الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

عرض تكوين
ل. م . د

ماستر أكاديمية

برنامج وطني

(تحيين 2026-Bis)

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم

الميدان	الفرع	التخصص
علوم وتكنولوجيا	اتصالات سلكية ولا سلكية	شبكات واتصالات

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

OFFRE DE FORMATION
L.M.D

MASTER ACADEMIQUE

PROGRAMME NATIONAL

(Mise à jour 2026-Bis)

Etablissement	Faculté / Institut	Département

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	*Télécommunications*	*Réseaux et Télécommunications*

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

Training Offer
L.M.D

ACADEMIC MASTER'S DEGREE

NATIONAL PROGRAMME

(2026-Bis Update)

Institution	Faculty / Institute	Department

Domain	Field	Specialisation
Science and Technology	*Telecommunications*	*Networks and Telecommunications*

Conditions d'accès

(Indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master)

Filière	Master harmonisé	Licences ouvrant accès au master	Classement selon la compatibilité de la licence	Coefficient affecté à la licence
Télécommunica-tions	Réseaux et télécommunica-tions	Télécommunications	**1**	**1.00**
		Electronique	**2**	**0.80**
		Génie Biomédical	**3**	**0.70**
		Automatique	**3**	**0.70**
		Autres licences du domaine ST (Groupe de filière A)	**5**	**0.60**

Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité : Réseaux et Télécommunications

Semestre 1

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu**	**Examen**
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Communications numériques avancées	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Routage IP	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Propagation et Antennes	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Traitement avancé du signal	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 11 Coefficients : 7	TP Communications numériques avancées	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Routage IP	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Traitement avancé du signal	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Système Linux	2	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Programmation avancée Phyton	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	**Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité**	**1**	**1**	**1h00**	**-**		**15h00**	**10h00**	**-**	**100%**
Total semestre 1		**30**	**17**	**11h30**	**6h00**	**7h30**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 2

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu**	**Examen**
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Administration des services réseaux	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	DSP et FPGA	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Canaux de transmission et Composants optiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Codage et Compression	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	TP administration des services réseaux	2	1			1h00	22h30	27h30	100%	
	TP DSP et FPGA	2	1			1h00	22h30	27h30	100%	
	TP Codage et Compression	2	1			1h00	22h30	27h30	100%	
	Réseaux Haut-débits	2	1	1h30		1h00	37h30	30h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 4 Coefficients : 4	Eléments d'IA appliquée	2	2	1h30		1h30	45h00	5h00	40%	60%
	Lean start-up	**2**	**2**	**1h30**	**1h30**		**45h00**	**5h00**	**80% (20% Atl + 60% Prj)**	**20%**
Total semestre 2		**30**	**17**	**12h00**	**7h30**	**5h30**	**375h00**	**367h30**		

Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu**	**Examen**
UE Fondamentale Code : UEF 2.3.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Réseaux sans fils et réseaux mobiles	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Cryptographie et Sécurité Réseaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.3.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Vidéo et Audio sur IP	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Technologies du Web	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.3 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Réseaux sans fils et réseaux mobiles	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Cryptographie et Sécurité Réseaux	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Technologies du Web et VoIP	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Réseaux IoT	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 2.3 Crédits : 3 Coefficients : 3	Reserve engineering	2	2	1h30	1h30 Atelier		45h00	5h00	40%	60%
	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h00			15h00	10h00		100%
Total semestre 3		**30**	**17**	**11h30**	**6h00**	**7h30**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 4

Stage en entreprise ou dans un laboratoire de recherche sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	550	09	18
Stage en entreprise ou dans un laboratoire	100	04	06
Séminaires	50	02	03
Autre (Encadrement)	50	02	03
Total Semestre 4	750	17	30

Ce tableau est donné à titre indicatif

Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury)/4
- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

I - Programme détaillé par matière du semestre S1

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière 1 :Communications numériques avancées
VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement :

A l'issue de ce cours, l'étudiant saura identifier les fonctions réalisées dans les systèmes de communication numérique avancés. Cette matière aborde les différentes notions sur les canaux non idéaux, les techniques d'accès multiple ainsi que les systèmes MIMO.

Connaissances préalables recommandées :

Des notions de base sur la théorie de l'information et du traitement du signal ainsi que sur la modulation et la démodulation sont nécessaires pour suivre cette matière.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Rappels (1 Semaines)

- Principe d'une chaîne de transmission numérique globale
- Paramètres pour l'évaluation d'une chaîne de transmission (Rapport signal sur bruit, Probabilité d'erreur, Efficacité spectrale, Taux d'Erreur Bit TEB)

Chapitre 2. Canaux de transmission radio (4 Semaines)

- Comportement temporel et fréquentiel des canaux radio
- Modèles des canaux radio
- Bande de cohérence, Temps de cohérence, Etalement temporel, Etalement Doppler, Canal sélectif, Canal non sélectif, Fading Rayleigh, Canal de Rayleigh, Canal de Rice,
- Classification des canaux.

Chapitre 3. Égalisation du canal radio (2 Semaines)

- Introduction à l'égalisation
- Structures classiques de l'égalisation, L'égaliseur par « zero forcing », Égaliseur à erreur quadratique minimale, égalisation à maximum de vraisemblance.

Chapitre 4. Multiplexage et Techniques d'accès multiples (4 Semaines)

- Multiplexage
- Duplexage

- Time Division Multiple Access (TDMA)
- Frequency Division Multiple Access (FDMA)
- Code Division Multiple Access (CDMA)
- Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

Chapitre 5. Systèmes MIMO (4 Semaines)

- Diversité à l'émission, Codage spatio-temporel, Multiplexage spatial
- Démodulation conjointe, Multi-utilisateurs MIMO

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques :

1. *G. Baudouin, "Radiocommunications numériques", Dunod, 2002.*
2. *J.M. Brossier,"Signal et communication numérique: égalisation et synchronisation", Hermès Science, 97*
3. *P. Comon, "Communications numériques - Cours et exercices à l'usage de l'élève ingénieur", éditions 'Harmattan, 2010.*
4. *A. Glavieux, M. Joindot, " Communications numériques, introduction ", Collection pédagogique des télécommunications,Masson, 1996.*
5. *A. Glavieux, M. Joindot, "Introduction aux communications numériques", Collection: Sciences Sup, Dunod, 2007.*

6. *H. P. Hsu, "Communications analogiques et numériques: cours et problèmes", McGraw-Hill, 1994.*
7. *G. Mahé, "Systèmes de communications numériques", Ellipses.*
8. *L.W. Couch, "Digital and Analog Communication Systems", Prentice-Hall, New-Jersey, 2007.*
9. *S. Haykin, "Communication Systems", John Wiley and Sons, Hoboken, New-Jersey, 2001.*
10. *J. Proakis, M. Salehi, "Communication Systems Engineering", 2nd edition, Prentice-Hall, New-Jersey, 2002.*
11. *B. Rimoldi, "Principles of Digital Communications", Ecole Polytechnique de Lausanne (EPFL), Switzerland.*
12. *J. Proakis, "Digital Communications ", McGraw-Hill, 2000.*
13. *B. Sklar, "Digital Communications, Fundamentals and applications", Prentice Hall, 2001.*
14. *B. P. Lathi, "Modern Digital and Analog Communication Systems", Oxford University Press, 1998.*

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière2 :Routage IP
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

A l'issue de ce cours, l'étudiant connaitra les fonctions qui permettent de déterminer le meilleur chemin dans un réseau maillé vers une destination identifiée par une adresse de réseau IP. Dans cette matière, on retrouve le routage statiqueet dynamique.

Connaissances préalables recommandées :

Théorie de l'information, les éléments d'un réseau.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Commutation dans les LANs (2 Semaines)

1. Interconnexions
2. Fonctionnement des ponts
3. Principe de la commutation dans les LANs
4. Techniques de Commutations

Chapitre 2. VLAN (2 Semaines)

1. Segmentation d'un VLAN (Définition, Avantage, Type de VLAN et étiquetage des trames Ethernet)
2. Protocole DTP (Dynamic Trunking Protocol)
3. Sécurité et conception VLAN
4. Routage inter-VLAN

Chapitre 3. Redondances sur les liens commutés (2 Semaines)

1. Conception hiérarchique du réseau : Domaines défaillants
2. Le protocole spanning-tree
3. Convergence
4. Le protocole RSTP

Chapitre 4. Agrégation des liens (Etherchannel) (2 Semaines)

1. Conception hiérarchique du réseau : Augmentation de la bande passante
2. Le protocole LACP (Link Agrégation Protocol), normalisé IEEE (IEEE802.3ad, IEEE 802.1AX)
3. Le protocole PAgP (Port Agrégation Protocol), propriétaire Cisco
4. Configuration

Chapitre 5. Routage statique (4 Semaines)

1. Notion de route
2. Routage statique
3. La table de routage (caractérise une route, Métrique associée à une route, La distance administrative)
4. Réseaux directement connectés
5. Routes statiques (vers l'adresse du saut suivant, vers une interface de sortie, Résolution d'une route, la recherche récursive, Établissement d'une route statique flottante, Routes résumées, Routes par défaut)

Chapitre 6. Routage dynamique (3 Semaines)

1. Introduction
2. Routage à vecteur de distance (Le protocole RIPv1 et RIPv2, Le protocole EIGRP)
3. Routage par information d'état de lien (Le protocole OSPF)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. A. Tanenbaum, "Computer Network".
2. Keshav, "An Engineering Approach to Computer Networking".
3. L. Toutain, "Réseaux Locaux et Internet".
4.Supportsde cours Cisco

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.2
Matière3 :Propagation et Antennes
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Etude du milieu de propagation des ondes électromagnétiques au niveau du sol et dans l'atmosphère (Troposphère, stratosphère et l'ionosphère). Cette matière fera l'objet également d'étude sur le rayonnement des antennes.

Connaissances préalables recommandées :

Des connaissances d'électromagnétisme sont nécessaires pour suivre cette matière. Ces connaissances sont dispensées au niveau de la matière « Ondes et propagation » et la matière « Lignes de transmission et Antennes » de la troisième année licence Télécommunications.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Propagation des ondes hertziennes (3 Semaines)

- Spectre des ondes Hertziennes
- Modes de propagation des ondes hertziennes (Influence du sol,Troposphère, Stratosphère,Ionosphère)
- Propagation dans des milieux inhomogènes et aléatoires (Statistique des ondes incohérentes…)

Chapitre 2. Etude des liaisons en espace libre (3 Semaines)

- Définition du gain et de la surface équivalente d'une antenne
- Atténuation en espace libre : équation de FRIIS
- Equation des télécommunications pour une liaison avec et sans relais passif
- Qualité des liaisons (Qualité d'un signal analogique, Qualité d'une liaison analogique en téléphonie)
- Les liaisons satellites-sol et applications (Transmission et localisation, Stations terrestres, Système Artemis entre station terrestres et satellites)
- Applications à quelques services de Télécommunications (Les liaisons fixes sol-sol, service fixe par satellite, Les communications avec les mobiles)

Chapitre 3. Rayonnement des antennes (3 Semaines)

- Définition et Paramètres caractéristiques d'une antenne
- Potentiel vecteur et potentiel scalaire
- Rayonnement du doublet électrique (Calcul du champ électromagnétique, Surfacecaractéristique, Puissance rayonnée, Hauteur équivalente, Résistance de rayonnement).
- Antenne rectiligne isolé dans l'espace

Chapitre 4. Réseaux d'antennes (3 Semaines)

- Alignement uniforme
- Alignement non uniforme
- Rideau d'antennes

Chapitre 5. Rayonnement des ouvertures planes (3 Semaines)

- Rayonnement d'une ouverture rectangulaire
- Rayonnement d'une ouverture circulaire

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques :

1. *G. Dubost,"Propagation libre et guidée des ondes électromagnétiques", Masson, 1995.*
2. *M. Jouquet,"Ondes électromagnétique 1: propagation libre", Dunod, 1973.*
3. *C. Garing,"Ondes électromagnétiques dans les milieux diélectriques: Exercices et problèmes corrigés", 1998.*
4. *R. C. Houzé,"Les antennes,Fondamentaux",Dunod, 2006.*
5. *A. Ducros,"Les antennes: Théorie et pratique", Emission et réception, Elektor, 2008.*
6. *R. Aksas,"Télécommunications: Antennes Théorie et Applications", Ellipses Marketing, 2013.*

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.2
Matière4 :Traitement avancé du signal
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

L'étudiant reçoit les notions de base qui lui permettent de comprendre et d'appliquer des méthodes de traitement de signal concernant les signaux aléatoires et les filtres numériques.

