

Syllabus

**Diplôme d'Ingénieurs de l'Ecole Supérieure
d'Ingénieurs de Rennes
Spécialité Systèmes Numériques et Réseaux**

Formation Initiale sous Statut d'Apprenti

Semestre 5 – 434h	4
SYS-S5 (Système d'exploitation)	5
MATH-S5	6
GLA-S5 (Génie Logiciel et Algorithmique)	8
TCP-S5 (Réseau 1)	9
SNA-S5 (Signaux numériques et analogiques)	10
COM-S5 : L'environnement professionnel de l'ingénieur	11
ANG-S5 : Anglais	12
DD-S5 : Développement durable - Ingénierie durable	13
Semestre 6 – 364h	14
PO-S6 (Programmation Objet)	15
MATH-S6	16
ADMR-S6 (Administration Système et Réseau)	18
FAT-S6 (Filtrage analogique / transposition en fréquence)	19
MONU-S6 (Modulations Numériques)	20
COM-S6 : La communication managériale de l'ingénieur	21
ANG-S6 : Anglais	22
MRH-S6 : Management et RH	23
Semestre 7 – 348h	24
MATH-S7 (Proba – Stats – Evaluation de performance)	25
BDD-S7 (Systèmes de Base de données et projet Python)	26
RESA-S7 (Réseaux d'accès sans fil)	27
BEER-S7 (Chaine de transmission sans fil)	28
COM-S7 : L'environnement communicationnel de l'ingénieur	29
ANG-S7 : Anglais	30
ENTREP-S7 (Projet Entrepreneurial)	31
Semestre 8 – 338h	32
SERI-S8 (Sécurité réseau et matérielle)	33
PROTEC-S8 (Projet Technique)	34
COM-S8 - Ingénierie et communication scientifique	35
ANG-S8 : Anglais	36
ENTREP-S8 (Projet Entrepreneurial)	37
MICRO-S8 : Programmation VHDL, Microcontrôleur	38
ELHF-S8 (Composants passifs hyperfréquences)	39
PROPA-S8 (Propagation et couverture)	40
MONU-S8 (Modulation Numérique - OFDM)	41
RTG-S8 (Routage dans les réseaux)	42
VIRTUC-S8 (Réseaux virtualisés)	43
LOBA-S8 (IPv6/Répartition de charge)	44
Semestre 9 – 315h	45
COM-S9 : La communication de mission professionnelle	46
ANG-S9 : Anglais	47

MICRO-S9 : Programmation VHDL, Microcontrôleur	48
CROUT-S9 : Conception/Routage de carte / Instrumentation - pilotage.....	49
ELHF-S8 (Composants actifs hyperfréquences et antennes)	50
RADAR-S9 (Systèmes Radar).....	51
APPI-S9 (Présentation de différentes applications).....	52
SECU-S9 (Sécurité)	53
LPWAN-S9 (Réseaux virtualisés)	54
SDN-S9 (Réseaux virtualisés)	55
VOTIP-S9 (VoIP, ToIP, Réseaux et services multimédia).....	56

SEMESTRE 5 – 408H

SYS-S5 (Système d'exploitation)

Objectifs :

L'objectif de ce cours est de présenter aux élèves-ingénieurs les principes de base du fonctionnement d'un système informatique et d'un système d'exploitation. Cet enseignement s'articulera autour de 3 grandes parties : tout d'abord les généralités sur les systèmes informatiques puis nous entrerons dans le détail avec les 2 parties suivantes dédiées aux systèmes Windows et aux systèmes UNIX/Linux.

Volume horaire :

- CM : 16h, TD : 4h TP : 32h, projet : 8h

Pré-requis :

- Aucun

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Chaque partie comporte une présentation théorique des concepts en cours, une réflexion sur les aspects théoriques afin de mieux les maîtriser en TD, et une mise en pratique en TP.

Selon les concepts abordés, si l'enchaînement CM/TD/TP traditionnel n'est pas le plus adapté, d'autres pistes pédagogiques seront envisagées : classe inversée, classe expérimentale, mise en pratique avant la théorie, etc.

- Partie 1 : Généralités
 - Introduction aux systèmes informatique
 - Processus, mémoire, entrée/sortie, interruption
 - Les systèmes de fichiers
- Partie 2 : Système Windows
 - Les systèmes Windows et PowerShell
- Partie 3 : Système Unix
 - Les systèmes UNIX/Linux et le Shell
- Mini Projet (8h)

Compétences :

- Maîtrise des concepts fondamentaux du fonctionnement d'un système informatique et d'un système d'exploitation
- Maîtrise des langages de commandes Windows (PowerShell) et Linux (Shell)

MATH-S5

Objectifs :

Ce cours est en trois parties. La première partie concerne les nombres complexes, la deuxième partie l'étude des fonctions et la dernière partie les transformations de Fourier. L'objectif général est de donner aux élèves ingénieurs les outils mathématiques nécessaires pour résoudre des problèmes d'électronique analogique BF ou HF. Chaque partie comporte une présentation théorique et les travaux dirigés viennent illustrés rapidement la théorie. Quelques exercices pourront être traités sur ordinateur avec le langage Python.

Volume horaire :

- CM : 38h, TD : 40h, TP : 12h

Pré-requis :

- Mathématiques étudiés en BTS SN

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Partie 1 : Trigonométrie et nombre complexes
 - Bases de Trigonométrie
 - Rappels sur les angles dans le cercle trigonométrique
 - Définition cosinus, sinus, tangente, cotangente
 - Valeurs remarquables de cosinus, sinus et tangente
 - Coordonnées polaires.
 - Nombres complexes
 - Définition d'un nombre complexe : $z=x+jy$
 - Forme algébrique et forme trigonométrique
 - Module et argument
 - Opération (addition et multiplication) sur des nombres complexes
 - Complexe conjugué
 - Linéarisation à l'aide de la formule de Moivre.
 - Forme exponentielle d'un nombre complexe
 - Formule d'Euler
 - Racine nième d'un nombre complexe
 - Equation du second degré à racines complexes.
- Partie 2 : Etudes de fonctions
 - Etudes de Fonctions
 - Domaine de définition
 - Fonctions usuelles (Exponentielle, Logarithmique, fonctions trigonométriques, fonctions hyperboliques)
 - Principales dérivées de fonctions
 - Limites de fonctions
 - Fonctions réciproques de fonctions trigonométriques ou hyperboliques
 - Fonctions rationnelles (décomposition en éléments simples)
 - Fonctions à deux variables
 - Intégration
 - Primitives de fonctions usuelles
 - Intégration par partie
 - Changement de variable
 - Primitives de fonctions rationnelles en utilisant les décompositions en éléments simples
 - Développements Limités (DL)
 - Formule de Taylor
 - DL de quelques fonctions
 - Propriétés des DL (Addition, Produits)
- Partie 3 : Transformation de Fourier
 - Analyse et représentation temporelle d'un signal

- Typologie des signaux
- Signaux périodiques
- Signaux non périodiques
- Caractéristiques : valeur moyenne, valeur efficace, fréquence, phase, période, rapport cyclique, puissance (dB, dBm ...)
- Cas spécifique du signal sinusoïdal
- Analyse et représentation fréquentielle d'un signal
 - Opérateurs de Fourier (série et transformée de Fourier)
 - Notion de spectre d'un signal
 - Représentation et analyse spectrale
 - Notions de translation de spectres
 - Conservation d'énergie, Théorème de Parseval
 - Analyse fréquentielle d'un système linéaire

Compétences :

- Maîtrise la trigonométrie de base
- Maîtrise des nombres complexes et des représentations temporelle/fréquentielle des signaux afin d'être opérationnel pour résoudre des problèmes liés à l'électronique analogique BF ou HF.
- Maîtrise de l'étude des fonctions usuelles

GLA-S5 (Génie Logiciel et Algorithmique)

Objectifs :

L'objectif de ce cours est de donner aux élèves ingénieurs les bases et les outils nécessaires pour mener à bien sereinement les projets logiciels.

Volume horaire :

- CM : 18h, TD : 14h TP : 28h

Pré-requis :

- Aucun

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Partie 1 : Génie logiciel
 - Les outils fondamentaux et le test
 - DevOps
 - Génie Logiciel et conception Objet
- Mini Projet :
 - DevOps
- Partie 2 : Algorithmique
 - Introduction à l'algorithmique et à la programmation
 - Variables, types, opérations, entrées/sorties
 - Conditions, itération : for, while
 - Structure d'un programme
 - Fonctions, tableaux et fichiers

Compétences :

- Organisation simple d'un projet logiciel réalisé de façon incrémental
- Approche, analyse et conception d'un projet logiciel de petite taille
- Acquisition de la méthode algorithmique
- Maîtrise des bases de la programmation

TCP-S5 (Réseau 1)

Objectifs :

L'objectif de ce cours est de présenter aux élèves ingénieurs le fonctionnement général des réseaux IP. Cet enseignement s'articulera autour de 3 grandes parties, afin de mieux comprendre les interactions ayant lieu entre les différentes couches constituant la pile réseau de n'importe quel système communicant moderne : haut niveau (applicatives), réseau et bas niveau (accès au support de communication).

Volume horaire :

- CM : 18h, TD : 12h TP : 30h

Pré-requis :

- Aucun

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Chaque partie comporte une présentation théorique des concepts en cours, une réflexion sur les aspects théoriques afin de mieux les maîtriser en TD, et une mise en pratique en TP.

