

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



Institut Supérieur d'Informatique

Université de Tunis El Manar



Syllabus des Parcours Computer Engineering

Ingénierie des Réseaux Intelligents et Services

Ingénierie des Systèmes Embarqués et IoT

Diplôme National d'Ingénieurs en Sciences Appliquées et Technologies
(DNISAT)

Domaine: Sciences Exactes et Technologies

Mention: Ingénierie de l'Informatique

Table des matières

I	Première année cycle préparatoire: Info-Sup (Tronc Commun)	4
1	Semestre 1	5
1.1	Fiche de l'UE – Mathématiques 1	5
1.2	Fiche de l'UE – Informatique 1	11
1.3	Fiche de l'UE – Physique 1	17
1.4	Fiche de l'UE – Électricité 1	22
1.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	27
2	Semestre 2	35
2.1	Fiche de l'UE – Mathématiques 2	35
2.2	Fiche de l'UE – Informatique 2	40
2.3	Fiche de l'UE – Physique 2	47
2.4	Fiche de l'UE – Électricité 2	53
2.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	59
II	Deuxième année cycle préparatoire: Info-Spé (CE)	65
1	Semestre 3	66
1.1	Fiche de l'UE – Mathématique 3	66
1.2	Fiche de l'UE – Informatique 3	71
1.3	Fiche de l'UE – Architecture et système	77
1.4	Fiche de l'UE – Télécommunications et systèmes	82
1.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	87

2	Semestre 4	94
2.1	Fiche de l'UE – Mathématique 4	94
2.2	Fiche de l'UE – Informatique 4	101
2.3	Fiche de l'UE – Théorie de l'information et système	106
2.4	Fiche de l'UE – Transmission et mesure	111
2.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	115
III	Troisième année cycle ingénieur: Info-Spé (CE)	123
1	Semestre 5	124
1.1	Fiche de l'UE – Mathématique 5	124
1.2	Fiche de l'UE – Microprocesseurs et périphériques	130
1.3	Fiche de l'UE – Réseaux et sécurité	136
1.4	Fiche de l'UE – Informatique 5	141
1.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	147
2	Semestre 6	153
2.1	Fiche de l'UE – Mathématique 6	153
2.2	Fiche de l'UE – Microcontrôleurs et IoT	156
2.3	Fiche de l'UE – Réseaux et Multimédia	163
2.4	Fiche de l'UE – Informatique 6	168
2.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	177
IV	Quatrième année Cycle ingénieur	185
1	Semestre 7: Parcours Ingénierie des Réseaux Intelligents et Services	186
1.1	Fiche de l'UE –Ingénierie des réseaux avancés	186
1.2	Fiche de l'UE –Cloud & Virtualisation	191
1.3	Fiche de l'UE –Administration Systèmes & Réseaux	197
1.4	Fiche de l'UE –Réseaux II	203
1.5	Fiche de l'UE –Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	209
2	Semestre 7: Parcours Ingénierie des systèmes embarqués et IoT	217
2.1	Fiche de l'UE – Micrcontrôleurs et circuits numériques	217
2.2	Fiche de l'UE – IoT et bus de communication	223
2.3	Fiche de l'UE – Commande et sureté des systèmes	229
2.4	Fiche de l'UE – Programmation et Virtualisation	234
2.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	240

3	Semestre 8: Parcours Ingénierie des Réseaux Intelligents et Services	248
3.1	Fiche de l'UE –5G/6G & IOT	248
3.2	Fiche de l'UE –Sécurité opérationnelle	255
3.3	Fiche de l'UE –Technologie, Modélisation & QoS	260
3.4	Fiche de l'UE –Applications sécurisées	266
3.5	Fiche de l'UE –Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	272
4	Semestre 8: Parcours Ingénierie des systèmes embarqués et IoT	278
4.1	Fiche de l'UE – Analyse de données	278
4.2	Fiche de l'UE – Tests et développement sur SOC's	284
4.3	Fiche de l'UE – Ingénierie des Microcontrôleurs et Systèmes Automatisés	289
4.4	Fiche de l'UE – Système Temps réel	296
4.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	302
V	Cinquième année Cycle ingénieur	308
1	Semestre 9: Parcours Ingénierie des Réseaux Intelligents et Services	309
1.1	Fiche de l'UE –Innovation de l'Ingénierie de l'informatique	309
1.2	Fiche de l'UE –Applications Multimédia	315
1.3	Fiche de l'UE –Data Science pour Réseaux	321
1.4	Fiche de l'UE –Modules complémentaires	327
1.5	Fiche de l'UE –Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	329
2	Semestre 9: Parcours Ingénierie des Systèmes embarqués et IoT	335
2.1	Fiche de l'UE – Co-design et architecture multi-cœurs	335
2.2	Fiche de l'UE – Domotique et énergies renouvelables	341
2.3	Fiche de l'UE – Robotique et IA embarquée	346
2.4	Fiche de l'UE – Veille technologique	352
2.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	354

Première partie

Première année cycle préparatoire: Info-Sup (Tronc Commun)

1	Semestre 1	5
1.1	Fiche de l'UE – Mathématiques 1	5
1.2	Fiche de l'UE – Informatique 1	11
1.3	Fiche de l'UE – Physique 1	17
1.4	Fiche de l'UE – Électricité 1	22
1.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	27
2	Semestre 2	35
2.1	Fiche de l'UE – Mathématiques 2	35
2.2	Fiche de l'UE – Informatique 2	40
2.3	Fiche de l'UE – Physique 2	47
2.4	Fiche de l'UE – Électricité 2	53
2.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	59

1

Semestre 1

1.1 Fiche de l'UE – Mathématiques 1

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– Code UE: UEF110– Crédits ECTS : 7 |
|--|

Prérequis de l'UE

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– Notions fondamentales de calcul, géométrie analytique et trigonométrie.– Bonne maîtrise des propriétés des fonctions usuelles (linéaires, quadratiques, exponentielles, etc.). |
|---|

Objectifs de l'UE

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– OU1: Comprendre et appliquer les concepts essentiels en algèbre et analyse, essentiels pour aborder des notions plus complexes en mathématiques et dans les autres disciplines de l'ingénierie– OU2: Maîtriser les outils d'analyse (calcul de limites, dérivées, intégrales, etc.) et d'algèbre (suites, polynômes, fractions rationnelles, etc.) qui sont cruciaux dans la résolution de problèmes mathématiques et d'ingénierie.– OU3: Analyser et résoudre des problèmes mathématiques fondamentaux– OU4: Développer des compétences en résolution de problèmes et en raisonnement rigoureux |
|---|

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Algèbre I	-	45	-	-	-	3,5
Analyse I	-	45	-	-	-	3,5
Total	-	90	-	-	-	7

TAB. 1.1 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Algèbre I	X		2	4
Analyse I	X		2	

TAB. 1.2 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Algèbre I	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Analyse I	X	–	–	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.3 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Algèbre 1

- Code ECUE: UEF111
- Crédits ECTS : 3,5

Prérequis de l'ECUE

- Connaissances de base en mathématiques (notions élémentaires de calcul, fonctions, etc.)

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les concepts de base en algèbre, incluant les structures algébriques élémentaires
- OE2: Connaître les fondements de l'arithmétique élémentaire et maîtriser les manipulations algébriques de base
- OE3: Appliquer les concepts d'algèbre dans des contextes variés, notamment pour résoudre des problèmes complexes en mathématiques appliquées

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS1	X	X	X

TAB. 1.4 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Nombres complexes

- Introduction aux nombres complexes, propriétés algébriques, représentation géométrique.

Chapitre 2 : Vocabulaire ensembliste

- Eléments de la théorie des ensembles.
- Applications, relation d'ordre, relation d'équivalence.
- Classes d'équivalence. Exemple $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$.

Chapitre 3 : Arithmétique

- Division euclidienne dans $\mathbb{Z}$. Divisibilité, PGCD, PPCM, Théorème de Gauss, Théorème de Bezout.
- Algorithme d'Euclide.
- Théorème de Fermat.

Chapitre 4 : Polynômes et fractions rationnelles

- Généralités sur les polynômes d'une variable à coefficients réels ou complexes.
- Racines d'un polynôme. Formule de Taylor.
- Division euclidienne dans $\mathbb{R}[X]$, $\mathbb{C}[X]$; factorisation, PGCD, PPCM.
- Décomposition en éléments simples dans $\mathbb{R}(X)$, $\mathbb{C}(X)$.

Chapitre 5 : Groupes, Anneaux et Corps

- Notions de groupes, sous-groupes. Ordre d'un élément. Sous-groupe engendré par un élément. Groupes cycliques.

Description du contenu du TD

TD1: Opérations et propriétés des nombres complexes - Racines n-ièmes des nombres complexes

- Calculs avec les nombres complexes en forme algébrique et trigonométrique. Utilisation des propriétés (addition, multiplication, division) et représentation sur le plan complexe
- Recherche et représentation géométrique des racines n-ièmes d'un nombre complexe. Application des formules de De Moivre

TD2: Opérations sur les ensembles - Relations et fonctions

- Résolution d'exercices sur les opérations de base sur les ensembles : union, intersection, différence, complémentaire, ainsi que les propriétés associées à ces opérations.
- Étude des relations binaires et des fonctions entre ensembles. Calcul des images et antécédents, identification de relations d'injection, surjection et bijection.

TD3: Divisibilité et critères de divisibilité - Algorithme d'Euclide et congruences

- Résolution de problèmes sur la divisibilité dans $\mathbb{Z}$, utilisation des critères de divisibilité (divisibilité par 2, 3, 5, etc.), et exercices sur les algorithmes de division.
- Application de l'algorithme d'Euclide pour calculer le PGCD et résoudre des équations de congruences. Utilisation du théorème de Bézout pour les systèmes linéaires.

TD4: Opérations sur les polynômes - Fractions rationnelles

- Résolution d'exercices sur les opérations algébriques sur les polynômes : addition, multiplication, division et recherche de racines d'un polynôme.
- Simplification des fractions rationnelles, étude des opérations (addition, multiplication) et résolution de problèmes impliquant des fractions rationnelles.

TD5: Étude des groupes - Anneaux et Corps

- Introduction aux groupes, démonstration de leurs propriétés et étude de groupes abéliens à travers des exemples pratiques (groupe des entiers modulo n , etc.).
- Résolution de problèmes sur les anneaux et corps, étude des propriétés algébriques et des applications à la cryptographie (exemples avec $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ et $\text{GF}(2)$).

Bibliographie et Ressources

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– Nombres complexes, polynômes et fractions rationnelles : Exercices corrigés avec rappels de cours Jean-Jacques Colin, Jean-Marie Morvan, Cépaduès, 01/07/2011– Initiation à l'analyse et à l'algèbre en L1 : Cours et exercices corrigés Sylvie Guerre-Delabrière, Ellipses, 2015 |
|--|

Fiche descriptive de l'ECUE : Analyse 1

- **Code ECUE:** UEF112
- **Crédits ECTS :** 3,5

Prérequis de l'ECUE

- Connaissances de base en calcul, algèbre, et géométrie analytique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Analyser les suites numériques, comprendre leur convergence et appliquer les théorèmes associés.
- OE2: Étudier les fonctions d'une variable réelle et résoudre des problèmes relatifs à la continuité et la dérivabilité.
- OE3: Calculer des primitives de fonctions et résoudre des équations différentielles simples.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS1	X	X	X

TAB. 1.5 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Suites numériques

- Généralités – Convergence – unicité de la limite
- Opérations sur les suites - convergence des suites monotones
- Suites adjacentes - suites particulières.

Chapitre 2 : Fonction numérique d'une variable

- Notions de continuité, de dérivabilité, du théorème des valeurs intermédiaires.
- Fonction continue strictement croissante sur un intervalle. Théorème des accroissements finis.
- Fonctions hyperboliques, trigonométriques réciproques.

- Développements limités. Formule de Taylor.

Chapitre 3 : Calcul de primitives

- Primitives usuelles. Primitives des fractions rationnelles.
- Formule de changement de variables. Intégration par parties. Applications.

Chapitre 4 : Équations différentielles

- Equations différentielles du premier ordre, méthode de la variation de la constante.
 - Equations différentielles linéaires du second ordre à coefficients constants, méthodes analytiques de résolution.
-

Description du contenu du TD

TD1: Convergence et limites des suites - Suites monotones et théorème des suites monotones

- Étude de la convergence des suites numériques, démonstration des propriétés des suites convergentes et divergentes. Calcul de limites pour diverses suites (arithmétiques, géométriques, etc.).
- Application du théorème des suites monotones, étude des suites croissantes et décroissantes, détermination des bornes et limite des suites.

TD2: Étude de la continuité et de la dérivabilité - Étude de la croissance et de la convexité

- Résolution d'exercices sur les critères de continuité, dérivabilité des fonctions usuelles, théorème des valeurs intermédiaires et étude des applications de la continuité et dérivabilité.
- Application des dérivées pour déterminer les intervalles de croissance, décroissance et concavité. Résolution de problèmes sur les points d'inflexion et les extrema.

TD3: Calcul des primitives de fonctions usuelles - Application de l'intégration par parties et par substitution

- Calcul des primitives de fonctions simples (polynômes, exponentielles, trigonométriques, etc.), utilisation du théorème fondamental de l'analyse pour résoudre des problèmes pratiques.
- Techniques d'intégration avancées : intégration par parties, par substitution, et applications pratiques.

TD4: Résolution des équations différentielles du premier ordre - Applications des équations linéaires et des équations différentielles à coefficients constants

- Résolution d'équations différentielles simples, applications aux phénomènes physiques (croissance exponentielle, lois de décroissance).
 - Résolution d'équations différentielles linéaires, applications aux systèmes dynamiques, interprétations géométriques des solutions.
-

Bibliographie et Ressources

- Initiation à l'analyse et à l'algèbre en L1 : Cours et exercices corrigés Sylvie Guerre-Delabrière, Ellipses, 2015.

1.2 Fiche de l'UE – Informatique 1

- **Code UE:** UEF120
- **Crédits ECTS:** 7

Prérequis de l'UE

- Connaissances de base en algorithmique et structures de données.
- Notions de base en programmation.

Objectifs de l'UE

- OU1: Maîtriser les principes fondamentaux de l'algorithmique et des structures de données.
- OU2: Acquérir les compétences nécessaires pour programmer efficacement en C.
- OU3: Développer une bonne maîtrise des structures de données.
- OU4: Appliquer des algorithmes classiques pour résoudre des problèmes algorithmiques.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Algorithmique et structures des données	-	45	-	-	-	3,5
Atelier Programmation 1	22,5	-	-	21	9	3,5
Total	22,5	45	-	21	9	7

TAB. 1.6 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Algorithmique et structures des données	X		2	4
Atelier Programmation 1	X		1,5	

TAB. 1.7 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Algorithmique et structures des données	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Atelier Programmation 1	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.8 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE: Algorithmique et Structures des Données

- Code ECUE: UEF121
- Crédits ECTS: 3,5

Prérequis de l'ECUE

- Notions mathématiques fondamentales (logique, ensembles, arithmétique)
- Esprit de résolution de problèmes et algorithmes de base

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les principes fondamentaux de l'algorithmique et les structures de données.
- OE2: Maîtriser les structures de contrôle et la programmation modulaire.
- OE3: Manipuler efficacement les structures de données statiques et dynamiques de base.
- OE4: Appliquer des algorithmes classiques de recherche, tri et récursivité.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X			
CS2	X	X	X	X
CS3			X	
CS4				X
CS6	X	X	X	
CS8				X

TAB. 1.9 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à l'algorithmique

- Définition et rôle des algorithmes
- Étapes de résolution d'un problème

Chapitre 2 : Fondements des Structures Algorithmiques

- Variables, constantes et types de données simples
- Expressions et opérateurs
- Structures conditionnelles
- Structures itératives

Chapitre 3 : Modularité des Algorithmes

- Décomposition modulaire
- Procédures et fonctions
- Passage de paramètres (par valeur et par adresse)
- Variables locales et globales
- Notion de portée des variables

Chapitre 4 : Structures de Données Statiques

- Tableaux : unidimensionnels et bidimensionnels
- Enregistrements : définition et manipulation

Chapitre 5 : Algorithmes de Recherche et de Tri

- Recherche dans un tableau : recherche séquentielle, recherche par sentinelle, recherche dichotomique.
- Algorithmes de tri : tri élémentaire (sélection, insertion, bulles), tri avancé (rapide, fusion)

Chapitre 6 : Introduction aux Pointeurs et Structures Dynamiques

- Définition et opérations fondamentales : adressage et déréférencement
- Pointeurs et tableaux
- Introduction à l'allocation dynamique de mémoire
- Passage de paramètres par adresse

Chapitre 7 : Récursivité

- Définition et principes
 - Comparaison entre un algorithme itératif vs un algorithme récursif
 - Applications classiques : Factorielle, Fibonacci, Tours de Hanoï
-

Description du contenu du TD

TD1: Fondements des Structures Algorithmiques

TD2: Modularité des Algorithmes

TD3: Structures de Données Statiques : Tableaux et Enregistrement

TD4: Algorithmes de Recherche et de Tri

TD5: Pointeurs et Structures Dynamiques

TD6: Récursivité

Bibliographie et Ressources

- Divay, Michel. Algorithmes et structures de données génériques. Edition Dunod, 1999.
- Sedgewick, Robert, and Kevin Wayne. Algorithms. Addison-wesley professional, 2011.
- Erickson, Jeff. Algorithms. 2023.

Fiche descriptive de l'ECUE : Atelier Programmation 1

- **Code ECUE:** UEF122
- **Crédits ECTS :** 3,5

Prérequis de l'ECUE

- Notions de base en algorithmique (variables, structures de contrôle, boucles, conditions).
- Compréhension des concepts fondamentaux de la programmation procédurale.
- Familiarité avec l'environnement de développement (GCC, Code::Blocks, Visual Studio Code, etc.).
- Capacité à analyser un problème et à proposer une solution algorithmique avant l'implémentation en C.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Maîtriser les concepts fondamentaux du langage C, y compris sa syntaxe, ses structures de contrôle et ses types de données.
- OE2: Concevoir et développer des programmes en C en appliquant les bonnes pratiques de programmation et en respectant les principes de modularité et de lisibilité du code.
- OE3: Analyser et résoudre des problèmes algorithmiques en exploitant les structures de données adaptées (tableaux, chaînes de caractères, structures) et en implémentant des fonctions efficaces.
- OE4: Manipuler les pointeurs et gérer dynamiquement la mémoire afin d'optimiser l'utilisation des ressources et d'améliorer la performance des applications.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1			X	
CS2		X	X	
CS3				X
CS4				
CS6	X			X

TAB. 1.10 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à la programmation C

- Historique et caractéristiques du langage C
- Environnement de développement (GCC, Code::Blocks, Visual Studio Code, etc.)
- Structure d'un programme en C
- Compilation, édition de liens et exécution d'un programme

Chapitre 2 : Types de données et Opérations

- Types de base (`int`, `float`, `char`, `double`, etc.)
- Déclaration et initialisation des variables
- Opérateurs arithmétiques, relationnels et logiques
- Opérateurs d'incrément et de décrément
- Expressions et affectations

Chapitre 3 : Structures de contrôle

- Instructions conditionnelles : `if`, `if-else`, `switch-case`
- Boucles : `for`, `while`, `do-while`
- Instructions de saut : `break`, `continue`, `goto`

Chapitre 4 : Tableaux et chaînes de caractères

- Déclaration et manipulation des tableaux
- Tableaux à une et plusieurs dimensions
- Chaînes de caractères et leur manipulation (`strlen`, `strcpy`, `strcat`, etc.)

Chapitre 5 : Fonctions en C

- Définition et appel de fonctions
- Passage de paramètres (valeur et adresse)
- Portée des variables (globale, locale, statique)
- Fonctions récursives

Chapitre 6 : Pointeurs et allocation dynamique

- Notion de pointeur et manipulation
- Pointeurs et tableaux
- Pointeurs et chaînes de caractères
- Allocation dynamique (`malloc`, `calloc`, `free`)

Chapitre 7 : Enregistrements (Structures en C)

- Définition et déclaration d'une `struct`
 - Accès aux membres d'une structure
 - Utilisation de `typedef` avec les structures
 - Tableaux de structures
 - Pointeurs sur structures
 - Structures imbriquées
-

Description du contenu du TP/travail personnel

- **TP1:** Introduction au langage C et environnement de développement
 - **TP2:** Manipulation des types de données et opérations
 - **TP3:** Structures de contrôle et boucles
 - **TP4:** Tableaux et chaînes de caractères
 - **TP5:** Fonctions et modularité du code
 - **TP6:** Pointeurs et allocation dynamique
 - **TP7:** Structures
-

Bibliographie et Ressources

- Kernighan, B.W., & Ritchie, D.M. (1988). *The C Programming Language* (2nd Edition). Prentice Hall.
- Deitel, P., & Deitel, H. (2016). *C How to Program* (8th Edition). Pearson.
- King, K. N. (2008). *C Programming: A Modern Approach* (2nd Edition). W. W. Norton & Company.
- Documentation officielle du langage C : <https://en.cppreference.com/w/c>
- Tutoriels C en ligne : <https://www.tutorialspoint.com/cprogramming/>
- OpenClassrooms – Apprenez à programmer en C : <https://openclassrooms.com/fr/courses/19980-apprenez-a-programmer-en-c>

1.3 Fiche de l'UE – Physique 1

- **Code UE:** UEF130
- **Crédits ECTS :** 5

Prérequis de l'UE

- Maîtrise des bases en mathématiques (algèbre vectorielle, trigonométrie, équations aux dimensions)
- Notions élémentaires de physique (mécanique et optique du lycée)
- Capacité à analyser et modéliser des phénomènes physiques en utilisant des raisonnements logiques et des formules mathématiques

Objectifs de l'UE

- OU1: Comprendre et modéliser les phénomènes physiques liés à l'optique géométrique et à la mécanique du point matériel
- OU2: Appliquer les principes fondamentaux de la cinématique, de la dynamique et des lois de l'optique pour analyser des situations physiques concrètes
- OU3: Résoudre des problèmes scientifiques en physique à l'aide d'outils mathématiques et de raisonnements basés sur les lois fondamentales
- OU4: Relier les concepts théoriques à des applications en ingénierie, notamment dans les domaines de l'optique appliquée et de la mécanique des systèmes

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Optique	-	33.75	-	-	-	2
Mécanique	-	33.75	-	-	-	3
Total	-	67.5	-	-	-	5

TAB. 1.11 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Optique	X		1	2.5
Mécanique	X		1	

TAB. 1.12 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Optique	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Mécanique	X	–	–	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.13 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Optique

- Code ECUE: UEF131
- Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

- Bases de trigonométrie et de géométrie (lois des sinus et cosinus, angles)

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1 : Comprendre la nature de la lumière, son comportement dans différents milieux et les lois fondamentales de l'optique géométrique (réflexion, réfraction, lois de Snell-Descartes).
- OE2 : Analyser la trajectoire de la lumière dans des milieux transparents, y compris les effets de dispersion et le passage à travers des prismes.
- OE3 : Construire et interpréter les images formées par les dioptries plans et sphériques, les miroirs et les lentilles minces, calculer les paramètres associés (distances focales, vergence, grandissement).
- OE4 : Expliquer le principe de fonctionnement des instruments d'optique usuels (loupe, microscope, télescope) à partir de la modélisation géométrique de la lumière.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	X
CS2	X		X	

TAB. 1.14 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à l'optique géométrique

- Nature et caractéristiques de la lumière (ondes et photons)
- Propagation rectiligne de la lumière et principe de Fermat
- Approximation de l'optique géométrique et hypothèses fondamentales

Chapitre 2 : Réflexion et réfraction

- Lois fondamentales de la réflexion et de la réfraction
- Réflexion totale interne et applications (fibres optiques, mirages)
- Miroirs plans et sphériques : construction d'images

Chapitre 3 : Dioptries et lentilles minces

- Dioptries plans et sphériques : équations et propriétés optiques
- Lentilles minces convergentes et divergentes : étude analytique et construction graphique des images
- Grandissement, vergence et puissance optique

Chapitre 4 : Systèmes optiques et instruments

- Dispersion de la lumière par un prisme, spectres lumineux
- Association de lentilles : formation des images et applications
- Correction des défauts visuels (myopie, hypermétropie, presbytie, astigmatisme)
- Étude des instruments optiques : loupe, microscope, télescope, appareil photo

Description du contenu du TD

TD 1 : Propagation rectiligne et modèles de la lumière – Étude des principes de base et applications simples.

TD 2 : Réflexion et réfraction – Exercices d'application des lois de Snell-Descartes, étude de cas sur la réflexion totale.

TD 3 : Étude des dioptries et lentilles minces – Construction d'images, calculs de distances focales et de grandissement.

TD 4 : Analyse des systèmes optiques – Étude des instruments d'optique (loupe, microscope, télescope), correction des défauts visuels.

Bibliographie et Ressources

- Optique géométrique et physique, M. Born et E. Wolf, Dunod
- Physique tout-en-un pour la licence, Laurent Gautron, Dunod
- Cours et exercices d'optique, Jean-Paul Porisat, Dunod
- Supports numériques : Simulations interactives (PhET, GeoGebra Optics)

Fiche descriptive de l'ECUE : Mécanique

- **Code ECUE:** UEF132
- **Crédits ECTS:** 3

Prérequis de l'ECUE

- Calcul vectoriel (Produit scalaire, produit vectoriel, produit mixte)
- Projection orthogonale
- Notions de base sur les équations aux dimensions

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les notions fondamentales de la cinématique du point matériel : position, déplacement, vitesse et accélération.
- OE2: Maîtriser les lois du mouvement: lois de Newton, composition des vitesses et des accélérations, référentiels galiléens.
- OE3: Analyser différents types de mouvements (rectilignes, circulaires, plans et spatiaux) et les principes de conservation (énergie, quantité de mouvement, moment cinétique).
- OE4: Appliquer les lois de la mécanique pour étudier l'équilibre statique, les forces en jeu et résoudre des problèmes concrets.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	X
CS2	X		X	

TAB. 1.15 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Cinématique du point matériel

- Notion de point matériel, trajectoire et référentiels
- Vecteur position, vitesse et accélération
- Mouvement rectiligne uniforme et uniformément accéléré

Chapitre 2 : Cinématique avec changement de référentiel

- Référentiels galiléens et non galiléens
- Lois de composition des vitesses et des accélérations
- Applications aux mouvements des satellites et véhicules en rotation

Chapitre 3 : Dynamique du point matériel

- Principe d'inertie et deuxième loi de Newton
- Forces usuelles : gravité, frottement, tension, réaction normale
- Applications aux systèmes simples

Chapitre 4 : Travail et énergie

- Travail d'une force et puissance mécanique
- Énergie cinétique et potentielle
- Théorème de l'énergie cinétique et conservation

Chapitre 5 : Résolution de problèmes pratiques

- Statique et équilibre des forces
 - Mouvements oscillatoires simples
 - Études de cas et exercices globaux
-

Description du contenu du TD

TD1: Cinématique du point matériel – Étude de la vitesse et de l'accélération dans divers référentiels

TD2: Changement de référentiel – Application des lois de composition des vitesses et des accélérations

TD3: Dynamique du point matériel – Résolution de problèmes avec application des lois de Newton

TD4: Énergie et travail – Étude des principes de conservation et applications aux systèmes mécaniques

TD5: Énergie et travail – Étude des principes de conservation et applications aux systèmes mécaniques

Bibliographie et Ressources

- Mécanique du point – A. Gibaud M. Henry, Dunod
 - Cours de mécanique – J.M. Brébec, Hachette Livre
 - Exercices et problèmes de mécanique – A. M. Clausset F. Clausset, Dunod
 - Supports en ligne : plateformes interactives et simulations numériques

1.4 Fiche de l'UE – Électricité 1

- **Code UE:** UEF141
- **Crédits ECTS:** 5

Prérequis de l'UE

- Bases mathématiques : nombres complexes - calcul différentiel et intégral - résolution d'équations différentielles
- Compétences en analyse et modélisation des circuits
- Maîtrise des outils numériques et expérimentaux

Objectifs de l'UE

- OU1: Maîtriser les concepts fondamentaux des circuits électriques et de l'électromagnétisme
- OU2: Analyser et résoudre des circuits en régime transitoire et sinusoïdal ; étudier la réponse temporelle et fréquentielle des circuits RL, RC et RLC.
- OU3: Comprendre et modéliser les phénomènes électromagnétiques et la propagation des ondes
- OU4: Développer des compétences pratiques en simulation et expérimentation

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Circuits électriques	-	45	-	12	-	3
Electromagnétisme	-	33.75	-	-	-	2
Total	-	78.75	-	12	-	5

TAB. 1.16 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Circuits électriques	X		1.5	2.5
Electromagnétisme	X		1	

TAB. 1.17 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Circuits électriques	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Electromagnétisme	X	–	–	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.18 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Circuits électriques

- **Code ECUE:** UEF141
- **Crédits ECTS:** 3

Prérequis de l'ECUE

- Nombres complexes (notation exponentielle et trigonométrique).
- Dérivées et intégrales (calcul des variations de tension et de courant).
- Équations différentielles (résolution des circuits RLC en régime transitoire).
- Utilisation de logiciels de simulation (LTSpice, MATLAB Simulink, etc.).

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Maîtriser les concepts de base des circuits électriques (courant, tension, résistance) et les lois fondamentales (Kirchhoff, Thévenin, Norton, etc.).
- OE2: Analyser des circuits en régime sinusoïdal et déterminer leur réponse dans le temps et en fréquence.
- OE3: Résoudre des circuits linéaires aux régimes transitoires.
- OE4: Étudier les filtres passifs (passe-bas, passe-haut) et analyser leur fonction de transfert.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	X

TAB. 1.19 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Les circuits électriques au régime continu – Notions de base

- Courant, tension, résistance.
- Dipôles électriques actifs et passifs.
- Lois de Kirchhoff (nœuds, mailles).
- Théorèmes généraux (superposition, Thévenin, Norton, Millman, Kennelly).

Chapitre 2 : Circuit linéaire aux régimes transitoires

- Relations courant-tension.
- Étude des dipôles passifs linéaires en régime variable.
- Analyse énergétique des circuits transitoires.

Chapitre 3 : Régime sinusoïdal

- Notion d'impédance complexe.
- Représentation des grandeurs sinusoïdales (Fresnel).
- Dipôles passifs en régime sinusoïdal (RLC).
- Puissance dissipée dans les dipôles passifs.

Chapitre 4 : Filtres

- Fonction de transfert.
 - Diagrammes de Bode.
 - Filtres passe-bas et passe-haut.
-

Description du contenu du TD

TD1: Notions de Base et Lois de Kirchhoff

TD2: Théorèmes Fondamentaux des Circuits Linéaires

TD3: Régime Transitoire dans les Circuits RLC

TD4: Régime Sinusoïdal et Impédances

TD5: Étude des Filtres et Analyse en Fréquence

Description du contenu du TP

TP1: Initiation à l'utilisation des appareils de mesure (alimentation, oscilloscope, multimètre)

TP2: Application des théorèmes généraux des réseaux (Méthode de diviseur de tension, Théorème de Thévenin)

TP3: Théorèmes de Norton, superposition, et méthode de Millman

TP4: Étude des filtres statiques (passe-bas et passe-haut)

Bibliographie et Ressources

- Yves Granjon, ÉLECTRICITÉ EXERCICES ET MÉTHODES, Dunod, 2017.
- E. Krasnopol, Réseaux linéaires - Méthodes et applications, Castella, 2003.

Fiche descriptive de l'ECUE : Electromagnétisme

- **Code ECUE:** UEF142
- **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- Calcul d'intégrale
- Calcul trigonométrique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les principes de base du champ électromagnétique au régime variable
- OE2: Déterminer les grandeurs caractéristiques d'une onde électromagnétique
- OE3: Connaître le type d'une onde à partir de sa fonction
- OE4: Déterminer l'expression du champ électrique à partir du champ magnétique en appliquant les équations de maxwell et vice versa

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	X

TAB. 1.20 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Lois générales de l'électromagnétisme

- Introduction à l'électromagnétisme
- Apport de Maxwell
- Equations de Maxwell
- Energie électromagnétique

Chapitre 2 : Généralités sur les ondes

- Notion d'onde
- Nature des ondes
- Types des ondes
- Propagation des ondes

Chapitre 3 : Ondes électromagnétiques

- Spectre des ondes électromagnétiques
- Equations de propagation des champs dans les milieux matériels
- Equations de propagation des champs dans le vide
- Nature de propagation des ondes électromagnétiques

Chapitre 4 : Propagation libre des ondes électromagnétiques

- Propagation sans obstacle
 - Réflexion des ondes
 - Réfraction des ondes
 - Diffraction des ondes
 - Interférence des ondes
 - Absorption / Dispersion des ondes
-

Description du contenu du TD

TD1: Introduction aux équations de Maxwell et applications fondamentales

TD2: Propagation des ondes électromagnétiques dans le vide et les milieux matériels

TD3: Réflexion, réfraction et diffraction des ondes électromagnétiques

TD4: Spectre électromagnétique et applications technologiques

Bibliographie et Ressources

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– Cours de Physique pour la Licence- Électromagnétisme - Tome 2, Daniel Cordier, Juillet 2007– Cours de Physique; Électromagnétisme T.2; Introduction et Ondes électromagnétique”, Daniel Cordier, Juillet 2007 |
|--|

1.5 Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique

- **Code UE:** UET110
- **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

- Le déjà-là chez tout apprenant

Objectifs de l'UE

- OU1: Développer une méthode de travail personnelle efficace : organiser son temps, optimiser ses révisions, mobiliser des techniques de mémorisation, et adopter une posture réflexive favorisant l'autonomie et la réussite académique.
- OU2: Renforcer ses compétences en communication écrite et orale en s'exprimant avec clarté et précision en langue française dans des situations authentiques et en associant savoir-faire langagiers et savoir-être, tout en respectant les règles de communication responsables.
- OU3: Maîtriser les outils et environnements numériques en utilisant efficacement les technologies numériques pour rechercher, traiter, créer, protéger et partager de l'information, en tenant compte des aspects éthiques, juridiques, environnementaux et collaboratifs.
- OU4: Collaborer et interagir dans des environnements hybrides en participant activement à des projets collectifs en ligne ou en présentiel, en appliquant les principes de la netiquette, en gérant son identité numérique et en s'intégrant comme acteur social et citoyen dans l'espace numérique.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Français 1	-	-	22.5	-	-	2
Culture et compétences numériques 2CN	-	-	-	22.5	-	2
Atelier study skills 1	-	-	22.5	-	-	2
Total	-	-	45	22.5	-	6

TAB. 1.21 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Français 1		X	1	2
Culture et compétences numériques 2CN		X	1	
Atelier study skills 1		X	1	

TAB. 1.22 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Contrôle continu			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Français 1	X	–	–	20%	X	–	–	80%
Culture et compétences numériques 2CN	–	–	X	20%	X	–	–	80%
Atelier study skills 1	X	–	–	20%	X	–	–	80%

TAB. 1.23 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Français 1

- Code ECUE: UET111
- Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

- Le déjà-là chez tout apprenant

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Centrer le processus Enseignement/Apprentissage sur les besoins des apprenants
- OE2: Identifier les ressources et créer des situations d'apprentissage authentiques
- OE3: Adopter l'approche actionnelle : apprentissage et évaluation par la tâche professionnelle
- OE4: Associer tâches professionnelles impliquant une communication en langue française, savoir-faire langagiers et savoirs être correspondants
- OE5: Aider les étudiants à acquérir des compétences personnelles essentielles en plus des savoir-faire et avoir un profil qui se démarque.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE				
	OE1	OE2	OE3	OE4	OE5
CS9	X				
CS10	X	X	X	X	X
CS11			X		X

TAB. 1.24 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 :

- Travailler sur une variété de situations de communication professionnelle déterminées par un référentiel de compétences langagières.

Chapitre 2 :

- Communiquer avec la hiérarchie et avec l'équipe (rédiger des courriels, prendre la parole devant un public de spécialistes, participer aux échanges latéraux, lire, comprendre ou produire des documents professionnels, respecter les conventions implicites ...)

Chapitre 3 :

- Communiquer avec les clients à l'écrit et à l'oral (choisir l'attitude face aux clients, recueillir les besoins des clients, justifier le choix des outils, logiciels, stratégies, argumenter en faveur d'une solution, convaincre, pratiquer l'écoute active et développer la perception de l'interlocuteur, gérer les obstacles et freins à la communication...)

Chapitre 4 :

- Faire le point sur ses propres atouts et ses axes d'amélioration en termes de communication verbale et non verbale.

Bibliographie et Ressources

- Formation des Formateurs Soft Skills (validée en janvier 2021), JOBS – EFE, groupe Abilways
- Référentiel des métiers et des compétences (Référentiel des métiers Tunisie - Digital Talent)
- Analyse Linguistique des Professions (Canada): Base de données Analyse Linguistique des Professions (ALP), du Centre des niveaux de compétence linguistique canadiens (CNCLC): <http://www.itsessential.ca>
- Université régionale - BELC, Sousse 2019, Module 6A et B : Se former au français professionnel, avec le français des affaires de la CCI Paris Île-de-France – Ingénierie de formation et Didactique et pédagogie
- Le français des affaires, CCI Paris Ile-de-France (lefrancaisdesaffaires.fr)
- Un cadre européen commun pour les professionnels des TIC dans tous les secteurs (European e-Competence Framework (ecompetences.eu))
- La prise de parole en public - partie 1 : posture, gestuelle, gestion de l'espace - YouTube

Fiche descriptive de l'ECUE : Culture et compétences numériques : 2CN

- **Code ECUE:** UET112
- **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- Le déjà-là chez tout apprenant

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Maîtriser les compétences numériques essentielles pour rechercher, traiter, protéger et partager de l'information dans des contextes variés.
- OE2: Adopter une posture critique et responsable face aux usages du numérique, en intégrant les enjeux d'éthique, de vie privée, de santé et d'environnement.
- OE3: Collaborer et communiquer efficacement en ligne en respectant les règles de netiquette, de droit numérique et en gérant son identité numérique.
- OE4: Créer des contenus numériques adaptés et accessibles (textes, visuels, multimédia, contenus interactifs) en tenant compte des formats, des outils et des droits associés.
- OE5: Développer une culture numérique évolutive en découvrant les grands principes techniques (systèmes, réseaux, cloud, IA, etc.) et en suivant les tendances émergentes

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE				
	OE1	OE2	OE3	OE4	OE5
CS9		X		X	X
CS10					
CS11	X		X		X

TAB. 1.25 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Informations et données

- Mener une recherche efficace via des moteurs classiques et des outils d'IA (Google, ChatGPT, Perplexity)
- Mettre en place une veille thématique à l'aide d'outils modernes (Google Alerts, Feedly, Notify, LinkedIn, etc.) la qualité, la fiabilité, l'origine et l'intention d'une information (fact-checking, analyse des biais)
- Identifier les fake news, désinformations, bulles de filtre et algorithmes de personnalisation
- Organiser et structurer des fichiers et dossiers, en local ou sur le cloud (Google Drive, OneDrive, NextCloud)
- Gérer des métadonnées, tags, arborescences, compression et synchronisation
- Traiter des données simples à l'aide de tableurs (Excel, Google Sheets) ou outils no-code (Airtable)
- Appliquer des calculs et visualisations graphiques (histogramme, diagramme circulaire, etc.)
- Sensibiliser à la protection des données personnelles, droit applicable selon la localisation (RGPD, etc.)
- Comprendre des enjeux liés aux systèmes d'information et à la souveraineté numérique

Chapitre 2 : Communication et collaboration

- Interagir avec des individus ou groupes via messagerie, visio, forums, etc.
- Respecter les codes de communication et la netiquette
- Partager des contenus en ligne dans le respect du droit et de l'éthique
- Collaborer à distance (co-édition, gestion de versions, droits d'accès)
- Gérer son identité numérique et sa e-réputation
- Participer à des espaces numériques en tant que citoyen responsable

Chapitre 3 : Création de contenu numérique

- Créer des documents textuels efficaces et structurés (traitement de texte, présentation, carte mentale)
- Produire du contenu multimédia (image, son, vidéo, animation, mashup) avec les outils adéquats
- Adapter les formats et les supports selon la finalité et les publics visés (impression, web, mobile)
- Utiliser et attribuer correctement des licences d'usage (Creative Commons, GPL, etc.)

Chapitre 4 : Protection et sécurité

- Sécuriser ses équipements, communications et données (mots de passe robustes, authentification, antivirus, chiffrement, pare-feu)
- Reconnaître les formes de cyberattaques courantes (phishing, ransomware, ingénierie sociale) et adopter les bons réflexes
- Configurer la confidentialité de ses comptes et maîtriser ses traces numériques
- Protéger ses données personnelles en ligne et respecter celles des autres (RGPD, cookies, tracking)
- Identifier les risques du numérique sur la santé (troubles posturaux, dépendance, surcharge cognitive) et adopter des pratiques équilibrées
- Comprendre l'empreinte écologique du numérique et promouvoir des usages responsables (Green IT, recyclage, sobriété numérique)

Chapitre 5 : Environnement technique et évolution du numérique

- Familiarisation avec les systèmes d'exploitation (Windows, Linux)
 - Notions de réseau, IoT, cloud computing
 - Pratiques écoresponsables (Green IT)
-

Bibliographie et Ressources

- <https://comprendredigcomp.com/index.html>

Fiche descriptive de l'ECUE : Atelier Study skills 1

- **Code ECUE:** UET113
 - **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- Le déjà-là chez tout apprenant

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les mécanismes cognitifs et les techniques d'apprentissage: Acquérir des connaissances sur le fonctionnement du cerveau et appliquer des stratégies de mémorisation avancées (récupération active, répétition espacée, méthode Feynman).
- OE2: Adapter son approche d'apprentissage à son profil personnel: Identifier son profil de personnalité (test DISC) et utiliser cette connaissance pour personnaliser ses stratégies d'apprentissage et de gestion du temps.
- OE3: Optimiser la gestion du temps et la productivité: Appliquer la méthode GTD pour organiser ses révisions, utiliser la matrice Eisenhower pour prioriser, et la méthode Pomodoro pour gérer ses sessions de travail.
- OE4: Maximiser la concentration et gérer les distractions: Mettre en place des stratégies pour améliorer la concentration, réduire les distractions numériques et adopter des techniques de "Deep Work" et de pleine conscience pour renforcer l'attention.
- OE5: Structurer l'information et organiser les révisions: Utiliser le mind mapping pour organiser les concepts, créer des synthèses claires et élaborer un planning de révisions efficace.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE				
	OE1	OE2	OE3	OE4	OE5
CS9			X		
CS10		X			X
CS11	X	X	X	X	X

TAB. 1.26 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Neurosciences et techniques d'apprentissage avancées

- Explorer le fonctionnement du cerveau et les processus de mémorisation: Comprendre comment le cerveau traite et mémorise l'information pour améliorer l'efficacité de l'apprentissage.
- Appliquer des méthodes avancées pour renforcer la mémorisation: Utiliser des techniques éprouvées telles que la récupération active, la répétition espacée et la méthode Feynman pour optimiser l'apprentissage à long terme.
- Adapter ses stratégies d'apprentissage à son profil personnel: Identifier son profil de personnalité à l'aide du test DISC et ajuster ses méthodes d'apprentissage en fonction de ses préférences et points forts.
- Utiliser le mind mapping pour organiser l'information: Découvrir le mind mapping comme un outil puissant pour structurer les idées, clarifier les concepts et visualiser les relations entre différentes notions.

Chapitre 2 : Gestion du temps et productivité en prépa

- Planification des révisions avec la méthode GTD : Organiser ses révisions en décomposant les tâches en actions concrètes et en priorisant les plus importantes.
- Priorisation des tâches avec la matrice Eisenhower : Distinguer les tâches urgentes et importantes pour éviter la procrastination et se concentrer sur l'essentiel.
- Optimisation de la productivité avec la méthode Pomodoro : Structurer les sessions de travail en intervalles courts pour maintenir une haute productivité tout en prenant des pauses régulières.
- Gestion des révisions avec le mind mapping : Utiliser des cartes mentales pour organiser les tâches, planifier les révisions, et visualiser l'ensemble du programme.

Chapitre 3 : Concentration et gestion des distractions

- Stratégies pour maximiser la concentration et éviter la surcharge cognitive.
 - Réduction des distractions numériques et techniques de “Deep Work”.
 - Exercices de focalisation et de pleine conscience pour améliorer l'attention.
-

Bibliographie et Ressources

- “Make It Stick: The Science of Successful Learning”** – Peter C. Brown, Henry L. Roediger III, Mark A. McDaniel
- “The Talent Code: Greatness Isn’t Born. It’s Grown. Here’s How.” – Daniel Coyle
- “The Art of Learning: An Inner Journey to Optimal Performance” – Josh Waitzkin
- “GTD: Getting Things Done: The Art of Stress-Free Productivity” – David Allen
- “The Mind Map Book: Unlock your creativity, boost your memory, change your life” – Tony Buzan
- “Deep Work: Rules for Focused Success in a Distracted World” – Cal Newport
- “NeuroLearning: An Introduction to the Science of Learning and the Neuroscience of Education” – Dr. Leif Edvinsson
- The Learning Scientists - [www.learningscientists.org]
- Coursera - Learning How to Learn - [www.coursera.org/learn/learning-how-to-learn]
- TED Talks - Learning and Teaching - [www.ted.com/topics/learning]
- Feynman Technique - [www.feynman.tech]

2

Semestre 2

2.1 Fiche de l'UE – Mathématiques 2

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– Code UE: UEF210– Crédits ECTS : 7 |
|--|

Prérequis de l'UE

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– Algèbre 1– Analyse 1 |
|---|

Objectifs de l'UE

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– OU1: Maîtriser les concepts avancés d'algèbre linéaire et d'analyse, incluant les espaces vectoriels, les applications linéaires, les matrices, les séries numériques et les intégrales généralisées.– OU2: Développer des compétences en raisonnement mathématique et en modélisation, en appliquant des méthodes analytiques et algébriques à la résolution de problèmes scientifiques et techniques.– OU3: Utiliser les outils mathématiques avancés en informatique et en ingénierie, notamment pour l'analyse et l'interprétation de données, les transformations et les séries de Fourier. |
|--|

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Algèbre 2	-	45	-	-	-	3.5
Analyse 2	-	45	-	-	-	3.5
Total	-	90	-	-	-	7

TAB. 2.1 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Algèbre 2	X		2	4
Analyse 2	X		2	

TAB. 2.2 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Algèbre 2	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Analyse 2	X	–	–	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.3 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Algèbre 2

- Code ECUE: UEF211
- Crédits ECTS : 3.5

Prérequis de l'ECUE

- Algèbre 1

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les concepts de base en algèbre linéaire
- OE2: Résoudre les systèmes différentiels comme les intégrales généralisées, les séries numériques, les séries entières et les intégrales dépendant d'un paramètre.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE	
	OE1	OE2
CS1	X	X

TAB. 2.4 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Espaces vectoriels

- Espaces vectoriels : définitions, propriétés et exemples.
- Sous-espaces vectoriels, sous-espaces supplémentaires.
- Systèmes générateurs, systèmes libres, bases, dimension.

Chapitre 2 : Applications linéaires

- Rang et noyau d'une application linéaire, théorème du rang.
- Représentation matricielle.
- Systèmes linéaires.
- Espace Euclidien

Chapitre 3 : Calcul matriciel

- Définition et opérations sur les matrices, rang d'une matrice, matrices inversibles.
- Déterminants.

Description du contenu du TD

TD1: Bases et propriétés des espaces vectoriels

TD2: Sous-espaces vectoriels et dimensions

TD3: Applications linéaires et théorème du rang

TD4: Calcul matriciel et déterminants

Bibliographie et Ressources

- Algèbre linéaire : Idées et méthodes, Rémi Ruppli, Ellipses, 2002
- Toute l'algèbre de la Licence - 5e édition, Cours et exercices corrigés, Jean-Pierre Escofier Dunod, mai 2020

Fiche descriptive de l'ECUE : Analyse 2

- **Code ECUE**: UEF212
- **Crédits ECTS** : 3.5

Prérequis de l'ECUE

- Analyse 1

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les intégrales généralisées, les séries numériques, les séries entières et les intégrales dépendant d'un paramètre.
- OE2: Utiliser les intégrales généralisées, les séries numériques, les séries entières et les intégrales dépendant d'un paramètre pour la gestion des problèmes.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE	
	OE1	OE2
CS1	X	X

TAB. 2.5 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Intégrales généralisées.

- Calcul pratique de quelques intégrales généralisées. Exemples fondamentaux. Convergence absolue.
- Cas des fonctions positives (comparaison et équivalence).
- Règle d'Abel.

Chapitre 2 : Séries numériques

- Séries à termes positifs.
- Critères de convergences : Critère de Cauchy, critère d'Alembert, critères de comparaison et d'équivalence.
- Comparaison d'une série numérique et d'une intégrale généralisée.
- Séries alternées.

Chapitre 3 : Séries entières

- Rayon de convergence. Somme et produit de séries entières.
- Dérivation et intégration des séries entières.
- Développement en séries entières des fonctions usuelles.

Chapitre 4 : Séries de Fourier

- Séries trigonométriques : représentation complexe – calcul des coefficients cas réel et cas complexes
- Séries de Fourier – Développements en séries de Fourier- Théorème de Dirichlet- égalité de Parseval – Applications

Description du contenu du TD

TD1: Calcul et Convergence des Intégrales Généralisées

TD2: Critères de Convergence des Séries Numériques

TD3: Séries Entières et Développement

TD4: Séries de Fourier et Applications

Description du contenu du TP/travail personnel

Aucun TP n'est programmé pour ce cours.

Bibliographie et Ressources

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– Séries numériques : Exercices corrigés avec rappels de cours, Mathieu de Segonzac, Gilbert Monna avec la contribution de Rémi Morvan ,Cépaduès, 2010.– Calcul intégral et séries : Cours élémentaire de mathématiques supérieures - Tome 3, Jean Quinet, Dunod, 1973 |
|---|

2.2 Fiche de l'UE – Informatique 2

- **Code UE:** UEF220
- **Crédits ECTS:** 7

Prérequis de l'UE

- Connaissances de base en algorithmique et structures de données.
- Maîtrise des concepts fondamentaux du langage C, y compris la gestion de la mémoire et la manipulation de pointeurs.

Objectifs de l'UE

- OU1: Analyser la complexité des algorithmes afin d'évaluer et d'optimiser leurs performances en fonction des contraintes.
- OU2: Manipuler et optimiser l'utilisation des structures de données dynamiques pour améliorer l'efficacité des programmes.
- OU3: Concevoir et implémenter des structures de données avancées en C et comprendre leur impact sur la performance du stockage et de la manipulation des données.
- OU4: Développer des compétences pratiques en langage C pour résoudre des problèmes complexes, en mettant l'accent sur la gestion dynamique de la mémoire et l'optimisation des ressources.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Algorithmique et Complexité	-	45	-	-	-	3,5
Atelier Programmation 2	22,5	-	-	21	9	3,5
Total	22,5	45	-	21	9	7

TAB. 2.6 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

Validation de l'UE

Fiche descriptive de l'ECUE : Algorithmique et Complexité

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Algorithmique et Complexité	X		2	4
Atelier Programmation 2	X		1,5	

TAB. 2.7 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Algorithmique et Complexité	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Atelier Programmation 2	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.8 – Pondérations pour chaque ECUE

- **Code ECUE:** UEF221
- **Crédits ECTS:** 3,5

Prérequis de l'ECUE

- Notions fondamentales d'algorithmique et de structures de données.
- Bases sur la récursivité et la modularité des algorithmes.
- Manipulation des tableaux, pointeurs et allocation dynamique de mémoire.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Analyser la complexité des algorithmes pour évaluer leurs performances.
- OE2: Manipuler des structures de données dynamiques et optimiser leur utilisation.
- OE3: Implémenter des structures de données avancées et les algorithmes associés.
- OE4: Concevoir et analyser des structures de données avancées et des algorithmes associés pour optimiser le stockage et la manipulation des données.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1				
CS2	X	X		X
CS3		X		
CS4			X	X
CS6	X	X	X	
CS7				
CS8				X

TAB. 2.9 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Calcul de Complexité

- Performance des algorithmes et analyse asymptotique
- Notations asymptotiques : O, Ω, Θ
- Complexité au pire des cas, au meilleur des cas et complexité moyenne
- Classes de complexités
- Complexité des algorithmes itératifs

Chapitre 2 : Structures de Données Dynamiques

- Listes chaînées : simples, doubles et circulaires
 - Implémentation statique et dynamique.
 - Opérations fondamentales : insertion, suppression, recherche.
- Piles et files
 - Implémentation statique et dynamique.
 - Opérations fondamentales.
- Gestion avancée de la mémoire avec les structures dynamiques.

Chapitre 3 : Diviser pour Régner et Complexité des Algorithmes Récursifs

- Principe du paradigme “Diviser pour régner”
- Exemples classiques : Tri fusion, Tri rapide, recherche dichotomique, etc.
- Analyse de la complexité des algorithmes récursifs: Relation de récurrence, Master Theorem.