Connaissances préalables recommandées :

Des connaissances sur le traitement numérique des signaux déterministes et les probabilités sont nécessaires pour suivre cette matière. Ces connaissances sont dispensées au niveau de la troisième année licence Télécommunications.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Rappels sur les filtres numériques (RIF et RII) (3 Semaines)

- Transformée en Z
- Structures, fonctions de transfert, stabilité et implémentation des filtres numériques (RIF et RII)
- Filtre numérique à minimum de phase
- Les méthodes de synthèses des filtres RIF et des filtres RII
- Filtres numériques Multicadences

Chapitre 2. Signaux aléatoires et processus stochastiques (4 Semaines)

- Rappel sur les processus aléatoires
- Stationnarité
- Densité spectrale de puissance
- Filtre adapté, filtre de Wiener
- Périodogramme, corrélogramme, périodogramme moyenné, périodogramme lissé
- Notions de processus stochastiques
- Stationnarités au sens large et strict et Ergodicité
- Exemples de processus stochastiques (processus de Poisson, processus gaussien et Markovien)
- Statistiques d'ordre supérieur (Moments et cumulants, Polyspectres, processus non gaussiens, traitements non linéaires)
- Introduction au filtrage particulaire

Chapitre 3. Analyse spectrale paramétrique et filtrage numérique adaptatif (4 Semaines)

- Méthodes paramétriques
- Modèle AR (Lévinson, Yulewalker, Burg, Pisarenko, Music …)- Modèle ARMA
- Algorithme du gradient stochastique LMS
- Algorithme des moindres carrés récursifs RLS

Chapitre 4. Analyse temps-fréquence et temps-échelle (4 Semaines)

- Dualité temps-fréquence
- Transformée de Fourier à court terme
- Ondelettes continues, discrètes etondelettes dyadiques
- Analyse multi-résolution et bases d'ondelettes
- Transformée de Wigner-Ville
- Analyse Temps-Echelle,

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques :

1. *Mori Yvon, "Signaux aléatoires et processus stochastiques", Lavoisier, 2014.*
2. *E. Robine, "Introduction à la théorie de la communication, Tome II: Signaux aléatoires", Masson 1970.*
3. *N. Hermann, "Probabilités de l'ingénieur : variables aléatoires et simulations Bouleau", 2002.*
4. *M. KUNT, "Traitement Numérique des Signaux", Dunod, Paris, 1981.*
5. *J. M Brossier, "Signal et Communications Numériques, Collection Traitement de Signal", Hermès, Paris, 1997.*
6. *M. Bellanger, "Traitement numérique du signal : Théorie et pratique", 8e édition, Dunod, 2006*.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM1.1
Matière 1 : TP Communications numériques avancées
VHS:22h30 (TP : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière décrit une simulation d'une chaîne de communication numérique réalisée avec les logiciels Matlab et Simulink : modulation des signaux numériques en bande de base et sur la fréquence porteuse, émission des signaux - canal de transmission bruité et à bande limitée- réception et finalement l'implémentation de nouveaux concept de communications avancées.

Connaissances préalables recommandées :

Traitement de signal, programmation en MATLAB.

Contenu de la matière :

TP1 : Communication blockset sous simulink

- Terminologie des signaux : trame ou échantillon
- Librairies sources et sinks
- simulation de chaînes de communication numérique par simulink

TP2 : Etude des performances des techniques de modulation numériques

- Performance d'un système de communication digitale cohérente avec la modulation BASK, BPSK et BFSK
- Performance d'un système de communication digitale non cohérente avec la modulation BDPSK
- Performance d'un système de communication digitale cohérente avec la modulation QAM

TP3 : Simulation d'une transmission OFDM et CDMA par simulink

- Rappel théorique de la transmission OFDM et CDMA
- Etude détaillée des blocs du système simulé OFDA
- Exemples de canaux multitrajets

TP4 : Simulation d'une chaine de transmission MIMO

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

1. *G. Baudouin, "Radiocommunications numériques", Dunod, 2002.*
2. *J.M. Brossier,"Signal et communication numérique: égalisation et synchronisation", Hermès Science, 97*
3. *P. Comon, "Communications numériques - Cours et exercices à l'usage de l'élève ingénieur", éditions 'Harmattan, 2010.*
4. *A. Glavieux, M. Joindot, " Communications numériques, introduction ", Collection pédagogique des télécommunications,Masson, 1996.*
5. *A. Glavieux, M. Joindot, "Introduction aux communications numériques", Collection: Sciences Sup, Dunod, 2007.*
6. *H. P. Hsu, "Communications analogiques et numériques: cours et problèmes", McGraw-Hill, 1994.*
7. *G. Mahé, "Systèmes de communications numériques", Ellipses.*
8. *L.W. Couch, "Digital and Analog Communication Systems", Prentice-Hall, New-Jersey, 2007.*
9. *S. Haykin, "Communication Systems", John Wiley and Sons, Hoboken, New-Jersey, 2001.*
10. *J. Proakis, M. Salehi, "Communication Systems Engineering", 2nd edition, Prentice-Hall, New-Jersey, 2002.*
11. *B. Rimoldi, "Principles of Digital Communications", Ecole Polytechnique de Lausanne (EPFL), Switzerland.*
12. *J. Proakis, "Digital Communications ", McGraw-Hill, 2000.*
13. *B. Sklar, "Digital Communications, Fundamentals and applications", Prentice Hall, 2001.*
14. B. P. Lathi, "Modern Digital and Analog Communication Systems", Oxford University Press, 1998.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM1.1
Matière2 : TP Routage IP
VHS: 22h30 (TP : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

A l'issue de ce TP, l'étudiant connaitra de façon pratique les différentes configurations de routage.

Connaissances préalables recommandées :

Théorie de l'information, les éléments d'un réseau.

Contenu de la matière :

TP1 : Configuration de base d'un commutateur (plateforme CISCO)
Simulation sous packet-tracer ou travaux pratiques sur des plateformes réelles
TP2 : Création et configuration d'un réseau segmenté en VLAN
TP3 : Configuration de routage inter-VLAN
Simulation sous packet-tracer ou travaux pratiques sur des plateformes réelles
TP4 : Création d'un réseau avec des liens redondant
Simulation sous packet-tracer ou travaux pratiques sur des plateformes réelles
TP5 : Configuration du protocole Etherchannel entre commutateurs
Simulation sous packet-tracer ou travaux pratiques sur des plateformes réelles
TP6 : Mise en œuvre d'un routage statique
Simulation sous packet-tracer ou travaux pratiques sur des plateformes réelles
TP7 : Mise en œuvre d'un routage dynamique RIPv2, EIGRP et OSPF
Simulation sous packet-tracer ou travaux pratiques sur des plateformes réelles

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

1. A. Tanenbaum, "Computer Network".
2. Keshav, "An Engineering Approach to Computer Networking".
3. L. Toutain, "Réseaux Locaux et Internet".
4. Supports de cours Cisco
5. Sources diverses sur Internet.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM1.1
Matière3 : TP Traitement avancé du signal
VHS: 22h30 (TP : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

Travaux pratiques réalisés sous MATLAB pour donner un aspect pratique à des notions théoriques complexes.

Connaissances préalables recommandées :

Mathématiques (Théorie et calcul des probabilités, Analyse complexe)- Théorie du signal déterministe, Probabilités et statistiques.

Contenu de la matière :

TP1 : Synthèse et application d'un filtre RIF passe-bas par la méthode des fenêtres (Hanning, Hamming, Bessel et/ou Blackman)
TP2 : Synthèse et application d'un filtre RII passe-bas par transformation bilinéaire
TP3 : Analyse spectrale paramétrique AR et/ou ARMA de signaux sonores (exemple de signaux non-stationnaires)
TP4 : Elimination d'une interférence 50Hz par l'algorithme du gradient LMS
TP5 : Débruitage d'un signal par la transformée en ondelette discrète DWT

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

1. *Mori Yvon, "Signaux aléatoires et processus stochastiques", Lavoisier, 2014.*
2. E. Robine, "Introduction à la théorie de la communication, Tome II: Signaux aléatoires", Masson 1970.
3.N. Hermann, "Probabilités de l'ingénieur : variables aléatoires et simulations Bouleau", 2002.
4.M. KUNT, "Traitement Numérique des Signaux", Dunod, Paris, 1981.
5. J. M Brossier, "Signal et Communications Numériques, Collection Traitement de Signal", Hermès, Paris, 1997.
6.M. Bellanger, "Traitement numérique du signal : Théorie et pratique", 8e édition, Dunod, 2006.

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM 1.1
Matière 4 : Système Linux
VHS : 45h00 (Cours: 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :
Cette matière permettra à l'étudiant d'avoir une idée sur l'utilisation et la personnalisation d'unsystème GNU/Linux.

Connaissances préalables recommandées :
Des connaissances sur le système d'exploitation Windows et Programmation.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Installation du système GNU/Linux (3 Semaines)
- Historique du système linux.
- Linux est un logiciel libre (GNU/Linux)
- Les distributions linux
- Où chercher de l'aide sur linux ?

Chapitre 2. Gestion des disques et autres périphériques (2 Semaines)
- Structure d'un disque dur
- Partitionnement du disque dur
- Conventions pour nommer les disques et partitions sous GNU/linux
- Systèmes de fichiers/Le système de fichiers Ext2fs (Second Extended File System)
- Processus de démarrage et connexion au système linux

Chapitre 3. Administration de base (2 Semaines)
- Gestion des utilisateurs sous Linux
- Utilisateurs et groupe sous linux
- Droits d'accès sur les fichiers

Chapitre 4. Introduction à la ligne de commande (2 Semaines)
- Interpréteur de commande
- Commandes de manipulation des répertoires et des fichiers.
- Commandes de manipulation des utilisateurs et des groupes.
- Accès à d'autres disques (Monter un système de fichier).

Chapitre 5. Noyau, Performances et Tuning (3 Semaines)
- Les modules du noyau
- Manipulation des modules du noyau
- Paramétrage des modules
- Compilation du noyau et installation du noyau

Chapitre 6. Présentation de services réseaux sous GNU/Linux (3 Semaines)
- Configuration réseaux sous Gnu/Linux
- Les réseaux sous GNU/Linux: partage des fichiers
- Présentation des systèmes de fichiers (NFS, NIS)
- Présentation des systèmes de fichiers de partage avec Windows (Samba)

Travaux Pratiques :

TP1 – Installation d'une distribution GNU/Linux et premières configurations
TP2 – Gestion des disques et systèmes de fichiers
TP3 – Gestion des utilisateurs et des permissions
TP4 – Commandes de base et script d'automatisation simple
TP5 – Mise en place d'un partage réseau simple (NFS/Samba)

Mode d'évaluation :

Examen : Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%

Références bibliographiques:

1. *Richard Stallman et la révolution du logiciel libre.*
2. *Linus Torvalds et David Diamond, "*Il était une fois Linux : L'extraordinaire histoire d'une révolution accidentelle*", Osman Eyrolles Multimédia, 2001.*
3. *Chris DiBona (dir.), "*Tribune libre : Ténors de l'informatique libre*", O'Reilly, 1999.*

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM 1.1
Matière 4 : Programmation avancée en Python
VHS : 45h00 (Cours: 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

L'étudiant va devoir apprendre à partir de cette matière les fondements de base de la programmation orientée objets ainsi que la maitrise des techniques de conception des programmes avancés en langage Python

Connaissances préalables recommandées :

- Notions sur la programmation (langage Pasacal/Matlab) ;
- Infomatique 1, Informatique 2, Informatique 3 .

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction à la programmation orientée objets (POO) (2 Semaines)

Principe de la POO, Encapsulation et abstraction, Initiation au langage Python, Librairies Python, Exécution des programmes en Python, Environnement de développement (IDLE, PyCharm, Jupiter, Spyder).