Selon les concepts abordés, si l'enchaînement CM/TD/TP traditionnel n'est pas le plus adapté, d'autres pistes pédagogiques seront envisagées : classe inversée, classe expérimentale, mise en pratique avant la théorie, etc.

La présentation du réseau suit un processus Top-Down, qui se révèle être très bien adapté au public ingénieur et permet une mise en pratique très rapide des concepts.

- Partie 1 : Introduction et application réseau
 - Introduction au réseau
 - La couche applicative et les applications réseaux
 - La couche transport
- Partie 2 : La couche réseau et le transport des paquets dans un réseau IP
 - Le protocole IP
 - Le routage IP
 - La translation d'adresse
- Partie 3 : Les réseaux locaux et l'accès au médium de communication
 - La couche Liaison de Données, Ethernet, ARP et le Spanning Tree
 - Les VLAN
- Partie 4 : Synthèse

Compétences :

- Maîtrise des concepts fondamentaux des réseaux informatiques
- Maîtrise du fonctionnement d'un réseau local et des protocoles associés
- Maîtrise des primitives de programmation de communications réseaux

SNA-S5 (Signaux numériques et analogiques)

Objectifs :

L'objectif de ce cours est de rappeler quelques éléments de base en électronique numérique et en électronique analogique. La partie numérique sera assez succincte alors que la partie analogique sera plus développée.

Volume horaire :

- CM : 28h, TD : 16h TP : 16h

Pré-requis :

- Sciences physiques au programme du BTS SN

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Chaque partie comporte une présentation théorique sous forme de cours et des travaux dirigés viennent illustrés rapidement la théorie. Les travaux pratiques concerneront l'électronique numérique.

- Partie 1 : Eléments de base de l'Electronique Numérique
 - Algèbre de Boole
 - Numération
 - Convertisseur Analogique Numérique
 - Convertisseur Numérique Analogique
 - Générateur signaux aléatoires
- Partie 2 : Eléments de base de l'Electronique Analogique
 - Théorèmes généraux
 - Amplificateur opérationnel en linéaire
 - Amplificateur opérationnel en non linéaire (comparateur, multiplieur)
 - Générateur signaux carré et sinusoïdaux.
 - Transistor bipolaire. Emetteur commun
 - Transistor FET

Compétences :

- Maîtrise des principales fonctions utilisées en électronique BF analogique et en électronique numérique

COM-S5 : L'environnement professionnel de l'ingénieur

Objectifs :

Accompagner l'apprenti et l'organisation d'accueil dans le processus de prise de poste, au travers d'une analyse de l'environnement professionnel.

Ce module est réalisé en présentiel et en e-learning guidé lors des séances de formation

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 24h TP : 0h

Pré-requis :

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Partie 1 – L'analyse de l'environnement de travail (12h00)

Cette partie est formalisée autour de la première vision de l'apprenti-ingénieur sur son organisation d'accueil, par le biais de la rédaction d'un rapport d'étonnement. Cet outil de gestion des ressources humaines sera le point de départ d'une réflexion managériale, de communication interne et externe de l'entreprise, logistique, organisationnelle et stratégique relative à l'organisation d'accueil. L'apprenti-ingénieur devra savoir prendre du recul sur son environnement de travail par le biais de recherche sur les leviers de la motivation, les outils stratégiques, de la responsabilité sociétale des organisations, de l'éthique du secteur. L'apprenti-ingénieur devra être en mesure de comparer la situation réelle de l'entreprise et les outils des courants de la sociologie des organisations, par un rendu écrit et oral, et être dans une démarche d'amélioration continue de l'organisation d'accueil.

- Partie 2 – L'analyse du poste de travail (12h00)

Cette approche est construite sur l'utilisation d'un module de formation en elearning de l'INRS d'une durée de 8h00 relatif à la prévention des risques professionnels, le lien entre santé et travail, la compréhension de l'accident du travail et la participation de l'ingénieur à l'évaluation des risques professionnels. Cette approche sera soutenue par une analyse individuelle de chaque apprenti ingénieur, par le biais de la grille ITAMaMie de son poste de travail. Un compte-rendu oral et écrit clôturera cette approche.

Compétences :

- acquérir les bases en prévention des risques professionnels
- analyser son poste de travail
- être force de proposition en matière de santé et sécurité au travail
- rendre compte d'un message argumenté par écrit et oral
- réaliser des recherches en sociologie des organisations
- participer au processus d'amélioration continue de l'organisation d'accueil

ANG-S5 : Anglais

Objectifs :

L'objectif du cours d'anglais est de **consolider** et **développer** les compétences qui permettront d'atteindre en 3^{ème} année, le **niveau B2** du Cadre Européen des Langues. (certifications CLES et TOEIC en 3^{ème} année).

Méthodologie : présentations orales /interactions orales /les différents types d'écrit/ compréhension orale (documents audio et vidéo)

Présentation des deux certifications proposées par l'école : CLES 2 + TOEIC

Rappels des bases lexicales et grammaticales – Anglais général + introduction à l'Anglais de spécialité

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 30h TP : 0h

Pré-requis :

- Niveau B1 (utilisateur indépendant)

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Parler/décrire/détailler son environnement universitaire (cursus-matières-spécialités)
- Parler/envisager la mobilité (CV-lettre de motivation – l'entretien d'embauche)
- Le métier d'Ingénieur
- L'Entreprise et son organisation
- Conduire, participer à une réunion
- Décrire un produit, un process
- Travail sur les fiches thématiques du TOEIC (vocabulaire/grammaire/audio)
- Travail hebdomadaire sur la presse étrangère en lien avec l'actualité.

Compétences :

- Le cadre reste celui **d'une langue généraliste**, qui doit permettre l'usage de l'anglais dans un contexte professionnel au sens large.
- Travail visant à développer des stratégies qui permettront de :
 - Classer et hiérarchiser des informations à partir de documents authentiques.
 - Repérer la structure des documents, l'enchaînement et l'articulation des idées et des points de vue.
 - Communiquer et transmettre des informations à l'oral. L'expression orale se fera sous forme de jeux de rôles, débats, présentation...
- Produire et rédiger des textes courts dans lesquels vous devrez donner votre opinion, résumer un article, faire une synthèse ou un compte-rendu de débat.

DD-S5 : Développement durable - Ingénierie durable

Objectifs :

Sensibiliser les apprentis-ingénieurs aux impacts des activités d'ingénierie sur les trois piliers fondamentaux (économique, social, environnemental) du développement durable.

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 24h TP : 0h

Pré-requis :

- Aucun

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

En prenant appui sur l'expertise de partenaires professionnels, les apprentis-ingénieurs sont sensibilisés aux thématiques de la propriété intellectuelle, de l'analyse du cycle de vie des produits, de l'éco-conception ou de la responsabilité sociétale des entreprises (normes ISO, GRI, Agenda 21, économie sociale et solidaire). La vision industrielle est privilégiée sur le plan pédagogique afin de placer les apprentis-ingénieurs au centre des actions d'ingénierie durable en matière de conception, de construction, d'exploitation ou de gestion d'installations ou de systèmes sur le court et le long terme. Les apprentis-ingénieurs doivent appréhender leur responsabilité éthique en qualité de partie prenante décisionnelle au sein d'un projet technique ou d'une organisation quant aux implications environnementales et sociales de leurs pratiques professionnelles.

Compétences :

- comprendre le concept et les enjeux de développement durable & responsabilité sociétale des organisations
- cerner son contexte professionnel (enjeux industriels du DD&RSE)
- développer une éthique professionnelle

SEMESTRE 6 – 364H

PO-S6 (Programmation Objet)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de présenter aux élèves ingénieurs la programmation orientée objet.

Volume horaire :

- CM : 8h, TD : 8h TP : 44h

Pré-requis :

- Le module GLA-S5
- Le module SYS-S5

Évaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Chaque partie comporte une présentation théorique des concepts en cours, une réflexion sur les aspects théoriques afin de mieux les maîtriser en TD, et une mise en pratique en TP.

Selon les concepts abordés, si l'enchaînement CM/TD/TP traditionnel n'est pas le plus adapté, d'autres pistes pédagogiques seront envisagées : classe inversée, classe expérimentale, mise en pratique avant la théorie, etc.

- Partie 1 : Les bases
 - Objets, classes, attributs, méthodes
- Partie 2 : Concepts avancés
 - Héritage, polymorphisme, généricité

Compétences :

- Maîtrise des concepts objets
- Maîtrise du langage python

MATH-S6

Objectifs :

Ce cours est en trois parties. La première partie concerne les matrices, la deuxième partie la transformée en z et la dernière partie l'optimisation pour l'IA. L'objectif général est de donner aux élèves ingénieurs les outils mathématiques nécessaires pour résoudre des problèmes en électronique HF, en communications numériques et en réseaux. Chaque partie comporte une présentation théorique et les travaux dirigés viennent illustrés rapidement la théorie. Les exercices sont traités sur ordinateur avec le langage Python.