Chapitre 4 : Arbres et Algorithmes Associés

- Définition et représentation des arbres
- Arbres binaires
 - Parcours: préfixé, infixé, postfixé

- Applications classiques.
- Arbres binaires de recherche (ABR)
 - Opérations fondamentales : insertion, suppression, recherche.
 - Cas dégénérés et équilibrage.
- Arbres équilibrés: Introduction aux arbres AVL et rotations.

Chapitre 5 : Graphes et Algorithmes Associés

- Définitions et propriétés des graphes
- Représentations des graphes : Matrice d'adjacence, liste d'adjacence.
- Algorithmes de parcours de graphes
 - Parcours en largeur (BFS).
 - Parcours en profondeur (DFS).
- Algorithmes et Problèmes Classiques sur les Graphes.
 - Algorithmes des plus courts chemins: Dijkstra, Bellman-Ford.
 - Problèmes classiques sur les graphes: Coloration des graphes, problème de couverture, connexité des graphes.

Description du contenu du TD

TD1: Complexité des algorithmes itératifs

TD2: Listes chaînées, Piles, Files

TD3: Complexité des Algorithmes Récursifs

TD4: Les Arbres

TD5: Les Graphes

Bibliographie et Ressources

- Thomas H. Cormen, Charles E. Leireson, Ronald L Rivest et Clifford Stein, Introduction à l'algorithmique , cours et exercices 2ème cycle Ecoles d'ingénieurs , Edition Dunod, 2ème édition, Paris 2002.
 - Papadimitriou, Christos. "Algorithms, complexity, and the sciences." Proceedings of the National Academy of Sciences 111.45 (2014): 15881-15887.
 - Sedgewick, Robert, and Kevin Wayne. Algorithms: 24-part Lecture Series. Addison-Wesley Professional, 2015.
 - Weiss, Mark Allen. Data structures and algorithm analysis. Benjamin-Cummings Publishing Co., Inc., 1995.

Fiche descriptive de l'ECUE : Atelier Programmation 2

- **Code ECUE:** UEF222
 - **Crédits ECTS:** 3,5

Prérequis de l'ECUE

- Programmation en C

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- **OE1** : Comprendre et appliquer les concepts avancés du langage C, y compris la gestion dynamique de la mémoire et les structures de données.
- **OE2** : Implémenter des structures de données classiques (listes, piles, files, arbres) en utilisant le langage C.
- **OE3** : Manipuler efficacement les fichiers et utiliser les pointeurs pour optimiser les performances des programmes.
- **OE4** : Appliquer les connaissances acquises pour résoudre des problèmes complexes et développer des applications robustes en C.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X			
CS2	X	X	X	X
CS3		X	X	X
CS4				
CS6	X	X	X	X
CS7			X	
CS8	X	X		X

TAB. 2.10 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Pointeurs avancés

- Arithmétique des pointeurs
- Pointeurs de pointeurs (double pointeur)
- Pointeurs sur fonctions
- Allocation dynamique avancée

Chapitre 2 : Gestion des fichiers

- Manipulation des fichiers en mode texte
- Manipulation des fichiers en mode binaire

- Fonctions de gestion des fichiers (fopen, fclose, fread, fwrite, fprintf, fscanf)

Chapitre 3 : Structures de données dynamiques

- Définition et utilisation des structures ('struct')
- Allocation dynamique et structures
- Listes chaînées (simples, doubles, circulaires)

Chapitre 4 : Piles (Stacks)

- Définition et principes des piles (LIFO)
- Implémentation d'une pile avec un tableau
- Implémentation d'une pile avec une liste chaînée
- Applications des piles (ex : conversion d'expressions, gestion de l'historique)

Chapitre 5 : Files (Queues)

- Définition et principes des files (FIFO)
- Implémentation d'une file avec un tableau
- Implémentation d'une file avec une liste chaînée
- Variantes des files (double-ended queue, priority queue)

Chapitre 6 : Arbres

- Définition et représentation des arbres
- Parcours d'arbres (préfixé, infixé, postfixé)
- Arbres binaires de recherche (insertion, suppression, recherche)

Chapitre 7 : Introduction aux Graphes

- Définition et représentations des graphes (matrice d'adjacence, liste d'adjacence)
 - Parcours des graphes : parcours en largeur (BFS), parcours en profondeur (DFS)
 - Algorithmes fondamentaux sur les graphes (Dijkstra, Floyd-Warshall)
 - Applications des graphes (réseaux, planification, intelligence artificielle)
-

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Pointeurs avancés et arithmétique des pointeurs
TP2: Gestion des fichiers en mode texte et binaire
TP3: Manipulation des structures et allocation dynamique
TP4: Listes chaînées (simples, doubles, circulaires)
TP5: Implémentation des piles (LIFO)
TP6: Implémentation des files (FIFO)
TP7: Arbres binaires et parcours
TP8: Introduction aux graphes et algorithmes de parcours

Bibliographie et Ressources

- Kernighan, B. W., & Ritchie, D. M. (1988). *The C Programming Language* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Deitel, P., & Deitel, H. (2015). *C How to Program* (8th ed.). Pearson.
- King, K. N. (2008). *C Programming: A Modern Approach* (2nd ed.). W. W. Norton & Company.
- Robert Sedgewick, K. Wayne. (2011). *Algorithms in C* (Parts 1-5). Addison-Wesley.
- Documentation officielle de GNU GCC : <https://gcc.gnu.org/>
- Tutoriels en ligne : <https://www.learn-c.org/>, <https://cplusplus.com/reference/clibrary/>

2.3 Fiche de l'UE – Physique 2

- **Code UE:** UEF230
- **Crédits ECTS :** 5

Prérequis de l'UE

- Algèbre
- analyse
- Mécanique
- Optique

Objectifs de l'UE

- OU1: Développer la capacité des étudiants à modéliser, analyser et interpréter des phénomènes physiques et des signaux dans des systèmes classiques et quantiques.
- OU2: Préparer les étudiants à l'intégration de ces notions dans des domaines innovants tels que : capteurs quantiques, calcul quantiques et les systèmes informatiques futurs.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Théorie du signal	-	33.75	-	-	-	2
Physique quantique	-	33.75	-	-	-	3
Total	-	67.5	-	-	-	5

TAB. 2.11 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Théorie du signal	X		1	2.5
Physique quantique	X		1	

TAB. 2.12 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Théorie du signal	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Physique quantique	X	–	–	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.13 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Traitement du signal

- Code ECUE: UEF231
- Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

- Notions de calcul intégral, de suites et séries numériques.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: - Présentation des principes fondamentaux du traitement du signal
- OE2: Acquisition des concepts de base des signaux continus et discrets et des domaines temporels et fréquentiels
- OE3: Maîtrise de l'évaluation et de l'analyse de la réponse d'un système

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS1	X	X	X

TAB. 2.14 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction au traitement du signal

- Notions élémentaires : notion de signal et notion de bruit
- Energie et puissance

- Valeur moyenne d'un signal
- Classification des signaux
 - o Classification phénoménologique
 - o Classification énergétique
 - o Classification morphologique
 - o Classification spectrale

Chapitre 2 : Traitement des signaux analogiques

- Dualité temps-fréquence
- Décomposition en série de Fourier
 - o Equation de synthèse
 - o Equation d'analyse
 - o Egalité de Parseval
 - o Effets d'opérations élémentaires (translation, dérivée, primitive)
- Transformée de Fourier
 - o Passage de la série à la transformée de Fourier
 - o Propriétés de la Transformée de Fourier
 - o Analyse spectrale
 - o Produit de convolution (Théorème de Plancherel)
 - o Relation entre convolution et corrélation (Théorème de Wiener Kintchine)
 - o Théorème de Parseval
- Représentation d'un système linéaire
 - o Réponse impulsionnelle
 - o Réponse en fréquence
 - o Filtrage des signaux
- Transformée de Laplace
 - o Propriétés
 - o Etude de la Stabilité
 - o Diagramme de Bode
 - o Applications

Chapitre 3 : Traitement des signaux numériques

- Introduction à la Numérisation
- Echantillonnage
 - o Echantillonnage idéal
 - o Problème de repliement spectral
 - o Echantillonnage réel
 - o Echantillonnage – blocage
 - o Décimation/interpolation
- Quantification
 - o Quantification uniforme
 - o Quantification non uniforme
- Transformées de Fourier du signal discret
- Transformée de Fourier discrète
 - o Fenêtrage
 - o Echantillonnage en fréquence
- Convolution discrète
- Transformée en Z

- Transformée en Z inverse
 - Conception de Filtres numériques
 - o Filtre à RIF
 - o Filtre à RII
-

Description du contenu du TD

TD1: Analyse de signaux – Étude des caractéristiques temporelles et fréquentielles

TD2: Application de la transformée de Fourier à des signaux réels

TD3: Étude de l'échantillonnage et du repliement spectral

TD4: Filtrage numérique et analogique

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Synthèse des signaux élémentaires : analyse temporelle et spectrale

TP2: Echantillonnage : problème de repliement spectral

TP3: Fenêtrage : influence sur la résolution spectrale

TP4: Synthèse des filtres

Bibliographie et Ressources

- Introduction au traitement du signal, Patrick DUVAUT, François MICHAUT, Michel CHUC, Hermes, 1994.
 - Le traitement du signal sous Matlab, André QUINQUIS, Hermes, 2000.

Fiche descriptive de l'ECUE : Physique quantique

- **Code ECUE:** UEF232
 - **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- Analyse
 - Algèbre
 - Mécanique
 - Onde électromagnétique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les principes fondamentaux de la mécanique quantique et leurs implications en informatique (qubits, superposition, intrication).
- OE2: Maîtriser les bases des technologies quantiques émergentes (calcul quantique, cryptographie post-quantique, capteurs quantiques).
- OE3: Préparer aux défis de la cybersécurité quantique et à l'intégration de ces concepts dans les systèmes informatiques futurs.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS1	X	X	X

TAB. 2.15 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à la Physique Quantique

- Crise de la physique classique
 - Limites de la mécanique newtonienne (rayonnement du corps noir, effet photoélectrique).
 - Expériences clés : fentes de Young avec électrons, spectres atomiques.
- Postulats fondamentaux
 - Dualité onde-particule (De Broglie).
 - Principe d'incertitude de Heisenberg.
- Formalisme mathématique
 - Espace de Hilbert, kets et bras.
 - Opérateurs (position, impulsion, Hamiltonien).

Chapitre 2 : Systèmes Quantiques Simples

- Puits de potentiel infini
 - États stationnaires, quantification de l'énergie.
 - Analogie avec les bits quantiques (qbits).
- Oscillateur harmonique quantique
 - Opérateurs de création/annihilation.
 - Applications en optique quantique (lasers).
- Spin et moment magnétique
 - Expérience de Stern-Gerlach.

- Qubits implémentés avec des spins (ex : processeurs quantiques à base de silicium).

Chapitre 3 : Informatique Quantique

- Qubits et portes logiques
 - Superposition vs état classique.
 - Portes X, Y, Z, H, CNOT (représentation matricielle).
- Algorithmes quantiques
 - Algorithme de Deutsch-Jozsa (preuve de supériorité quantique).
 - Algorithme de Shor : factorisation des entiers et cryptographie RSA.
- Décohérence et erreurs
 - Problème de la décohérence (T1, T2).
 - Codes correcteurs quantiques (surface code).

Chapitre 4 : Applications Industrielles

- Cryptographie post-quantique
 - Risques pour RSA/ECC, solutions lattice-based (NIST).
 - Capteurs quantiques
 - Horloges atomiques (GPS), magnétomètres (imagerie médicale).
 - Calculateurs hybrides
 - QAOA (Quantum Approximate Optimization Algorithm) pour l'IA.
-

Description du contenu du TD

TD1: Limites de la physique classique

TD2: Puits de potentiel infini

TD3: Oscillateur harmonique quantique

TD4: Logique quantique

TD5: Algorithmes quantiques

Bibliographie et Ressources

- Cohen-Tannoudji, Claude et al., Mécanique quantique, Tome 1 2. Hermann, 1996.
 - Dirac, Paul A. M., Les principes de la mécanique quantique. Dunod, 2007.
 - Griffiths, David J., Introduction to Quantum Mechanics. Pearson, 2018 (2e éd.).
 - Sakurai, J. J., Mécanique quantique moderne. Pearson, 2011.

2.4 Fiche de l'UE – Électricité 2

- **Code UE:** UEF241
- **Crédits ECTS:** 5

Prérequis de l'UE

- Circuits électriques et électroniques de base
- Mathématiques : nombres complexes, dérivées et intégrales

Objectifs de l'UE

- OU1: Comprendre le fonctionnement des composants de base de l'électronique analogique et numérique
- OU2: Analyser des montages élémentaires, des filtres actifs, et des circuits combinatoires et séquentiels.
- OU3: Acquérir des compétences pratiques pour la conception et l'analyse de circuits électroniques et logiques.
- OU4: Développer une compréhension approfondie des systèmes de numérotation, de conversion et de logique combinatoire.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Electronique analogique	-	33.75	-	12	-	2.5
Systèmes logiques	-	33.75	-	12	-	2.5
Total	-	90	-	24	-	5

TAB. 2.16 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Electronique analogique	X		1	2.5
Systèmes logiques	X		1.5	

TAB. 2.17 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Electronique analogique	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Systèmes logiques	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.18 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Electronique analogique

- Code ECUE: UEF241
- Crédits ECTS : 2.5

Prérequis de l'ECUE

- Circuits électroniques
- Mathématiques : nombres complexes, dérivées et intégrales.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: comprendre le fonctionnement des composants de base de l'électronique analogique et numérique (diode, transistor et amplificateur)
- OE2: Analyser des montages élémentaires et des filtres actifs

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE	
	OE1	OE2
CS1	X	X

TAB. 2.19 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Diodes

- Théorie des semi-conducteurs
- Etude de la diode (construction et présentation de la jonction PN, polarisations directe et inverse)
- Modélisation des diodes réelles (idéale, avec seuil, avec seuil et résistance)
- Redressement (simple et double alternance)
- Filtrage
- Diode particulière : la diode Zener

Chapitre 2 : Transistors bipolaires

- Principe et caractéristiques
- Le transistor comme un quadripôle (montages émetteur commun, collecteur commun, base commune)
- Réseau de caractéristiques d'un transistor
- Etude de la polarisation d'un transistor (points de fonctionnement, droites d'attaque et de charge)
- Le transistor en régime dynamique (montage émetteur commun)
 - o Modèle aux petits signaux et schéma équivalent
 - o Etude de l'amplification.

Chapitre 3 : Amplificateurs opérationnels

- Caractéristiques des amplificateurs opérationnels
- Etude de l'amplificateur opérationnel idéal en régime linéaire
- Etude de montages élémentaires (additionneur, soustracteur, inverseur, suiveur, intégrateur, dérivateur)
- Etude des filtres actifs à base d'amplificateurs opérationnels (fonction de transfert et diagrammes de Bode)

Description du contenu du TD

TD1: Les diodes

TD2: Les transistors bipolaires

TD3: Les amplificateurs opérationnels

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Présentation et recommandation à l'utilisation des appareils de mesure, d'alimentation, de générateur de fonctions et de visualisation. Initiation à l'utilisation des plaques à essais et la lecture des composants électroniques

TP2: Montages redresseurs à diodes simple et double alternances

TP3: Montages à transistors

TP4: Amplificateurs opérationnels (Montages suiveur, non inverseur, inverseur, comparateur, différentiel)

Bibliographie et Ressources

- Électronique analogique basse fréquence : composants, circuits, amplification, filtrage cours et exercices corrigés, Pierre Canet , Paris : Ellipses , 2018
- Electronique analogique : Composants et systèmes complexes, Collection : Technique et ingénierie, Dunod, Mai 2018

Fiche descriptive de l'ECUE : Systèmes logiques

- **Code ECUE:** UEF241
- **Crédits ECTS :** 2.5

Prérequis de l'ECUE

- Circuits électroniques

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre et appliquer les concepts fondamentaux de l'algèbre de Boole et des systèmes de numération.
- OE2: Analyser et concevoir des circuits combinatoires et séquentiels en utilisant des portes logiques, des multiplexeurs, des décodeurs et des bascules.
- OE3: Maîtriser les techniques de simplification des expressions logiques et d'optimisation des circuits numériques.
- OE4: Concevoir et simuler des circuits logiques en utilisant des outils logiciels et des plateformes matérielles adaptées.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	X

TAB. 2.20 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Les Systèmes de Numération et de Conversion

- Circuits digitaux et réseaux de commutation
- Systèmes de numération et conversions

Chapitre 2 : Algèbre de Boole et Portes Logiques

- Opérateurs et opérations de base
- Expressions Booléennes et tables de vérité
- Théorèmes et lois de base
- Le OU exclusif et opérations équivalentes
- Simplifications algébriques
- Tableaux de Karnaugh

Chapitre 3 : Les circuits combinatoires

- Codeurs - Décodeurs
- Transcodeurs
- Multiplexeurs - Démultiplexeurs
- Additionneur - Soustracteur

Chapitre 4 : Les circuits Séquentiels

- Les bascules (Asynchrone (RS) et Synchrones (RST, D, T et JK) ;
- Les compteurs Asynchrone et Synchrones ;
- Les registres à décalages

Description du contenu du TD

TD1: Représentation et manipulation des systèmes de numération : conversion entre différentes bases - opérations arithmétiques en binaire

TD2: Simplification des fonctions logiques : application des lois de l'algèbre de Boole - méthode des tableaux de Karnaugh

TD3: Conception et analyse des circuits combinatoires : étude et conception de décodeurs, multiplexeurs et additionneurs

TD4: Étude des circuits séquentiels : fonctionnement des bascules (D, T, JK) - conception de compteurs et de registres à décalage

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Initiation aux fonctions logiques

TP2: Les circuits combinatoires

TP2: Les circuits arithmétiques

TP2: Bascules bistables

Bibliographie et Ressources

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– Claude Brie, “Logique combinatoire et séquentielle : Méthodes, Outils et Réalisations”, ELLIPSE, 2002.– Jean Lagasse, “Logique combinatoire et séquentielle”, DUNOD, 1969. |
|---|

2.5 Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique

- **Code UE:** UET210
- **Crédits ECTS:** 6

Prérequis de l'UE

- Le déjà là de chaque apprenant

Objectifs de l'UE

- OU1: Qualifier juridiquement un contrat, déterminer le régime juridique des données et comprendre les étapes de réalisation d'une œuvre audiovisuelle.
- OU2: Communiquer efficacement en anglais technique dans un contexte professionnel et produire des documents techniques (rapports, manuels, etc.).
- OU3: Développer la résilience, gérer le stress et améliorer le bien-être personnel en adoptant des stratégies de gestion du stress et d'auto-régulation émotionnelle.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Anglais 1	-	-	22,5	-	-	2
Ethique et droit de l'informatique	22,5	-		-	-	2
Atelier Study skills 2	-	-	22,5	-	-	2
Total	22,5	-	45	-	-	6

TAB. 2.21 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Anglais 1		X	1	2
Ethique et droit de l'informatique		X	1	
Atelier Study skills 2		X	1	

TAB. 2.22 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Contrôle continu			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Anglais 1	X	–	–	20%	X	–	–	80%
Éthique et droit de l'informatique	X	–	–	20%	X	–	–	80%
Atelier Study skills 2	X	–	–	20%	X	–	–	80%

TAB. 2.23 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Anglais 1

- Code ECUE: UET211
- Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

- Niveau intermédiaire en anglais général (niveau B1 recommandé)
- Notions de base en communication orale et écrite
- Familiarité avec les contextes académiques ou professionnels en informatique / ingénierie

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Communiquer efficacement en anglais technique dans des situations professionnelles (présentations, réunions, rédaction de mails, etc.)
- OE2: Interagir de manière fluide dans des contextes de socialisation en milieu professionnel international
- OE3: Comprendre et produire des documents techniques (descriptions de produits, manuels, rapports)

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS9			X
CS10	X	X	
CS11			X

TAB. 2.24 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1: Introduction à l'anglais technique

- Caractéristiques de l'anglais technique
- Faux-amis et pièges à éviter
- Lexique de base en informatique, ingénierie, télécoms...

Chapitre 2: Lire et comprendre des documents techniques

- Compréhension de manuels d'utilisation, fiches techniques
- Lecture de rapports ou de normes
- Identification de mots-clés et expressions techniques

Chapitre 3: Rédiger des documents professionnels

- E-mails professionnels : structure, ton, formules de politesse
- Rédiger une notice, une description de produit ou une procédure
- Révision et correction

Chapitre 4: Présenter un projet ou une idée

- Préparer une présentation orale (structure, vocabulaire)
- Prise de parole : clarté, accent, rythme
- Utiliser des supports (slides, schémas) en anglais

Chapitre 5: Interagir en contexte professionnel

- Se présenter, parler de son parcours et de son entreprise
- Participer à une réunion (exprimer un avis, poser une question)
- Jeux de rôle : simulation de réunion, présentation de projet, entretiens

Chapitre 6: Socializing en milieu international

- Briser la glace, parler de soi, de ses hobbies
- Initiation au *small talk* (événements, météo, voyages...)
- Attitudes interculturelles, différences culturelles dans la communication

Fiche descriptive de l'ECUE: Éthique et droit de l'informatique

- Code ECUE: UET212
- Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE



Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Qualifier juridiquement un contrat en lien avec la création ou l'exploitation d'une œuvre technique ou audiovisuelle.
- OE2: Déterminer le régime juridique applicable à une donnée (donnée personnelle, donnée technique, donnée sensible, etc.).
- OE3: Comprendre les différentes étapes de réalisation d'une œuvre audiovisuelle, de la conception à la diffusion, en identifiant les acteurs, les droits et les obligations contractuelles impliqués.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS9	X	X	
CS10			
CS11			X

TAB. 2.25 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

- **Chapitre 1: La protection des personnes** (données personnelles automatisées, fichiers, libertés, protection des mineurs);
- **Chapitre 2: La protection des consommateurs** (jeux, ventes à distance);
- **Chapitre 3: La sécurité des systèmes et des données** (cryptologie, mot de passe, code, signature électronique, licence...);
- **Chapitre 4: La protection des créations intellectuelles** (logiciels, bases de données, produits multimédias);

- **Chapitre 5: Aspects contractuels des NTIC** (obligations particulières s'imposant aux informaticiens, les principaux types de contrats, les prestations informatiques, licence, FAI, maintenance, infogérance...);
 - **Chapitre 6: Cyberdroit** (liberté d'expression et ses limites, les aspects internationaux du droit de l'internet, le commerce électronique, la responsabilité des opérateurs de télécommunication – FAI, hébergeurs).
-

Bibliographie et Ressources

- Loi n° 2010/12/012 du 21 décembre 2010 relative à la cybersécurité et à la cybercriminalité au Cameroun ;
- Loi n° 78/17 du 06 janvier 1978, relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés ;
- DIRECTIVE 95/46/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 24 octobre 1995 relative à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données ;
- Loi camerounaise n° 2000/11 du 09-12-200 relative aux droits d'auteurs et aux droits voisins (droits développés autour des œuvres protégées par le droit d'auteur, c'est-à-dire interprètes et exécutants, producteurs de phonogrammes, organismes de radiodiffusion) ;
- La loi Godfrain n° 88/19 du 05 janvier 1988 dont les dispositions sont reprises par le code pénal français dans le chapitre intitulé « des atteintes au système de traitement automatisé de données ».

Fiche descriptive de l'ECUE: Atelier Study skills 2

- **Code ECUE:** UET213
- **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- Compétences de base en communication interpersonnelle

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les principes de la résilience et son importance.
- OE2: Appliquer des techniques pratiques pour gérer le stress efficacement.
- OE3: Identifier et atténuer les facteurs de stress dans la vie quotidienne.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS10	X	X	X
CS11	X	X	X

TAB. 2.26 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1: Gestion du stress et des émotions

- Comprendre les mécanismes biologiques du stress et son impact sur la performance.
- Techniques de respiration, relaxation et méditation pour réduire l'anxiété.
- Exercices de reprogrammation mentale pour maintenir une attitude positive.

Chapitre 2: Mindset et motivation en prépa

- Développer un Growth Mindset pour transformer les difficultés en opportunités.
- Cultiver l'auto-discipline et éviter la procrastination.
- Fixer des objectifs SMART et maintenir une motivation constante.

Chapitre 3: Gestion de l'échec et rebond académique

- Apprendre à analyser ses erreurs et en tirer des leçons.
- Développer la résilience et surmonter les baisses de moral.
- Techniques de visualisation et de mentalisation pour renforcer la confiance en soi.

Chapitre 4: Pensée critique et prise de décision (Focus compétences personnelles)

- Développer l'esprit d'analyse et la capacité à remettre en question les idées reçues.
- Éviter les biais cognitifs dans la prise de décision.
- S'entraîner à argumenter logiquement et à convaincre.

Bibliographie et Ressources

- Goleman, D. (1995). L'intelligence émotionnelle. Paris : Robert Laffont.
- Seligman, M. (2011). La vérité sur le bonheur. Paris : Odile Jacob.

Deuxième partie

Deuxième année cycle préparatoire: Info-Spé (CE)

1	Semestre 3	66
1.1	Fiche de l'UE – Mathématique 3	66
1.2	Fiche de l'UE – Informatique 3	71
1.3	Fiche de l'UE – Architecture et système	77
1.4	Fiche de l'UE – Télécommunications et systèmes	82
1.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	87
2	Semestre 4	94
2.1	Fiche de l'UE – Mathématique 4	94
2.2	Fiche de l'UE – Informatique 4	101
2.3	Fiche de l'UE – Théorie de l'information et système	106
2.4	Fiche de l'UE – Transmission et mesure	111
2.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	115

1

Semestre 3

1.1 Fiche de l'UE – Mathématique 3

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– Code UE: UEF310– Crédits ECTS : 7 |
|--|

Prérequis de l'UE

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– Algèbre 2– Analyse 2 |
|---|

Objectifs de l'UE

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– OU1: Comprendre et appliquer la réduction des endomorphismes, les formes bilinéaires symétriques et quadratiques, ainsi que les espaces Euclidiens et pré-Hilbertiens.– OU2: Acquérir les bases de la topologie de et des fonctions de plusieurs variables pour une meilleure compréhension des méthodes d'optimisation.– OU3: Introduire les concepts fondamentaux des fonctions analytiques, indispensables pour le traitement du signal et les équations différentielles en ingénierie. |
|--|

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Algèbre 3	-	45	-	-	-	3.5
Analyse 3	-	45	-	-	-	3.5
Total	-	90	-	-	-	7

TAB. 1.1 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Algèbre 3	X		1.5	3.5
Analyse 3	X		1.5	

TAB. 1.2 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Algèbre 3	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Analyse 3	X	–	–	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.3 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Algèbre 3

- Code ECUE: UEF311
- Crédits ECTS : 3.5

Prérequis de l'ECUE

- Algèbre 2
- Analyse 2

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre et appliquer les méthodes de réduction des endomorphismes.
- OE2: Manipuler les formes bilinéaires symétriques et quadratiques.
- OE3: Analyser et utiliser les espaces Euclidiens et pré-Hilbertiens pour la modélisation mathématique.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS1	X	X	X

TAB. 1.4 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Réduction des endomorphismes

- Diagonalisation et trigonalisation
- Polynômes annulateurs et polynôme minimal
- Lemme des noyaux

Chapitre 2 : Formes bilinéaires symétriques et quadratiques

- Définition et propriétés
- Signature et théorème de Sylvester
- Classification des formes quadratiques

Chapitre 3 : Espaces pré-Hilbertiens réels et espaces Euclidiens

- Espaces Euclidiens
- Orthogonalité et bases orthonormales

Description du contenu du TD

TD1: Étude de la diagonalisation et trigonalisation des matrices

TD2: Exercices sur les polynômes annulateurs et le polynôme minimal

TD3: Problèmes sur les formes quadratiques et bilinéaires

TD4: Applications des espaces Euclidiens en informatique

Bibliographie et Ressources

- Azoulay, E. et Avignant, J. Mathématiques. Rappels de cours et exercices résolus IUT-BTS, Tome 2 - Algèbre et géométrie. Dunod.
- Bouzitat, C. et Pradel, J. Mathématiques : suites, diagonalisation, formes quadratiques. Cujas
- Guerrien, B. Algèbre linéaire pour économistes. Economica.
- Lecoutre, J.-P. et Pilibossian, P. Algèbre : Exercices corrigés avec rappels de cours. Masson

Fiche descriptive de l'ECUE : Analyse 3

- **Code ECUE:** UEF312
- **Crédits ECTS :** 3.5

Prérequis de l'ECUE

- Analyse 2
- Algèbre 2

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Maîtriser la topologie de $\mathbb{R}^n$
- OE2: Résoudre des fonctions de plusieurs variables réelles.
- OE3: Comprendre et appliquer les concepts des fonctions analytiques, incluant les séries de Laurent et le théorème des résidus.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS1	X	X	X

TAB. 1.5 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à la topologie de $\mathbb{R}^n$

- Normes, distances, ouverts et fermés
- Compacité et connexité

Chapitre 2 : Fonctions de plusieurs variables réelles

- Dérivées partielles, fonctions de classe $C1$, différentiabilité, dérivées partielles d'ordre 2, fonctions de classe $C2$.
- Formule de Taylor d'ordre 2, extremum local, extrema lié, multiplicateurs de Lagrange. Fonctions analytiques.

Chapitre 3 : Fonctions analytiques

- Caractérisation de Cauchy-Riemann.
 - Développement en séries entières.
 - Séries de Laurent et théorème des résidus.
 - Application au calcul intégral.
-

Description du contenu du TD

TD1: Exercices sur la topologie de $\mathbb{R}^n$ et ses propriétés

TD2: Études de cas sur les extrema liés et multiplicateurs de Lagrange

TD3: Problèmes appliqués sur les séries entières et le calcul intégral

Bibliographie et Ressources

- N. Bourbaki, Topologie générale, Chap. 1-4, Masson, 1990
 - M. Chaperon, Calcul différentiel et calcul intégral, Dunod, 2003.
 - J. Dieudonné, Éléments d'analyse t. 1 : fondements de l'analyse moderne, Gauthier-Villars, 1971.
 - Godbillon, Éléments de topologie algébrique, Hermann 1971.
 - F. Paulin, Topologie algébrique élémentaire, Notes de cours de magistère, ENS Ulm, 2010.
http://www.math.u-psud.fr/~paulin/notescours/liste_notescours.htm

1.2 Fiche de l'UE – Informatique 3

- **Code UE:** UEF 320
- **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

- Bases en algorithmique et structures de données
- Notions fondamentales en programmation impérative

Objectifs de l'UE

- Comprendre les principes fondamentaux des bases de données et leur rôle central dans les systèmes d'information.
- Modéliser, structurer et manipuler des bases de données relationnelles en respectant les normes conceptuelles, logiques et physiques.
- Maîtriser les fondements de la programmation orientée objet et les appliquer à travers un langage de programmation moderne.
- Concevoir et développer des logiciels évolutifs en exploitant les concepts avancés de la POO dans un langage tel que C++, avec une ouverture sur Java.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Fondements des bases de données	-	22,5	-	21	-	3
Programmation orientée objet	-	33,75	-	21	15	3
Total	-	56,25	-	42	15	6

TAB. 1.6 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Fondements des bases de données	X		1,5	3,5
Programmation orientée objet	X		1	

TAB. 1.7 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Fondements des bases de données	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Programmation orientée objet	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.8 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Fondements des bases de données

- Code ECUE: UEF321
- Crédits ECTS : 3

Prérequis de l'ECUE

- Structures de données

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre l'approche BD dans un SI
- OE2: Savoir modéliser une BD avec un modèle conceptuel (EA, UML)
- OE3: Maîtriser le passage du modèle conceptuel au modèle logique
- OE4: Comprendre le modèle relationnel, son processus de normalisation et son algèbre qui forme le ciment des moteurs relationnels
- OE5: Maîtriser l'essentiel du Standard SQL

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE				
	OE1	OE2	OE3	OE4	OE5
CS1	X	X	X	X	X

TAB. 1.9 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Modélisation conceptuelle des BD

- Le Modèle Entité-Association
- Le diagramme de classes UML
- La démarche de conception

Chapitre 2 : Le modèle relationnel

- Les concepts
- Les règles de transformation

Chapitre 3 : Normalisation et formes normales

- Les dépendances fonctionnelles
- Le processus de normalisation
- Les formes normales

Chapitre 4 : L'algèbre relationnelle

- Les opérations de base (unaires, ensemblistes, dérivées)
- Les expressions de l'algèbre relationnelle

Chapitre 5 : Le Langage SQL et ses sous-langages

- Le langage de manipulation des données
 - Le langage de définition des données
 - Le langage de contrôle des données
-

Description du contenu du TD

TD1: Modélisation avec le Modèle E/A
TD2: Modélisation avec le diagramme de classes UML
TD3: Modélisation relationnelle
TD4: L'algèbre relationnelle
TD5: Dépendances et Normalisation
TD6: Création des tables et requêtes SQL

Description du contenu du TP

TP1: SQL- Requêtes de base (DML)

TP2: SQL- Création de schéma (DDL) et contraintes

Bibliographie et Ressources

- H. Garcia Molina, J.D. Ullman et J. Widom: Database Systems - The Complete Book, Prentice Hall, 2002
- R.A. El Masri et S.B. Navathe: Fundamentals of Database Systems, FourthEdition; Prentice Hall
- C.J. Date: An introduction to Database Systems; Pearson Education 2004

Fiche descriptive de l'ECUE : Programmation orientée objet

- **Code ECUE:** UEF322
- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- Maîtrise des concepts de base en algorithmique et structures de données.
- Connaissances en programmation procédurale.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1 : Comprendre les fondements de la programmation orientée objet.
- OE2 :Appliquer les concepts de POO à travers le langage C++.
- OE3 : Développer des logiciels modulaires, maintenables et évolutifs.
- OE4: Découvrir la programmation orientée objet en Java et ses spécificités.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X			X
CS2	X	X		
CS3			X	
CS4			X	X
CS6	X	X		X
CS8			X	

TAB. 1.10 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à la POO

- Limitations de la programmation procédurale.
- Concepts de base : classe, objet, encapsulation, abstraction, héritage, polymorphisme.
- POO vs programmation procédurale.

Chapitre 2 : Bases du C++ orienté objet

- Structure d'un programme C++ orienté objet.
- Classes et objets.
- Constructeurs et destructeurs.
- Membres statiques, fonctions amies.

Chapitre 3 : Encapsulation et Abstraction

- Accès privé, protégé et public.
- Interfaces d'abstraction.
- Bonnes pratiques de conception.

Chapitre 4 : Héritage

- Types d'héritage (simple, multiple, hiérarchique).
- Surcharge et redéfinition.
- Constructeurs dans les classes dérivées.

Chapitre 5 : Polymorphisme

- Fonctions virtuelles et classes abstraites.
- Pointeurs et références à des objets.
- Appels dynamiques vs statiques.

Chapitre 6 : Gestion mémoire et POO avancée en C++

- Allocation dynamique, pointeurs intelligents (smart pointers).

- Exceptions et gestion d'erreurs.
- Templates, programmation générique.

Chapitre 7 : Notions de programmation orientée objet en Java

- Syntaxe de base et structure d'un programme Java.
 - Différences fondamentales entre Java et C++.
 - Gestion mémoire (garbage collection), interfaces, packages, exceptions.
 - Avantages de Java pour le développement embarqué et mobile.
-

Description du contenu du TD

TD1: Conception et implémentation de classes orientées objet.

TD2: Mise en œuvre de l'héritage et du polymorphisme.

TD3: Gestion mémoire dynamique avec smart pointers.

TD4: Utilisation de templates et gestion d'exceptions.

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Mise en œuvre des classes et objets (C++)

TP2: Héritage et polymorphisme dans une application de simulation

TP3: Gestion mémoire dynamique avec smart pointers.

Travail personnel: Développement d'une application orientée objet en Java, avec une interface utilisateur en ligne de commande ou graphique.

Bibliographie et Ressources

- Bjarne Stroustrup, *The C++ Programming Language*, Addison-Wesley.
- Stanley B. Lippman, Josee Lajoie, Barbara E. Moo, *C++ Primer*, Addison-Wesley.
- Scott Meyers, *Effective C++*, Addison-Wesley.
- Herbert Schildt, *Java: The Complete Reference*, McGraw-Hill
- Cay S. Horstmann, *Core Java Volume I & II*, Prentice Hall
- Documentation officielle C++ : <https://en.cppreference.com/w/>
- Tutoriels en ligne : <https://www.learncpp.com/>, <https://cplusplus.com/doc/tutorial/>
- Documentation officielle Java : <https://docs.oracle.com/en/java/javase/>

1.3 Fiche de l'UE – Architecture et système

- **Code UE:** UEF330
- **Crédits ECTS:** 4.5

Prérequis de l'UE

- Système logique

Objectifs de l'UE

- OU1: Connaître l'architecture d'un ordinateur
- OU2: Acquérir les bases de la programmation en assembleur 8086.
- OU3: Maîtriser les concepts fondamentaux des systèmes d'exploitation Linux, explorer leur environnement et se préparer à la certification LPI (niveau 1/2).

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Architecture des ordinateurs	-	22.5	-	-	-	2
Système d'exploitation 1	-	22.5	-	15	9	2.5
Total	-	45	-	15	9	4.5

TAB. 1.11 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Architecture des ordinateurs	X		1	2.5
Système d'exploitation 1	X		1.5	

TAB. 1.12 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Architecture des ordinateurs	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Système d'exploitation 1	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.13 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Architecture des ordinateurs

- Code ECUE: UEF331
- Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

- Les Concepts de base des systèmes logiques

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre l'organisation et le fonctionnement interne des ordinateurs.
- OE2: Expliquer les principes des architectures de processeurs et leurs évolutions.
- OE3: Analyser les interactions entre le processeur, la mémoire et les périphériques.
- OE4: Comprendre les différentes architectures (CISC, RISC)

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X		
CS2	X		X	
CS6	X		X	X

TAB. 1.14 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1: Introduction à l'architecture des ordinateurs

- Historique et évolution des architectures

- Modèles de Von Neumann et Harvard

Chapitre 2: Les mémoires

- Mémoire non volatile (ROM, PROM, EEPROM, Flash)
- Mémoire Vive (SRAM, DRAM , DDR,...)
- Mémoire Cache
- Registres
- Disque Dur

Chapitre 3: Le microprocesseur

- Architecture de base d'un microprocesseur
- Cycle d'exécution d'une instruction
- Les modes d'adressage
- Performances d'un microprocesseur : MIPS, Latence, Débit
- Notion d'architecture RISC et CISC

Chapitre 4: Introduction à l'Assembleur

- Notions de langage machine et assembleur
 - Structure d'un programme en assembleur
 - Registres et modes d'adressage
 - Instructions de base : chargement, stockage, calcul, branchement
 - Programmation simple en assembleur sur une architecture type (x86, MIPS ou ARM)
-

Description du contenu du TD

TD1: Architecture des ordinateurs

TD2: Les types de mémoires

TD3: Le fonctionnement des microprocesseurs

TD4: L'Assembleur

Bibliographie et Ressources

- Architecture des machines et des systèmes informatiques, Joëlle Delacroix, Alain Cazes, Dunod, 2018
 - David A. Patterson, John L. Hennessy – Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface, 1993
 - Andrew S. Tanenbaum, Todd Austin – Structured Computer Organization, Pearson, 2013

Fiche descriptive de l'ECUE : Système d'exploitation 1

- **Code ECUE:** UEF332
 - **Crédits ECTS :** 2.5

Prérequis de l'ECUE

- Algorithmique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Identifier les types de systèmes d'exploitation, leurs caractéristiques et leurs principaux composants
- OE2: Expliquer les principales fonctionnalités du noyau, notamment la gestion des périphériques et des systèmes de fichiers.
- OE3: Comprendre les concepts fondamentaux de Linux, maîtriser son environnement et se préparer à la certification LPI (niveau 1/2).
- OE4: Appliquer les concepts théoriques à travers des exercices pratiques et des implémentations en environnement réel ou simulé.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS3	X	X	X	X
CS5	X	X	X	X
CS7	X	X	X	X

TAB. 1.15 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction aux systèmes d'exploitation

- Définition, rôle et historique des systèmes d'exploitation.
- Caractéristiques principales (multitâche, multi-utilisateur, interruptions, appels système).
- Étude de cas : Linux (architecture, noyau, comparaison avec d'autres OS).

Chapitre 2 : Gestion des périphériques

- Types de périphériques et modes de gestion.
- Gestion des périphériques et des contrôleurs
- Pilotes et gestion des E/S

Chapitre 3 : Gestion du système de fichiers

- Concepts de fichier, partition et formatage.
- Organisation et gestion de l'espace disque.
- Techniques d'allocation et permissions des fichiers.

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Introduction à l'environnement Linux Installation et prise en main de Linux (machine virtuelle, gestion des packages, boot system).

TP2: Gestion des périphériques sous Linux (modules noyaux, installation de pilotes, outils Debian Package Tool).

TP3: Gestion des fichiers et des packages sous Linux (Yum, RPM, montage/démontage de systèmes de fichiers).

Les étudiants doivent réaliser un projet appliqué, comme la gestion des processus, la comparaison des systèmes de fichiers, l'installation d'un serveur Linux ou la gestion des permissions, en explorant les commandes et outils appropriés, avec un rapport synthétique et une démonstration (optionnel).

Lors des séances en présentiel, l'enseignant assure le suivi de l'avancement des travaux.

Bibliographie et Ressources

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– M. Rifflet, La programmation sous Unix, 3e éd., McGraw-Hill, 1993– A. Tanenbaum, Computer Networks, 3rd ed., Prentice-Hall, 1996 |
|---|

1.4 Fiche de l'UE – Télécommunications et systèmes

- **Code UE:** UEF340
- **Crédits ECTS :** 6.5

Prérequis de l'UE

- Des connaissances de traitement de signal
- Des connaissances d'électronique

Objectifs de l'UE

- OU1: Connaissance des techniques classiques de transmission d'informations sur fréquence porteuse: Principes, Performances, Applications
- OU2: Familiarisation avec les techniques de transmission numérique avancées: Principes, Applications dans les systèmes de télécommunication
- OU3: Modéliser des systèmes évolutifs à l'aide d'équations différentielles
- OU4: Appliquer les outils des systèmes dynamiques à des domaines variés (physique, biologie, ingénierie).

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Initiation aux télécommunications	-	33.75	-	-	-	3
Théorie des systèmes	-	33.75	-	9	-	3.5
Total	-	67.5	-	9	-	6.5

TAB. 1.16 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Initiation aux télécommunications	X		2	3.5
Théorie des systèmes	X		2	

TAB. 1.17 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Initiation aux télécommunications	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Théorie des systèmes	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.18 – *Pondérations pour chaque ECUE*

Fiche descriptive de l'ECUE : Initiation aux télécommunications

- **Code ECUE:** UEF341
- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- Des connaissances de traitement de signal
- Des connaissances d'électromagnétisme

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les principes fondamentaux de la modulation analogique
- OE2: Évaluer les performances des systèmes analogiques
- OE3: Appliquer les techniques classiques à des cas concrets
- OE4: Maîtriser les principes de la modulation numérique

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	X
CS2	X	X	X	X

TAB. 1.19 – *Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE*

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1: Introduction aux Télécommunications

- Présentation générale des systèmes de transmission et des caractéristiques d'un canal.

Chapitre 2: La Modulation Analogique

- Modulation d'amplitude (AM)
- Modulation de fréquence (FM)
- Modulation de phase (PM)

Chapitre 3: La Modulation Numérique

- Principes de base de la modulation numérique
- Techniques telles que Pulse Amplitude Modulation (PAM), Pulse Position Modulation (PPM) et Pulse Duration Modulation (PDM)

Chapitre 4: Les Modulations Analogiques des Signaux Numériques

- Mise en œuvre des modulations sur des signaux numériques
 - Techniques telles que : modulation par Déplacement d'Amplitude (MDA ou ASK), modulation par Déplacement de Fréquence (MDF ou FSK), modulation par Déplacement de Phase (MDP ou PSK) et modulation d'Amplitude de Deux Porteuses en Quadrature (MAQ ou QAM)
-

Bibliographie et Ressources

- G. Barué, Télécommunications et Infrastructure, Ellipses, 2002.
- E. Altman, A. Ferreira et J. Galtier, Les Réseaux Satellitaires de Télécommunications : Technologie et Services, Dunod, Paris, 1999.
- D. Battu, Initiation aux Télécoms : Technologies et Applications, Dunod, Paris, 2002.2-
- P. Clerc, P. Xavier, Principes fondamentaux des Télécommunications, Ellipses, Paris, 1998.
- P.G Fontollet, Systèmes de Télécommunications, Traité d'Electricité, Vol. XVIII, PPUR, Lausanne, 1999 .
- C. Servin, Réseaux & Télécoms, 2e éd., Dunod, Paris, 2006.
- G. Baudoin, Radiocommunications Numériques T1: Principes, Modélisation et Simulation, Dunod, Paris, 2007

Fiche descriptive de l'ECUE: Théorie des systèmes

- **Code ECUE:** UEF342
- **Crédits ECTS :** 4

Prérequis de l'ECUE

- Résolution d'équations différentielles
- Transformée de Laplace
- électronique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les principaux concepts des systèmes continus linéaires.
- OE2: Analyser la stabilité
- OE3: Modéliser des problèmes mécaniques ou biologiques simples.
- OE4: Relier la théorie à des exemples concrets (pendule, modèles proie-prédateur)

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X		X	X
CS5	X	X	X	

TAB. 1.20 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Etude des systèmes dynamiques

- Notion de système et ses caractéristiques
- Equations différentielles
- Transformée de Laplace
- Fonction de transfert
- Etude d'un système du 1er ordre
- Etude d'un système du 2ème ordre
- Exemples en physique, biologie et ingénierie

Chapitre 2 : Représentation d'état des systèmes linéaires continus

- Variables d'état
- Représentation d'état des systèmes continus
- Résolution des équations d'état.....
- Calcul de l'état d'un système en fonction d'un signal de référence
- Passage d'une fonction de transfert à une représentation d'état
- Passage d'une représentation d'état à une fonction de transfert

Chapitre 3 : Asservissement linéaire continu

- Commande en boucle ouverte/fermée
- Diagramme fonctionnel
- Etude de la stabilité (Critère mathématique (Emplacement des pôles), critère algébrique (Routh-Hurwitz), critère graphique (critère de Nyquist, critère de Revers))

- Analyse des performances (Précision (erreur statique), Rapidité (constante du temps, temps de réponse, temps de montée, temps de pic), Dépassement)
- Etude de cas : systèmes électriques, systèmes mécaniques, systèmes électromécaniques

Chapitre 4 : Etude des correcteurs analogiques

- Action proportionnelle
 - Action dérivateur
 - Action intégrateur
 - Régulateurs PID parallèle, PID série et PID mixte
 - Exemples d'application
-

Description du contenu du TD

TD1: Modélisation des systèmes linéaires continus

TD2: Etude des performances des systèmes

TD3: Les correcteurs analogiques

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Etude des systèmes du premier ordre et du deuxième ordre en boucle ouverte et en boucle fermée par simulation sur Matlab/Simulink

TP2: Mise en œuvre des régulateurs pour la commande et l'amélioration des performances des processus

TP3: Asservissement de vitesse d'un moteur à courant continu

Bibliographie et Ressources

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– E. Ostertag « Commande et estimation multivariables. Méthodes linéaires et optimisation quadratique » Editions Ellipses, 2006– A. Crosnier, G. Abba, B. Jouvencel, R. Zapta « Ingénierie de la commande des systèmes » Editions Ellipses, 2001– J.F. Massieu, F. Dorléans « Modélisation et analyse des systèmes linéaires », Editions Technips, 1998– M. Villain « Systèmes asservis linéaires » Editions Ellipses, 1996 |
|--|

1.5 Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique

- **Code UE:** UET 310
- **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

- Maîtrise de base de la langue française à l'écrit et à l'oral.
- Capacité à lire des documents académiques et professionnels en français.
- Compétences rédactionnelles fondamentales (structure, cohérence, argumentation).
- Motivation à s'impliquer dans des activités collaboratives, interactives et réflexives.

Objectifs de l'UE

- OU1: Renforcer les compétences linguistiques et préparer à la certification en langue française reconnue au niveau international.
- OU2: Développer une culture managériale permettant de comprendre les principales fonctions de l'entreprise et les enjeux organisationnels.
- OU3: Développer les compétences interpersonnelles et communicationnelles en situation professionnelle et académique.
- OU4: Favoriser l'intelligence collective et la pensée critique à travers des activités collaboratives et des mises en situation concrètes.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Français 2	-	-	22.5	-	-	2
Culture Managériale	-	22.5	-	-	-	2
Atelier soft skills 1	-	-	22.5	-	-	2
Total	-	22.5	45	-	-	6

TAB. 1.21 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Français 2		X	1	2
Culture Managériale		X	1	
Atelier soft skills 1		X	1	

TAB. 1.22 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Contrôle continu			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Français 2		–	X	20%		–	X	80%
Culture Managériale		–	X	20%	X	–		80%
Atelier soft skills 1		–	X	20%		–	X	80%

TAB. 1.23 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Français 2

- **Code ECUE:** UET311
- **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- Aucun prérequis formel. Le cours s'appuie sur le « déjà-là » de chaque apprenant

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Préparer les étudiants à la certification internationale en langues française (TEF- DFP), considérée comme un véritable atout sur leur CV, dans un marché mondial de plus en plus compétitif.
- OE2: Préparer les étudiants à la certification internationale en langue française (TEF / DFP), reconnue dans le monde professionnel.
- OE3: Accompagner les étudiants dans l'acquisition des compétences linguistiques adaptées à la communication professionnelle.
- OE4: Sensibiliser à l'impact des dispositifs de certification sur la formation et l'insertion professionnelle.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS10	X	X	X	X
CS11				X

TAB. 1.24 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Introduction aux certifications TEF et DFP

- Présentation des formats d'épreuve et critères d'évaluation
- Prise de conscience des enjeux de la certification

Compréhension orale et écrite

- Techniques de repérage et de déduction
- Analyse de discours professionnels
- Activités basées sur documents authentiques

Production écrite

- Lettres formelles, rapports, synthèses
- Structuration logique, enrichissement lexical et stylistique

Entraînement aux examens

- TEF blanc (compréhension + production)
- DFP blanc (mise en situation professionnelle)

Bibliographie et Ressources

- Le français des affaires, CCI Paris Ile-de-France (lefrancaisdesaffaires.fr)
- Un cadre européen commun pour les professionnels des TIC dans tous les secteurs (European e-Competence Framework (ecompetences.eu))

Fiche descriptive de l'ECUE : Culture Managériale

- Code ECUE: UET312
- Crédits ECTS: 2

Prérequis de l'ECUE

- Des connaissances en mathématiques
- Maîtrise des techniques de dissertation
- Notions de base en management

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Appréhender les fondements du management et les fonctions clés de l'entreprise.
- OE2: Comprendre les outils et méthodes utilisés pour piloter une entreprise de manière globale et fonctionnelle.
- OE3: Sensibiliser les étudiants aux réalités organisationnelles et managériales dans une perspective opérationnelle.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS9	X	X	X
CS10			X
CS11			X

TAB. 1.25 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre Introductif: Introduction au management

- Le management outil de création de valeur
- Le management outil de prise de décision
- Le management outil d'analyse et de pilotage global
- Le management outil d'analyse et de pilotage fonctionnel de l'organisation
- Rôles des systèmes d'information dans le management

Chapitre 1: Nature, enjeux et performance de l'entreprise

- L'entreprise comme organisation
- Les formes organisationnelles de l'entreprise
- Les Formes et structures de l'entreprise
- La stratégie d'entreprise
- La finalité de l'entreprise: la performance

Chapitre 2 : La fonction logistique et achats

- La place et les objectifs de la fonction logistique et achats
- Les outils de la fonction logistique et achats
- Les défis de la fonction logistique et achats

Chapitre 3 : La fonction marketing

- La place et les objectifs de la fonction marketing
- Les outils de la fonction marketing
- Les défis de la fonction marketing

Chapitre 4 : La fonction finance

- La place et les objectifs de la fonction finance
- Les outils et méthodes en finance
- Les enjeux et les défis de la fonction finance

Chapitre 5 : La fonction ressources humaines

- La place et les objectifs de la fonction ressources humaines
- Les outils de la fonction ressources humaines
- Les défis de la fonction ressources humaines

Description du contenu du TD

TD sous forme d'études de cas réels d'entreprises, capsules vidéos, support de cours papier et numérique.

