

Fiches Descriptives des Unités d'enseignement

Licence Computer Engineering (LCE)

Parcours Systèmes Embarqués et IoT

S5

Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

Intitulé de l'UE **Mise en œuvre de système temps réel**

Nombre des crédits: 4

Code UE : UEF540

Université : Monastir	Etablissement : Institut Supérieur d'Informatique de Mahdia
------------------------------	--

Domaine de formation : Sciences et Technologies	Mention : Computer Engineering
Diplôme et Parcours Licence Computer Engineering Parcours : Systèmes embarqués et IoT	Semestre S5

1- Objectifs de l'UE (Savoirs, aptitudes et compétences)

- Utiliser efficacement les outils fournis par un système d'exploitation temps réel
- Appréhender les contraintes d'un programme fonctionnant sur une machine à ressources réduites et acquérir les bonnes pratiques pour l'écriture de programme en langage C sur des plateformes dites embarquées.

2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)

- System on Chip (SoC), Architecture, capteurs & instrumentation
- Programmer en C
- Connaître la notion de langage d'assemblage
- System on Chip (SoC),

3- Éléments constitutifs de l'UE (ECUE)

3.1- Enseignements

Éléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	Autres	
1- ECUEF541 : Systèmes temps réel	21	10.5			2
2-ECUEF542 : Programmation pour cible embarqué	10.5		21		2
Total	31.5	10.5	21		4

3.2- Activités pratiques (Projets, stages, mémoires.....)

Activités pratiques de l'UE	Durée				Crédits
	Travaux sur terrain	Projets	Stages	Autres	
ECUEF542 : Programmation pour cible embarqué		21			2
Total		21			2

4- Contenu (descriptifs et plans des cours)

4.1- Enseignements (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

- | |
|--|
| 1- L'unité ECUE 441 est orientée à concevoir une application sur un système temps réel. |
| 2- L'unité ECUE 442 est orientée à acquérir les bonnes pratiques pour l'écriture de programme en langage C sur des plateformes dites embarquées. |

4.2- Activités pratiques de l'UE (Présenter une description succincte des objectifs, des contenus et des procédures d'organisation de chaque activité)

1- Connaître les bonnes pratiques d'un développement multitâches.

5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE (méthodes et outils pédagogiques, ouvrages de référence, recours aux TIC – possibilités d'enseignement à distance...)

Enseignement sous forme de cours , travaux pratiques et projets.

6- Examens et évaluation des connaissances

6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens (Préciser le régime d'évaluation préconisé : contrôle continu uniquement ou régime mixte :contrôle continue et examens finaux)

Régime Mixte.

6.2 - Validation de l'UE (préciser les poids des épreuves d'examens pour le calcul de la moyenne de l'ECUE, les coefficients des ECUE et le coefficient de l'UE au sein du parcours).

ECUE	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUE	Coef. de l'UE au sein du parcours
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération		
	Ecrit	Oral	TP et Autres		Ecrit	Oral	TP et Autres			
1- Systèmes temps réel	✓			30 %	✓			70 %	1	2
2-Programmation pour cible embarqué	✓		✓	30 %	✓			70 %	1	

6.3 - Validation des stages et des projets.....

Validation du mini projet en programmation pour cible embarqué par une mini soutenance

Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE

Unité d'Enseignement : Mise en œuvre de système temps réel

Code UE : UEF540

ECUE n° 1 : Systèmes temps réel

Code ECUE : ECUEF541

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

- Utiliser efficacement les outils fournis par un système d'exploitation temps réel,
- Concevoir une application sur un système temps réel.
- Introduire les contraintes du temps réel et des définitions de base.
- Architecture et fonctionnement d'un noyau temps réel (tâches, interruptions, etc.)
- Outils de synchronisation et communication entre tâches dans un noyau temps réel (mutex, sémaphores, problème de l'inversion de priorité (protocole à héritage de priorité, à priorité plafond)
- L'ordonnancement dans des OS temps réel.