Volume horaire :

- CM : 30h, TD : 20h, TP : 40h

Pré-requis :

- Mathématiques étudiés en BTS SN
- Math-S5

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Partie 1 : Matrices
 - Généralités
 - Ecriture d'une matrice
 - Cas particulier (matrice ligne, matrice colonne, matrice diagonale, ...)
 - Egalité de deux matrices
 - Matrices transposées
 - Opérations sur les matrices
 - Addition de deux matrices
 - Multiplication d'une matrice par un réel
 - Multiplication de deux matrices
 - Matrices carrées
 - Définition
 - Matrice symétrique, antisymétrique, orthogonale
 - Multiplication de deux matrices
 - Matrices inversibles et applications linéaires associés
 - Déterminant
 - Déterminant et propriétés du déterminant d'une matrice 2x2
 - Déterminant d'une matrice 3x3
 - Propriétés des déterminants
 - Décomposition en valeurs propres et vecteurs propres
 - Factorisations
- Partie 2 : Transformée en z et application au filtrage numérique
 - Notion de série entière d'une variable réelle.
 - Transformée en z des signaux causaux usuels.
 - Propriétés de la transformation en z
 - Équations récurrentes et lien avec le filtrage numérique
- Partie 3 : Optimisation pour l'IA
 - Convexité et non convexité d'une fonction
 - La convergence
 - Optimalité globale et locale
 - Reconnaître et comprendre les caractéristiques d'un problème d'optimisation
 - Problèmes lisses et non lisses
 - Problèmes bruités
 - Notion de contrainte
 - Notion de gradient et de Hessien (disponibilité ou pas)
 - Leur signification géométrique
 - Présentation et comparaison des performances de quelques optimiseurs
 - Méthode de gradients

- Méthode itérative de Newton et Quasi Newton
- Algorithme de Powell
- Algorithme : BFGS (Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno)
- ...
- Application IA
 - Réseau de neurones : Le perceptron
 - Fonction de cout, fonction de perte
 - Notion d'époque
 - Rétropropagation de gradient
 - Règle de chaînage
 - Calcul et implémentation
(Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno algorithm)

Ces notions d'optimisation sont illustrées numériquement à l'aide du langage Python associé aux librairies **scipy.optimize**, **scikit-learn** et **tensorflow2**

Compétences :

- Maîtrise le calcul matriciel de base
- Compréhension et utilisation d'outils d'optimisation. Compréhension des arrières plans mathématiques élémentaires de l'IA.

ADMR-S6 (Administration Système et Réseau)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de présenter aux élèves ingénieurs les bases de l'administration systèmes et réseaux à travers la mise en place des principaux services nécessaires au fonctionnement des réseaux IP.

Volume horaire :

- CM : 18h, TD : 6h TP : 36h

Pré-requis :

- TCP-S5
- SYS-S5

Évaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Chaque partie comporte une présentation théorique des concepts en cours, une réflexion sur les aspects théoriques afin de mieux les maîtriser en TD, et une mise en pratique en TP.

Selon les concepts abordés, si l'enchaînement CM/TD/TP traditionnel n'est pas le plus adapté, d'autres pistes pédagogiques seront envisagées : classe inversée, classe expérimentale, mise en pratique avant la théorie, etc.

- Partie 1 : Les principaux services réseaux
 - Introduction à l'administration système et réseau
 - L'attribution dynamique d'adresses avec DHCP
 - Le service de nommage DNS
 - Les systèmes de messagerie
 - Montage de fichiers distants (NFS/SAMBA)
 - Les applications Web
- Partie 2 : Les services d'annuaires
 - Les systèmes d'annuaires (LDAP)
 - Active Directory
- Partie 3 : La surveillance du réseau
 - La supervision réseau
- Partie 4 : Test TP
 - Test TP : Mise en place selon un cahier des charges d'un service vu dans le module

Compétences :

- Maîtrise de l'administration système et réseau
- Maîtrise des principaux services réseaux
- Maîtrise des systèmes d'annuaire (LDAP/AD)
- Maîtrise de la supervision réseau

FAT-S6 (Filtrage analogique / transposition en fréquence)

Objectifs :

L'objectif de ce cours est de se focaliser sur quelques fonctions de base constituant une chaîne de transmission.

Volume horaire :

- CM : 14h, TD : 12h, TP : 12h

Pré-requis :

- Sciences physique du BTS SN et ELEC1-S5

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Chaque partie comporte une présentation théorique et les travaux dirigés viennent illustrés rapidement la théorie. Les travaux pratiques prennent part à ce cours.

- Chaîne de transmission
 - Correspondance temps/fréquence
 - Transposition en fréquence et fréquences images
 - Filtrage actifs et passifs. Synthèse
 - Notions de puissance

Compétences :

- Maîtrise des principaux éléments nécessaires à la réalisation d'une chaîne de transmission.

MONU-S6 (Modulations Numériques)

Objectifs :

L'objectif de ce cours est de fournir aux élèves-ingénieurs les outils théoriques et techniques ainsi que le vocabulaire pour la compréhension des systèmes de transmission numérique.

Volume horaire :

- CM : 12h, TD : 10h TP : 16h

Pré-requis :

- MATH-S5
- SNA-S5
- FAT-S5

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Chaque partie comporte une présentation théorique des concepts en cours et une réflexion sur les aspects théoriques afin de mieux les maîtriser en TD. et une mise en pratique en TP.

- Intro sur les transmissions numériques, théorie de l'information, entropie
- Codage de source : 1er théorème de Shannon, codes préfixes, codes étendus, code de Huffman
- Codage de canal : code de Hamming, codes convolutifs, treillis, algorithme de Viterbi
- Capacité d'un canal : 2nd théorème de Shannon
- Probabilité d'erreur de transmission, filtrage adapté
- Intérêt des modulations sur porteuse, enveloppe complexe, constellation
- Modulations numériques : ASK, PSA, QAM, FSK, MSK et comparaison des performances
- Interférences entre symboles, critères de Nyquist temporel, diagramme de l'œil, Critère de Nyquist fréquentiel, filtre en cosinus surélevé

Compétences :

- Compréhension et mise en œuvre de solutions simples pour les codages de source et de canal
- Compréhension et mise en œuvre de modulations en bande de base (NRZ, RZ, ...)
- Compréhension et mise en œuvre de modulations sur porteuse (ASK, FSK, QAM...)
- Connaissance des effets de bruit et de filtrage (bande limitée) sur le canal.
- Calcul de probabilité d'erreur
- Capacité d'un canal
- Diagramme de l'œil

COM-S6 : La communication managériale de l'ingénieur

Objectifs :

Accompagner l'apprenti-ingénieur dans le développement de savoir-être professionnels, de comportements au sein de l'équipe de travail favorisant son intégration au sein d'un collectif. Ce module se déroule en classe inversée et sous la forme de serious-game

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 24h TP : 0h

Pré-requis :

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Partie 1 – Développer les comportements professionnels de consensus et de coopération (8h00)

Cette première approche cerne les ressorts socio-psychologiques fondamentaux de l'équipe : comment fonder une intelligence collective à partir des aptitudes individuelles des membres de l'équipe de travail ? Cette démarche est basée sur des serious-game participatif en classe inversée, avec des supports relatifs aux courants de la psychologie et sociologie des organisations, afin de préparer les thématiques. Chaque séance se conclura par un débrief collectif sur une thématique, alimentant une charte visuelle de synthèse réalisée par l'apprenti-ingénieur.

- Partie 2 – Développer les comportements communicationnels au sein de l'organisation et de l'équipe (8h00)

Cette deuxième approche se fonde sur les mécanismes de prise de décision et la communication au sein de l'équipe-projet, dans un contexte agile. Une pédagogie par serious-game thématique sera mise en œuvre, en classe inversée avec des supports de préparation en ligne. Chaque séance se conclura par un débrief collectif sur une thématique, alimentant une charte visuelle de synthèse réalisée par l'apprenti-ingénieur.

- Partie 3 – Développer l'intelligence collective et la créativité (8h00)

Cette dernière approche se base sur des serious-game exploitant les deux thèmes, sur le même fonctionnement que les deux sprints précédents. Chaque séance se conclura par un débrief collectif sur une thématique, alimentant une charte visuelle de synthèse réalisée par l'apprenti-ingénieur.

Compétences :

- appréhender les ressorts psycho-sociologiques de l'organisation et de l'équipe de travail (consensus, créativité, communication, prise de décision sociocratique, autonomie et délégation, résistance au changement) ;
- comprendre les comportements professionnels, en fonction des acteurs ;
- construire une réflexion argumentée ;
- rendre compte par écrit, visuel et oral d'un message.

ANG-S6 : Anglais

Objectifs :

L'objectif du cours d'anglais est de **consolider** et **développer** les compétences qui permettront d'atteindre en 3^{ème} année, le **niveau B2** du Cadre Européen des Langues. (certifications CLES et TOEIC en 3^{ème} année).

Méthodologie : présentations orales /interactions orales /les différents types d'écrit/ compréhension orale (documents audio et vidéo)

Présentation des deux certifications proposées par l'école : CLES 2 + TOEIC

Rappels des bases lexicales et grammaticales – Anglais général + introduction à l'Anglais de spécialité

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 30h TP : 0h

Pré-requis :

- Niveau B1 (utilisateur indépendant)

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Parler/décrire/détailler son environnement universitaire (cursus-matières-spécialités)
- Parler/envisager la mobilité (CV-lettre de motivation – l'entretien d'embauche)
- Le métier d'Ingénieur
- L'Entreprise et son organisation
- Conduire, participer à une réunion
- Décrire un produit, un process
- Travail sur les fiches thématiques du TOEIC (vocabulaire/grammaire/audio)
- Travail hebdomadaire sur la presse étrangère en lien avec l'actualité.