Bibliographie et Ressources

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– BOYER F, 50 pratiques managériales innovantes, EYROLLES, 2020– CABY J, COURET A, HIRIGOYEN G, Initiation à la gestion, Paris, Montchrestien, 1998.– COCULA F, Introduction à la gestion, DUNOD, 2014.– DUBOIS P, JOLIBERT A, Le marketing : fondements et pratiques, Paris, ECONOMICA, 4ème éd, 2005.– VIVIER E, DUCREY V, Le guide de la transformation digitale: la méthode des 6 chantiers pour réussir votre transformation, EYROLLES, éd2, 2019. |
|---|

Fiche descriptive de l'ECUE : Atelier soft skills 1

- **Code ECUE:** UET313
- **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- Disposer d'un niveau de maîtrise suffisant de la langue française pour s'exprimer à l'oral et à l'écrit.
- Être capable de travailler en groupe et de faire preuve d'écoute active.
- Faire preuve d'ouverture d'esprit et de volonté d'améliorer ses compétences relationnelles.
- Être prêt à s'impliquer dans des exercices pratiques, des mises en situation et des activités participatives.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Développer des compétences de communication verbale et non verbale pour s'exprimer avec clarté, assurance et impact.
- OE2: Améliorer ses capacités à travailler en équipe en comprenant les dynamiques de groupe et les profils de personnalité.
- OE3 : Maîtriser des outils collaboratifs comme le mind mapping et les techniques de brainstorming pour structurer les idées collectives.
- OE4: Renforcer sa pensée critique et sa capacité à argumenter et à prendre des décisions en contexte collaboratif.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS9	X	X	X	X
CS10	X		X	X
CS11	X	X		X

TAB. 1.26 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Communication et prise de parole en public

- Techniques pour parler avec clarté et assurance.

- Gestion du trac et optimisation du langage non verbal.
- Structurer un discours et captiver son audience.

Travail en équipe et intelligence collective

- Comprendre les dynamiques de groupe et la complémentarité des rôles.
- Comprendre les différences de profil de personnalité pour améliorer la collaboration

Intégration du mind mapping

- Utilisation du mind mapping en brainstorming pour organiser des idées en groupe.
- Création d'un plan de travail collectif en carte mentale pour optimiser la répartition des tâches.
- Techniques de brainstorming et de résolution de problèmes collaboratifs.
- Gestion des conflits et favorisation d'une communication assertive.

Intégration du profil DISC

- Stratégie pour mieux gérer les conflits
- Exercice de Mise en situation et de résolution de problèmes collaboratifs

Pensée critique et prise de décision en groupe

- Développement de l'esprit critique
- Identification des biais cognitifs
- Argumentation logique et stratégies de persuasion
- Jeux de rôles, débats structurés et simulation de comités décisionnels

Bibliographie et Ressources

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- L'art de convaincre, Nicolas Boothman- Les mots sont des fenêtres (ou bien ce sont des murs), Marshall Rosenberg- Mind Mapping: L'essentiel pour tout comprendre en un clin d'œil, Tony Buzan- Documents DISC et profils de personnalité (supports pédagogiques internes ou certifiés)- Capsules pédagogiques (vidéos, articles) sur la pensée critique et les biais cognitifs |
|--|

2

Semestre 4

2.1 Fiche de l'UE – Mathématique 4

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– Code UE: UEF410– Crédits ECTS : 7 |
|--|

Prérequis de l'UE

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– Aucun |
|---|

Objectifs de l'UE

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– OU1: Maîtriser les concepts fondamentaux des probabilités et statistiques pour modéliser l'aléatoire et analyser des données– OU2: Appliquer les méthodes d'estimation et de tests d'hypothèse pour la prise de décision et l'inférence statistique.– OU3: Comprendre et résoudre des problèmes d'optimisation à l'aide de la programmation linéaire et de la méthode du simplexe.– OU4: Utiliser la théorie des graphes pour modéliser et optimiser des systèmes complexes (chemins optimaux, ordonnancement, etc.). |
|--|

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Probabilités et statistiques	-	45	-	-	-	3.5
Recherche opérationnelle	-	45	-	-	-	3.5
Total	-	90	-	-	-	7

TAB. 2.1 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Probabilités et statistiques	X		1.5	3.5
Recherche opérationnelle	X		1.5	

TAB. 2.2 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Probabilités et statistiques	X	-	-	30%	X	-	-	70%
Recherche opérationnelle	X	-	-	30%	X	-	-	70%

TAB. 2.3 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Probabilités et statistiques

- Code ECUE: UEF411
- Crédits ECTS : 3.5

Prérequis de l'ECUE

- Aucun

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre et représenter les aspects aléatoires de certains phénomènes.
- OE2: Représenter des expériences simples et calculer les probabilités des événements qui en découlent.
- OE3: Décrire une expérience aléatoire grâce aux variables aléatoires.
- OE4: Utiliser les variables aléatoires discrètes et continues pour calculer des probabilités dans des problèmes réels et démontrer la convergence de certaines variables aléatoires.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	X

TAB. 2.4 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Probabilités

- Notions de probabilités
- Analyse combinatoire (rappels)
- Epreuves et Evènements
- Espace probabilisé
- Axiomatique de Kolmogorov
- Propriétés élémentaires
- Probabilité conditionnelle - Théorème de Bayes
- Théorème des probabilités composées
- Conséquences
- Théorème de Bayes - Probabilités des causes

Chapitre 2 : Variables aléatoires

- Variable aléatoire : définitions
- Fonction de répartition
- Fonction de répartition d'une v.a. continue
- Couple de variables aléatoires
- Loi d'une fonction d'une ou plusieurs variables aléatoires
- Moyenne et espérance mathématique d'une variable aléatoire
- Moments
- Quelques lois de probabilités

- Simulation d'une variable aléatoire
- Méthode générale par transformation inverse
- Loi uniforme
- Loi exponentielle
- Loi binomiale
- Loi de Poisson
- Loi normale

Chapitre 3 : Estimation ponctuelle

- Méthode du maximum de vraisemblance
- Estimation par intervalle de confiance
- Estimation robuste
- Régression linéaire
- Filtre de Kalman
- Estimation d'un mode
- Estimation d'une densité

Chapitre 4 : Test d'hypothèse

- Test entre deux hypothèses simples
 - Test entre hypothèses composées
 - Test de comparaison
 - Test du rapport des vraisemblances maximales
 - Test d'adéquation
 - Analyse de la variance
-

Description du contenu du TD

TD1: Applications des probabilités fondamentales

TD2: Exercices sur les lois de probabilités

TD3: Estimation et intervalles de confiance

TD4: Tests d'hypothèse et applications pratiques

Description du contenu du TP/travail personnel

Aucun TP n'est programmé pour ce cours.

Bibliographie et Ressources

- Barthe R., (1989), La statistique descriptive en 10 leçons: Méthode progressive “ABCD”, Ed. Economica.
- Cartier J., Parent R. et Picard J.M., (1991), Calcul des probabilités, Ed. Sciences et culture INC.
- Ross S., (2003), Introduction to probability models, Ed. Academic Press.
- Saporta G., (1990), Probabilités analyse des données et statistique, Editions Technip - Paris.
- Trignan J., (1990), Probabilités statistiques et leurs applications, Ed. Montreuil Bréal DL.

Fiche descriptive de l’ECUE : Recherche opérationnelle

- **Code ECUE:** UEF412
- **Crédits ECTS:** 3.5

Prérequis de l’ECUE

- Algèbre

Objectifs d’apprentissage de l’ECUE

- OE1: Reformuler des problèmes d’optimisation linéaires
- OE2: Déterminer la valeur optimale d’une fonction objectif linéaire avec un ensemble de contraintes linéaires

Matrice d’association entre les objectifs de l’ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l’ECUE	
	OE1	OE2
CS1	X	X

TAB. 2.5 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l’ECUE

Plan de l’ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à la programmation linéaire

- Forme générale d’un programme linéaire, forme canonique, standard et
- Résolution graphique, notion de polyèdre.
- Résolution analytique.

Chapitre 2 : Méthode du simplexe

- Méthodes particulières : méthode des pénalités, méthode des deux phases
- Forme révisée du simplexe

Chapitre 3 : Dualité

- Introduction, règles de passage du primal au dual
- Algorithme dual du simplexe

Chapitre 4 : Théorie de Graphe

- Introduction, notations, définitions
- Graphes orientés et non orientés
- Chemins, circuits, chaînes et cycles
- Forte connexité, connexité
- Arbres, arborescences

Chapitre 5 : Parcours des graphes

- Parcours des arborescences en profondeur
- Parcours des graphes en profondeur d'abord
- Arbres couvrants de poids minimum

Chapitre 6 : Plus courts chemins, plus long chemin et ordonnancement

- Algorithme de Bellman-Ford-Moore
 - L'algorithme de Dijkstra
 - La méthode de Gantt
 - La méthode Pert
 - Problème du voyageur de commerce
-

Description du contenu du TD

TD1: Introduction à la programmation linéaire et modélisation

TD2: Résolution graphique et algorithme du simplexe

TD3: Applications de la dualité en optimisation

TD4: Parcours des graphes et plus courts chemins

Description du contenu du TP/travail personnel

Aucun TP n'est programmé pour ce cours.

Bibliographie et Ressources

- Fleury, Ph. Lacomme, Programmation linéaire avancée, Ellipses, 2010
- Moisdon, M. Nakhla, Recherche opérationnelle : Presses des Mines – Transvalor, 2010.
- J. Vanderbei – Linear Programming, Foundations and Extensions, Springer-Verlag, 2008.
- Borne, A. El Kamel, Kh. Melloul, Programmation linéaire et applications, Technip, 2004.
- Faure, J-P. Boss, A. Le Garff , La Recherche opérationnelle, Edit. P.U.F., 2001
- Baillargeon, Programmation linéaire appliquée, Edit. S.M.G. 2000
- Guéret, C. Prins et M. Sevaux, Programmation linéaire: 65 problèmes d’optimisation modélisés et résolus avec Visual Xpress, Eyrolles, 2000.

2.2 Fiche de l'UE – Informatique 4

- **Code UE:** UEF420
- **Crédits ECTS:** 6

Prérequis de l'UE

- Connaissances de base en programmation orientée objet.
- Notions fondamentales en algorithmique et structures de données.

Objectifs de l'UE

- OU1: Maîtriser les méthodes de modélisation des systèmes d'information à l'aide d'UML.
- OU2: Appliquer les techniques de conception à des études de cas réels.
- OU3: Comprendre les fondements théoriques des langages formels et des étapes de compilation.
- OU4: Concevoir et implémenter un compilateur simple intégrant les étapes classiques de traduction.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Conception des systèmes d'information	-	45	-	-	-	3
Théorie des langages et compilation	-	45	-	-	9	3
Total	-	90	-	-	9	6

TAB. 2.6 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Conception des systèmes d'information	X		2	3,5
Théorie des langages et compilation	X		1,5	

TAB. 2.7 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Conception des systèmes d'information	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Théorie des langages et compilation	X	–	–	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.8 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Conception des systèmes d'information

- **Code ECUE:** UEF421
- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- Bases de données
- Programmation orientée objet

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Utiliser UML pour la modélisation des SI
- OE2: Appliquer les techniques de modélisation à des études de cas réels

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE	
	OE1	OE2
CS2	X	X
CS5	X	X

TAB. 2.9 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à la Conception des Systèmes Informatiques

- Origine et objectifs

- Rôle de la modélisation dans le développement des SI

Chapitre 2 : Diagrammes UML – Modélisation Structurelle

- Diagramme de cas d'utilisation.
- Diagramme de classes
- Diagramme d'objets.

Chapitre 3 : Diagrammes UML – Modélisation Comportementale

- Diagramme de séquence.
- Diagramme d'activités.
- Diagramme d'états-transitions.

Description du contenu du TD

TD1: Diagramme de cas d'utilisation

TD2: Diagramme de classes & Diagramme d'objets

TD3: Diagramme de séquence

TD4: Diagramme d'états-transitions & Diagramme d'activités

Bibliographie et Ressources

- C. Larman, UML 2 et les design patterns, 3e édition, Pearson Education, 2005.
 - B. Charroux, A. Osmani, Y. Thierry-Mieg, UML 2: pratique de la modélisation, 3e édition, AddisonWesley, 2010

Fiche descriptive de l'ECUE : Théorie des langages et compilation

- **Code ECUE:** UEF422
 - **Crédits ECTS:** 3

Prérequis de l'ECUE

- Logique et mathématiques discrètes.
 - Notions de base en programmation.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1 : Comprendre la structure des langages formels et des grammaires.
 - OE2 : Analyser les différentes étapes de la compilation.
 - OE3 : Maîtriser les techniques de construction d'un compilateur simple.
 - OE4 : Appréhender la génération de code et les principes d'analyse sémantique.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X		
CS2			X	
CS3		X	X	X
CS6				X

TAB. 2.10 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à la compilation

- Rôle et architecture d'un compilateur
- Phases d'un compilateur (analyse lexicale, syntaxique, sémantique, génération de code)
- Langages de programmation et classification
- Outils de construction de compilateurs

Chapitre 2 : Mots et langages

- Alphabet, mots, langages
- Opérations sur les mots
- Opérations sur les langages

Chapitre 3 : Langages réguliers et automates finis

- Expressions régulières
- Définition et opérations
- Automates finis déterministes (AFD) et non déterministes (AFND)
- Équivalence entre expressions régulières et automates
- Déterminisation et minimisation des automates
- Opérations sur les automates
- Limitations des langages réguliers

Chapitre 4 : Analyse lexicale

- Rôle de l'analyse lexicale
- Reconnaissance des tokens
- Construction des analyseurs lexicaux (Lex/Flex)
- Gestion des erreurs lexicales

Chapitre 5 : Grammaires et automates à pile

- Grammaires: Définition et types
- Dérivations, ambiguïté, formes normales

- Grammaires hors-contexte et automates à pile

Chapitre 6 : Analyse syntaxique

- Analyse descendante
- Analyse ascendante
- Gestion des erreurs syntaxiques

Chapitre 7 : Analyse sémantique

- Arbre syntaxique décoré
- Attributs sémantiques et règles d'inférence
- Synchronisation et gestion des ressources partagées

Chapitre 8 : Génération de code

- Production de code intermédiaire
 - Production de code
 - Optimisation de code
-

Description du contenu du TD

TD1: Langages réguliers et automates finis

TD2: Analyse lexicale

TD3: Grammaires et automates à pile

TD4: Analyse Syntaxique Descendante

TD5: Analyse Syntaxique Ascendante

TD6: Traduction dirigée par la syntaxe

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Analyse Lexicale avec Flex

TP2: Analyse Syntaxique avec Bison

Travail personnel: Construire progressivement les différentes phases d'un compilateur simple pour un langage arithmétique de base.

Bibliographie et Ressources

- J.E. Hopcroft, J.D. Ullman. Introduction to automata theory, languages and computation. Addison-Wesley, 1979.
 - Lingas, R. Karlsson, S. Carlsson. Automata, Languages and Programming. Lecture Notes in Computer Science – 20th International Colluquium ICALP93. Springer- Verlag Ed.
 - Alfred, V. Aho, S. Lam Monica, and D. Ullman Jeffrey. Compilers principles, techniques and tools. pearson Education, 2007.
 - Appel, Andrew W. Modern compiler implementation in ML. Cambridge university press, 1998.

2.3 Fiche de l'UE – Théorie de l'information et système

- **Code UE:** UEF430
- **Crédits ECTS:** 4.5

Prérequis de l'UE

- Système exploitation 1
- Le calcul des probabilités
- La théorie des signaux, notamment la conception des systèmes
- Les différentes composantes d'une chaîne de transmission

Objectifs de l'UE

- OU1: Comprendre les concepts fondamentaux de la théorie de l'information
- OU2: Modéliser et analyser les systèmes de transmission
- OU3: Optimiser les performances des systèmes de communication
- OU4: Appliquer la théorie de l'information à des problématiques pratiques

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Système d'exploitation 2	-	22,5	-	15	-	2,5
Théorie de l'information et codage	-	33,75	-	-	-	2
Total	-	56,25	-	15	-	4,5

TAB. 2.11 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Système d'exploitation 2	X		1,5	2,5
Théorie de l'information et codage	X		1	

TAB. 2.12 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Système d'exploitation 2	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Théorie de l'information et codage	X	–	–	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.13 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Système d'exploitation 2

- **Code ECUE:** UEF431
- **Crédits ECTS:** 2.5

Prérequis de l'ECUE

- Concepts fondamentaux des systèmes d'exploitation.
- Gestion des périphériques et du système de fichiers.
- Environnement Linux

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Approfondir les concepts fondamentaux des systèmes d'exploitation.
- OE2: Acquérir une maîtrise avancée de la gestion des processus, la gestion de la mémoire et la synchronisation interprocessus.
- OE3: Développer des compétences pratiques en vue de la certification LPI 101/102

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS3	X	X	X
CS5	X	X	X
CS7	X	X	X

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Gestion des processus

- Notions de processus : définition, caractéristiques, threads, démons, processus orphelins et zombies
- Ordonnancement des processus : principes et algorithmes

Chapitre 2 : Gestion de la mémoire

- Concepts fondamentaux : mémoire centrale, multiprogrammation, gestion contiguë, swapping
- Gestion avancée : pagination, segmentation, mémoire virtuelle, TLB

Chapitre 3 : Synchronisation et communication interprocessus

- Enjeux et historique de la synchronisation
 - Mécanismes : sémaphores, problèmes classiques (producteur-consommateur, lecteur-écrivain)
 - Gestion des interblocages : détection et prévention
-

Description du contenu du TD

TD1: Ordonnancement des processus

TD2(1): Gestion de la mémoire – Allocation contiguë

TD2(2): Gestion de la mémoire – Allocation non contiguë et mémoire virtuelle (Pagination)

TD3: Synchronisation des processus et gestion des interblocages

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Gestion des processus sous Linux

TP2: Programmation des processus sous Linux

TP3: Synchronisation et communication entre processus (IPC, sémaphores)

Bibliographie et Ressources

- Andrew Tanenbaum, Systèmes d'exploitation, Pearson Education, 2008
 - Bart Lamiroy, Laurent Najman, Hugues Talbot, Systèmes d'exploitation, Pearson Education, 2006

Fiche descriptive de l'ECUE : Théorie de l'information et codage

- **Code ECUE:** UEF432
 - **Crédits ECTS:** 2

Prérequis de l'ECUE

- Le calcul des probabilités
 - La théorie des signaux, notamment la conception des systèmes
 - Les différentes composantes d'une chaîne de transmission

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les concepts fondamentaux de la théorie de l'information
- OE2: Analyser et modéliser les systèmes de communication
- OE3: Étudier les techniques de codage et de décodage
- OE4: Appliquer la théorie de l'information aux problématiques pratiques

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	X
CS2	X	X	X	X

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Notions sur la théorie de l'information

- Introduction aux systèmes de communication
- Modélisation probabiliste de l'information
- Modélisation probabiliste de sources d'information
- Calcul des probabilités
- Variables aléatoires
- Mesure quantitative de l'information
- Quantité d'information d'un message
- Information propre et mutuelle d'information
- Entropie et information mutuelle de variables aléatoires

Chapitre 2 : Codage source

- Sources discrètes
- Chaines de Markov
- Débits d'information
- Propriété d'équipartition asymptotique (AEP)
- Codage de source
- Position du problème
- Propriétés souhaitées des codes
- Inégalité de Kraft
- Premier théorème de Shannon
- Techniques de codage entropique
- Codeur de Fanon-Shannon

- Codeur de Huffman
- Codeur Arithmétique

Chapitre 3 : Codage canal

- Système de communication
 - Séquences conjointement typiques
 - Second théorème de Shannon
 - Technique de codage canal
 - Les codes systématiques
 - Les codes linéaires
 - Les codes cycliques
 - Les codes convolutifs
-

Bibliographie et Ressources

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– G. Battail, Théorie de l'information: application aux techniques de communication, Masson, 1997– O. Rioul, Théorie de l'information et du codage, Hermes Sciences Lavoisier, 2007.– T. M. Cover, and J. A. Thomas. Elements of information theory, Wiley, 1991.– T. Cover, J. Thomas, Elements of Information Theory, Wiley Sons, 2e édition, 2006.– F.J. MacWilliams and N.J.A. Sloane, The Theory of Error-Correcting Codes , North-Holland, 1977. |
|--|

2.4 Fiche de l'UE – Transmission et mesure

- Code UE: UEF440
- Crédits ECTS : 6,5

Prérequis de l'UE

- Traitement de signal

Objectifs de l'UE

- OU1: Comprendre les principes fondamentaux de la mesure et de l'instrumentation
- OU2: Connaître les principes et technologies de transmission des données

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Transmission de données	-	33,75	-	12	-	3,5
Mesure et Instrumentation	-	33,75	-	-	-	3
Total	-	67,5	-	12	-	6,5

TAB. 2.14 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Transmission des données	X		1,5	3,5
Mesure et Instrumentation	X		1,5	

TAB. 2.15 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Transmission des données	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Mesure et Instrumentation	X	–	–	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.16 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Transmission de données

- Code ECUE: UEF441
- Crédits ECTS : 3.5

Prérequis de l'ECUE

- Traitement de signal

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les principes fondamentaux de la transmission de données
- OE2: Maîtriser les protocoles et outils de transmission de données
- OE3: Analyser les performances et sécuriser les flux de données
- OE4: Explorer les technologies émergentes et les défis futurs

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X		X	X
CS2	X		X	

TAB. 2.17 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Structures des systèmes téléinformatiques

- Composantes d'une chaîne de transmission (ETTD et ETCD)

- Types de réseaux (LAN- MAN- WAN)
- Topologies de réseaux (point à point ou multipoints)
- mode de commutation (circuit, message, paquet)
- Grandeurs caractéristiques (débit, efficacité, délais...)

Chapitre 2: Conception théorique des réseaux: Modèle OSI

- Notion de couches, Protocoles, services, encapsulation et décapsulation

Chapitre 3: Couche physique et techniques de transmission

- Signaux analogiques numériques
- Conversion analogique numérique
- Caractéristiques d'un canal de transmission (bande passante, capacité, rapport signal à bruit)
- Codage en bande de base
- Modulation AM-PM-FM
- Multiplexage temporel fréquentiel

Chapitre 4: Couche liaison de données

- Trame HDLC
 - Code détecteurs correcteur d'erreurs
 - Codes de blocs linéaires systématiques et codes CRC
-

Bibliographie et Ressources

- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. *Computer Networks*, 5th Edition, Pearson Education, 2010.
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. *Computer Networking: A Top-Down Approach*, 7th Edition, Pearson, 2016.
- Gien, M. *Architecture des réseaux*, Eyrolles, 2001.

Fiche descriptive de l'ECUE: Mesure et Instrumentation

- **Code ECUE:** UEF442
- **Crédits ECTS:** 3

Prérequis de l'ECUE

- Traitement de signal

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Déterminer les informations indispensables au contrôle d'un processus industriel
- OE2: Connaître les grands principes de mesure (unité, erreur, incertitude)
- OE3: Connaître une chaîne d'acquisition de données
- OE4: Mesurer et interpréter des données

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS5	X	X	X	X
CS6	X	X	X	

TAB. 2.18 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Système International d'unités et équations aux dimensions

- Introduction au Système International (SI)
- Analyse dimensionnelle et équations aux dimensions

Chapitre 2 : Théorie de la mesure, erreur et incertitude

- Notions fondamentales de la mesure
- Types d'erreurs de mesures
- Méthodes d'évaluation de l'incertitude selon le GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement)

Chapitre 3 : Généralités sur les chaînes d'acquisition de données

- Composition d'une chaîne d'acquisition
- Étapes de l'acquisition des données

Chapitre 4 : Les Différents Types de Conditionneurs, Filtres et Multiplexeurs

- Conditionneurs de signal
- Multiplexeurs en acquisition de données

Chapitre 5 : Les amplificateurs de mesure

Description du contenu du TD

TD1: Introduction aux Systèmes de Mesure et au Système International (SI)

TD2: Analyse des Erreurs et Incertitudes en Mesure

TD3: Étude d'une Chaîne d'Acquisition de Données

Bibliographie et Ressources

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> – Placko Dominique Mesure et instrumentation Hermès 2001. – Asch Georges et al. Les capteurs en instrumentation industrielle. Dunod 1983. |
|--|

2.5 Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique

- **Code UE:** UET410
- **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

- Connaissances de base en anglais (acquises dans le module Anglais 1).
- Connaissances fondamentales en culture managériale.
- Maîtrise des outils numériques collaboratifs (traitement de texte, tableur, présentation, outils cloud, etc.).
- Expérience préalable de travail en groupe (ateliers collaboratifs, exposés, mini-projets).

Objectifs de l'UE

- OU1 : Renforcer les compétences en communication professionnelle, tant orales qu'écrites, avec un focus sur l'anglais, le management digital et la gestion de projets collaboratifs.
- OU2 : Développer la capacité des étudiants à comprendre et à analyser des documents techniques et des présentations dans des contextes professionnels variés (anglais, digital, soft skills).
- OU3 : Apprendre à concevoir et mettre en œuvre des projets professionnels et citoyens, en s'appuyant sur des méthodologies adaptées à la gestion de projets, ainsi qu'à la prise de parole en public.
- OU4 : Favoriser une conscience citoyenne active et un engagement social responsable, tout en développant des compétences interpersonnelles et en communication dans des environnements multiculturels et interdisciplinaires.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Anglais 2	-		22.5	-	-	2
Management Digital	-	22.5	-	-	-	2
Projet soft skills	-		22.5	-	-	2
Total	-	22.5	45	-	-	6

TAB. 2.19 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Anglais 2		X	1	2
Management Digital		X	1	
Projet soft skills		X	1	

TAB. 2.20 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Contrôle continu			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Anglais 2		–	X	20%		–	X	80%
Management Digital		–	X	20%	X	–	–	80%
Projet soft skills		–	X	20%		–	X	80%

TAB. 2.21 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Anglais 2

- **Code ECUE:** UET411
- **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- Connaissances de base en anglais, acquises dans le module précédent d'anglais 1

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Renforcer les compétences orales et écrites en anglais dans un contexte professionnel.
- OE2: Développer la capacité à comprendre et à analyser des documents techniques et des présentations en anglais dans les domaines de la gestion, des technologies et du management.
- OE3: Apprendre à structurer des argumentations et à prendre part à des discussions techniques et managériales en anglais.
- OE4: Améliorer la prise de parole en public et la communication interculturelle en anglais, en vue de présenter des projets et des idées.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS9	X	X	X	X
CS10	X	X	X	X
CS11	X	X	X	X

TAB. 2.22 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Communication professionnelle en anglais

- **Objectifs** : Apprendre à rédiger des emails, des rapports, et des mémos dans un cadre professionnel.
 - Rédaction d'emails professionnels formels et informels.
 - Structuration d'un rapport technique et d'une présentation.
 - Exercices pratiques de correspondance écrite.

Chapitre 2 : Analyse de documents techniques et de présentations en anglais

- **Objectifs** : Savoir comprendre et analyser des documents professionnels en anglais dans des domaines techniques.
 - Compréhension de documents techniques (articles, rapports, manuels d'utilisation).
 - Analyse de présentations d'entreprises et de projets technologiques.
 - Discussion en groupe des points clés et des implications des documents.

Chapitre 3 : Communication orale et argumentation en anglais

- **Objectifs** : Améliorer la prise de parole en public, la négociation, et l'argumentation.
 - Présentations orales (individuelles et en groupe) sur des sujets liés à la technologie et au management.
 - Techniques de persuasion et de négociation en anglais.
 - Simulations de situations professionnelles (réunions, débats, etc.).

Chapitre 4 : Prise de parole en public et présentation de projets

- **Objectifs** : Développer des compétences pour présenter des projets ou idées en anglais dans un contexte professionnel.
 - Techniques de prise de parole en public (gestion du stress, clarté et efficacité).
 - Préparation et présentation d'un projet en groupe devant un public.
 - Critiques constructives et feedback.

Bibliographie et Ressources

- Matthews, P. (2019). Business English: A Complete Guide to Developing an Effective Business Communication Strategy. Routledge.
- Smith, J., Brown, R. (2020). English for Professional Communication. Cambridge University Press.
- O’Neil, S. (2018). English for Specific Purposes: Technology and Management. Pearson.

Fiche descriptive de l’ECUE : Management Digital

- **Code ECUE**: UET412
- **Crédits ECTS** : 2

Prérequis de l’ECUE

- Connaissances fondamentales en culture managériale

Objectifs d’apprentissage de l’ECUE

- OE1: Identifier les changements opérés dans le domaine du management à l’ère des nouvelles technologies
- OE2: Etudier l’impact de la transformation digitale sur la gestion de l’entreprise
- OE3: Etudier l’évolution des pratiques managériales à l’ère du digital et de la numérisation

Matrice d’association entre les objectifs de l’ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l’ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS9	X	X	X
CS10	X	X	X
CS11	X	X	X

TAB. 2.23 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l’ECUE

Plan de l’ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : La transformation digitale au cœur du management de l’entreprise
Chapitre 2 : Les métiers à l’ère du digital
Chapitre 3 : Digitalisation de l’entreprise : De la stratégie à l’organisation

Chapitre 4: Le manager à l'ère du digital

Chapitre 5: Social Media: La stratégie, les nouveautés et les usages en social media en gestion d'entreprise

Etude de cas

Le déroulement du cours est basé sur une approche pragmatique qui permet à l'étudiant de contribuer activement à la définition des concepts à partir d'études de cas d'entreprises et d'analyses de supports audio-visuels. L'intérêt est d'impliquer l'étudiant au travail de réflexion et de brainstorming et de développer ainsi ses compétences d'interprétation dans une approche de préparation à la résolution de problèmes et de la proposition de solutions dans une perspective de dynamique de groupe, qui figure parmi les principales missions d'un ingénieur en entreprise.

Bibliographie et Ressources

- Zara (2016), Le manager digital
- Bouchez (2016), L'entreprise à l'ère du digital: Les nouvelles pratiques collaboratives
- Vivier et Ducrey (2016), Le guide de la transformation digitale
- Articles de presse en relation avec l'actualité du management digital

Fiche descriptive de l'ECUE: Projet soft skills

- **Code ECUE:** UET413
- **Crédits ECTS:** 2

Prérequis de l'ECUE

- Connaissance de base en communication orale et écrite (acquises dans les modules de soft skills précédents).
- Maîtrise des outils numériques collaboratifs (traitement de texte, tableur, présentation, outils cloud, etc.).
- Expérience préalable de travail en groupe (exposés, mini-projets, ateliers collaboratifs).

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Identifier une problématique sociétale en lien avec les ODD et en analyser les enjeux dans un contexte local ou global.
- OE2: Élaborer une solution créative et responsable répondant à cette problématique, en mobilisant des outils d'analyse et de conception.
- OE3: Mettre en œuvre le projet en équipe, en pilotant les actions avec méthode et en intégrant les retours du terrain.
- OE4: Présenter efficacement le projet à travers un pitch structuré, en adaptant le discours à différents publics.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS9	X		X	X
CS10		X	X	X
CS11	X	X	X	X

TAB. 2.24 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 – Comprendre les enjeux citoyens et les ODD (Séances 1-2)

Objectifs :

- Sensibiliser aux problématiques sociétales et environnementales actuelles.
- Identifier des ODD prioritaires dans le contexte local ou global.

Activités :

- Atelier d'exploration : cartes d'impact, nuage d'enjeux.
- Mini-recherches en groupes sur les ODD.
- Benchmark de projets citoyens inspirants.

Livrables :

- Carte des enjeux (format visuel ou collaboratif).
- Fiche ODD : résumé d'un objectif et d'un projet inspirant.

Chapitre 2 – Définir un défi et générer des idées innovantes (Séances 3-5)

Objectifs :

- Identifier une problématique précise et locale.
- Générer des idées créatives et réalistes.
- Choisir une solution à prototyper.

Activités :

- Atelier design thinking (définition, idéation, sélection).
- Utilisation du canevas projet citoyen.
- Validation terrain : interview, enquête ou observation.

Livrables :

- Formulaire de défi citoyen validé.
- Canevas du projet citoyen.

Chapitre 3 – Organiser et mettre en œuvre le projet (Séances 6-9)

Objectifs :

- Planifier le projet en équipe.
- Répartir les rôles et définir les livrables.
- Réaliser une expérimentation/test terrain.

Activités :

- Planification (diagramme de Gantt simplifié, check-list).
- Réalisation d'un prototype ou d'une première action sur le terrain.
- Feedback entre groupes.

Livrables :

- Plan d'action détaillé.
- Journal de bord de l'expérimentation.
- Preuves terrain (photos, vidéos, témoignages).

Chapitre 4 – Communiquer un projet à impact (Séances 10-12)

Objectifs :

- Préparer un pitch structuré et engageant.
- Créer des supports visuels percutants.

Activités :

- Atelier storytelling : “Pourquoi, pour qui, comment ?”.
- Création d'un poster de projet.
- Préparation au pitch (voix, posture, message).

Livrables :

- Poster du projet.
- Vidéo courte ou support de pitch.
- Répétition en conditions réelles.

Chapitre 5 – Capitaliser, partager et évaluer (Séances 13-15)

Objectifs :

- Évaluer l'impact du projet et réfléchir à son amélioration.
- Partager les apprentissages.
- Clôturer le module avec une restitution collective.

Activités :

- Rédaction d'un journal réflexif personnel.
- Restitution collective sous forme d'exposition ou forum citoyen.
- Évaluation croisée entre pairs.

Livrables :

- Journal réflexif.
- Présentation finale du projet.
- Fiche d'évaluation par les pairs.

Bibliographie et Ressources

- UNESCO (2021) – Éducation à la citoyenneté mondiale : Préparer les apprenants à relever les défis du XXI^e siècle (Guide de référence pour comprendre les enjeux de l’engagement citoyen.)
- Bourcieu, S. (2022) – Conduire un projet : outils, méthodes, bonnes pratiques. Dunod. (Manuel pratique pour apprendre à gérer un projet du début à la fin.)
- Tony Buzan – Mind Mapping : L’essentiel pour tout comprendre en un clin d’œil. Eyrolles. (Outil graphique et collaboratif très utile pour l’organisation des idées en projet collectif.)
- Kit “Mon projet engagé” – Animafac (Ressource gratuite pour guider les étudiants dans la conception et le pilotage d’un projet citoyen.)

Troisième partie

Troisième année cycle ingénieur: Info-Spé (CE)

1	Semestre 5	124
1.1	Fiche de l'UE – Mathématique 5	124
1.2	Fiche de l'UE – Microprocesseurs et périphériques	130
1.3	Fiche de l'UE – Réseaux et sécurité	136
1.4	Fiche de l'UE – Informatique 5	141
1.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	147
2	Semestre 6	153
2.1	Fiche de l'UE – Mathématique 6	153
2.2	Fiche de l'UE – Microcontrôleurs et IoT	156
2.3	Fiche de l'UE – Réseaux et Multimédia	163
2.4	Fiche de l'UE – Informatique 6	168
2.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	177

1

Semestre 5

1.1 Fiche de l'UE – Mathématique 5

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– Code UE: UEF510– Crédits ECTS : 6 |
|--|

Prérequis de l'UE

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– Probabilités– Module algèbre 2 (Calcul matriciel, espaces vectoriel)– Analyse (intégration, dérivées nième) |
|---|

Objectifs de l'UE

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– OU1: Appliquer des méthodes d'analyse numérique pour résoudre des problèmes mathématiques complexes.– OU2: Modéliser des phénomènes aléatoires à l'aide de processus stochastiques et de files d'attente.– OU3: Concevoir et implémenter des algorithmes numériques et probabilistes adaptés à des applications informatiques et d'ingénierie.– OU4: Interpréter les résultats obtenus grâce aux méthodes numériques et stochastiques pour une prise de décision éclairée. |
|---|

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Processus stochastique et files d'attente	22.5	-	22.5	-	-	3
Analyse Numérique	22.5	-	11.25	9	-	3
Total	45	-	33.75	9	-	6

TAB. 1.1 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Processus stochastique et files d'attente	X		1.5	3.5
Analyse Numérique	X		1.5	

TAB. 1.2 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Processus stochastique et files d'attente	X	-	-	30%	X	-	-	70%
Analyse Numérique	X	-	X	30%	X	-	-	70%

TAB. 1.3 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Processus stochastique et files d'attente

- Code ECUE: UEF511
- Crédits ECTS : 3

Prérequis de l'ECUE

- Probabilités

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les fondements des processus stochastiques et leurs applications.
- OE2: analyser les phénomènes aléatoires à l'aide des modèles stochastiques.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X		
CS2	X	X		

TAB. 1.4 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Résolution de système d'équations linéaires

- Introduction aux processus stochastiques
- Chaînes de Markov discrètes et continues
- Applications des processus stochastiques

Chapitre 2 : Interpolation et approximation

- Files d'attente et modèles classiques
- Étude des systèmes M/M/1, M/M/c
- Applications en ingénierie des systèmes

Chapitre 3 : Racine d'équations non linéaires

- Simulation de modèles stochastiques
- Analyse des performances
- Études de cas et applications

Description du contenu du TD

TD1: Introduction aux processus stochastiques et applications

TD2: Étude de cas sur les files d'attente et optimisation des performances

TD3: Simulation numérique des files d'attente

Description du contenu du TP/travail personnel

Aucun TP n'est programmé pour ce cours.

Bibliographie et Ressources

- Sheldon M. Ross « Introduction to probability models », Academic Press, 2003.
- Jean-Christophe Breton. Calcul stochastique. Notes de cours, M2 Mathématiques, Université de Rennes 1, 2020.
- Youri Davydov. Cours de DEA "Processus stochastiques". Université Lille 1, 1999– 2000.
- Nicole El Karoui, Emmanuel Gobet, Etienne Pardoux. Introduction au calcul stochastique. Ecole Polytechnique, 2001.

Fiche descriptive de l'ECUE : Analyse Numérique

- **Code ECUE:** UEF512
- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- Module algèbre 2 (Calcul matriciel, espaces vectoriel)
- Analyse (intégration, dérivées nième)

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Maîtriser les techniques de résolution numérique des équations et systèmes linéaires.
- OE2: Appliquer des algorithmes numériques pour le calcul des dérivées et intégrales.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X		
CS2	X	X		

TAB. 1.5 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Résolution de système d'équations linéaires

- Méthodes directes : élimination de Gauss, décomposition LU
- Méthodes itératives : Jacobi, Gauss-Seidel

- Applications numériques

Chapitre 2 : Interpolation et approximation

- Interpolation polynomiale : Lagrange / Newton
- Approximation par moindres carrés
- Applications en ingénierie et en traitement de données

Chapitre 3 : Racine d'équations non linéaires

- Méthodes de dichotomie et de fausse position
- Méthodes de Newton-Raphson et de la sécante
- Étude de la convergence et des erreurs

Chapitre 4 : Intégration numérique

- Méthodes de quadrature : Rectangles / Trapèzes / Simpson
- Précision et erreur d'intégration
- Applications aux équations différentielles

Chapitre 5 : Dérivation numérique

- Différences finies : Approximations avant, arrière et centrées
- Ordre d'approximation et erreur de troncature
- Applications en physique et ingénierie

Description du contenu du TD

TD1: Méthodes numériques pour la résolution des systèmes linéaires
TD2: Interpolation polynomiale et approximation par moindres carrés
TD3: Recherche de racines d'équations non linéaires
TD4: Méthodes d'intégration numérique et étude des erreurs
TD5: Dérivation numérique et applications

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Résolution numérique des systèmes linéaires Implémentation et comparaison des méthodes de résolution : méthode de Gauss, décomposition LU et méthodes itératives (Jacobi, Gauss-Seidel).
TP2: Recherche des racines d'équations non linéaires Application des méthodes numériques (dichotomie, Newton-Raphson, sécante) pour déterminer les solutions d'équations non linéaires.
TP3: Intégration et dérivation numériques Étude des méthodes d'intégration (rectangles, trapèzes, Simpson) et des formules de différences finies pour l'approximation des dérivées

Bibliographie et Ressources

- J.Rappaz et M. Picasso : Introduction à l'analyse numérique, Presses polytechniques et universitaires romandes 2000, 256pp.
- Patrick Lascaux, Raymond Théodor : Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur. Tome 1, Méthodes directes, Dunod 2000, 326 pp.
- Patrick Lascaux, Raymond Théodor : Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur - Tome 2, Méthodes itératives, Dunod 2004, 636 pp.129
- Philippe G. Ciarlet, Jacques-Louis Lions : Analyse numérique et optimisation Collection : Sciences Sup, Dunod 2007 - 5ème édition - 296 pages –
- Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe: Convex Optimization, Cambridge University Press

1.2 Fiche de l'UE – Microprocesseurs et périphériques

- **Code UE:** UEF520
- **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

- Architecture des ordinateurs
- Système logique
- Electromagnétisme
- Electronique analogique
- Circuits électriques
- Fonctions électroniques
- Mesure et instrumentation.

Objectifs de l'UE

- OU1: Connaissance approfondie des microprocesseurs et des périphériques
- OU2: Savoir concevoir et optimiser des systèmes intégrant des processeurs et des périphériques.
- OU3: Application des techniques avancées de gestion des performances.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Architecture avancée des processeurs	22.5		11.25	-	-	3
Capteurs et actionneurs	22.5		11.25	12	-	3
Total	45		23	12	-	6

TAB. 1.6 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Architecture avancée des processeurs	X		1.5	3.5
Capteurs et actionneurs	X		1.5	

TAB. 1.7 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Architecture avancée des processeurs	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Capteurs et actionneurs	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.8 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Architecture avancée des processeurs

- Code ECUE: UEF521
- Crédits ECTS : 3

Prérequis de l'ECUE

- Architecture des ordinateurs
- Système logique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Valoriser la veille technologique,
- OE2: Comprendre des systèmes et composants électroniques analogiques et numériques,
- OE3: Mettre en place des systèmes, Ingénierie système

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS2	X		
CS6		X	
CS7			X

TAB. 1.9 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction et généralités sur l'architecture des processeurs

- Évolution des architectures de processeurs
- Principales familles de processeurs (CISC, RISC, VLIW, EPIC)
- Concepts fondamentaux : cycle d'instruction, registres, unités de calcul
- Notions de performance : CPI, fréquence, MIPS, FLOP

Chapitre 2 : Etude détaillée de la microarchitecture d'un processeur multi-cycle

- Organisation d'un processeur multi-cycle
- Cycle d'instruction détaillé : fetch, decode, execute, memory access, write-back
- Diagramme de contrôle et microprogrammes
- Optimisation des performances (réduction des cycles par instruction)

Chapitre 3 : Mémoires cache

- Hiérarchie mémoire : registres, cache, RAM, mémoire de masse
- Fonctionnement des mémoires caches (principes de localité, mapping direct, associatif, fully associative)
- Stratégies de gestion des caches (écriture, remplacement)
- Impact des caches sur la performance des processeurs

Chapitre 4 : Techniques du Pipeline

- Principe et fonctionnement du pipeline
- Problèmes et limitations : conflits structurels, de données et de contrôle
- Techniques de réduction des conflits : forwarding, branche prédiction, reorder buffer
- Superpipeline et architectures superscalaires

Description du contenu du TD

TD1: Analyse des architectures CISC et RISC

TD2: Étude et optimisation d'une microarchitecture multi-cycle

TD3: Étude des techniques avancées de pipeline

Description du contenu du TP/travail personnel

Aucun TP n'est programmé pour ce cours

Bibliographie et Ressources

- D. Etiemble, “Architecture des processeurs RISC”, Edition Armand Colin 1997.
- G. Kane and J. Heinrich “MIPS RISC Architecture” Prentice Hall; 2 edition (September 11, 1991)
- J. Hennessy, D. Patterson “Computer Architecture A Quantitative Approach”, 6th Edition Morgan Kaufmann, November 2017

Fiche descriptive de l'ECUE : Capteurs et actionneurs

- **Code ECUE:** UEF522
- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- Electromagnétisme
- Electronique analogique
- Circuits électriques
- Fonctions électroniques
- Mesure et instrumentation.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Conception et développement des Capteurs et actionneurs
- OE2: Tests d'intrusion
- OE3: Analyse des besoins
- OE4: Ingénierie des systèmes

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2		X		
CS4	X			
CS5				X
CS8			X	

TAB. 1.10 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Les capteurs : définitions et caractéristiques

- Introduction aux capteurs et actionneurs : définition, classification, et principes de fonctionnement.
- Choix d'un capteur selon des critères (plage de mesure, précision, coût, etc.).
- Applications des capteurs dans l'industrie et à domicile.

Chapitre 2 : Etude de certains types de capteurs

- Capteurs de température : thermistances, thermocouples, et RTD.
- Capteurs de lumière : photodiodes, phototransistors, capteurs photovoltaïques.
- Capteurs de pression : piézorésistifs et capacitifs.
- Capteurs à ultrasons : mesure de distance et applications dans les robots.

Chapitre 3 : Les conditionneurs

- Rôle des conditionneurs pour amplifier, filtrer, et convertir les signaux des capteurs.
- Techniques de filtrage et réduction du bruit.
- Conversion analogique-numérique (ADC) : types de convertisseurs et résolution.

Chapitre 4 : Les moteurs à courant continu

- Fonctionnement des moteurs à courant continu (DC), types (avec ou sans balais).
- Contrôle de la vitesse et de la direction (via PWM et inversion de polarité).
- Applications dans les systèmes de ventilation, robotique, etc.

Chapitre 5 : Les moteurs pas à pas

- Principe de fonctionnement : déplacement par étapes fixes.
- Méthodes de commande (plein pas, demi-pas, micro-pas).
- Applications : imprimantes 3D, robotique, et dispositifs de mesure.

Description du contenu du TD

TD1: Analyse des caractéristiques et performances des capteurs

TD2: Conditionnement des signaux de capteurs

TD3: Étude des actionneurs : moteurs à courant continu et moteurs pas à pas

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Acquisition et traitement des signaux des capteurs

TP2: Conditionnement des signaux capteurs

TP3: Contrôle d'un moteur à courant continu

TP4: Pilotage d'un moteur pas à pas

Bibliographie et Ressources

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– Les capteurs, Pascal Dassonville, Dunod, 2013.– Les capteurs pour Arduino et Raspberry Pi, TeroKarvinen ,KimmoKarvinen , Ville Valtokari, Dunod, 2014. |
|---|

1.3 Fiche de l'UE – Réseaux et sécurité

- **Code UE:** UEF530
- **Crédits ECTS:** 6

Prérequis de l'UE

- Connaissances de base en informatique, notamment en systèmes d'exploitation.
- Compréhension des concepts fondamentaux des réseaux (modèle OSI, protocoles TCP/IP, etc.).
- Notions en administration de réseaux et en configuration d'équipements réseaux.
- Bases en programmation ou scripting pour l'automatisation des tâches.

Objectifs de l'UE

- OU1: Maîtriser les fondamentaux des réseaux informatiques
- OU2: Acquérir une connaissance approfondie des mécanismes de sécurité des réseaux
- OU3: Savoir configurer et administrer une infrastructure réseau sécurisée
- OU4: Développer des stratégies de protection et de réponse face aux menaces

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Sécurité informatique	22.5	-	-	15	-	3
Fondement des réseaux (CCNA1)	22.5	-	-	21	-	3
Total	45	-	-	36	-	6

TAB. 1.11 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Sécurité informatique	X		1.5	3.5
Fondement des réseaux (CCNA1)	X		1.5	

TAB. 1.12 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Sécurité informatique	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Fondement des réseaux (CCNA1)	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.13 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Sécurité informatique

- **Code ECUE:** UEF531
- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- Transmission de données
- Initiation télécommunications

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les attaques et l'exploitation des vulnérabilités
- OE2: Mise en œuvre des mécanismes et protocoles de sécurité
- OE3: Maîtriser les principes de la cryptographie
- OE4: Gestion du risque en cas d'incident de sécurité

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X		X	X
CS2	X		X	

TAB. 1.14 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Aspects généraux de la sécurité informatique

- la sécurité : définition, principes, nécessité, niveaux de sécurisation

- les menaces
- cycle de la sécurité

Chapitre 2 : politique de sécurité

- définition, objectif, étendu, implémentation, domaine d'application, domaines de responsabilité, périodicité.
- les types de politique de sécurité
- mise en place d'une politique de sécurité

Chapitre 3 : vulnérabilités protocolaires et attaques

- définition
- types de pertes
- cycle d'une attaque
- classification des attaques

Chapitre 4 : Services de sécurité

- définition
- Authentification, Confidentialité, Intégrité, Non répudiation, Disponibilité
- Services de sécurité vis-à-vis des attaques

Chapitre 5 : Points de contrôle/ Domaine de sécurité/ Domaine de confiance

- Les mécanismes de sécurité
- définition : Points de contrôle/ Domaine de sécurité/ Domaine de confiance
- Sécurité dans les couches de protocoles
- Les mécanismes de sécurité : Firewall, VPN, IDS/IPS, Scanner de vulnérabilité, Honeypot

Chapitre 6 : Gestion des risques

- définition du risque
- Niveaux de risque
- Identification des risques
- Évaluation du risque

Chapitre 7 : Cryptologie et protocoles cryptographique

- Introduction à la cryptologie
 - Définition cryptologie/ Cryptographie/ Cryptanalyse
 - Principaux objectifs
 - Caractéristiques d'un crypto-système
 - Fondements théoriques de la cryptographie moderne
 - Cryptographie symétrique : Etude des algorithmes DES et AES
 - Cryptographie asymétrique : Étude de l'algorithme RSA
-

Bibliographie et Ressources

- Computer Security – An End State. Steven M. Bellovin. Communications of the ACM, vol. 44, no. 3, March 2001, pp. 131–132.
- Security Problems in the TCP/IP Protocol Suite S.M. Bellovin. Computer Communication Review, Vol. 19, No. 2, pp. 32-48, April 1989.
- Quality of Security Service. Cynthia Irvine Timothy Levin. the MSHN Project of the DARPA/ITO Quorum Program
- Implementing a Distributed Firewall. Sotiris Ioannidis. Angelos D. Keromytis. Steve M. Bellovin. Jonathan M. Smith. CCS '00, Athens, Greece. 2000 ACM 1581132034/ 00/0011.
-

Fiche descriptive de l'ECUE : Fondement des réseaux (CCNA1)

- **Code ECUE:** UEF532
- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- Transmission de données
- Initiation télécommunications

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Création de réseaux LAN simples
- OE2: Intégration des schémas d'adressage IP
- OE3: Mise en place des fonctions de sécurité réseau de base
- OE4: Configuration de base des routeurs et commutateurs

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X		X	X
CS2	X		X	

TAB. 1.15 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Connectivité et communication d'un réseau de base

- Le résautage de nos jours
- Configuration de base des commutateurs et périphériques finaux
- Protocoles et modèles

Chapitre 2 : Concepts Ethernet

- Couche physique
- Systèmes de nombre
- Couche de liaison de données
- Commutation Ethernet

Chapitre 3 : Communication entre réseaux

- Couche réseau
- Résolution d'adresse
- Configuration de base du routeur

Chapitre 4 : Adressage IP

- Adressage IPv4
- Adressage IPv6
- ICMP

Chapitre 5 : Communication des applications réseau

- Couche transport
- Couche application

Chapitre 6 : Conception et sécurisation d'un petit réseau

- Fondamentaux de la sécurité réseau
 - Concevoir un petit réseau
-

Bibliographie et Ressources

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– Sanicola, L., & Besson, C. (1994). L'intervention de réseaux. Paris: Bayard.– Pujolle, G. (2014). Les réseaux. Editions Eyrolles. |
|--|

1.4 Fiche de l'UE – Informatique 5

- **Code UE:** UEF540
- **Crédits ECTS:** 6

Prérequis de l'UE

- Bonnes connaissances en programmation orientée objet.
- Maîtrise des concepts fondamentaux du développement logiciel.
- Notions de base en architecture des systèmes d'information.

Objectifs de l'UE

- OU1: Concevoir, développer et connecter des interfaces web et mobiles interactives à des services distants.
- OU2: Comprendre, comparer et mettre en œuvre les principales approches de gestion du cycle de vie logiciel, y compris les méthodes agiles.
- OU3: Mettre en place une architecture applicative répartie avec communication entre front-end et back-end.
- OU4: Appliquer les principes du génie logiciel dans des projets concrets en utilisant des technologies et des méthodologies actuelles.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Programmation web et mobile	22.5	-	-	21	15	3
Génie logiciel	22.5	-	-	12	-	3
Total	45	-	-	33	15	6

TAB. 1.16 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Programmation web et mobile	X		1.5	3
Génie logiciel	X		1.5	

TAB. 1.17 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Programmation web et mobile	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Génie logiciel	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.18 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Programmation web et mobile

- **Code ECUE:** UEF541
- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- Maîtrise des concepts de base en programmation
- Notions de programmation orientée objet
- Bases de données relationnelles (SQL)

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Concevoir et développer des interfaces interactives et responsives.
- OE2: Mettre en place un serveur d'application avec une API REST.
- OE3: Gérer la communication entre front-end et back-end.
- OE4: Développer une application mobile hybride connectée à une API.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1		X		
CS3	X	X	X	X
CS7			X	
CS8	X			X

TAB. 1.19 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Technologies fondamentales du développement moderne

- HTML5 / CSS3 / JavaScript moderne
- DOM, événements, formulaire et validation
- Responsive Design

Chapitre 2 : Développement d'une application Web dynamique

- Framework front-end (React.js ou Vue.js)
- Composants, routing, hooks, gestion d'état
- Connexion à des API, appels HTTP (Axios, Fetch)
- Sécurité de base : authentification, gestion des rôles

Chapitre 3 : Développement d'un back-end REST

- Node.js et Express.js
- Création d'API RESTful
- Accès base de données
- Authentification (JWT), middleware, gestion des erreurs

Chapitre 4 : Développement d'une application mobile hybride

- Introduction à Flutter ou React Native
- Widgets, navigation, formulaire, appels d'API
- Interaction avec l'appareil (stockage local, GPS, capteurs)
- Débogage, tests et bonnes pratiques

Chapitre 5 : Déploiement et gestion du cycle de vie

- Build et packaging (Web et Mobile)
 - Déploiement sur un serveur (Heroku, Render, etc.)
-

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Création d'une interface utilisateur dynamique (React ou Vue)

TP2: Développement d'une API REST avec Express.js

TP3: Connexion d'un front-end à l'API (Web ou mobile)

TP4: Réalisation d'une mini-application mobile hybride

TP5: Intégration, test et déploiement d'une application complète

Travail personnel: Développement d'une application interactive déclinée en version Web et/ou mobile, intégrant une base de données, une API REST sécurisée et une interface responsive.