Contenu de formation :

- ❖ **Chapitre I-** Exécutif
- ❖ **Chapitre II-** Tâches
- ❖ **Chapitre III-** Evénements et synchronisation
- ❖ **Chapitre IV-** Partage de ressources
- ❖ **Chapitre V-** Communications entre tâches
- ❖ **Chapitre VI-** Gestion de la mémoire
- ❖ **Chapitre VII-** Gestion du temps
- ❖ **Chapitre IIX-** Interruptions
- ❖ **Chapitre IX-** Fichiers temps réel
- ❖ **Chapitre X-** POSIX et le temps réel

Annexe 2 de la Fiche descriptive de l'UE

Unité d'Enseignement : Mise en œuvre de système temps réel

Code UE : UEF540

ECUE n° 2 : Programmation pour cible embarquée

Code ECUE : ECUEF542

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

Ce module permet d'appréhender les contraintes d'un programme fonctionnant sur une machine à ressources réduites et acquérir les bonnes pratiques pour l'écriture de programme en langage C sur des plateformes dites embarquées.

Cela comprend en particulier :

- Connaître le détail de l'interaction avec le compilateur, en tenant compte de différentes cibles/coeur processeur,
- Savoir manipuler les données complexes (formation de quatre jours) : chaînes et tableaux ; les grands nombres,
- Maîtriser l'organisation de la mémoire,
- Connaître les bons usages de la mémoire : passage de paramètres, cycle de vie d'une donnée dans la pile,
- Savoir gérer le temps et le traitement des interruptions/exceptions,
- Connaître les règles pour un debug efficace,
- Connaître les règles pour le bon usage du compilateur : optimisations explicites ou implicites,
- Connaître les bonnes pratiques d'un développement multitâches.

Contenu de formation :

1ère Partie : Langage C pour l'embarqué

❖ Chapitre 1. Les données complexes

- Maîtriser les chaînes de texte (ascii 7bits, ascii 8bits et codepages, UTF)
- Connaître les représentations de nombres, le format Q15, les nombres à virgule flottante (l'IEEE754 avec et sans utilisation d'une FPU)
- Maîtriser le transtypage et le changement de représentation
- Connaître les structures, unions, et types complexes
- Maîtriser l'alignement des structures

❖ Chapitre 2. L'organisation de la mémoire

- Connaître le détail de l'accès aux données, registres, caches et mémoires externes
- Connaître le détail du fonctionnement d'un cache (I et D) et impact sur les performances
- Connaître le fonctionnement d'une MPU et d'une MMU
- Connaître le fonctionnement et les usages des DMA
- Utiliser les variables avec volatile

- ❖ **Chapitre 3.** Les bons usages de la mémoire
 - Maîtriser la portée, la visibilité des données
 - Maîtriser l'utilisation de constantes : les économies possibles de RAM
 - Maîtriser les passages de données entre fonctions (registres, pile)
 - Maîtriser l'utilisation de pointeurs
 - Maîtriser l'analyse détaillée de la pile (cycle de vie des données, cadre de pile, risques de débordements)
 - Maîtriser la gestion de la mémoire dynamique

- ❖ **Chapitre 4.** L'utilisation du compilateur
 - Maîtriser les étapes de traduction du code
 - Maîtriser la production du code final (linker) et savoir ajouter des bibliothèques
 - Maîtriser la localisation des différentes sections (par exemple avec l'analyse du format ELF)
 - Maîtriser les scripts personnalisés pour le linker

- ❖ **Chapitre 5.** Les règles pour un debug efficace
 - Connaître l'impact de l'utilisation de la console
 - Connaître les points d'arrêts matériels et logiciels