Compétences :

- Le cadre reste celui **d'une langue généraliste**, qui doit permettre l'usage de l'anglais dans un contexte professionnel au sens large.
- Travail visant à développer des stratégies qui permettront de :
 - Classer et hiérarchiser des informations à partir de documents authentiques.
 - Repérer la structure des documents, l'enchaînement et l'articulation des idées et des points de vue.
 - Communiquer et transmettre des informations à l'oral. L'expression orale se fera sous forme de jeux de rôles, débats, présentation...
- Produire et rédiger des textes courts dans lesquels vous devrez donner votre opinion, résumer un article, faire une synthèse ou un compte-rendu de débat.

MRH-S6 : Management et RH

Objectifs :

L'objectif de ce cours est de fournir dans un premier temps quelques éléments de base en management de projet et dans un deuxième temps d'aborder le management des ressources humaines.

Pré-requis :

- Aucun

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Partie 1 : Management de projet
 - Méthodologie de conduite de projet
 - Management du projet : Organisation, planification, composition et animation de l'équipe
 - Anticipation et gestion des résistances
 - Présentation des outils d'aide à la décision.
- Partie 2 : Management des Ressources Humaines
 - Intégration du salarié dans le groupe
 - Communication dans l'équipe projet
 - Gestion du conflit et du changement. Problème du leadership.

Compétences :

- Maîtrise de quelques éléments de gestion de projet

SEMESTRE 7 – 348H

MATH-S7 (Proba – Stats – Evaluation de performance)

Objectifs :

- Probabilités : fournir aux étudiants les éléments mathématiques pour la modélisation de processus où le hasard ou l'incertitude interviennent.
- Statistiques : étude d'une part des principaux outils de statistique descriptive, et d'autre part de l'estimation statistique et des principaux tests d'hypothèses.
- Evaluation de performances : L'objectif est d'enseigner aux étudiants les techniques de base nécessaires pour l'évaluation des performances des systèmes informatiques et des réseaux de télécommunications. Il s'agit d'analyser et de résoudre les modèles quantitatifs génériques centrés autour des chaînes de Markov et de la théorie des files d'attente et des réseaux de files d'attente.
- Les bibliothèques statistiques du langage Python sont utilisées en travaux pratiques

Volume horaire :

- CM : 30 h, TD : 40h TP : 20h

Pré-requis :

- MATH-S5, MATH-S6,

Contenu détaillé

- Probabilités :
 - Principes fondamentaux de la théorie de la probabilité.
 - Processus donnant lieu aux variables aléatoires.
 - Outils informatiques dédiés
- Statistiques :
 - Analyse et mise en forme de jeux de données (quantiles, histogramme, boîte à moustaches,...).
 - Corrélation entre deux séries et modèle de dépendance linéaire par régression.
 - Intervalles de confiance sous différentes conditions (variance connue ou inconnue).
 - Lois de probabilités dans un contexte statistique (loi binomiale, loi exponentielle, loi de Poisson, loi normale, loi du chi², ...).
 - Tests d'hypothèse.
- Evaluation de Performances:
 - Modélisation quantitative des systèmes informatiques ou de communication
 - Techniques de résolution analytiques et mesures de performances (temps de réponse, probabilité de perte, ...)
 - Chaînes de Markov à temps discret et à temps continu
 - Files d'attente : propriété PASTA et formule de Little
 - Etude des file d'attente M/M/1, M/M/r, M/M/infini, M/M/r/k M/G/1
 - Réseaux de files d'attente ouverts et fermé à forme produit

Compétences

- Savoir résoudre des problèmes appliqués à l'aide de modèles probabilistes simples.
- Etre capable d'introduire des outils informatiques pour l'implémentation et solution de problèmes probabilistes.
- Statistiques :
 - Savoir résoudre des problèmes appliqués à l'aide de modèles statistiques simples.
 - Utiliser les fonctions élémentaires des modules Python **scipy.stats**, **statsmodel**, **seaborn** pour la statistique descriptive et l'estimation et les tests d'hypothèse.
- Evaluation de Performances:
 - Connaître les techniques de mesure de performance des réseaux

BDD-S7 (Systèmes de Base de données et projet Python)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de donner les éléments de compréhension et de pratique des principaux systèmes de bases de données (BDD). Le cours traite des bases de données SQL, noSQL et orientées graphes (Gremlin) et met l'accent sur la dimension pratique liée à l'interrogation de ces bases. Les bases de données géographiques sont également présentées.

Volume horaire :

- CM : 8h, TD : 6h TP : 46h

Pré-requis :

- GLA-S5

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Base de Données (BDD) CM:8 TD:6(6) TP : (6)
 - Base de données relationnelles (Principes généraux)
 - Schéma de construction des tables et de leurs liens
 - Langage d'interrogation d'une base de données SQL
 - Base de données POSTGRE-SQL
 - Aspect cyber : Injection SQL
 - Base de données no-SQL : l'exemple de mongodb
 - Langage d'interrogation d'une base mongodb
 - Exportation vers les structures de DataFrame **pandas**
 - Base de données orientée graphe. Langage d'interrogation **Gremlin**
- Un projet de mise en pratique (Python) (TP: 40)

La mise en pratique a lieu sous la forme d'un projet qui porte chaque année sur un thème différent. Il est l'occasion pour les étudiants de mettre en pratique leurs connaissances sur les bases de données et d'approfondir leur compétences algorithmiques sous la forme d'un projet en lien direct avec du traitement des données.

Compétences :

- Connaissance des principaux systèmes de BDD et des langages d'interrogation de ces bases. L'accent est mis sur la pratique.
- Pratique de la programmation et de l'analyse de données

RESA-S7 (Réseaux d'accès sans fil)

Objectifs :

L'objectif de ce module est tout d'abord de comprendre le fonctionnement et architecture des réseaux sans fil. Il s'agira par la suite d'étudier le dimensionnement de ces derniers.

Volume horaire :

- CM : 24h, TD : 12h TP : 24h

Pré-requis :

- TCP-S5
- MONU-S6

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Réseaux d'accès sans fil (RESA) CM : (24) TD: (12) TP : (24)

- Généralités sur les réseaux sans fil
- Les réseaux sans fil locaux
 - Les réseaux sans fil en mode infrastructure
 - Les réseaux sans fil Ad hoc
 - Les réseaux sans fil locaux de nouvelle génération
 - Performance des réseaux locaux
- Les réseaux sans-fil métropolitains
 - Réseaux cellulaires : concept et principes
 - Les réseaux GSM (2G)
 - Les réseaux GPRS (2.5 G)
 - Les réseaux EDGE (2.7 G)
 - Les réseaux UMTS (3G)
 - Les réseaux de quatrième génération (LTE/LTE-A)
 - IMS/Convergence fixe-mobile des réseaux
 - Dimensionnement des réseaux de mobiles
 - Les réseaux 5G
- Un projet de mise en pratique (Python/Système) (TP: 20)

La mise en pratique a lieu sous la forme d'un projet qui porte chaque année sur un thème différent. Il est l'occasion pour les étudiants de mettre en pratique leurs connaissances sur les réseaux sans-fil et d'approfondir leurs compétences algorithmiques.

Compétences :

- Maîtrise des concepts fondamentaux des réseaux sans-fil locaux et métropolitains.
- Compréhension et maîtrise du fonctionnement des réseaux sans-fil, de leurs dimensionnements à leurs configurations et leurs déploiements.

BEER-S7 (Chaîne de transmission sans fil)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de mettre en application les compétences acquises en électronique, sur les signaux analogiques et numériques, le filtrage et la transposition de fréquence à travers la mise en place d'une chaîne de transmission complète. Une grande partie de cet enseignement est réalisé sous un format de TP-projet appelé « Bureau d'Etude Electronique et Radiofréquence ».

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 12h TP : 48h

Pré-requis :

- MATH-S5, MATH-S6
- SNA-S5
- FAT-S6
- MONU-S6

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Bureau d'étude, analyse du standard étudié (cahier des charges), recherche de solutions
- Conception et réalisation de composants basse-fréquence (BF) et fréquence intermédiaire (FI) par binôme (partage des tâches nécessaire)
- Mesure et caractérisation de composants radiofréquences (RF) par binôme (partage des tâches nécessaire)
- Validation de la conception et de la réalisation des composants BF et FI par des procédures de test (rédaction de fiches de tests sur les composants réalisés et application de cette fiche de test sur les composants faits par les autres binômes).
- Intégration des composants BF, FI et RF pour la réalisation de la chaîne de transmission complète. Cette séance fait la synthèse globale de toutes les séances et débouche sur une application concrète de transmission d'un son et d'une image.

Compétences :

- Conception de composants basse-fréquence et fréquence intermédiaire sur la base d'un cahier des charges.
- Réalisation de composants basse-fréquence et fréquence intermédiaire (réalisation des cartes électroniques, placement des composants, soudure).
- Procédure de test (rédaction et lecture de fiche de test).
- Mesure de composants radiofréquences.
- Utilisation d'appareils de mesure (oscilloscope, analyseur de spectre)
- Identification et analyse des phénomènes de propagation (polarisation, effet de sol, réflexion, bilan de liaison).

COM-S7 : L'environnement communicationnel de l'ingénieur

Objectifs :

Renforcer la connaissance de l'apprenti-ingénieur de son environnement d'accueil, au travers de l'analyse du cadre social, culturel et sociétal de l'organisation d'accueil.