Bibliographie et Ressources

- Haverbeke, Marijn. Eloquent javascript: A modern introduction to programming. No Starch Press, 2018.
- Casciaro, Mario. Node. js Design Patterns. Packt Publishing Ltd, 2014.
- Wieruch, Robin. The road to React. Robin Wieruch, 2020.
- React. React – A JavaScript Library for Building User Interfaces. Meta, <https://react.dev>.
- Express. Express – Fast, unopinionated, minimalist web framework for Node.js. OpenJS Foundation, <https://expressjs.com>.
- Flutter. Flutter – Build apps for any screen. Google, <https://flutter.dev>.

Fiche descriptive de l'ECUE : Génie logiciel

- **Code ECUE:** UEF542
- **Crédits ECTS:** 3

Prérequis de l'ECUE

- Notions de base en programmation
- Modélisation avec UML
- Bases en algorithmique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les fondements du génie logiciel
- OE2: Analyser et comparer les méthodes traditionnelles du cycle de vie
- OE3: Découvrir et appliquer les méthodes agiles
- OE4: Appliquer les concepts théoriques à des cas pratiques

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X			
CS2	X	X	X	X
CS3				X
CS4				X
CS5	X		X	
CS6		X	X	X
CS8				X

TAB. 1.20 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Développer des compétences en raisonnement logique et en preuve formelle

- Définitions et enjeux du génie logiciel
- Qualités d'un logiciel (fiabilité, maintenabilité, performance, etc.)
- Principales activités du génie logiciel : analyse, conception, implémentation, test, maintenance
- Rôles et acteurs dans un projet logiciel

Chapitre 2 : Méthodes traditionnelles du cycle de vie

- Approches prédictives vs adaptatives
- Modèle en cascade : structure, avantages, inconvénients
- Modèle en V : validation et vérification
- Modèle itératif et incrémental : avantages par rapport au cycle en V
- Limites des approches traditionnelles

Chapitre 3 : Méthodes Agiles

- Origine et manifeste agile
- Principes fondamentaux des méthodes agiles
- Scrum : rôles, événements, artefacts
- Kanban : gestion du flux et visualisation des tâches
- Comparaison entre méthodes agiles et traditionnelles

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Étude de cas & identification des activités du génie logiciel

TP2: Application du modèle en cascade sur un mini-projet

TP3: Introduction à Scrum à travers un projet collaboratif

Bibliographie et Ressources

- Ian Sommerville, Software Engineering, 10e édition, Pearson, 2015.
- Roger S. Pressman & Bruce R. Maxim, Software Engineering: A Practitioner's Approach, 9e édition, McGraw-Hill, 2019.
- Bertrand Meyer, Agile! The Good, the Hype and the Ugly, Springer, 2014.
- Robert C. Martin, Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship, Prentice Hall, 2008.
- Ken Schwaber & Jeff Sutherland, The Scrum Guide, dernière version disponible sur [scrum-guides.org](https://www.scrumguides.org).

1.5 Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique

- **Code UE:** UET510
- **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

- Compétences en communication et gestion de projets.

Objectifs de l'UE

- OU1: Développer des compétences en leadership dans un environnement professionnel.
- OU2: Améliorer la communication interpersonnelle et la gestion du stress dans des situations professionnelles.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Français 3	-	-	22,5	-	-	2
Marketing digital	22,5	-	-	-	-	2
Leadership	-	-	22,5	-	-	2
Total	22,5	-	45	-	-	6

TAB. 1.21 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Français 3		X	1	2
Marketing digital		X	1	
Leadership		X	1	

TAB. 1.22 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Contrôle continu			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Français 3	X	–	–	20%	X	–	–	80%
Marketing digital	X	–	–	20%	X	–	–	80%
Leadership	X	–	–	20%	X	–	–	80%

TAB. 1.23 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE: Français 3

- Code ECUE: UET511
- Crédits ECTS: 2

Prérequis de l'ECUE

- Français 2

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Accompagner les étudiants pour favoriser leur réussite en créant une dynamique cognitive propice à l'autonomie.
- OE2: Proposer des tâches authentiques qui stimulent la créativité, l'esprit critique, la collaboration et la communication.
- OE3: Renforcer et accélérer l'acquisition de compétences par l'activation de plusieurs ressorts pédagogiques.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS10		X	
CS11	X		X

TAB. 1.24 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1:

- Prendre la parole en public.
- Parler de soi, de ses projets, reformuler un énoncé.
- Argumenter à l’oral.
- Savoir se décrire et décrire l’autre en termes de compétences et qualités.

Chapitre 2: Ethique de l’ingénieur

- Découvrir la Charte d’éthique.
- Table ronde : Les ingénieurs face aux défis de l’éthique.

Chapitre 3: Commenter des documents chiffrés et consolider les techniques de l’oral : communication verbale/non verbale/para verbale.

- Reconstruire les connaissances individuelles.
 - Améliorer les compétences de communication.
 - Développer les compétences d’autonomie, de travail d’équipe et d’esprit critique.
-

Bibliographie et Ressources

- Test de Personnalité. (n.d.). Test de Personnalité Gratuit | 16Personalities.
- OpenClassrooms. (n.d.). *Faire l’inventaire de ses compétences*.
- Université de Montpellier. (n.d.). Charte éthique.
- Pilar Institute. (n.d.). Cinq clés pour analyser des chiffres et rédiger des commentaires.

Fiche descriptive de l’ECUE : Marketing digital

- **Code ECUE:** UET512
- **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l’ECUE

- Connaissances fondamentales en culture managériale
- Connaissances de base en management digital

Objectifs d’apprentissage de l’ECUE

- OE1 : Développer une culture marketing générale et digitale afin de comprendre les enjeux contemporains des marchés.
- OE2 : Se familiariser avec les notions fondamentales du marketing, dans un objectif de collaboration efficace entre ingénieurs et professionnels du marketing.
- OE3 : Comprendre l’évolution des stratégies et pratiques marketing dans un environnement numérique en constante mutation.
- OE4 : Connaître les concepts, techniques et outils propres au marketing digital (référencement, réseaux sociaux, publicité en ligne, e-mailing, etc.).

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS9	X	X		X
CS10		X		
CS11			X	X

TAB. 1.25 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

- **Chapitre Introductif:** Quels changements des pratiques Marketing à l'ère du digital
- **Chapitre 1:** Quelles évolutions du comportement du consommateur à l'ère du digital
- **Chapitre 2:** Stratégie Marketing
- **Chapitre 3:** Le marketing Mix à l'ère du digital
- **Chapitre 4:** Les nouvelles tendances du commerce électronique

Bibliographie et Ressources

- Kotler et al. (2019), Marketing Management.
- Marrone (2018), Le Grand Livre du Marketing Digital.
- Gastaud et Truphème (2017), La boîte à outils du Marketing digital.
- Headley et Lejealle (2017), La Boîte à outils de la stratégie digitale omnicanale.
- Cabezon (2015), Internet Marketing.

Fiche descriptive de l'ECUE: Leadership

- **Code ECUE:** UET511
- **Crédits ECTS:** 2

Prérequis de l'ECUE

- Compétences en communication et travail en équipe
- Connaissance de soi et gestion du stress
- notions de base de gestion de projet

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Développer une compréhension des principes fondamentaux du leadership.
- OE2: Acquérir des compétences de base en gestion d'équipe et en prise de décision.
- OE3: Apprendre à identifier et appliquer les principaux styles de leadership.
- OE4: Introduire les concepts d'éthique et de responsabilité dans la pratique du leadership.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS9	X	X		
CS10		X		
CS11			X	X

TAB. 1.26 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Fondements et Styles de Leadership

- Introduction au Leadership : Comprendre les fondements du leadership et les concepts clés (influence, pouvoir, autorité).
- Styles de Leadership : Identifier et comprendre les différents styles de leadership (autocratique, démocratique, transformationnel).
- Leadership et Motivation : Appréhender le lien entre leadership et motivation, et comment un leader peut motiver ses équipes.
- Communication et Leadership : Maîtriser les bases de la communication dans le leadership, notamment la communication assertive et l'écoute active.

Chapitre 2 : Prise de Décision et Gestion de Conflits

- Prise de Décision et Leadership : Apprendre à prendre des décisions en tant que leader, utiliser des techniques d'analyse de décision.
- Leadership et Gestion de Conflits : Identifier les sources de conflits et les méthodes pour les résoudre efficacement en tant que leader.
- Responsabilité et Leadership Éthique : Introduire les concepts d'éthique et de responsabilité dans la pratique du leadership, et aborder les dilemmes éthiques.

Chapitre 3 : Leadership et Développement Personnel

- Leadership et Développement Personnel : Apprendre à se développer en tant que leader, avec un focus sur l'auto-évaluation et l'apprentissage continu.
- Leadership et Innovation : Comprendre le rôle du leadership dans l'innovation, et comment un leader peut favoriser l'innovation dans une équipe.

- Leadership en Action : Mettre en pratique les compétences de leadership à travers des simulations et des cas concrets.

Chapitre 4 : Leadership et Gestion de Projet

- Leadership et Gestion de Projet : Intégrer les compétences de leadership dans la gestion de projet, comprendre le rôle du leader dans un projet.
- Collaboration et Leadership d'Équipe : Explorer le rôle du leader dans une équipe collaborative et la dynamique de groupe.
- Leadership et Influence Sociale : Apprendre à influencer positivement dans une organisation, tout en restant éthique.

Chapitre 5 : Leadership dans un Monde Globalisé

- Préparation à l'Avenir : Leadership dans un Monde Globalisé - Préparer les étudiants à être des leaders dans un environnement mondial et comprendre les défis à venir.
 - Bilan et Présentation de Projets : Faire le bilan des compétences acquises et présenter des projets de leadership réalisés par les étudiants.
-

Bibliographie et Ressources

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– Brown, B. (2018). Le pouvoir de la vulnérabilité. Éditions Guy Trédaniel.– Herminia Ibarra, Mark Hunter (2007). How Leaders Create and Use Networks. Harvard Business Review. |
|--|

2

Semestre 6

2.1 Fiche de l'UE – Mathématique 6

- **Code UE:** UEF610
- **Crédits ECTS:** 3.5

Prérequis de l'UE

- Module Algèbre 1 (notion de base d'algèbre linéaire)
- Notion de base d'analyse
- Module Algèbre 2
- Module Analyse Numérique

Objectifs de l'UE

- OU1: Comprendre l'écriture des conditions d'optimalité et leur mise en pratique sous forme d'algorithmes efficaces permettant de calculer les solutions.
- OU2: Modéliser un Problème d'optimisation sans contraintes et le résoudre analytiquement.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Optimisation appliquée	22.5	-	11.25	9	-	3.5
Total	22.5	-	11.25	9	-	3.5

TAB. 2.1 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Optimisation appliquée	X		2	2

TAB. 2.2 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Optimisation appliquée	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.3 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Optimisation appliquée

- Code ECUE: UEF611
- Crédits ECTS : 3.5

Prérequis de l'ECUE

- Module Algèbre 1 (notion de base d'algèbre linéaire)
- Notion de base d'analyse
- Module Algèbre 2
- Module Analyse Numérique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre l'écriture des conditions d'optimalité et leur mise en pratique sous forme d'algorithmes efficaces permettant de calculer les solutions.
- OE2: Modéliser un Problème d'optimisation sans contraintes et le résoudre analytiquement.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE	
	OE1	OE2
CS1	X	X
CS2	X	X

TAB. 2.4 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Problèmes d'optimisation linéaire en dimension 2

Chapitre 2 : Algèbre linéaire dans $\mathbb{R}^n$

Chapitre 3 : Problèmes d'optimisation sans contraintes en dimension n

Chapitre 4 : Problèmes d'optimisation avec contraintes en dimension n

Chapitre 5 : Algorithmes d'optimisation

Bibliographie et Ressources

- G. Allaire, Analyse numérique et optimisation, Cours de l'Ecole Polytechnique
- J.-C. Culioli, Introduction à l'optimisation, Ellipses, 1994
- S. E. Dreyfus, A. M. Law, The Art and Theory of Dynamic Programming. Academic Press. 1977
- J.-B. Hiriart-Urruty, Optimisation et Analyse Convexe, 1998
- F. L. Lewis, V. L. Syrmos, Optimal Control, second edition. John Wiley and sons, Inc. 1995
- D. G. Luenberger, Optimization by vector space methods. John Wiley and sons, Inc. 1969

2.2 Fiche de l'UE – Microcontrôleurs et IoT

- **Code UE:** UEF620
- **Crédits ECTS:** 7

Prérequis de l'UE

- Algorithmique et structures de données (S1 et S2) : Maîtrise des bases de programmation et des structures de données.
- Architecture des ordinateurs : Connaissance des composants et du fonctionnement interne d'un ordinateur.
- Architecture avancée des processeurs : Compréhension des microprocesseurs et de leur interaction avec la mémoire et les périphériques.
- Capteurs et actionneurs : Connaissance des capteurs et actionneurs utilisés dans les systèmes embarqués et l'IoT.
- Fondements des réseaux (CCNA1) : Compréhension des concepts de base des réseaux informatiques, essentiels pour l'IoT.

Objectifs de l'UE

- OU1: Concevoir et programmer des systèmes à microcontrôleurs en intégrant des capteurs, actionneurs et modules de communication
- OU2: Comprendre et analyser les architectures IoT (Edge, Fog et Cloud Computing) et leurs applications dans divers domaines
- OU3: Mettre en place et configurer une plateforme IoT en connectant des capteurs et en visualisant les données en temps réel.
- OU4: Diagnostiquer et optimiser les performances d'un système IoT en tenant compte des contraintes réseau, énergétiques et de traitement des données.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Atelier des systèmes à microcontrôleurs	22.5	-	-	21	9	3.5
Architecture IoT	22.5	-	-	12	-	3.5
Total	45	-	-	33	9	7

TAB. 2.5 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Atelier des systèmes à microcontrôleurs	X		1	3.5
Architecture IoT	X		1	

TAB. 2.6 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Atelier des systèmes à microcontrôleurs	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Architecture IoT	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.7 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Atelier des systèmes à microcontrôleurs

- Code ECUE: UEF621
- Crédits ECTS: 3.5

Prérequis de l'ECUE

- Algorithmique et structures de données et complexité (S1 et S2)
- Architecture des ordinateurs
- Architecture avancée des processeurs
- Capteurs et actionneurs

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les systèmes et composants électroniques analogiques et numériques
- OE2: Explorer les environnements de développement pour l'embarqué
- OE3: Appliquer des protocoles de communicationles environnements de développement pour l'embarqué

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS1			X
CS2	X		X
CS6	X	X	X
CS7	X	X	

TAB. 2.8 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction aux microcontrôleurs et plateformes embarquées

Objectif: Se familiariser avec les microcontrôleurs et les principales plateformes embarquées.

- Définition et rôle des microcontrôleurs
- Différences entre microprocesseurs et microcontrôleurs
- Présentation des plateformes embarquées
 - o Arduino (UNO, Mega, Nano...)
 - o ESP8266 / ESP32
 - o Raspberry Pi
 - o BeagleBone Black
- Applications des systèmes embarqués (robotique, IoT, domotique, etc.)

Chapitre 2 : Architecture et composants des systèmes embarqués

Objectif: Étudier les composants fondamentaux des systèmes à microcontrôleur.

- Structure d'un microcontrôleur :
 - o Processeur (architecture RISC, CISC)
 - o Mémoire (RAM, ROM, EEPROM, Flash)
 - o Bus de communication (adressage, données, contrôle)
 - o Entrées/sorties GPIO
 - o Timers et gestion des interruptions
- Gestion de l'alimentation et optimisation énergétique

Chapitre 3 : Protocoles de communication et interfaces matérielles

Objectif: Comprendre et maîtriser les principales interfaces de communication.

- Les interfaces de communication :
 - o UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)
 - o SPI (Serial Peripheral Interface)
 - o I2C (Inter-Integrated Circuit)
 - o USB (Universal Serial Bus)
- Fonctionnement de chaque protocole (signaux, timing, trames)
- Différences entre communication synchrone et asynchrone

- Cas d'utilisation et exemples d'application (capteurs, stockage, affichage)

Chapitre 4 : Intégration des capteurs et actionneurs avec un microcontrôleur

Objectif: Apprendre à connecter et utiliser différents capteurs et actionneurs.

- Capteurs analogiques et numériques :
 - o Capteur de température (DHT11, LM35)
 - o Capteur à ultrasons (HC-SR04)
 - o Capteur de lumière (LDR, photodiode)
- Actionneurs et modules de sortie :
 - o Moteur DC et moteur pas à pas
 - o Servomoteur
 - o Afficheurs (LCD, 7 segments, OLED)
- Acquisition et traitement des données des capteurs

Chapitre 5 : Programmation, débogage et validation des systèmes embarqués

Objectif: Développer, tester et déployer des applications sur un microcontrôleur.

- Langages de programmation pour l'embarqué: C, Python, MicroPython
 - IDE et environnements de développement :
 - o Arduino IDE
 - o PlatformIO
 - o MicroPython / Thonny IDE
 - Étapes de développement :
 - o Écriture du programme
 - o Compilation et téléversement sur le microcontrôleur
 - o Débogage et tests
 - o Optimisation et validation du système
-

Description du contenu du TD

Aucun TD n'est programmé pour ce cours

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Introduction à la programmation des microcontrôleurs (Blink et entrées/sorties GPIO)

TP2: Lecture des capteurs analogiques et numériques avec un microcontrôleur

TP3: Communication série et protocoles de communication (UART, I2C, SPI)

TP4: Contrôle des actionneurs (moteurs, servomoteurs, afficheurs)

TP5: Développement et débogage d'une application embarquée complète

Bibliographie et Ressources

- Christian Tavernier « Arduino - Maîtrisez sa programmation et ses cartes d'interface » Editions Dunod, 2014.
- TeroKarvinen, KimmoKarvine et Ville Valtokari « Les capteurs pour Arduino et Raspberry Pi » Éditions Dunod, 2014.
- Charles Bell « Beginning sensor networks with arduino and raspberry pi » Springer Libri, 2014.
- François MOCQ « Raspberry Pi 3 ou Pi Zero - Exploitez tout le potentiel de votre nano-ordinateur » Editions ENI, 2016.
- Derek Molloy « Exploring BeagleBone: Tools and Techniques for Building with Embedded Linux » John Wiley Sons, 2015.

Fiche descriptive de l'ECUE : Architecture IoT

- **Code ECUE:** UEF622
- **Crédits ECTS:** 3.5

Prérequis de l'ECUE

- Capteurs et actionneurs
- Fondement des réseaux (CCNA1)
- Architecture avancée des processeurs

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Décrire les composants clés d'une architecture IoT (capteurs, passerelles, cloud, applications) en utilisant des schémas. (Niveau : Connaissance)
- OE2: Comparer les avantages et limites des architectures centralisées, décentralisées, Edge et Fog Computing. (Niveau : Analyse)
- OE3: Classer les plateformes IoT (AWS, Azure, FIWARE) selon leurs fonctionnalités (connectivité, analytique, coût). (Niveau : Analyse)
- OE4: Configurer une plateforme IoT (ex : ThingsBoard) pour visualiser des données capteurs. (Niveau : Application)

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	X
CS2	X	X	X	

TAB. 2.9 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à l'IoT

- Historique
- Définitions et concepts clé
- Enjeux
- Domaines d'application

Chapitre 2 : Architecture standard d'un système IoT

- Couche de Perception (Nœuds Capteurs et Nœuds Actionneurs)
 - o Les microcontrôleurs pour l'IoT : Raspberry Pi4, NodeMCU ESP32, STM32,...
 - o Les contraintes des nœuds IoT
- Couche réseau
 - o Passerelles IoT
- Couche traitement (Cloud Computing)
- Couche application (Interface Utilisateur et Services)
- Architectures centralisées vs décentralisées.

Chapitre 3 : Architecture standard d'un système IoT

- Architecture en Trois Couches (Three-Layer Architecture)
- Architecture en Cinq Couches (Five-Layer Architecture)
- Edge, Fog et Cloud Computing dans l'IoT
- Les architectures IoThybrides (Edge/Fog + Cloud)
- Architecture orientée services (SOA)
- Comparaison des Architectures

Chapitre 4 : Architecture standard d'un système IoT

- Plateformes IoT open-source (ex : ThingSpeak, ...)
 - Plateformes IoT propriétaires (AWS IoT, Azure IoT, Google Cloud IoT)
-

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Mise en place d'une architecture IoT de base (Three-layer) avec NodeMCU (3h)

TP2: Déploiement sur une Plateforme IoT (1.5h)

TP3: Architecture Edge-to-Cloud avec plateforme ThingSpeak (3h)

TP4: Architecture Edge-to-Cloud avec plateforme ThingSpeak (3h)

Bibliographie et Ressources

- S. Khare, M. Totaro “Internet of Things: An Overview”, Computer Science, 2019
- R. Buyya, A. Vahid Dastjerdi, “Internet of Things: Architecture and Applications”, 2016.
- A. Bahga, V. Madiseti, “Internet of Things: A Hands-On-Approach”, 2014, Universities Press.
- M. Younan, E. H. Houssein, M. Elhoseny, AA. “Ali Challenges and recommended technologies for the industrial internet of things: A comprehensive review ”, Computer Science, 2020.
- K. Jot Singh, D. S. Kapoor “Create Your Own Internet of Things: A survey of IoT platforms”. Computer Science IEEE Consumer Electronics Magazine, 2017
- S. Chin et J. Weaver “Raspberry Pi with Java: Programming the Internet of Things”. Editions Oracle Press. 2016

2.3 Fiche de l'UE – Réseaux et Multimédia

- **Code UE:** UEF630
- **Crédits ECTS:** 6.5

Prérequis de l'UE

- Connaissances fondamentales en réseaux informatiques.
- Notions en systèmes d'exploitation et administration de réseau
- Bases en multimédia

Objectifs de l'UE

- OU1: Comprendre les fondamentaux des réseaux et des protocoles de communication
- OU2: Maîtriser les techniques de transmission des contenus multimédias
- OU3: Configurer et administrer des infrastructures réseaux adaptées aux environnements multimédias
- OU4: Optimiser la qualité de service (QoS) dans les réseaux multimédias

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Réseaux: Communication, Routage et wireless (CCNA2)	22.5	-	-	21	-	3.5
Techniques multimédia	22.5	-	-	21	-	3
Total	45		-	42	-	6.5

TAB. 2.10 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Réseaux: Communication, Routage et wireless (CCNA2)	X		1.5	3.5
Techniques multimédia	X		1.5	

TAB. 2.11 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Réseaux: Communication, Routage et wireless (CCNA2)	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Techniques multimédia	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.12 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Réseaux: Communication, Routage et wireless (CCNA2)

- Code ECUE: UEF631
- Crédits ECTS : 3.5

Prérequis de l'ECUE

- Fondements des Réseaux (CCNA1)

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Étudier les technologies de commutation et les opérations des routeurs
- OE2: Comprendre les réseaux des petites et moyennes entreprises
- OE3: Intégrer les réseaux locaux sans fil (WLAN) et les concepts de sécurité
- OE4: Configuration et dépannage de base d'un réseau

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	X
CS2	X	X	X	X

TAB. 2.13 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Concepts de commutation, VLANs et routage inter-VLANs

- Configuration de base du commutateur
- Concepts de commutation
- VLANs
- Routage inter-VLAN

Chapitre 2 : Réseaux redondants

- STP
- EtherChannel

Chapitre 3 : Réseaux fiables et disponibles

- DHCPv4
- Concepts SLAAC et DHCPv6
- Concepts FHRP

Chapitre 4 : Sécurité de couche 2 et réseaux locaux sans fil

- Concepts de sécurité LAN
- Configuration de la sécurité du commutateur
- Concepts de réseaux locaux sans fil
- Configuration de réseaux locaux sans fil

Chapitre 5 : Concepts de routage et configuration

- Concepts de routage
 - Routage statique IP
 - Dépanner les routes statique et par défaut
-

Description du contenu du TP/travail personnel

- Accès pour chaque étudiant à la plateforme en ligne de cisco ; www.netacad.com

Bibliographie et Ressources

- Atéchian, T. (2010). Protocole de routage géo-multipoint hybride et mécanisme d'acheminement de données pour les réseaux ad hoc de véhicules (VANETs).
 - Benchabana, A., & Bensaci, R. (2014). Analyse des protocoles de routage dans les réseaux VANET (Doctoral dissertation).

Fiche descriptive de l'ECUE : Techniques multimédia

- **Code ECUE:** UEF632
 - **Crédits ECTS:** 3

Prérequis de l'ECUE

- Les différents types de réseaux
- Traitement de signal numérique
- Théorie de l'information et codage
- Communications Numériques

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Se familiariser avec les domaines d'application du multimédia
- OE2: Comprendre le rôle du multimédia dans l'interactivité personne/système
- OE3: Acquérir les notions fondamentales des représentations analogiques et numériques
- OE4: Maîtriser les normes de codage, de compression et de sécurisation des données multimédias

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	X
CS2	X	X	X	

TAB. 2.14 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Analyse multimédia

- Normes et Protocoles
- Définitions, normalisation, exemples de normes
- Multimédia et hypertexte, fondements du multimédia, Composantes du Multimédia, Diversité des applications multimédia et besoins, Internet (structure et vision)
- Les protocoles IP, UDP, RTP, TCP/IP, RTSP, Multicast
- Réserve de ressources et optimisation

Chapitre 2 : Représentation des signaux multimédia

- Son, Image et vidéo
- Compression d'images
- Compression des signaux audio.
- Compression vidéo.
- Problématique du changement de formats

- Edition de documents multimédia.

Chapitre 3 : Sécurité des données multimédia

- Principe et définition
- Approches locales, approches distribuées
- Protocoles de communication de données multimédia
- Indexation des fichiers multimédia par le contenu : décomposition en prises de vue des séquences vidéo et sélection d'images-clés, recherche par le contenu pictural.
- Interactions dans les applications multimédia : suivi d'un présentateur reconnaissance de gestes.

Chapitre 4 : Techniques de synchronisation multimédia

- Cryptage et Chiffrement des données multimédia
 - Watermarking (Tatouage numérique) de données visuelles
 - Stéganographie
-

Bibliographie et Ressources

- J.P. GUILLOIS, Techniques de compression des images, Hermès, Paris, 1996
- A. Cesar and B. Gonzales. Advances in Image Compression Techniques, Watson Research Center, San Jose, USA, IBM, 1988.
- W. B. Pennebaker and J. L. Mitchell. JPEG : Still Image Data Compression Standard. Kluwer Academic Publisher, 1993.
- M.K. Mandal, Multimedia signals and systems, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, 2003. D. Pan, Digital Audio Compression, Digital Tech. J., vol. 5, n°2, p. 28-40, 1993.
- D. Pan, A Tutorial on MPEG/Audio Compression, IEEE MultiMedia, vol. 2, n°2, p. 60-74, 1995.
- F.C. Pereira, T. Ebrahimi, The MPEG-4 Book, Prentice Hall, VILLE?, 2002.
- P. Plumé, Compression de données : méthodes, algorithmes, programmes détaillés, Eyrolles, Paris, 1994.
- I.E.G. Richardson, H264 and MPEG4 video compression: Video Coding for Next Generation Multimedia, Wiley, Chichester, 2003.
- V. Sze, M. Budagavi, G.J. Sullivan, High Efficiency Video Coding (HEVC): Algorithms and Architectures (Integrated Circuits and Systems), Springer; 2014 edition (August 24, 2014).
- F. Davoine, S. Pateux, Tatouage de documents audio-visuels numériques, Hermès, 2004
- I. J. Cox, M. L. Miller, J. A. Bloom, Digital Watermarking, Morgan Kaufmann Publishers, 2008
- I. J. Cox, M. L. Miller, J. A. Bloom, Digital Watermarking, Morgan Kaufmann Publishers, 2001.

2.4 Fiche de l'UE – Informatique 6

- **Code UE:** UEF640
- **Crédits ECTS:** 7

Prérequis de l'UE

- Algorithmique
- Génie logiciel
- Langages de programmation C, Java et python

Objectifs de l'UE

- OU1: Comprendre les principes fondamentaux de l'intelligence artificielle, des tests logiciels et de la programmation.
- OU2: Mettre en œuvre des algorithmes simples d'intelligence artificielle.
- OU3: Développer des programmes en Python en appliquant les bonnes pratiques de codage.
- OU4: Utiliser des outils de test pour valider et améliorer la qualité du code.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Fondements de l'IA	22,5	-	11,25		12	3
Fondements des tests	22,5	-	-	15	-	2
Atelier de programmation avec Python	22,5	-	-	21	-	2
Total	67,5		11,25	36	12	7

TAB. 2.15 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Fondements de l'IA	X		1,5	3,5
Fondements des tests	X		1,5	
Atelier de programmation avec Python	X		1,5	

TAB. 2.16 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Fondements de l'IA	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Fondements des tests	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Atelier de programmation avec Python	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.17 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Fondements de l'IA

- Code ECUE: UEF731
- Crédits ECTS : 3

Prérequis de l'ECUE

- Programmation en Python
- Algorithmique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les principes de base de l'intelligence artificielle et ses applications pratiques
- OE2: Apprendre à implémenter des algorithmes d'IA
- OE3: Concevoir des solutions intelligentes adaptées à des problèmes réels
- OE4: Travailler en équipe sur des projets intégrant théorie et pratique de l'IA

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	X
CS2		X	X	X
CS4		X	X	X
CS5		X	X	X
CS6		X	X	X
CS7			X	X
CS8			X	X

TAB. 2.18 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction aux Fondements de l'IA

- Définition de l'intelligence artificielle
- Historique et évolution de l'IA
- Applications actuelles et perspectives
- Concepts de base : agents intelligents, environnement, etc.

Chapitre 2 : Résolution de problèmes par recherche

- Formulation d'un problème : Définition d'un espace d'états (États initiaux, états finaux, opérateurs), Exemples pratiques (ex. problème du labyrinthe, puzzle).
- Stratégies de recherche aveugle : Largeur d'abord (Breadth-First Search), Profondeur d'abord (Depth-First Search), Profondeur limitée (Depth-Limited Search), Profondeur limitée itérative (Iterative Deepening Search).
- Stratégies de recherche informée : Recherche Best-First, Hill Climbing, Algorithme A*, Recherche en faisceau (Beam Search), Recherche par recuit-simulé (Simulated Annealing) .
- Satisfaction de contraintes et recherche (CSP) : Définition des problèmes de satisfaction de contraintes, Techniques de résolution (backtracking, propagation de contraintes).

Chapitre 3 : Systèmes experts

- Base de connaissances : Bases de faits, Bases de règles
- Inférence : Chaînage avant, Chaînage arrière, Chaînage mixte
- Introduction à Prolog : Principes de programmation logique, Exemples de requêtes et règles

Description du contenu du TD

TD1: Analyse des concepts de base de l'IA

TD2: Formulation et résolution de problèmes par recherche

TD3: Étude des stratégies de recherche informée

TD4: Systèmes experts et satisfaction de contraintes

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Exploration des agents intelligents et environnements

TP2: Résolution d'un problème par recherche aveugle

TP3: Algorithme A* et heuristiques

TP4: Introduction à Prolog et programmation logique

Ce cours présente une partie de travail personnel qui consiste à développer un système expert en Prolog capable de résoudre un problème complexe.

Bibliographie et Ressources

- Russell, S. J., Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4e édition). Pearson.
- Luger, G. F. (2009). Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving (6e édition). Pearson.
- Bratko, I. (2011). Prolog Programming for Artificial Intelligence (4e édition). Addison-Wesley.

Fiche descriptive de l'ECUE: Fondements des tests

- **Code ECUE:** UEF632
- **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- Génie logiciel
- Langages de programmation C, Java et python

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Acquérir le vocabulaire des normes et standards relatifs à l'activité de Tests (ISO et IEEE)
- OE2: Maîtriser l'ensemble des activités d'un processus de test
- OE3: Connaître les différents niveaux et types de tests
- OE4: Appréhender les techniques et méthodes de tests et disposer d'une vue d'ensemble du métier de testeur

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X			
CS2				X
CS3			X	
CS5		X		
CS6				X
CS8	X	X	X	X

TAB. 2.19 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1: Fondamentaux des tests

- Que sont les tests ? Les objectifs du test. Différences entre tester et déboguer.
- Pourquoi les tests sont-ils nécessaires ? Enjeux et qualité.
- Le vocabulaire du test : vérification, validation, erreur, défaut, défaillance.
- 7 principes généraux des tests : les tests exhaustifs sont impossibles, tester tôt, regroupement des défauts, test et contexte...
- Processus de test : les activités de test et les tâches associées.
- La psychologie des tests. Différence d'état d'esprit entre le testeur et le développeur.

Chapitre 2: Tester pendant le cycle de vie du développement logiciel

- Modèles de développement logiciels : modèle en V, modèle incrémental et itératif.
- Les 4 niveaux de tests : test de composants, test d'intégration, test système, test d'acceptation.
- Les principales approches de test : Big-bang, Ad-hoc, Incrémentale, Exploratoire, Dos à Dos...
- Types de tests : fonctionnels, non-fonctionnels, boîte noire, boîte blanche.
- Tests de confirmation et de régression.
- Tests de maintenance.

Chapitre 3: Processus de test

- Les activités de test.
- Les testwares.
- Les conditions de test, cas de test, données de test.

Chapitre 4: Tests statiques

- Bases des tests statiques.
- Bénéfices des tests statiques.
- Les différents types de revue.
- Processus de revue formelle : principales activités, rôles et responsabilités, facteurs de succès.

- Les techniques de revue : Ad hoc, basée sur les rôles, basée sur la perspective.

Chapitre 5: Techniques de test dynamique

- Identifier les conditions de test et concevoir des cas de test.
- Techniques basées sur les spécifications ou techniques boîte noire.
- Techniques basées sur la structure ou boîte blanche.
- Techniques basées sur l'expérience.
- Sélectionner les techniques de tests.

Chapitre 6: Gestion des tests

- Organisation des tests : indépendance du test, rôle d'un Test Manager et d'un Testeur.
- Planification et estimation des tests : plan de test, critères d'entrée et de sortie des tests.
- Pilotage et contrôle des tests, rapports de test.
- Gestion de configuration.
- Risques et Tests : risques projet et risques produit.
- Gestion des défauts.

Chapitre 7: Outils de support aux tests

- Classement des outils.
- Bénéfices et risques de l'automatisation.
- Les outils pour la gestion des tests.
- Les outils pour les tests statiques.
- Les outils pour l'exécution des tests.
- Utilisation efficace des outils : bénéfices et risques potentiels.
- Introduire un outil dans une organisation : sélection, projet pilote, déploiement.

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Tests unitaires

- Comprendre les tests unitaires et leur rôle dans la validation d'un module.
- Définir et implémenter des cas de test pertinents (Implémentation avec JUnit (Java), unittest (Python) ou assert.h (C))

TP2: Tests d'intégration

- Tester l'interaction entre plusieurs modules.
- Vérifier le bon fonctionnement global d'une application modulaire

TP3: Tests systèmes

- Vérifier le fonctionnement global du système en testant ses fonctionnalités complètes
- Simuler l'utilisation réelle de l'application

Projet : L'objectif du projet est de concevoir, implémenter et tester une application logicielle répondant à un besoin spécifique. Les étudiants devront appliquer les principes de test logiciel à chaque étape du développement.

Bibliographie et Ressources

- <https://www.istqb.org/downloads/syllabi/foundation-level-syllabus.html>
- <https://www.istqb.org/certification-path-root/foundation-level/foundation-level-content.html>

Fiche descriptive de l'ECUE : Atelier de programmation avec python

- **Code ECUE:** UEF643
- **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- Connaissance des structures de données fondamentales et algorithmes de base.
- Bases en programmation (structures de contrôle, fonctions, modularité).

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Acquérir une maîtrise avancée de Python en couvrant ses concepts fondamentaux et avancés.
- OE2: Concevoir et structurer des applications Python performantes et maintenables.
- OE3: Appliquer les principes de la programmation orientée objet et modulaire.
- OE4: Introduire les outils et bibliothèques Python pour l'analyse et la manipulation de données.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2		X		
CS3			X	
CS4		X		X
CS6	X		X	
CS7				X

TAB. 2.20 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Introduction : Pourquoi Python ?

- Popularité et domaines d'application
- Langage interprété ou compilé ?

Chapitre 1 : Notions de Base

- Syntaxe et conventions d'écriture en Python
- Variables et types de données
- Opérateurs et expressions
- Structures de contrôle: Conditions et boucles
- Structures de données : listes, tuples, dictionnaires, ensembles
- Listes et dictionnaires en compréhension.
- Fonctions et programmation fonctionnelle
 - Définition de fonctions, paramètres et valeurs de retour
 - Fonctions anonymes
 - Fonctions d'ordre supérieur (map(), filter(), reduce())
- Gestion des exceptions.

Chapitre 2 : Gestion des Fichiers

- Lecture et écriture de fichiers texte.
- Manipulation des fichiers CSV
- Lecture et écriture de fichiers JSON.
- Fichiers binaires et sérialisation avec pickle
- Gestion des erreurs et bonnes pratiques lors de la manipulation de fichiers

Chapitre 3 : Programmation Orientée Objet

- Concepts fondamentaux : classes, objets, attributs, méthodes
- Encapsulation, héritage et polymorphisme
- Méthodes spéciales (__init__, __str__, __repr__, __del__)
- Propriétés et méthodes statiques

Chapitre 4 : Programmation Modulaire et Gestion des Dépendances

- Organisation du code avec modules et packages
- Importation et utilisation des modules
- Création de modules et packages personnalisés
- Environnements virtuels et gestion des dépendances avec pip et poetry
- Bonnes pratiques de structuration et documentation du code

Chapitre 5 : Python pour la Science des Données

- Introduction aux bibliothèques scientifiques de Python : NumPy, Pandas, Matplotlib
 - Traitement et nettoyage des données avec Pandas
 - Chargement et manipulation des fichiers CSV et JSON
 - Gestion des valeurs manquantes et filtrage des données
 - Agrégation et transformation des données.
 - Analyse exploratoire des données: Résumé statistique des données et visualisation des distributions et des relations entre variables.
 - Manipulation de grandes quantités de données
 - Apprentissage automatique avec Python (Scikit-learn)
-

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Introduction à Python et manipulation des structures de données

- Manipulation des variables et des types de base
- Utilisation des listes, dictionnaires et ensembles
- Compréhensions de listes et dictionnaires
- Fonctions anonymes et programmation fonctionnelle de base

TP2: Gestion des fichiers et des exceptions

- Manipulation de fichiers texte et CSV
- Gestion des erreurs et exceptions personnalisées

TP3: Programmation orientée objet en Python

- Création de classes et d'objets
- Encapsulation, héritage et polymorphisme

TP4: Python pour la Data Science

- Chargement et manipulation de datasets avec Pandas
 - Traitement et transformation des données avec NumPy
 - Visualisation de données avec Matplotlib et Seaborn
-

Bibliographie et Ressources

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– Python, Why. “Python.” Python releases for windows 24 (2021).– Van Rossum, Guido, and Fred L. Drake. An introduction to Python. Bristol: Network Theory Ltd., 2003.– Pedregosa, Fabian, et al. “Scikit-learn: Machine learning in Python.” the Journal of machine Learning research 12 (2011): 2825-2830.– Python Software Foundation. Documentation officielle de Python. 2025, https://docs.python.org/3/.– IBM. Python for Data Science, AI Development. Coursera, 2025, https://www.coursera.org/learn/python-for-applied-data-science. |
|---|

2.5 Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique

- **Code UE:** UET610
- **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

- Anglais 1 et 2
- Gestion de projet

Objectifs de l'UE

- OU1: Développer des compétences transversales essentielles pour une insertion professionnelle réussie.
- OU2: Combiner des savoirs techniques et des soft skills (anglais, créativité, gestion de projet) pour répondre aux attentes du marché.
- OU3: Préparer les étudiants à s'adapter aux environnements multilingues, innovants et en constante évolution.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Anglais 3: TOEIC1	-	-	22,5	-	-	2
Innovation et entrepreneuriat	22,5	-	-	-	-	2
Préparation à l'environnement professionnel	-	-	22,5	-	-	2
Total	22,5	-	45	-	-	6

TAB. 2.21 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Anglais 3: TOEIC1		X	1	2
Innovation et entrepreneuriat		X	1	
Préparation à l'environnement professionnel		X	1	

TAB. 2.22 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Anglais 3: TOEIC1	X	–	–	20%	X	–	–	80%
Innovation et entrepreneuriat	X	–	–	30%	X	–	–	80%
Préparation à l'environnement professionnel	X	–	–	20%	X	–	–	80%

TAB. 2.23 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Anglais 3 : TOEIC1

- Code ECUE: UET611
- Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

- anglais 1 et 2

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Acquérir les bases de communication professionnelle en anglais.
- OE2: Comprendre des documents techniques simples (emails, notices).

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE	
	OE1	OE2
CS10	X	X

TAB. 2.24 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Grammaire Fondamentale

- Temps principaux (présent simple, passé composé, futur)
- Modaux (can, should, must)

Chapitre 2 : Vocabulaire Technique

- Termes basiques en génie logiciel/électronique
- Phrases clés pour les présentations

Chapitre 3 : Compétences Testées

- Compréhension orale : dialogues professionnels simples
- Lecture : textes courts (consignes, annonces)

Chapitre 4 : Évaluation

- Test blanc TOEIC (parties 1-4)
- Rédaction d'un email professionnel

Bibliographie et Ressources

- “Official TOEIC Preparation Materials” (ETS Global)
- “Barron’s TOEIC Superpack” (Dr. Lin Lougheed)
- “TOEIC Trainer” (Cambridge English)

Fiche descriptive de l'ECUE : Innovation et entrepreneuriat

- **Code ECUE**: UET612
- **Crédits ECTS** : 2

Prérequis de l'ECUE

- Connaissances de base en management
- Connaissances de base en marketing et en marketing digital

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: avoir des connaissances approfondies dans la création ou la reprise d'entreprise et les mettre en pratique
- OE2: Réaliser un business plan relatant la réalité économique et financière de leur projet.
- OE3: Réaliser un Business Modèle Canevas (BMC)
- OE4: Concevoir une ébauche de leur produit (prototype, application web, modèle, maquette...)

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS9	X	X	X	X

TAB. 2.25 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : L'idée innovante

- L'idée de projet et ses origines
- Les idées tendances
- L'opportunité d'affaires
- La validation de l'idée
- Le bilan personnel

Chapitre 2 : L'étude commerciale du projet

- La recherche d'informations
- L'analyse de la demande : les clients
- L'analyse de l'offre : la concurrence
- L'analyse de l'environnement micro et macro économique
- La stratégie commerciale et le mix-marketing des start-up

Chapitre 3 : L'étude technique du projet

- Les caractéristiques du produit
- Le processus de production
- Descriptif des moyens de production

Chapitre 4 : L'étude juridique du projet : Nouveau cadre juridique tunisien

- Choix d'une forme juridique pour la future entreprise
- Présentation du nouveau cadre juridique tunisien : Start-up Act

Chapitre 5 : L'étude financière du projet

- Le plan de financement initial
- Le plan de financement à 3 ans
- Le plan de trésorerie
- Le compte de résultat
- Présentation du bilan
- Le calcul du seuil de rentabilité

Description du contenu du TD

L'étudiant sera tenu de réaliser un projet en équipe, sous forme d'un business plan à présenter oralement à la fin du semestre

Bibliographie et Ressources

- Jarniou, Kalousis, La boîte à outils de la création d’entreprise, Dunod, 2020
- Hermann, Kokoreff, Nouvian, Le marketing des strat up, Eyrolles, 2018
- Entrecomp, cadre de référence européen de compétences entrepreneuriales, commission européenne, 2016
- Guide pratique du créateur, APCE, juillet 2015
- J-L. Giannelloni, E.Vernette, Etudes de marché, Vuibert, 4ème édition, Paris, 2015
- Kotler, Keller, Manceau, Marketing management, nouveaux horizons, Pearson France, Montreuil, 2015
- Blanks, Dorf, Le manuel du créateur de start up, Les Editions Diateino, 2013
- Lendrevie, Lévy, Mercator, DUNOD, Paris , 2013
- Robert Papin, la création d’entreprise, DUNOD, Paris, 2011

Fiche descriptive de l’ECUE : Préparation à l’environnement professionnel

- **Code ECUE:** UET613
- **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l’ECUE

- Atelier et projet Soft Skills

Objectifs d’apprentissage de l’ECUE

- OE1: Adopter l’approche actionnelle : apprentissage et évaluation par la tâche professionnelle
- OE2: Soutenir le développement des compétences comportementales
- OE3: Préparer les étudiants pour qu’ils se perçoivent comme des adultes capables de se remettre en question et d’évoluer.
- OE4: Préparer les étudiants à entrer dans le monde professionnel

Matrice d’association entre les objectifs de l’ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l’ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS11	X	X	X	X

TAB. 2.26 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l’ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Trouver un stage ouvrier

- Définir ses aspirations et ses qualités
- Admettre ses limites et s'ouvrir à l'amélioration
- Analyser la situation et l'environnement / Prioriser
- Choisir le type d'entreprise ou du milieu professionnel
- Demander/proposer de l'aide
- Demander des contacts autour de soi
- Consulter les sites d'offres pour trouver un stage
- Analyser les offres
- Gérer le temps

Postuler pour un stage ouvrier

- Rédiger un CV sans expérience professionnelle en réponse à une offre en mettant en valeur les Soft Skills acquis
- Réaliser un CV vidéo
- Personnaliser sa lettre de motivation
- Envoyer une candidature spontanée
- Rédiger un mail d'accompagnement

Se préparer pour l'entretien d'embauche

- Décrypter les codes de la communication non-verbale pour éviter les malentendus
- Gérer ses émotions
- Participer à des simulations d'entretien (face à face/au téléphone/par visio)
- S'auto-évaluer

Acquérir des compétences personnelles essentielles pour avoir un profil qui se démarque

- Expériences concrètes
- Observation réflexive et analyse critique
- Conceptualisation (préparer à une expérience de terrain)
- Expérimentation

Elaborer un formulaire d'auto-évaluation Soft Skills

Commenter le formulaire d'auto-évaluation

Bibliographie et Ressources

- Formation des Formateurs Soft Skills (validée en janvier 2021), JOBS – EFE, groupe Abilways
- Référentiel des métiers et des compétences (Référentiel des métiers Tunisie - Digital Talent)
- Analyse Linguistique des Professions (Canada): Base de données Analyse Linguistique des Professions (ALP), du Centre des niveaux de compétence linguistique canadiens (CNCLC) http://www.itsessential.ca/itsessential/display_page.asp?page_id=225
- Université régionale - BELC, Sousse 2019, Module 6A et B : Se former au français professionnel, avec le français des affaires de la CCI Paris Île-de-France – Ingénierie de formation et Didactique et pédagogie
- Le français des affaires, CCI Paris Ile-de-France (lefrancaisdesaffaires.fr)
- Un cadre européen commun pour les professionnels des TIC dans tous les secteurs (European e-Competence Framework (ecompetences.eu))

Quatrième partie

Quatrième année Cycle ingénieur

1	Semestre 7: Parcours Ingénierie des Réseaux Intelligents et Services	186
1.1	Fiche de l'UE –Ingénierie des réseaux avancés	186
1.2	Fiche de l'UE –Cloud & Virtualisation	191
1.3	Fiche de l'UE –Administration Systèmes & Réseaux	197
1.4	Fiche de l'UE –Réseaux II	203
1.5	Fiche de l'UE –Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	209
2	Semestre 7: Parcours Ingénierie des systèmes embarqués et IoT	217
2.1	Fiche de l'UE – Microntrôleurs et circuits numériques	217
2.2	Fiche de l'UE – IoT et bus de communication	223
2.3	Fiche de l'UE – Commande et sureté des systèmes	229
2.4	Fiche de l'UE – Programmation et Virtualisation	234
2.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	240
3	Semestre 8: Parcours Ingénierie des Réseaux Intelligents et Services	248
3.1	Fiche de l'UE –5G/6G & IOT	248
3.2	Fiche de l'UE –Sécurité opérationnelle	255
3.3	Fiche de l'UE –Technologie, Modélisation & QoS	260
3.4	Fiche de l'UE –Applications sécurisées	266
3.5	Fiche de l'UE –Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	272
4	Semestre 8: Parcours Ingénierie des systèmes embarqués et IoT	278
4.1	Fiche de l'UE – Analyse de données	278
4.2	Fiche de l'UE – Tests et développement sur SOC's	284
4.3	Fiche de l'UE – Ingénierie des Microcontrôleurs et Systèmes Automatisés	289
4.4	Fiche de l'UE – Système Temps réel	296
4.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	302

1

Semestre 7: Parcours Ingénierie des Réseaux Intelligents et Services

1.1 Fiche de l'UE –Ingénierie des réseaux avancés

- **Code UE:** UEF710
- **Crédits ECTS :** 6.5

Prérequis de l'UE

- L'intelligence artificielle (IA)
- Cloud
- Virtualisation
- Réseaux Open source
- Connaissances de base en réseaux informatiques (protocoles, routage, commutation)
- Notions en administration système et gestion des équipements réseau

Objectifs de l'UE

- OU1: Concevoir et planifier des architectures réseaux évolutives et performantes
- OU2: Intégrer et configurer des protocoles et équipements réseaux avancés
- OU3: Optimiser la performance et la gestion du trafic réseaux
- OU4: Assurer la sécurité et la résilience des infrastructures réseaux

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Ingénierie des Réseaux Intelligents	22.5	-	22.5	15	-	3.5
Ingénierie des Réseaux Programmables	22.5	-	-	15	-	3
Total	45	-	22.5	30	-	7

TAB. 1.1 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Éléments constitutifs de l'UE

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Ingénierie des Réseaux Intelligents	X		1	2
Ingénierie des Réseaux Programmables	X		2	

TAB. 1.2 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Ingénierie des Réseaux Intelligents	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Ingénierie des Réseaux Programmables	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.3 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Ingénierie des Réseaux Intelligents

- Code ECUE: UEF711
- Crédits ECTS : 3.5

Prérequis de l'ECUE

- L'intelligence artificielle (IA)
- Cloud
- Virtualisation
- Réseaux Open source

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les fondements et architectures des réseaux intelligents
- OE2: Maîtriser les techniques de collecte et d'analyse des données réseaux
- OE3: Concevoir et mettre en œuvre des solutions de gestion automatisée
- OE4: Assurer la sécurité et la résilience des réseaux intelligents

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X		
CS2			X	
CS3				X
CS4			X	X
CS5	X			X
CS7			X	X

TAB. 1.4 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Orchestrateurs et contrôleurs

- Placement du contrôleur
- Les points d'accès virtuels
- LAN logiciel
- Automatisation de l'implémentation des réseaux logiciels
- L'intelligence dans les réseaux

Chapitre 2 : Les agents intelligents

- Gestion d'un environnement complexe
- Les systèmes multi-agents
- Les systèmes d'agents réactifs

Chapitre 3 : Les agents réseau

- Les agents internet
- Les agents intranet
- Les agents assistants ou bureautiques
- Les agents mobiles

Chapitre 4 : Les réseaux actifs

- Les réseaux autonomes
- Les réseaux autonomiques

Bibliographie et Ressources

- 1 <https://www.istegroup.com/fr/produit/reseaux-logiciels-2/>
- 2 <https://www.amazon.fr/green-networking-efficaces-consommation>
- 3 <https://www.editions-eyrolles.com/Archive/9782212091199/les-reseaux>

Fiche descriptive de l'ECUE : Ingénierie des Réseaux Programmables

- **Code ECUE:** UEF712
- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- Connaissances de base en réseaux informatiques (protocoles, routage, commutation)
- Notions en administration système et gestion des équipements réseau