Chapitre 2. Notions de base (3 Semaines)

Types d'objets python, Opérateurs, Listes, Dictionnaires, Tuples, Sets, Chaines de caractères, Contrôle du flux d'exécution, Instructions répétitives, Tableaux numpy, Récursivité, Les modules, Création de modules, Les fonctions, Les paquets Python.

Chapitre 3. Classes et objets (3 Semaines)

Déclaration de classes, Variables et méthodes d'instance, Définition des méthodes, Droits d'accès, Encapsulation des attributs et des méthodes, Constructeur, Destructeur, Objets en interaction, Egalité et clonage d'objets en python, Envoi de messages, Association de classes, Dépendance de classes, Classes Amies, Classes imbriquées.

Chapitre 4. Héritage et polymorphisme (3 Semaines)

Agrégation et composition d'objets, Héritage, Règles d'héritage, Chaînage des constructeurs, Classes de base, Attributs et méthodes protégés, Multi-héritage, Surcharge des méthodes et des attributs, Polymorphisme, Redéfinition des méthodes, Méthodes virtuelles, Classes abstraites.

Chapitre 5. Notions avancées : Design patterns (2 Semaines)

Objets fonctions, Design patterns (Modèles de conception), Patterns de création, Patterns structurels (Composites, Décorateurs), Décorateurs de fonctions, Décorateurs de Classes.

Chapitre 6. Les conteneurs, itérateurs et collections d'objets (2 Semaines)

Conteneurs, Itérateurs, Générateurs de fonctions, Coroutines, Collections (Queues, Stacks, Filtres, Map, Reduce).

TP Programmation orientée objets en Python

- TP1 : Initiation et prise en main du langage Python (Modules : NumPy, matplotlib, Pandas, fichiers CSV, etc)
- TP2 : Programmation Python (Boucles, Instructions de contrôle, Fonctions)
- TP3 : Classes et objets
- TP4 : Héritage et polymorphisme
- TP5 : Design patterns et décorateurs

- TP6 : Conteneurs, Iterateurs, Modules de la bibliothèque standard (Itertool, Pickle, Socket, Urllib2, ftplib, etc)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. Anaconda : Anaconda Environments (AEN 4.0) — Anaconda documentation
2. T. Ziadé., 2009. Programmation python conception et optimisation, Edition Eyrolles. Programmation PYTHON (zenk-security.com)
3. J.Chan, 2014. Learn python in one day and learn it well, Edition Eyrolles.
4. J. Hunt, 2020. A beginners guide for python 3 programming, Edition Springer
5. H. Bersini, 2013. La programmation orientée objet cours et exercices, Edition Eyrolles. La programmation orientée objet: Cours et exercices en UML2, Python, PHP, C#,C++ et Java (y compris Android) (Noire) (French Edition) (livre21.com)
6. M. Lutz., 2009. Learning python : Powerful object-oriented programming, Learning Python (ehu.es)
7. D. Phillips, 2015. Python 3 object oriented programming, 2ème edition, PACKT publishing, livre.pdf
8. V. Boucheny, 2020. Apprendre la programmation orientée objet avec le langage python, 2ème édition, Eyrolles.
9. H. P. Langtangen, 2014. A primer on scientific programming with python, 4ème édition, Springer.

G. Swinnen, 2012. Apprendre a programmer avec Python3, apprendre_python3_5.pdf (inforef.be)

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UET 1.2
Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité.
VHS : 15h00 (Cours : 1h00)
Crédit : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

Contenu de la matière :

A.Respect des règles d'éthique et d'intégrité,

1. **Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS :** Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

2. Recherche intègre et responsable

- Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
- Responsabilités dans le travail d'équipe : Egalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, …). Falsification et fabrication de données.

3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :

Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

B- Propriété intellectuelle

I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

1- Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.
2- Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, …)

II- Droit d'auteur

1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels. Cas spécifique des logiciels libres.

2. Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique

Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

3. Brevet

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

Lien entre éthique et développement durable, économie d'énergie, bioéthique et nouvelle technologies (intelligence artificielle, progrès scientifique, Humanoïdes, Robots, drones,

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %

Références bibliographiques :

1. Charte d'éthique et de déontologie universitaires, https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran ais+d f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
4. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
5. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
6. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
7. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.
8. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
9. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
10. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Le télémaque, mai 2000, n° 17
11. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
12. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
13. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
14. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999
15. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
16. http://www.app.asso.fr/
17. http://ressources.univ-rennes2.fr/propriete-intellectuelle/cours-2-54.html
18. Fanny Rinck **et** léda Mansour "littératie à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants" Université grenoble 3 et Université paris ouest Nanterre la défense Nanterre, france
19. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture **(UNESCO)**
20. Alain bensoussan livre blanc – une science ouverte dans une république numérique direction de l'information scientifique et technique CNRS
21. Copyright in the cultural industries. - Cheltenham: E. Elgar, 2002. - XXII-263 p.
22. Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique? Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ

23. Emanuela Chiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald. "guide de l'étudiant: l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude… les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources" 2014
24. Publication de l'université de montréal. « Stratégies de prévention du plagiat », Intégrité, fraude et plagiat, 2010
25. Pierrick Malissard "La propriété intellectuelle "origine et évolution" 2010
26. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int

II - Programme détaillé par matière du semestre S2

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière 1 : Administration des services réseaux
VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement :
Acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour l'exploitation, l'administration, la maintenance et la surveillance des réseaux informatiques. L'étudiant se familiarisera avec des fonctions et des protocoles qui doivent lui permettre de gérer entre autres les droits d'accès, le trafic des données circulant sur le réseau, la sauvegarde des données, le bon fonctionnement des services notamment les services annuaires, les services de messagerie électronique et les services d'applications …etc

Connaissances préalables recommandées :
Protocoles de communication, modèle OSI, les éléments d'un réseau.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Présentation de l'administration réseau (2 Semaines)
- Objectifs et rôle de l'administration
- Modèle d'administration réseaux
- Réseau clients serveurs
- Les protocoles d'administration
- Les services de la couche d'application
- Notions de ports de service

Chapitre 2. Le Service SNMP (Simple Network Management Protocol) (2 Semaines)
- Service Syslog. Service SNMP : Présentation et Historique du SNMP
- Les principes, Configuration, Avantages et Inconvénients

Chapitre 3. Les services annuaires (3 Semaines)
- Les différents services annuaires
- Domain Name System (DNS)
- Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) et Gestion des adresses IP avec DHCP
- Lightweight Directory Access Protocol (LDAP). Configuration.
- Autres services annuaires

Chapitre 4. Gestion des utilisateurs et service NFS (2 Semaines)
- Introduction, Généralités sur les services NIS (Network Information System) etNFS (Network File System)
- Fonctionnement, Configuration NIS Serveur NIS et client NIS
- Fonctionnement du NFS, Caractéristiques, Commandes

Chapitre 5. Service de messagerie et services d'application (3 Semaines)
- Principes de base de la messagerie électronique
- Format des messages
- Protocole SMTP. Installation configuration et mise en service
- Services FTP (File Transfert Protocol) et Web. Définition, Fonctionnement, Configuration

Chapitre 6. Contrôleur de domaine (3 Semaines)
- Introduction, Présentation, Architecture (domaines, arborescence, forêts)
- Gestion des utilisateurs, des groupes et permissions
- Sécurité
- Gestion du domaine
- Notions d'approbations entre domaines
- Exemple d'un contrôleur de domaine (active directory AD)

Mode d'évaluation :
Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.
Références bibliographiques :

1. *Pierre-Yves Cloux et Rafael Corvalan, "Les annuaires LDAP, méta-annaires et e-provinionning", Édition Dunod - 334 pages , 2eédition, 1er juin 2004.*
2. *de Julien Rouxel, " Intégrez un serveur de fichiers Open Source à votre réseau d'entreprise", Edition: ENI-400 pages, 1re édition, 1er avril 2011.*
3. *François Pignet, " Supervision et Administration", ENI 10/12/2007.*
4. *Douglas R. MAURO, Kevin J. SCHMIDT, "Essential SNMP". Editeur O'REILLY. 23/09.2005.*
5. *Jean-François, Apréa : "Configuration d'une infrastructure Active Directory avec Windows Server", 2008. Editions ENI ,2008.*
6. *Gilles Chamillard, Sébastien Rohaut. Ubuntu, "Administration d'un système Linux", Editions ENI, 2013.*

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière 2 : DSP et FPGA
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

A l'issue de cette unité d'enseignement l'étudiant doit maîtriser le flot de conception. Aussi, il doit être en mesure de faire une adéquation algorithme-architecture pour l'implémentation d'algorithmes sur plateforme à base de processeurs DSP.

Connaissances préalables recommandées:

Electronique numérique (combinatoire et séquentielle). Architecture des systèmes à microprocesseurs.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Architecture et Périphériques des DSP (4 Semaines)

- Présentation des différentes familles de DSP
- Classification des DSP
- Introduction de l'unité de calcul MAC (Multiply and ACcumulate)
- Les mémoires internes (Architecture Harvard)
- Présentation du jeu d'instructions de chaque unité de calcul (Architecture RISC)
- Les différents périphériques internes pour l'interfaçage avec le monde extérieur: (HPI, GPIO, McBSP, Timers, PLL…)

Chapitre 2. Gestion de la mémoire (3 Semaines)

- Présentation et intérêt de l'architecture Harvard
- Mémoires internes (niveaux L1 et L2)
- Mémoires externes (SRAM, Flash, DDRAM, ..)
- Plan d'adressage des mémoires
- Fichier *.cmd (organisation des sections)
- Modes d'adressage
- Technique de transfert par blocs
- Organisation des données pour l'EDMA
- Paramètres et options pour l'EDMA
- Exemple de transfert de données

Chapitre 3. Gestion des entrées-sorties (2 Semaines)

- La technique de scrutation (Polling) et la technique d'interruptions
- Les interruptions (les sources d'interruptions, les interruptions matérielles et logicielles, le vecteur d'interruptions, le traitement d'interruptions)
- Programmation d'interruptions (exemples)

Chapitre 4. Implémentation d'algorithmes sur DSP (3 Semaines)

- Représentations des données en numérique (Représentation en virgule fixe, La représentation en virgule flottante)
- L'adéquation algorithme-architecture
- Implémentation de l'opération de filtrage numérique (RII ou RIF) sur DSP (adressage circulaire)
- Implémentation de la FFT sur DSP (Adressage inversé)

Chapitre 5. Introduction à l'architecture des FPGA (3 Semaines)

- Réseaux logiques programmables (PLA, PLD, CPLD, FPGA)
- Architecture générale des FPGA
- Blocs logiques programmables (CLB)
- Cellules d'entrées/sorties
- Canaux de routage
- Blocs de mémoire intégrée
- Exemples de constructeurs Altera et Xilinx
- Applications

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques :

1. *Zanella, "Architecture et technologie des ordinateurs", Dunod.*
2. *N.Dahnoun, "Digital Signal Processing Implementation using the TMS320 C6000 DSP platform", Prentice Hall, 2000.*
3. *N. Kehtarnaz, N. Kim, "Real Time Digital Signal Processing Based on TMS320C6000" Newnes, 2004.*
4. *N. Kehtarnaz, M. Keramat, " DSP système design using TMS320C6000", Prentice Hall, 2006.*
5. *Volnei A. Pedroni, "Circuit Design with VHDL", MIT Press, 2004.*
6. *Jacques Weber , Sébastien Moutault, Maurice Meaudre, "Le langage VHDL : du langage au circuit, du circuit au langage", Dunod, 2007.*
7. *Christian Tavernier, "Circuits logiques programmables", Dunod 1992.*

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEF 1.2.2
Matière 3 : Canaux de transmission et Composants optiques
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :
Dans cette matière, on étudie la propagation des ondes dans les milieux guidés tels que les lignes de transmission et les fibres optiques, une attention particulière sera dédiée aux composants optiques passifs et actifs ainsi qu'à leurs applications dans les réseaux de télécommunication.

