



UN PARTENARIAT
CCI PARIS ÎLE-DE-FRANCE
SORBONNE UNIVERSITÉ



Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti

Syllabus des enseignements



Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti

Syllabus des enseignements

Semestre 5	5
EI-FISA-S05-UE1 - Culture de l'ingénieur.....	5
EPU-F5-SEA - Entreprise et Management 1 (FISA)	5
EPU-C5-DDR - Développement Durable et Responsabilité Sociétale	7
EPU-F5-LAN - Anglais 1 FISA.....	10
EI-FISA-S05-UE2 - Sciences de l'ingénieur.....	13
EPU-F5-MA2 - Analyse de Fourier	13
EPU-F5-DAN - Mise à niveau.....	16
EPU-F5-MA1 - Algèbre linéaire.....	19
EI-FISA-S05-UE3 - Informatique	21
EPU-F5-ILC - Langage C.....	21
EPU-F5-IAR - Architecture des ordinateurs.....	23
EPU-F5-IOP - Outils pour l'informatique	25
EI-FISA-S05-UE4 - Électronique	27
EPU-F5-TMT - Mesures et tests	27
EPU-F5-EEN - Électronique Numérique	29
EPU-F5-EEA - Électronique Analogique 1	31
EI-FISA-S05-UE5 - Activité en entreprise	34
EPU-F5-DTI - Activité en entreprise	34
Semestre 6	37
EI-FISA-S06-UE4 - Activité en entreprise	37
EPU-F6-DTI - Activité en entreprise	37
EI-FISA-S06-UE1 - Culture de l'ingénieur.....	40
EPU-F6-SEA - Entreprise et Management 2 (FISA)	40
EPU-F6-DDR - Éthique, Développement durable et responsabilité sociétale.....	43
EPU-F6-LAN - Anglais 2 FISA.....	45
EI-FISA-S06-UE2 - Informatique et sciences de l'ingénieur	47
EPU-F6-IAL - Algorithmique élémentaire.....	47
EPU-F6-IPO - Programmation Orientée Objet.....	49
EPU-F6-TTS - Traitement du signal	51
EI-FISA-S06-UE3 - Électronique	55
EPU-F6-EEN - VHDL Comportemental.....	55
EPU-F6-IMC - Micro-contrôleur 1	57
EPU-F6-EEA - Composants et Circuits Microélectroniques.....	60
EPU-F6-EPV - Projet VHDL	63
Semestre 7	65
EI-FISA-S07-UE1 - Culture de l'ingénieur.....	65
EPU-F7-LAN - Anglais FISA	65
EPU-F7-SMP - Management et Projet 1	67
EI-FISA-S07-UE2 - Sciences de l'ingénieur et approfondissements.....	69
EPU-F7-MA4 - Mathématiques pour l'IA	69



EPU-F7-TAU - Asservissement, automatique.....	71
EPU-F7-IIA - Introduction à l'Intelligence Artificielle	73
EPU-F7-IAL - Approfondissement SE : Algorithmique avancée.....	75
EPU-F7-EEL - Approfondissement HF : Electromagnétisme et lignes de transmission	77
EPU-F7-IGE - Approfondissement MEN : Gestion d'énergie dans les systèmes embarqués	79
EI-FISA-S07-UE3 - Informatique	82
EPU-F7-IMC - Micro-contrôleur 2	82
EPU-F7-IRE - Réseaux	85
EPU-F7-IOT - Internet des Objets (IoT)	87
EI-FISA-S07-UE4 - Électronique	90
EPU-F7-EEA - Electronique mixte analogique-numérique	90
EPU-F7-EAR - Architecture des systèmes embarqués	92
EI-FISA-S07-UE5 - Activité en entreprise	94
EPU-F7-DTI - Activité en entreprise	94
Semestre 8	97
EI-FISA-S08-UE1 - Culture de l'ingénieur.....	97
EPU-F8-LAN - Anglais FISA	97
EPU-F8-SMP - Management et Projet 2	99
EPU-F8-DCF - Conférences.....	101
EI-FISA-S08-UE2 - Projets pluridisciplinaires et approfondissement	103
EPU-F8-ESE - Approfondissement MEN : Conversion et transport de l'énergie électrique	103
EPU-F8-IHP - Approfondissement SE : Temps Réel	104
EPU-F8-PJA - Approfondissement SE : Projet architecture et codesign	107
EPU-F8-EPR - Approfondissement HF : Propagation libre et guidée	109
EPU-F8-EAN - Approfondissement HF : Antennes	111
EPU-F8-ESM - Approfondissement MEN : Récupération d'énergie et alimentation électrique de systèmes autonomes en énergie	113
EPU-F8-PSA - Projet pluridisciplinaire Systèmes embarqués IoT (FISA)	115
EI-FISA-S08-UE3 - Informatique et Électronique.....	118
EPU-F8-ICC - Langage C++.....	118
EPU-F8-ISU - Système d'exploitation : user	120
EPU-F8-ENR - Conversion AC-DC	122
EI-FISA-S08-UE4 - Activité en entreprise	124
EPU-F8-DTI - Activité en entreprise	124
Semestre 9	127
EI-FISA-S09-UE1 - Culture de l'ingénieur.....	127
EPU-F9-LAN - Anglais FISA	127
EPU-F9-SEE - Management de l'innovation	129
EI-FISA-S09-UE2 - Projets pluridisciplinaires.....	132
EPU-F9-PLA - Projet pluridisciplinaire industriel et labo (FISA).....	132
EI-FISA-S09-UE3 - Informatique	134
EPU-F9-ISK - Système d'exploitation : kernel.....	134
EPU-F9-ICY - Cybersécurité.....	136
EI-FISA-S09-UE4 - Électronique	138
EPU-F9-ETL - Télécommunication.....	138
EPU-F9-ENI - Bruit et intégrité du signal.....	141



EI-FISA-S09-UE5 - Approfondissement	143
EPU-F9-IIA - Approfondissement SE : Intelligence artificielle embarquée	143
EPU-F9-ISE - Approfondissement SE : Systèmes Embarqués.....	145
EPU-F9-IHP - Approfondissement SE : Calcul Haute Performance	147
EPU-F9-EAH - Approfondissement HF : Amplification hyperfréquences	149
EPU-F9-EFH - Approfondissement HF : Filtrage hyperfréquences	151
EPU-F9-ESH - Approfondissement HF : Systèmes hyperfréquences.....	153
EPU-F9-PJH - Approfondissement HF : Projet	155
EPU-F9-ECV - Approfondissement MEN : Smart grids	158
EPU-F9-EPR - Approfondissement MEN : Pilotage et régulation de process d'énergie.....	160
EPU-F9-PM1 - Approfondissement MEN : Projet intelligence ambiante.....	162
EI-FISA-S09-UE6 - Activité en entreprise	164
EPU-F9-DTI - Activité en entreprise	164
Semestre 10.....	165
EI-FISA-S10-UE1 - Activité en entreprise	165
EPU-F0-DTI - Activité en entreprise	165



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 5	UE : EI-FISA-S05-UE1
EPU-F5-SEA - Entreprise et Management 1 (FISA)		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Entreprise et Management 1 (FISA)

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 5

Spécialités concernées : EI-FISA

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	30h	-	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève apprenti doit être capable de :

- Se référer à un cadre juridique pertinent pour appréhender son statut de salarié
- Réaliser une analyse globale de son organisation et de son contexte de travail :
 - Présenter son organisation d'accueil et analyser ses orientations stratégiques en exploitant des concepts, méthodes et outils de management ;
 - Décrire son contexte de travail en se référant à des modèles d'organisation ;
 - Communiquer de manière professionnelle.
- En équipe, repérer au sein des organisations d'accueil une problématique managériale et des pistes de solution :
 - Examiner et caractériser les leviers managériaux utilisés pour animer une équipe
 - Comparer les pratiques et mettre en évidence les meilleures pratiques ;
 - Démontrer la capacité à collaborer efficacement.
- Réaliser une analyse réflexive pour :
 - Se positionner vis-à-vis du métier d'ingénieur ;
 - Identifier les compétences développées.