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les principes des Software-Defined Networks (SDN)
- OE2: Manipuler et exploiter les modèles de données YANG
- OE3: Utiliser les protocoles NETCONF et RESTCONF pour l'automatisation réseau
- OE4: Concevoir et déployer une gestion programmable des équipements réseau

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X		
CS2	X			X
CS3	X		X	
CS4	X	X		X
CS5	X		X	

TAB. 1.5 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction aux réseaux programmables

- Évolution des réseaux traditionnels vers les SDN
- Principes et avantages des réseaux programmables

Chapitre 2 : Architecture SDN

- Séparation du plan de contrôle et du plan de données
- OpenFlow et autres protocoles SDN

Chapitre 3 : Modélisation des données avec YANG

- Structure et syntaxe d'un modèle YANG
- Création et validation de modèles YANG

Chapitre 4 : Gestion des équipements réseau avec NETCONF

- Fonctionnement et architecture de NETCONF
- Opérations de gestion et de configuration

Chapitre 5 : Introduction à RESTCONF

- Comparaison avec NETCONF
- API REST et gestion des configurations réseau

Chapitre 6 : Automatisation et orchestration des réseaux

- Intégration avec Ansible et autres outils
 - Cas pratiques d'automatisation réseau
-

Bibliographie et Ressources

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">– “Software Defined Networks: A Comprehensive Approach” – Paul Goransson, Chuck Black– “Network Programmability and Automation” – Jason Edelman, Scott S. Lowe, Matt Oswalt– RFC 6020 (YANG), RFC 6241 (NETCONF), RFC 8040 (RESTCONF) |
|---|

1.2 Fiche de l'UE –Cloud & Virtualisation

- **Code UE:** UEF720
- **Crédits ECTS:** 5

Prérequis de l'UE

- Connaissances fondamentales en réseaux informatiques
- Notions en systèmes d'exploitation
- Bases en virtualisation

Objectifs de l'UE

- OU1: Comprendre les concepts fondamentaux du Cloud computing et de la virtualisation
- OU2: Maîtriser l'installation et la configuration des environnements virtualisés
- OU3: Administrer et gérer des infrastructures Cloud
- OU4: Assurer la sécurité et l'optimisation des environnements Cloud et virtualisés

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Cloud Computing et Virtualisation	22.5	-	11.25	-	-	3
Atelier Cloud Computing	-	-	-	21	-	2
Total	22.5	-	11.25	21	-	5

TAB. 1.6 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Cloud Computing et Virtualisation	X		2	4
Atelier Cloud Computing		X	1	

TAB. 1.7 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Contrôle continu			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Cloud Computing et Virtualisation	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Atelier Cloud Computing			X	20%	X	–	X	80%

TAB. 1.8 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Cloud Computing et Virtualisation

- **Code ECUE:** UEF721
- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- Réseaux et systèmes
- bases des données
- un langage de programmation
- Connaissances de base pour la manipulation du système Linux en lignes de commandes

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les principes de la virtualisation
- OE2: Manipuler les concepts de la virtualisation notamment du stockage et du réseau
- OE3: Comprendre et maîtriser la notion de conteneurs
- OE4: Découvrir la notion du cloud computing et ses applications

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X			
CS2				X
CS3			X	
CS4	X		X	
CS5		X		
CS6		X		
CS7				X

TAB. 1.9 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Virtualisation

- Hyperviseurs : type 1 et type 2
- Différents types de virtualisation : virtualisation complète, para-virtualisation, Isolateurs
- Les principales solutions de virtualisation : XEN, KVM, Vmware ESX, Hyper-V, OpenVZ, LXC, VirtualBox
- Domaines d'applications
- Virtualisation de stockage
- Virtualisation du réseau
- Virtualisation applicative par conteneurs
- Orchestration des ressources virtuelles

Chapitre 2 : Cloud computing – Définition et Architecture de référence (NIST)

- Terminologie et concepts, Valeur ajoutée
- Modèles de déploiement
- Caractéristiques spécifiques d'une architecture cloud : Elasticité & Scalabilité, Résilience, Sur demande, Utilisation mesurée
- Modèles de déploiement Architecture : Public Cloud, Private Cloud, Hybrid Cloud et Community Cloud DeploymentModels
- Les modes de livraison : Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS), Infrastructure as a Service (IaaS) & Data as a Service (DaaS)
- La combinaison des modes de livraisons.
- Les différents rôles : Administrateurs de ressources Cloud / Propriétaire de service cloud
- Service Cloud & consommateur de services Cloud

Chapitre 3 : Impact du cloud computing sur le métier des entreprises

- Scalabilité & Sécurité
- Bénéfices, challenges et risks des architectures et plateformes contemporaines de Cloud Computing & de services Cloud
- Métrique et formules de calcul du coût pour comparer les solutions cloud et les solutions On-Premise
- Agréments de qualité de service (SLAs) pour les ressources Cloud
- SAAS Maturity levels
- Notion de SRE : Site Reliability Engineering

Chapitre 4 : Exploitation de technologie Docker

- Création de conteneur et manipulations de base
- Exploitation des docker volumes
- Exploitation des docker network
- Personnalisation des conteneurs via dockerfile
- Composition des conteneurs via dockercompose

Chapitre 5 : Orchestration des conteneurs

- Présentation de la solution Kubernetes

- Architecture de la solution Kubernetes et présentation de ses différentes composantes
- Exploitation de la solution Kubernetes en ligne de commande (Kubectl)
- Manipulation de projets complexes de Kubernetes via

Chapitre 6 : Applications Cloud Natives

- Présentation de la notion d'applications Cloud natives et du CNCF
- Présentation de la notion de devops
- Présentation de la notion de micro-services
- Exploitation de Docker et de Kubernetes pour la création d'applications cloud Natives

Chapitre 7 : Architectures serverless

- Notion d'application serverless
- Avantages et limites de cette architecture
- Mise en œuvre du serverless

Bibliographie et Ressources

- 1. Virtualisation des systèmes d'information avec VMware Architecture, Philippe GILLET, Edition ENI, 2010
 - 2. Cloud Computing, Sécurité, stratégie d'entreprise et panorama du marché, Guillaume Plouin, Edition DUNOD, 2013
 - 3. Cloud et transformation digitale - 5e éd, SI hybride, protection des données, anatomie des grandes: SI hybride, protection des données, anatomie des grandes plateformes, Guillaume Plouin, Dunod 2019
 - 4. Docker - Pratique des architectures à base de conteneurs - 2e éd.: Pratique des architectures à base de conteneurs, Pierre-Yves Cloux, Dunod 2019
 - 5. Kubernetes - Maîtrisez l'orchestrateur des infrastructures du futur : Maîtrisez l'orchestrateur des infrastructures du futur, Kelsey Hightower, Dunod 2019

Fiche descriptive de l'ECUE : Atelier Cloud Computing

- **Code ECUE:** UEF722
 - **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- Réseaux et systèmes
 - bases des données
 - un langage de programmation
 - Connaissances de base pour la manipulation du système Linux en lignes de commandes

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Créer et configurer un compte sur une plateforme Cloud (AWS, Azure ou Google Cloud)
- OE2: Déployer une machine virtuelle (VM) et la configurer (choix de l'OS, accès SSH/RDP, configuration réseau)
- OE3: Utiliser le stockage Cloud (création de buckets S3, disques persistants, partages de fichiers)
- OE4: Déployer une application en conteneur avec Docker et Kubernetes
- OE5: Mettre en place un réseau Cloud sécurisé (VPC, pare-feu, VPN, règles de sécurité)
- OE6: Automatiser le déploiement d'infrastructures avec Terraform ou AWS CloudFormation

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2	X			
CS3	X	X	X	
CS4				X
CS5		X		X
CS6			X	

TAB. 1.10 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Virtualisation : VirtualBox, Vmware : Réalisation d'une solution applicative mettant en œuvre plusieurs machines virtuelles interconnectées via un réseau virtuel

TP2: Etude de quelques solutions cloud : OpenStack / CloudStack / Amazon AWS / Microsoft Azure / Google Cloud Platform / IBM Cloud Manipulation en pratique en fonction de la disponibilité des accès (convention IBM)

TP3: Mise en œuvre des pratiques de SRE : solution hautement disponible en utilisant la technologie de virtualisation

TP4: Exploitation des conteneurs : Création, manipulation Volumes et Network Composition Réalisation des activités du site training.play-with-docker.com

TP5: Orchestration des conteneurs : Mise en place de Kubernetes Exploitation de Kubernetes via kubectl

TP6: Exploitation de la carte de CNCF pour les solutions cloud natives

TP7: Manipulation de la technologie serverless

MP : Déploiement infrastructure IaaS Open Source (OpenStack / Terraform).

Bibliographie et Ressources

- Virtualisation des systèmes d'information avec VMware Architecture, Philippe GILLET, Edition ENI, 2010
- Cloud Computing, Sécurité, stratégie d'entreprise et panorama du marché, Guillaume Plouin, Edition DUNOD, 2013
- Cloud et transformation digitale - 5e éd, SI hybride, protection des données, anatomie des grandes: SI hybride, protection des données, anatomie des grandes plateformes, Guillaume Plouin, Dunod 2019
- Docker - Pratique des architectures à base de conteneurs - 2e éd.: Pratique des architectures à base de conteneurs, Pierre-Yves Cloux, Dunod 2019
- Kubernetes - Maîtrisez l'orchestrateur des infrastructures du futur : Maîtrisez l'orchestrateur des infrastructures du futur, Kelsey Hightower, Dunod 2019

1.3 Fiche de l'UE –Administration Systèmes & Réseaux

- **Code UE:** UEF730
- **Crédits ECTS:** 6

Prérequis de l'UE

- Bases des systèmes d'exploitation (Windows et Linux)
- Notions fondamentales des réseaux informatiques
- Sécurité informatique et gestion des accès

Objectifs de l'UE

- OU1: Maîtriser l'installation et la configuration des systèmes d'exploitation
- OU2: Gérer et sécuriser les réseaux d'entreprise
- OU3: Superviser et optimiser les performances des systèmes et réseaux
- OU4: Automatiser et industrialiser l'administration des infrastructures

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Administration systemes (Windows/Linux)	22.5		-	21	12	3
Administration Réseaux	22.5		-	21	-	3
Total	45		-	42	12	6

TAB. 1.11 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Controle continu	ECUE	UE
Administration systemes (Windows/Linux)	X		1	3
Administration Réseaux	X		1	

TAB. 1.12 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Administration systemes (Windows/Linux)	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Administration Réseaux	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.13 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Administration systemes (Windows/Linux)

- Code ECUE: UEF731
- Crédits ECTS : 3

Prérequis de l'ECUE

- Connaissances de base en informatique, en réseaux et en systèmes d'exploitation.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Maîtriser l'installation et l'administration de Windows Server
- OE2: Déployer et administrer Active Directory (AD DS) et ses services associés
- OE3: Configurer et optimiser les rôles et services réseau sous Windows Server
- OE4: Utiliser les outils d'administration et d'automatisation système

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS3	X	X		
CS4		X		X
CS5			X	
CS7				X

TAB. 1.14 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Partie Windows :Présentation de l'environnement Windows Server 2016

- Qu'est-ce qu'un Windows Server ?
- Caractéristiques de Windows Server
- Rôles de Windows Server
- Nouveautés de Windows Server 2016
- Editions de Windows Server 2016 Installation de Windows Server 2016

Chapitre 2 : Serveur DHCP

- Présentation/Généralités
- Types d'allocation DHCP
- Etapes d'allocation d'adresses
- Installation et configuration d'un serveur DHCP

Chapitre 3 : Serveur DNS

- Présentation/Généralités
- Le système des noms de domaine
- Zone et délégation
- Types de serveurs de nom
- Requête DNS
- Résolution inverse
- Enregistrements d'un serveur de nom
- Installation et configuration d'un serveur DNS

Chapitre 4 : Active Directory

- Introduction
- Quelques définitions importantes
- L'installation et la gestion de Active Directory
- Configuration du service DNS
- Test de DNS avec nslookup
- Gestion des utilisateurs, des groupes d'utilisateurs et des ordinateurs du domaine

Chapitre 5 :Gestion des comptes d'utilisateurs

- o Introduction
- Création de groupes
- Gestion de l'appartenance aux groupes
- Stratégies d'utilisation des groupes
- Utilisation des groupes par défaut

Chapitre 6 :Autres services (web, impression, stockage, sauvegarde et restauration, partage)

Partie Linux

- Introduction Historique Unix/GNU/Linux

- Variables SHELL/Environnement
- Filtres de flux de texte
- Gestion de base des fichiers
- Recherche de fichiers
- Pipes et redirections
- Recherche de motifs
- Editeur VI
- Droits accès/privileges
- Liens symboliques/physiques

Chapitre 2 :

- Processus de démarrage
- Installation gestionnaire de démarrage
- Gestion de processus
- Signaux des processus
- Gestion des tâches
- Modification des priorités d'exécution
- Gestion de paquetages
- Gestion des bibliothèques
- Gestion des dépendances
- Chaines d'outils apt

Chapitre 3 :

- Matériel et architecture
 - Informations sur le disque
 - Informations sur le noyau
 - Ports entrées/sorties
 - Interruptions
 - Bus
 - Gestion de partitions
 - Gestion des systèmes de fichiers
 - Mémoire virtuelle
 - Montage/démontage
 - Gestion de quotas
-

Bibliographie et Ressources

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Nicolas BONNET, « Windows Server 2016 : Les bases indispensables pour administrer et configurer votre serveur », Editions ENI, 2e édition, 2018.- Thierry DEMAN, Guillaume DESFARGES, Freddy ELMAL, Maxence VAN JONES, « Windows Server 2016 Administration avancée », Editions ENI, 2017 |
|--|

Fiche descriptive de l'ECUE : Administration Réseaux

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Code ECUE: UEF732- Crédits ECTS : 3 |
|--|

Prérequis de l'ECUE

- Concepts de base des réseaux, protocoles, routage, configuration de base des équipements réseaux
IoT Cisco, Windows, Linux, communications client/serveur

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- OE1: Comprendre les concepts fondamentaux de l'administration et de la supervision des réseaux.
- OE2: Analyser les mécanismes de gestion de la configuration, des performances, des fautes et de la documentation des réseaux.
- OE3: Explorer le protocole SNMP et son rôle dans l'administration réseau.
- OE4: Déployer et configurer des plateformes de supervision réseau telles que HP OpenView, NAGIOS ou PRTG.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X		
CS3		X		X
CS5			X	
CS7				X

TAB. 1.15 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Concepts de base de l'administration des réseaux

- Administration des réseaux selon :
 - le modèle informationnel
 - le modèle fonctionnel FCAPS
 - le modèle architectural
 - le organisationnel
 - le modèle de communication
- Les normes et les standards de l'administration réseau
- Outils de base de la supervision appliqués à l'IoT Cisco, Linux et windows : ping, traceroute, route, host, netstat, etc.

Chapitre 2 : Configuration des services et des applications

- Configuration des services : DNS, DHCP, LDAP, NFS, NIS, SAMBA

- Configuration des applications : telnet, ssh, transfert de fichiers, web, messagerie

Chapitre 3 : Famille de protocoles SNMP pour la gestion des réseaux

- Architecture : NMS, Agents, SMI
- Notions de Mib et Oid
- Spécification SMI
- Requêtes et messages SNMP
- SNMP v2 et v3

Chapitre 4 : Gestion des performances

- Notion de flux : unidirectionnel/bidirectionnel, agrégation de flux, descripteur de flux
- Génération, collecte et analyse de trafic : (probes -Intermapper, sondes RMON, MIBRMON, capture et analyse -tcpdump/whireshark/ RMON)
- Netflow de Cisco
- IPFIX
- Testeur de charge PRTG
- Équilibrage de charge

Chapitre 5 : Gestion des fautes

- Gestion des logs dans les équipements et serveurs : syslog/rsyslog
 - Systèmes de tickets : request tracker, trac
-

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: TPs pour la configuration des services et applications réseaux * tcpdump, Intermapper, Whireshark, Snmp-walk, NetworkView, Netconf, Syslog * Installation des agents SNMP sous Windows 7, windows 10, Linux, routeurs et switches cisco. * Installation, configuration et administration de la plateforme d'administration Nagios ou PRTG * TP Mise en place d'un observateur de trafic avec RMON pour le contrôle d'une application client/serveur. L'objectif est de savoir configurer une sonde RMON pour contrôler l'accès à une application serveur.

Bibliographie et Ressources

- G. Pujolle, « Les réseaux », éditions Eyrolles, année 2014.
- L. Toutain, « Réseaux locaux et Internet : Des protocoles à l'interconnexion », Editions Hermes Science Publications, 3ème édition, Mars 2003.
- A. Tanenbaum, « Computer Networks », <http://iips.icci.edu.iq/images/exam/Computer-Networks—A-Tanenbaum—5th-edition.pdf>, consulté Mars 2018.
- « LPIC-2: Linux Engineer », <http://www.lpi.org/our-certifications/lpic-2-overview>, consulté Mars 2018.

1.4 Fiche de l'UE –Réseaux II

«– **Code UE:** UEF740

«– **Crédits ECTS :** 6.5

Prérequis de l'UE

«– Notions de base en réseaux informatiques

«– Configuration et administration réseau

«– Protocoles et services réseau

Objectifs de l'UE

«– OU1: Approfondir les protocoles de communication et de routage

«– OU2: Maîtriser la configuration et l'administration des réseaux

«– OU3: Renforcer la sécurité des réseaux

«– OU4: Superviser et diagnostiquer un réseau

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Réseaux Mobiles	22.5		11.25	-	-	3
Réseaux Etendus, Réseaux d'Opérateurs (CCNA3)	22.5		-	21	12	3.5
Total	45		11.25	21	12	6.5

TAB. 1.16 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Réseaux Mobiles	X		2	4
Réseaux Etendus, Réseaux d'Opérateurs (CCNA3)	X		2	

TAB. 1.17 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Réseaux Mobiles	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Réseaux Etendus, Réseaux d'Opérateurs (CCNA3)	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.18 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Réseaux Mobiles

«– Code ECUE: UEF741

«– Crédits ECTS : 3

Prérequis de l'ECUE

«– Connaissances de base sur les réseaux

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: Comprendre les concepts fondamentaux des réseaux mobiles

«– OE2: Appliquer les connaissances à travers des projets pratiques

«– OE3: Analyser les performances et la sécurité des réseaux mobiles

«– OE4: Explorer les technologies émergentes et leurs impacts sociétaux

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X			
CS2		X		X
CS3			X	
CS4		X		
CS5			X	
CS6	X			X
CS7			X	X

TAB. 1.19 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction

- «- Historique des réseaux mobiles et leurs évolutions
- «- Les intervenants en Tunisie
- «- Architecture générale des systèmes mobiles

Chapitre 2 : Les réseaux de 2ème Génération (2G)

- «- GSM
- «- Architecture du sous-système radio et sous-système réseau
- «- Interface Radio GSM : bandes de fréquences UL/DL, Technique d'accès, format des bursts, multiplexage, les canaux physiques et logique, timing Advance ...
- «- Gestion de la mobilité 2G : handover, mise à jour de localisation, sélection et reselection...
- «- GPRS / EDGE
- «- Architecture du cœur réseau PS/CS
- «- Interface Radio GPRS/EDGE : codage canal, modulation, les nouveaux canaux....
- «- Les différences avec le GSM
- «- Gestion de la QoS : profils de QoS, le contexte PDP ...

Chapitre 3 : Les réseaux de 3ème Génération (3G) et l'évolution vers la 3G+

- «- UMTS :
- «- Motivations et origines de l'UMTS, définition de l'IMT 2000 et la 3GPP
- «- Comparaison avec la 2G
- «- Architecture UMTS : réseau d'accès, réseau cœur
- «- Interface radio UMTS : WCDMA, les codes OVSF et Gold
- «- Gestion de la mobilité
- «- Gestion de la QoS : UMTS bearer Service, RAB, CN bearer Service
- «- Evolution de l'UMTS vers la 3G+ et 3G++
- «- HSDPA, HSUPA, HSPA+ (de la 3GPP Release 4 à la Release 8) : interface radio, réseau cœur, convergence vers le tout IP,...

Chapitre 4 : Les réseaux de 4ème génération (4G) et leur évolution

- «- LTE (3GPP Release 8) :
- «- Enjeux économiques : organismes et standards
- «- Caractéristiques
- «- Architecture réseau : eUTRAN, EPC, HSS, PDN-Gateway, SGW, MME,...
- «- Interface radio : OFDMA, SC-FDMA
- «- Techniques de duplexage : FDD/TDD et structure de la supertrame
- «- Evolution vers LTE-A (Release 10/11) :
- «- Caractéristiques et débits,
- «- Mécanismes d'amélioration de débits et de capacités :
- «- CA : Carrier Aggregation
- «- MIMO

- «- eICIC
- «- CoMP
- «- SON

Chapitre 5 : Evolution vers la 5G

- «- Caractéristiques et use cases
 - «- Du RAN au Cloud RAN
 - «- Techniques : NOMA, SCMA
 - «- SDN et Concept de virtualisation NFV
 - «- Vers un réseau plus flexible : Network slicing, ...
 - «- Services : D2D, M2M, du LTE-M au NB-IoT, V2V et V2X, eMBMS 5G...
-

Bibliographie et Ressources

- «- - LTE et Réseaux 4G, Yannick Bouguen, Eric Hardouin, François-Xavier Wolff, Eyrolles, 2012.
- «- - Réseaux mobiles, Sami Tabbane, Hermès Lavoisier, 1997
- «- - Architecture des réseaux de mobiles : GSM/GPRS, UMTS/HSPA, EPS, NGN, IMS, PÉREZ André, Hermès Lavoisier, 2011.
- «- - UMTS : Les réseaux mobiles de troisième génération, Harri Holma, Antti Toskala, Collection Pro Micro, 2001.
- «- - Réseaux Logiciels, Virtualisation, SDN, 5G et Sécurité, Guy Pujolle, ISTE Editions, 2015.

Fiche descriptive de l'ECUE: Réseaux Etendus, Réseaux d'Opérateurs (CCNA3)

- «- **Code ECUE:** UEF742
- «- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- «- Fondements des Réseaux (CCNA1)
- «- Réseaux : Commutation, Routage et Wireless (CCNA2)

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «- OE1: Maîtriser les concepts des réseaux étendus (WAN) et des architectures opérateurs
- «- OE2: Configurer et optimiser les réseaux étendus et les services opérateurs
- «- OE3: Sécuriser et dépanner les infrastructures réseau étendues
- «- OE4: Explorer les tendances futures et l'automatisation des réseaux (SDN, NFV)

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X			
CS2				X
CS3			X	
CS4		X		X
CS5		X	X	
CS6				
CS7	X		X	X

TAB. 1.20 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Concepts OSPF et Configuration

- «– Introduction au routage dynamique.
- «– Principe du protocole OSPF (Open Shortest Path First).
- «– Fonctionnement de l'algorithme SPF (Shortest Path First).
- «– Types de routeurs OSPF (DR, BDR, ABR, ASBR).
- «– Configuration de base d'OSPF sur les équipements Cisco.
- «– Hiérarchie OSPF et zones.
- «– Vérification et dépannage de la configuration OSPF.

Chapitre 2 : Sécurité réseau

- «– Principes fondamentaux de la sécurité réseau.
- «– Menaces et attaques (DoS, spoofing, sniffing, etc.).
- «– Méthodes de sécurisation : pare-feu, listes de contrôle d'accès (ACL).
- «– Cryptographie : chiffrement symétrique et asymétrique.
- «– Protocoles sécurisés : HTTPS, SSH, IPsec, VPN.
- «– Mise en place de la sécurité sur les équipements réseau.

Chapitre 3 : Concepts WAN

- «– Définition et caractéristiques des réseaux WAN.
- «– Différence entre WAN, LAN et MAN.
- «– Technologies WAN : PPP, Frame Relay, MPLS, Metro Ethernet.
- «– Protocoles d'accès WAN : HDLC, PPPoE.
- «– Concepts de VPN (Virtual Private Network).
- «– Routage intersite et sécurité dans les connexions WAN.

Chapitre 4 : Optimiser, surveiller et dépanner les réseaux

- «– Supervision des réseaux avec SNMP, NetFlow, Syslog.

- «– Mesures de performance : bande passante, latence, gigue, taux d'erreur.
- «– Méthodes de diagnostic réseau : ping, traceroute, telnet, debug.
- «– Outils logiciels de surveillance réseau (Wireshark, SolarWinds...).
- «– Bonnes pratiques de dépannage : méthodologie systématique.
- «– Optimisation des performances réseau (qualité de service, files d'attente).

Chapitre 5 : Technologies des réseaux émergents

- «– Introduction aux réseaux de nouvelle génération.
 - «– Réseaux définis par logiciel (SDN).
 - «– Virtualisation des fonctions réseau (NFV).
 - «– Internet des objets (IoT) : défis et opportunités.
 - «– Réseaux dans le cloud et edge computing.
 - «– Sécurité et gestion dans les environnements émergents.
-

Bibliographie et Ressources

- «– M. F. Atkinson, *Networking Fundamentals*, Microsoft Press, 2016.
Aborde les technologies émergentes : SDN, cloud, IoT, virtualisation, et automatisation réseau.
- «– P. Oppenheimer, *Troubleshooting Campus Networks*, Cisco Press, 2002.
Méthodologie claire pour la surveillance, le dépannage, l'analyse de performance et les outils de diagnostic.
- «– Cisco Networking Academy, *CCNA 3: Enterprise Networking, Security, and Automation v7*, Cisco Press, 2020.
Support officiel pour les concepts WAN, VPN, MPLS, sécurité et automatisation réseau.

1.5 Fiche de l'UE –Langues, Soft skills et ouverture socio-économique

«– **Code UE:** UET710

«– **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

«– Compétences linguistiques de base

«– Notions de base sur le travail en équipe, la gestion du temps, la communication interpersonnelle

«– Connaissances générales sur les enjeux du monde contemporain

Objectifs de l'UE

«– OU1: Comprendre et traiter une gamme élargie de documents longs et complexes, écrits ou oraux.

«– OU2: Appliquer les principes de base de la gestion de projet, en mobilisant des outils méthodologiques pour planifier, organiser et suivre un projet en équipe

«– OU3: Concevoir et présenter un projet innovant, en réponse à une problématique réelle ou sociétale, en tenant compte des enjeux socio-économiques et environnementaux.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Français 4	-	-	22.5	-	-	2
Gestion de projet	22.5	-	-	-	-	2
Projet challenge	-	-	22.5	-	-	2
Total	22.5	-	45	-	-	6

TAB. 1.21 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

Validation de l'UE

Fiche descriptive de l'ECUE : Français 4

«– **Code ECUE:** UET711

«– **Crédits ECTS :** 2

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Français 4		X	1	2
Gestion de projet		X	1	
Projet challenge		X	1	

TAB. 1.22 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

ECUE	Contrôle continu				Contrôle continu			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Français 4	X	X	–	20%	X	X	–	80%
Gestion de projet	X	–	–	20%	X	–	–	80%
Projet challenge	–	–	X	20%	–	–	X	80%

TAB. 1.23 – Pondérations pour chaque ECUE

Prérequis de l'ECUE

- «– Maîtrise des règles de base de la communication écrite et orale.
- «– Capacité à comprendre et à rédiger des documents académiques ou professionnels simples.
- «– Aisance dans les échanges en groupe ou lors de présentations.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Analyser et synthétiser des documents en sélectionnant les informations essentielles, en appliquant des techniques de prise de notes, et en réorganisant les données de manière structurée (linéaire ou schématisée), en utilisant des outils comme le mind mapping.
- «– OE2: Rédiger, reformuler et citer des sources de manière claire et argumentée, en produisant des travaux écrits et oraux, et en utilisant des générateurs bibliographiques pour assurer la rigueur académique.
- «– OE3: Communiquer efficacement à l'oral et à l'écrit, en adaptant son discours à la situation de communication, en présentant des travaux collaboratifs, et en consolidant ses connaissances à travers une démarche éthique et scientifique.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS10	X	X	X
CS11			X

TAB. 1.24 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Réaliser une prise de notes libre et normée à partir de documents multimodaux (conférences/ cours/ séminaires/ articles...)

- «- Les étudiants doivent lire, écouter ou visionner divers documents et prendre des notes librement ou selon des plans préétablis.

Chapitre 2 : Traiter l'information écrite et orale : Rédiger/ Présenter oralement un compte-rendu à partir de documents écrits ou audio-visuels ou table ronde

- «- Les étudiants ont pour tâche de contracter un document 1 en un document 2 en rendant compte des idées de l'auteur/ des auteurs de façon objective ou critique.

Chapitre 3 : mini-projet : Présenter un module du domaine de spécialité et exposer un développement personnel à partir de documents variés, en recourant à un Mind map

- «- À partir de documents multimodaux (vidéos/ audio/textes/images...) portant sur les modules de spécialité (IA/migration vers le libre/ BIG DATA/...), les étudiants doivent sélectionner les informations, prendre des notes, synthétiser, planifier et créer une carte mentale.
 - «- Ils sont appelés à exposer leurs travaux et à répondre aux questions de leurs pairs et de leurs enseignants.
-

Bibliographie et Ressources

- «- Prise de notes: présentation théorique – LA LEÇON (hypotheses.org)
 - «- 9 Conseils pour une Prise de Note Efficace - Les Sherpas (les-sherpas.co)
 - «- POURQUOI ET COMMENT PRENDRE DES NOTES (pagesperso-orange.fr)
 - «- Rédaction de compte rendu de table ronde | Résumémo (atester.fr)
 - «- Carte mentale (heuristique): rôle, utilité et création | Lucidchart
 - «- Cartes mentales: en quoi peuvent-elles aider les élèves à mémoriser les notions? (cnrs.fr)
 - «- L'apport des TICE et de l'écriture collaborative au développement des compétences écrites dans l'acquisition/apprentissage d'une L2 (openedition.org)
 - «- Créativité et innovation autour de l'écriture collaborative - École branchée (ecolebranchee.com)

Fiche descriptive de l'ECUE : Gestion de projet

- «- **Code ECUE:** UET712
 - «- **Crédits ECTS:** 2

Prérequis de l'ECUE

- «- Connaissances informatiques de base : bureautique (Word, Excel, PowerPoint) et outils de gestion de projet (MS Project, Trello, Jira...)
 - «- Connaissances préalables en gestion et finance.
 - «- Compétences en communication

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Comprendre les principes fondamentaux de la gestion de projet, y compris les méthodologies, processus et cycles de vie des projets.
- «– OE2: Maîtriser les 10 domaines de la gestion de projet définis par le PMBOK (Project Management Body of Knowledge).
- «– OE3: Appliquer des outils et techniques de gestion de projet pour planifier, exécuter, contrôler et clôturer un projet avec succès.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS9	X	X	X
CS11			X

TAB. 1.25 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à la gestion de projet

- «– Définition et caractéristiques d'un projet
- «– Cycle de vie d'un projet : Initiation, Planification, Exécution, Surveillance et Contrôle, Clôture
- «– Rôle du gestionnaire de projet et des parties prenantes

Chapitre 2 : Processus de gestion de projet

- «– Processus de gestion : Initiation, Planification, Exécution, Contrôle, Clôture
- «– Les 5 groupes de processus et les 10 domaines de connaissance du PMBOK

Chapitre 3 : Planification de projet

- «– Développement du plan de gestion de projet
- «– Définition des objectifs SMART et des livrables
- «– Estimation des ressources, des coûts et des délais
- «– Gestion des risques et planification des contingences

Chapitre 4 : Exécution et gestion de projet

- «– Coordination des ressources et des parties prenantes
- «– Gestion de la qualité et suivi de l'avancement
- «– Gestion des équipes de projet et des communications
- «– Techniques de gestion des conflits et de motivation d'équipe

Chapitre 5 : Suivi, contrôle et clôture du projet

- «– Suivi des performances du projet (Indicateurs clés de performance - KPI)
- «– Gestion des changements et adaptation des plans
- «– Clôture d'un projet : Réalisation d'un rapport de clôture et leçons apprises

Bibliographie et Ressources

- «– PMBOK® Guide (6ème édition) – Project Management Institute
- «– CAPM Exam Prep – Rita Mulcahy
- «– The Fast Forward MBA in Project Management – Eric Verzuh
- «– Project Management for Dummies – Stanley E. Portny

Fiche descriptive de l'ECUE : Projet challenge

- «– **Code ECUE:** UET713
- «– **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- «– Interêt pour les ODD, l'innovation et tous les enjeux du monde contemporain
- «– Compétences en communication

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Identifier des problématiques sociales, environnementales ou technologiques à résoudre en lien avec les ODD (Objectifs de Développement Durable).
- «– OE2: Développer des idées innovantes en réponse à ces problématiques en utilisant des technologies adaptées.
- «– OE3: Mettre en place un projet en équipe, en appliquant des méthodes créatives et des stratégies de conception de produits/services.
- «– OE4: Présenter un projet de manière convaincante à travers un pitch, en ciblant différents types de publics (investisseurs, partenaires, etc.).

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS9	X	X	X	X
CS10		X		X
CS11			X	

TAB. 1.26 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1: Introduction aux Objectifs de Développement Durable (ODD) et à l'innovation

- «- Présentation des ODD : Comprendre les enjeux mondiaux des ODD et leur lien avec l'innovation.
- «- Exploration des grandes problématiques actuelles : Changement climatique, inégalités, accès à la technologie, etc.
- «- Définition de l'innovation : Notions de technologies émergentes, design thinking et approches centrées sur l'humain pour résoudre des problématiques complexes.

Activités :

- «- Discussion en groupe sur les ODD et leurs implications dans la société actuelle.
- «- Brainstorming sur les relations entre innovation et durabilité.
- «- Étude de cas sur des exemples d'innovations ayant contribué à la réalisation des ODD.

Livrables :

- «- Synthèse des enjeux mondiaux liés aux ODD.
- «- Tableau comparatif des ODD avec des exemples d'innovations ayant un impact positif sur ces objectifs.

Chapitre 2: Identification des problématiques à résoudre

- «- Études de cas réels : Analyse des défis auxquels sont confrontées les sociétés et les entreprises en matière d'environnement, d'éthique et de durabilité.
- «- Choix des problématiques à résoudre : Sélection des défis en lien avec les ODD, en groupe.
- «- Élaboration de personas : Identifier les utilisateurs cibles et leurs besoins.

Activités :

- «- Analyse de plusieurs études de cas réels illustrant des problématiques environnementales, sociales et économiques liées aux ODD.
- «- Travail en groupe pour choisir une problématique spécifique à résoudre.
- «- Création de personas pour mieux comprendre les besoins des utilisateurs et cibler les solutions à proposer.

Livrables :

- «- Rapport de choix des problématiques : Description détaillée des défis sélectionnés en lien avec les ODD.
- «- Fiche persona pour chaque défi : Profil des utilisateurs cibles, leurs besoins et attentes.

Chapitre 3: Création de solutions innovantes

- «- Méthodologies de créativité : Techniques de brainstorming, cartes heuristiques, etc.
- «- Conception de prototypes : Utilisation d'outils numériques et de technologies pour développer des solutions viables (prototypes virtuels, applications, services, etc.).
- «- Analyse de faisabilité : Prendre en compte les aspects techniques, économiques, éthiques et environnementaux de la solution proposée.

Activités :

- «– Séances de brainstorming en groupe pour générer des idées de solutions innovantes.
- «– Développement de prototypes (en utilisant des outils comme Figma, Sketch, etc.).
- «– Évaluation de la faisabilité technique et économique des solutions proposées.

Livrables :

- «– Prototypes de solutions innovantes (maquettes, applications, etc.).
- «– Rapport d'analyse de faisabilité incluant une évaluation des impacts environnementaux et sociaux.

Chapitre 4: Environnement technologique et impact des technologies

- «– Technologies émergentes et impact : Blockchain, IA, IoT, etc. et comment elles peuvent résoudre des problèmes liés aux ODD.
- «– Durabilité des solutions technologiques : Réflexion sur la pérennité des technologies utilisées et leur impact sur l'environnement.
- «– Systèmes ouverts et responsables : Concevoir des solutions en gardant à l'esprit la responsabilité sociétale.

Activités :

- «– Recherche sur les technologies émergentes et leurs applications potentielles pour résoudre des problématiques liées aux ODD.
- «– Analyse des avantages et des risques des technologies dans un contexte durable.
- «– Ateliers sur la conception de solutions responsables en tenant compte des impacts sociaux et environnementaux.

Livrables :

- «– Présentation des technologies émergentes utilisées pour résoudre des problèmes ODD.
- «– Rapport sur la durabilité des solutions proposées et leur potentiel impact.

Chapitre 5: Gestion de projet agile et travail en équipe

- «– Approches agiles : Introduction aux méthodes agiles (Scrum, Kanban, etc.) pour gérer le projet de manière itérative et flexible.
- «– Collaborations interdisciplinaires : Travailler en équipe avec des compétences variées pour un projet d'innovation.

Activités :

- «– Formation pratique sur les méthodes agiles, création d'un plan de projet agile.
- «– Sessions de travail en équipe pour appliquer les concepts agiles dans le cadre de projets d'innovation.
- «– Travail collaboratif avec des experts externes dans des domaines complémentaires (ex: développement durable, éthique, technologie).

Livrables :

- «– Plan de gestion de projet agile (utilisation de Scrum, Kanban, etc.).
- «– Rapport de collaboration en équipe : Description des rôles et des responsabilités, ainsi que des méthodes utilisées pour favoriser la coopération.

Chapitre 6: Pitch et communication du projet

- «– Élaboration du pitch : Structurer un pitch convaincant en présentant le problème, la solution, l'impact et les raisons pour lesquelles le projet mérite d'être soutenu.
- «– Techniques de présentation orale : Travailler la présentation orale et visuelle (slides, storytelling, etc.).
- «– Simulation de pitch devant un jury : Présentation du projet devant un panel d'experts, investisseurs et partenaires potentiels.

Activités :

- «– Ateliers pratiques pour élaborer et améliorer le pitch du projet.
- «– Sessions de préparation de la présentation orale avec des retours constructifs de la part des enseignants et pairs.
- «– Simulation de pitch devant un jury d'experts et d'investisseurs pour une évaluation finale du projet.

Livrables :

- «– Pitch vidéo ou en direct devant un jury, comprenant le résumé du projet, de son impact et de sa viabilité.
 - «– Feedback détaillé sur la présentation orale et les points à améliorer.
-

Bibliographie et Ressources

- «– Design Thinking for Social Innovation – Tim Brown
- «– The Lean Startup – Eric Ries
- «– Sustainable Development Goals: Localisation and Indicators – United Nations
- «– The Innovator's Dilemma – Clayton Christensen
- «– Sustainability by Design – John R. Ehrenfeld

2

Semestre 7 : Parcours Ingénierie des systèmes embarqués et IoT

2.1 Fiche de l'UE – Microcontrôleurs et circuits numériques

«– Code UE: UEF710
«– Crédits ECTS : 7

Prérequis de l'UE

«– Architecture avancée des processeurs
«– Systèmes logiques,
«– Atelier des systèmes à microcontrôleurs
«– langage C

Objectifs de l'UE

«– OU1: Comprendre l'architecture des microcontrôleurs et leur fonctionnement interne.
«– OU2: Maîtriser la programmation des microcontrôleurs
«– OU3: Appliquer les principes de conception des circuits numériques pour la mise en œuvre de systèmes logiques et embarqués.

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Développement sur Microcontrôleurs	22,5	-	11,25	12	-	3,5
Conception des circuits numériques	22,5	-	11,25	15	-	3,5
Total	45	-	22,5	27	-	7

TAB. 2.1 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Éléments constitutifs de l'UE

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Développement sur Microcontrôleurs	X		2	4
Conception des circuits numériques	X		2	

TAB. 2.2 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Développement sur Microcontrôleurs	X	-	X	30%	X	-	-	70%
Conception des circuits numériques	X	-	X	30%	X	-	-	70%

TAB. 2.3 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Développement sur Microcontrôleurs

«- Code ECUE: UEF711
«- Crédits ECTS : 3,5

Prérequis de l'ECUE

«- Architecture avancée des processeurs
«- Atelier des systèmes à microcontrôleurs
«- Programmation C

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Reconnaître l'architecture d'un microcontrôleur et identifier les principaux périphériques.
- «– OE2: Manipuler les outils de développement d'applications embarquées
- «– OE3: Appliquer leur implémentation sur un microcontrôleur cible (famille STM32 de ST).

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS2	X	X	X
CS3	X	X	X
CS6	X	X	X

TAB. 2.4 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Introduction : Généralités sur les microcontrôleurs

- «– Evolution
- «– Différence entre processeur et microcontrôleur,
- «– Les constituants d'un microcontrôleur : processeur, mémoires, bus, périphérique I/O, ADC,..
- «– Introduction des microcontrôleurs STM32 : les différentes familles

Chapitre 1 : Processeur CortexM4 et ses périphériques systèmes

- «– Caractéristiques
- «– Architecture interne et périphériques systèmes
- «– La norme de programmation CMSIS
- «– Outils de programmation : bibliothèques de ST, ANSI-C embarqué, IAR , Keil, CubeMX,....
- «– Le contrôleur d'interruption (NVIC)

Chapitre 2 : Les périphériques généralistes du microcontrôleur STM32

- «– le périphérique d'entrées/sorties : GPIO
- «– le périphérique d'interruption externe: EXTI
- «– le périphérique de gestion d'horloge : RCC
- «– le périphérique de gestion d'alimentation : PWR
- «– le périphérique de transfert de données : DMA

Chapitre 3 : Les périphériques de communication du microcontrôleur STM32

- «– Le périphérique de communication USART : protocole, architecture interne, configuration
- «– Le périphérique de communication SPI : protocole, architecture interne, configuration

Description du contenu du TD

TD1: Les périphériques généralistes du microcontrôleur STM32

TD2: Les périphériques de communication du microcontrôleur STM32

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: programmation d'une entrée/ sortie

TP2: développement d'une application avec une interruption externe

TP3: développement d'une application de transfert de données avec UART **TP4:** développement d'une application de transfert de données avec SPI

Bibliographie et Ressources

- «– User manual “Discovery kit with STM32F407VG MCU” UM1472 Rev 7, October 2020.
- «– Technical Reference Manual “Arm® Cortex®-M4 Processor”, Revision r0p1
- «– UM1467 User manual “Getting started with software and firmware environments for the STM32F4DISCOVERY Kit”, September 2011 Doc ID 022172 Rev 1.

Fiche descriptive de l'ECUE : Conception des circuits numériques

- «– **Code ECUE:** UEF712
- «– **Crédits ECTS :** 3,5

Prérequis de l'ECUE

- «– Architecture avancée des processeurs
- «– Système logique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Modéliser, à partir d'une spécification, un circuit numérique complexe et synthétisable avec un langage de description matérielle et de le valider fonctionnellement.
- «– OE2: Evaluer la performance de ces circuits et comprendre les étapes nécessaires à son implémentation sur un circuit programmable FPGA.
- «– OE3: Comprendre les systèmes et composants électroniques analogiques et numériques

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS2	X	X	X
CS5	X	X	X
CS6	X	X	X
CS7	X	X	X

TAB. 2.5 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1: Introduction aux circuits numériques

- «– Evolution de la technologie CMOS : Loi de MOORE
- «– Le transistor CMOS : principe de fonctionnement et type (PMOS, NMOS)
- «– Les niveaux et types de modélisation d'un circuit numérique
- «– Les langages de description matérielle : intérêt

Chapitre 2: Modélisation VHDL

- «– Structure d'un programme VHDL : entité,
- «– architecture, configuration, package
- «– Les différents types de modélisation : comportemental, flot de données, structurel
- «– Les signaux, types, opérateurs, variables
- «– Les instructions concurrentes : process,
- «– Les instructions séquentielles : if thenelse; ...
- «– Construction d'un Testbench et validation fonctionnelle : code coverage, assertion, ...

Chapitre 3: Les machines à états finis (FSM)

- «– Machine de Moore et machine de Mealy
- «– Diagramme d'états
- «– Modélisation VHDL d'une FSM

Chapitre 4: La synthèse VHDL

- «– Les synthétiseurs : rôle et norme de synthèse
- «– Le niveau RTL synthétisable
- «– Les règles de la synthèse
- «– La synthèse de la logique combinatoire
- «– La synthèse de la logique séquentielle

Chapitre 5: Etude de performance

- «– Délais de propagation des circuits combinatoires et séquentiels

- «– Délais de préparation et de maintien des bascules D.
- «– Chemin critique et fréquence maximale d'un circuit numérique complexe
- «– Prise en compte du délai de propagation de l'horloge : clockskew

Chapitre 6: Les différentes solutions d'implémentation

- «– Les ASIC : ASIC semi custom, ASIC custom, ASIC gate array,...
 - «– Les PLD (ProgrammableLogicDevice) : PLA, SPLD, CPLD, FPGA
 - «– Les différentes étapes d'implémentation
-

Description du contenu du TD

TD1: Modélisation VHDL

TD2: Les machines à états finis

TD3: Etude de performance

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Introduction aux Langages de Description Matérielle (VHDL/Verilog)

TP2: Conception et Simulation d'un Additionneur et Soustracteur sur FPGA

TP3: Machine à États Finis (FSM) pour un Contrôleur de Feux de Signalisation

TP4: Génération et Affichage de Données sur un Écran 7 Segments

TP5: Implémentation d'un Processeur Simple (ALU 8 bits) sur FPGA

Bibliographie et Ressources

- «– S. Lee “Advanced Digital Logic Design with VHDL”. Editions Thomson Prentice Hall. 2006
 - «– P. Chu “RTL Hardware Design Using VHDL”. Editions Wiley. 2006
 - «– P. Chu “FPGA prototyping by VHDL examples. Xilinx Spartan-3 version”. Editions Wiley. 2008
 - «– P. Simpson “La conception de systèmes avec FPGA”. Editions Dunod. 2014

2.2 Fiche de l'UE – IoT et bus de communication

«– **Code UE:** UEF720

«– **Crédits ECTS:** 7

Prérequis de l'UE

«– Architecture IoT

«– Fondement des réseaux (CCNA1)

«– Réseaux: Communication, Routage et wireless (CCNA2)

«– Atelier des systèmes à microcontrôleurs

Objectifs de l'UE

«– OU1: Étudier les protocoles de communication IoT

«– OU2: Analyser et comparer les bus de communication

«– OU3: Implémenter des protocoles de communication sur des plateformes embarquées

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Protocoles et technologies IoT	22,5	-	-	21	9	4
Bus de communication	22,5	-	-	21	-	3
Total	45	-	-	42	9	7

TAB. 2.6 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Protocoles et technologies IoT	X		3	4
Bus de communication	X		1	

TAB. 2.7 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Protocoles et technologies IoT	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Bus de communication	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.8 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Protocoles et technologies IoT

- «– Code ECUE: UEF721
- «– Crédits ECTS: 4

Prérequis de l'ECUE

- «– Architecture IoT
- «– Fondement des réseaux (CCNA1)
- «– Réseaux: Communication, Routage et wireless (CCNA2)
- «– Atelier des systèmes à microcontrôleurs
- «– Architecture avancée des processeurs

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1:Distinguer les principaux protocoles de communication IoT et leurs cas d'usage typiques (MQTT, CoAP,...). (Niveau: Connaissance)
- «– OE2: Différencier les technologies sans fil (BLE, Wi-Fi, NB-IoT, LPWAN) selon leurs critères (portée, débit, consommation). (Niveau: Analyse)
- «– OE3: Configurer une communication basique entre deux devices utilisant MQTT ou CoAP (Niveau: Application)
- «– OE4: Implémenter une solution IoT pour un échange de données IoT (LoRaWAN, WiFi,...). (Niveau: Application)

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 :Introduction aux communications IoT

- «– Définitions et concepts clés
- «– Contraintes des systèmes IoT (bande passante, énergie, latence, portée)

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2	X	X	X	X
CS3	X	X	X	X
CS6	X	X	X	X
CS7	X	X	X	X
CS8	X	X	X	X

TAB. 2.9 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

«– Différences avec les réseaux classiques (Internet, LAN, etc.)

«– Modèle OSI et modèle TCP/IP appliqués à l'IoT

Chapitre 2 : Protocoles de communication IoT (couche application)

«– MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)

«– CoAP (Constrained Application Protocol)

«– AMQP (Advanced Message Queuing Protocol)

«– HTTP/HTTPS, REST, WebSocket

«– Comparaison des protocoles

Chapitre 3 : Protocoles de réseau et transport

«– UDP dans l'IoT

«– TCP dans l'IoT

Chapitre 4 : Technologies de communication sans fil IoT

«– Courte portée/Moyenne portée (Zigbee, Bluetooth, NFC, Wifi)

«– Longue portée / LPWAN (LoRa et LoRaWAN, Sigfox, NB-IoT, LTE-M, 5G IoT)

Description du contenu du TD et TP

Les séances de TP sont dédiées à la préparation des étudiants à la conception et au développement de mini-projets.

Mini Projet 1: Surveillance Environnementale avec Edge Computing

Mini Projet 2: Smart Agriculture avec LPWAN (LoRaWAN)

Mini Projet 3: Système de Tracking IoT avec BLE et Cloud

Mini Projet 4: Système de Gestion d'Énergie en Temps Réel

Bibliographie et Ressources

- «– P. Neumann, LoRa and LoRaWAN for IoT, Artech House (2020)
- «– C. Anton-Haro, M. Dohle, IoT Protocols and Architectures, Academic Press (2020) item Gastón C. Hillar, MQTT Essentials: A Lightweight IoT Protocol, Packt Publishing (2017)
- «– Simone Cirani, Gianluigi Ferrari, et al., Internet of Things: Architectures, Protocols, and Standards, Wiley (2018)

Fiche descriptive de l'ECUE : Bus de Communication

- «– **Code ECUE:** UEF722
- «– **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- «– Réseaux locaux
- «– Electronique
- «– Technique de transmission
- «– Système Logique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Reconnaître les techniques de communication les plus répandues (UART, SPI, I2C, CAN)
- «– OE2: Identifier les caractéristiques de chaque interface, les formats des trames de données et le type de communication (synchrone ou asynchrone).
- «– OE3: Manipuler des échanges de données en utilisant les protocoles de communication UART, I2C , SPI et CAN

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS2	X	X	X
CS4	X	X	X

TAB. 2.10 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Les bus de communication

- «- Caractéristiques d'un bus
- «- Classification
- «- Adressage
- «- Arbitrage
- «- Modes de transmission des données

Chapitre 2 : L'interface de communication UART/USART

- «- Définition de l'UART
- «- Structure de l'UART
- «- RS232 et UART

Chapitre 3 : Le Bus de communication I2C

- «- Définition de l'I2C
- «- Avantages et inconvénients
- «- Conditions de START et de STOP
- «- Trame I2C (acquiescement, adresse, ...)

Chapitre 4 : Le Bus de communication SPI

- «- Définition de SPI
- «- Câblage
- «- Signal d'horloge
- «- Trame SPI

Chapitre 5 : Le Bus de communication CAN

- «- Définition
 - «- Caractéristiques physiques du bus CAN
 - «- Vocabulaire CAN
 - «- Protocole CAN
 - «- Le transfert des messages
-

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Bus de Communication UART-USART

TP2: Bus de Communication I2C

TP3: Bus de Communication SPI

TP4: Bus de Communication CAN

Mini-projet: Réseau CAN pour système embarqué automobile intelligent

Bibliographie et Ressources

- «– Dominique Paret et Hassina Rebaine , Réseaux de communication pour systèmes embarqués, , éditions DUNOD
- «– Christian Tavernier « Arduino - Maîtrisez sa programmation et ses cartes d'interface » Editions Dunod, 2014.
- «– Dominique PARET, Le Bus I2C, éditions DUNOD.
- «– Charles Bell « Beginning sensor networks with arduino and raspberry pi » Springer Libri, 2014.
- 10. François MOCQ « Raspberry Pi 3 ou Pi Zero - Exploitez tout le potentiel de votre nano-ordinateur » Editions ENI, 2016.

2.3 Fiche de l'UE – Commande et sûreté des systèmes

«– Code UE: UEF730

«– Crédits ECTS : 5

Prérequis de l'UE

«– Théorie des systèmes

Objectifs de l'UE

«– OU1: Maîtriser les concepts fondamentaux de la commande des systèmes

«– OU2: Comprendre les principes de la sûreté de fonctionnement et leur application aux systèmes industriels et embarqués.