Connaissances préalables recommandées :
Des connaissances de base d'électromagnétiques et d'optoélectroniques sont nécessaires pour suivre cette matière. Ces connaissances sont dispensées au niveau des matières « supports de transmission », « Antenne et lignes de transmission» et « optoélectronique » de la troisième année licence de Télécommunications.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Les lignes de transmission (3 Semaines)

- Etude générale des lignes en régime sinusoïdal (schéma d'une ligne, équations d'une ligne, impédance de la ligne- équations des télégraphistes)
- Ondes stationnaires (coefficient de réflexion, taux d'ondes stationnaires TOS-VSWR)
- Adaptation d'impédance dans les lignes de transmission (Adaptation par transformateur d'impédance sous de tronçon de ligne, à l'aide de circuits réactifs LC, à l'aide d'un stub)
- Abaque de Smith (Description de l'abaque, utilisation de l'abaque pour la résolution des différents problèmes concernant les lignes)

Chapitre 2. Guides d'ondes (4 Semaines)

- Guides d'ondes rectangulaires : Modes TM et TE, équation de dispersion, constante de Propagation, fréquence de coupure, Impédance,…
- Guides d'ondes cylindriques : Modes TM et TE, équation de dispersion, constante de propagation, fréquence de coupure, Impédance,…
- Les guides d'ondes optiques (Fibres optiques : Propagation de la lumière, Polarisation, atténuation, dispersion chromatique, PMD, effets non linéaires, types de fibres optiques)

Chapitre 3.Composants optiques passifs et actifs (4 Semaines)

*** Composants passifs :**

- Atténuateurs fixes, Atténuateurs variables manuels
- Circulateurs, Contrôleurs de polarisation, Coupleurs, Isolateurs, Miroirs de Faraday
- Multiplexeurs/Démultiplexeurs, Polariseurs, Rotateurs de Faraday

*** Composants actifs :**

- Amplificateurs optiques, modules EDFA et à semi-conducteurs (SOA)
- Atténuateurs variables
- Compensateurs de dispersion accordable
- Contrôleurs de polarisation, Convertisseurs de média, Démodulateurs DPSK
- Diodes de pompe, Diodes laser, LED, Modulateurs électro-optiques, Photodiodes, SLED, Switchs, Transceivers

Chapitre 4. Systèmede transmission par fibres optiques (4 Semaines)

- Schéma synoptique d'une chaîne de transmissions optiques
- Câble optique et connectique
- Structures et familles des liaisons numériques : point à point, avec amplificateurs optiques EDFA, liaisons multiplexées (WDM)
- Réseaux sur fibres optiques (Réseaux passifs et actifs, Différents architectures FTTX, Réseaux de Bragg pour un système de codage et décodage optique, CDMA)

Mode d'évaluation :
Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques :

1. *G. DUBOST, " Propagation libre et guidée des ondes électromagnétiques / Rayonnement -Exercices avec solutions et rappels de cours".*
2. *J. Quinet, "Théorie et pratique des circuits de l'électronique et des amplificateur, Propagation du courant H.F. le long des lignes ; Abaque de Smith- Antenne. Equations de Maxwell et Applications".*
3. *Yariv & Yeh , "Photonics. Optical electronics in modern communications".*
4. *Kaminow,"Optical Fiber telecommunications, A: Components and Subsystems", 2008.*
5. *G. Keiser, "Optical fiber communications", 3rd edition, Mc Graw Hill, 2000.*
6. *Agrawal, "Fiber–Optic communication systems", U.G.P. Wiley, Interscience 1992.*
7. *J. A. Buck, "Fundamentals of optical fibers", Wiley Interscience.*
8. *J. M. Senior, "Optical fiber communications: Principles and practice", Prentice–Hall International Series in Optoelectronics, 2nd edition Englewood Cliffs, USA.*
9. *M. Joindot, "Les télécommunications par fibres optiques", Collection technique et scientifique du CNET, Dunod, 1996.*

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.2

Matière 4 :Codage et Compression
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

Familiariser l'étudiant avec les techniques de codage et de compression des données comme le codage canal, le codage source et la compression d'images. L'étudiant va devoir apprendre à partir de cette matière les fondements de base pour l'évaluation des avantages et les inconvénients des différentes techniques de compression ainsi que les critères de choix d'une technique de compression de données.

Connaissances préalables recommandées :

Probabilités et statistiques, théorie d'information, Traitement du signal.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Notions fondamentales de codage source ~~et codage canal~~(3 Semaines)

- Rappel des résultats fondamentaux de la théorie de l'information
- Sources et codage source
- Définition, différence et Intérêt du codage source
- Propriétés d'un code
- Inégalité de Kraft-McMillan
- Premier théorème de Shannon

Chapitre 2. Codages entropiques (4 Semaines)

- Codage de Huffman - les versions adaptatives de Huffman et Shannon-Fano
- Le codage arithmétique
- Le codage LZW
- Critères d'évaluation (calcul de l'entropie, de la longueur moyenne, de la redondance et de l'efficacité pour chaque méthode)
- Application sur des images.

Chapitre 3 : Codage du canal (4 Semaines)

- Principales notions et définitions
- Schéma général de communication et canal de transmission
- Type de canaux
- Efficacité, redondance et Capacité du canal
- Codage du canal et deuxième théorème de Shannon. Stratégies du codage du canal
- Codage correcteur d'erreurs (codes de Hamming, codes linéaires, codes cycliques, codes de Reed-Solomon …etc)
- Code convolutifs :Diagramme d'état, Treillis de codage, Décodage (Algorithme de Viterbi).
- Les turbo-codes et code LDPC
- Performances d'un codeur
- Exemples d'application

Chapitre 4. Méthodes de compression avec pertes (4 Semaines)

- Notions générales et définition.
- Schéma général des méthodes de compression basées sur les transformations
- Critères d'évaluation (MSE, PSNR, CR, SSIM ..etc)
- Description des différentes parties (Transformation, Quantification et codage entropique)
- Effets de la transformation sur la méthode de compression
- Effets de la quantification et différents types de quantification
- Les normes et les organismes de normalisation de compression d'images

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques :

1. *M. Cover and J. A. Thomas, "Elements of information theory", 2nd edition, Wiley Series in telecommunications and signal Processing, 2006.*
2. *M. Barlaud, C. Labit, "Compression et codage des images et des vidéos", traité Collection IC2, Ed. Hermés, 319p, 2002.*
3. *K. Sayood, "Introduction to Data Compression, Third Edition", Elsevier Inc. 2006.*
4. *Olivier Rioul, "Théorie de l'information et du codage", Edit. Lavoisier, 2007.*
5. *N. Moreau, "Outils pour la compression des signaux: applications aux signaux audio", Collection*
6. *Télécom, Edition Lavoisier, Octobre 2009.*
7. *J. C., Moreira, P. G., Farrell, "Essentials of Error-Control Coding", John Wiley and Sons, Ltd, 2006.*
8. *C. Berrou, "Codes et turbocodes", Springer-verlag France, 2007.*

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM1.2
Matière 1 : TP Administration des services réseaux
VHS: 22h30 (TP : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :
A l'issue de cette matière, l'étudiant aura les outils et les compétences pour administrer un réseau. Il sera en mesure d'installer et de configurer les serveurs pour un service réseau donné (sous linux et/ou sous Windows server).

Connaissances préalables recommandées :
Protocoles de communication, modèle OSI, les éléments d'un réseau.

Contenu de la matière :

TP1 : Environnement d'administration
- Mise en place d'un environnement d'administration des réseaux
- Mise en place du service DNS

TP2 : Service DHCP
- Mise en place du service DHCP (Configuration de DHCP, interaction avec Bind, Gestion d'un bail limité en environnement hétérogène, Réservation d'adresses (@mac), *Paramétrage d'un serveur DHCP*

TP3 : Service DNS
- Installation et configuration DNS avancée **(***Notions de root-server, TLD, zone,* enregistrement, Format des articles et fichiers de configuration, Notion de DNS dynamique, Interaction avec DHCP (RDNC)

TP4 : Services FTP et Web
- Installation et Configuration d'un serveur web et un serveur ftp,
- Présentation des technologies coté client et coté serveur
- Mettre à disposition d'une application web et d'une application ftp

TP5 : Administration à distance
- L'administration distante Webmin : outils intégrés d'administration distante SSH et Telnet,

TP6 : Installation d'un contrôleur de domaine Active directory
- Installation et configuration du contrôleur de domaine
- Tests d'ouverture de session
- Intégrer des stations au domaine
- créer des restrictions de groupe
- configurer les services d'impression
- Créations d'approbations

TP7 : Service de messagerie
- Installation et configuration de Postfix
- Mise en place de serveurs SMTP

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

1. *Pierre-Yves Cloux et Rafael Corvalan, " Les annuaires LDAP, méta-annaires et e-provinionning", Édition Dunod - 334 pages , 2eédition, 1er juin 2004.*
2. *de Julien Rouxel, " Intégrez un serveur de fichiers Open Source à votre réseau d'entreprise", Edition: ENI - 400 pages, 1re édition, 1er avril 2011.*
3. *François Pignet, " Supervision et Administration", ENI 10/12/2007*
4. *Douglas R. MAURO, Kevin J. SCHMIDT, " Essential SNMP". Editeur O'REILLY. 23/09.2005*
5. *Jean-François, Apréa : "Configuration d'une infrastructure Active Directory avec Windows Server", 2008. Editions ENI ,2008.*
6. *Gilles Chamillard, Sébastien Rohaut. Ubuntu, "Administration d'un système Linux", Editions ENI, 2013.*

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM1.2
Matière 2 :TP DSP et FPGA
VHS: 22h30 (TP : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

Dans cette unité d'enseignement, les étudiants auront à maîtriser l'outil CCS (Code Composer Studio) de développement d'applications sur plateforme à base de DSP. Mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les séances de cours et de TD pour le portage de programmes d'applications sur plateforme DSP et ceci moyennant une adéquation algorithme architecture.

Connaissances préalables recommandées :

Electronique numérique (combinatoire et séquentielle). Architecture des systèmes à microprocesseurs

Contenu de la matière :

TP1 : Prise en main de l'environnement CCS (Code Composer Studio version 4.0 ou plus). Configuration de l'environnement CCS pour l'utilisation de la carte DSP (Librairies BSL, CSL et RTL).

TP2 : Configuration et utilisation du CODEC
(Les fréquences d'échantillonnage supportées, utilisation en mode scrutation et en mode interruption).

TP3 : Techniques de configuration de l'environnement pour l'utilisation des DSP en mode différé ou en mode temps réel.

TP4 : Programmation des interruptions (Ecriture de l'ISR Interruption sub-routine de l'interruption).

TP5 : Programmation d'une application faisant intervenir MCBSP (Multi channel Buffered Serial Port) et le CODEC.

TP6 : Programmation de l'opération de filtrage numérique.

TP7 : Programmation de la transformation de Fourier rapide FFT.

TP8 : Introduction au langage VHDL.
Présentation de l'outil de développement : carte de développement et logiciel de simulation. Exploitation du simulateur de VHDL. Développement d'un exemple de circuit : (compteur décimal, multiplexeur et/ou registre à décalage).

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

1. *Zanella, "Architecture et technologie des ordinateurs", Dunod.*
2. *N.Dahnoun, "Digital Signal Processing Implementation using the TMS320 C6000 DSP platform", Prentice Hall, 2000.*
3. *N. Kehtarnaz, N. Kim, "Real Time Digital Signal Processing Based on TMS320C6000" Newnes, 2004.*
4. *N. Kehtarnaz, M. Keramat, " DSP système design using TMS320C6000", Prentice Hall, 2006.*
5. *Volnei A. Pedroni, "Circuit Design with VHDL", MIT Press, 2004.*
6. *Jacques Weber , Sébastien Moutault, Maurice Meaudre, "Le langage VHDL : du langage au circuit, du circuit au langage", Dunod, 2007.*
7. *Christian Tavernier, "Circuits logiques programmables", Dunod 1992.*

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEM1.2
Matière 3 :TP Codage et compression
VHS: 22h30 (TP : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :
Familiariser l'étudiant avec les techniques de codage et de compression des données comme le codage canal, le codage source et la compression d'images.

Connaissances préalables recommandées :
Probabilités et statistiques, théorie d'information, Traitement du signal.

Contenu de la matière :

TP1 : Etude et simulation du Codage de Shannon Fano et de Huffman.(Calcul de l'entropie, de la longueur moyenne et de l'efficacité ; détermination de l'alphabet, des probabilités et des fréquences)
Application à la compression des images.