Contenu de l'ECUE :

- Relation employeur / salarié : droits et obligations des parties au contrat
- Finalités de l'organisation, objectifs stratégiques et RSE
- Diagnostics stratégiques : interne, externe (PORTER, PESTEL), SWOT
- Orientations stratégiques (corporate, par domaine d'activité, croissance, internationalisation, partenariats...)
- Structure et organisation du travail
- Management d'équipe, culture d'entreprise
- Communication professionnelle écrite et orale

Prérequis :



aucun

Modalités d'évaluation :

- Rapport d'activité : 60 %
- Projet de groupe (production écrite et présentation orale) : 40 %.
- Evaluations formatives tout au long du module : auto-évaluations et évaluations par les pairs à l'aide de grilles d'évaluation

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle équipée d'un vidéoprojecteur

Méthodes pédagogiques :

Utilisation de méthodes pédagogiques actives (classe inversée, exploitation de ressources mises à disposition et recherches complémentaires), travaux individuels (analyse stratégique et identification des modalités d'organisation de la structure d'accueil) et de groupes (analyse de situation de management vécues ou observées), productions écrites et orales, en français et en anglais.

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1		2h			
2		2h			CCF
3		2h			CCF
4		2h			CCF
5		2h			CCF
6		2h			CCF
7		2h			CCF
8		2h			CCF
9		2h			CCF
10		2h			CCF
11		2h			CCF
12		2h			CCF
13		2h			Quiz Digital
14		2h			
15		2h			Présentation orale et rendu de rapport écrit



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 5	UE : EI-FISA-S05-UE1
---------	------------	----------------------

EPU-C5-DDR - Développement Durable et Responsabilité Sociétale
--

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Coefficient de l'ECUE : 1

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 5

Spécialités concernées : AGRAL, EI-FISA, EI-FISE, GM, MAIN, MTX, ROB, ST

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
10h	-	-	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

- Connaissances des documents de références sur l'état du monde et son évolution
- Vision holistique du système Terre et risques systémiques
- Approche multidisciplinaire des enjeux
- Impact sur l'activité professionnelle d'un ingénieur

Contenu de l'ECUE :

Conférence donnée par des experts sur les grandes question et enjeux de la Transition environnementale

1. **Introduction : l'Anthropocène - Le Changement Climatique**
2. **Grands enjeux du Monde : Ressources en Énergie - Ressources en métaux**
3. **Grands enjeux du Monde : Ressources en Eau - Alimentation**
4. **La Transition Économique - La Sobriété numérique**
5. **Soyons les acteurs du monde de demain.**

Prérequis :

- Aucun prérequis

Modalités d'évaluation :

- QCM en ligne directement à la fin des deux interventions d'une séance

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Amphithéâtre x2 de 200 places pour 2 groupes de 150 étudiants en moyenne
- Site MOODLE pour l'évaluation par QCM en ligne

Méthodes pédagogiques :

- Conférences - débats
- Echange final inter-spécialité : forces et faiblesses de différents secteurs face à la Transition



Environnementale

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h				QCM en ligne
2	2h				QCM en ligne
3	2h				QCM en ligne
4	2h				QCM en ligne
5		2h En demi-groupe de 75 étudiants			

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement		
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	A
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	M
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	M
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe		
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)



- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 5	UE : EI-FISA-S05-UE1
---------	------------	----------------------

EPU-F5-LAN - Anglais 1 FISA

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Anglais 1 FISA

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 5

Spécialités concernées : EI-FISA

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	30h	-	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

Compréhension écrite et orale : étude de textes généraux et de vulgarisation scientifique (New Scientist,, Technology Review) et d'enregistrements audio et vidéo authentiques (BBC, PBS, NPR). En fin d'année, l'élève doit démontrer un niveau B2 dans ces deux compétences.

Expression écrite : structures de la phrase, du paragraphe et de l'essai. En fin d'année, l'élève doit avoir atteint le niveau B1 dans cette compétence.

Expression orale : Au premier semestre, chaque étudiant fera à un exposé de 5 à 10 minutes au cours duquel il devra présenter un article scientifique de sa spécialité. Les autres étudiants sont invités à participer et à poser des questions.

Interactivité : Les TD se déroulent en petits groupes et chaque élève se doit de participer activement

Contenu de l'ECUE :

Les thèmes abordés peuvent varier en fonction du niveau et de la composition des groupes, mais tous aborderont les thèmes généraux suivants :

What is engineering? What do you study in an engineering school? What is the difference between a scientist and an engineer? What are the ethical values an engineer must know and follow? Applying the NSPE rules to your specialty

The vocabulary of your specialty: presenting a scientific article in your field of specialty.

Writing a CV and cover letter

Prérequis :

- Niveau B1 dans toutes les compétences

Modalités d'évaluation :

- 20 % Présentation orale sur article scientifique
- 30 % Compréhension orale (type news +/- 5 minutes)
- 30 % Compréhension écrite et rédaction sur un cas éthique
- 20 % Contrôle continu à l'intérieur des groupes



Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salles équipées du Département des Langues

Méthodes pédagogiques :

- Travail des 5 compétences
- Etudes de cas (éthique)

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1		2h			Test commun de positionnement
2		2h			
3		2h			
4		2h			
5		2h			
6		2h			
7		2h			
8		2h			
9		2h			
10		2h			
11		2h			
12		2h			
13		2h			CC 2h commun à tous les groupes
14		2h			
15		2h			

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement		
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	A
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	A
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	A
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	A
TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel		



TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	M
TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international		
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	A
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)

Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 5	UE : EI-FISA-S05-UE2
EPU-F5-MA2 - Analyse de Fourier		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Analyse de Fourier

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Sciences de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 6

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
16h	14h	-	-	-	5h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- savoir mener des calculs simples de coefficients de Fourier sur un signal discret périodique ;
- prévoir les propriétés de symétries et de vitesse de convergence d'un signal en fréquence à partir de ses caractéristiques en variable temporelle ;
- mener des calculs élémentaires sur les distributions (translation, dérivation, convolution d'une distribution par une masse de Dirac) ;
- utiliser graphiquement la formule des sauts pour dériver des signaux définis par morceaux et mettre en équation ces signaux, sous la forme d'une équation différentielle linéaire ;
- utiliser la théorie des distributions pour faciliter le calcul de coefficients ou de transformation de Fourier.

Contenu de l'ECUE :

1. Signaux périodiques à temps discret.

- exponentielle complexe et structure hilbertienne sur l'espace des signaux périodiques à temps discret ;

- analyse et synthèse de Fourier d'un signal périodique à temps discret (SFD) ;

- produit de convolution.

2. Distributions tempérées.

- définition et exemples (masses, dipôles et peignes de Dirac) ;

- opérations sur les distributions : translation, dilatation, déphasage.

- opération de dérivation, formule des sauts.

- produit de convolution par un masse, par un peigne de Dirac.

3. Théorie de Fourier en temps continu.

- séries de Fourier des fonctions périodiques sur la droite numérique réelle.

- analyse et synthèse de Fourier d'une distribution périodique.

- éléments sur la transformation de Fourier d'un signal à temps continu (TF d'une masse, d'une peigne de Dirac, d'un signal L1).

Prérequis :



- Analyse de premier cycle (fonction exponentielle complexe, séries numériques, dérivation, intégration par parties) ;
- Fonctions trigonométriques (graphes et formules trigonométriques) ;
- Étude de fonction : savoir étudier la régularité d'une fonction, déterminer ses symétries, savoir calculer la valeur en tout point d'une fonction périodique définie explicitement et par morceaux sur une période, savoir tracer le graphe de la fonction définie par $f(x-a)$ connaissant celui de $f(x)$;
- Notions sur les équations différentielles linéaires.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Méthodes pédagogiques :

Un polycopié du cours sera distribué.

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	CM1 (2h)	TD1 (2h)			
2	CM2	TD2			
3	CM3	TD3			
4	CM4	TD4			
5	CM5	TD5			
6	CM6	TD6			
7	CM7	TD7			
8	CC (2h)				

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	M
EI-C1-SC4	Concevoir, modéliser et prototyper avec les outils disponibles dans l'environnement de travail et les appareils de mesures pertinents	N
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	M
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)



- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 5	UE : EI-FISA-S05-UE2
---------	------------	----------------------

EPU-F5-DAN - Mise à niveau

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Mise à niveau

Unité d'enseignement (UE) : Sciences de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 6

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
10h	12h	8h	-	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Maîtriser les bases de l'électronique analogique (lois et théorèmes fondamentaux de l'électricité, mesures et grandeurs, etc.)
- Maîtriser les bases de la programmation impérative en C (variables, entrées/sorties, boucles, fonctions)
- Maîtriser les bases de l'algèbre linéaire (espace vectoriel, matrices), et le calcul matriciel (résolution de systèmes linéaires, réduction, équations différentielles linéaires)

Contenu de l'ECUE :

Ce module est divisé en trois parties *Mathématiques, Électronique et Informatique*.

En fonction de la provenance des élèves (PEIP, etc.) et/ou d'un test QCM initial, les élèves ingénieur doivent suivre (ou non) une, deux ou les trois sous-parties du module.