«– OU3: Analyser la fiabilité, la disponibilité, la maintenabilité et la sécurité (FDMS) des systèmes automatisés.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Commande des systèmes	22,5	-	11,25	9	-	3
Sûreté de fonctionnement des SE	22,5	-	11,25	-	-	2
Total	45	-	22,5	9	-	5

TAB. 2.11 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Commande des systèmes	X		1	2,5
Sûreté de fonctionnement des SE	X		1	

TAB. 2.12 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Commande des systèmes	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Sureté de fonctionnement des SE	X	–	–	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.13 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Commande des systèmes

«– Code ECUE: UEF731

«– Crédits ECTS : 3

Prérequis de l'ECUE

«– Théorie des systèmes

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Comprendre la commande par retour d'état et placement de pôles des systèmes multi-variables dynamiques.
- «– OE2: Représenter la commande optimale quadratique basée sur les fonctions de Hamilton Jacobi
- «– OE3: Traiter la commande LQC dans les cas continu et discret tout en traitant les problèmes de régulation et de poursuite.
- «– OE4: Appliquer les filtres de Kalman.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X			
CS5	X	X	X	X

TAB. 2.14 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1: Etude et commande des systèmes multivariables

- «– Problèmes posés par l'étude des systèmes multivariables

- «- Modélisation des systèmes multivariables
- «- Analyse des systèmes multivariables
- «- Synthèse des systèmes multivariables
- «- Commande par retour d'état et placement des pôles

Chapitre 2 : Commande optimale des systèmes dynamiques

- «- Problème de base de la commande optimale. Cas des systèmes continus
- «- Equations de Hamilton Jacobi
- «- Calcul variationnel
- «- Principe de maximum
- «- Calcul du gain de commande optimale
- «- Commande LQC
- «- Etude des problèmes de régulation et de poursuite

Chapitre 3 : Commande par observateur d'état

- «- Observateurs d'état des systèmes linéaires continus
- «- Observateurs d'état des systèmes linéaires discrets
- «- Observateur prédictif
- «- Observateur correcteur
- «- Observateur d'état d'ordre réduit
- «- Commande à base d'observateur d'état

Chapitre 4 : Filtre de Kalman

- «- Principe de fonctionnement
 - «- Equations de base du filtre de Kalman (phase de prédiction et phase d'estimation)
 - «- Schéma structurel du filtre
 - «- Filtre de Kalman sous-optimal en régime permanent
 - «- Filtre de Kalman prédictif
-

Description du contenu du TD

TD1: Commande des systèmes multivariables
TD2: Commande optimale des systèmes dynamiques
TD2: Commande par observateur d'état
TD2: Filtre de Kalman

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Modélisation et implémentation du modèle d'un processus industriel multivariables sur Matlab
TP2: Commande du processus industriel par des techniques de commande avancées et comparaison des résultats
TP3: Estimation de vitesse et de position d'un moteur à courant continu par un filtre de Kalman dans un environnement bruité
TP4: Implémentation de techniques de commande avancée sur des plateformes dédiées

Bibliographie et Ressources

- «– E. Ostertag « Commande et estimation multivariables. Méthodes linéaires et optimisation quadratique » Editions Ellipses, 2006
- «– H. Abou-Kandil « La commande optimale des systèmes dynamiques » Editions Hermes, 2004
- «– Eric Ostertag « Systèmes et asservissements continus » Editions Ellipses, 2004
- «– E. Godoy, E. Ostertag « Commande numérique des systèmes » Editions Ellipses, 2003
- «– Carlos Canudas de Wit « Optimisation, discrétisation et observateurs » Editions Hermes, 2000
- «– A. Crosnier, G. Abba, B. Jouvencel, R. Zapata « Ingénierie de la commande des systèmes » Editions Ellipses, 2001

Fiche descriptive de l'ECUE : Sûreté de fonctionnement des systèmes embarqués

- «– **Code ECUE:** UEF732
- «– **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- «– électronique numérique
- «– systèmes embarqués
- «– théorie des systèmes

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Maîtriser les méthodes d'analyse de fiabilité et des modes de défaillance (AMDEC, arbre de défaillance, réseaux de Markov, etc.).
- «– OE2: Évaluer et améliorer la robustesse des systèmes embarqués face aux pannes matérielles et logicielles.
- «– OE3: Mettre en place des techniques de diagnostic et de maintenance prédictive adaptées aux contraintes des systèmes embarqués.
- «– OE4: Appliquer des normes et standards de sûreté (ISO 26262, DO-178C, IEC 61508, etc.).

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2	X	X	X	X
CS5	X	X	X	X

TAB. 2.15 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à la Sûreté de Fonctionnement

- «– Définitions : Fiabilité, Disponibilité, Maintenabilité et Sécurité (FDMS)
- «– Enjeux et domaines d'application (aéronautique, automobile, IoT, etc.)
- «– Modèles de défaillance et types de fautes (transitoires, permanentes)

Chapitre 2 : Fiabilité des Composants et des Systèmes Embarqués

- «– Analyse de la durée de vie des composants (lois statistiques : exponentielle, Weibull)
- «– Méthodes d'évaluation de la fiabilité (MTBF, MTTF, taux de panne)
- «– Redondance et tolérance aux fautes (techniques hardware et software)

Chapitre 3 : Analyse des Défaillances et Diagnostic

- «– Méthodes d'analyse des risques (AMDEC, Arbre de Défaillance, Réseaux de Markov et modèles probabilistes)
- «– Techniques de surveillance et de diagnostic des pannes
- «– Détection et confinement des fautes dans les systèmes embarqués

Chapitre 4 : Sécurité Fonctionnelle et Normes Principes de la sécurité fonctionnelle

- «– Normes et réglementations : ISO 26262 (Automobile), DO-178C (Aéronautique), IEC 61508 (Industrie)
- «– Certification et validation des systèmes embarqués critiques

Chapitre 5 : Stratégies de Tolérance aux Pannes et Maintenance Prédictive

- «– Tolérance aux fautes : redondance matérielle et logicielle
 - «– Techniques de reconfiguration dynamique et reprise sur panne
 - «– Maintenance prédictive basée sur l'intelligence artificielle et l'IoT
-

Description du contenu du TD

TD1 : Calcul de fiabilité d'un système embarqué

TD2 : Étude de cas : Analyse AMDEC sur un composant critique d'un drone

TD3 : Simulation d'un modèle de Markov pour l'analyse de fiabilité

TD4 : Arbre de défaillance appliqué à un système de freinage embarqué

Bibliographie et Ressources

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">«– Laprie, J. C. – Dependability: Basic Concepts and Terminology (Springer, 1992)«– Kopetz, H. – Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications (Springer, 2011)«– Leveson, N. – Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety (MIT Press, 2011)«– Douglass, B. P. – Real-Time UML: Advances in the UML for Real-Time Systems (Addison-Wesley, 2004) |
|---|

2.4 Fiche de l'UE – Programmation et Virtualisation

«– **Code UE:** UEF740

«– **Crédits ECTS:** 5

Prérequis de l'UE

«– Bases des données

«– Programmation et structures de données.

«– Systèmes d'exploitation.

«– Réseaux et systèmes, système Linux

Objectifs de l'UE

«– OU1: Comprendre et mettre en œuvre les technologies de virtualisation, de conteneurs

«– OU2: Exploiter les technologies cloud, serverless, multimédia et d'analyse de données.

«– OU3: Maîtriser les fondamentaux des systèmes d'exploitation sous UNIX.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Virtualisation et cloud	22,5	-	-	15	-	3
Programmation système sous Unix	22,5	-	-	12	-	2
Total	45		-	27	-	5

TAB. 2.16 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Virtualisation et cloud	X		1	2,5
Programmation système sous Unix	X		1	

TAB. 2.17 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Virtualisation et cloud	X	–	X	30%	X	–	–	70%
	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.18 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Virtualisation et cloud

«– Code ECUE: UEF741
«– Crédits ECTS : 3

Prérequis de l'ECUE

«– Réseaux et systèmes
«– Bases des données
«– Programmation
«– Système Linux

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: Comprendre les principes de la virtualisation et manipuler les concepts associés (stockage, réseau).
«– OE2: Maîtriser la notion de conteneurs et leur gestion à travers des outils d'orchestration.
«– OE3: Découvrir le cloud computing, ses applications et manipuler les outils associés.
«– OE4: Comprendre et exploiter la technologie serverless dans le contexte des infrastructures modernes.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X			
CS2		X	X	X
CS3	X	X	X	
CS4		X		X
CS5			X	X
CS6	X			

TAB. 2.19 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre I : Virtualisation

- «- Hyperviseurs : type 1 et type 2
- «- Différents types de virtualisation : virtualisation complète, para-virtualisation, Isolateurs
- «- Les principales solutions de virtualisation : XEN, KVM, Vmware ESX, Hyper-V, OpenVZ, LXC, VirtualBox
- «- Domaines d'applications
- «- Virtualisation de stockage
- «- Virtualisation du réseau
- «- Virtualisation applicative par conteneurs
- «- Orchestration des ressources virtuelles

Chapitre II : Cloud computing – Définition et Architecture de référence (NIST)

- «- Terminologie et concepts, Valeur ajoutée
- «- Modèles de déploiement
- «- Caractéristiques spécifiques d'une architecture cloud : Elasticité & Scalabilité, Résilience, Sur demande, Utilisation mesurée
- «- Modèles de déploiement Architecture : Public Cloud, Private Cloud, Hybrid Cloud et Community Cloud Deployment Models
- «- Les modes de délivrance : Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS), Infrastructure as a Service (IaaS) & Data as a Service (DaaS)
- «- La combinaison des modes de délivrance
- «- Les différents rôles : Administrateurs de ressources Cloud / Propriétaire de service cloud
- «- Service Cloud & consommateur de services Cloud

Chapitre III : Impact du cloud computing sur le métier des entreprises

- «- Scalabilité & Sécurité
- «- Bénéfices, challenges et risques des architectures et plateformes contemporaines de Cloud Computing & de services Cloud
- «- Métriques et formules de calcul du coût pour comparer les solutions cloud et les solutions On-Premise
- «- Agréments de qualité de service (SLAs) pour les ressources Cloud
- «- SAAS Maturity Levels
- «- Notion de SRE : Site Reliability Engineering

Chapitre IV : Exploitation de technologie Docker

- «- Création de conteneur et manipulations de base
- «- Exploitation des docker volumes
- «- Exploitation des docker networks
- «- Personnalisation des conteneurs via dockerfile
- «- Composition des conteneurs via docker-compose

Chapitre V : Orchestration des conteneurs

- «- Présentation de la solution Kubernetes

- «- Architecture de la solution Kubernetes et présentation de ses différentes composantes
- «- Exploitation de la solution Kubernetes en ligne de commande (Kubectl)
- «- Manipulation de projets complexes de Kubernetes via

Chapitre VI: Applications Cloud Natives

- «- Présentation de la notion d'applications Cloud natives et du CNCF
- «- Présentation de la notion de devops
- «- Présentation de la notion de micro-services
- «- Exploitation de Docker et de Kubernetes pour la création d'applications Cloud Natives

Chapitre VII: Architectures serverless

- «- Notion d'application serverless
- «- Avantages et limites de cette architecture
- «- Mise en œuvre du serverless

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Virtualisation : VirtualBox, Vmware : Réalisation d'une solution applicative mettant en œuvre plusieurs machines virtuelles interconnectées via un réseau virtuel

TP2: Etude de quelques solutions cloud : OpenStack, CloudStack, Amazon AWS, Microsoft Azure, Google Cloud Platform, IBM Cloud

TP3: Manipulation en pratique en fonction de la disponibilité des accès (convention IBM)

TP4: Mise en œuvre des pratiques de SRE : solution hautement disponible en utilisant la technologie de virtualisation

TP5: Exploitation des conteneurs : Création, manipulation, Volumes et Network, Composition

Bibliographie et Ressources

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">«- Virtualisation des systèmes d'information avec VMware Architecture, Philippe GILLET, Edition ENI, 2010«- Cloud Computing, Sécurité, stratégie d'entreprise et panorama du marché, Guillaume Plouin, Edition DUNOD, 2013«- Cloud et transformation digitale - 5e éd, SI hybride, protection des données, anatomie des grandes: SI hybride, protection des données, anatomie des grandes plateformes, Guillaume Plouin, Dunod 2019«- Docker - Pratique des architectures à base de conteneurs - 2e éd.: Pratique des architectures à base de conteneurs, Pierre-Yves Cloux, Dunod 2019«- Kubernetes - Maîtrisez l'orchestrateur des infrastructures du futur : Maîtrisez l'orchestrateur des infrastructures du futur, Kelsey Hightower, Dunod 2019 |
|--|

Fiche descriptive de l'ECUE: Programmation des systèmes sous UNIX

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">«- Code ECUE: UEF742«- Crédits ECTS : 2 |
|--|

Prérequis de l'ECUE

- «- Systèmes d'exploitation
- «- La gestion des processus/mémoire /périphériques/ système de fichier
- «- Environnement UNIX

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «- OE1: Compléter les notions de base sur les systèmes d'exploitation.(gestion des processus, périphériques et systèmes de fichiers)
- «- OE2: Maîtriser les paradigmes de la programmation des systèmes d'exploitation UNIX
- «- OE3: Maîtriser la communication interprocessus avec les signaux, tubes, IPC et sockets

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS1	X	X	X
CS2	X	X	X

TAB. 2.20 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : La Manipulation des processus sous UNIX

- «- Création de processus (fork, exec, exit)
- «- Synchronisation entre processus père et sa descendance

Chapitre 2 : La communication interprocessus avec des signaux

- «- Les notions de base (définition, caractéristiques, structures de données dans le PCB)
- «- Gestion des signaux avec signal
- «- Gestion des signaux avec sigaction

Chapitre 3 : La communication interprocessus avec des tubes

- «- Notions des tubes (définition, caractéristiques, modèle producteurs-consommateurs)
- «- Tubes sans noms (la pagination, la segmentation, la pagination segmentée, TLB, pagination à niveaux)
- «- Tubes nommés

Chapitre 4 : La communication interprocessus avec les IPC

- «- Les groupes de sémaphores

«– Les segments de mémoire partagée

«– Les files de messages

Chapitre 5 : La communication interprocessus avec les sockets

«– Notion de sockets (création, attachement...)

«– Mode connecté

«– Mode non connecté

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Gestion des processus sous UNIX

TP2: Gestion des signaux sous UNIX

TP3: Communication via des tubes (pipes)

TP4: Sémaphores et mémoire partagée

TP5: Communication via des sockets

Bibliographie et Ressources

«– M. Rifflet, La programmation sous Unix, 3e éd., McGraw-Hill, 1993

«– W. R. Stevens, Unix Network Programming, 2nd ed, Prentice Hall, 199

2.5 Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique

«– Code UE: UET710

«– Crédits ECTS : 6

Prérequis de l'UE

«– Compétences linguistiques de base

«– Notions de base sur le travail en équipe, la gestion du temps, la communication interpersonnelle

«– Connaissances générales sur les enjeux du monde contemporain

Objectifs de l'UE

«– OU1: Comprendre et traiter une gamme élargie de documents longs et complexes, écrits ou oraux.

«– OU2: Appliquer les principes de base de la gestion de projet, en mobilisant des outils méthodologiques pour planifier, organiser et suivre un projet en équipe

«– OU3: Concevoir et présenter un projet innovant, en réponse à une problématique réelle ou sociétale, en tenant compte des enjeux socio-économiques et environnementaux.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Français 4	-	-	22.5	-	-	2
Gestion de projet	22.5	-	-	-	-	2
Projet challenge	-	-	22.5	-	-	2
Total	22.5	-	45	-	-	6

TAB. 2.21 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

Validation de l'UE

Fiche descriptive de l'ECUE : Français 4

«– Code ECUE: UET711

«– Crédits ECTS : 2

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Français 4		X	1	2
Gestion de projet		X	1	
Projet challenge		X	1	

TAB. 2.22 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

ECUE	Contrôle continu				Contrôle continu			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Français 4	X	X	–	20%	X	X	–	80%
Gestion de projet	X	–	–	20%	X	–	–	80%
Projet challenge	–	–	X	20%	–	–	X	80%

TAB. 2.23 – Pondérations pour chaque ECUE

Prérequis de l'ECUE

- «– Maîtrise des règles de base de la communication écrite et orale.
- «– Capacité à comprendre et à rédiger des documents académiques ou professionnels simples.
- «– Aisance dans les échanges en groupe ou lors de présentations.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Analyser et synthétiser des documents en sélectionnant les informations essentielles, en appliquant des techniques de prise de notes, et en réorganisant les données de manière structurée (linéaire ou schématisée), en utilisant des outils comme le mind mapping.
- «– OE2: Rédiger, reformuler et citer des sources de manière claire et argumentée, en produisant des travaux écrits et oraux, et en utilisant des générateurs bibliographiques pour assurer la rigueur académique.
- «– OE3: Communiquer efficacement à l'oral et à l'écrit, en adaptant son discours à la situation de communication, en présentant des travaux collaboratifs, et en consolidant ses connaissances à travers une démarche éthique et scientifique.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS10	X	X	X
CS11			X

TAB. 2.24 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Réaliser une prise de notes libre et normée à partir de documents multimodaux (conférences/ cours/ séminaires/ articles...)

- «- Les étudiants doivent lire, écouter ou visionner divers documents et prendre des notes librement ou selon des plans préétablis.

Chapitre 2 : Traiter l'information écrite et orale : Rédiger/ Présenter oralement un compte-rendu à partir de documents écrits ou audio-visuels ou table ronde

- «- Les étudiants ont pour tâche de contracter un document 1 en un document 2 en rendant compte des idées de l'auteur/ des auteurs de façon objective ou critique.

Chapitre 3 : mini-projet : Présenter un module du domaine de spécialité et exposer un développement personnel à partir de documents variés, en recourant à un Mind map

- «- À partir de documents multimodaux (vidéos/ audio/textes/images...) portant sur les modules de spécialité (IA/migration vers le libre/ BIG DATA/...), les étudiants doivent sélectionner les informations, prendre des notes, synthétiser, planifier et créer une carte mentale.
 - «- Ils sont appelés à exposer leurs travaux et à répondre aux questions de leurs pairs et de leurs enseignants.
-

Bibliographie et Ressources

- «- Prise de notes: présentation théorique – LA LEÇON (hypotheses.org)
 - «- 9 Conseils pour une Prise de Note Efficace - Les Sherpas (les-sherpas.co)
 - «- POURQUOI ET COMMENT PRENDRE DES NOTES (pagesperso-orange.fr)
 - «- Rédaction de compte rendu de table ronde | Résumémo (atester.fr)
 - «- Carte mentale (heuristique): rôle, utilité et création | Lucidchart
 - «- Cartes mentales: en quoi peuvent-elles aider les élèves à mémoriser les notions? (cnrs.fr)
 - «- L'apport des TICE et de l'écriture collaborative au développement des compétences écrites dans l'acquisition/apprentissage d'une L2 (openedition.org)
 - «- Créativité et innovation autour de l'écriture collaborative - École branchée (ecolebranchee.com)

Fiche descriptive de l'ECUE : Gestion de projet

- «- **Code ECUE:** UET712
 - «- **Crédits ECTS:** 2

Prérequis de l'ECUE

- «- Connaissances informatiques de base : bureautique (Word, Excel, PowerPoint) et outils de gestion de projet (MS Project, Trello, Jira...)
 - «- Connaissances préalables en gestion et finance.
 - «- Compétences en communication

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Comprendre les principes fondamentaux de la gestion de projet, y compris les méthodologies, processus et cycles de vie des projets.
- «– OE2: Maîtriser les 10 domaines de la gestion de projet définis par le PMBOK (Project Management Body of Knowledge).
- «– OE3: Appliquer des outils et techniques de gestion de projet pour planifier, exécuter, contrôler et clôturer un projet avec succès.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS9	X	X	X
CS11			X

TAB. 2.25 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à la gestion de projet

- «– Définition et caractéristiques d'un projet
- «– Cycle de vie d'un projet : Initiation, Planification, Exécution, Surveillance et Contrôle, Clôture
- «– Rôle du gestionnaire de projet et des parties prenantes

Chapitre 2 : Processus de gestion de projet

- «– Processus de gestion : Initiation, Planification, Exécution, Contrôle, Clôture
- «– Les 5 groupes de processus et les 10 domaines de connaissance du PMBOK

Chapitre 3 : Planification de projet

- «– Développement du plan de gestion de projet
- «– Définition des objectifs SMART et des livrables
- «– Estimation des ressources, des coûts et des délais
- «– Gestion des risques et planification des contingences

Chapitre 4 : Exécution et gestion de projet

- «– Coordination des ressources et des parties prenantes
- «– Gestion de la qualité et suivi de l'avancement
- «– Gestion des équipes de projet et des communications
- «– Techniques de gestion des conflits et de motivation d'équipe

Chapitre 5 : Suivi, contrôle et clôture du projet

- «– Suivi des performances du projet (Indicateurs clés de performance - KPI)
- «– Gestion des changements et adaptation des plans
- «– Clôture d'un projet : Réalisation d'un rapport de clôture et leçons apprises

Bibliographie et Ressources

- «– PMBOK® Guide (6ème édition) – Project Management Institute
- «– CAPM Exam Prep – Rita Mulcahy
- «– The Fast Forward MBA in Project Management – Eric Verzuh
- «– Project Management for Dummies – Stanley E. Portny

Fiche descriptive de l'ECUE : Projet challenge

- «– **Code ECUE:** UET713
- «– **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- «– Interêt pour les ODD, l'innovation et tous les enjeux du monde contemporain
- «– Compétences en communication

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Identifier des problématiques sociales, environnementales ou technologiques à résoudre en lien avec les ODD (Objectifs de Développement Durable).
- «– OE2: Développer des idées innovantes en réponse à ces problématiques en utilisant des technologies adaptées.
- «– OE3: Mettre en place un projet en équipe, en appliquant des méthodes créatives et des stratégies de conception de produits/services.
- «– OE4: Présenter un projet de manière convaincante à travers un pitch, en ciblant différents types de publics (investisseurs, partenaires, etc.).

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS9	X	X	X	X
CS10		X		X
CS11			X	

TAB. 2.26 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1: Introduction aux Objectifs de Développement Durable (ODD) et à l'innovation

- «- Présentation des ODD : Comprendre les enjeux mondiaux des ODD et leur lien avec l'innovation.
- «- Exploration des grandes problématiques actuelles : Changement climatique, inégalités, accès à la technologie, etc.
- «- Définition de l'innovation : Notions de technologies émergentes, design thinking et approches centrées sur l'humain pour résoudre des problématiques complexes.

Activités :

- «- Discussion en groupe sur les ODD et leurs implications dans la société actuelle.
- «- Brainstorming sur les relations entre innovation et durabilité.
- «- Étude de cas sur des exemples d'innovations ayant contribué à la réalisation des ODD.

Livrables :

- «- Synthèse des enjeux mondiaux liés aux ODD.
- «- Tableau comparatif des ODD avec des exemples d'innovations ayant un impact positif sur ces objectifs.

Chapitre 2: Identification des problématiques à résoudre

- «- Études de cas réels : Analyse des défis auxquels sont confrontées les sociétés et les entreprises en matière d'environnement, d'éthique et de durabilité.
- «- Choix des problématiques à résoudre : Sélection des défis en lien avec les ODD, en groupe.
- «- Élaboration de personas : Identifier les utilisateurs cibles et leurs besoins.

Activités :

- «- Analyse de plusieurs études de cas réels illustrant des problématiques environnementales, sociales et économiques liées aux ODD.
- «- Travail en groupe pour choisir une problématique spécifique à résoudre.
- «- Création de personas pour mieux comprendre les besoins des utilisateurs et cibler les solutions à proposer.

Livrables :

- «- Rapport de choix des problématiques : Description détaillée des défis sélectionnés en lien avec les ODD.
- «- Fiche persona pour chaque défi : Profil des utilisateurs cibles, leurs besoins et attentes.

Chapitre 3: Création de solutions innovantes

- «- Méthodologies de créativité : Techniques de brainstorming, cartes heuristiques, etc.
- «- Conception de prototypes : Utilisation d'outils numériques et de technologies pour développer des solutions viables (prototypes virtuels, applications, services, etc.).
- «- Analyse de faisabilité : Prendre en compte les aspects techniques, économiques, éthiques et environnementaux de la solution proposée.

Activités :

- «– Séances de brainstorming en groupe pour générer des idées de solutions innovantes.
- «– Développement de prototypes (en utilisant des outils comme Figma, Sketch, etc.).
- «– Évaluation de la faisabilité technique et économique des solutions proposées.

Livrables :

- «– Prototypes de solutions innovantes (maquettes, applications, etc.).
- «– Rapport d'analyse de faisabilité incluant une évaluation des impacts environnementaux et sociaux.

Chapitre 4: Environnement technologique et impact des technologies

- «– Technologies émergentes et impact : Blockchain, IA, IoT, etc. et comment elles peuvent résoudre des problèmes liés aux ODD.
- «– Durabilité des solutions technologiques : Réflexion sur la pérennité des technologies utilisées et leur impact sur l'environnement.
- «– Systèmes ouverts et responsables : Concevoir des solutions en gardant à l'esprit la responsabilité sociétale.

Activités :

- «– Recherche sur les technologies émergentes et leurs applications potentielles pour résoudre des problématiques liées aux ODD.
- «– Analyse des avantages et des risques des technologies dans un contexte durable.
- «– Ateliers sur la conception de solutions responsables en tenant compte des impacts sociaux et environnementaux.

Livrables :

- «– Présentation des technologies émergentes utilisées pour résoudre des problèmes ODD.
- «– Rapport sur la durabilité des solutions proposées et leur potentiel impact.

Chapitre 5: Gestion de projet agile et travail en équipe

- «– Approches agiles : Introduction aux méthodes agiles (Scrum, Kanban, etc.) pour gérer le projet de manière itérative et flexible.
- «– Collaborations interdisciplinaires : Travailler en équipe avec des compétences variées pour un projet d'innovation.

Activités :

- «– Formation pratique sur les méthodes agiles, création d'un plan de projet agile.
- «– Sessions de travail en équipe pour appliquer les concepts agiles dans le cadre de projets d'innovation.
- «– Travail collaboratif avec des experts externes dans des domaines complémentaires (ex: développement durable, éthique, technologie).

Livrables :

- «– Plan de gestion de projet agile (utilisation de Scrum, Kanban, etc.).
- «– Rapport de collaboration en équipe : Description des rôles et des responsabilités, ainsi que des méthodes utilisées pour favoriser la coopération.

Chapitre 6: Pitch et communication du projet

- «– Élaboration du pitch : Structurer un pitch convaincant en présentant le problème, la solution, l'impact et les raisons pour lesquelles le projet mérite d'être soutenu.
- «– Techniques de présentation orale : Travailler la présentation orale et visuelle (slides, storytelling, etc.).
- «– Simulation de pitch devant un jury : Présentation du projet devant un panel d'experts, investisseurs et partenaires potentiels.

Activités :

- «– Ateliers pratiques pour élaborer et améliorer le pitch du projet.
- «– Sessions de préparation de la présentation orale avec des retours constructifs de la part des enseignants et pairs.
- «– Simulation de pitch devant un jury d'experts et d'investisseurs pour une évaluation finale du projet.

Livrables :

- «– Pitch vidéo ou en direct devant un jury, comprenant le résumé du projet, de son impact et de sa viabilité.
 - «– Feedback détaillé sur la présentation orale et les points à améliorer.
-

Bibliographie et Ressources

- «– Design Thinking for Social Innovation – Tim Brown
- «– The Lean Startup – Eric Ries
- «– Sustainable Development Goals: Localisation and Indicators – United Nations
- «– The Innovator's Dilemma – Clayton Christensen
- «– Sustainability by Design – John R. Ehrenfeld

3

Semestre 8: Parcours Ingénierie des Réseaux Intelligents et Services

3.1 Fiche de l'UE –5G/6G & IOT

«– Code UE: UEF810
«– Crédits ECTS : 6

Prérequis de l'UE

«– Connaissances de base en réseaux mobiles et protocoles de communication
«– Notions fondamentales en IoT et systèmes embarqués

Objectifs de l'UE

«– OU1: Comprendre les architectures et technologies clés de la 5G/6G et leurs applications à l'IoT
«– OU2: Concevoir et implémenter des solutions IoT optimisées pour les réseaux 5G/6G
«– OU3: Analyser les performances, la sécurité et la scalabilité des systèmes 5G/6G-IoT
«– OU4: Explorer les tendances futures et les enjeux sociétaux des réseaux 6G et de l'IoT avancé

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Evolution vers la 5G/6G	22.5		-	12	-	3
Expérimentation IoT	22.5		-	21	15	3
Total	-	45	-	33	15	6

TAB. 3.1 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Evolution vers la 5G/6G	X		1	3
Expérimentation IoT	X		1	

TAB. 3.2 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Éléments constitutifs de l'UE

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Evolution vers la 5G/6G	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Expérimentation IoT	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 3.3 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Evolution vers la 5G/6G

«– Code ECUE: UEF811

«– Crédits ECTS: 3

Prérequis de l'ECUE

«– Réseaux de mobiles
 «– Concepts IoT
 «– Virtualisation
 «– Cloud, Fog/EdgeComuting
 «– Data centers
 «– Réseaux intelligents
 «– Réseaux Open source

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «- OE1: Comprendre l'évolution technologique des réseaux mobiles (2G à 6G) et leurs enjeux
- «- OE2: Concevoir et optimiser des réseaux 5G/6G pour des cas d'usage avancés
- «- OE3: Sécuriser les réseaux 5G/6G et garantir leur résilience
- «- OE4: Anticiper les perspectives de la 6G et leurs implications sociétales

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X		X	X
CS2		X		
CS3				X
CS5			X	
CS7		X		

TAB. 3.4 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Vers une nouvelle génération des réseaux avancés

- «- Rappels 4G, LTA-A Pro : de l'architecture aux services.
- «- Initiatives et standardisation : les projets estampillés 5G et 6G, initiatives constructeurs/opérateurs, planning attendu.
- «- Les objectifs de la 5G et de 6G : quels challenges techniques ? Quel monde 5G et 6G à venir ?
- «- Les performances de la 5G et de 6G

Chapitre 2 : Les caractéristiques de la 5G Coté radio

- «- L'utilisation d'une nouvelle bande de fréquences : la bande des ondes millimétriques mmWave
- «- Nouvelle technique de multiplexage NOMA
- «- Massive MIMO
- «- Technique du Beamforming
- «- Technique Full Duplex
- «- Small Cell Coté réseau
- «- Architecture 5G NR -
- «- L'approche SDN/NFV : principes, protocoles et interfaces.
- «- Du RAN au Cloud RAN : principes, protocoles et interfaces.
- «- Network Slicing
- «- Multi-Access Edge Computing

- «- Le D2D (Device to Device)
- «- Coté service
- «- Catégories d'usage : eMBB, uRLLC, mMTC
- «- Applications :
 - «- la réalité étendue immersive,
 - «- l'imagerie très haute résolution,
 - «- l'hologramme mobile à haute-fidélité,
 - «- les jumeaux numériques,
 - «- l'IoT massif : du LTE-M au NB-IoT

Chapitre 3 : Vers la 6G et au-delà

- «- Architecture 6G
 - «- Ondes térahertz
 - «- Technique FBMC
 - «- MIMO massif et Deep learning pour applications de type 6G
 - «- Services : hologrammes, réalité étendue,...
-

Bibliographie et Ressources

- «- <https://www.globalknowledge.com/frfr/formation/globalknowledge/emergingtech/gk5gd>
- «- <https://www.eurecom.fr/fr/course/mobadv-2021spring>
- «- <https://www.phonandroid.com/6g-tout-savoir-reseau-futur.html>
- «- <http://www-instn.cea.fr/formations/formation-par-la-recherche/doctorat/liste-des-sujets-de-these/nouvelle-couche-physique-millimetrique-pour-la-5g-nr-iot,21-0410.html>
- «- <https://abgi-france.com/communication/5g-entre-mythes-et-realites/>
- «- <https://www.thalesgroup.com/fr/europe/france/dis/mobile/inspiration/5g>
- «- <https://www.ibwave.com/fr/6g-networksQ3>
- «- <https://www.fun-mooc.fr/courses/course-v1:MinesTelecom+04035+session01/about>
- «- <https://www.digitalcorner-wavestone.com/2020/06/la-5g-introduction-et-presentation-generale-des-concepts-techniques/>
- «- <https://www.orsys.lu/formation-reseaux-mobiles-5g-synthese.html>

Fiche descriptive de l'ECUE : Expérimentation IoT

- «- **Code ECUE**: UEF812
- «- **Crédits ECTS** : 3

Prérequis de l'ECUE

- «- Fondement de l'IOT

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «- OE1: Maîtriser les concepts fondamentaux des architectures IoT et leurs composants
- «- OE2: Concevoir et prototyper des systèmes IoT fonctionnels pour des cas d'usage concrets
- «- OE3: Tester, optimiser et dépanner des systèmes IoT en conditions réelles
- «- OE4: Explorer les technologies émergentes et les impacts sociétaux de l'IoT

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X			
CS2		X		
CS3			X	
CS4	X		X	
CS5				
CS6				X
CS7		X		

TAB. 3.5 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Concepts d'objets, de l'Internet des objets et domaines d'application

- «- Modèles et principes
 - «- Définition du terme Internet des objets (Internet of things, thing to thing, Internet of everything...).
 - «- Concepts d'objet connecté (QRCode, RFID Tag, Sensor...).
 - «- Architecture microcontrôleur : microchip, systèmes numériques (Arduino, ESP32, system on chip...).
 - «- Terminal mono-interface, multi-interfaces/multimodes. Wearable terminal.
 - «- Autour du système d'exploitation de l'objet connecté (TinyOS, Contiki, RIOT,...).
 - «- Industrie électronique et objets connectés.
 - «- Enjeux de la consommation d'énergie optimisée au niveau des circuits intégrés.
- «- Domaines d'application et nouveaux services
 - «- a. Surveillance et monitoring : écologie, sécurité...
 - «- b. Automatisation de processus autour de la personne : domicile, bureau...
 - «- c. Automatisation de processus autour de l'entreprise et de l'industrie : automatisation des chaînes de production.
 - «- d. Automatisation et systèmes critiques (CPS).

- «- e. Automatisation de processus autour de la santé : e-gestion des dossiers de patients.
- «- f. Automatisation de la lecture des compteurs (électricité, eau, etc.) : smart cities.

Chapitre 2 : Fonctionnalités et technologies de communication des IoT

- «- - Fonctionnalités d'identification (identifyingthing), de capture (feeling thing) et de localisation.
- «- - Fonctionnalités d'inférence, de décision (smart thinking) et de déclenchement (Actionning).
- «- - Technologies de communication :
- «- a. Communication radio courte portée et réseaux sans fil : Wi-Fi, ZigBee, HomeRF, RFID, NFC, WirelessHart, Bluetooth LE...
- «- b. Communications radio mobiles longue portée et réseaux cellulaires (LORA, SigFox, 5G (LTE NarrowBand (UWB) NB-IoT, LTE-M), EC-GSM,...).
- «- c. Notions de passerelles et interaction entre les technologies hétérogènes.
- «- d. Autres technologies : nanotechnologie, Robotique, Internet tactile, réalité augmentée...
- «- e. Scénarios de services avec choix technologiques.

Chapitre 3 : Protocoles applicatifs et plateformes pour l'IoT

- «- - Protocoles applicatifs :
- «- a. Internet des Objets : Quels protocoles applicatifs utiliser ?
- «- b. Protocoles de messagerie : MQTT
- «- c. Protocole de transfert web : CoAP
- «- d. Protocole réseau : Websocket
- «- - Plateformes IoT : architectures et déploiement
- «- a. Plateforme infonuagiqueIoT
- «- b. Survol des plateformes disponibles
- «- c. Composantes principales d'une plateforme IoT
- «- d. Connexion objet-plateforme-web
- «- e. Exemple des plateformes IoT :
- «- i. Plateforme IBM/MQTT et Watson IoT
- «- ii. Plateforme Cloud IoT : Azure IoT (Microsoft), IoT Open Cloud Platform.
- «- iii. ThingFabric (Amazon), SAP Leonardo, Libelium, Kaa, etc.
- «- iv. Plateformes Cloud industrielles : Predix (GE), Thingworx.
- «- v. Plateforme d'interopérabilité (IFTTT, Zapier, Flow) et de «EdgeComputing » (Apogee, Foghorn, AWS Greengrass, Tibco, Plateforme IoT Sofia2.

Chapitre 4 : IoT, Data Science : écosystème de la donnée

- «- - Dimensionnement de trafic de l'Internet des objets.
 - «- - Architectures de stockage des données.
 - «- - Traitement de données de l'Internet des objets en boucle locale ou dans le cloud.
 - «- - Algorithmes de gestion de complexité.
 - «- - Approches et algorithmes d'inférences.
-

Bibliographie et Ressources

- 1 Andrew WhitmoreAnuragAgarwal Li Da Xu, I The Internet of Things—A survey of topics and trends, InfSyst Front (2015) 17:261–274. DOI 10.1007/s10796-014-9489-2
- 2 Shanzhi Chen, Hui Xu, Dake Liu, Bo Hu, and Hucheng Wang, “A Vision of IoT: Applications, Challenges, and OpportunitiesWith China Perspective”, IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 1, NO. 4, AUGUST 2014.
- 3 OvidiuVermesan, Peter Fries, “Building The Hyperconnected Society, IOT Research and Innovation Value Chains, Ecosystems and Markets”, River publisherseries in communications, Volume 43, ISBN 978-87-93237-5, 2015.
- 4 OvidiuVermesan, Peter Fries, “Internet of Things - Converging Technologies for Smart Environments and IntergratedEchosystems”, River publisherseries in communications, Volume 43, ISBN 978-87-92982-73-5, 2013.
- 5 Patrick R. Schaumont, “A Practical Introduction to Hardware/Software codesign”, Springer, ISBN 978-1-4419-5999-7, 2010.
- 6 Wu He, Shancang Li, “Internet of Things in Industries”, IEEE Transactions On IndustrialInformatics, vol. 10, no. 4, november 2014

3.2 Fiche de l'UE –Sécurité opérationnelle

«– **Code UE:** UEF820

«– **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

«– Connaissances de base en cybersécurité et administration système/réseau

«– Familiarité avec les outils de sécurité courants

Objectifs de l'UE

«– OU1: Concevoir et implémenter des politiques de sécurité opérationnelle

«– OU2: Analyser les risques et gérer les incidents de sécurité

«– OU3: Sécuriser les infrastructures critiques et les données sensibles

«– OU4: Promouvoir une culture de la sécurité et assurer la conformité

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Sécurité des Réseaux et des infrastructures	22.5		-	21	-	3
Audit Sécurité et Pentesting	22.5		-	21	-	3
Total	45		-	42	-	6

TAB. 3.6 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Sécurité des Réseaux et des infrastructures	X		2	4
Audit Sécurité et Pentesting	X		2	

TAB. 3.7 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Sécurité des Réseaux et des infrastructures	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Audit Sécurité et Pentesting	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 3.8 – Pondérations pour chaque ECUE

Validation de l'UE

Fiche descriptive de l'ECUE : Sécurité des Réseaux et des infrastructures

«– **Code ECUE:** UEF821
«– **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

«– – Notions de base sur les réseaux informatiques et
«– Notions de base sur la sécurité informatique
«– – Des notions générales sur les réseaux (pile TCP/IP, ARP, DNS,...)

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: Sécuriser les réseaux
«– OE2: Protéger les infrastructures
«– OE3: Gérer les incidents et la conformité

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1				
CS2			X	
CS3	X	X		
CS4	X	X		
CS5	X		X	
CS6		X		
CS7			X	

TAB. 3.9 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Authentication, Authorization and Accounting

- «- 1. Purpose of the AAA
- «- 2. Local AAA Authentication
- «- 3. Server-Based AAA
- «- 4. Server-Based AAA Authentication
- «- 5. Server-Based Authorization and Accounting

Chapitre 2 : Access Control Lists

- «- 1. Introduction to Access Control Lists
- «- 2. Configure ACLs
- «- 3. Modify and implement ACLs
- «- 4. Mitigate Attacks with ACLs

Chapitre 3 : Firewalls

- «- 1. Access Control Lists
- «- 2. firewalls Technologies
- «- 3. firewalls types
- «- 4. stateful Firewalls
- «- 5. Firewalls applicatifs
- «- 6. Zone-Based Policy Firewalls

Chapitre 4 : Zone-Based Policy Firewalls

- «- 1. ZPF Overview
- «- 2. ZPF Operation
- «- 3. Configuring a ZPF

Chapitre 5 : Intrusion Prevention and detection systems IDS/IPS

- «- 1. IDS Technologies
- «- 2. IPS Technologies
- «- 3. IPS/IDS Signatures

Chapitre 6 : Securing the Local Area Network

- «- 1. 1. Layer 2 Security Threats
 - «- 2. Layer 2 vulnerabilities.
 - «- 3. CAM table overflow attacks.
 - «- 4. Port security to mitigate CAM table overflow attacks.
 - «- 5. VLAN Trunk security to mitigate VLAN hopping attacks.
 - «- 6. DHCP Snooping to mitigate DHCP attacks.
 - «- 7. Dynamic Arp Inspection to mitigate ARP attacks.
 - «- 8. IP Source Guard to mitigate address spoofing attacks.
-

Bibliographie et Ressources

- «- • William Stallings – Cryptography and Network Security: Principles and Practice (Pearson, 2020)
- «- • Andrew S. Tanenbaum and David J. Wetherall – Computer Networks (Pearson, 2021)
- «- • Michael Sikorski and Andrew Honig – Practical Malware Analysis: The Hands-On Guide to Detecting, Analyzing, and Defeating Malware (No Starch Press, 2012)
- «- • Bruce Schneier – Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C (Wiley, 2015)
- «- • Nicolas Chaillan and Stéphane Ajzenberg – Cybersécurité: Techniques et pratiques avancées (Dunod, 2023)
- «-

Fiche descriptive de l'ECUE : Audit Sécurité et Pentesting

- «- **Code ECUE:** UEF822
- «- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- «- Cette formation requiert d'avoir une culture dans le domaine de la sécurité de l'information et Des connaissances techniques de base en matières de réseaux, systèmes, applications et sécurité.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «- OE1: Disposer de la vision auditeur vis-à-vis de la norme ISO 27001
- «- OE2: Comprendre comment intégrer le modèle PDCA lors de vos activités d'audit
- «- OE3: Interpréter les exigences de la norme ISO 27001/ISO 27002 et ISO 27005 sur la gestion des risques de sécurité de l'information
- «- OE4: Appréhender les techniques de piratages éthique en vue de mieux sécuriser l'environnement IT

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1				
CS2		X		X
CS3	X		X	
CS4		X		X
CS5			X	X
CS6				
CS7	X	X	X	

TAB. 3.10 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Partie 1: Introduction à l'audit organisationnel **Chapitre 1:SM (Système de management)/PDCA/roue de deming – SMSI**

Chapitre 2:Introduction à la norme ISO 27001 (Exigences pour un SMSI système de management de la sécurité de l'information) et ISO 27002 (Security Best Practices)

Chapitre 3:Introduction à l'analyse de risque Norme ISO 27005/Méthodologies Mehari et EBIOS)

II. Partie 2: Audit technique Chapitre 1:Processus d'audit technique (kill chain)

Chapitre 2:Reconnaissance (Information gathering) and Enumeration (Footprintings, social engineering, Whois/DNS footprinting, network footprinting, named and shared object Enumeration, services enumerations..)

Chapitre 3:Balayage (scan réseau, Scan OS, scan systèmes actifs, Scan de ports)

Chapitre 4:Scan et exploitation des vulnérabilités (Nessus, openVas, OWASP/Accunetix, metasploit...)

Chapitre 5:Audit de configurations (Benchmarking, ...)

Bibliographie et Ressources

- «– 1. Famille des normes ISO 27000
- «– 2. Norme ISO 19011
- «– 3. Méthodologies MEHARI et EBIOS
- «– 4. EC-Council CEH

3.3 Fiche de l'UE –Technologie, Modélisation & QoS

«– **Code UE:** UEF830

«– **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

«– Connaissances de base en réseaux et protocoles de communication

«– Expérience avec les outils de modélisation et simulation réseau

«– Compréhension des principes fondamentaux de la QoS

Objectifs de l'UE

«– OU1: Maîtriser les mécanismes de Qualité de Service (QoS) et leur application dans les réseaux modernes

«– OU2: Modéliser et simuler des scénarios réseau complexes pour anticiper les problèmes de QoS

«– OU3: Optimiser les configurations réseau pour garantir une QoS robuste et scalable

«– OU4: Explorer les défis futurs de la QoS dans les réseaux émergents (5G/6G, IoT, IA)

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Communications Optiques	22.5		11.25	-	-	3
Modélisation Simulation QoS dans les Réseaux	22.5		-	21	-	3
Total	45		11.25	21	-	6

TAB. 3.11 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Communications Optiques	X		1	3
Modélisation Simulation QoS dans les Réseaux	X		2	

TAB. 3.12 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Communications Optiques	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Modélisation Simulation QoS dans les Réseaux	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 3.13 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Communications Optiques

«– Code ECUE: UEF831

«– Crédits ECTS: 3

Prérequis de l'ECUE

- «– • Connaissances générales en optique géométrique
- «– • Connaissances en ondes et propagation
- «– • Connaissance des outils classiques de traitement du signal (transformée de Fourier, probabilités, ...)

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Se familiariser avec les différents éléments du système de communication optique.
- «– OE2: Étudier les notions fondamentales associées au design, à l'analyse et aux tests de performance des systèmes de transmission à fibre optique et des réseaux optiques

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X		
CS2				
CS3	X			
CS4		X		
CS5	X	X		
CS6				
CS7		X		

TAB. 3.14 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à l'optique guidée

- «- 1.1 Motivations et historique
- «- 1.2 Principe de base du guidage optique
- «- 1.2 Guide optique et fibre optique
- «- 1.3 Technologie de fabrication

Chapitre 2 : Fibre optique

- «- 2.1 Principe de guidage à partir de la théorie des rayons
- «- 2.2 Notion d'ouverture numérique et de bande passante
- «- 2.3 Étude de feuille de spécifications de fibres multimodes
- «- 2.4 Principe du guidage à partir de l'approche des ondes planes
- «- 2.5 Notion de modes et d'équation de dispersion
- «- 2.6 Étude de feuille de spécification d'une fibre monomode

Chapitre 3 : Pertes et atténuation d'un guide optique

- «- 3.1 Pertes de couplage d'un guide optique
- «- 3.2 Connectique en entre de deux guides (Collage, connecteurs, épissures)
- «- 3.3 Pertes de propagation,
- «- 3.4 Pertes de courbure

Chapitre 4 : Les émetteurs et les récepteur optiques

- «- 4.1 Les diodes électroluminescentes
- «- 4.2 Les diodes LASER
- «- 4.3 Les photodiodes
- «- 4.5 Les phototransistor

Chapitre 5 : Techniques de multiplexage

- «- 5.1 Multiplexage temporel optique (OTDM)
- «- 5.2 Multiplexage en longueur d'onde WDM)
- «- 5.3 Multiplexage optique par code (OCDMA)

Chapitre 6 : Étude de quelques composants optiques

- «- 6.1 Le splitter
 - «- 6.2 Le taper
 - «- 6.3 Le multiplexeur
-

Bibliographie et Ressources

- «- Jeff Hecht, City of Light, The Story of Fiber Optics, Oxford University Press, New York, 1999.
- «- Pierre Lecoy, Télécom sur Fibres Optiques, Hermès-Lavoisier, Paris, 2007.

Fiche descriptive de l'ECUE : Modélisation, Simulation, QoS dans les Réseaux

«- **Code ECUE:** UEF832
«- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

«- - Réseaux de mobiles
«- - Fondements des réseaux
«- - Outils de simulation : OpenFlow/OFDP, Matlab, Omnet++,...

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«- OE1: - Se familiariser avec les principales techniques, outils et concepts de la modélisation et d'évaluation des performances des réseaux.
«- OE2: - Etre capable de modéliser et analyser un phénomène aléatoire simple à l'aide des modèles stochastiques proposés.
«- OE3: - Simuler des réseaux
«- OE4: - Gérer les paramètres de qualité de services et évaluer les performances des réseaux

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X	X	
CS2				X
CS3				X
CS4				
CS5			X	X
CS6				
CS7	X	X		

TAB. 3.15 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Modélisation et simulation des réseaux

«- - La modélisation pour les besoins de la simulation
«- a. Qu'est ce que la simulation ?
«- b. Champs d'application de la simulation
«- c. Avantages et inconvénients de la simulation

- «- d. Pièges de la simulation
- «- e. Terminologie
- «- f. Classification des modèles
- «- g. Modèles stochastiques (probabilistes)
- «- - La simulation à événements discrets
- «- h. Station de service à un seul serveur
- «- i. Mécanisme de progression du temps
- «- j. Composants d'un SED
- «- k. Critères de performance à calculer
- «- - Modèles de file d'attente
- «- l. Lois opérationnelles
- «- m. Loi d'utilisation
- «- n. Loi de Little
- «- o. Loi du temps de réponse

Chapitre 2:Qualité de services et Architecture

- «- - Caractéristiques et besoins des applications du point de vue Réseaux
- «- - Introduction à la QoS dans les réseaux
- «- - Paramètres de QoS
- «- p. Le délai de transit (temps)
- «- q. La gigue d'inter-arrivée (temps)
- «- r. La bande passante (ressources)
- «- s. Le taux de perte et d'erreur (fiabilité)
- «- - Principes de QoS :
- «- a. Spécification de la QoS
- «- b. Mapping de la QoS
- «- c. Négociation de la QoS
- «- d. Comptabilisation de la QoS
- «- - Politique du contrôle de QoS
- «- a. Contrôle d'admission
- «- b. Contrôle de conformité
- «- c. Adaptation de la QoS
- «- d. Shaping and policing
- «- e. Fonctionnalités de terminaison
- «- - Architectures de QoS
- «- f. DiffServ
- «- g. IntServ
- «- h. MPLS

Chapitre 3:Outils de simulation

- «- - NS3
- «- - Mininet
- «- - Omnet++
- «- - Matlab
- «- - COOJA

Bibliographie et Ressources

- 1 . Arthur Engel « Processus aléatoires pour les débutants », Vuibert, 2011.
- 2 . Sheldon M. Ross « Introduction to probability models », Academic Press, 2003.

3.4 Fiche de l'UE – Applications sécurisées

«– **Code UE:** UEF840

«– **Crédits ECTS:** 6

Prérequis de l'UE

«– Connaissances de base en cybersécurité et développement logiciel

«– Familiarité avec les protocoles de sécurité et les outils d'analyse

Objectifs de l'UE

«– OU1: Concevoir des applications avec une architecture sécurisée dès la phase de conception (Secure by Design)

«– OU2: Implémenter des mécanismes de sécurité avancés dans les applications

«– OU3: Tester et auditer la sécurité des applications pour identifier les vulnérabilités

«– OU4: Promouvoir une culture de la sécurité et respecter les normes réglementaires

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Protection des Données Visuelles	22.5		11.25	-	-	3
Cryptographie Avancée	22.5		11.25	12	-	3
Total	45		22.5	11.25	-	6

TAB. 3.16 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Protection des Données Visuelles	X		1	3
Cryptographie Avancée	X		2	

TAB. 3.17 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Protection des Données Visuelles	X	–	–	30%	X	–	–	70%
Cryptographie Avancée	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 3.18 – *Pondérations pour chaque ECUE*

Fiche descriptive de l'ECUE : Protection des Données Visuelles

«– **Code ECUE:** UEF841
«– **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

«– – Connaissances sur les contenus multimédias
«– – Connaissances sur le traitement du signal
«– – Connaissance sur la théorie de l'information

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: Comprendre les spécificités des données visuelles et leurs vulnérabilités
«– OE2: Maîtriser les techniques de protection et de chiffrement des données visuelles
«– OE3: Appliquer les réglementations et normes liées à la confidentialité visuelle
«– OE4: Explorer les technologies émergentes pour la protection des données visuelles

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Notions générales

«– Formats et représentation des données visuelles numériques
«– Les différents types d'attaques et violation de la vie privée
«– Outils de sécurisation des données visuelles
«– Distinction entre la stéganographie, le tatouage et la cryptographie

Chapitre 2 : Tatouage des images fixes et dynamiques

«– Historique et définitions

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1				
CS2				X
CS3	X		X	
CS4		X		
CS5	X			X
CS6		X		
CS7			X	

TAB. 3.19 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

- «– Scénarios d'application : Protection des droits d'auteur, contrôle d'intégrité, insertion de données cachées et traçage de contenus multimédia
- «– Classification de techniques de tatouage
- «– Tatouage additif
- «– Taouage substitutif
- «– Exemples d'applications du tatouage des images
- «– Exemples d'applications du tatouage vidéos

Chapitre 3 : Applications de brouillage des images pour la protection des données privées

- «– Classification des méthodes de brouillage des images
- «– Brouillage des images basé sur le cryptage léger
- «– Brouillage des flux vidéo basé sur le cryptage
- «– Intégration du brouillage dans les systèmes de compression standards : JPEG, JPEG 2000 et H.264

Chapitre 4 : Analyse forensique et son application sur les images numériques

Bibliographie et Ressources

- «- I. J. Cox, M. L. Miller, J. A. Bloom, Digital Watermarking, Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- «- J.L. Dugelay, A. Baskurt, M. Daoudi, 3D Object Processing: Compression, Indexing and Watermarking, John Wiley Sons, 2008
- «- F. Davoine, S. Pateux, Tatouage de documents audio-visuels numériques, Hermes, 2004
- «- C.S. Lu, Multimedia Security: Steganography and Digital Watermarking Techniques for Protection of Intellectual Property, Hardcover – March 22, 2005
- «- H. T. Sencar, and N. Memon, Overview of State-of-the-art in Digital Image Forensics, Part of Indian Statistical Institute Platinum Jubilee Monograph series titled 'Statistical Science and Interdisciplinary Research,' World Scientific Press, 2008
- «- F. Dufaux and T. Ebrahimi. Scrambling for privacy protection in video surveillance systems. IEEE Transactions on Circuits and systems for video technology, 18(8):1168–1174, 2008.
- «- A. Ouled Zaid, A. Makhoulfi, A. Bouallegue, C. Olivier, JP3D compressed-domain watermarking of still and volumetric medical images. Signal, Image and Video Processing 4(1): 11-21 (2010)
- «- A. Pande, P. Mohapatra, and J. Zambreno. Securing multimedia content using joint compression and encryption. IEEE MultiMedia, 20(4):50–61, 2013.
- «- Y. Wang, F. Kurugollu, et al., Privacy region protection for H.264/AVC with enhanced scrambling effect and a low bitrate overhead. Signal Processing: Image Communication, 35: 71–84, 2015.
- «- M. Hachani, A. Houimli, A. Ouled Zaid, Multiple Regions Image Scrambling Combined to HDR JPEG Compression. ICCP 2018: 339-344
- «- D. Whitley, Genetic Algorithms and Neural Networks In Genetic Engineering and Computer Science, 1995.
- «-

Fiche descriptive de l'ECUE : Cryptographie Avancée

- «- **Code ECUE:** UEF842
- «- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- «- Mathématiques durant le cycle prépa

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «- OE1: Se familiariser avec les systèmes cryptographiques modernes
- «- OE2: être capable de choisir le système cryptographique le plus adéquat pour une situation donnée
- «- OE3: Comprendre le fonctionnement de protocoles/logiciels utilisant des procédés cryptographiques modernes.
- «- OE4: Proposer des solutions sécurisées faisant appel à des procédés cryptographiques

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1			X	
CS2				X
CS3	X	X	X	
CS4	X	X		X
CS5		X	X	
CS6				
CS7	X		X	X

TAB. 3.20 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : l'évolution de la Cryptographie

«– Cryptographie classique Cryptographie moderne Cryptographie avancée

Chapitre 2 : Cryptographie moderne

«– 1- chiffrement symétrique (exemple AES)
 «– 2- chiffrement asymétrique (exemple RSA)
 «– 3- hachage
 «– 4- signature numérique

Chapitre 3 : Cryptographie à base d'identité

«– 1. Principe, Préliminaires mathématiques (pairing...etc)
 «– 2. Algorithme de Boneh-Franklin, Solutions au problème du « key escrow »
 «– 3. Applications

Chapitre 4 : Cryptographie à seuil

«– Principe, Préliminaires mathématiques, Algorithmes de partage de secret (shamir, pederson, Feldman...etc), Applications (adhoc, IoT, authentification à seuil...)