- ❖ **Chapitre 6.** Le multi-tâches
 - Timer matériel et compteurs logiciels, analyse des choix possibles pour la mesure du temps
 - Détails de fonctionnement des interruptions (priorité, section critique, sauvegarde de contexte)
 - Utilisation de plusieurs contextes et introduction aux scheduler : avantages et impacts
 - Mise en œuvre d'applications concurrentes avec un scheduler préemptif sur une cible mono-cœur type ARM cortex-M3 (sans MMU). Possibilité de prévoir des applications sur composant multi-cœur (type cortex-A8), sur demande.
 - Files de messages et communication inter-processus
 - Usages et impacts des briques matérielles (MPU / MMU)
 - Introduction aux architectures multi-cœurs
 - Gestion de la synchronisation et de la concurrence d'accès

2ème Partie : Programmation sous RT-Linux

Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

Intitulé de l'UE **Langue et Entreprenariat**

Nombre des crédits: 6

Code UE : UET510

Université : Monastir	Etablissement : Institut Supérieur d'Informatique de Mahdia
------------------------------	--

Domaine de formation : Sciences et Technologies	Mention : Computer Engineering
Diplôme et Parcours Licence Computer Engineering Parcours : Systèmes embarqués et IoT	Semestre S5

1- Objectifs de l'UE (Savoirs, aptitudes et compétences)

- S'approfondir en Soft Skills
- Se familiariser avec les principes d'entreprenariat
- Se préparer à l'environnement professionnel

2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)

- Students should master technical and more complex sentence structure in terms of listening, reading, writing and speaking.
- Se préparer aux examens de certification
- Connaissances en culture d'entreprises

3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

3.1- Enseignements

Eléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	Autres	
ECUET511 : Anglais 5		21			2
ECUET512 : Entreprenariat	21				2
ECUET513 : Préparation à l'environnement professionnel	21				2
Total	42	21			6

3.2- Activités pratiques (Projets, stages, mémoires.....)

Activités pratiques de l'UE	Durée				Crédits
	Travaux sur terrain	Projets	Stages	Autres	
Préparation à l'environnement professionnel		1			
					2
Total		21			2

4- Contenu (descriptifs et plans des cours)

4.1- Enseignements (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

1- Voir Annexe 1
2- Voir Annexe 2
3- Voir Annexe 3

4.2- Activités pratiques de l'UE (Présenter une description succincte des objectifs, des contenus et des procédures d'organisation de chaque activité)

1- Anglais 5 : apprentissage par des activités pratiques et des examens de certification Blancs
2- Entreprenariat : Cours magistral
3- Préparation à l'environnement professionnel : Préparation un projet d'insertion professionnelle

5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE (méthodes et outils pédagogiques, ouvrages de référence, recours aux TIC – possibilités d'enseignement à distance...)

1 – Séances de TD
2- Cours magistral
3- Cours magistral

6- Examens et évaluation des connaissances

6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens (Préciser le régime d'évaluation préconisé : contrôle continu uniquement ou régime mixte : contrôle continue et examens finaux)

1 – Régime de contrôle continue
2 – Régime de contrôle continue
3 – Régime de contrôle continue

6.2 - Validation de l'UE (préciser les poids des épreuves d'examens pour le calcul de la moyenne de l'ECUE, les coefficients des ECUE et le coefficient de l'UE au sein du parcours).

ECUE	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUE	Coef. de l'UE au sein du parcours
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération		
	Ecrit	Oral	TP et Autres		Ecrit	Oral	TP et Autres			
ECUET511 : Anglais 5	X	X		20%	X			80%	1	3
ECUET512 : Entreprenariat	X	X		20%	X			80%	1	
ECUET513 : Préparation à l'environnement professionnel	X	X		20%	X			80%	1	

6.3 - Validation des stages et des projets.....

Préparation à l'environnement professionnel : Validation d'un projet de préparation à l'environnement professionnel

Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE

Unité d'Enseignement : Langue et Entreprenariat

Code UE : UET510

ECUE n° 1 : Anglais 5

Code ECUE : ECUEF511

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

The goal of this course is to prepare students with the individual and collaborative technical writing, presentation, and research skills necessary to be effective technical communicators in academic and professional environments.