TP2 : Etude et simulation du Codage arithmétique

TP3 : Etude et simulation du Codages LZW

TP4 : Etude et simulation d'un codage canal (code en bloc et codage convolutif)

TP5 : Modélisation d'une chaine avec codage source et codage canal sur un canal binaire puis gaussien.

TP6 : Exemple d'implémentation de la DCT rapide à faible complexité arithmétique.

Mode d'évaluation :
Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques :

1. *M. Cover and J. A. Thomas, "Elements of information theory", 2nd edition, Wiley Series in telecommunications and signal Processing, 2006.*
2. *M. Barlaud, C. Labit, "Compression et codage des images et des vidéos", traité Collection IC2, Ed. Hermés, 319p, 2002.*
3. *K. Sayood, "Introduction to Data Compression, Third Edition", Elsevier Inc. 2006.*
4. *Olivier Rioul, "Théorie de l'information et du codage", Edit. Lavoisier, 2007.*
5. *N. Moreau, "Outils pour la compression des signaux: applications aux signaux audio", Collection*
6. *Télécom, Edition Lavoisier, Octobre 2009.*
7. *J. C., Moreira, P. G., Farrell, "Essentials of Error-Control Coding", John Wiley and Sons, Ltd, 2006.*
8. *C. Berrou, "Codes et turbocodes", Springer-verlag France, 2007.*

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEM1.2
Matière 4 : Réseaux Haut-débits
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TP : 1h30)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

Le but de cette matière est de présenter les réseaux utilisant les technologies PDH, SDH/SONET, DWDM. L'évolution de ces différentes technologies permet aujourd'hui d'atteindre des records en termes de débits. L'objectif est donc de fournir une vision d'ensemble des techniques de transport à très haut débit, Décrire les différentes techniques WAN et leurs avantages et l'avantage des méthodes de tunneling.

Connaissances préalables recommandées :

Protocoles de communication, modèle OSI, les éléments d'un réseau.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Modélisation Hiérarchique du Réseau (2 Semaines)

- Conception d'une architecture commutée
- L'architecture multicouche (Core Layer, Distribution Layer et Access Layer)
- Architecture Modulaire.
- Fournisseurs de services Internet
- Les services WAN

Chapitre 2. Réseaux Métropolitains (2 Semaines)

- Gigabit Ethernet et 10Gigabit Ethernet (IEEE802.3z, IEEE802.3ae).
- Architecture Token-Ring (IEEE802.5) et Architecture FDDI (Fiber Distributed Data Interface-IEEE802.8-)
- DQDB (Distributed Queue Dual Bus DQDB -IEEE 802.6-)

Chapitre 3. Les réseaux de transport (4 Semaines)

- Plan de transmission (Synchronisation des réseaux, La hiérarchie plésiochrone (PDH), Synchronous Optical Networking (SONET), Synchronous Digital Hierarchy (SDH), Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)
- La boucle locale
- Techniques de Commutation (circuit, paquet)
- Infrastructure WAN Privée et Infrastructure WAN Publique
- Accès WAN commuté
- Les lignes Louées (T1/E1 , T3/E3)
- X.25
- Le relais de trame (Frame Relay)
- ATM(Asynchronous Transfer Mode)
- MPLS (MultiProtocol Label Switching) et GMPLS (Generalized MPLS)

Chapitre 4. Tunneling Protocol (3 Semaines)

- Le protocole HDLC (High-Level Data Link Control)
- Le Protocole PPP (Point-to-point Protocol)
- Le Protocole PPPoE (PPP sur Ethernet)
- Le protocole L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol)
- Réseaux Privés Virtuels VPN/VPN Dynamique et IPsec(Internet Protocol Security)

Chapitre 5. La Solution Haut débit (4 Semaines)

- Les technologies DSL (Digital Subscriber Line)(ADSL, SDSL, VDSL)
- La fibre optique, les topologies des réseaux optiques, le PON, GPON, FTTx, FTTh, FTTB
- Maillage Wifi (Wifi Municipal)
- WIMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access) IEEE 802.16
- Implémentations cellulaire/mobile (2G/3G/4G, LTE)
- Implémentations satellite (VSAT)

TP Réseaux Hauts débits

TP 1 : simulation d'un réseau WAN : configuration d'une liaison routeur vers routeur par une liaison ''Serial DCE''

TP2. Simulation d'un accès internet : configuration interface LAN, Configuration interface WAN (ATM), Dialer Interface, routage par défaut, configuration de la NAT.

TP3 : Configuration de MPLS Etendu et MPLS statique

TP4 : Configuration d'un ''Frame relay cloud'' sur un routeur par simulation.

TP5 : Création d'un tunnel VPN IP Sec entre routeurs.

TP6 : Simulation d'une Connexion inter-site via Cloud-PT.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques :

1. Jean-Yves Didier ,''Introduction aux réseaux'' ,LSC – Université d'Evry.
2. L. Sassatelli,''Réseaux étendus et réseaux d'opérateurs'', université Sophia-Antipolis 2012-2013.
3. G. Pujolle, ''Les réseaux'', Edition Eyrolles, 2014.

Semestre: S 2
Unité d'enseignement: UET 1.2.1
Matière : Eléments d'intelligence artificielle appliquée
VHS: 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Compétences visées :

- Identifier les opportunités de l'intelligence artificielle en sciences de l'ingénieur
- Comprendre les implications éthiques de l'IA et les bonnes pratiques de son utilisation.
- Capacité à utiliser les techniques de l'IA dans la résolution de problèmes

Objectifs :

- Maitrise des algorithmes IA
- Initiation aux concepts, outils et applications fondamentales de l'intelligence artificielle moderne, en mettant l'accent sur la pratique avec Python et ses bibliothèques.
- Approfondir le langage Python,
- Comprendre les approches de l'IA dans la résolution de problèmes,

Prérequis :

Programmation avancée Python

Matériels nécessaires :

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQT, …
- Tensorflow, PyTorch, …

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'intelligence artificielle (IA) (1 semaine)

- Conception d'un Système IA, : Objectifs, Eléments du système, Apprentissage automatique
- Approches d'apprentissage : non supervisé, supervisé, semi-supervisé, transfer learning, apprentissage par renforcement
- Concept du neurone artificiel
- Quelques applications de l'IA : Télécommunications, traitement du langage naturel, Systèmes experts, Reconnaissance de formes, Robotique

Chapitre 2 : Apprentissage supervisé par régression (2 semaines)

- Introduction
- Régression linéaire
- Régression polynomiale
- Régression logistique
- Applications

Chapitre 3 : Apprentissage supervisé par les réseaux de neurones (2 semaines)

- Introduction
- Représentation neuronale : le Perceptron
- Architecture des réseaux de neurones multicouches
- Critère d'optimisation du réseau de neurones multicouches
- Algorithme d'apprentissage du réseau de neurones multicouches
- Applications

Chapitre 4 : Apprentissage profond par les réseaux convolutifs (2 semaines)

- Introduction
- Réseau de neurones convolutifs (CNN) : Principe
- Architectures des CNN : Convolution, Rectification, Normalisation par lot (Batch normalization), Regroupement (Pooling), Aplatissement, réseaux de neurones multicouches (Fully connected layers), Softmax.
- Critères d'optimisation : Perte d'entropie, critère des moindres carrées.
- Réglage des hyper paramètres
- Exemples d'architectures (VGG, ResNet, AlexNet, GoogleNet …)

Chapitre 5 : Apprentissage par renforcement (3 semaines)

- Introduction
- Principe de l'apprentissage par renforcement
- Algorithme Q-Learning
- Deep Q-Learning
- Applications

Chapitre 6 : Modèles de l'IA générative (2 semaines)

- Architecture des autoencodeurs (Encodeur et décodeur, structure du réseau neuronal) Réseaux génératifs (GAN : Generative Adversarial Network)
- Transformers (Architecture, tokenization, couches d'embedding, Mécanisme d'attention)
- Exemples de modèles transformers (ViT, LLM,….)

Travaux pratiques :

- **TP1 :** Initiation et préparation des données : Installation des librairies utilisées en IA (Keras, Tensorflow, Sklearn, Pytorch), préparation des données sous format utilisable pour une application d'apprentissage.

- **TP2 :** Apprentissage supervisé par régression logistique : Conception d'un modèle de prédiction de données, churn prediction, prédiction de la puissance du signal reçu, etc.
- **TP3 :** Apprentissage supervisé par les réseaux multicouches et les réseaux convolutifs (Application à la classification des signaux, classification des images, classification des modulations numériques, Détection des signaux d'interférence radio, etc)

- **TP 4** : Apprentissage par renforcement : Utilisation de l'algorithme Q-Learning pour l'allocation des ressources sur le réseau de télécommunications. Exploration du Deep Q-Learning pour les télécommunications : détection d'anomalies, optimisation du routage réseau, optimisation réseau pour l'IoT,

- **TP 5** : Applications des auto-encodeurs convolutionnels (CAE) pour les télécommunications : compression et reconstruction, détection d'anomalies, apprentissage et extraction de caractéristiques, ...

- **TP 6** : Application des architectures transformers (ViT pour la classification des signaux et des images, compression de trames de données, estimation de canal,…).

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%, Examen : 60%

_____

Bibliographie :

- Ganascia, J.Gabriel (2024) : l'IA expliquée aux humains. Paris France- Edition le Seuil.
- Anglais, Lise, Dilhac, Antione, Dratwa, Jim et al. (2023) : L'éthique au coeur de l'IA. Quebec Obvia.
- J.Robert (2024) : Natural Language Processing (NLP) : définition et principes – Datasciences. Lien : https://datascientest.com/introduction-au-nlp-natural-language-processing
- Qu'est-ce que le traitement du langage naturel. Lien : https://aws.amazon.com/fr/what-is/nlp/
- M.Journe : Eléments de Mathématiques discrètes – Ellipses
- F.Challet : L'apprentisage profond avec Python – Eyrolles
- H.Bersini (2024) : L'intelligence artificielle en pratique avec Python – Eyrolles
- B.Prieur (2024) : Traitement automatique du langage naturel avec Python – Eyrolles
- V.Mathivet (2024) : Implémentation en Python avec Scikit-learn – Eyrolles
- G.Dubertret (2023) : Initiation à la cryptographie avec Python – Eyrolles
- S.Chazallet (2023) : Python 3 – Les fondamentaux du langage - Eyrolles
- H.Belhadef, I.Djemal : Méthode TALN – Cours de l'unievrsité de Msila - Algérie

Semestre 1 : Unité d'enseignement : UET 1.2
Matière : Lean Start-Up
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, Atelier : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours prolonge le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1. L'étudiant y apprend à transformer les hypothèses validées en produit minimum viable (MVP) et à mobiliser l'intelligence artificielle et la méthode TRIZ pour résoudre les contradictions techniques propres à l'innovation. Il se familiarise avec les indicateurs de performance d'une startup, en particulier le modèle AARRR, et apprend à décider, sur la base de ces indicateurs, s'il faut changer de cap (Pivot) ou poursuivre dans la même direction (Persevere). Le cours aborde enfin les sources de financement d'une startup et les stratégies de croissance, avant de se conclure par un projet intégrateur, le Startup Lab, mené en équipe tout au long du semestre et soutenu devant un jury sous la forme d'un pitch final.

Connaissances préalables recommandées:

Avoir suivi le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1, notamment les notions de démarche Lean Startup, de Customer Discovery et de Business Model Canvas.