Chapitre 5 : Cryptographie à courbes elliptiques

«– 1. Préliminaire mathématiques (corps fini, problèmes DLP et ECDLP, opérations sur les courbes elliptiques...etc)
 «– 2. Cryptosystème MV à courbes elliptiques, De DH vers ECDH, ECDSA

Chapitre 6 : Cryptographie quantique

«– Le protocole BB84
 «– intrication
 «– calcul et algorithmes quantiques
 «– cryptographie post-quantique

Bibliographie et Ressources

- «– 1. AppliedCryptography, volume 6 of Discrete Mathematics and Its Applications, CRC Press, 2001.
- «– 2. Williams Stallings, Cryptography and Network Security: Principles and Practice (7th Edition)
- «– 3. S. Iftene, Secret Sharing Schemes with Applications in Security Protocols, TR 07-01, January 2007.
- «– 4. D. Boneh and M. Franklin, “Identity-based encryption from the weil pairing,” in Advances in CryptologyCRYPTO 2001. Springer, 2001, pp. 213–229.

3.5 Fiche de l'UE –Langues, Soft skills et ouverture socio-économique

«– **Code UE:** UET810
«– **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

«– TOEIC1
«– Gestion de projet
«– Préparation à l'environnement professionnel

Objectifs de l'UE

«– OU1: communiquer avec aisance en contexte professionnel international.
«– OU2: Se préparer à une première expérience dans le domaine de spécialité : stage ingénieur
«– OU3: Analyser les défis actuels des secteurs visés et développer une vision critique

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Anglais 4: TOEIC2	-	-	22,5	-	-	2
Préparation du Projet Personnel et Professionnel	-	-	22,5	-	-	2
Séminaire 1: Enjeux et défis	22,5	-	-	-	-	2
Total	22,5	-	45	-	-	6

TAB. 3.21 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Anglais 4: TOEIC2		X	1	2
Préparation du Projet Personnel et Professionnel		X	1	
Séminaire 1: Enjeux et défis		X	1	

TAB. 3.22 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Anglais 4: TOEIC2	X	–	–	20%	X	–	–	80%
Préparation du Projet Personnel et Professionnel	X	–	–	30%	X	–	–	80%
Séminaire 1: Enjeux et défis	X	–	–	20%	X	–	–	80%

TAB. 3.23 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Anglais 4 : TOEIC2

«– Code ECUE: UET811

«– Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

«– Anglais 3 : TOEIC1

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: Maîtriser l'anglais des réunions et projets techniques.

«– OE2: Rédiger des rapports synthétiques.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE	
	OE1	OE2
CS10	X	X

TAB. 3.24 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Grammaire Avancée

«– Subordonnées relatives

«– Voix passive (ex : “The code was debugged”)

Chapitre 2 : Vocabulaire Sectoriel

«– IoT, cybersécurité, cloud computing

«– Graphiques et données (trends, fluctuations)

Chapitre 3 : Compétences Testées

«– Écoute : conversations complexes (réunions)

«– Lecture : articles techniques (extraits de manuels)

Chapitre 4 : Évaluation

«– Simulation TOEIC complet

«– Présentation orale d'un processus technique

Bibliographie et Ressources

«– “Official TOEIC Preparation Materials” (ETS Global)

«– “Barron’s TOEIC Superpack” (Dr. Lin Lougheed)

«– “TOEIC Trainer” (Cambridge English)

Fiche descriptive de l’ECUE : Préparation du Projet Personnel et Professionnel

«– **Code ECUE:** UET812

«– **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l’ECUE

«– Gestion de projet

«– Préparation à l’environnement professionnel

Objectifs d’apprentissage de l’ECUE

«– OE1: Se préparer à une première expérience dans le domaine de spécialité : stage ingénieur

«– OE2: Identifier les normes de la rédaction du Rapport

Matrice d’association entre les objectifs de l’ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l’ECUE	
	OE1	OE2
CS11	X	X

TAB. 3.25 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l’ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Module 1 : Mini-projet

- «- Préparer un dossier de candidature pour le stage de PFA : Les étudiants sont appelés à actualiser leurs CV et à les présenter selon le modèle Europass.
- «- Ils doivent aussi rédiger leurs lettres de motivation et leurs mails d'accompagnement, en réponse à des offres de stages.
- «- Ils ont pour tâche d'inviter leurs enseignants des matières de spécialité à des simulations d'entretiens et d'assurer le face à face. Ils sont amenés à parler de leurs projets personnel et professionnel mais aussi à partager leurs expériences.

Module 2 : Rédaction et déontologie

- «- Volet 1 : Normes de rédaction
Les étudiants ont pour tâche de réaliser une synthèse récapitulative portant sur les normes de rédaction de l'écrit disciplinaire, en recourant à un Mind map.
 - «- Volet 2 : Résumer
Les étudiants sont appelés à travailler selon la méthode inversée. Ils ont pour tâche de travailler en groupes et d'assurer le cours portant sur le résumé. Ils doivent résumer un Rapport de PFA/PFE et traduire en anglais et en arabe en prenant le recul nécessaire par rapport aux outils gratuits en ligne.
-

Bibliographie et Ressources

- «- 17 Compétences Professionnelles - Quelles compétences inclure sur CV ? (roberthalf.fr)
 - «- Les compétences-clés à mettre en avant auprès des recruteurs allemands - Connexion-Emploi (connexion-emploi.com)
 - «- Pédagogie de la classe inversée - Innovation Pédagogique (innovation-pedagogique.fr)
 - «- Marcel Lebrun : Classes inversées, les effets : I. Les « résultats » des élèves et des étudiants (educavox.fr)
 - «- lecoq-lebrun-kerpelt-classe-envers-pour-apprendre-endroit-louvain-learning-lab-2017.pdf (umon-treal.ca)
 - «- la fiabilité des outils de traduction en ligne et leurs limites (tradutec-belgium.com)
 - «- Cartes mentales: en quoi peuvent-elles aider les élèves à mémoriser les notions? (cnrs.fr)

Fiche descriptive de l'ECUE : Séminaire 1: Enjeux et défis

- «- **Code ECUE:** UET813
 - «- **Crédits ECTS:** 2

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Analyser les défis contemporains des domaines du génie logiciel, de la sécurité informatique et des systèmes embarqués/IoT.
- «– OE2: Développer une vision critique des enjeux technologiques, éthiques, économiques et sociétaux liés à ces spécialités.
- «– OE3: Interagir avec des experts (académiques et industriels) pour comprendre les tendances et solutions émergentes.
- «– OE4: Renforcer les compétences transversales : communication, travail en équipe, résolution de problèmes complexes.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS11	X	X	X	X

TAB. 3.26 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Ce module vise à :

- «– - Favoriser une compréhension transversale des grands enjeux technologiques, économiques, sociétaux et environnementaux liés à l'évolution du numérique et des systèmes connectés
- «– - Développer une culture technologique commune entre des profils d'ingénieurs issus de différentes filières (génie logiciel, IoT/embarqué, infrastructures réseaux), en identifiant les interdépendances entre leurs domaines.
- «– -Sensibiliser aux défis actuels et émergents, tels que la cybersécurité, la souveraineté numérique, l'IA embarquée, la connectivité durable, ou encore l'impact environnemental des systèmes numériques.
- «– -Renforcer les compétences d'analyse critique et de réflexion sur la responsabilité sociétale et éthique de l'ingénieur face aux mutations technologiques.
- «– -Encourager l'ouverture sur le monde professionnel à travers l'intervention d'experts issus de l'industrie, de la recherche, et d'organismes publics ou associatifs.
- «– -Développer des compétences transversales : Communication orale et écrite, Travail collaboratif entre disciplines, Veille technologique et prospective

Méthodes Pédagogiques

- «– Conférences : Interventions de professionnels (entreprises, startups, chercheurs).
- «– Études de cas : Analyse de projets réels (ex : faille de sécurité majeure, déploiement IoT industriel).

- «– Débats : Animation de tables rondes sur des sujets controversés (ex : backdoors cryptographiques).
 - «– Projets : Travaux en groupe sur des scénarios prospectifs (ex : concevoir une architecture sécurisée pour une smart city).
 - «– Ce module peut être adapté pour inclure des visites techniques ou des hackathons thématiques.
-

4

Semestre 8 : Parcours Ingénierie des systèmes embarqués et IoT

4.1 Fiche de l'UE – Analyse de données

«– Code UE: UEF810
«– Crédits ECTS : 5

Prérequis de l'UE

«– fondements de l'IA
«– Bases de données
«– Python

Objectifs de l'UE

«– OU1: Compréhension des notions fondamentales de l'apprentissage automatique
«– OU2: Maîtriser les briques de base de la plateforme Hadoop à savoir HDFS et MapReduce et avoir une idée sur les composants de son écosystème ;
«– OU3: Manipuler des outils et technologies pour l'analyse et le traitement de grandes masses de données
«– OU4: Maîtrise des algorithmes classiques de classification, de régression et d'apprentissage non supervisé

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Big Data	22,5	-	-	15	-	2
MAchine Learning	22,5	-	-	21	-	3
Total	45	90	-	36	-	5

TAB. 4.1 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Big Data	X		1	2
Machine Learning	X		1,5	

TAB. 4.2 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Big Data	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Machine Learning	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 4.3 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Big Data

«– Code ECUE: UEF811

«– Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

«– Fondements des Bases de données

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Connaître la différence entre l'approche traditionnelle et l'approche Big Data et savoir dans quels cas le passage de la première vers la deuxième est justifié ;
- «– OE2: Maîtriser les briques de base de la plateforme Hadoop à savoir HDFS et MapReduce et avoir une idée sur les composants de son écosystème ;
- «– OE3: Appréhender l'approche MapReduce pour la résolution de problèmes ;
- «– OE4: Comprendre les limites du modèle relationnel et connaître les différents modèles des bases de données NOSQL.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X		X	X
CS8	X	X	X	

TAB. 4.4 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction au Big Data

Chapitre 2 : Hadoop

- «– Hadoop Overview and History
- «– Overview of the Hadoop Ecosystem
- «– Using Hadoop's Core: HDFS

Chapitre 3 : MapReduce

- «– MapReduce: What it is, and how it works
- «– How MapReduce distributes processing
- «– Ex: Break down movie ratings by rating score

Chapitre 4 : Programming Hadoop with Pig

- «– Introducing Ambari
- «– Introducing Pig
- «– Ex: Find the oldest movie with a 5-star rating
- «– More Pig Latin

Chapitre 5 : Programming Hadoop with Spark

- «– Why Spark?
- «– The Resilient Distributed Dataset (RDD)

«– Datasets and Spark 2.0

Chapitre 6 : Hive

«– What is Hive?

«– How Hive works

«– Integrating MySQL with Hadoop

Chapitre 7 : NoSql

«– Why NoSQL?

«– What is HBase

«– Cassandra overview

«– MongoDB overview

«– Choosing a database technology

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Hadoop

TP2: MapReduce

TP3: Hadoop with Pig

TP4: Hadoop with Spark

TP5: Hive

Bibliographie et Ressources

«– Big Data: Principles and Best Practices of Scalable Real-Time Data Systems – Nathan Marz and James Warren

«– Hadoop: The Definitive Guide – Tom White

«– Spark: The Definitive Guide – Bill Chambers and Matei Zaharia

Fiche descriptive de l'ECUE : MACHiNE Learning

«– **Code ECUE:** UEF712

«– **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

«– fondements de l'IA

«– Python

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1 : Compréhension des notions fondamentales de l'apprentissage automatique
- «– OE2 : Compréhension de la formulation probabiliste de l'apprentissage automatique
- «– OE3 : Maîtrise des algorithmes classiques de classification, de régression et d'apprentissage non supervisé
- «– OE4 : Capacité d'implémenter et d'évaluer les performances d'un modèle d'apprentissage automatique

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X		X	X
CS8	X	X	X	X

TAB. 4.5 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Intelligence artificielle et apprentissage automatique

- «– Historique
- «– Applications
- «– Apprentissage supervisé
- «– Apprentissage non supervisé
- «– Apprentissage semi-supervisé
- «– Apprentissage par renforcement

Chapitre 2 : Clustering

- «– Kmeans
- «– Kmeans++
- «– Fuzzy c-means

Chapitre 3 : Régression

- «– Régression linéaire
- «– Fonctions perte
- «– Optimisation
- «– Régularisation

Chapitre 4 : Modèles non paramétriques

- «– K plus proches voisins

«– exemples de résolution de problèmes de régression et de classification

Chapitre 5 : Classification

«– Inférence Bayésienne

«– SVM

«– Métriques de performance

Chapitre 6 : Introduction à l'apprentissage profond

«– Réseaux de neurones artificiels (MLP)

«– Evolution

Description du contenu du TP/travail personnel

L' Utilisation de l'outil Scikit-learn pour la résolution de problèmes de clustering, de régression et de classification.

TP1: Clustering

TP2: Régression

TP3: Classification

Bibliographie et Ressources

- «– Aurélien Géron – Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow , 2022
- «– Andriy Burkov – The Hundred-Page Machine Learning Book (2019)
- «– Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman – The Elements of Statistical Learning (Springer, 2e édition, 2009)

4.2 Fiche de l'UE – Tests et développement sur SOC

«– **Code UE:** UEF820

«– **Crédits ECTS:** 6

Prérequis de l'UE

«– Architecture avancée des processeurs
 «– Atelier des systèmes à microcontrôleurs
 «– Systèmes logiques,
 «– Conception des circuits numériques
 «– Algorithmique

Objectifs de l'UE

«– OU1: Comprendre et appliquer les principes de test et validation des SOC
 «– OU2: Concevoir et implémenter un SOC en respectant les contraintes techniques
 «– OU3: Mettre en œuvre des stratégies de vérification matérielle et logicielle

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Test et validation des SOC	22,5	-	-	21	-	4
Mini-projet:Développement et test des SOC	-	-	11,25	-	15	2
Total	22,5	-	11,25	21	15	6

TAB. 4.6 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Test et validation des SOC	X		2	3,5
Mini-projet:Développement et test des SOC		X	1	

TAB. 4.7 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Contrôle continu			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Test et validation des SOC	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Mini-projet:Développement et test des SOC	–	–	X	20%	-	–	X	80%

TAB. 4.8 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Test et validation des SOC

«– Code ECUE: UEF821
«– Crédits ECTS : 4

Prérequis de l'ECUE

«– Systèmes logiques,
«– Architecture Avancée des Processeurs
«– Conception des circuits numériques

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: Reconnaître l'architecture des différentes cibles des systèmes sur puce : cible logicielle (pour les processeurs, les microcontrôleurs et les DSP), cible matérielle (ASIC, circuits programmables et FPGA) et mixtes (les systèmes sur puce programmables : FPGA intégrant un processeur)
«– OE2: Présenter les types, méthodes et phases de test des SOC.
«– OE3: Manipuler les méthodes de modélisation des défauts physiques
«– OE4: Appliquer les méthodes de simulation des défauts physiques.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2	X	X	X	X
CS6	X		X	X
CS7	X	X	X	X
CS8	X	X	X	

TAB. 4.9 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction générale sur les systèmes embarqués

- «– Systèmes embarqués, systèmes temps réels, systèmes sur puce, Différentes cibles (logicielle, matérielle et mixte)

Chapitre 2 : Design des circuits combinatoires et séquentiels

- «– Méthode CMOS statique complémentaire pour la conception des full custom ASIC (Application Specific Integrated Circuit)
- «– Flot de conception des circuits intégrés
- «– Étapes de fabrication des transistors CMOS

Chapitre 3 : Circuits programmables et circuits intégrés spécifiques

- «– ASIC, SPLD (Simple Programmable Logic Device), CPLD (Complex Programmable Logic Device), FPGA (Field Programmable Gate Array)
- «– Aperçu sur les cibles mixtes avec exemples

Chapitre 4 : Modélisation des défauts physiques des SoCs

- «– Étude des différents types de fautes
- «– Modèles de fautes et sources de défauts physiques
- «– Algorithme de modélisation des défauts (exemple: collage logique simple)
- «– Génération des vecteurs de test
- «– Détermination des modèles de fautes détectés par vecteur
- «– Réduction des fautes par équivalence et par dominance

Chapitre 5 : Algorithmes de simulation logique de défauts physiques

- «– Simulation parallèle (algorithme et exemple)
 - «– Simulation déductive (algorithme et exemple)
-

Description du contenu des TP

TP1: Premiers pas en conception embarquée avec Vivado

TP2: Design des circuits combinatoires et séquentiels

TP3: Implémentation sur circuits programmables (FPGA)

TP4: Introduction aux défauts et tests des circuits

TP5: Simulation des défauts et analyse avancée

Bibliographie et Ressources

- «- «Composants Programmables Complexes: COURS / TP FPGA »: Institut Universitaire de Technologie de CRETEIL-VITRY ,Département de Génie Électrique et Informatique Industrielle.2013-2014
- «- « Support de cours FPGA » Tayari Lassad: Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Gabès. 2014-2015
- «- « Introduction au test des circuits électroniques »: Abdelhakim Khouas: Département Génie Electrique, Ecole polytechnique de Montréal.

Fiche descriptive de l'ECUE : Mini-projet : Développement et test des SOC

- «- **Code ECUE:** UEF822
- «- **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

- «- Architecture avancée des processeurs
- «- Algorithmique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «- OE1: Identifier un microcontrôleur 32 bits de STMicroelectronics: STM32L,STM32F ou STM32G value line.
- «- OE2: Comprendre de l'architecture de ce type de microcontrôleurs
- «- OE3: Déterminer la configuration de la mémoire et des périphériques de communication et de conversion.
- «- OE4: Manipuler l'outil de développement

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2	X	X	X	X
CS6	X	X	X	X
CS7	X	X	X	X

TAB. 4.10 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Le mini-projet consiste à choisir un microcontrôleur 32 bits de STMicroelectronics : STM32L, STM32F ou STM32G value line et à Maîtriser l'architecture de ce type de microcontrôleurs et savoir configurer et programmer ses périphériques. Les sujets des projets sont sur les périphériques de communication : UART, I2C, SPI et CAN.

Bibliographie et Ressources

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">«- Description of STM32F4xx Standard Peripheral Library«- La datasheet du STM32F407xx et STM32F405xx |
|---|

4.3 Fiche de l'UE – Ingénierie des Microcontrôleurs et Systèmes Automatisés

«– **Code UE:** UEF830
«– **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

«– SOC
«– développement sur microcontrôleurs
«– Langage C
«– système d'exploitation

Objectifs de l'UE

«– OU1: cibler les avancés effectués ces dernières années en matière de production et assemblage en milieu industriel
«– OU2: Implémenter des solutions d'automatisation industrielle et d'optimisation des processus.
«– OU3: Maîtriser le développement sur STM32

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Développement avancé sur microcontrôleurs	22,5	-	-	15	-	2
Ingénierie des systèmes automatisés	22,5	-	-	21	12	4
Total	45	-	-	36	12	6

TAB. 4.11 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Développement avancé sur microcontrôleurs	X		1	3,5
Ingénierie des systèmes automatisés	X		2	

TAB. 4.12 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Développement avancé sur microcontrôleurs	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Ingénierie des systèmes automatisés	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 4.13 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Développement avancé sur microcontrôleurs

«– Code ECUE: UEF831
«– Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

«– Développement sur microcontrôleurs
«– Architecture avancée des processeurs
«– Algorithmique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: gestion de l'horloge dans le STM32
«– OE2: Maîtriser le périphérique DMA
«– OE3: Optimiser la consommation
«– OE4: Configurer des Trames CAN

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2	X	X	X	X
CS6	X	X	X	X
CS7	X	X	X	X

TAB. 4.14 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : La gestion de l'horloge dans le STM32

- «- Les différentes sources d'horloge
- «- Architecture interne du périphérique RCC : PLL, diviseur, ..
- «- La configuration logicielle du périphérique RCC

Chapitre 2 : Le périphérique DMA

- «- L'architecture du DMA : les stream, les request, FIFO, ...
- «- Fonctionnement du DMA : mode, taille de données
- «- La configuration logicielle du DMA

Chapitre 3 : L'optimisation de la consommation dans le STM32

- «- La gestion de l'alimentation dans le STM32 et le périphérique PWR
- «- Les différents modes Low power du processeur et du STM32
- «- Le mode STOP : caractéristique, mise en repos, réveil
- «- Le mode SLEEP : caractéristique, mise en repos, réveil
- «- Le mode STANDBY : caractéristique, mise en repos, réveil

Chapitre 4 : Le protocole CAN

- «- Caractéristique : débit, longueur, ...
- «- Fonctionnement : arbitrage, envoi de données, stuffing,...
- «- Trame de données
- «- Trames de requêtes
- «- Trames d'erreur et gestion des erreurs
- «- Trames de surcharge
- «- Inter-Trames

Chapitre 6 : Le périphérique CAN dans le STM32

- «- Architecture interne du périphérique CAN : FIFO, mailbox, filtres, ...
 - «- Fonctionnement : différents modes
 - «- Configuration logicielle des filtres
 - «- Configuration logicielle du périphérique CAN
 - «- Configuration des trames
-

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1 : Configuration de l'horloge du STM32

TP2 : Transfert de données avec le DMA du STM32

TP3 : Développement d'une application pour mettre le microcontrôleur dans chaque mode basse consommation

TP4 : Transfert de trames CAN avec le STM32

Bibliographie et Ressources

- «– User manual “Discovery kit with STM32F407VG MCU” UM1472 Rev 7, October 2020.
- «– Technical Reference Manual “Arm® Cortex®-M4 Processor”, Revision r0p1
- «– UM1467 User manual “Getting started with software and firmware environments for the STM32F4DISCOVERY Kit”, September 2011 Doc ID 022172 Rev 1.

Fiche descriptive de l’ECUE : Ingénierie des systèmes automatisés

- «– **Code ECUE:** UEF832
- «– **Crédits ECTS :** 4

Prérequis de l’ECUE

- «– Langage C
- «– Réseaux informatiques
- «– microcontrôleurs
- «– Electronique
- «– Théorie des systèmes

Objectifs d’apprentissage de l’ECUE

- «– OE1: exposer les techniques de pointe utilisés dans les systèmes automatisés.
- «– OE2: cibler les avancés effectués ces dernières années en matière de production et assemblage en milieu industriel
- «– OE3: Développer des solutions qui font communiquer les machines entre eux (Machine to Machine) afin d’améliorer la productivité
- «– OE4: mettre en priorité la mise en réseaux des équipement micro-programmés dans le cas des systèmes de commande de moyenne complexité et complexes
- «– OE5: développer quelques scénarios de supervision et de commande à distance de la cellule flexible

Matrice d’association entre les objectifs de l’ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l’ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS5	X	X	X
CS8	X		X

TAB. 4.15 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l’ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Chapitre 1 : Les systèmes de production manufacturière : Flexibilité et reconfigurabilité – une revue de la littérature

- «– Dans un rapport récent de la communauté scientifique IMS 2020 [2], une feuille de route concernant la recherche dans les domaines de la production intelligente (intelligent manufacturing) a été mise au point. Selon ce rapport, l'industrie du futur est fondée, entre autres, sur des chaînes de valeur hautement flexibles et auto-organisables. Cette prescription s'aligne avec les notions de flexibilité et de reconfigurabilité des systèmes de production. Une multitude de travaux de recherche ont été consacrés dans ce sens. Dans ce chapitre, les notions de flexibilité et de reconfigurabilité des systèmes automatisés de production sont abordées. Un état de l'art des travaux de recherche est présenté afin de positionner ce document de cours dans son cadre scientifique.

Chapitre 2 : Chapitre 2 : Pilotage des systèmes de production flexibles

- «– La norme ISO/CEI 62264-1 [66] définit cinq niveaux de décision pour les systèmes industriels. Le niveau 3 (pilotage) est étroitement lié au niveau stratégique et le niveau de contrôle du système. Ce chapitre est consacré à la notion de pilotage des systèmes industriels et plus particulièrement aux architectures de pilotage. La problématique de pilotage des FMS est abordée dans ce chapitre. Nous donnons ici une idée sur les 5 niveaux de décisions incluant les capteurs/actionneurs, les automates programmables ou calculateurs, la supervision et le contrôle, le niveau MES puis le niveau ERP.

Chapitre 3 : Architecture distribuée pour le pilotage des FMS

- «– Le pilotage d'un FMS constitue une phase essentielle en vue d'obtenir des résultats relatifs à l'efficacité du système et de ses différents composants. Piloter un FMS stipule la conception et la mise en oeuvre d'applications et d'algorithmes de supervision et de prise de décision. Les différentes approches développées dans la littérature favorisent la distribution et la coopération entre les différents éléments logiciels de pilotage. Dans ce chapitre, nous optons pour l'approche Holonique pour le pilotage des FMS. Les différentes étapes sont détaillées qui constituera plus tard une méthodologie de conception des applications distribuées. L'interopérabilité entre les différentes composantes de l'architecture développée a été mise oeuvre. Ce chapitre constitue, à travers ses paragraphes, une ligne directrice pouvant servir aux concepteurs des systèmes de pilotage des FMS comme guide méthodologique pour le développement de modules flexibles et reconfigurables.

Chapitre 4 : Chapitre 4 : Etude de cas : Cellule Flexible avec convoyeur central et 4 stations d'assemblage robotisé et équipés de RFID pour l'identification des produits

- «– Depuis les débuts du travail à la chaîne et l'automatisation de la production industrielle, la majorité des industries utilisent des systèmes de convoyage, pour transporter des produits ou des matériaux, jusqu'aux points de travail ou d'utilisation. L'industrie automobile en est un des exemples les plus parlants. Le châssis de l'automobile est transporté sur une chaîne automatisée et différents robots et techniciens assemblent les composants sur ce châssis quand il arrive à leur niveau. Ces systèmes de convois de plus en plus complexes nécessitent des programmes informatiques pour les gérer de façon automatique. L'humain ne doit alors avoir qu'une fonction de contrôle et de gestion de crise dans ces opérations de convoyage. La cellule flexible utilisée dans le cadre de ce cours comme étant un cas d'études réel et de même type que celles utilisées dans l'industrie, avec un système de convoyage et des robots tout du long, organisés en stations de

travail. Le pilotage de ce système présente des difficultés dues à l'hétérogénéité des équipements (Automates Siemens, Robots Adept, RFID pepper Fucks, Vision UNIX, ...) Dans cette optique de nombreux travaux ont été déjà effectués pour la supervision des différents composants de la cellule flexible, permettant ainsi aux élèves de se familiariser avec un système industriel et ses nombreux domaines d'étude. Ce document a pour but de rendre compte du travail de recherche et de développement effectué déjà pour le pilotage de la cellule flexible et vient appuyer le cours d'ingénierie des systèmes automatisés. Le premier chapitre fait une description du système utilisé (la cellule flexible) et en soulève les problématiques. Le deuxième chapitre décrit les composants matériels et logiciels utilisés et nécessitant une étude particulière ainsi que les logiciels nécessaires pour le pilotage de la cellule flexible. Le troisième chapitre aborde la programmation des unités de lecture/écriture RFID. Composants complexes de la chaîne qui requièrent un important travail de programmation. Le quatrième et dernier chapitre traite de la supervision globale du système de convoyage avec l'intégration des différents composants des chapitres précédents. Après la présentation de la cellule flexible comme cas d'études les étudiants doivent mettre au point un superviseur pour la cellule flexible. Nous voulons réaliser la commande à distance de la cellule flexible. Pour ceci un certain nombre d'outils sont nécessaires. D'abord il va falloir accéder aux automates programmables puisque chaque station de la cellule flexible est contrôlée par un automate programmable. Nous avons au total quatre stations. Les automates programmables des stations sont connectés en réseaux TCPIP. Chaque automate programmable a une adresse TCPIP unique. Celui qui veut accéder aux automates programmables doit passer par ce serveur. Dans ce serveur (PC) nous allons installer un serveur OPC (logiciel NIOPC ou Kepware). Le serveur OPC se charge de collecter les données des automates programmable et les mettre à la disposition du client OPC(le programme que nous allons faire). Également nous pouvons aussi envoyer des commandes aux automates programmables et par suite commander les actionneurs des quatre stations. Dans notre cas nous avons choisi de travailler avec Visual Studio 2019.

Description du contenu du TP/travail personnel

Des mini-projets portant sur l'ingénierie des systèmes automatisés et l'industrie 4.0 sont développés et mis en œuvre dans ce module.

TP1: Etude de la cellule flexible

- Comprendre l'architecture matérielle et logicielle de la cellule.
- Identifier les composants industriels (automates Siemens, robots Adept, lecteurs RFID, caméras, convoyeurs).

TP2: Communication OPC avec les automates

- Mettre en place un serveur OPC (Kepware ou NIOPC).
- Communiquer avec les automates Siemens via TCP/IP.

TP3: Supervision avec Visual Studio

- Créer un client OPC sous Visual Studio pour interagir avec les stations
- Afficher l'état des stations (feux, capteurs, actionneurs)

TP4: Pilotage RFID

- Comprendre le fonctionnement des lecteurs/étiquettes RFID et programmer la lecture/écriture d'étiquettes produits.

TP5: Production reconfigurables

- Mettre en œuvre des scénarios conditionnels en fonction du produit.
 - Étudier la flexibilité de la cellule en cas de changement de gamme.
-

Bibliographie et Ressources

- «– H. Kagermann, W. Wahlster, J. Helbig: “Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 - Final report of the Industrie 4.0 Working Group”. Avril 2013. acatech – National Academy of Science and Engineering.
- «– M. Taisch, J. Cassina: “Shape the future of manufacturing with us”. Politecnico di Milano, Department of Management, Economics and Industrial Engineering.
- «– C. Evaere, Management de la flexibilité, Economica, Paris, 1997, p 203.
- «– D. Borenstein, Intelligent decision support system for flexible manufacturing system design, Annals of Operations Research 77 (1998) 129-156.
- «– M.R. Spano, P.J. O’Grady Sr., R.E. Young, The design of flexible manufacturing systems, Computer in Industry 21 (1993) 185-198.

4.4 Fiche de l'UE – Système Temps réel

«– **Code UE:** UEF840

«– **Crédits ECTS:** 7

Prérequis de l'UE

«– SOC

«– développement sur microcontrôleurs

«– Langage C

«– système d'exploitation

Objectifs de l'UE

«– OU1: Maîtriser les concepts et techniques des systèmes temps réel

«– OU2: Concevoir et programmer des applications temps réel sur microcontrôleurs et plateformes embarquées.

«– OU3: Développer et configurer un système Linux embarqué

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Système TR embarqué	22,5	-	11,25	12	-	4
Linux embarqué	22,5	-	-	21	-	3
Total	45	-	11,25	33	-	7

TAB. 4.16 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Système TR embarqué	X		2	4
Linux embarqué	X		1,5	

TAB. 4.17 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Système TR embarqué	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Linux embarqué	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 4.18 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Système Temps réel embarqué

«– **Code ECUE:** UEF841
«– **Crédits ECTS :** 4

Prérequis de l'ECUE

«– système d'exploitation
«– langage c
«– Microcontrôleurs

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: Comprendre l'importance d'un OS pour les systèmes embarqués et dans quel cas l'utiliser
«– OE2: Acquérir les connaissances nécessaires afin de respecter les contraintes système et d'augmenter les performances de notre application
«– OE3: Concevoir et le développer une application temps réel embarquée et l'incorporer sur une cible matérielle
«– OE4: Manipuler l'API d'un Système d'Exploitation Temps Réel embarqué (SETR) comme le freeRTOS, ucOSIII, Xenomai

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2	X	X	X	X
CS3	X	X	X	
CS7	X		X	
CS8	X		X	

TAB. 4.19 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1: Rappel sur le microcontrôleur STM32 et sur l'OS

- «- Rappel sur le STM32
- «- Utilité d'un OS temps réel
- «- Systèmes d'exploitation pour l'embarqué
- «- Exemple d'étude

Chapitre 2: Gestion des tâches et ordonnancement

- «- Les objets d'un RTOS
- «- Les tâches
- «- Les états d'une tâche
- «- La création des tâches
- «- L'ordonnancement
- «- Les APIs FreeRTOS STM32 correspondantes

Chapitre 3: Communication entre les tâches

- «- Communication inter-tâches via les files de messages
- «- Les queues et les multi-tâches
- «- Lecture bloquante des queues
- «- Les APIs correspondantes

Chapitre 4: Mutex et sémaphore

- «- Sémaphore
- «- Ressources et priorités
- «- Les APIs correspondantes

Chapitre 5: Les interruptions dans FreeRTOS

Description du contenu du TP/travail personnel

Les différents TP seront développés avec le RTOS ucOSIII porté sur le microcontrôleur STM32F4 en utilisant IDE IAR ou le noyau freeRTOS sur STM32 en utilisant cubeMX. **TP1**: création de tâches avec ucOSIII

TP2: synchronisation entre tâches : sémaphore et mutex

TP3: communication entre tâches : Mailbox et Queue

TP4: développement d'une application embarquée multi-tâches : acquisition, traitement et commande

Bibliographie et Ressources

- «– Q. Li et C. Yao “Real-Time concepts for embedded systems”, CMP Books , 2003
- «– S. Siewert et J. Pratt.“Real-Time Embedded Components and Systems with Linux and RTOS”. Editions Mercury Learning. 2016
- «– F.Cottet, E. Grolleau, S.Gérard, J.Hugues,Y. Ouhammou, S. Tucci-Piergiovanni “Système Temps réel embarqués : Spécification, conception, implémentation et validation temporelle”, Edition DUNOD, 2014.
- «– Jean J. Labrosse “uC/OS-III, The Real-Time Kernel” Micrium Press ,September 21, 2009

Fiche descriptive de l’ECUE : Linux embarqué

- «– **Code ECUE:** UEF842
- «– **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l’ECUE

- «– langage C
- «– système d’exploitation
- «– microcontrôleurs

Objectifs d’apprentissage de l’ECUE

- «– OE1: Comprendre l’architecture d’un système Linux embarqué (bootloader, noyau, root filesystem).
- «– OE2: Configurer, compiler et déployer un noyau Linux embarqué sur une carte cible (ex. Raspberry Pi, BeagleBone, STM32MP1)
- «– OE3: Développer des applications embarquées sous Linux en C et en script Shell.
- «– OE4: Utiliser des outils de build system (Buildroot, Yocto) pour générer un OS Linux embarqué.

Matrice d’association entre les objectifs de l’ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l’ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2	X	X	X	X
CS3	X	X	X	X
CS7	X		X	
CS8	X		X	

TAB. 4.20 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l’ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction à Linux embarqué

- «- Historique et avantages de Linux embarqué
- «- Architecture d'un système Linux embarqué
- «- Différences entre Linux PC et Linux embarqué

Chapitre 2 : Démarrage et Bootloader

- «- Fonctionnement du bootloader (ex. U-Boot)
- «- Chargement du noyau et du RootFS

Chapitre 3 : Compilation et configuration du noyau Linux

- «- Structure du noyau Linux
- «- Compilation et configuration du noyau pour une cible embarquée

Chapitre 4 : Systèmes de fichiers pour Linux embarqué

- «- Types de systèmes de fichiers (EXT, SquashFS, JFFS2)
- «- Création et personnalisation d'un Root Filesystem

Chapitre 5 : Développement d'applications sous Linux embarqué

- «- Programmation en C sous Linux embarqué
- «- Communication entre processus (IPC, sockets, pipes)

Chapitre 6 : Pilotes de périphériques sous Linux

- «- Introduction aux Device Drivers
- «- Gestion des GPIO, UART, I2C, SPI

Chapitre 7 : Build Systems et déploiement (Buildroot, Yocto)

- «- Introduction aux outils de génération d'image Linux
- «- Configuration et compilation avec Buildroot

Chapitre 8 : Débogage et optimisation

- «- Techniques de profilage et monitoring (strace, gprof)
 - «- Optimisation des performances du système
-

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Compilation et configuration de U-Boot, flashage sur une carte embarquée

TP2: Compilation d'un noyau Linux minimal et chargement sur la carte cible

TP3: Création d'un RootFS minimal avec BusyBox et déploiement sur la carte

TP4: Développement d'une application en C communiquant avec un périphérique

Bibliographie et Ressources

- «– Dunod – Linux embarqué : Maitrisez le développement de systèmes embarqués sous Linux
- «– Linux embarqué : Concepts et pratique (Éditions ENI, 2022)
- «– Linux Système et Réseau – Cours et exercices corrigés (Dunod, 2021)

4.5 Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique

«– **Code UE:** UET810

«– **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

«– TOEIC1

«– Gestion de projet

«– Préparation à l'environnement professionnel

Objectifs de l'UE

«– OU1: communiquer avec aisance en contexte professionnel international.

«– OU2: Se préparer à une première expérience dans le domaine de spécialité : stage ingénieur

«– OU3: Analyser les défis actuels des secteurs visés et développer une vision critique

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Anglais 4: TOEIC2	-	-	22,5	-	-	2
Préparation du Projet Personnel et Professionnel	-	-	22,5	-	-	2
Séminaire 1: Enjeux et défis	22,5	-	-	-	-	2
Total	22,5	-	45	-	-	6

TAB. 4.21 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Anglais 4: TOEIC2		X	1	2
Préparation du Projet Personnel et Professionnel		X	1	
Séminaire 1: Enjeux et défis		X	1	

TAB. 4.22 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Anglais 4: TOEIC2	X	–	–	20%	X	–	–	80%
Préparation du Projet Personnel et Professionnel	X	–	–	30%	X	–	–	80%
Séminaire 1: Enjeux et défis	X	–	–	20%	X	–	–	80%

TAB. 4.23 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Anglais 4 : TOEIC2

«– Code ECUE: UET811

«– Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

«– Anglais 3 : TOEIC1

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: Maîtriser l'anglais des réunions et projets techniques.

«– OE2: Rédiger des rapports synthétiques.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE	
	OE1	OE2
CS10	X	X

TAB. 4.24 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Grammaire Avancée

«– Subordonnées relatives

«– Voix passive (ex : “The code was debugged”)

Chapitre 2 : Vocabulaire Sectoriel

«– IoT, cybersécurité, cloud computing

«– Graphiques et données (trends, fluctuations)

Chapitre 3 : Compétences Testées

«– Écoute : conversations complexes (réunions)

«– Lecture : articles techniques (extraits de manuels)

Chapitre 4 : Évaluation

«– Simulation TOEIC complet

«– Présentation orale d'un processus technique

Bibliographie et Ressources

«– “Official TOEIC Preparation Materials” (ETS Global)

«– “Barron’s TOEIC Superpack” (Dr. Lin Lougheed)

«– “TOEIC Trainer” (Cambridge English)

Fiche descriptive de l’ECUE : Préparation du Projet Personnel et Professionnel

«– **Code ECUE:** UET812

«– **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l’ECUE

«– Gestion de projet

«– Préparation à l’environnement professionnel

Objectifs d’apprentissage de l’ECUE

«– OE1: Se préparer à une première expérience dans le domaine de spécialité : stage ingénieur

«– OE2: Identifier les normes de la rédaction du Rapport

Matrice d’association entre les objectifs de l’ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l’ECUE	
	OE1	OE2
CS11	X	X

TAB. 4.25 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l’ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Module 1 : Mini-projet

- «- Préparer un dossier de candidature pour le stage de PFA : Les étudiants sont appelés à actualiser leurs CV et à les présenter selon le modèle Europass.
- «- Ils doivent aussi rédiger leurs lettres de motivation et leurs mails d'accompagnement, en réponse à des offres de stages.
- «- Ils ont pour tâche d'inviter leurs enseignants des matières de spécialité à des simulations d'entretiens et d'assurer le face à face. Ils sont amenés à parler de leurs projets personnel et professionnel mais aussi à partager leurs expériences.

Module 2 : Rédaction et déontologie

- «- Volet 1 : Normes de rédaction
Les étudiants ont pour tâche de réaliser une synthèse récapitulative portant sur les normes de rédaction de l'écrit disciplinaire, en recourant à un Mind map.
 - «- Volet 2 : Résumer
Les étudiants sont appelés à travailler selon la méthode inversée. Ils ont pour tâche de travailler en groupes et d'assurer le cours portant sur le résumé. Ils doivent résumer un Rapport de PFA/PFE et traduire en anglais et en arabe en prenant le recul nécessaire par rapport aux outils gratuits en ligne.
-

Bibliographie et Ressources

- «- 17 Compétences Professionnelles - Quelles compétences inclure sur CV ? (roberthalf.fr)
- «- Les compétences-clés à mettre en avant auprès des recruteurs allemands - Connexion-Emploi (connexion-emploi.com)
- «- Pédagogie de la classe inversée - Innovation Pédagogique (innovation-pedagogique.fr)
- «- Marcel Lebrun : Classes inversées, les effets : I. Les « résultats » des élèves et des étudiants (educavox.fr)
- «- lecoq-lebrun-kerpelt-classe-envers-pour-apprendre-endroit-louvain-learning-lab-2017.pdf (umon-treal.ca)
- «- la fiabilité des outils de traduction en ligne et leurs limites (tradutec-belgium.com)
- «- Cartes mentales: en quoi peuvent-elles aider les élèves à mémoriser les notions? (cnrs.fr)

Fiche descriptive de l'ECUE : Séminaire 1: Enjeux et défis

- «- **Code ECUE:** UET813
- «- **Crédits ECTS:** 2

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Analyser les défis contemporains des domaines du génie logiciel, de la sécurité informatique et des systèmes embarqués/IoT.
- «– OE2: Développer une vision critique des enjeux technologiques, éthiques, économiques et sociétaux liés à ces spécialités.
- «– OE3: Interagir avec des experts (académiques et industriels) pour comprendre les tendances et solutions émergentes.
- «– OE4: Renforcer les compétences transversales : communication, travail en équipe, résolution de problèmes complexes.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS11	X	X	X	X

TAB. 4.26 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Ce module vise à :

- «– - Favoriser une compréhension transversale des grands enjeux technologiques, économiques, sociétaux et environnementaux liés à l'évolution du numérique et des systèmes connectés
- «– - Développer une culture technologique commune entre des profils d'ingénieurs issus de différentes filières (génie logiciel, IoT/embarqué, infrastructures réseaux), en identifiant les interdépendances entre leurs domaines.
- «– -Sensibiliser aux défis actuels et émergents, tels que la cybersécurité, la souveraineté numérique, l'IA embarquée, la connectivité durable, ou encore l'impact environnemental des systèmes numériques.
- «– -Renforcer les compétences d'analyse critique et de réflexion sur la responsabilité sociétale et éthique de l'ingénieur face aux mutations technologiques.
- «– -Encourager l'ouverture sur le monde professionnel à travers l'intervention d'experts issus de l'industrie, de la recherche, et d'organismes publics ou associatifs.
- «– -Développer des compétences transversales : Communication orale et écrite, Travail collaboratif entre disciplines, Veille technologique et prospective

Méthodes Pédagogiques

- «– Conférences : Interventions de professionnels (entreprises, startups, chercheurs).
- «– Études de cas : Analyse de projets réels (ex : faille de sécurité majeure, déploiement IoT industriel).

- «– Débats : Animation de tables rondes sur des sujets controversés (ex : backdoors cryptographiques).
 - «– Projets : Travaux en groupe sur des scénarios prospectifs (ex : concevoir une architecture sécurisée pour une smart city).
 - «– Ce module peut être adapté pour inclure des visites techniques ou des hackathons thématiques.
-

Cinquième partie

Cinquième année Cycle ingénieur

1	Semestre 9: Parcours Ingénierie des Réseaux Intelligents et Services	309
1.1	Fiche de l'UE –Innovation de l'Ingénierie de l'informatique	309
1.2	Fiche de l'UE –Applications Multimédia	315
1.3	Fiche de l'UE –Data Science pour Réseaux	321
1.4	Fiche de l'UE –Modules complémentaires	327
1.5	Fiche de l'UE –Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	329
2	Semestre 9: Parcours Ingénierie des Systèmes embarqués et IoT	335
2.1	Fiche de l'UE – Co-design et architecture multi-cœurs	335
2.2	Fiche de l'UE – Domotique et énergies renouvelables	341
2.3	Fiche de l'UE – Robotique et IA embarquée	346
2.4	Fiche de l'UE – Veille technologique	352
2.5	Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique	354

1

Semestre 9: Parcours Ingénierie des Réseaux Intelligents et Services

1.1 Fiche de l'UE –Innovation de l'Ingénierie de l'informatique

«– Code UE: UEF910
«– Crédits ECTS : 6

Prérequis de l'UE

«– Bases solides en ingénierie informatique et systèmes communicants
«– Expérience préalable en gestion de projet ou travail collaboratif

Objectifs de l'UE

«– OU1: Maîtriser les méthodologies d'innovation en ingénierie informatique
«– OU2: Concevoir des solutions techniques en intégrant des technologies émergentes
«– OU3: Intégrer l'éthique, la durabilité et la sécurité dans les projets innovants
«– OU4: Piloter des projets d'innovation en équipes pluridisciplinaires

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Innovation dans les Réseaux	22.5		-	12	-	3
Pratiques DevOps	22.5		-	15	12	3
Total	45		-	17	12	6

TAB. 1.1 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Innovation dans les Réseaux	X		1.5	4
Pratiques DevOps	X		3	

TAB. 1.2 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Éléments constitutifs de l'UE

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Innovation dans les Réseaux	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Pratiques DevOps	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.3 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Innovation dans les Réseaux

«– Code ECUE: UEF911
«– Crédits ECTS : 3

Prérequis de l'ECUE

«– - Réseaux mobiles
«– - Réseaux intelligents
«– - Cloud Networking
«– - Virtualisation
«– - Réseaux open source
«– - Data science

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «- OE1: Explorer les technologies émergentes et les architectures innovantes pour les réseaux
- «- OE2: Concevoir et prototyper des solutions réseau innovantes
- «- OE3: Analyser l'impact des innovations réseau sur les performances, la sécurité et la durabilité
- «- OE4: Anticiper les tendances futures et les enjeux sociétaux des réseaux intelligents

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X		
CS2	X			X
CS3			X	X
CS4	X	X		
CS5		X	X	
CS6				
CS7			X	X

TAB. 1.4 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Réseaux multisaut

- «- - Les réseaux smallcells
- «- a. Les femtocells
- «- b. Les hotspots
- «- c. Les macrocells
- «- d. Les microcells
- «- - Passpoint : caractéristiques
- «- - Réseaux multisaut
- «- a. Réseaux adhoc
- «- b. Réseaux mesh
- «- - Réseaux backhaul
- «- - Radio logiciel et radio cognitive
- «- - Les cellules sur mesure
- «- - Les contrôleurs des terminaux mobiles
- «- - Contrôle de mobilité :
- «- a. IP mobile,
- «- b. solutions pour la micromobilité

- «- - Le multihoming au niveau réseau : HIP, SHIM6, mCoA
- «- - Le multihoming au niveau transport : SCTP, CMT, MPTCP

Chapitre 2 : Green networking

- «- - Consommation énergétique des réseaux hertziens : stratégies de réduction de la consommation des réseaux hertziens
- «- - Consommation énergétiques des réseaux terrestres : stratégies de réduction de la consommation des réseaux hertziens

Chapitre 3 : Mobile cloud, cloud mobile et CloudRAN

- «- - Mobile cloud
- «- - Cloud mobile
- «- - CloudRAN

Chapitre 4 : Générations futures

- «- - Les réseaux participatifs
 - «- -
 - «- - La concrétisation
 - «- a. Les accélérateurs
 - «- b. Microprocesseur reconfigurable
 - «- - Les réseaux morphware
 - «- - Les réseaux autonomes
 - «- - Le pilotage automatique
 - «- - Les réseaux ultradenses
-

Bibliographie et Ressources

- 1 L. Dai and al., “A Survey of Non-Orthogonal Multiple Access for 5G ”, IEEE Communications Surveys and Tutorials, Vol 20, N°3, pp. 2294-2323, Third-Quater. 2018.
- 2 <https://livre.fnac.com/mp29343344/Reseaux-Logiciels-T-1-Virtualisation-Sdn>
- [3] <https://www.telecom-sudparis.eu/recherche/n-green-pour-des-reseaux-peu-consommateurs-en-energie/>
- 4 <https://docplayer.fr/72906530-Les-nouveaux-paradigmes-des-reseaux-de-2020.html>
- 5 <https://www.telecom-evolution.fr/fr/formations-courtes/reseaux-et-telecommunications-present-et-avenir>
- 6 <https://www.itu.int/en/itu-news/Documents/2020/2020-05/2020ITUNews05-fr.pdf>

Fiche descriptive de l'ECUE : Pratiques DevOps

- «- **Code ECUE**: UEF912
- «- **Crédits ECTS** : 3

Prérequis de l'ECUE

- «- – Compétences de base en génie logiciel
- «- – Notions de base sur les réseaux informatiques et la sécurité informatique
- «- – Compétences de base en codage dans un langage de programmation orienté objet
- «- – Compétences de base dans l'utilisation du système d'exploitation Linux/Ubuntu.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «- OE1: comprendre la culture et la philosophie DevOps
- «- OE2: Mettre en oeuvre des compétences avancées en programmation Python et liées à Linux
- «- OE3: Mettre en oeuvre un environnement de développement à l'aide des ressources DevNet
- «- OE4: Manipuler des microservices à l'aide d'API REST via HTTPS pour intégrer les services en toute sécurité.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1			X	
CS2	X			
CS3	X	X		X
CS4		X	X	X
CS5		X	X	
CS6				
CS7	X			X

TAB. 1.5 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 0 :Culture et pratique DevOps **Chapitre 1 :**Environnement du laboratoire virtuel

Chapitre 2 :L'environnement de développement DevNet **Chapitre 3 :**Développement et conception de logiciels **Chapitre 4 :**Comprendre et utiliser les API **Chapitre 5 :** Notions avancée sur les infrastructures et les réseaux **Chapitre 6 :**Déploiement des applications **Chapitre 7 :**Sécurité des applications **Chapitre 8 :**CI / CD **Chapitre 9 :**Infrastructure et automatisation **Chapitre 10 :** la programmabilité des infrastructures

Description du contenu du TD

TD1: Intitulé du TD

TD2: Intitulé du TD

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Intitulé du TP

TP2: Intitulé du TP

Si le cours présente une partie de travail personnel, veuillez introduire une description du travail à faire en présentiel

Bibliographie et Ressources

- «- • Gene Kim, Jez Humble, Patrick Debois, John Willis – The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, Security in Technology Organizations (2016)
 - «- • Jez Humble, David Farley – Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation (2010)
 - «- • Gene Kim, Kevin Behr, George Spafford – The Phoenix Project: A Novel About IT, DevOps, and Helping Your Business Win (2013)
 - «- • Kief Morris – Infrastructure as Code: Managing Servers in the Cloud (2016)
 - «- • Michael C. Daconta, Leo J. Obrst, Kevin T. Smith – The DevOps Adoption Playbook: A Guide to Adopting DevOps in a Multi-Speed IT Enterprise (2017)

1.2 Fiche de l'UE – Applications Multimédia

«– **Code UE:** UEF920

«– **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

«– Connaissances de base en traitement des médias numériques

«– Expérience en programmation ou développement logiciel

Objectifs de l'UE

«– OU1: Maîtriser les technologies fondamentales des applications multimédias

«– OU2: Concevoir et développer des applications multimédias interactives et immersives

«– OU3: Optimiser les performances et la sécurité des flux multimédias

«– OU4: Explorer les tendances émergentes et les enjeux sociétaux des applications multimédias

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Réalité Virtuelle et Augmentée	22.5		-	15	-	3
Codage des Applications Immersives	22.5		11.25	15	-	3
Total	45		11.25	30	-	6

TAB. 1.6 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Réalité Virtuelle et Augmentée	X		1.5	3
Codage des Applications Immersives	X		2	

TAB. 1.7 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Réalité Virtuelle et Augmentée	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Codage des Applications Immersives	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.8 – *Pondérations pour chaque ECUE*

Fiche descriptive de l'ECUE : Réalité Virtuelle et Augmentée

«– **Code ECUE:** UEF921
«– **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

«– – Les réseaux multimédias
«– – Théorie de l'information et codage
«– – Technologies multimédia
«– – Réalité augmentée

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: comprendre et d'expliquer les mécanismes sensoriels de l'humain qui sont impliqués dans la perception de la réalité virtuelle ou augmentée
«– OE2: comprendre et décrire les concepts liés à la simulation des différents stimuli (visuels, auditifs, tactiles) dans un système de réalité virtuelle ou augmentée
«– OE3: concevoir et implémenter une application de réalité augmentée ou de réalité virtuelle immersive, centrée sur l'utilisateur et qui respecte les meilleures pratiques
«– OE4: décrire les applications, les limitations et les effets sur les utilisateurs de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée, sous leurs diverses formes.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X		
CS2			X	X
CS3			X	X
CS4		X	X	
CS5		X		
CS6				
CS7	X			X

TAB. 1.9 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Notions générales

- «- o Les différentes formes de réalité
- «- Réalité virtuelle,
- «- Réalité augmentée
- «- Réalité mixte
- «- o Les dispositifs d'affichage
- «- o Initiation au rendu 3D

Chapitre 2 : principes de la vision et de la perception visuelle

- «- o Modèles et processus perceptuels
- «- o Capture et analyse du mouvement
- «- o Simulation physique et collisions
- «- o Locomotion et interaction

Chapitre 3 : Interaction centrée sur l'utilisateur

- «- o Sens du toucher
- «- o Retour tactile et kinesthésique
- «- o Son spatialisé

Chapitre 4 : Conception d'environnements virtuels

- «- o Directives de conception
- «- o L'interaction entre l'immersion, la présence et l'incarnation
- «- o Latence
- «- o Effets indésirables (cybermalaise, fatigue oculaire, persistance des effets)
- «- o Domaines d'application

Bibliographie et Ressources

- «- P. Fuchs, M. Mallem, *Réalité virtuelle. réalité augmentée*, Hermès, 2009.
- «- P. Fuchs, G. Moreau, A. Berthoz, *Le traité de la réalité virtuelle Volume 1 Fondements et interfaces comportementales*, 2e édition. ed., Sciences mathématiques et informatique, 2003.
- «- G. Maubon, C'est quoi la Réalité Augmentée? <http://www.augmented-reality.fr/cest-quoi-la-realite-augmentee/> Qu'est-ce que la réalité virtuelle? Artefacto. <https://www.artefacto-ar.com/realite-virtuelle/>
- «- W. Audureau, *Réalité virtuelle, réalité augmentée, holographie : quelles différences ?* Le Monde Pixels. https://www.lemonde.fr/pixels/article/2015/01/22/realite-virtuelle-realiteaugmentee-holographie-quelles-differences_4561606_4408996.html
- «- P. Labbe, *Réalité mixte : définitions, explications, fonctionnement, exemples et projections*. <https://www.realite-virtuelle.com/realite-mixte-definition-exemples-010> Holographie : principe et réalisations. Encyclopaedia Universalis. <https://www.universalis.fr/encyclopedie/holographie/2-holographieprincipe-et-realisations/>

Fiche descriptive de l'ECUE : Codage des Applications Immersives

- «- **Code ECUE:** UEF922
- «- **Crédits ECTS :** 3

Prérequis de l'ECUE

- «- Les réseaux multimédias
- «- Théorie de l'information et codage
- «- Technologies multimédia
- «- Réalité augmentée

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «- OE1: Comprendre les fondements des technologies immersives et leurs architectures logicielles
- «- OE2: Concevoir et développer des applications immersives interactives et accessibles
- «- OE3: Optimiser les performances et sécuriser les applications immersives
- «- OE4: Explorer les tendances émergentes et les enjeux sociétaux des applications immersives

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X	X		
CS2			X	X
CS3			X	X
CS4		X	X	
CS5		X		
CS6				
CS7	X			X

TAB. 1.10 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Principes de la profondeur

- «- Perception humaine de la profondeur
- «- Indices de profondeur monoculaires
- «- Oculomoteurs et binoculaires
- «- Géométrie 3D

Chapitre 2 : Technologies d'acquisition et d'affichage de l'information visuelle 3D

- «- Identification de l'environnement
- «- Formats pour la représentation et le stockage d'images et vidéos 3D

Chapitre 3 : Codage d'images 3D et immersif

- «- Notions sur la compression d'images 2D
- «- Standards de codage d'images nouvelle génération : JPEG XT, JPEG XR, JPEG Pleno
- «- Codage d'images 360°
- «- Codage des nuages de points statiques

Chapitre 4 : Codage vidéo 3D et immersif

- «- Codage vidéo hybride
- «- Standards de codage vidéo : MPEG, HEVC, VVC, AV1
- «- Codage de contenu vidéo Multi-View
- «- Codage de contenu vidéo 360°
- «- Codage des nuages de points dynamiques

Chapitre 5 : Applications avancées

- «- Vidéo 360,
- «- Réalité augmentée,
- «- Télévision et cinéma 3D,
- «- Conversion 2D-3D.