Contenu de la formation :

- **Part A.** Understanding the characteristics of technical writing and the importance of purpose, audience, and genre for written communication in technical fields.
- **Part B.** Articulating complex engineering ideas appropriate for targeted audiences.
- **Part C.** Planning, drafting, revising, editing, and analyzing technical and professional documents through individual and collaborative writing.
- **Part D.** Writing effective technical and business documents that are grammatically and stylistically correct.
- **Part E.** Preparing and delivering professional technical presentations through applying principles of effective oral communication and slide design.
- **Part F.** Applying principles for the visual display of quantitative information.
- **Part G.** Researching, analyzing, synthesizing, and applying information to create technical reports.
- **Part H.** Recognizing ethical implications of technical communication in professional contexts.
- **Part I.** Understanding the contemporary issues in engineering from an environmental, societal, economic, and global perspective.

Annexe 2 de la Fiche descriptive de l'UE

Unité d'Enseignement : Langue et Entrepreneuriat

Code UE : UET510

ECUE n° 2 : Entrepreneuriat

Code ECUE : ECUEF512

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

Le cours vise à donner aux étudiants les bases de connaissance liées à l'entrepreneuriat et au Business Plan.

Contenu de la formation :

- ❖ **Partie A.** De l'idée au projet
 1. Avoir une idée
 2. Evaluer l'opportunité
 3. Le business Plan
 4. Les prévisions financières

- ❖ **Partie B.** Définir son positionnement
 1. Définir son marché
 2. La segmentation
 3. Hiérarchiser les segments
 4. Le plan marketing et commercial

- ❖ **Partie C.** Structure et mode de fonctionnement
 1. Structure et organisation
 2. Business model
 3. Aspects juridiques et financiers

- ❖ **Partie D.** De l'analyse à un démarrage réussi
 1. L'identification et la gestion des risques
 2. Le marché de la création d'entreprises

Annexe 3 de la Fiche descriptive de l'UE

Unité d'Enseignement : Langue et Entreprenariat

Code UE : UET510

ECUE n° 3 : Préparation à l'environnement professionnel

Code ECUE : ECUEF513

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

Ce cours est conçu pour aider les étudiants à l'exploration de soi pour atteindre la réussite. La pensée critique sera utilisée pour aider les étudiants dans leur développement de soi. Les étudiants examineront les valeurs, les habitudes, les attitudes et les comportements qui les aideront à maximiser leurs capacités à l'apprentissage efficacement afin de réussir dans la vie personnelle et professionnelle et atteindre ainsi leur potentiel maximum.

Ateliers pédagogiques

- Communiquer efficacement
- Maîtriser les outils de l'écoute active
- Gérer le temps,
- Fixer des objectifs concrets, motivants, réalistes et catalyseurs d'innovation
- Partager et Innover

Contenu de la formation :

Contenu de formation :

- ❖ **Chapitre I.** La Réussite
 - Section I : Les différentes interprétations du succès
 - Section II : Définir le succès
 - Section II : Les différents obstacles à la réussite
 - Section III : Comment surmonter les obstacles
- ❖ **Chapitre II.** Introduction : L'Evolution humaine
 - Section I : La dépendance avantages et inconvénients
 - Section II : L'indépendance avantages et inconvénients
 - Section III : L'interdépendance
 - Section IV : Le potentiel
- ❖ **Chapitre III.** Les paradigmes et l'évolution humaine
 - Section I : Les paradigmes de soi
 - Section II : Les paradigmes des autres
 - Section III : Les paradigmes de la vie
 - Section IV : Les valeurs universelles
- ❖ **Chapitre IV.** Les habitudes qui permettent la réussite dans la vie
 - Section I : Evolution par la pratique