Contenu de la matière:

VI. Le produit minimum viable (MVP) (3 semaines)

- Définition et rôle du MVP dans la démarche Lean Startup
- Types de MVP : numérique, expérimental, service simulé
- Test des hypothèses critiques
- Prototypage rapide et outils de création de prototypes (Figma, Glide, Bubble, Canvas)
- Mesurer l'échec dans le délai le plus court possible

VII. Intelligence artificielle et méthode TRIZ au service de l'innovation (3 semaines)

- L'intelligence artificielle dans l'entrepreneuriat : génération d'idées, analyse de marché, développement du MVP, marketing
- Présentation de la méthodologie TRIZ
- Les contradictions techniques et la solution idéale finale
- Combinaison de l'intelligence artificielle et de TRIZ
- Les startups Deep Tech

VIII. Mesure de la performance et gestion de l'échec (3 semaines)

- Les indicateurs clés de performance (KPIs) et le management d'une startup
- Le modèle AARRR : Acquisition, Activation, Rétention, Revenu, Recommandation
- L'adéquation produit-marché (Product-Market Fit) et l'adéquation problème-solution (Problem-Solution Fit)
- Taux de rétention, taux d'attrition (Churn) et rythme de consommation de trésorerie (Burn Rate)
- Les indicateurs d'apprentissage (Learning Metrics)
- La gestion précoce de l'échec et les critères d'arrêt d'un projet (Kill Criteria)

IX. Pivoter ou persévérer : Pivot vs Persevere (2 semaines)

- Le changement de cap partiel ou total (Pivot) et la persévérance (Persevere)
- Les signaux qui motivent un changement de direction
- Les différents types de pivot
- Les indicateurs qui appuient la décision

X. Financement, croissance et expansion (2 semaines)

- Les sources de financement : autofinancement, investisseurs providentiels (business angels), capital-risque, financement participatif
- Les étapes successives du financement d'une startup
- Les stratégies de croissance rapide à faible coût (Growth Hacking)
- Les moteurs de croissance (Engines of Growth) : viral, payant, organique
- L'entonnoir marketing (Funnel Growth) et les boucles de croissance (Growth Loops)
- Les stratégies d'expansion internationale

XI. Projet intégrateur : Startup Lab et soutenance finale (2 semaines)

- Synthèse du projet mené en équipe, du choix du problème à la stratégie de financement et de croissance
- Préparation et présentation du pitch final devant un jury d'évaluation

Mode d'évaluation:

Examen final : 20 %. Travaux pratiques et ateliers : 20 %. Projet collectif (Startup Lab) : 60 %.

Références bibliographiques

1. Maurya, A. (2012). Running Lean.
2. Croll, A., Yoskovitz, B. (2013). Lean Analytics.
3. Doerr, J. (2017). Measure What Matters.
4. Weinberg, G., Mares, J. (2015). Traction: How Any Startup Can Achieve Explosive Customer Growth.
5. Eyal, N. (2014). Hooked: How to Build Habit-Forming Products.
6. Grove, A. S. (1983). High Output Management.
7. Horowitz, B. (2014). The Hard Thing About Hard Things.
8. Agrawal, A., Gans, J., Goldfarb, A. (2018). Prediction Machines.
9. Iansiti, M., Lakhani, K. R. (2020). Competing in the Age of AI.
10. Altshuller, G. (1999). The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity.
11. Ikovenko, S. (2003). TRIZ: The Theory of Inventive Problem Solving.
12. Graham, P. (2013). Do Things That Don't Scale.
13. McKinsey Global Institute (2023). The State of AI in Business.
14. Stanford University (2024). Artificial Intelligence Index Report.

Annexe - Glossaire des concepts clés

Cette liste reprend, en français, les notions avancées mobilisées dans le cours, en continuité directe avec le glossaire du module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1.

Terme	Définition
MVP (produit minimum viable)	Version la plus simple d'un produit, permettant de tester les hypothèses avec un minimum d'effort.

Terme	Définition
Market Fit	Concordance entre le produit proposé et les attentes du marché.
Product-Market Fit	Situation dans laquelle le produit répond réellement à un besoin du marché.
TRIZ	Méthodologie scientifique et structurée de résolution de problèmes innovants.
Technological Contradiction (contradiction technique)	Situation où l'amélioration d'une caractéristique d'un produit en dégrade une autre.
Deep Tech Startup	Entreprise fondée sur des sciences et des technologies de pointe.
Data-Driven Decision (décision fondée sur les données)	Décision appuyée sur des données mesurées plutôt que sur l'intuition.
KPIs (indicateurs clés de performance)	Indicateurs essentiels au suivi de la performance d'une startup.
AARRR	Modèle de mesure de la croissance en cinq étapes : acquisition, activation, rétention, revenu, recommandation.
Acquisition	Étape consistant à attirer des utilisateurs vers le produit ou le service.
Activation	Moment où l'utilisateur retire une première valeur réelle du produit.
Retention Rate (taux de rétention)	Proportion d'utilisateurs qui continuent d'utiliser le produit dans le temps.
Churn Rate (taux d'attrition)	Proportion d'utilisateurs qui abandonnent le produit.
Burn Rate	Rythme mensuel de consommation du capital disponible.
Runway	Durée pendant laquelle la startup peut fonctionner avant épuisement de ses fonds.
Kill Criteria (critères d'arrêt)	Conditions justifiant l'arrêt d'un projet jugé non viable.
Learning Metrics (indicateurs d'apprentissage)	Indicateurs centrés sur ce que l'équipe a appris, plutôt que sur le profit.
Pivot	Changement radical ou partiel de la stratégie du projet, décidé sur la base des indicateurs.
Persevere (persévérance)	Décision de poursuivre le projet dans la même direction stratégique.
Traction	Preuve tangible et mesurable de croissance sur le marché.
Growth Hacking	Ensemble de stratégies de croissance rapide et peu coûteuses.
Engines of Growth (moteurs de croissance)	Mécanismes de croissance d'une startup : viral, payant ou organique.

Terme	Définition
Viral Coefficient (coefficient viral)	Mesure du taux auquel les utilisateurs en attirent de nouveaux.
Funnel Growth (entonnoir de croissance)	Représentation du parcours de conversion d'un utilisateur.
Growth Loops (boucles de croissance)	Mécanismes de croissance autoalimentée générant continuellement de nouveaux utilisateurs.
LTV (valeur vie client)	Valeur totale qu'un client est susceptible de générer durant toute sa relation avec l'entreprise.
CAC (coût d'acquisition client)	Coût moyen nécessaire pour obtenir un nouveau client.
Network Effects (effets de réseau)	Phénomène par lequel la valeur d'un produit augmente avec le nombre de ses utilisateurs.
Investment Readiness (maturité pour l'investissement)	Degré de préparation d'un projet à lever des fonds auprès d'investisseurs.

III - Programme détaillé par matière du semestre S3

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.1
Matière 2 : Réseaux sans fil et réseaux mobiles
VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement
Cette matière est consacrée aux réseaux sans fil (WiFi et WiMAX) et radio-mobiles 3 et 4G. A l'issue du cours, l'étudiant aura un concept complet sur ces réseaux (architecture, interface radio, canal radio, dimensionnement et planification, services offerts, gestion de la sécurité, de l'itinérance, etc...).

Connaissances préalables recommandées :
Réseaux TCP, Communications numériques, Téléphonie.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Rappels des concepts de base (2 Semaines)
Rappels et définitions, Types des communications sans fils, Systèmes de communications sans fils modernes, Réseaux sans fils et réseaux mobiles, Le concept des réseaux cellulaires, Architectures. Les stations de base, Les bandes de fréquences.

Chapitre 2. Réseaux personnels sans fils (WPAN) (2 Semaines)
Les standards et caractéristiques, Ultra-Large Bande ou UWB, Standard 802.15, Bluetooth, Zigbee, Les techniques d'accès, La mise en œuvre, La sécurité. Quelques exemples : WBAN (Wireless Body Area Networks), WSN (Wireless Sensor Networks) …etc

Chapitre 3. Réseaux locaux sans fils : IEEE 802.11 (Wifi) (3 Semaines)
Standard 802.11, Architecture et Couches, 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n et 802.11ac ou WiFi à haut débit …etc, Routage et Techniques de Transmission : Architecture du Mode 802.11 avec infrastructure, Conditions d'installations des points d'accès. Architecture du Mode 802.11 sans infrastructure, ad-hoc, La sécurité.

Chapitre 4. Réseaux Métropolitains sans fils (2 Semaines)
WMAN, Architecture et évolution, Local Multipoint Distribution Service (LMDS), Multichannel Multipoint Distribution System (MMDS), principales caractéristiques du Standard IEEE 802.16, WiMAX, options spectrales, WiMAX Subscriber Stations, WiMAX Base Stations, Solutions techniques du WiMAX.

Chapitre 5. Réseaux mobiles 3G, 4G et 5G (4 Semaines)
Structure d'un système de radio mobile, la couverture radio mobile (pico cellulaire, micro cellulaire, satellite), Rappels sur les générations précédentes (EDGE, GSM, GPRS, services offerts : sms …etc), Les différentes normes de la 3G, Technologies et caractéristiques, UMTS, WCDMA, CDMA2000, TD-SCDMA. Architecture LTE, LTE Advanced, Caractéristiques et performances, Normalisation, Evolution des technologies cellulaires, vue futuriste de la 5ème génération (plan de fréquence, débit, latence, …etc).

Chapitre 6. Introduction à la Radio cognitive (2 Semaines)
Problématique (Spectre de fréquences saturé et mal utilisé), Historique de la Radio cognitive (RC), Architecture, Cycle de cognition, Composantes, Fonctions (Détection du spectre ou Spectrum sensing, Gestion du spectre ou Spectrum management, Mobilité du spectre ou Spectrum mobility).

Mode d'évaluation :
Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:
1. Lin, Y. B., & Chlamtac, I. (2008). Wireless and mobile network architectures. John Wiley & Sons.2, 2008.
2. Gast, M. (2005). 802.11 wireless networks: the definitive guide. " O'Reilly Media, Inc.", 2005.
3. K. Al Agha, (2016) Wireless and Mobile Networks, Wiley, 2006.
4. A.K.Nayak, S.C.Rai, R.Mall , (2016), Computer Network Simulators Using NS2, Productivity Press, 2016.
5. R.Mutha, (2013), Performance Evaluation of AdHoc Routing Protocols By NS2 Simulation, LAP Lambert Academic Publishing, 2013.
6. G. Baudoin, «Radiocommunications Numériques T1: Principes, Modélisation et Simulation,» Dunod, Paris, 2007
8. S. TABBANE, Réseaux Mobiles, Hermès science publications, 1997.

9. Stéphane Lohier, Dominique Présent. Réseaux et transmissions - 6e édition. Protocoles, infrastructures et services. NFO SUP, Dunod janvier 2016.
10. Aurélien Géron. WiFi professionnel. La norme 802.11, le déploiement, la sécurité. Dunod23/09/2009
11. Pujolle, " Les Réseaux ", Ed Eyrolle, 8ème édition, 2014.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.1
Matière 1 : Cryptographie et Sécurité Réseaux
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :
Présentation et étude des mécanismes de sécurité des réseaux.

Connaissances préalables recommandées :
Réseaux TCP, Mathématiques appliquées.

Contenu de la matière :
Chapitre 1. Clef privée (secrète), chiffrement à flot et par bloc (4 Semaines)
Rappels sur les concepts cryptographiques de base (Notations, Principe de Kerckhoff, Les deux catégories de systèmes), Le chiffrement par blocs : Les structures de Feistel, D.E.S. - Data Encryption Standard, Faiblesses du D.E.S. et évolutions, A.E.S. - Advanced Encryption Standard, Modes de chiffrement symétrique.
Chiffrement de flux : Les LFSR classiques, Utilisation moderne des LFSR, RC4, Comparaisons des chiffrements par blocs et par flots.
Chapitre 2. Chiffrement par Clef publique (4 Semaines)
Concepts et Rappels arithmétique, Nombres premiers (PGCD), Congruence (division euclidienne), Algorithme d'Euclide, Merkle-Hellman, RSA : Rivest - Shamir – Adleman, El Gamal, L'utilisation des courbes elliptiques, Comparaisons entre Chiffrement par clé privée et clé publique.
Chapitre 3. La cryptanalyse (3 Semaines)
La sécurité inconditionnelle- La sécurité calculatoire- La sécurité prouvée, La confidentialité parfaite, les attaques cryptanalytiques, Attaques par corrélation et fonctions résilientes, Attaques par approximation linéaire et non linéarité des fonctions booléennes. Attaques des fonctions de hachage, Les attaques par canaux auxiliaires.
Chapitre 4. Sécurité Réseaux (4 Semaines)
Risques, Attaques, services et mécanismes de sécurité, Politique et architecture de sécurité, Les firewalls, Les serveurs proxy, Les VPN, Les systèmes de détection d'intrusions, DMZ, IPSEC (Architecture, Les modes d'IPSec, SPD et SA, Authentication Header, Encapsulation Security Payload, Gestion des clés).