Mise à niveau en électronique :

- Grandeurs électriques, les différents types de signaux (tensions/courants/puissances), notations, lexique, unités
- Dipôles élémentaires linéaires (R, L, C), sources d'énergie idéales et réelles (1ère modélisation). Lois et théorèmes de l'électricité.
- Lois de l'électricité, théorèmes fondamentaux, électrocinétique des circuits en régimes continu et harmonique (représentation complexe).
- Mise en œuvre de circuits électroniques simples : appropriation du matériel expérimental élémentaire (sources d'énergie, appareils de mesures statiques et dynamiques)

Mise à niveau en informatique langage C :

- Langage informatique,
- Déclaration de variables, types simples, opérateurs (arithmétique, logique, comparaison)
- Entrées/sorties
- Conditions et boucles
- Déclaration et utilisation de fonctions

Mise à niveau en mathématiques :

- Algèbre linéaire : espace vectoriel, applications linéaires, interprétation matricielle, produits de



matrices.

- Résolutions de systèmes linéaires, aspects algorithmiques : pivot de Gauss.
- Réduction : valeurs propres, vecteurs propres, polynôme caractéristique et diagonalisation.
- Équations différentielles linéaires : exponentiel de matrices, théorèmes d'existence et unicité de solutions, méthode explicites de résolution.

Prérequis :

- Bases en mathématiques niveau L2 (nombres complexes, log et puissance, équations différentielles)
- Bases en Physique (électrostatique et magnétostatique) niveau L2
- Idéalement, connaissance d'un langage de programmation (Python par exemple)

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle info linux pour l'informatique

Salle élec pour l'électronique

Salle TD pour les maths

Méthodes pédagogiques :

Cours/TD de mise à niveau, TP de renforcement des acquis

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	CM1 élec				
2		TD1 élec			
3	CM2 élec				
4		TD2 élec			
5	CM3 élec				
6		TD3 élec			
7			TP élec		

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC1	Concevoir, synthétiser et valider une IP numérique décrite en HDL RTL	A
EI-C2-SC5	Optimiser un algorithme logiciel en utilisant des techniques de parallélisme.	A



Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 5	UE : EI-FISA-S05-UE2
EPU-F5-MA1 - Algèbre linéaire		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Algèbre linéaire

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Sciences de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 6

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
8h	7h	-	-	-	5h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Raisonner par récurrence, dans une optique algorithmique.
- Manipuler des systèmes discrets.
- Utiliser les notions d'algèbre bilinéaire (comme le théorème de projection orthogonale), en vue d'obtenir la meilleure approximation polynomiale d'une fonction donnée.
- Maîtriser le calcul matriciel et utiliser les outils de théorie des graphes, dans une perspective d'applications à l'algorithmique élémentaire (structures de données), et d'algorithmique avancée (parcours, transport, couverture de réseaux).

Contenu de l'ECUE :

- Suites récurrentes.
- Calcul intégral : intégration sur un segment, intégrales généralisées.
- Espaces préhilbertiens réels et complexes, espaces euclidiens.
- Calcul matriciel.
- Introduction à la théorie (algébrique et topologique) des graphes : sommets, arêtes, graphes orientés, non orientés, connexité, matrice d'adjacence, circuits, chemins, flot.

Prérequis :

- Le programme de mise à niveau en EI3

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu : interrogations de cours, devoir sur table et/ou AAP (apprentissage par problèmes).

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériaux / logiciels) :

Salle tableau markers avec vidéo-projecteur



juin 2025



Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	CM1	TD1			
2	CM2	TD2			
3	CM3	TD3			
4	CM4	CC (2h)			

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC5	Optimiser un algorithme logiciel en utilisant des techniques de parallélisme.	M
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 5	UE : EI-FISA-S05-UE3
---------	------------	----------------------

EPU-F5-ILC - Langage C

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Langage C

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Informatique

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
21h	-	24h	-	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Avoir tous les bons réflexes intellectuels et pratiques pour la programmation, de sorte à être en mesure d'analyser et de proposer des solutions informatiques à des problèmes offrant cette possibilité
- Connaitre et comprendre les concepts de programmation utilisés en C, mais également une compréhension de la programmation à d'autres niveaux d'abstraction

De plus, à l'issue de ce module, les élèves devront être en mesure d'aborder l'informatique du semestre 6, notamment le module d'algorithmique et le projet (pour les FISE).

Contenu de l'ECUE :

Le début du cours présente les caractéristiques principales du C et met l'accent sur sa syntaxe. Sont ensuite étudiés les règles de portée des identifiants pour ensuite introduire la modularité en C. Le concept de pointeur fait l'objet d'un cours particulier au cours duquel nous voyons le lien avec la mémoire, les tableaux et aussi la manipulation des chaînes de caractères. Ensuite, nous complétons notre connaissance des classes de stockage en introduisant la gestion dynamique de la mémoire. Nous abordons ensuite les enregistrements (essentiellement structure ou union) avant d'introduire l'accès aux fichiers. Enfin le cours se termine sur des éléments plus avancés du langage : les pointeurs sur fonction et les macros.

Le module fait régulièrement le lien avec ce qui se passe à des niveaux d'abstractions différents (matériel ou assembleur) et étudiés dans le module d'architecture des ordinateurs. De même, ce module est également entrelacé avec celui d'outils pour la programmation informatique, de sorte à ce que les élèves découvrent en temps voulu dans des outils idoines pour tirer le meilleur profit de leur expérience de programmation (shell bash, éditeur GNU-Emacs, débogueur gdb, GNU-Make, gestionnaire de version...).

Prérequis :

Ce cours s'adresse à des élèves ayant déjà programmés auparavant dans un autre langage (type Python, Java...). Le module de mise à niveau en Langage C

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table



juin 2025



Devoir maison
Travaux pratiques

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 5	UE : EI-FISA-S05-UE3
EPU-F5-IAR - Architecture des ordinateurs		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Architecture des ordinateurs

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Informatique

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
16h	8h	6h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Avoir une vision synthétique de l'architecture et du fonctionnement d'un ordinateur
- Comprendre en profondeur le fonctionnement d'un ordinateur à différentes échelles

Pour cela, le fil conducteur du cours retenu est celui de la programmation en langage assembleur RISC-V. Cette approche permet aux élèves de faire le lien avec leur pratique de la programmation dans un langage de haut niveau comme le C (les élèves devant mimer le travail effectué en temps normal par un compilateur). De plus, les élèves sont sensibilisés aux problèmes de la correction des programmes (tant au niveau des problèmes de précision au niveau calcul, qu'au niveau de la correction de leurs propres programmes). La possibilité d'automatisation de ces transformations (compilation, assemblage, synthèse) est également mise en valeur.

Contenu de l'ECUE :

Le module est structuré de la façon suivante :

- Principes généraux des ordinateurs (concept de programme enregistré, architecture de Von Neumann), représentation des entiers, flottants, caractères. Vue hiérarchique d'un ordinateur (par couche, en partant de la couche logique numérique allant jusqu'au langage de programmation de haut niveau).
- Langage assembleur (architecture RISC-V).
- Assemblage des données, des instructions.
- Hiérarchie mémoire et fonctionnement des caches.
- Introduction au chemin des données et à son contrôle

Prérequis :

- Connaissances de base d'un langage de programmation de style impératif

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :



juin 2025



Salle informatique sous linux avec compilateur C

Méthodes pédagogiques :

Cours/TD/TP classique

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC1	Concevoir, synthétiser et valider une IP numérique décrite en HDL RTL	A
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 5	UE : EI-FISA-S05-UE3
EPU-F5-IOP - Outils pour l'informatique		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Outils pour l'informatique

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Informatique

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	-	15h	-	-	5h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Maîtriser l'environnement Linux et le terminal
- Connaitre les commandes principales du bash
- Savoir utiliser les outils de gestion de version (ici git)
- Savoir utiliser et créer de fichier Makefile pour l'outil *make*
- Savoir utiliser les outils de debug que sont *gdb* et *Valgrind*

Contenu de l'ECUE :

Le module se déroule sous forme de TP interactifs où les étudiants se familiarisent avec l'environnement Linux (notamment l'utilisation du terminal), apprennent à utiliser les commandes de base du Bash, à se servir d'un débogueur, de git, et à écrire des Makefile.

Des supports vidéos sont utilisés pour introduire et expliquer certaines notions (Makefile, debug).

Les jeux *OhMyGit !* et *GameShell* sont utilisés pour apprendre le fonctionnement de git et des commandes de base de Bash

Prérequis :

Aucun

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle informatique sous Linux, avec outils de développement classique (gcc, git, make, etc.)