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 24h TP : 0h

Pré-requis :

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Partie 1 – Analyser la culture de l'organisation d'accueil (8h00)

A partir des modèles issus des courants de la sociologie des organisations (Schein notamment), et des supports de communication internes récoltés par l'apprenti-ingénieur au sein de son entreprise d'accueil ; il devra analyser les normes sociales et culturelles de l'organisation d'accueil. Cette analyse pourra se fonder sur le livret d'accueil, les documents relatifs à la santé et sécurité au travail, le bilan social, ... L'apprenti-ingénieur alimentera son analyse par un poster de synthèse.

- Partie 2 – Analyser les rites managériaux de l'organisation d'accueil (8h00)

A partir de l'analyse de la culture de l'entreprise, l'apprenti-ingénieur sera amené à prolonger sa réflexion sur les axes managériaux développés par son organisation d'accueil, en les confrontant aux théories de l'école de relations humaines (leviers de motivation, d'équité, de justice sociale notamment). L'apprenti-ingénieur alimentera son analyse par un poster de synthèse.

- Partie 3 – Analyser la stratégie RSE de l'organisation d'accueil (8h00)

A partir des documents issus de l'entreprise d'accueil, l'apprenti ingénieur devra être en mesure de cerner les axes RSE, sur leur dimension économique, environnemental et sociétal de l'entreprise afin de déterminer les liens entre performance et RSE, en se basant sur les théories de la légitimité, politico-contractuelle et la théorie du signal (cercle vertueux et/ou vicieux du modèle de Allouche et Laroche). L'apprenti-ingénieur alimentera son analyse par un poster de synthèse.

Compétences :

- appréhender et analyser le modèle de normes sociales et culturelles des organisations ;
- appréhender la stratégie de responsabilité sociétale d'une organisation ;
- rechercher de l'information et de la documentation interne et externe culturelle, sociétale sur une organisation ;
- transmettre un message argumenté par écrit, visuel et oral ; être force de proposition et acteur de la stratégie de responsabilité sociétale des organisations.

ANG-S7 : Anglais

Objectifs :

L'objectif du cours d'anglais est la certification CLES 2 et TOEIC présentés au S8.

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 30h TP : 0h

Pré-requis :

- Niveau B1/B2 (utilisateur indépendant)

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Travail/dossier de recherche sur la spécialité télécom
- Les robots dans l'industrie
- Analyse des faits de sociétés en lien avec l'actualité : -synthétiser et hiérarchiser l'information- analyser les points de vue- dégager une problématique donner son opinion (à l'oral et à l'écrit).
- Travail sur la présentation orale – la communication (type exposé)
- Travail sur la phonétique et la phonologie
- Travail hebdomadaire sur la presse étrangère en lien avec l'actualité.
- Travail sur les fiches thématiques du TOEIC (vocabulaire/grammaire/audio)

Compétences :

- Entraînement à la compréhension orale à partir de documents audio et audio-visuels authentiques. La compréhension orale est également pratiquée lors de débats interactifs (échange d'informations en vue d'une production : synthèse, présentation orale ou jeu de rôle).
- Entraînement à l'expression orale sous les deux aspects de l'interaction orale et de la prise de parole en public, recouvrant les problèmes proprement linguistiques (grammaire, vocabulaire) et ceux liés à la communication d'un savoir (techniques de présentation, construction de plans d'exposés ou de synthèses, conduite d'un débat).
- Entraînement à la compréhension écrite (repérage lexical, mots clés, repérage de la structure argumentative, tri et hiérarchisation de l'information).
- Entraînement à la production écrite par la rédaction de textes courts (synthèse, compte-rendu de débat, texte de fiction, article de journal, lettre etc).

ENTREP-S7 (Projet Entrepreneurial)

Objectifs :

Ce module d'enseignement rentre dans le cadre de l'UE LCICE-S7 qui a pour but de donner aux étudiants une formation en "sciences humaines" permettant une intégration sereine dans le monde professionnel. Le module ENTREP-S7 aura pour but d'initier les apprentis à l'innovation et à l'entrepreneuriat. Cette formation se fera au travers de l'intervention de PEPITE (Pôle Etudiant Pour l'Innovation, le Transfert et l'Entrepreneuriat) mais également de professionnels de la création d'entreprises ou de structures venant en soutien des créateurs. L'innovation technologique à travers le POOOL (Technopole Rennaise) et la SATT seront mises en avant.

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 24h TP : 0h

Pré-requis :

- COM-S5, DD-S5, COM-S6, MRH-S6

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Cette formation de terrain intégrera des connaissances générales sur l'entrepreneuriat et la création d'entreprises telles que des ateliers de méthodologie et de créativité, des aspects marketing, juridiques, managériaux et financiers ainsi qu'en lien avec l'innovation. Les étudiants réunis en équipe de 5-6 étudiants devront au début un projet de création en lien avec l'innovation et les connaissances seront donc abordées en lien avec leur projet.

Compétences :

- Maîtrise des concepts d'entrepreneuriat et d'innovation
- Connaissances en lean management, méthodologie, différenciation de concept
- Connaissances en marketing, communication, management, finance
- Travail en équipe et gestion de projet, agilité.

SEMESTRE 8 – 318H

Tronc commun 168h

- SERI-S8
- PROTEC-S8
- CISCO-S8
- COM-S8
- ANG-S8
- ENTREP-S8

Parcours SNSF 150h

- MICRO-S8
- ELHF-S8
- PROPA-S8
- MONU-S8

Parcours VIRSEC 150h

- RTG-S8
- VIRTUC-S8
- LOBA-S8

SERI-S8 (Sécurité réseau et matérielle)

Objectifs :

L'objectif de ce cours est de présenter les éléments fondamentaux de la sécurité d'un réseau informatique.

Volume horaire :

- CM : 28h, TD : 6h TP : 26h

Pré-requis :

- TCP-S5
- ADMR-S6

Evaluation :

- Contrôle continu, évaluation écrite
- Contrôle de TP

Contenu détaillé :

Chaque partie comporte une présentation théorique des concepts en cours, une réflexion sur les aspects théoriques afin de mieux les maîtriser en TD, et une mise en pratique en TP.

Selon les concepts abordés, si l'enchaînement CM/TD/TP traditionnel n'est pas le plus adapté, d'autres pistes pédagogiques seront envisagées : classe inversée, classe expérimentale, mise en pratique avant la théorie, etc.

- Partie 1 : Sécurité système
 - Introduction à la sécurité
 - Introduction à la cryptographie
 - Durcissement des systèmes
 - L'authentification locale et fédérée
- Partie 2 : Sécurité réseau
 - Sécurité des réseaux : cloisonnement vertical (Filtrage et Pare-feu) cloisonnement horizontal (VPN IPsec/TLS)
 - Architecture de sécurité
 - Organisation de la sécurité et politique de sécurité, sécurité physique
- Partie 3 : Sécurité matérielle
 - Introduction à la sécurité matérielle
 - Les attaques par canaux cachés et canaux auxiliaires

Compétences :

- Maîtrise des concepts fondamentaux de sécurité réseau
- Compréhension du fonctionnement d'une architecture de sécurité

PROTEC-S8 (Projet Technique)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de mettre en applications les concepts vus en première et deuxième année au sein d'un projet. Ce module est placé en fin de semestre 8.

Volume horaire :

- TP : 30h

Pré-requis :

- Les modules de première et deuxième année

Évaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Le projet vise à mettre en commun des notions aussi bien de réseaux que de systèmes numériques sans fil. Cela peut se concrétiser par exemple par la mise en œuvre ou la conception de modules communicants et leur mise en réseau.

Compétences :

- Réflexion sur un cahier des charges
- Définition et mise en place d'une solution

COM-S8 - Ingénierie et communication scientifique

Objectifs :

L'objectif de ce module est d'amener l'apprenti-ingénieur à être force de proposition technique au sein de son organisation d'accueil, au sein de son équipe et de sa mission professionnelle.

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 24h TP : 0h

Pré-requis :

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Développer une stratégie informationnelle scientifique et technique (12h00 TD)

Les apprentis-ingénieurs, par équipe-projet, devront déterminer une thématique scientifique innovante, liée à leur secteur d'activité, leur entreprise d'accueil et leur mission professionnelle afin de réaliser un état de l'art scientifique et technique. Cette partie sera basée sur la découverte et l'exploitation des bases de données scientifiques et techniques, ainsi que sur les outils de la mise en forme bibliographique (Zotero notamment).

- Communiquer un état de l'art scientifique et technique (12h00 TD)

A partir des informations collectées lors de la première phase du module d'enseignement, les apprentis-ingénieurs, par équipe-projet, devront formaliser un état de l'art par le biais d'un support de communication visuelle (facilitation graphique) et d'une présentation orale. Il s'agit de développer une vision collective de l'innovation et de valoriser la communication orale scientifique.

Compétences :

- développer une stratégie informationnelle (collecter, sélectionner, traiter une information scientifique et technique)
- réaliser un état de l'art
- formaliser une bibliographie
- rendre compte par oral d'un état de l'art scientifique et technique
- approfondir les techniques de management visuel (facilitation graphique)

ANG-S8 : Anglais

Objectifs :

L'objectif du cours d'anglais est la certification CLES 2 et TOEIC présentés au S8.