- Section II : Les différences entre habitudes, attitudes et comportements
- Section III : L'importance des bonnes habitudes et comment les développer
- Section IV : Le processus de changement des mauvaises attitudes et comportements
- Section V : Apprendre à connaître et à valoriser les petites et grandes victoires

❖ **Chapitre V.** La communication en contexte de diversité

- Section I : Styles en matière de communication
 - Aux niveaux : verbal, para-verbal et non verbal
 - Prise en compte des facteurs contextuels
- Section II : Stratégies en matière de communication interculturelle
 - Observation des messages non verbaux et para-verbaux
 - Écoute active
 - Les styles de communication au sein de l'équipe
- Section III : La diversité des styles d'apprentissage
 - Divergent
 - Assimilateur
 - Convergent
 - Accommodateur
- Section IV : Développement des styles d'apprentissage
 - Interaction avec des personnes dont le style d'apprentissage est différent
 - Recours au style d'apprentissage opposé à vos préférences
 - Adaptation du style d'apprentissage en fonction des situations

Fiche descriptive d'une unité d'enseignement (UE) et des éléments constitutifs d'une unité d'enseignement (ECUE)

Intitulé de l'UE **Unité Optionnelle 3**

Nombre des crédits: 4

Code UE : UEO510

Université : Monastir	Etablissement : Institut Supérieur d'Informatique de Mahdia
------------------------------	--

Domaine de formation : Sciences et Technologies	Mention : Computer Engineering
Diplôme et Parcours Licence Computer Engineering Parcours : Systèmes embarqués et IoT	Semestre S5

1- Objectifs de l'UE (Savoirs, aptitudes et compétences)

- Manipuler les projets embarqués
- Comprendre la chaîne de réalisation d'un prototype embarqué
- S'initier aux technologies de robotique

2- Pré-requis (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l'UE concernée)

- Connaissances des notions préliminaires des systèmes embarqués
- Notions fondamentales de programmation
- Connaissances en Unix

3- Eléments constitutifs de l'UE (ECUE)

3.1- Enseignements (L'étudiant est invité à choisir 2 modules optionnels parmi les trois proposés)

Eléments constitutifs	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Crédits
	Cours	TD	TP	Autres	
ECUEO511 : Atelier Robotique	10.5		21		3
ECUEO512 : Industrie 4.0	10.5		21		3
ECUEO513 : Linux Embarqué	10.5		21		3
Total	21		42		6

3.2- Activités pratiques (Projets, stages, mémoires.....)

Activités pratiques de l'UE	Durée				Crédits
	Travaux sur terrain	Projets	Stages	Autres	
ECUEO511 : Atelier Robotique		1			
ECUEO513 : Linux Embarqué		1			
Total		2			

4- Contenu (descriptifs et plans des cours)

4.1- Enseignements (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l'UE)

1- Voir Annexe 1

2- Voir Annexe 2

4.2- Activités pratiques de l'UE (Présenter une description succincte des objectifs, des contenus et des procédures d'organisation de chaque activité)

1- Voir Annexe 1
2- Voir Annexe 2

5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l'UE (méthodes et outils pédagogiques, ouvrages de référence, recours aux TIC – possibilités d'enseignement à distance...)

Apprentissage par projet
Recours à des activités dans un FabLab

6- Examens et évaluation des connaissances

6.1- Méthode d'évaluation et régime d'examens (Préciser le régime d'évaluation préconisé : contrôle continu uniquement ou régime mixte : contrôle continu et examens finaux)

1- Régime Mixte
2- Régime Mixte
3- Régime Mixte

6.2 - Validation de l'UE (préciser les poids des épreuves d'examens pour le calcul de la moyenne de l'ECUE, les coefficients des ECUE et le coefficient de l'UE au sein du parcours).