Méthodes pédagogiques :

Quelques supports vidéos pour la partie cours

Utilisation de « jeux » pour l'apprentissage de git (OhMyGit !) et de Bash (GameShell)



Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	N
EI-C1-SC4	Concevoir, modéliser et prototyper avec les outils disponibles dans l'environnement de travail et les appareils de mesures pertinents	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)

Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 5	UE : EI-FISA-S05-UE4
EPU-F5-TMT - Mesures et tests		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Mesures et tests

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
12h	10h	8h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre les problématiques de la métrologie.
- Savoir étalonner un capteur
- Comprendre les objectifs des circuits conditionneurs de capteur
- Savoir linéariser un conditionneur de capteur
- Etudier les principes de différents capteurs

Contenu de l'ECUE :

- 1. Représentations fréquentielle - temporelle - Laplacienne / Indices de performances (rapidité, stabilité, précision) des systèmes linéaires.
- 2. Mesures du signal : valeurs moyenne et efficace (RMS) - Oscilloscope - Sonde - Multimètre - Spectre (FFT vs Analyseur de spectre).
- 3. Notions d'incertitudes sur la mesure - Mesures d'impédance , de phase, de fréquence, ...
- 4. Capteurs/transducteurs : principes et exemples - Conditionneurs associés - Etalonnage & calibration

Prérequis :

- filtres d'ordre 1 et 2, amplificateurs opérationnels

Modalités d'évaluation :

Devoir sur table

Devoir maison

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

salle de cours avec vidéoprojecteur

salle de TP Elec standart



Méthodes pédagogiques :

cours divisé en deux parties séparées pour intercaler le cours ANA1 filtrage / montages à amplificateurs

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	CM1				
2	CM2	TD1,TD2			
3	CM3	TD3			
4			TP1		
5					CC
9	CM4	TD4			
10	CM5	TD5			
11			TP2		eval fin TP

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	M
EI-C1-SC4	Concevoir, modéliser et prototyper avec les outils disponibles dans l'environnement de travail et les appareils de mesures pertinents	M
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC6	Optimiser la consommation électrique d'un système.	A
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC2	Élaborer des stratégies de test et de validation robuste tout au long du processus de conception et de développement.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 5	UE : EI-FISA-S05-UE4
EPU-F5-EEN - Électronique Numérique		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Électronique Numérique

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
8h	6h	16h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Apprendre les règles de base et la syntaxe du langage VHDL. Maîtriser le concept de concurrence. Maîtriser les trois niveaux de description structurelle data_flow et comportementale pour la description des fonctions/circuits numériques.
- Acquérir les bases de l'électronique combinatoire et séquentielle : compréhensions des fonctions combinatoires et séquentielles, Maîtriser leurs description et validation en VHDL.
- Apprendre l'utilisation des logiciels de conception des circuits numériques et de programmation des circuit FPGA.
- Connaissance de base des architectures d'un FPGA.

Contenu de l'ECUE :

- Introduction : Algèbre de Boole. Théorèmes fondamentaux. Simplification des fonctions logiques. Fonctions booléennes. Codage et représentation des nombres.
- Base du langage VHDL : introduction au langage, syntaxe, règles, notion de concurrence, niveau de description pour les circuit numériques, introduction aux méthodes de test et vérification ;
- Logique combinatoire : Fonctionnement. Principaux circuits combinatoires fonctionnement et description et validation (au niveau RTL) en VHDL. [Multiplexeur, codeur/décodeur, additionneurs, soustracteurs, multiplieurs]
- Logique séquentielle : Fonctionnement. Principaux circuits séquentielles fonctionnement et description et validation (au niveau RTL) en VHDL. Latch- Bascules, Registres, Compteur, Machine à Etats.
- Introduction aux FPGA : principe de fonctionnement et architecture de base.

Prérequis :

Notions vues dans le module de renforcement, et reprise en début du module (Algèbre de Boole. Théorèmes fondamentaux. Simplification des fonctions logiques. Fonctions booléennes. Codage et représentation des nombres



Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Devoir maison

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle de cours avec vidéoprojecteur

Salle de TP d'électronique avec PC équipé du logiciel QUARTUS

Méthodes pédagogiques :

Cours

Travaux dirigés et travaux pratiques

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC1	Concevoir, synthétiser et valider une IP numérique décrite en HDL RTL	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 5	UE : EI-FISA-S05-UE4
EPU-F5-EEA - Électronique Analogique 1		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Électronique Analogique 1

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
12h	10h	8h	-	-	5h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Maîtriser les bases de l'électronique analogique, et des montages à base d'amplificateurs opérationnels.
- Compréhension et réalisation pratique des fonctions élémentaires de l'électronique.
- Concevoir des montages respectant les théories comportementales temporelles et fréquentielles simulables.
- Caractériser des montages via des compétences expérimentales de mesures.

Contenu de l'ECUE :

- Fonction AMPLIFICATION :
 - Généralités et Définitions ; Caractéristiques d'un amplificateur du signal (types d'amplificateurs, coeff. d'amplification, gain, bilan de puissances, modèle(s) électrique(s), réponse fréquentielle, bande-passante, distorsion) ;
 - Amplificateur Opérationnel (modèle(s) idéal et réel, modes de fonctionnement, caractéristique de transfert en B.O., condition nécessaire à la réalisation d'amplificateurs de tension) ;
 - Réalisation d'amplificateurs de tension élémentaires à base d'A.O.
- Fonction FILTRAGE :
 - Généralités et Définitions ; Caractéristiques d'un filtre (transmittance isochrone, diagramme de Bode, fréquence de coupure, bande-passante, ordre) ;
 - Rôles, familles de filtres, fonctions principales de filtrage, applications et réalisation des filtres analogiques B.F. et H.F. dans l'Electronique actuelle (exemples dans les E/R en radiocommunication, dans la chaîne de traitement numérique (filtre anti-repliement et de lissage)) ;
 - Principe de réalisation de filtres analogiques réels : notion de gabarit et de temps de propagation de groupe ;
 - Réalisation de filtres analogiques (passifs et actifs) du 1 er et du 2 nd ordre : structures-types, fonctions de transfert canoniques, réponses fréquentielles, exemples de circuit ;
 - La structure de Rauch et de Sallen-Key - la structure à capacités commutées : intérêt pour la réalisation de filtres d'ordre > 2 et limitations.



- MODELISATION des systèmes linéaires (du 1 er et 2 nd ordre) :
 - Modèle temporel comportemental : Régimes transitoire et permanent – Réponses indicielle et impulsionnelle (modèle mathématique : forme canonique des équations différentielles ; indices de performances : transmittance statique, 1 er Dépassemement, temps du 1 er maximum, temps de montée, temps de réponse à 5%, pseudo-période) ;
 - Modélisation isomorphe : Transformée de LAPLACE (Dualité réponse temporelle / réponse fréquentielle, définition et propriétés de la Transformée de Laplace, utilisation sur les circuits linéaires à réponse en fréquence).
- OSCILLATEURS harmoniques :
 - Structure générale : Chaîne directe (amplification), chaîne de retour (réseau de réaction), condition d'oscillation (critère de Barkhausen) ;
 - Démarrage et autoentretien des oscillations. Limitations induites par l'amplificateur ;
 - Performances d'un oscillateur : stabilité en amplitude et en fréquence, pureté spectrale (T.H.D) ;
 - Familles d'oscillateurs B.F. et H.F. : oscillateur à pont de Wien, oscillateur à réseau déphaseur, oscillateur LC de Pierce - Hartley - Colpitts - Clapp, oscillateur à résistance négative, oscillateurs à base de résonateurs (céramique, à quartz, à onde de surface, diélectrique).

Prérequis :

- Bases d'électronique Bac + 2 ou cours de mise à niveau

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Devoir maison, Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle de cours et de TD avec Vidéo-projecteur.

Salle de TP électronique avec équipement standard.

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
4	CM1				
5	CM2	TD1			
6	CM3	TD2, TD3			
7			TP1		
8	CM4, CM5	TD4			
9		TD5	TP2		
10					CC

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	M
EI-C1-	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A



SC2		
-----	--	--

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3

Semestre 5

UE : EI-FISA-S05-UE5

EPU-F5-DTI - Activité en entreprise

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Activité en entreprise

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Activité en entreprise

Nombre de crédits de l'UE : 3

Spécialités concernées : EI-FISA

Acquis de l'Apprentissage Visés :

Cette première période en entreprise constitue le contact initial avec le monde de l'entreprise et mène l'apprenti à se conformer à ses exigences et à ses méthodes. L'apprenti étudie l'entreprise de l'intérieur : son activité, son organisation, ses partenaires, sa structure, son organisation technique. Il se familiarise avec un certain nombre de processus et procédés exploités dans les différents secteurs de l'entreprise d'accueil. C'est à cette période également que l'apprenti est formé sur les différents logiciels internes. D'un point de vue humain et relationnel, l'apprenti commence à nouer les relations nécessaires avec les différents intervenants avec lesquels il est amené à travailler

Contenu de l'ECUE :

Le contenu est en adéquation avec les contraintes inhérentes à l'entreprise d'accueil. L'apprenti ingénieur aura en charge des activités opérationnelles afin de valider les compétences qu'il a acquises en Bac+2 et celles qu'il développe au cours de son cursus ingénieur. La nature du travail de l'apprenti ingénieur dépendra du secteur d'activité de l'entreprise et son service.