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 30h TP : 0h

Pré-requis :

- Niveau B1/B2 (utilisateur indépendant)

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Travail/dossier de recherche sur la spécialité télécom
- Les robots dans l'industrie
- Analyse des faits de sociétés en lien avec l'actualité : -synthétiser et hiérarchiser l'information- analyser les points de vue- dégager une problématique donner son opinion (à l'oral et à l'écrit).
- Travail sur la présentation orale – la communication (type exposé)
- Travail sur la phonétique et la phonologie
- Travail hebdomadaire sur la presse étrangère en lien avec l'actualité.
- Travail sur les fiches thématiques du TOEIC (vocabulaire/grammaire/audio)

Compétences :

- Entraînement à la compréhension orale à partir de documents audio et audio-visuels authentiques. La compréhension orale est également pratiquée lors de débats interactifs (échange d'informations en vue d'une production : synthèse, présentation orale ou jeu de rôle).
- Entraînement à l'expression orale sous les deux aspects de l'interaction orale et de la prise de parole en public, recouvrant les problèmes proprement linguistiques (grammaire, vocabulaire) et ceux liés à la communication d'un savoir (techniques de présentation, construction de plans d'exposés ou de synthèses, conduite d'un débat).
- Entraînement à la compréhension écrite (repérage lexical, mots clés, repérage de la structure argumentative, tri et hiérarchisation de l'information).
- Entraînement à la production écrite par la rédaction de textes courts (synthèse, compte-rendu de débat, texte de fiction, article de journal, lettre etc).

ENTREP-S8 (Projet Entrepreneurial)

Objectifs :

Ce module est la suite directe du module ENTREP-S7 et les étudiants réunis en équipe de 5 ou 6 devront au terme de ce projet faire une présentation orale de l'avancement de leur projet de création d'entreprise et fournir un business plan, une étude marche, ainsi que les aspects différenciant de leur idée par rapport à un ou des concepts actuels existants.

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 24h TP : 0h

Pré-requis :

- COM-S5, DD-S5, COM-S6, MRH-S6, ENTREP-S6

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Ce module se déroulera sous forme d'ateliers (travail en autonomie) encadrés par des professionnels de la création ou de structures venant en aide aux créateurs (Technopôle, SATT, PEPITE, CCI, Région...). Les équipes d'étudiants développeront ainsi leurs compétences de travail en équipe, de gestion de projet et accumuleront de l'expérience concernant tous les aspects liés à l'innovation (propriété intellectuelle, brevets, ...). Ce type de projet peut se comparer à la formation "Les Entrepreneuriales" organisée tous les ans par PEPITE pour les étudiants bretons ou bien le séminaire de l'entrepreneuriat organisé tous les ans conjointement entre l'ESIR, l'ENSSAT et l'IGR de Rennes.

Compétences :

- Gestion de projets
- Travail en équipe
- Innovation (propriété intellectuelle, brevets, ...)
- Présentation orale pour défendre une idée ou un projet
- Prise de contact sur le terrain à travers des enquêtes pour juger le produit attendu par les clients.
- Recherche de sources de financements

MICRO-S8 : Programmation VHDL, Microcontrôleur

Objectifs :

L'objectif de ce module est de connaître l'architecture des Systems on Chip (SoC) et de prendre en main les outils pour les programmer. Dans le cadre d'un projet, une solution de prototypage rapide est mise en œuvre.

Volume horaire :

- CM : 16h, TD : 0h TP : 44h

Pré-requis :

- Electronique numérique étudiée en BTS SN
- SNA-S5
- GLA-S5

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Cours :
 - Notions de microcontrôleur (ALU, Mémoires, types de variable, ...)
 - Bus de Com (I2C, SPI, RS232)
- TP/projet
 - Découverte et prise en main des outils Cypress
 - Gérer les entrées/sorties matériels
 - Utiliser les bus de Com
 - Utiliser des interruptions
 - Intégration de structures analogiques (amplificateurs, ...)
 - Utiliser les CNA/CAN (vérification du critère de Shannon)
 - Mise en œuvre d'un projet mixte (analogique/numérique) en lien avec les systèmes numériques sans fil.

Compétences :

- Être capable de mettre en œuvre les connaissances acquises en électronique analogique et numérique
- Connaître l'architecture des SoC.
- Utiliser une chaîne de développement afin de réaliser un système fonctionnel (prototypage rapide).

ELHF-S8 (Composants passifs hyperfréquences)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de donner une formation applicative à de futurs concepteurs de circuits hyperfréquences passifs (lignes de transmission, systèmes d'adaptation, diviseurs de puissance, coupleurs, filtres,) rentrant dans la composition de systèmes de communication sans fil et de détection (radars).

Volume horaire :

- CM : 8h, TD : 10h TP : 12h

Pré-requis :

- SNA-S5 (Signaux numériques et Analogiques), FAT-S6 (Filtrage analogique et transposition fréquentielle), BEER-S7 (Chaîne de transmission sans fil), MATH-S5, MATH-S6.

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Les CM permettront d'introduire les principaux circuits et leur fonctionnement mais seront très rapidement illustrés au travers de travaux dirigés axés sur la conception de fonctions. Les TP permettront de concevoir par simulation les circuits hyperfréquences en utilisant des logiciels de CAO connus du monde professionnel (Ansoft Designer, ADS, ..)

Une liste non exhaustive des parties abordées est donnée ci-dessous

- Lignes de transmissions, coefficients de réflexion et de transmission, paramètres S et abaque de Smith
- Systèmes d'adaptation d'impédance (quart d'onde, stub..)
- Diviseurs de puissance et coupleurs et technologies imprimées associées
- Filtres passifs en technologie imprimée

Compétences :

- Conception de circuits passifs hyperfréquences
- Connaissances de technologies associées
- Utilisation de logiciels commerciaux de circuits hyperfréquences utilisés dans le monde professionnel (Ansoft Designer, ADS, ...)

PROPA-S8 (Propagation et couverture)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de permettre aux étudiants d'analyser les effets des phénomènes de propagation sans fil dans le cas de communications à l'intérieur d'un bâtiment, entre bâtiments et à l'échelle d'une cité.

Volume horaire :

- CM : 8h, TD : 10h TP : 12h

Pré-requis :

- FAT-S7
- MATH-S7
- BEER-S8

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Connaissances, analyse et mesure des phénomènes de propagation sans fil
- Réflexion, réfraction, diffraction (méthode de Deygout), diffusion des ondes
- Modélisation d'un canal multi-trajets
- Modèle de Saleh-Valenzuela
- Bande de cohérence, temps de cohérence
- Couverture radio
- Utilisation d'un outil de prédiction de couverture (faisceaux hertziens, couverture cellulaire)

Compétences :

- Maîtrise de la physique du canal de propagation
- Maîtrise des principaux facteurs impactant une liaison radio
- Capacité à dimensionner des liaisons radios

MONU-S8 (Modulation Numérique - OFDM)

Objectifs :

L'objectif de ce module est connaître des techniques de traitement numérique (diversité, OFDM, égalisation...) permettant d'améliorer les performances des systèmes de transmission.

Volume horaire :

- CM : 8h, TD : 10h TP : 12h

Pré-requis :

- MODU-S6
- PROPA-S8

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Techniques de diversité
- Modulations à étalement de spectre
 - CDMA
 - Analyse de standard (3G)
 - Gestion des multi-utilisateurs – contrôle de puissance
- Modulations multi-porteuses OFDM
 - Analyse de standard (802.11, DVB-T, LTE, ADSL)
 - Dimensionnement des modulations
 - Etude des perturbations
- Egalisation mono-porteuse

Compétences :

- Approche des fondamentaux mathématiques des modulations avancées (CDMA, OFDM)
- Maîtrise de l'analyse et de la compréhension des différents standards de télécommunication.

RTG-S8 (Routage dans les réseaux)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de présenter aux élèves ingénieurs le fonctionnement des différents types et protocoles de routage dans les réseaux locaux, les réseaux d'opérateurs, Internet ainsi que les réseaux ad-hoc.

Volume horaire :

- CM : 18h, TD : 6h TP : 36h

Pré-requis :

- TCP-S5
- ADMR-S6

Évaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Chaque partie comporte une présentation théorique des concepts en cours, une réflexion sur les aspects théoriques afin de mieux les maîtriser en TD, et une mise en pratique en TP.

Selon les concepts abordés, si l'enchaînement CM/TD/TP traditionnel n'est pas le plus adapté, d'autres pistes pédagogiques seront envisagées : classe inversée, classe expérimentale, mise en pratique avant la théorie, etc.

- Partie 1 : Théorie des graphes et routage intra-domaine
 - Théorie des graphes (4)
 - Routage dynamique intra-domaine RIP
 - Routage dynamique intra-domaine OSPF
 - Routage multicast
- Partie 2 : Réseaux d'opérateurs et routage inter-domaine
 - Réseaux d'opérateurs et accords de transit et peering
 - Routage inter-domaine BGP
 - MPLS
- Partie 3 :
 - Routage dans les réseaux ad hoc

Compétences :

- Maîtrise des concepts fondamentaux du routage dans les réseaux locaux, les réseaux d'opérateurs, Internet et les réseaux ad-hoc

VIRTUC-S8 (Réseaux virtualisés)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de se familiariser avec les technologies de virtualisation et les environnements du cloud.