ECUE	Contrôle continue				Examen final				Coef. de l'ECUE	Coef. de l'UE au sein du parcours
	EPREUVES			Pondération	EPREUVES			Pondération		
	Ecrit	Oral	TP et Autres		Ecrit	Oral	TP et Autres			
ECUEO511 : Atelier Robotique			X	30%	X			70%	1.5	
ECUEO512 : Industrie 4.0			X	30%	X			70%	1.5	
ECUEO513 : Linux Embarqué			X	30%	X			70%	1.5	
									3	

6.3 - Validation des stages et des projets.....

Réalisation du prototype d'un robot

Annexe 1 de la Fiche descriptive de l'UE

Unité d'Enseignement : Unité Optionnelle 3

Code UE : UE0510

ECUE n° 1 : Atelier Robotique

Code ECUE : ECUEF511

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

La robotique est généralement définie comme l'étude du lien intelligent entre perception et action. En tant que tel, la robotique se situe à l'intersection de la mécanique, de l'électronique, du traitement du signal, du contrôle, de l'informatique et de la modélisation mathématique. Dans ce cadre très large, la modélisation et le contrôle jouent un rôle fondamental - non seulement dans le contexte traditionnel de la robotique industrielle, mais aussi pour les applications avancées des robots de terrain et de service, qui suscitent un intérêt croissant de la part de la recherche au cours des vingt dernières années.

Ce cours est une introduction aux concepts informatiques de base largement utilisés en robotique. Les sujets incluent la simulation, la cinématique, le contrôle, l'optimisation et l'inférence probabiliste. L'accent est mis sur la base mathématique de chaque domaine et les concepts sont motivés à l'aide d'applications de robotique et d'exercices de programmation courants. Les étudiants participeront à une série de projets au cours du semestre au cours desquels ils implémenteront des algorithmes qui appliquent chacun des sujets abordés en classe à de vrais problèmes de robotique.

Contenu de formation

❖ Chapitre I : Aspects généraux du Robotique

- Introduction à la robotique dans une perspective cybernétique
- Vue d'ensemble des différents types de robots et de leurs applications
- Histoire de la robotique
- Introduction aux simulations de robots utilisées dans le cours
- Résolution de problèmes: commander à un robot mobile de se déplacer

❖ Chapitre II : Etude détaillée sur les composants d'un robot

- Composants d'un robot - capteurs, actionneurs, cerveau et alimentation
- Compréhension des différents capteurs, de leur fonctionnement et de leur application
- Description des moteurs et les actionneurs robotiques
- Résolution de problèmes: commander à un robot de réaliser des tâches sur la base des informations du capteur

❖ Chapitre III : Contrôle et interaction des robots

- Feedback pour le contrôle et l'interaction homme-machine
- Contrôle en retour de la direction et de la vitesse dans les robots
- Modélisation mathématique simple de robots et différentes formes de stratégies de contrôle
- Interaction homme-machine

- Mini Projet : commander à un robot de suivre un chemin

❖ **Chapitre IV** : Concepts avancés d'interaction

- Concepts d'apprentissage automatique appliqué au robotique
- Appréciation d'interaction à base de neurones à travers les véhicules de Braitenburg
- Robots multiples et vie artificielle
- Mini Projet : Commander un robot à traverser un labyrinthe

Annexe 2 de la Fiche descriptive de l'UE

Unité d'Enseignement : Unité Optionnelle 3

Code UE : UE0510

ECUE n° 2 : Industrie 4.0

Code ECUE : ECUEF512

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

Avec une prévision de 50 milliards d'objets connectés dans le monde en 2020, la révolution de l'Internet des objets, ou Web 3.0, est en marche. L'enjeu est considérable :

L'internet des objets est un domaine très vaste. Concevoir un objet connecté requiert aussi bien des compétences en électronique qu'en informatique. Cette formation permet de comprendre l'architecture typique d'un réseau IoT et de mettre en place une chaîne IoT, depuis la remontée d'informations émises par des capteurs connectés jusqu'à la Datavisualisation en passant par la collecte Cloud/Big Data et l'exploitation logicielle.