Bibliographie et Ressources

- «– V.Ricordel, J. Wang, M. Perreira Da Silva et P. Le Callet, 2D-3D Visual Attention for Computer Vision: Concepts, Measurement, and Modeling, In: Innovative Research in Attention Modeling and Computer Vision Applications. IGI Global publication, 2015.
- «– M.K. Mandal, Multimedia signals and systems, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, 2003. D. Pan, Digital Audio Compression, Digital Tech. J., vol. 5, n°2, p. 28-40, 1993.
- «– C Rosewarne, B Bross, M Naccari, K Sharman et GJ Sullivan. High Efficiency Video Coding (HEVC) Test Model 16 (HM 16), Joint Collaborative Team on Video Coding (JCTVC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO. Rapp. tech. IEC JTC1/SC29/WG11, Document JCTVC-P1002. 3D Graphics. PCC Test Model Cat13. In: ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG N 17762 (juil. 2018). Q.Y. Zhou, J. Park et V.Koltun. Open3D: A Modern Library for 3D Data Processing. In: arXiv:1801.09847 (2018).
- «– B.Battin, P.Vautrot et M.Cagnazzo. Chapitre 10. Codage vidéo multivues In: Vidéo 3D: Capture, traitement et diffusion. Sous la dir. de Laurent LUCAS, Céline LOSCOS et Yannick REMION. Traité IC2, Série Signal et image. Hermes Lavoisier, sept. 2013. E. Gabriel Mora, J. Jung, B. Pesquet-Popescu et Marco CAGNAZZO. Chapitre 12. Méthodes de codage de vidéos de profondeur. In: Vidéo 3D: Capture, traitement et diffusion. Traité IC2, Série Signal et image. Hermes Lavoisier, sept. 2013.

1.3 Fiche de l'UE –Data Science pour Réseaux

«– **Code UE:** UEF930

«– **Crédits ECTS :** 6

Prérequis de l'UE

«– Connaissances de base en réseaux et protocoles de communication

«– Maîtrise des bases de la programmation et de l'analyse de données

Objectifs de l'UE

«– OU1: Collecter, traiter et analyser des données réseau à grande échelle

«– OU2: Appliquer des modèles de machine learning pour la prédiction et l'optimisation des réseaux

«– OU3: Détecter les anomalies et les cybermenaces via l'analyse comportementale

«– OU4: Intégrer la data science dans les architectures réseau modernes (5G, IoT, SDN)

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Big Data pour les Réseaux	22.5		-	15	-	3
Machine/Deep Learning pour les Réseaux	22.5		-	15	9	3
Total	45		-	30	9	6

TAB. 1.11 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Big Data pour les Réseaux	X		1	3
Machine/Deep Learning pour les Réseaux	X		1	

TAB. 1.12 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Big Data pour les Réseaux	X	–	X	30%	X	–	–	70%
AMachine/Deep Learning pour les Réseaux	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.13 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Big Data pour les Réseaux

«– Code ECUE: UEF931
«– Crédits ECTS : 3

Prérequis de l'ECUE

«– Il est recommandé d'avoir une culture générale de base en informatique (OS, base de données, etc...) et des connaissances avancées en réseaux.

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: Présenter divers autres aspects de Big Data comme la visualisation, afin d'offrir une vue concurrentielle de ce phénomène
«– OE2: Comprendre les différents cas d'usages du Big Data et les outils correspondants
«– OE3: Exploiter les architectures Big Data pour les infrastructures réseaux avancés
«– OE4: Avoir une idée globale sur les différents outils et Frameworks Big Data et avoir un aspect critique qui permet de choisir le meilleur outil pour chaque cas d'usage

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1		X	X	
CS2	X			X
CS3			X	
CS4		X		X
CS5			X	
CS6		X		
CS7	X			X

TAB. 1.14 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Notions de base de Big data

- «- o Les 3V du Big Data : Volume, Vitesse et Variété
- «- o Traitement à large échelle

Chapitre 2 : Principes fondamentaux de Hadoop MapReduce

- «- o Système de fichiers distribué
- «- o Modèle de programmation MapReduce

Chapitre 3 : Environnement de Big data

- «- o Hadoop
- «- o Spark
- «- o NoSQL

Chapitre 4 : Analyse de Big data

- «- o Définir l'analyse des big data
- «- o La modélisation de données
- «- o Collecter, préparer et gérer les données.
- «- o La préparation des données (data preparation, feature engineering)
- «- o Découvrir les trois familles : Régression, Classification et Clustering.
- «- o Générer des modèles en R ou Python
- «- o Visualisation des données

Chapitre 5 : Relations entre Internet des objets, 5G/6G et Big Data

- «- o Dimensionnement de trafic de l'Internet des objets.
- «- o Architectures de stockage des données.
- «- o Traitement de données de l'Internet des objets en boucle locale ou dans le Cloud.
- «- o Algorithmes de gestion de complexité.
- «- o Approches et algorithmes d'inférences
- «- o Big Data pour le IoT/M2M
- «- o L'apport du Big data au SDN (Software defined network)

Chapitre 6 : Cloud computing appliqué au Big Data

- «- o Le modèle d'architecture des Clouds publics et privés.
 - «- o Les services XaaS.
 - «- o Les objectifs et avantages des architectures Cloud.
 - «- o Les infrastructures.
 - «- o Les égalités et les différences entre Cloud et Big Data.
 - «- o Les Clouds de stockage.
 - «- o Classification, sécurité et confidentialité des données.
-

Bibliographie et Ressources

- «- Pirmin Lemberger, Marc Batty, Médéric Morel et Jean-Luc Raffaëlli. Big Data et Machine Learning. Dunod. 2015.
- «- Eric Biernat et Michel Lutz. Data Science : Fondamentaux et études de cas. Eyrolles. 2015.
- «- Bahaaldine Azarmi. Scalable Big Data Architecture. Apress. 2016.
- «- Kristina Chodorow. MongoDB. The Definitive Guide. 2nd edition. O'Reilly. 2013.
- «- Rudi Bruchez. Les bases de données NoSQL et le Big Data. 2ème édition. Eyrolles. 2016.
- «- Tom White. Hadoop. The definitive Guide. 3rd edition. O'Reilly. 2013.
- «- Donald Miner and Adam Shook. MapReduce Design Patterns. O'Reilly. 2013.
- «- Matthew Kirk. Thoughtful Machine Learning with Python. O'Reilly. 2017.
- «- L. Cui, F. R. Yu, et Q. Yan, « When big data meets software-defined networking: SDN for big data and big data for SDN », IEEE Netw., vol. 30, no 1, p. 58-65, janv. 2016.
- «- Zeng, Deze, Gu, Lin, Guo, Song, "Cloud Networking for Big Data", 1st ed, springer, Series: Wireless Networks, 2015
- «- Shui Yu, Xiaodong Lin, Jelena Misić, Xuemin (Sherman) Shen, "Networking for Big Data", CRC Press Taylor Francis Group, by Chapman and Hall/CRC, Big Data Series, 2015.
- «- L. Cui, F. R. Yu and Q. Yan, "When big data meets software-defined networking: SDN for big data and big data for SDN," in IEEE Network, vol. 30, no. 1, pp. 58-65, January-February 2016,
- «-

Fiche descriptive de l'ECUE : Machine/Deep Learning pour les Réseaux

- «- **Code ECUE:** UEF932
- «- **Crédits ECTS:** 3

Prérequis de l'ECUE

- «- Probabilités et statistiques
- «- Algèbre linéaire
- «- Programmation Python
- «- Réseaux Informatiques

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «- OE1: 1. Analyse des avancées récentes en Machine Learning (ML) et Deep Learning (DL)
- «- OE2: 2. Applications du ML/DL dans le design et l'optimisation des réseaux
- «- OE3: 3. Conception d'une architecture de réseaux basée sur les approches ML/DL
- «- OE4: 4. Différenciation entre les techniques de fouille de données et les méthodes exploratoires classiques (statistique exploratoire, analyse des données, etc.).

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X		X	X
CS2	X	X		
CS3			X	X
CS4		X		
CS5		X	X	
CS6				
CS7	X			X

TAB. 1.15 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction et Rappel

- «- - Machine learning systèmes de communications : quels problèmes à relever, où ML peut être appliqué à différentes couches du modèle OSI d'un système de communication.
- «- - Rappel probabilités et statistiques
- «- - Rappel algèbre linéaire
- «- - Rappel optimisation numérique

Chapitre 2 : Bases du Machine Learning : modèles linéaires, perceptron, KNN.

Chapitre 3 : Machine Learning avancé: neural networks, SVMs, decision trees, unsupervised learning, Reinforcement learning, Meta-Learning,...

Chapitre 4 : Machine learning pour le design et l'optimisation de la couche physique

- «- Adaptive modulation and coding
- «- - Channel prediction
- «- - Precoder design

Chapitre 5 : Introduction au Data mining

- «- - Extraction de connaissances à partir de données et fouille de données
- «- - La fouille de données à la rencontre de plusieurs disciplines
- «- - Un exemple de découverte d'information et de connaissance

Chapitre 5 : Types de données exploitées et de connaissances extraites

- «- - Exemple de données disponibles exploitées
- «- - Connaissances extraites

Bibliographie et Ressources

- «- • Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
- «- • Murphy, K. P. (2022). Probabilistic Machine Learning: An Introduction. MIT Press.
- «- • Bishop, C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Springer.
- «- • Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer.
- «- • Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
- «- • Raschka, S., Mirjalili, V. (2019). Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2. Packt Publishing.
- «- • Han, J., Kamber, M., Pei, J. (2011). Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann.
- «- • Tan, P. N., Steinbach, M., Kumar, V. (2005). Introduction to Data Mining.
- «- • Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., Pal, C. J. (2016). Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. Morgan Kaufmann. .

1.4 Fiche de l'UE –Modules complémentaires

«- **Code UE:** UEF940

«- **Crédits ECTS:** 6

Prérequis de l'UE

«- Bases solides en programmation, sécurité et cloud.

«- Connaissance des architectures et systèmes informatiques et administration des systèmes.

Objectifs de l'UE

«- OU1: S'adapter aux évolutions technologiques en explorant des thématiques émergentes et en intégrant de nouvelles technologies en fonction des besoins du marché.

«- OU2: Développer des compétences avancées dans des domaines innovants de l'informatique à travers l'étude et la mise en pratique de concepts récents.

«- OU3: Appliquer une approche expérimentale en mettant en œuvre des solutions technologiques concrètes basées sur les dernières avancées du secteur.

«- OU4: Favoriser l'autoformation et la veille technologique pour permettre aux étudiants de s'adapter aux tendances et exigences professionnelles.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
MC1 : veille technologique	22,5	-	-	21	-	3
MC2 : veille technologique	22,5	-	-	21	-	3
Total	45	-	-	42	-	6

TAB. 1.16 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
MC1 : veille technologique	X		1	3
MC2 : veille technologique	X		1	

TAB. 1.17 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
MC1 : veille technologique	X	–	X	30%	X	–	–	70%
MC2 : veille technologique	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 1.18 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : MC1 : veille technologique

«– Code ECUE: UEF941
«– Crédits ECTS : 3,5

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Le contenu du cours sera défini chaque année en fonction du thème technologique choisi, en tenant compte des évolutions du secteur et des besoins du marché.

Fiche descriptive de l'ECUE : MC2 : veille technologique

«– Code ECUE: UEF942
«– Crédits ECTS : 3,5

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Le contenu du cours sera défini chaque année en fonction du thème technologique choisi, en tenant compte des évolutions du secteur et des besoins du marché.

1.5 Fiche de l'UE –Langues, Soft skills et ouverture socio-économique

«– Code UE: UET910

«– Crédits ECTS : 6

Prérequis de l'UE

«– TOEIC1 et TOEIC2

«– Séminaire 1: Enjeux et défis

«– Préparation du Projet Personnel et Professionnel

Objectifs de l'UE

«– OU1: Communiquer et interagir de manière experte dans les deux langues (FR/EN) sur des sujets techniques.

«– OU2: Analyser des problématiques complexes avec une vision systémique.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Anglais 5 : TOEIC3	-	-	22,5	-	-	2
Français 5	-	-	22,5	-	-	2
Séminaire 2: Enjeux et défis	22,5	-	-	-	-	2
Total	22,5	-	45	-	-	6

TAB. 1.19 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Anglais 5 : TOEIC3		X	1	2
Français 5		X	1	
Séminaire 2: Enjeux et défis		X	1	

TAB. 1.20 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Anglais 4: TOEIC2	X	–	–	20%	X	–	–	80%
Préparation du Projet Personnel et Professionnel	X	–	–	30%	X	–	–	80%
Séminaire 1: Enjeux et défis	X	–	–	20%	X	–	–	80%

TAB. 1.21 – *Pondérations pour chaque ECUE*

Fiche descriptive de l'ECUE : Anglais 5 : TOEIC3

«– Code ECUE: UET911
«– Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

«– TOEIC1 et TOEIC2

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: Argumenter et négocier en contexte multiculturel.
«– OE2: Analyser des documents spécialisés.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE	
	OE1	OE2
CS10	X	X

TAB. 1.22 – *Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE*

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1: Grammaire Expert

«– Concordance des temps
«– Expressions idiomatiques professionnelles

Chapitre 2: Vocabulaire Expert

«– Contrats, propriété intellectuelle

«– Pitches startup (levée de fonds

Chapitre 3 : Compétences Testées

«– Résumé de texte technique
«– Débat sur un enjeu sectoriel

Chapitre 4 : Évaluation

«– TOEIC officiel ou simulation certifiante
«– Rédaction d'un memo stratégique

Bibliographie et Ressources

«– “Official TOEIC Preparation Materials” (ETS Global)
«– “Barron’s TOEIC Superpack” (Dr. Lin Lougheed)
«– “TOEIC Trainer” (Cambridge English)

Fiche descriptive de l’ECUE :Francais 5

«– **Code ECUE:** UET912
«– **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l’ECUE

«– Préparation du Projet Personnel et Professionnel

Objectifs d’apprentissage de l’ECUE

«– OE1: Augmenter le niveau de (multi) littératie grâce aux outils TICE
«– OE2: Exposer et apporter de l’information contrôlée.
«– OE3:Valider le contenu scientifique, la méthodologie du PFA

Matrice d’association entre les objectifs de l’ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l’ECUE	
	OE1	OE2
CS10	X	X

TAB. 1.23 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l’ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Module 1 : Réécrire le rapport de stage

Les apprenants sont appelés à :

- « - récupérer des informations et un feedback au sujet d'idées erronées à propos du copier/coller
- « - collaborer
- « - réécrire : suppression, construction et intégration sur Google Docs, en collaboration avec la tutrice;
- « - reformuler, paraphraser, enchaîner, donc textualiser et réviser avec les logiciels de correction intégrés (Word) ou en ligne
- « - citer des sources et évaluer l'originalité des textes grâce au logiciel d'anti-plagiat
- « - respecter des normes bibliographiques (générateurs bibliographiques intégrés ou en ligne) et disciplinaires (référence guide de rédaction);
- « - évaluer et mener une réflexion métacognitive individuelle et collective;
- « - co-évaluer : forum de discussion ou salon de chat pour récolter les autocritiques en comparant les résultats d'analyse de Viper et leurs propres remarques;
- « - s'auto-évaluer (QCM et grille d'auto-évaluation);
- « - résumer et traduire en se servant d'outils de traduction en ligne

Module 2 : Mini-projet, Soutenance (stage d'été)

- « - Les apprenants sont appelés à transposer le texte du rapport en power point et à exposer face à un auditoire (jury composé d'enseignants de spécialité et de langues – française et anglaise)
-

Bibliographie et Ressources

- « - Bacha, J., Ben Abid-Zarrouk, S., Kadi-Ksouri, L. Mabrou, A. (2018). TIC et innovation Pédagogique dans les universités du Maghreb. Chapitre 6 (p 207), Paris, France : Le Harmattan.
- « - La production écrite vue comme un processus bilingue : dans quelle mesure les TIC peuvent-elles Aider ? Krastanka Bozhinova, Jean-Paul Narcy-Combes, Sonia Zaouali., Le « déjà-là » dans l'écriture, Revue Pratiques [En ligne], 173-174 | 2017, mis en ligne le 10 mars 2017.

Fiche descriptive de l'ECUE : Séminaire 2: Enjeux et défis

«– **Code ECUE:** UET813
«– **Crédits ECTS :** 2

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Analyser les défis contemporains des domaines du génie logiciel, de la sécurité informatique et des systèmes embarqués/IoT.
- «– OE2: Développer une vision critique des enjeux technologiques, éthiques, économiques et sociétaux liés à ces spécialités.
- «– OE3: Interagir avec des experts (académiques et industriels) pour comprendre les tendances et solutions émergentes.
- «– OE4: Renforcer les compétences transversales : communication, travail en équipe, résolution de problèmes complexes.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS11	X	X	X	X

TAB. 1.24 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Ce module vise à :

- «– - Favoriser une compréhension transversale des grands enjeux technologiques, économiques, sociétaux et environnementaux liés à l'évolution du numérique et des systèmes connectés
- «– - Développer une culture technologique commune entre des profils d'ingénieurs issus de différentes filières (génie logiciel, IoT/embarqué, infrastructures réseaux), en identifiant les interdépendances entre leurs domaines.
- «– -Sensibiliser aux défis actuels et émergents, tels que la cybersécurité, la souveraineté numérique, l'IA embarquée, la connectivité durable, ou encore l'impact environnemental des systèmes numériques.
- «– -Renforcer les compétences d'analyse critique et de réflexion sur la responsabilité sociétale et éthique de l'ingénieur face aux mutations technologiques.
- «– -Encourager l'ouverture sur le monde professionnel à travers l'intervention d'experts issus de l'industrie, de la recherche, et d'organismes publics ou associatifs.
- «– -Développer des compétences transversales:Communication orale et écrite, Travail collaboratif entre disciplines, Veille technologique et prospective

Méthodes Pédagogiques

- «– Conférences : Interventions de professionnels (entreprises, startups, chercheurs).
 - «– Études de cas : Analyse de projets réels (ex : faille de sécurité majeure, déploiement IoT industriel).
 - «– Débats : Animation de tables rondes sur des sujets controversés (ex : backdoors cryptographiques).
 - «– Projets : Travaux en groupe sur des scénarios prospectifs (ex : concevoir une architecture sécurisée pour une smart city).
 - «– Ce module peut être adapté pour inclure des visites techniques ou des hackathons thématiques.
-

2

Semestre 9: Parcours Ingénierie des Systèmes embarqués et IoT

2.1 Fiche de l'UE – Co-design et architecture multi-cœurs

«– Code UE: UEF910
«– Crédits ECTS : 6

Prérequis de l'UE

«– microcontrôleurs
«– SOC
«– LAngage C

Objectifs de l'UE

«– OU1: Comprendre et maîtriser les principes du co-design matériel/logiciel pour les systèmes embarqués.
«– OU2: Concevoir, programmer et optimiser des architectures multi-cœurs et hétérogènes.
«– OU3: Développer des solutions embarquées performantes, adaptées aux contraintes de temps réel, d'énergie et de ressources.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Co-design des systèmes embarqués	22,5	-	-	21	-	3
Architectures Multi-cœurs et hétérogènes	22,5	-	11,25	12	-	3
Total	45	-	11,25	33	-	6

TAB. 2.1 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Co-design des systèmes embarqués	X		1,5	3,5
Architectures Multi-cœurs et hétérogènes	X		1,5	

TAB. 2.2 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Co-design des systèmes embarqués	X	-	X	30%	X	-	-	70%
Architectures Multi-cœurs et hétérogènes	X	-	X	30%	X	-	-	70%

TAB. 2.3 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Co-design des systèmes embarqués

«- Code ECUE: UEF911

«- Crédits ECTS : 3

Prérequis de l'ECUE

«- Test et validation des SOC's

«- développement sur des microcontrôleurs

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Définir la notion de bloc IP
- «– OE2: Acquérir les compétences nécessaires pour la conception mixte (logiciel/ matériel) des systèmes embarqués à base de FPGA et en utilisant des processeurs embarqués softcore et hardcore.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE	
	OE1	OE2
CS2	X	X
CS7	X	X

TAB. 2.4 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre I: Blocs IP et processeurs embarqués dans les SoPC

- «– Introduction : la notion du « Design Reuse »
- «– Section I: blocs IP « Intellectual Property »
- «– Section II: Les processeurs embarqués dans les SoPC
- «– Section III: Processeur hardcore
- «– Section IV: Processeur softcore

Chapitre II: Co-conception matérielle/logicielle sur SoPC

- «– Introduction : Présentation d'un exemple de SoPC cible
- «– Section I: La logique programmable
- «– Section II: Le système à processeur (Processing System)
- «– Section III: Flot de développement
- «– Section IV: Implémentation matérielle
- «– Section V: Implémentation logicielle

Chapitre III: Approche haut-niveau pour l'accélération des algorithmes sur SoPC

- «– Introduction : Architectures hétérogènes et les défis de la programmation parallèle
- «– Section I: OpenCL sur FPGA
- «– Section II: le noyau OpenCL pour le parallélisme de données sur FPGA
- «– Section III: Les outils d'analyse de performance

Description du contenu des TP/travail personnel

TP1: Création d'un système embarqué basique avec MicroBlaze

TP2: Intégration d'un coprocesseur matériel

TP3: Conception d'un SoC avec Zynq-7000 **TP4:** Implémentation d'un noyau OpenCL sur FPGA

TP5: Accélération FPGA avec OpenCL

Bibliographie et Ressources

- «– Wolf, W. (2009). FPGA-Based System Design. Prentice Hall.
- «– Xilinx Inc. (2023). Vivado Design Suite User Guide. Xilinx Documentation.
- «– Sundararajan, P. (2021). Embedded Systems Design Using the Zynq SoC and Vitis HLS. Springer: Compréhension des architectures multicœurs

Fiche descriptive de l'ECUE : Architectures Multi-cœurs et hétérogènes

- «– **Code ECUE:** UEF912
- «– **Crédits ECTS:** 3

Prérequis de l'ECUE

- «– Architecture avancée des microcontrôleurs et des processeurs
- «– Algorithmique
- «– Système d'exploitation 1 et 2

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Compréhension des architectures multicœurs et hétérogène qu'on retrouve sur les systèmes sur puce.
- «– OE2: Gestion du parallélisme
- «– OE3: Manipuler les outils de programmation associés à ces architectures

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE		
	OE1	OE2	OE3
CS2	X	X	X
CS6	X		X
CS7	X	X	

TAB. 2.5 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Introduction

- «– Rappeler le parallélisme interne du processeur : pipeline, processeur superscalaire, processeur VLIW.
- «– Définir les besoins et les motivations pour l'étude et la programmation des architectures parallèles.

Chapitre 1 : Architectures parallèles sur puce

- «– Présenter les différentes architectures multiprocesseurs et multi-coeurs qu'on retrouve sur les systèmes sur puce (architectures MPSoC, ManyCores).
- «– Classifier les architectures parallèles (Taxonomie de Flynn, architecture SIMD, MIMD).
- «– Définir les différences entre architecture à mémoire partagée et architecture à mémoire distribuée.
- «– Présenter des exemples d'architectures parallèles dans les systèmes embarqués et sur puce.
- «– Définir les métriques d'évaluation de performance.

Chapitre 2 : Programmation parallèle et concurrente : Programmation multi-threads

- «– Introduire la programmation multi-tâches (gestion de "threads" et mécanismes de synchronisation et d'exclusion mutuelle).

Chapitre 3 : Programmation des architectures parallèles à mémoire partagée

- «– Détailler la programmation d'architectures avec mémoire partagée (exemple d'outil : OpenMP).
- «– Présenter les différentes directives, clauses et fonctions.
- «– Introduire les mécanismes de synchronisation et d'exclusion mutuelle.
- «– Donner des recommandations pour l'optimisation du programme parallèle.

Chapitre 4 : Programmation des systèmes parallèles hétérogènes

- «– Introduire l'architecture du processeur graphique (GPU).
- «– Présenter des systèmes parallèles hétérogènes comprenant à la fois un processeur multi-coeur et un GPU.
- «– Introduire les outils nécessaires pour la programmation de ce type d'architectures (CUDA et/ou OpenCL).

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: TP1: Programmation parallèle d'une architecture MIMD à mémoire partagée **TP2:** Programmation parallèle d'une architecture hétérogène avec CUDA

TP3: Programmation parallèle d'une architecture hétérogène avec OpenCL

Bibliographie et Ressources

- «– Frédéric Magoulès et François-Xavier Roux « Calcul scientifique parallèle » Dunos, 2013
- «– Jason Sanders et Edward Kandrot « CUDA by example: An Introduction to General-Purpose GPU Programming » Pearson, 2011.
- «– Aaftab Munshi « OpenCL Programming Guide » Pearson, 2012.
- «– Michael J. Quinn « Parallel programming in C with MPI and OpenMP » McGraw-Hill Higher Education, 2004

2.2 Fiche de l'UE – Domotique et énergies renouvelables

«– **Code UE:** UEF920

«– **Crédits ECTS:** 4

Prérequis de l'UE

«– électronique

«– Protocoles de communication

«– Capteurs et actionneurs

Objectifs de l'UE

«– OU1: Comprendre les principes fondamentaux de la domotique et leur intégration avec les énergies renouvelables.

«– OU2: Concevoir, programmer et déployer des systèmes intelligents pour l'automatisation des bâtiments.

«– OU3: Optimiser la gestion de l'énergie dans un environnement domestique ou industriel pour réduire la consommation et améliorer l'efficacité énergétique.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Domotique et batiments connectés	22,5	-	-	12	-	2
énergies renouvelables	22,5	-	-	12	-	2
Total	45	-	-	24	-	4

TAB. 2.6 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Domotique et batiments connectés	X		1	2
énergies renouvelables	X		1	

TAB. 2.7 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Domotique et bâtiments connectés	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Energies renouvelables	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.8 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Domotique et bâtiments connectés

«– Code ECUE: UEF921

«– Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

«– Architecture IoT

«– Bus de Communication

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: Définir la notion de bâtiment intelligent, connecté, autonome et écologique

«– OE2: Exposer les différentes technologies de la domotique et de la gestion technique des bâtiments filaire, sans fils, propriétaire et standard.

«– OE3: concevoir un réseau de commande et de contrôle d'un bâtiment.

«– OE4: choisir le matériel nécessaire pour mener à bien la réalisation d'un tel réseau

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2	X		X	X
CS3	X	X	X	
CS4	X	X	X	

TAB. 2.9 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Les réseaux d'un bâtiment

- «- Introduction aux réseaux de bâtiment
- «- Types de réseaux dans un bâtiment

Chapitre 2 : Les protocoles filaires pour la domotique

- «- Le protocole KNX
- «- Le protocole LON (Local Operating Network)
- «- Le protocole MODBUS
- «- Le protocole DALI (Digital Addressable Lighting Interface)

Chapitre 3 : les protocoles sans fil pour la domotique

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Analyse d'un réseau domotique dans un bâtiment

TP2: Mise en œuvre d'un réseau domotique filaire (KNX ou MODBUS)

TP3: Implémentation d'un réseau domotique sans fil

Bibliographie et Ressources

- «- KNX Association. (2020). KNX Handbook: The Worldwide STANDARD for Home and Building Control.
- «- Berger, R. (2019). Smart Buildings: Advanced Materials and Nanotechnology to Improve Energy-Efficiency and Sustainability. Elsevier.
- «- Modbus Organization. (2018). MODBUS Application Protocol Specification.

Fiche descriptive de l'ECUE : Energies renouvelables

«- **Code ECUE:** UEF922

«- **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l'ECUE

«- électronique

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «- OE1: Comprendre les différentes sources d'énergies renouvelables (solaire, éolien, hydraulique, biomasse, etc.).
- «- OE2: Maîtriser les systèmes de conversion et de stockage de l'énergie (panneaux solaires, batteries, supercondensateurs).
- «- OE3: Intégrer des capteurs et systèmes IoT pour la gestion de l'énergie (monitoring, optimisation, communication).
- «- OE4: Développer des solutions intelligentes pour l'efficacité énergétique et l'automatisation.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS1	X			
CS3	X	X	X	
CS5	X		X	X

TAB. 2.10 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Introduction aux énergies renouvelables :

- «– Panorama des différentes sources d'énergie (solaire, éolienne, hydraulique, géothermique, etc.)
- «– Avantages et défis de chaque technologie

Chapitre 1 : Systèmes solaires photovoltaïques

- «– Principes de fonctionnement des panneaux solaires
- «– Intégration de capteurs IoT pour la surveillance et l'optimisation

Chapitre 2 : Énergie éolienne

- «– Fonctionnement des éoliennes
- «– Rôle des systèmes embarqués dans le contrôle et la maintenance

Chapitre 3 : Stockage de l'énergie

- «– Technologies de stockage (batteries Li-ion, supercondensateurs, etc.)
- «– Gestion intelligente de l'énergie dans les systèmes embarqués

Chapitre 4 : Smart Grids et IoT

- «– Réseaux électriques intelligents et leur gestion via des dispositifs IoT
- «– Protocoles de communication pour les smart grids

Description du contenu du TP/travail personnel

Dans ce module, les étudiants vont concevoir et développer un système intelligent de surveillance pour panneaux solaires

Bibliographie et Ressources

- «– Twidell, J., Weir, T. (2015). Renewable Energy Resources. Routledge.
- «– Masters, G. M. (2013). Renewable and Efficient Electric Power Systems. John Wiley Sons.
- «– Hossain, M. S., Madloul, N. A., Rahim, N. A., Selvaraj, J., Pandey, A. K., Khan, A. F. (2016). Role of Smart Grid in Renewable Energy: An Overview. Renewable and Sustainable Energy Reviews.

2.3 Fiche de l'UE – Robotique et IA embarquée

«- **Code UE:** UEF930
«- **Crédits ECTS:** 7

Prérequis de l'UE

«- Machine Learning
«- Mécanique
«- Capteurs et Actionneurs
«- développement sur microcontrôleurs

Objectifs de l'UE

«- OU1: Concevoir et programmer des robots mobiles autonomes en intégrant des algorithmes d'intelligence artificielle.
«- OU2: Maîtriser les concepts de vision par ordinateur et d'apprentissage profond (Deep Learning) pour la perception et la prise de décision des robots.
«- OU3: Optimiser les architectures matérielles embarquées pour exécuter des modèles d'apprentissage profond en temps réel.
«- OU4: Identifier les algorithmes les plus adéquats pour répondre aux contraintes de consommation d'énergie, de temps d'exécution et de capacité mémoire .

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Robotique	22,5	-	11,25	15	-	3
Deep learning embarqué	22,5	-	-	21	12	4
Total	45	-	11,25	36	12	7

TAB. 2.11 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Robotique	X		2	4,5
Deep Learning embarqué	X	X	3	

TAB. 2.12 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Robotique	X	–	X	30%	X	–	–	70%
Deep Learning embarqué	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.13 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Robotique

«– Code ECUE: UEF931

«– Crédits ECTS : 3

Prérequis de l'ECUE

«– Calcul matriciel, Résolution des équations différentielle

«– Mécanique

«– Capteurs et Actionneurs

«– Microcontrôleurs

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

«– OE1: Représenter les modèles cinématiques des robots mobiles uni-cycle et tricycle (voiture) et omnidirectionnel

«– OE2: Concevoir un robot mobile et identifier sa structure matérielle et logicielle

«– OE3: Développer/Créer la commande des déplacements des robots mobiles

«– OE4: Connaître les algorithmes de navigation des robots mobiles

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2	X		X	X
CS5	X	X	X	X
CS7	X	X	X	X

TAB. 2.14 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1 : Introduction aux robots mobiles autonomes

- «– Définition et applications des robots autonomes
- «– Types de robots mobiles : différentiels, omnidirectionnels, quadrupèdes, drones
- «– Problèmes fondamentaux : perception, localisation, planification, contrôle

Chapitre 2 : Modélisation et contrôle des robots mobiles

- «– Modèle cinématique des robots différentiels et omnidirectionnels
- «– Commande de vitesse et trajectoire
- «– Régulateurs PID et commande avancée (MPC, contrôle optimal)

Chapitre 3 : Perception et capteurs

- «– Introduction aux capteurs pour la navigation (LiDAR, caméra, IMU, encodeurs)
- «– Traitement des données capteurs (filtrage, fusion de données)
- «– Vision par ordinateur et Deep Learning pour la perception

Chapitre 4 : Localisation et SLAM

- «– Localisation probabiliste (Filtre de Kalman, Particules, AMCL)
- «– SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)
- «– Fusion de données et cartographie

Chapitre 5 : Planification de trajectoire et navigation

- «– Algorithmes de recherche de chemin (A*, Dijkstra, RRT*)
- «– Planification locale et globale
- «– Évitement d'obstacles en temps réel

Description du contenu du TD

TD1: Étude de la cinématique et dynamique d'un robot mobile

TD2: Analyse des données issues des capteurs

TD3: Étude des méthodes de localisation et du SLAM **TD4:** Étude et implémentation d'algorithmes de planification de trajectoire

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Simulation d'un robot mobile sous ROS/Gazebo

TP2: Implémentation d'un contrôleur PID pour un robot mobile réel ou simulé

TP3: Implémentation de la perception avec LiDAR/caméra sous ROS et OpenCV

TP4: Implémentation du SLAM avec un robot mobile sous ROS

TP5: Navigation autonome avec *Move_base sous ROS*

Bibliographie et Ressources

- «– Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R., Scaramuzza, D. (2011). Introduction to Autonomous Mobile Robots (2nd Edition). MIT Press.
- «– Thrun, S., Burgard, W., Fox, D. (2005). Probabilistic Robotics. MIT Press.
- «– LaValle, S. M. (2006). Planning Algorithms. Cambridge University Press.
- «– Quigley, M., Gerkey, B., Smart, W. D. (2015). Programming Robots with ROS: A Practical Introduction to the Robot Operating System. O'Reilly Media

Fiche descriptive de l'ECUE : Deep Learning embarqué

«– **Code ECUE:** UEF932

«– **Crédits ECTS :** 4

Prérequis de l'ECUE

- «– Machine Learning
- «– Fondements de l'IA
- «– développement sur microcontrôleurs
- «– python

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Compréhension des notions fondamentales des réseaux de neurones et de leurs apprentissage pas rétropropagation.
- «– OE2: Compréhension de l'architecture des réseaux de convolution et de leurs application dans le cas de la vision artificielle
- «– OE3: Développer une stratégie de mise en œuvre d'une solution de Deep Learning par la maîtrise de la configuration des hyperparamètres, de l'initialisation, de la régulation et des techniques d'optimisation de fonctions de coûts.
- «– OE4: Maîtrise des optimisation matérielles et logicielles permettant d'implanter des algorithmes de Deep Learning sur des plateformes embarqués.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS2	X	X	X	X
CS3	X	X	X	X
CS7	X	X	X	X
CS8	X	X	X	X

TAB. 2.15 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Introduction :

- «– Vision artificielle
- «– Applications

Chapitre 1 : Extraction de caractéristiques

- «– SIFT
- «– SURF

Chapitre 2 : Stéréovision

- «– Principe
- «– Mise en correspondance
- «– Géométrie épipolaire
- «– Rectification
- «– Reconstruction 3D

Chapitre 3 : Détection d'objets

- «– Techniques classiques : cas des cascades de Haar
- «– Techniques basées sur les CNN : cas du SSD

Chapitre 4 : Plateformes embarquées dédiées à la vision artificielle

- «– FPGA
- «– GPU
- «– VPU

Chapitre 5 : Optimisation des CNN

- «– Convolution séparable selon la profondeur et convolution 1x1 : cas du réseau MobileNet
- «– Quantification, élagage et regroupement

Description du contenu du TP/travail personnel

TP1: Extraction de caractéristiques (SIFT / SURF)

TP2: Stéréovision et reconstruction 3D

TP3: Détection d'objets (Haar CNN - SSD)

TP4: Déploiement embarqué et optimisation des CNN

Un mini-projet "Vision et Robotique" est réalisé. Ses objectifs sont :

OE1: La conception et la réalisation d'un robot mobile autonome..

OE2: Implémenter des algorithmes de vision sur une plateforme embarquée

OE3: Le développement d'un algorithme de reconnaissance d'objets permettant le robot de prendre des décisions adéquates pendant son navigation dans un environnement inconnu (dynamique).

OE4: Identifier les algorithmes les plus adéquats pour répondre aux contraintes de consommation d'énergie, de temps d'exécution et de capacité mémoire .

Bibliographie et Ressources

- «– E. Trucco, A. Verri « Introductory Techniques for 3-D Computer Vision » New Jersey :Prentice-Hall Inc, 1998.
- «– M. Sandler, A. Howard, M. Zhu, A. Zhmoginov, L. Chen , Mobilenetv2: Inverted residuals and linear bottlenecks, Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, pp. 4510-4520, 2018.
- «– Wei Liu, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Christian Szegedy, Scott Reed, Cheng-Yang Fu, Alexander C. Berg, SSD: Single Shot MultiBox Detector, CoRR, abs/1512.02325,2015.

2.4 Fiche de l'UE – Veille technologique

«– Code UE: UEF940

«– Crédits ECTS: 6

Prérequis de l'UE

«– IOT

«– Conception et Développement des systèmes embarqués

Objectifs de l'UE

Cette unité d'enseignement intitulé « veille technologique » est composé de deux modules complémentaires à la formation « Ingénierie des Systèmes Embarqués et IOT ». L'objectif de cette UE est de présenter aux étudiants les nouvelles techniques de pointe, d'actualité et innovantes capables d'impacter le marché de l'embarqué et e l'IOT. Il peuvent traiter diverses thématiques (sécurité IOT, DevOps, blockchain, Optimisation de l'énergie dans les systèmes embarqués, Préparation à des certifications,) en fonction de la demande sur le marché de l'emploi et l'évolution technologique.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
MC1 : Veille technologique	22,5	-	-	15	-	3
MC2 : Veille technologique	22,5	-	-	15	-	3
Total	45	-	-	30	-	6

TAB. 2.16 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
MC1 : Veille technologique	X		1	3
MC2 : Veille technologique	X		1	

TAB. 2.17 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
MC1 : Veuille technologique	X	–	X	30%	X	–	–	70%
MC2 : Veuille technologique	X	–	X	30%	X	–	–	70%

TAB. 2.18 – *Pondérations pour chaque ECUE*

2.5 Fiche de l'UE – Langues, Soft skills et ouverture socio-économique

«– Code UE: UET910

«– Crédits ECTS : 6

Prérequis de l'UE

«– TOEIC1 et TOEIC2

«– Séminaire 1: Enjeux et défis

«– Préparation du Projet Personnel et Professionnel

Objectifs de l'UE

«– OU1: Communiquer et interagir de manière experte dans les deux langues (FR/EN) sur des sujets techniques.

«– OU2: Analyser des problématiques complexes avec une vision systémique.

Éléments constitutifs de l'UE

ECUE	C	CI	TD	TP	PW	Crédits
Anglais 5 : TOEIC3	-	-	22,5	-	-	2
Français 5	-	-	22,5	-	-	2
Séminaire 2: Enjeux et défis	22,5	-	-	-	-	2
Total	22,5	-	45	-	-	6

TAB. 2.19 – Répartition des volumes horaires et crédits pour les éléments constitutifs

Examens et évaluation des connaissances

Régime d'examens et coefficients

ECUE	Régime Examen		Coefficients	
	Mixte	Contrôle continu	ECUE	UE
Anglais 5 : TOEIC3		X	1	2
Français 5		X	1	
Séminaire 2: Enjeux et défis		X	1	

TAB. 2.20 – Répartition des coefficients et régime des examens pour chaque ECUE

Validation de l'UE

ECUE	Contrôle continu				Examen Final			
	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération	Écrit	Oral	TP/Autres	Pondération
Anglais 4: TOEIC2	X	–	–	20%	X	–	–	80%
Préparation du Projet Personnel et Professionnel	X	–	–	30%	X	–	–	80%
Séminaire 1: Enjeux et défis	X	–	–	20%	X	–	–	80%

TAB. 2.21 – Pondérations pour chaque ECUE

Fiche descriptive de l'ECUE : Anglais 5 : TOEIC3

- «– Code ECUE: UET911
- «– Crédits ECTS : 2

Prérequis de l'ECUE

- «– TOEIC1 et TOEIC2

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Argumenter et négocier en contexte multiculturel.
- «– OE2: Analyser des documents spécialisés.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE	
	OE1	OE2
CS10	X	X

TAB. 2.22 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Chapitre 1: Grammaire Expert

- «– Concordance des temps
- «– Expressions idiomatiques professionnelles

Chapitre 2: Vocabulaire Expert

- «– Contrats, propriété intellectuelle

«– Pitches startup (levée de fonds

Chapitre 3 : Compétences Testées

«– Résumé de texte technique
«– Débat sur un enjeu sectoriel

Chapitre 4 : Évaluation

«– TOEIC officiel ou simulation certifiante
«– Rédaction d'un memo stratégique

Bibliographie et Ressources

«– “Official TOEIC Preparation Materials” (ETS Global)
«– “Barron’s TOEIC Superpack” (Dr. Lin Lougheed)
«– “TOEIC Trainer” (Cambridge English)

Fiche descriptive de l’ECUE :Francais 5

«– **Code ECUE:** UET912
«– **Crédits ECTS :** 2

Prérequis de l’ECUE

«– Préparation du Projet Personnel et Professionnel

Objectifs d’apprentissage de l’ECUE

«– OE1: Augmenter le niveau de (multi) littératie grâce aux outils TICE
«– OE2: Exposer et apporter de l’information contrôlée.
«– OE3:Valider le contenu scientifique, la méthodologie du PFA

Matrice d’association entre les objectifs de l’ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l’ECUE	
	OE1	OE2
CS10	X	X

TAB. 2.23 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l’ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Module 1 : Réécrire le rapport de stage

Les apprenants sont appelés à :

- «- - récupérer des informations et un feedback au sujet d'idées erronées à propos du copier/coller
- «- - collaborer
- «- - réécrire : suppression, construction et intégration sur Google Docs, en collaboration avec la tutrice;
- «- - reformuler, paraphraser, enchaîner, donc textualiser et réviser avec les logiciels de correction intégrés (Word) ou en ligne
- «- - citer des sources et évaluer l'originalité des textes grâce au logiciel d'anti-plagiat
- «- - respecter des normes bibliographiques (générateurs bibliographiques intégrés ou en ligne) et disciplinaires (référence guide de rédaction);
- «- - évaluer et mener une réflexion métacognitive individuelle et collective;
- «- - co-évaluer : forum de discussion ou salon de chat pour récolter les autocritiques en comparant les résultats d'analyse de Viper et leurs propres remarques;
- «- - s'auto-évaluer (QCM et grille d'auto-évaluation);
- «- - résumer et traduire en se servant d'outils de traduction en ligne

Module 2 : Mini-projet, Soutenance (stage d'été)

- «- Les apprenants sont appelés à transposer le texte du rapport en power point et à exposer face à un auditoire (jury composé d'enseignants de spécialité et de langues – française et anglaise)
-

Bibliographie et Ressources

- «- Bacha, J., Ben Abid-Zarrouk, S., Kadi-Ksouri, L. Mabrou, A. (2018). TIC et innovation Pédagogique dans les universités du Maghreb. Chapitre 6 (p 207), Paris, France : Le Harmattan.
- «- La production écrite vue comme un processus bilingue : dans quelle mesure les TIC peuvent-elles Aider ? Krastanka Bozhinova, Jean-Paul Narcy-Combes, Sonia Zaouali., Le « déjà-là » dans l'écriture, Revue Pratiques [En ligne], 173-174 | 2017, mis en ligne le 10 mars 2017.

Fiche descriptive de l'ECUE : Séminaire 2: Enjeux et défis

«– **Code ECUE:** UET813
«– **Crédits ECTS :** 2

Objectifs d'apprentissage de l'ECUE

- «– OE1: Analyser les défis contemporains des domaines du génie logiciel, de la sécurité informatique et des systèmes embarqués/IoT.
- «– OE2: Développer une vision critique des enjeux technologiques, éthiques, économiques et sociétaux liés à ces spécialités.
- «– OE3: Interagir avec des experts (académiques et industriels) pour comprendre les tendances et solutions émergentes.
- «– OE4: Renforcer les compétences transversales : communication, travail en équipe, résolution de problèmes complexes.

Matrice d'association entre les objectifs de l'ECUE et les compétences spécifiques de la formation

Compétences spécifiques	Objectifs Spécifiques de l'ECUE			
	OE1	OE2	OE3	OE4
CS11	X	X	X	X

TAB. 2.24 – Association des compétences spécifiques des parcours avec les objectifs spécifiques de l'ECUE

Plan de l'ECUE

Description du contenu du cours

Ce module vise à :

- «– - Favoriser une compréhension transversale des grands enjeux technologiques, économiques, sociétaux et environnementaux liés à l'évolution du numérique et des systèmes connectés
- «– - Développer une culture technologique commune entre des profils d'ingénieurs issus de différentes filières (génie logiciel, IoT/embarqué, infrastructures réseaux), en identifiant les interdépendances entre leurs domaines.
- «– -Sensibiliser aux défis actuels et émergents, tels que la cybersécurité, la souveraineté numérique, l'IA embarquée, la connectivité durable, ou encore l'impact environnemental des systèmes numériques.
- «– -Renforcer les compétences d'analyse critique et de réflexion sur la responsabilité sociétale et éthique de l'ingénieur face aux mutations technologiques.
- «– -Encourager l'ouverture sur le monde professionnel à travers l'intervention d'experts issus de l'industrie, de la recherche, et d'organismes publics ou associatifs.
- «– -Développer des compétences transversales:Communication orale et écrite, Travail collaboratif entre disciplines, Veille technologique et prospective

Méthodes Pédagogiques

- «– Conférences : Interventions de professionnels (entreprises, startups, chercheurs).
 - «– Études de cas : Analyse de projets réels (ex : faille de sécurité majeure, déploiement IoT industriel).
 - «– Débats : Animation de tables rondes sur des sujets controversés (ex : backdoors cryptographiques).
 - «– Projets : Travaux en groupe sur des scénarios prospectifs (ex : concevoir une architecture sécurisée pour une smart city).
 - «– Ce module peut être adapté pour inclure des visites techniques ou des hackathons thématiques.
-