Volume horaire :

- CM : 20h, TD : 0h TP : 40h

Pré-requis :

- TCP-S5

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Réseaux virtualisés et contrôle logiciel des réseaux (SDN) CM : (20) TD: (0) TP : (40)

- Environnements cloud (Data Centers (DC), Mini et Micro DC, Multi-access Edge Computing (MEC))
- Virtualisation des fonctions réseaux (NFV)
- Sécurité des environnements virtualisés
- L'orchestration des fonctions, motivations et challenges
- Openstack
- Docker
- Conception d'un « load balancer »
- Techniques de placement pour la gestion de la fiabilité et l'optimisation énergétique
- Un projet de mise en pratique (Python/Système) (TP: 30)

La mise en pratique a lieu en partie sous la forme d'un projet qui porte chaque année sur un thème différent. Il est l'occasion pour les étudiants de mettre en place un environnement virtualisé complet et de gérer sa fiabilité.

Compétences :

- Maîtrise des techniques de virtualisation et d'orchestration des fonctions.

LOBA-S8 (IPv6/Répartition de charge)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de présenter aux élèves ingénieurs le fonctionnement la dernière version d'IP : IPv6 et la répartition de charge dans les réseaux.

Volume horaire :

- CM : 8h, TD : 2h TP : 20h

Pré-requis :

- TCP-S5
- ADMR-S6
- RTG-S8

Évaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Chaque partie comporte une présentation théorique des concepts en cours, une réflexion sur les aspects théoriques afin de mieux les maîtriser en TD, et une mise en pratique en TP.

Selon les concepts abordés, si l'enchaînement CM/TD/TP traditionnel n'est pas le plus adapté, d'autres pistes pédagogiques seront envisagées : classe inversée, classe expérimentale, mise en pratique avant la théorie, etc.

- Partie 1 : IPv6 et mobile IPv6
 - IPv6
 - MobileIPv6
- Partie 2 : Répartition de charge
 - La répartition de charge dans les réseaux

Compétences :

- Maîtrise du protocole IPv6, des mécanismes de transition et de la mobilité IP
- Maîtrise des aspects de répartition de charge dans les réseaux

SEMESTRE 9 – 294H

Tronc commun 54h

- COM-S9
- ANG-S9

Parcours SNSF 240h

- MICRO-S9
- CROUT-S9
- ELHF-S8
- RADAR-S9
- APPI-S9

Parcours VIRSEC 240h

- SECU-S9
- LPWAN-S9
- SDN-S9
- VOTIP-S9

COM-S9 : La communication de mission professionnelle

Objectifs :

Accompagner l'apprenti-ingénieur dans la problématisation de son rôle et de son évolution au sein de l'entreprise d'accueil, sur le plan humain, organisationnel et technique et d'en rendre compte.

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 24h TP : 0h

Pré-requis :

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Partie 1 – Analyser l'évolution de son rôle au sein de l'entreprise d'accueil (12h00)

A partir des modules de communication du semestre 05 (analyse du poste de travail) et 7 (culture entreprise, management, RSE), l'apprenti-ingénieur devra constater l'évolution de son poste, de ses compétences, de l'entreprise d'accueil afin de prendre du recul sur son environnement professionnel. L'apprenti-ingénieur alimentera son analyse par un poster de synthèse.

- Partie 2 – Formaliser sa mission professionnelle (12h00)

A partir d'un template, l'apprenti-ingénieur devra, par écrit, retracer son projet professionnel sur sa dimension technique et humaine afin de préparer son rapport et sa soutenance de fin de formation.

Compétences :

- prendre du recul sur ses compétences et pratiques professionnelles
- rédiger un support écrit de communication professionnelle
- être force de proposition managériale, technique et scientifique

ANG-S9 : Anglais

Objectifs :

Niveau B2 – Professionnalisation

Les étudiants devront pouvoir utiliser la langue anglaise dans des situations de communication du monde du travail et dans leur domaine de compétence.

CLES 2 et TOEIC présentés au S9 pour les étudiants n'ayant pas validé le niveau B2 au S8

Volume horaire :

- CM : 0h, TD : 30h TP : 0h

Pré-requis :

- Niveau B1/B2 (utilisateur indépendant)

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Personnalité et comportement au travail
- Gestion des conflits
- Entreprenariat et innovation
- L'éthique au travail,
- Les responsabilités de l'entreprise.
- Actualisation des CV + simulation entretiens
- L'ingénieur et la recherche d'emploi
- Les techniques de communication verbales et non verbales

Compétences :

- Entraînement à la compréhension orale à partir de documents audio et audio-visuels authentiques. La compréhension orale est également pratiquée lors de débats interactifs (échange d'informations en vue d'une production : synthèse, présentation orale ou jeu de rôle).
- Entraînement à l'expression orale sous les deux aspects de l'interaction orale et de la prise de parole en public, recouvrant les problèmes proprement linguistiques (grammaire, vocabulaire) et ceux liés à la communication d'un savoir (techniques de présentation, construction de plans d'exposés ou de synthèses, conduite d'un débat).
- Entraînement à la compréhension écrite (repérage lexical, mots clés, repérage de la structure argumentative, tri et hiérarchisation de l'information).
- Entraînement à la production écrite par la rédaction de textes courts (synthèse, compte-rendu de débat, texte de fiction, article de journal, lettre, etc).

MICRO-S9 : Programmation VHDL, Microcontrôleur

Objectifs :

L'objectif de ce module est d'être capable de :

- Différencier les structures internes de type microcontrôleur (séquentiel) et FPGA (Concurrentiel) et ce que cela implique au niveau du codage (séquentiel : C, C++, FPGA :VHDL).
- Simuler au niveau comportemental et matériel (ModelSim) afin de synthétiser une structure relativement complexe à l'aide d'une chaîne de conception (Quartus dans un FPGA type Altera ou Xilinx).
- Mettre en œuvre sous forme de projet un système fonctionnel codé en VHDL.

Volume horaire :

- CM : 16h, TD : 0h TP : 44h

Pré-requis :

- Electronique numérique étudiée en BTS SN
- SNA-S5
- MICRO-S8

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Cours :
 - Structure interne des FPGA
 - Etude de la chaîne de conception
 - Spécification de composants matériels (VHDL au niveau transfert de registres RTL et au niveau comportemental)
- TP/projet
 - TP initiation à VHDL (structures de base)
 - Projet : synthèse d'un système matériel fonctionnel

Compétences :

- Compréhension de la méthodologie liée à la conception conjointe matériel/logiciel et les méthodes de conception de systèmes mono-puce
- Compréhension du modèle d'architecture au niveau transfert de registres RTL
- Aptitude à réaliser les systèmes mono-puces en les codant en VHDL

CROUT-S9 : Conception/Routage de carte / Instrumentation - pilotage

Objectifs :

Ce module est composé de deux parties.

La première partie a pour objectif de former les étudiants à la conception et au routage de cartes électroniques aussi bien basse fréquence que haute fréquence et utilisant des technologies imprimées variées mono et multicouches.

La deuxième partie a pour objectif de former les étudiants au pilotage d'instruments de mesure aussi bien basse fréquence que haute fréquence.

Volume horaire :

- CM : 12h, TD : 8h TP : 40h

Pré-requis :

- SNA-S5
- BEER-S7
- ELHF-S8
- MONU-S8

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Première partie : Conception/Routage de carte
 - Technologies mono multicouches (Types de diélectrique, tolérance de fabrication des pistes et des vias, techniques de gravure, ...)
 - Règles de conception (séparation BF/RF/Commande, Dissipation thermique, ...)
 - Reports de composants (CMS, Bonding, Flip-Chip...)
 - Conception d'une carte avec un logiciel de routage
- Deuxième partie : Instrumentation – pilotage
 - Pilotage d'instruments (Oscilloscope, analyseur de spectre, analyseur de réseau, alimentation, générateurs BF/HF, ...) via les ports GPIB, USB, Ethernet.
 - Langage : LabView, Python
 - Mise en pratique pour la mesure d'un composant RF actif.

Compétences :

- Maîtrise des outils de routage de cartes électronique
- Maîtrise des technologies associées
- Maîtrise des outils logiciels et matériels dédiés au pilotage des instruments de mesure

ELHF-S8 (Composants actifs hyperfréquences et antennes)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de donner une formation applicative à de futurs concepteurs de circuits hyperfréquences actifs (amplificateurs HF, détecteurs, mélangeurs hyperfréquences) mais également de former les élèves ingénieurs concernant les antennes et notamment leurs grandeurs caractéristiques ainsi que quelques types d'antennes typiques (filaires, imprimées, mise en réseaux, antennes actives). Ces circuits actifs et antennes rentrent dans la composition de systèmes de communication sans fil et de détection (radars).

Volume horaire :

- CM : 16h, TD : 20h TP : 24h

Pré-requis :

- SNA-S5 (Signaux numériques et Analogiques)
- BEER-S7 (Chaîne de transmission sans fil),
- ELHF-S8.

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Les CM permettront d'introduire les principaux circuits actifs et leur fonctionnement mais seront très rapidement illustrés au travers de travaux dirigés axés sur la conception de fonctions. Les TP permettront de concevoir par simulation les circuits hyperfréquences en utilisant des logiciels de CAO connus du monde professionnel (Ansoft Designer, ADS, ..).

Une liste non exhaustive des parties abordées est donnée ci-dessous

- Amplificateur HF (gain max, facteur de bruit minimal, stabilité, compression..)
- Les détecteurs et mélangeurs (pertes de conversion, isolation....)
- Commutateurs RF et déphaseurs électroniques

Concernant les antennes, une première partie en CM et TD concernera les grandeurs caractéristiques telles que :

- l'impédance de rayonnement, d'entrée,
- la polarisation EM,
- la directivité, le gain et les diagrammes de rayonnement
- Seront également présentées et expliquées les antennes typiques utilisant des technologies filaires et imprimées avant d'introduire la notion de réseaux d'antennes permettant d'obtenir des diagrammes directifs ou formés.