Mode d'évaluation :
Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. *O. Paul, "Prévention des dénis de service dans les réseaux publics",Sécurité des systèmes d'information, 2003.*
2. *F. Raynal, "Canaux cachés", Sécurité des systèmes d'information, 2003.*
3. *T. Noel, "IP Mobile", Sécurité des systèmes d'information,2002.*
4. *D. Trezentos, "Standard pour réseaux sans fil: IEEE 802.11", Sécurité des systèmes d'Informations, 2002.*
5. *C. Chiaramonti, "Échange de données informatisées", Sécurité des systèmes d'information, 2001.*
6. *Gilles Dubertret. Univers secret de la cryptographie. Vuibert 20/11/2015*
7. *Damien Vergnaud. Exercices et problèmes de cryptographie. Licence 3, master, écoles d'ingénieurs. Editeur(s): Dunod. 07/01/2015*

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.2
Matière 3 : Vidéo et Audio sur IP
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière est consacrée aux outils et sources d'information nécessaires à l'étudiant pour comprendre les protocoles régissant le fonctionnement de la vidéo et audio sur IP.

Connaissances préalables recommandées :

Les différents types de réseaux. Codage et compression, Communications Numériques

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Généralités et fondements de base(2 Semaines)

- ~~Généralités et fondements du multimédia,~~
- Principes de basesde la voix et la vidéo sur IP.
- Avantages et contraintes de communication voix et vidéo sur IP (QoS : la latence, la gigue, la perte de paquets.).

Chapitre 2. Protocoles multimédia (3 Semaines)

- Protocole de transport de la voix et de la vidéo en temps réel RTP, protocole de contrôle de la QoS (RTCP),protocoles de signalisation et de communication (RTSP, SDP, SIP …etc).
- Composants matériels et logiciels gérant le flux voix et vidéo dans une session multimédia unicast et multicast.
- Architecture du protocole H323 en détail. Architecture du protocole SIP en détail.

Chapitre 3. La voix et vidéo sur IP (3 Semaines)

- Schéma de principe de la voix sur IP. Transport et codage de la voix, normes de compression audio G711, G723, G729 …,. Principe de la vidéo sur IP.
- Généralités sur les normes de compression vidéo.

Chapitre 4. Streaming vidéo(4 Semaines)

- Différents types de streaming (Stocké, En ligne), Vidéo sur Internet, Historique, Mécanismes,
- Techniques de correction d'erreurs au niveau applicatif, Rappels sur les codes correcteurs appliqué en streaming (Basé sur l'opération XOR, Codes Reed-Solomon, erasure code …etc), Compromis délai – qualité, Adaptative http, Streaming MPEG DASH, Perspectives.

Chapitre5. IPTV (3 Semaines)

- Historique, IPTV, Web TV, VoD, Catch-Up TV, ... et Streaming adaptatif multi-terminaux. unicast et multicast, Architecture réseau, tête de réseau, gestion des droits, transport et Réseau de distribution, diffusion, accès ADSL, Residential gateway, RGW, BOX, STB …

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. C. Servin, Réseaux et télécoms, Dunod, Paris, 2003.
2. S. Déon, La téléphonie sur IP, Eyrolles, 2010.
3. G. Pujolle, Les réseaux, Eyrolles, 2000.
4. O. Hersent, La voix sur IP : Déploiement des architectures, Eyrolles, 2006.

5. y Amal Punchihewa, Bhim Dulal.IPTV-Internet Protocol Television: Understanding Basics to Next Generation IPTV Services and Technologies Paperback – May 11, 2013
6. Howard Greenfield, Wes Simpson. IPTV and Internet Video. Focal Press March 2007

Semestre: 3

Unité d'enseignement: UEF 2.1.2
Matière 4 : Technologies du Web
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

Découvrir le contenu et le contenant d'une page Web qui présente des informations sur Internet. Découvrir les notions de base sur le fonctionnement du modèle client-serveur. Ecrire et modifier des pages Web dans un langage normalisé de description de contenus.

Connaissances préalables recommandées :

Les différents types de réseaux.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction **(2 Semaines)**

Introduction au Web : historique d'Internet et du WebInternet, Le modèle client- serveur.

Chapitre 2.Structure d'un document HTML **(4 Semaines)**

Généralités,Principe de balisage. XML et DTD. Les principales balises HTML (Formatage de texte, Mise en page, tableaux). Les notions de url et de liens. Les Frames. CSS

Chapitre 3.Les langages de script côté client **(3 Semaines)**

Introduction. Javascript. VB script. jQuery.

Chapitre 4.Les langages de script côté serveur **(3 Semaines)**

Introduction. PHP. ASP. JSP. Connexion et manipulation des bases de données

Chapitre 5. Technologies Web avancées **(3 Semaines)**

AJAX, Framework JEE : Struts. Conception de sites Web

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. *Programmation Web avec PHP – C. Lacroix, N. Leprince, C. Boggero, C. Lauer – éditions Eyrolles*
2. *Vos premiers pas avec PHP 4 – J. Engels – éditions Eyrolles*
3. *Grand livre PHP4 & MySQL – G. Leierer, R. Stoll – éditions Eyrolles*

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM2.1
Matière 2 : TP Réseaux sans fil et réseaux mobiles
VHS: 22h30 (TP : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

Maitriser les différentes techniques des transmissions sans fil et mobiles ainsi que la mise en test des différents réseaux correspondants.

Connaissances préalables recommandées :

Systèmes de communications fixes et mobiles.

Contenu de la matière :

TP 1 : Installation et analyse d'un réseau Bluetooth (WPAN)

TP2 : Installation et Analyse d'un réseau de type Wifi(WLAN) avec infrastructure et sans infrastructure (ad-hoc)

TP3 : Simulation d'un réseau WiMAX, configuration de station WiMAX: gestion des utilisateurs et de la Qualité de service (QoS) ….etc

TP 4: Analyse spectrale des réseaux sans fil et mesure champ électromagnétique(en utilisant dans la mesure du possible un analyseur de spectre, un Wattmètre RF, un détecteur de champélectromagnétique ….etc).

TP5 : Supervision et évaluation de la qualité de service d'un réseau radio 2G, 3G et dans la mesure du possible 4G.

TP 6: Simulation et planification des réseaux radio mobile à l'aide d'un logiciel (Exemple ATTOL).

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

1. Lin, Y. B., & Chlamtac, I. (2008). Wireless and mobile network architectures. John Wiley & Sons.2, 2008.
2. Gast, M. (2005). 802.11 wireless networks: the definitive guide. " O'Reilly Media, Inc.", 2005.
3. K. Al Agha, (2016) Wireless and Mobile Networks, Wiley, 2006.
4. A.K.Nayak, S.C.Rai, R.Mall , (2016), Computer Network Simulators Using NS2, Productivity Press, 2016.
5. R.Mutha, (2013), Performance Evaluation of AdHoc Routing Protocols By NS2 Simulation, LAP Lambert Academic Publishing, 2013.
6. G. Baudoin, «Radiocommunications Numériques T1: Principes, Modélisation et Simulation,» Dunod, Paris, 2007.
8. S. TABBANE, Réseaux Mobiles, Hermès science publications, 1997.
9. Stéphane Lohier, Dominique Présent. Réseaux et transmissions - 6e édition. Protocoles, infrastructures et services. NFO SUP, Dunod janvier 2016.
10. Aurélien Géron. WiFi professionnel. La norme 802.11, le déploiement, la sécurité. Dunod23/09/2009
11. Pujolle, " Les Réseaux ", Ed Eyrolle, 8ème édition, 2014.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM2.1
Matière 1 : TP Cryptographie et Sécurité Réseaux
VHS: 22h30 (TP : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :
Présentation, étude et programmation des mécanismes de sécurité des réseaux.

Connaissances préalables recommandées :
Réseaux TCP, Mathématiques appliquées.

Contenu de la matière :

TP1 : Programmation en Matlab d'un crypto système à rondes de Feistel
TP2 : Cryptage d'une image, sous matlab, par l'utilisation des modes de chiffrement
TP3 : Générations des clés $K_i$du cryptage DES.
TP4 : Effectuer un programme en Matlab permettant d'effectuer l'addition puis la multiplication de polynômes (Chaine binaire) dans le corps AES.
TP5 : Configuration et mise en place d'un Firewall DMZ (par simulation ou réellement)
TP6 : Configuration d'un VPN IPsec entre routeurs (par simulation ou réellement)

Mode d'évaluation :
Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

1. *O. Paul, "Prévention des dénis de service dans les réseaux publics",Sécurité des systèmes d'information, 2003.*
2. *F. Raynal, "Canaux cachés", Sécurité des systèmes d'information, 2003.*
3. *T. Noel, "IP Mobile", Sécurité des systèmes d'information,2002.*
4. *D. Trezentos, "Standard pour réseaux sans fil: IEEE 802.11", Sécurité des systèmes d'Informations, 2002.*
5. *C. Chiaramonti, "Échange de données informatisées", Sécurité des systèmes d'information, 2001.*
6. *Gilles Dubertret. Univers secret de la cryptographie. Vuibert 20/11/2015*
7. *Damien Vergnaud. Exercices et problèmes de cryptographie. Licence 3, master, écoles d'ingénieurs. Editeur(s): Dunod. 07/01/2015*

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM2.1
Matière 3 : TP Technologies du Web et VoIP
VHS: 22h30 (TP : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

Ecrire et modifier des pages Web dans un langage normalisé de description de contenus. Et de faire connaître aux étudiants les composants et les mécanismes des multimédias, analyser et suivre les différents éléments des chaines de données multimédia.

Connaissances préalables recommandées :

Les différents types de réseaux. Codage et compression, Communications Numériques

Contenu de la matière :

TP 1 : Rappels sur les protocoles IP, UDP, RTP, TCP/IP, RTSP, HTTP …
TP 2 : Configuration et Mise en place s'un serveur Web
TP3 : Génération de pages HTML, ajout du CSS et Java script …etc
TP 4 : Voix sur IP et QoS : Configuration SIP avec serveur et client SIP, évaluation codecs,
TP5 : Analyses des trames VoIP par wireshark : Utilisation de wireshark, Analyse d'une session SIP, Capture d'une trame VoIP, ….etc
TP 6 : Streaming vidéo en unicast, Multicast et Broadcast (Réseaux filaire et sans fil) : utilisation du VLC, FFMPEG, …etc

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

1. *Programmation Web avec PHP – C. Lacroix, N. Leprince, C. Boggero, C. Lauer – éditions Eyrolles*
2. *Vos premiers pas avec PHP 4 – J. Engels – éditions Eyrolles*
3. *Grand livre PHP4 & MySQL – G. Leierer, R. Stoll – éditions Eyrolles*
4. *C. Servin, Réseaux et télécoms, Dunod, Paris, 2003.*
5. *S. Déon, La téléphonie sur IP, Eyrolles, 2010.*
6. *G. Pujolle, Les réseaux, Eyrolles, 2000.*
7. *O. Hersent, La voix sur IP : Déploiement des architectures, Eyrolles, 2006.*
8. *Y. Amal Punchihewa, Bhim Dulal.IPTV-Internet Protocol Television: Understanding Basics to Next Generation IPTV Services and Technologies Paperback – May 11, 2013*
9. *Howard Greenfield, Wes Simpson. IPTV and Internet Video. Focal Press March 2007*

Semestre : 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 4 : Réseaux IoT
VHS : 45h00 (Cours: 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :
Cette matière permet à l'étudiant d'acquérir des bases sur l'architecture, les équipements, les protocoles, et les plateformes de l'IoT. Ainsi que la collecte, la sauvegarde, et le traitement des données. De même, l'étudiant aura les connaissances nécessaires afin d'identifier les risques liés à la sécurité des applications dans le monde de l'internet des objets.