Prérequis :

Aucun prérequis n'est nécessaire dans le cadre de ce module. L'enchaînement des semestres assurera l'évolution des acquis en entreprise.

Modalités d'évaluation :

Le maître d'apprentissage évalue l'apprenti via une grille de compétences (voir guide du maître d'apprentissage)

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

aucune

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international		
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	A
TRANS2-	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	A



C4-SC1		
TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel		
TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	A
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	A
TRANS2-C3-SC3	Maîtriser les outils et les enjeux liés à son identité professionnelle	A
TRANS2-C3-SC4	Construire et mobiliser un réseau professionnel	A
TRANS2-C3-SC5	Mettre en valeur ses compétences	A
TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe		
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	A
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	A
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	A
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	A
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	A
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	N
TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	A
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	N
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	A
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	N
EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	N

EI-C1-SC4	Concevoir, modéliser et prototyper avec les outils disponibles dans l'environnement de travail et les appareils de mesures pertinents	N
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	N
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	N
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC1	En prenant en compte les normes existantes du secteur concerné par le développement	N
EI-C3-SC2	Élaborer des stratégies de test et de validation robuste tout au long du processus de conception et de développement.	N
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	N
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3

Semestre 6

UE : EI-FISA-S06-UE4

EPU-F6-DTI - Activité en entreprise

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Activité en entreprise

Coefficient de l'ECUE : 7

Unité d'enseignement (UE) : Activité en entreprise

Nombre de crédits de l'UE : 7

Spécialités concernées : EI-FISA

Acquis de l'Apprentissage Visés :

Durant cette deuxième période l'apprenti continue à acquérir et développer des connaissances pratiques, des compétences techniques et relationnelles, cultiver l'ouverture d'esprit et la curiosité.

L'apprenti est maintenant intégré dans une équipe de travail et met en pratique les connaissances acquises. À l'aide de son maître d'apprentissage, il est capable de résoudre des problèmes techniques, argumenter les choix technologiques et synthétiser de manière claire et précise les résultats obtenus.

Contenu de l'ECUE :

Le contenu de ce module est en adéquation avec les contraintes inhérentes à l'entreprise d'accueil. L'apprenti ingénieur aura en charge des activités opérationnelles afin de valider les compétences qu'il a acquises en Bac +2 et celles qu'il développe au cours de son cursus ingénieur. La nature du travail de l'apprenti ingénieur dépendra du secteur d'activité de l'entreprise et de son service. Au bureau d'études, l'apprenti EI conçoit et développe en partie ou complètement un système électronique et/ou informatique. Il choisit les solutions techniques et les procédés à mettre en œuvre. Il peut être amené à le caractériser et/ou l'actualiser.

Prérequis :

Aucun prérequis n'est nécessaire dans le cadre de ce module. L'enchaînement des semestres assurera l'évolution des acquis en entreprise.

Modalités d'évaluation :

Le maître d'apprentissage évalue l'apprenti via une grille de compétences (voir guide du maître d'apprentissage).

L'apprenti rédige tout au long de cette première année de formation un rapport d'activité (présentation de la structure d'accueil, du poste de travail, des missions et analyse réflexive) qui sera évalué par son tuteur académique.

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international		
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	A



TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	A
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	A
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel		
TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	A
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	A
TRANS2-C3-SC3	Maîtriser les outils et les enjeux liés à son identité professionnelle	A
TRANS2-C3-SC4	Construire et mobiliser un réseau professionnel	A
TRANS2-C3-SC5	Mettre en valeur ses compétences	A
TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe		
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	A
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	A
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	A
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	A
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	A
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	N

EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	N
EI-C1-SC4	Concevoir, modéliser et prototyper avec les outils disponibles dans l'environnement de travail et les appareils de mesures pertinents	N
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	N
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	N
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC1	En prenant en compte les normes existantes du secteur concerné par le développement	N
EI-C3-SC2	Élaborer des stratégies de test et de validation robuste tout au long du processus de conception et de développement.	N
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	N
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	A
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	A
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 6	UE : EI-FISA-S06-UE1
EPU-F6-SEA - Entreprise et Management 2 (FISA)		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Entreprise et Management 2 (FISA)

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 6

Spécialités concernées : EI-FISA

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	30h	-	-	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Savoir travailler en équipe en coopérant et en se coordonnant
- Savoir lire et écrire :
- Un compte de résultat
- Une marge
- Un tableau de trésorerie
- Un bilan
 - Réaliser une charte de travail en équipe
 - Présenter son analyse en réalisant un rapport écrit et oral
 - Avoir la capacité à trouver l'information pertinente, à l'évaluer et à l'exploiter
 - Avoir la capacité à entreprendre et à innover, dans le cadre de projets personnels ou par l'initiative et l'implication au sein de l'entreprise dans des projets entrepreneuriaux
 - Avoir la capacité à se connaître, à s'autoévaluer, à gérer ses compétences (notamment dans une perspective de formation tout au long de la vie), à opérer des choix professionnels

Contenu de l'ECUE :

- Gestion financière : l'emprunt, l'escompte, la marge, la trésorerie, la TVA, la sous-traitance, le compte de résultat, les immobilisations, le bilan,
- Utilisation d'outils collaboratifs
- Présenter son travail à l'écrit et à l'oral de manière professionnelle

Prérequis :

- Management

Modalités d'évaluation :

Jeu d'entreprise : Des évaluations notées lors de ces semestres ont lieu => écrites et orales en CCF (Contrôle en Cours de Formation Digital/Présentiel)



- QCM et exercices numériques : 45% (Individuel)
- Rapport d'activité : 15% (Collectif)
- Charte et indicateurs : 10% (Collectif)
- Jeu : 20% (Collectif)
- Présentation Professionnelle orale 10% (Collectif)

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Cours dispensé dans une salle équipée d'un tableau numérique, ordinateurs

Méthodes pédagogiques :

TD avec travail collectif en équipe en interspécialités

1h de cours magistral

Les autres heures étant des heures de travail en équipe

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	1h	2h			
2		2h			
3		2h			
4		2h			
5		2h			
6		2h			
7		2h			
8		2h			
9		2h			
10		2h			
11		2h			
12		2h			
13		2h			
14		2h30			

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC1	En prenant en compte les normes existantes du secteur concerné par le développement	N
TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel		
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	M
TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	M
TRANS2-C3-SC5	Mettre en valeur ses compétences	M
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M



C2-SC4		
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe		
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	A
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	A
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	A
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	A
TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement		
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	A
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	A
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	A
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	A
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC5	Piloter une démarche itérative (ex : « lean start up », « design thinking »), de l'idée au marché, qui mobilise des clients et des parties prenantes variées	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 6	UE : EI-FISA-S06-UE1
---------	------------	----------------------

EPU-F6-DDR - Éthique, Développement durable et responsabilité sociétale

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Éthique, Développement durable et responsabilité sociétale

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 6

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	14h	-	16h	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre les enjeux de la sécurité et de la protection des données privées dans le monde numérique (dont celui des objets connectés)
- Connaitre et comprendre le cycle de vie d'un produit ou service lié au domaine de l'Électronique-Informatique, depuis la conception jusqu'au recyclage
- Comprendre et connaître comment sont calculés les bilan carbone et bilan énergétique d'un produit/service
- Mener une réflexion sur l'impact écologique et sociétal des produits/services liés au domaine de l'Électronique-Informatique

Contenu de l'ECUE :

Le contenu de ce module est variable en fonction des intervenants mobilisables. Il se déroulera sous la forme de conférences donnée par des experts du domaine. Les thèmes abordés seront parmi :

- Enjeux sociaux et éthique de la sécurité informatique
- Les métaux rares utilisés pour l'électronique, la géopolitique associée, etc.
- Le recyclage des composants électroniques
- L'empreinte carbone de l'industrie élec et info
- La sobriété numérique
- Droit du logiciel libre et des licences
- Données de santé et Intelligence Artificielle
- Etc.