Que ce soit pour les circuits actifs hyperfréquences ou les antennes, l'accent sera mis en TP sur la conception avec des logiciels EM commerciaux utilisés dans le milieu professionnel afin que les étudiants soient familiarisés à ces outils d'aide à la conception. Enfin, l'ensemble de ces circuits et antennes seront également mis en œuvre expérimentalement afin de les mesurer que ce soient en paramètres S (VNA) ou en rayonnement (en chambre anéchoïde) et en gain.

Compétences :

- Conception de circuits actifs hyperfréquences
- Conception d'antennes filaires et imprimées
- Utilisation de logiciels commerciaux de circuits hyperfréquences utilisés dans le monde professionnel (Ansoft Designer, ADS, ..)

RADAR-S9 (Systèmes Radar)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de mobiliser un ensemble de connaissances afin d'analyser les performances globales d'architectures hautes fréquences par rapport à la fonctionnalité souhaitée. Ce module consolide et donne ainsi un aspect concret aux différentes notions d'électronique moyenne et hautes fréquences et de traitement du signal abordées au cours des années précédentes. Ce module est illustré par l'étude des performances de différents systèmes radar et se concrétise par un projet où un système radar FMCW est réalisé dans la bande des 5 GHz (détection de cible et estimation de la distance).

Volume horaire :

- CM : 8h, TD : 6h TP : 16h

Pré-requis :

- Mathématique et traitement du signal : MATH-S5, MATH-S6, MATH-S7
- Electronique BF et HF, propagation des ondes : SNA-S5, FAT-S6, BEER-S7, ELHF-S8, PROPA-S8

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

- Introduction et principes généraux des systèmes radar
- Composition d'un système radar
- Pouvoir discriminatoire distance, Doppler et angulaire
- Présentation des différents aériens utilisés dans les systèmes radar
- Equation du radar, rapport signal / bruit
- Notions de bruit du récepteur, modélisation de la chaîne de réception
- Pertes et limitation de portée, notion de lutte signal / bruit
- Analyse probabiliste et traitement du signal radar, probabilité de détection, probabilité de fausses alarmes, filtrage optimal et détection du signal radar
- Notion d'ambiguïté distance et Doppler
- Radar à ondes continues
- Radar FMCW

Compétences :

- Maîtrise des principales fonctions utilisées en électronique HF analogique ainsi qu'en traitement du signal.

APPI-S9 (Présentation de différentes applications)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de présenter, sous forme de conférences ou de cours à volume horaire limité (<8h), des applications qui reposent en grande partie sur les technologies sans fil vues depuis le semestre 5. Ce module qui clôt l'ensemble de la formation en présentiel permet de mettre en perspective toutes les connaissances sur les systèmes radiofréquence, les modulations numériques, la propagation des ondes, les systèmes électroniques embarqués et les techniques de mise en réseau.

Volume horaire :

- CM : 30h, TD : 0h TP : 0h

Pré-requis :

- Ensembles des modules

Evaluation :

- Pas d'évaluation

Contenu détaillé :

Exemples de présentation :

- RFID
- IoT (LoRa, SigFox)
- Véhicules autonomes et connectés
- Localisation (GNSS)
- Imagerie radar
- Systèmes sans fil en millimétrique

Compétences :

- Connaissance d'applications dans lesquels les technologies sans fil permettent l'innovation.

SECU-S9 (Sécurité)

Objectifs :

L'objectif de ce cours est de présenter les éléments fondamentaux de la sécurité d'un SI.

Volume horaire :

- CM : 24h, TD : 4h TP : 32h

Pré-requis :

- Le module SYS-S5
- Le module TCP-S5
- Le module ADMR-S6
- Le module RTG-S8
- Le module SERI-S8

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Chaque partie comporte une présentation théorique des concepts en cours, une réflexion sur les aspects théoriques afin de mieux les maîtriser en TD, et une mise en pratique en TP.

Selon les concepts abordés, si l'enchaînement CM/TD/TP traditionnel n'est pas le plus adapté, d'autres pistes pédagogiques seront envisagées : classe inversée, classe expérimentale, mise en pratique avant la théorie, etc.

- Partie 1 : Sécurité web
 - Exploitation Web et sécurisation (OWASP Top10)
 - Exploitation applicatives et sécurisation (buffer overflow, format string, etc.)
- Partie 2 : Sécurité réactive
 - Sécurité réactive (Threat Intel, IDS, IPS, Anti-virus)
 - Réponse à incident (Forensics)

Compétences :

- Maîtrise des concepts fondamentaux de sécurité web
- Maîtrise des concepts fondamentaux de de sécurité réactive

LPWAN-S9 (Réseaux virtualisés)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de se familiariser avec les technologies sans fil à grande portée et à très faible consommation énergétique.

Volume horaire :

- CM : 16h, TD : 4h TP : 40h

Pré-requis :

- TCP-S5
- RESA-S7

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Low Power WAN (LPWAN) CM : (16) TD: (4) TP : (40)

- Introduction aux réseaux LPWAN
- Réseaux Pré LPWAN (Zigbee, Bluetooth, M2M, ...)
- LoRA
- Mise en place d'une plateforme LoRaWAN
- Sigfox
- NB-IoT
- DASH7
- 6LoWPAN
- Un projet de mise en pratique (Python/Système) (TP: 30)

La mise en pratique a lieu en partie sous la forme d'un projet qui porte chaque année sur un thème différent. Il est l'occasion pour les étudiants de mettre en place un environnement LPWAN complet avec mise en place d'un service et de sa surveillance.

Compétences :

- Maîtrise des fondements des réseaux LPWAN.
- Mise en place complète d'une architecture LPWAN

SDN-S9 (Réseaux virtualisés)

Objectifs :

L'objectif de ce module est de se familiariser avec les technologies de virtualisation des fonctions réseaux et le contrôle des réseaux par du logiciel. Ce module donne aussi un aperçu des nouvelles évolutions dans la gestion des réseaux.

Volume horaire :

- CM : 20h, TD : 0h TP : 40h

Pré-requis :

- TCP-S5
- RESA-S7
- VIRTUC-S8

Evaluation :

- Contrôle continu

Contenu détaillé :

Réseaux virtualisés et contrôle logiciel des réseaux (SDN) CM : (20) TD: (0) TP : (40)

- Introduction au SDN et historique
- Virtualisation du plan contrôle et sa scalabilité
- Protocole Openflow
- Contrôleurs SDN
- Langages de programmation réseaux
- Architecture SD-WAN et virtualisation des réseaux
- Virtualisation du plan donnée et sa scalabilité
- Fiabilité des réseaux logiciels
- Plateformes pour la gestion des fonctions réseaux (ONAP, ...)
- Future de SDN et réseaux « Zero-Touch »
- Un projet de mise en pratique (Python/Système) (TP: 30)

La mise en pratique a lieu en partie sous la forme d'un projet qui porte chaque année sur un thème différent. Il est l'occasion pour les étudiants de mettre en place d'une plateforme réseau complète avec son contrôle par du logiciel.

Compétences :

- Maîtrise des concepts de base de la gestion des réseaux par du logiciel.

VOTIP-S9 (VoIP, ToIP, Réseaux et services multimédia)

Objectifs :

L'objectif est double :

- Se spécialiser dans le domaine de la transmission vidéo en allant du codage vidéo (MPEG 1,2 et 4) aux architectures des réseaux de distribution de contenus en passant par le transport des flux vidéo (RTP, TCP, DASH, ...).
- Se spécialiser dans le domaine de la téléphonie en allant des bases de la voix sur IP (VoIP) à la Téléphonie sur IP (ToIP) en passant par la signalisation (H323, SIP, ...).
- Acquérir des notions de qualité d'expérience (QoE)

Volume horaire :

- CM : 20h, TD : 4h TP : 36h

Pré-requis :

- TCP-S5

Evaluation :

- Contrôle

Contenu détaillé :

Réseaux et services multimédia (VOTIP) CM : (20) TD: (4) TP : (36)

- Partie Vidéo
 - Codage vidéo
 - Transmission dans les réseaux DVB
 - Transport de la vidéo sur IP
 - Signalisation pour le streaming sur IP
 - Streaming sur IP
 - Architectures réseaux pour la distribution de contenus
- Partie Audio
 - Codage de la voix
 - Voix sur IP : de la signalisation au transport
 - Architectures pour la Voix sur IP
 - Service de téléphonie sur IP (ToIP)
- Partie QoE
 - Introduction
 - Mesure de la QoE pour l'audio et la vidéo
- Un projet de mise en pratique (Python/Système) (TP: 24)

La mise en pratique a lieu sous la forme d'un projet qui porte chaque année sur un thème différent. Il est l'occasion pour les étudiants de mettre en pratique leurs connaissances sur le déploiement de plateformes de streaming et de la mesure de la QoE.

Compétences :

- Maîtrise des concepts de base des techniques de compression vidéo.
- Maîtrise des techniques du streaming vidéo dans les réseaux de distribution et des réseaux IP.
- Maîtrise des architectures de distribution de contenus.
- Maîtrise de la transmission de la voix sur IP et des architectures de ToIP.