Connaissances préalables recommandées :
Notions élémentaires sur les réseaux, Routage IP, Communications numériques avancées

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction à l'internet des objets ou IoT (Internet of Things) (1 Semaines)

- Définitions
- Avancées et avantages IoT
- Exemples d'application IoT

Chapitre 2. Architecture physique et équipements des systèmes IoT (4 Semaines)

- Architecture physique et équipements des systèmes IoT.
- Nœuds IoT (Objets, Capteurs, Actionneurs, Sources d'énergie, Connectivité).
- Passerelles.
- Protocoles de communications de bas niveau dans les systèmes IoT (I2C, SPI et UART).

Chapitre 3. Communication dans les systèmes IoT (4 Semaines)

- Topologies (Point-à-point, étoile, mesh, cellulaire).
- Réseaux de communications pour les systèmes IoT (Mobile to Mobile (M2M), réseaux 3G, 4G et 5G, LPWAN, RFID, WPAN, Réseaux IEEE.802.11, LAN).
- Protocoles de réseaux personnels, locaux, et étendus, filaires et sans fil (les protocoles Ethernet, USB, WiFi, Zigbee, etc.).
- Protocoles longue distance et faible consommation de puissance (Protocoles cellulaires comme LTE-M et NB-IoT. Protocoles non cellulaires comme LoRaWAN et SIGFOX).

Chapitre 4. Systèmes IoT connectés au Cloud (5 Semaines)

- Cloud Computing (Architectures de base, Termes et concepts associés, Types de Cloud).
- Les plateformes Cloud (commerciales et open source).
- Conception de systèmes IoT connectés au cloud.
- Principaux protocoles et éléments pour la connexion des systèmes IoT au Cloud (MQTT, CoAP, WebSockets).
- Les éléments requis par les systèmes de cloud computing pour prendre en charge les systèmes IoT.
- Big Data (Collecte, stockage etanalyse de données).

Chapitre 5. Applications et sécurité dans les systèmes IoT (2 Semaines)

- Applications des systèmes IoT (Services haut débit sans fil. Adaptateurs CPL (Courant Porteur en Ligne). Exploitation logicielle).
- Sécurité des systèmes IoT (Enjeux et défis).
- Les problèmes de cyber sécurité pour les équipements et systèmes IoT.
- Tester, renforcer et préparer les systèmes IoT pour la diffusion publique.

Travaux Pratiques :

TP 1 : Implémenter une architecture IoT centralisée et décentralisée en utilisant des plateformes de simulation (par exemple, Cisco Packet Tracer).
TP 2 : Interfacer un capteur réel avec un microcontrôleur (Arduino, ESP32, etc.), lire les données du capteur et les transmettre.
TP 3 : Contrôler un actionneur (LED, relais, servomoteur) à distance via un protocole IoT.
TP 4 : Implémenter et comparer les protocoles MQTT et CoAP (ou HTTP) pour la communication entre objets connectés.
TP 5 : Comprendre et implémenter une architecture de Edge Computing pour le traitement des données IoT. (Raspberry Pi, etc. comme nœud Edge).
TP 6 : Développer une application IoT en utilisant les modèles de communication client-serveur.
TP 7 : Identifier les vulnérabilités dans un réseau IoT simulé et mettre en œuvre des mesures de sécurité.

Mode d'évaluation :
Examen : 100%.

Références bibliographiques :

- Jim Cooke, "Cloud Computing: The New Economics of IT". CISCO,2011.
- Imad Saleh, " Les enjeux et les défis de l'Internet des Objets (IdO) ". *Internet des objets*1,2017.
- Polepaka, Sanjeeva & Das, M. & Kumar, R., "Internet of Things and Its Applications: An Overview". In book: Advances in Cybernetics, Cognition, and Machine Learning for Communication Technologies,2020.

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UET 2.3
Matière 1 : Reverse Engineering
VHS : 45h00 (Cours : 1h30 et Atelier : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre les principes et les objectifs du Reverse Engineering (RE) dans le domaine des sciences et de technologie (ST),
- S'initier aux outils et aux méthodes du RE dans la spécialité concernée.
- Appréhender la valeur et l'éthique des principes du RE dans le design, la fabrication et l'assurance qualitéde produits,
- Encourager la pensée critique, la curiosité technique, l'ingénierie inverse raisonnée etl'innovation,
- Apprendre à analyser, documenter et modéliser un système existant sans documentation initiale.

Compétences visées

- Décomposer et analyser un système existant,
- Reproduire fidèlementun schéma technique ou un modèle 3D à partir d'un produit existant,
- Appliquer des outils de diagnostic et de simulation,
- Travailler en groupe sur un projet exploratoire,
- Identifier les limites juridiques de la rétroconception

Prérequis –Connaissances fondamentales dans la spécialité.

Contenu de la matière

1. Introduction à la Réverse Engineering

- Historique, enjeux légaux et éthiques du RE,
- Définitions et champs d'application : Approches (matériels, logiciels, procédés…)
- Domaines : maintenance, re-fabrication, cybersécurité, veille concurrentielle

2. Méthodologie générale

- Analyse d'un système "boîte noire" (black box)
- Décomposition fonctionnelle
- Diagrammes de blocs, entrées/sorties, flux d'énergie ou d'information

3. Reverse engineering matériel

- Dispositif Electrique –Carte Electronique : inspection visuelle, repérage de composants
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique
- Reconnaissance de schémas électriques
- Reconstitution de schémas sous KiCad / Fritzing /Proteus/**EPLAN Electric P8/** QElectroTech

4. Reverse engineering logiciel

- Analyse statique de binaires (ex : .exe, .hex)
- Décompilation, désassemblage (introduction à Ghidra, IDA Free, ou Hopper)
- Observation de comportements : sniffing, monitoring (ex : Wireshark)
- Cas des microcontrôleurs : lecture mémoire flash, extraction firmware

5. Reverse engineering mécanique

- Numérisation 3D : scanner, mesures manuelles
- Reproduction de modèles CAO à partir de pièces existantes
- Logiciels utilisés : SolidWorks, Fusion360

6. Sécurité et détection d'intrusion

- Reverse engineering dans la cybersécurité : détection de malware, vulnérabilités
- Signature de logiciels, protections contre le RE (obfuscation, chiffrement)

7. Cas d'études réels

- Analyse d'un produit obsolète ou inconnu (souris, alimentation, module Bluetooth, etc.)
- Exemple de rétroconception de pièce mécanique ou système simple (ventilateur, boîtier)

Exemples de TP (base les 4 Génies)

- **Génie Electrique**

- Rétro-ingénierie d'un dispositif électrique sans schéma
- Exemple : Relais temporisé, Armoire Electrique, Variateur de vitesse, Machine Electrique, Système d'automatisation..
- Objectifs : identifier le fonctionnement, dessiner le schéma, proposer une variante améliorée.
- Identification de composants (IC, transistors, résistances, condensateurs, etc.).
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique.
- Lecture et extraction de firmware depuis un microcontrôleur.
- Introduction à la détection de contrefaçons électroniques.

- **Génie Mécanique :**

- Rétro-ingénierie d'un mécanisme simple
- Exemples : pompe manuelle, clé dynamométrique, mini-presse..
- Démontage mécanique d'un système (pompe, engrenage, vérin…).
- Mesures et reconstruction de plans ou modèles 3D avec logiciel CAO (SolidWorks, Fusion360).
- Identification de matériaux et modes de fabrication.
- Simulation fonctionnelle à partir du modèle recréé.

- **Génie Civil :**

- Analyse d'ouvrages existants sans plans (murs, dalles, structures…).
- Exemples : escalier métallique, appui de fenêtre, coffrage)
- Étude et rétroconception d'un élément de structure existant
- Identification des matériaux, des assemblages et des contraintes.
- Modélisation de l'ouvrage via Revit, AutoCAD ou SketchUp.
- Étude de réhabilitation ou reproduction d'éléments structurels anciens.

- **Génie des Procédés**

- Rétroconception d'un module de laboratoire
- Exemples : instruments, distillation, filtration, échangeur, réacteur simples…
- Analyse de systèmes industriels existants (colonne de distillation, échangeur, réacteur…).
- Reconstitution des schémas PFD et PID à partir de l'observation d'une installation.
- Identification des capteurs, actionneurs, organes de commande.
- Étude de flux de matière/énergie dans un procédé.

Mode d'évaluation :

- TP techniques
- Mini-projet de rétro-ingénierie (rapport + soutenance)
- Examen final (QCM + étude de cas)
- Examen : 60% et CC TP : 40%

Références bibliographiques :

- Reverse Engineering for Beginners – Dennis Yurichev (gratuitenligne)
- The IDA Pro Book – Chris Eagle (logiciels)
- Practical Reverse Engineering – Bruce Dang
- Documentation :
  - https://ghidra-sre.org
  - https://www.kicad.org
  - https://www.autodesk.com/products/fusion-360

Semestre : 3
Unité d'enseignement: UET 2.1
Matière 1 : Recherche documentaire et conception de mémoire
VHS : 15h00 (Cours: 1h00)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :
Donner à l'étudiant les outils nécessaires afin de rechercher l'information utile pour mieux l'exploiter dans son projet de fin d'études. L'aider à franchir les différentes étapes menant à la rédaction d'un document scientifique. Lui signifier l'importance de la communication et lui apprendre à présenter de manière rigoureuse et pédagogique le travail effectué.

Connaissances préalables recommandées :
Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

Contenu de la matière:

Partie I- : Recherche documentaire :

Chapitre I-1 : Définition du sujet (02 Semaines)
- Intitulé du sujet
- Liste des mots clés concernant le sujet
- Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
- Les informations recherchées
- Faire le point sur ses connaissances dans le domaine

Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information (02 Semaines)
- Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels…)
- Type de ressources (Bibliothèques, Internet…)
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

Chapitre I-3 : Localiser les documents (01 Semaine)
- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

Chapitre I-4 : Traiter l'information (02 Semaines)
- Organisation du travail
- Les questions de départ
- Synthèse des documents retenus
- Liens entre différentes parties
- Plan final de la recherche documentaire

Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie (01 Semaine)
- Les systèmes de présentation d'une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte…)
- Présentation des documents.
- Citation des sources

Partie II : Conception de mémoire

Chapitre II-1 : Plan et étapes du mémoire (02 Semaines)

- Cerner et délimiter le sujet (Résumé)
- Problématique et objectifs du mémoire
- Les autres sections utiles (Les remerciements, La table des abréviations…)
- L'introduction (*La rédaction de l'introduction en dernier lieu)*
- État de la littérature spécialisée
- Formulation des hypothèses
- Méthodologie
- Résultats
- Discussion
- Recommandations
- Conclusion et perspectives
- La table des matières
- La bibliographie
- Les annexes

Chapitre II- 2 : Techniques et normes de rédaction (02 Semaines)

- La mise en forme. Numérotation des chapitres, des figures et des tableaux.
- La page de garde
- La typographie et la ponctuation
- La rédaction. La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe.
- L'orthographe. Amélioration de la compétence linguistique générale sur le plan de la compréhension et de l'expression.
- Sauvegarder, sécuriser, archiver ses données.

Chapitre II-3 : Atelier : Etude critique d'un manuscrit **(01 Semaine)**

Chapitre II-4 : Exposés oraux et soutenances (01 Semaine)

- Comment présenter un Poster
- Comment présenter une communication orale.
- Soutenance d'un mémoire

Chapitre II-5 : Comment éviter le plagiat ? **(01 Semaine)**

(Formules, phrases, illustrations, graphiques, données, statistiques,...)

- La citation
- La paraphrase
- Indiquer la référence bibliographique complète

Mode d'évaluation :

Examen : 100%

Références bibliographiques :

1. *M. Griselin et al., Guide de la communication écrite, 2e édition, Dunod, 1999.*
2. *J.L. Lebrun, Guide pratique de rédaction scientifique : comment écrire pour le lecteur scientifique international, Les Ulis, EDP Sciences, 2007.*
3. *A. Mallender Tanner, ABC de la rédaction technique : modes d'emploi, notices d'utilisation, aides en ligne, Dunod, 2002.*
4. *M. Greuter, Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage, L'Etudiant, 2007.*
5. *M. Boeglin, lire et rédiger à la fac. Du chaos des idées au texte structuré. L'Etudiant, 2005.*
6. *M. Beaud, l'art de la thèse, Editions Casbah, 1999.*
7. *M. Beaud, l'art de la thèse, La découverte, 2003.*
8. *M. Kalika, Le mémoire de Master, Dunod, 2005.*