Prérequis :

- Module de développement durable et responsabilité sociétale du semestre 5



Modalités d'évaluation :

QCM en fin de conférence

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Amphi pour toute la promo

Méthodes pédagogiques :

Conférence générale donnée par des experts

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC6	Optimiser la consommation électrique d'un système.	A
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC1	En prenant en compte les normes existantes du secteur concerné par le développement	M
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC1	Effectuer un état de l'art scientifique et une veille des technologies pertinentes	M
EI-C4-SC2	Produire des travaux de réflexion sur une technologie émergente	A
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A
TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement		
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 6	UE : EI-FISA-S06-UE1
---------	------------	----------------------

EPU-F6-LAN - Anglais 2 FISA

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Anglais 2 FISA

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 6

Spécialités concernées : EI-FISA

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	30h	-	-	-	20h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

B2 en compréhension écrite et orale

B1 en expression écrite et orale

Contenu de l'ECUE :

- Thèmes abordés :

Describing a process.

Describing and analyzing facts and figures.

Advantages and disadvantages of a technology.

Sustainability in engineering

Prérequis :

- B1 en compréhension écrite et orale

Modalités d'évaluation :

/20 Compréhension orale (type news +/- 5 minutes)

/20 Test écrit portant sur la description de graphiques

/40 Projet Vidéo (Travail en autonomie)

/20 Contrôle continu à l'intérieur des groupes

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salles du Département des Langues ; Moodle

Pour ceux qui n'ont pas eu la moyenne au S5, inscription au parcours d'anglais général de Global Exam

Méthodes pédagogiques :

- TD en groupes de 18 maximum
- Travail de toutes les compétences
- Apprentissage par projet



Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1		2h			
2		2h			
3		2h			
4		2h			
5					CC 2h commun à tous les groupes
6		2h			
7		2h			
8		2h			
9		2h			
10		2h			
11		2h			
12		2h			
13		2h			
14		2h			
15		2h			CC 2h commun à tous les groupes

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	A
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	A
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	A
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	A
TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international		
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	A
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 6	UE : EI-FISA-S06-UE2
EPU-F6-IAL - Algorithmique élémentaire		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Algorithmique élémentaire

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Informatique et sciences de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
10h	12h	8h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de connaître et utiliser les concepts de base en algorithmique et des structures de données dynamiques élémentaires (listes chaînées, arbres, etc.).

Contenu de l'ECUE :

Le contenu de ce module est le suivant

- Évaluation d'un algorithme : validité, complexité. Invariant de boucles. Recherche dichotomique, présentation et étude de tris simples.
- Récursivité : validité et complexité d'un algorithme récursif, tri fusion, quicksort.
- Listes chaînées 1 : description, mise en place des primitives de gestion d'une liste simplement chaînée.
- Listes chaînées 2 : tri Radix, tri fusion (ou quicksort) avec listes circulaires.
- Arbres binaires : dictionnaires, arbres binaires de recherche

Les exemples utilisés seront essentiellement des algorithmes de tri. Les algorithmes seront tous écrits en langage C de sorte à pouvoir être expérimentés facilement par les étudiants.

Prérequis :

- Langage C (EPU-F5-ILC)

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle informatique sous Linux

Méthodes pédagogiques :

Cours/TD/TP



Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	A
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 6	UE : EI-FISA-S06-UE2
EPU-F6-IPO - Programmation Orientée Objet		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Programmation Orientée Objet

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Informatique et sciences de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
10h	6h	14h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre et savoir utiliser les notions de classes, objets, hiérarchie objet, accessibilité, surcharge, constructeurs, héritage, polymorphisme, etc.
- Construire correctement un modèle de classe en Python décrivant un système simple (ex : bibliothèque, comptes bancaires, etc.)
- Écrire un programme Python réalisant un traitement sur ce modèle (ex : lister les livres empruntés, lister les comptes à découvert, etc.)
- Programmer en Python une interface graphique pour gérer ce système

Contenu de l'ECUE :

En utilisant une méthode d'enseignement par apprentissage actif, les thèmes abordés sont les suivants :

- Programmation Orientée Objet (APP):
 - Classes, objets, accessibilité, surcharge, constructeurs
 - Héritage, polymorphisme
- Gestion des exceptions
- Programmation générique, collections (APP)
- Programmation graphique (classe inversée)

Prérequis :

Première expérience en programmation Python

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu,

Devoir maison

Travaux pratiques

Auto-évaluation formatives lors des APP

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :



juin 2025



Salle info Linux avec Python

Méthodes pédagogiques :

Méthode d'enseignement par apprentissage actif :

- Apprentissage Par Problème (APP) : séances de travail en groupe et en autonomie, cours d'approfondissement
- Classe inversée : travail en autonomie, exercice de mise en pratique
- Mini-projet à réaliser sur machine pendant les TPs pour la mise en pratique de tous les thèmes abordés

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus		
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)		
Année 3	Semestre 6	UE : EI-FISA-S06-UE2
EPU-F6-TTS - Traitement du signal		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Traitement du signal

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Informatique et sciences de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
28h	24h	8h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur sont capables, soit de façon analytique, soit sous Matlab, dans les domaines analogique et numérique, de :

- Analyser un signal (choisir les paramètres d'analyse et de numérisation, calculer le spectre par TF, TFTD, TFD ou TFCT, tracer le signal et le spectre et interpréter ces représentations temporelle et spectrale)
- (Ré)échantillonner ou (re)numériser un signal
- Concevoir et réaliser une démodulation d'amplitude (étant donné le schéma-bloc de la modulation)
- Analyser un filtre analogique ou numérique (calculer la fonction de transfert, la réponse en fréquence, les réponses impulsionnelle et indicielle, les pôles/zéros/gain, l'équation de récurrence, tracer les représentations, les interpréter, déterminer les propriétés et les caractéristiques des filtres)
- Concevoir un filtre numérique répondant à un problème donné, le vérifier et l'appliquer (spécifier les propriétés et le gabarit souhaités, synthétiser des filtres RIF ou RII par différentes méthodes)

Comme objectifs secondaires nécessaires, les étudiants sont aussi capables d'utiliser et de manipuler les outils mathématiques de transformée en Z, de transformées de Fourier (à temps continu, à temps discret), de série de Fourier, de transformée de Fourier discrète, de corrélation et de convolution discrète et circulaire.

De façon plus large, les compétences visées incluent les connaissances sur les signaux et systèmes analogiques et numériques ainsi que leur analyse et leur synthèse, la mobilisation d'outils mathématiques du signal et d'outils informatiques (matlab). De plus, la méthode pédagogique utilisée permet le développement de compétences de résolution de problème et de conception de solutions dans un cadre de travail collaboratif avec auto-évaluation de ses compétences.

Contenu de l'ECUE :

Signaux analogiques et signaux échantillonnés, analyses de Fourier (séries de Fourier, transformée de Fourier, transformée de Fourier à temps discret, transformée de Fourier discrète, transformée de Fourier à court terme, spectrogramme), échantillonnage, théorème de Shannon, choix des paramètres d'analyse (taille et type de fenêtre de pondération, zero-padding).

Filtres analogiques et numériques, produit de convolution, transformée de Laplace, transformée en z, caractéristiques des filtres (équation de récurrence, fonction de transfert, pôles et zéros, réponse en fréquence,



retard de groupe, réponse impulsionnelle, réponse indicielle), propriétés des filtres (réponse impulsionnelle finie ou infinie, stabilité, causalité, linéarité de phase, phase minimale, gain statique).

Modulation d'amplitude avec ou sans porteuse, démodulation synchrone ou asynchrone, bande latérale unique. Synthèse des filtres numériques, équivalence de la dérivation, invariance de la réponse impulsionnelle ou de la réponse indicielle, transformation homographique, filtres elliptiques, méthode de la fenêtre, échantillonnage spectral, filtres RIF optimaux.

Prérequis :

Compétences élémentaires de mathématiques, notamment d'analyse : savoir manipuler les nombres complexes (notamment calculer les racines de l'unité), les fonctions trigonométriques, manipuler et calculer la limite des suites et la somme des séries géométriques, déterminer les conditions de convergence, savoir tracer l'allure des fonctions usuelles (polynômes, fonctions trigonométriques), savoir manipuler et calculer les intégrales, savoir utiliser les outils de produit de convolution, de distributions (Dirac, peigne) ainsi que des transformées de Fourier et de Laplace, savoir décomposer une fraction rationnelle en éléments simples.