Ainsi, de concevoir et d'organiser un projet autour de l'internet des objets et de découvrir notamment les technologies les plus utilisées et les principales plateformes pour l'IoT.

Contenu de formation

- ❖ **Chapitre I** : Introduction générale
 - Concepts de base de l'internet des objets
 - Mise en pratique d'une application IoT,
 - Concepts, enjeux et cas d'usage des objets connectés,
 - Les opportunités économiques et d'innovations apportées par l'IoT,
 - Problématique et les solutions techniques inhérentes,

- ❖ **Chapitre II** : Architecture générale d'un système IoT
 - Composantes principales d'une plateforme IoT
 - Plates-formes de l'internet des objets, panorama des solutions utilisées en entreprise,

- ❖ **Chapitre III** : Réalisation d'un projet IoT
 - Différentes étapes d'un projet objet connecté,
 - Electronique des objets connectés (capteurs, communication, données),
 - Concevoir, créer et tester des objets intelligents,

- ❖ **Mini Projet** : Développement d'une application IoT sur une plateforme,

Annexe 3 de la Fiche descriptive de l'UE

Unité d'Enseignement : Unité Optionnelle 3

Code UE : UE0510

ECUE n° 3 : Linux embarqué

Code ECUE : ECUEF513

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

L'objectif de ce module est de perfectionner sur les « Systèmes Embarqués » est d'offrir aux participants un bagage de connaissances complet afin d'être en mesure de définir, de mettre en place et de gérer un système embarqué développé avec l'architecture Linux des Pilotes pour périphériques.

Contenu de formation

Section 1 : Concepts Généraux sur le linux embarqué

- ❖ **Chapitre I** : Introduction aux systèmes embarqués
 - Présentation des concepts,
 - Principes et des pratiques,
 - Projet GNU,
 - Noyaux et distributions Linux.
 - Principes des GPL, LGPL, BSD, etc.

- ❖ **Chapitre II** : Noyau Linux et les interfaces des pilotes de périphériques
 - Le démarrage, la console
 - Modifier la configuration
 - Mettre à jour le Noyau Linux
 - Communiquer avec les pilotes
 - Charger des modules.

- ❖ **Chapitre III** : API des modules Linux
 - Développement d'un pilote « Hello World »
 - Installation
 - Dépendances des modules
 - Passage de paramètres

Section 2 : Espace Noyau

- ❖ **Chapitre IV** : Compilation du noyau Linux
 - Principe.
 - Versions du noyau Linux.
 - Sélection et application d'un patch.
 - Configuration et compilation pour une cible embarquée.

- ❖ **Chapitre V : Installation sur cible**
 - Transfert de l'image du noyau.
 - Configuration du bootloader ou de l'émulateur.
 - Paramètres de démarrage du kernel.

- ❖ **Chapitre VI : Systèmes des fichiers**
 - Types de système de fichiers.
 - Formatage et préparation d'une arborescence.
 - Fichiers spéciaux des périphériques.
 - Principe du processus init.

Section 3 : Espace utilisateur

- ❖ **Chapitre VII : Utilitaires systèmes**
 - Busybox,
 - Outil incontournable de l'embarqué.
 - Scripts de démarrage.
 - Édition des liens, bibliothèques statiques ou dynamiques.

- ❖ **Chapitre VIII : Services réseau**
 - Configuration des interfaces réseau.
 - Utilitaires réseau essentiels.
 - Affectation d'adresse statique ou dynamique (DHCP).
 - Routage.

- ❖ **Chapitre IX : Débogage et mise au point**
 - Compilation croisée d'applications personnalisées, de bibliothèques statiques et dynamiques.
 - Débogage distant avec GDB et Eclipse.
 - Tests en couverture et profiling.