Modalités d'évaluation :

- Sommative : un contrôle continu par séquence, un devoir final sur table, un rapport et une soutenance de projet
- Formative : compte-rendus (APP, TP, projet)
- Auto-évaluation : du travail de groupe, des apprentissages individuels

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Le travail en groupe devant tableau nécessite des salles permettant cette configuration : plusieurs tableaux disposés tout autour de la salle, possibilité de disposer des tables devant les tableaux pour un travail de groupe de 4 à 8 étudiantes / étudiants. Les séances de TD sur machine nécessitent la mise à disposition du logiciel matlab avec la toolbox signal processing, soit sur les machines de l'école, soit sur les machines des étudiantes en licence partagée SU.

Méthodes pédagogiques :

L'approche pédagogique utilisée est l'apprentissage actif. La méthode pédagogique utilisée se fonde sur l'apprentissage par problème. L'enseignement est organisé sous la forme de 4 séquences comportant chacune :

- des séances de travail en groupe autour de situations-problèmes (APP),
- une séance de travaux dirigés (TD actif)
- une séance de travaux pratiques (TP sous matlab) pour affiner les compétences spécifiques,
- une séance de restructuration (catégorisé CM) visant à stabiliser les connaissances acquises,
- une évaluation des apprentissages (CC).

Les 4 séquences concernent : le traitement numérique et l'analyse spectrale des signaux, la modulation/démodulation d'amplitude, l'analyse et l'application des filtres numériques, la synthèse des filtres numériques.

En parallèle, a lieu la conception, la gestion et la réalisation d'un projet, par groupe.

Les déclarations sont normalisées au format cours / TD / TP / projet :

Les élèves ont en pratique 8h cours, 11h APP, 16h TD, 8h TP , 12h projet soit 60h élèves

le séquencement est composé de :

4 séquences identiques :

- 0h75 APP Aller
- 2h TD, 2h TD



- 2h APP Retour
- 2h cours Restructuration
- 1h contrôle (les trois premières séquences) en groupe de cours
- 12h de projet
- 2h pour le contrôle final (toute la promo)

l'encadrement est plus fort en APP : 2 enseignants pour un groupe de 18 élèves

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
2	etape1 AppAller1		etape2 TP1 FISA		
3			TP1 FISE		
4	etape1 AppRetour1	etape2 TD1 , etape3 TD2			
6	etape1 Restructuration1	etape3 AppAller2	etape4 TP2 FISA		etape2 EVAL1
7			TP2 FISE		
8	etape1 AppRetour2	etape2 TD3, etape3 TD4		pres PJ1 (2h)	
10	etape1 Restructuration2	etape3 AppAller3	etape4 TP3 FISATP3 FISE		etape2 EVAL2
11	etape1 AppRetour3	etape2 TD5, etape3 TD6		etape 4 PJ (3h)	
13	etape1 Restructuration3	etape3 AppAller4	etape4 TP4 FISA		etape2 EVAL3
14			TP4 FISE		
15	etape1 AppRetour4	etape2 TD7, etape3 TD8			
16	etape1 Restructuration4			etape2 PJ (3h)etape3 PJ (3h)	
18				sout PJ (2h)	CC final

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	N
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)



- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)

Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 6	UE : EI-FISA-S06-UE3
EPU-F6-EEN - VHDL Comportemental		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : VHDL Comportemental

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
16h	4h	10h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre l'utilité du langage VHDL et l'architecture d'une cible matérielle
- Écrire du code VHDL comportemental synthétisable
- Écrire du code VHDL pour la vérification (banc de test) et la modélisation (non synthétisable)
- Être capable de simuler un composant décrit en VHDL à l'aide d'un banc de test
- Maîtriser une suite logicielle de synthèse logique (Intel Altera)
- Maîtriser un environnement de simulation HDL (Modelsim)
- Être capable de décrire, simuler et synthétiser en VHDL les composants de base (multiplexeur, additionneur, décodeur, registres, compteur, mémoire, machine à états, etc.)
- Comprendre le fonctionnement d'un UART
- Décrire, simuler, implémenter et tester une IP UART

Contenu de l'ECUE :

Le cours de VHDL Comportemental vise à apprendre l'utilisation d'un langage de description matérielle afin de décrire des circuits numériques séquentiel et combinatoire. Il propose également de comprendre la structure interne des composants programmables et maîtriser les outils logiciels qui permettent d'implémenter des circuits numériques sur des FPGA.

Le cours met l'accent sur l'apprentissage du VHDL comportemental qui permet de décrire des circuits avec un plus haut niveau d'abstraction. Il vise également à apprendre les règles élémentaires qui permettent d'écrire du code VHDL synthétisable (VHDL RTL). Les bases de la vérification par banc de test sont également abordées dans ce cours afin de vérifier par simulation chaque description avant implémentation.

Prérequis :

- Base de l'électronique Numérique (circuit combinatoire, circuit séquentiel, portes logiques, bascules)
- Numération binaire, BCD et hexadécimal.

Modalités d'évaluation :



Le cours VHDL est évalué par deux travaux pratiques (50 %) et deux contrôles QCM sur Moodle (50 %). Le premier TP consiste à décrire un compteur BCD et un générateur PWM qui permet de mettre en œuvre plusieurs concepts vus pendant le cours et prendre en main une suite logicielle de synthèse logique (Intel Altera).

Le deuxième TP consiste à comprendre le protocole UART et décrire une interface qui permet de communiquer avec un PC à l'aide d'un convertisseur série / USB.

Les travaux pratiques sont évalués pendant la séance en validant les différentes étapes décrites dans le sujet.

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Logiciel : Modelsim, Intel Altera v18.1

Matériel : Carte de développement FPGA DE10-Lite de Térasic, convertisseur USB/Série

Méthodes pédagogiques :

Des exercices sur PC (Modelsim) sont prévus pendant les séances de cours.

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	CM1, CM2				
2	CM3, CM4				
3	CM5, CM6				
4	CM7, CM8		TP1		
5	CM9		TP2		
6			TP3		

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC1	Concevoir, synthétiser et valider une IP numérique décrite en HDL RTL	A
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	A
EI-C2-SC4	Utiliser un environnement de développement intégré de co-conception logiciel et matériel.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 6	UE : EI-FISA-S06-UE3
EPU-F6-IMC - Micro-contrôleur 1		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Micro-contrôleur 1

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
6h	6h	18h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Expliquer de manière précise et claire les principes fondamentaux des microcontrôleurs, en décrivant leur structure interne, leur fonctionnement et leurs applications courantes.
- Analyser et expliquer l'architecture d'un microcontrôleur, en décrivant les différentes parties telles que le processeur central, la mémoire, les interfaces d'entrée/sortie et les périphériques intégrés.
- Maîtriser l'interfaçage électronique des broches du microcontrôleur, en comprenant les concepts tels que les broches d'entrée et de sortie, les niveaux logiques, les résistances de pull-up/pull-down, les modes d'entrée/sortie, les protocoles de communication et les interfaces matérielles.
- Identifier et comprendre les composants de base de la chaîne de développement pour les microcontrôleurs, tels que le compilateur, le linker, l'éditeur de code, le programmeur, le débogueur, l'émulateur, le simulateur, etc., en expliquant leur rôle et leur fonctionnement dans le processus de développement des microcontrôleurs.
- Configurer et utiliser un environnement de développement intégré (IDE)
- Écrire en langage C un programme permettant la configuration et l'utilisation d'un ou de plusieurs périphériques du microcontrôleur STM32F103 : les entrées/sorties numériques, les entrées analogiques, les Timers et la liaison série asynchrone (USART)
- Diagnostiquer et résoudre des problèmes courants liés à la programmation et à l'utilisation des microcontrôleurs, en utilisant des outils de débogage et des techniques de résolution de problèmes.
- Mettre en œuvre un système embarqué à base de microcontrôleur, permettant de : (i) l'acquisition d'un signal analogique et/ou numérique, (ii) le traitement numérique de ce signal, (iii) le contrôle et/ou la commande d'un processus et (iv) la communication avec un autre système embarqué

Contenu de l'ECUE :

- Introduction aux microcontrôleurs & architecture des microcontrôleurs - cas des microcontrôleurs de la famille STM32F1 avec un core CORTEX M3
- Chaîne de développement pour les microcontrôleurs et Programmation en langage C
- Interfaçage électronique des broches du microcontrôleur : Interfaces électroniques qui permettent de



- relier le microcontrôleur aux composants externes
- Méthodes de débogage et de résolution de problèmes
 - Mécanismes d'interruption
 - Mise en œuvre d'un système embarqué

Prérequis :

- Programmation en langage C
- Structure et fonctionnement des ordinateurs
- Bases d'électronique analogique (filtrage, amplification, montage à base de transistors) et numérique (encodage binaires, portes logiques, mémoires, bus d'adresse, bus de donnée, bus de contrôle),
- Utilisation d'équipement de laboratoire pour la mesure (oscilloscope, multimètre) pour la génération de signaux (générateur de signaux basses fréquences (GBF)) et pour l'alimentation électrique

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Devoir maison

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle équipée d'ordinateurs pour les cours /TD

Salle de TP d'électronique ou d'informatique

Pour chaque étudiant :

- Boitier Analog Discovery 2
- Carte de développement NUCLEO-STM32F103
- Boîte de composants : lots de fils, 2x boutons poussoirs, 5x LEDs, 1x capteurs de températures DS18B20 ; 1x MOSFET de puissance ; 2x led de puissance 5 W

Méthodes pédagogiques :

Pédagogie classe inversée. Tutoriels à réaliser

- Cours sous la forme de travaux dirigés en salle machines avec comme support pédagogique les tutoriels réalisés par les élèves
- Travaux pratiques

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)



juin 2025



- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)

Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 6	UE : EI-FISA-S06-UE3
EPU-F6-EEA - Composants et Circuits Microélectroniques		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Composants et Circuits Microélectroniques

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 8

Effectif visé : 60

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Mots clefs :

semiconducteurs, technologie MOS, SPICE, Mesures&Tests

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
12h	10h	8h	-	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Identifier les fonctions et circuits microélectroniques de bases
- Concevoir une fonction ou un circuit en technologie MOS selon un cahier des charges
- Simuler/mesurer la caractéristique I-V d'un composant et le modéliser en schéma équivalent
- Développer un code d`acquisition en Python pour automatiser les mesures I-V par source mètre (*SMU*)
- Interpréter les caractéristiques d'un composant et les performances (fréquence, gain) d'un circuit

Contenu de l'ECUE :

Les composants et circuits constituants l'ensemble des applications électroniques qui nous entourent sont fabriqués en technologie MOS. Il est indispensable pour l'électronicien en devenir de se familiariser avec le vocabulaire, les composants et les circuits qui constituent les briques élémentaires des systèmes intégrés complexes qui seront utilisés sous formes de librairies ou de cartes. Dans ce cours, les principaux composants semiconducteurs, leur modélisation et leurs caractéristiques seront présentés. Dans un premier temps, nous étudierons les composants élémentaires et les différents régimes de fonctionnement et polarisations. Dans un second temps, l'accent sera mis sur les transistors MOS et les fonctions qui découlent d'un assemblage judicieux pour dimensionner un circuit en amplification ou en commutation voire une source de courant ou une fonction logique.

Prérequis :

Acquis du premier cycle ingénieur en mathématique, topologie des circuits électroniques, quadripôles et leurs associations, lois de Kirchhoff et instrumentation de mesures.

Modalités d'évaluation :



- 2 contrôles supervisés sur table documents autorisés - 60%
- Quizz sur les cours obligatoires - bonifiés
- Devoirs d'approfondissements facultatifs - bonifiés
- Travaux pratiques évalués en temps réel / 1 heure d'évaluation pendant le TP2 - 40%

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle de cours pour au moins 60 étudiants avec vidéoprojecteur intégré
- Salle TP électronique avec accès PC et SMU
- LTSpice – IDE Python Jupyter lab/VScode via Anaconda

Méthodes pédagogiques :

L'étude et la conception de circuits microélectroniques est un vaste chantier qui ne peut entièrement être couvert dans ce module. Les matériels pédagogiques et des références bibliographiques sont mis à la disposition des étudiants sur la plateforme du cours (Moodle). Les TD sont volontairement surdimensionnés pour offrir aux étudiants la possibilité d'approfondir leur apprentissage en autonomie. Une implication forte est attendue pour la préparation des travaux dirigés, TP et approfondissements afin d'optimiser le temps de présentiel sur les notions peu ou pas assimilées. Pour la première partie relevant des technologies de fabrications des composants semiconducteurs, des tutoriaux sourcés sont recommandés pour traiter le sujet en autonomie : un CM0/TD0 et une feuille de calcul Jupyter notebook sont à la disposition des étudiants. Des évaluations sous formes de Quizz seront proposées afin de jauger l'assimilation des notions pour chaque composant et technologie.

- Le travail en binôme ou trinôme est encouragé pour les devoirs en autonomie.
- Les travaux pratiques seront évalués en temps réel. Il est exigé que les étudiants aient préparé leur travail en ayant téléchargé les logiciels (si applicable), lu la documentation des instruments utilisés et revue la théorie afférente au sujet du TP.
- Les étudiants sont encouragés à poser des questions pendant ou à la fin du CM/TD mais d'éviter les courriels. Un courriel de groupe sera néanmoins considéré et les réponses apportées au plus tard au cours suivant.

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h	2h			
3	2h	2h			
4	2h	2h			évaluation 1 - 1h CC
5			4h - simulation SPICE		
7	2h	2h			
8	2h	2h			
9			4h - Mesures I-V & commande instrument		1h évaluation TP en fin de séance
13					évaluation 2 - 2h CC

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	A



SC3		
EI-C1- SC4	Concevoir, modéliser et prototyper avec les outils disponibles dans l'environnement de travail et les appareils de mesures pertinents	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaisances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 3	Semestre 6	UE : EI-FISA-S06-UE3
---------	------------	----------------------

EPU-F6-EPV - Projet VHDL

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Projet VHDL

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	-	-	30h	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre l'architecture d'un processeur RISC
- Être capable de décrire et simuler en VHDL les briques de base d'un processeur RISC (banc de registre, mémoire, ALU, unité de gestion des instructions, unité de traitement, décodeur d'instructions, etc..)
- Être capable de décrire, simuler en VHDL un cœur de processeur RISC (RISCV ou ARM7TDMI)
- Synthétiser, implémenter et tester le processeur sur une carte FPGA

Contenu de l'ECUE :

Le projet commence avec 3 séances de cours pour présenter l'architecture du processeur qu'il faudra concevoir pendant le projet. Le cours portera également sur les différentes étapes à suivre pour décrire un cœur de processeur.

Le projet propose de décrire le cœur d'un processeur ARM7TDMI ou RISCV en plusieurs étapes :

- Décrire et simuler les composants de bases qui constituent le processeur (Multiplexeur, Unité Arithmétique et Logique, extension de signe, registre, banc de registre, mémoire d'instructions, mémoire de données, etc...)
- Décrire et simuler l'unité de traitement qui rassemble les composants de bases précédemment décrit.
- Décrire et simuler l'unité de gestion des instructions : incrémentation du compteur de programme et gérer les sauts et les offsets.
- Décrire l'unité de contrôle avec le décodeur des instructions
- Assembler les différentes et simuler l'exécution d'un petit code assembleur.
- Synthèse du processeur et implémentation sur carte FPGA.
- Description et simulation d'un périphérique UART
- Ajouter le périphérique UART au processeur et échanger des messages entre le processeur et un PC via la liaison série.

Prérequis :

- Base de l'électronique Numérique (circuit combinatoire, circuit séquentiel, portes logiques, bascules)



- Langage assembleur
- Numération binaire, BCD et hexadécimal.
- VHDL comportemental

Modalités d'évaluation :

Résultats du projet :

- Code source, banc de test et script de simulation. Résultats de synthèse (fichier .sof)
- Rapport de projet qui répond aux différentes questions posées dans le sujet et précise par des captures d'écrans les simulations réalisées (cf ce quelle ont permis de vérifier).

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Cours : salle de cours

TP : salle informatique ou électronique

Méthodes pédagogiques :

Apprentissage par projet

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC1	Concevoir, synthétiser et valider une IP numérique décrite en HDL RTL	A
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	M
EI-C2-SC4	Utiliser un environnement de développement intégré de co-conception logiciel et matériel.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 7	UE : EI-FISA-S07-UE1
---------	------------	----------------------

EPU-F7-LAN - Anglais FISA

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Anglais FISA

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 4

Spécialités concernées : EI-FISA

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	30h	-	-	-	20h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

- B2 en Compréhension orale et écrite
- B2 en expression orale

Contenu de l'ECUE :

- Projet Dragon's Den : Faire un business plan pour une start-up
- Compréhension orale
- Business English vocabulary

Prérequis :

- B1 dans toutes les compétences

Modalités d'évaluation :

- Présentation orale en groupe (40 %)
- Expression écrite (20%)
- Toeic blanc (40%)

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salles du département des Langues ; Moodle ; Pour les plus faibles inscriptions aux exercices Toeic de Global exam

Méthodes pédagogiques :

- Apprentissage par projet

Séquencement	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1		2h			
2		2h			



3		2h			
4		2h			
6		2h			
7		2h			
8		2h			Présentations orales
9		2h			Présentations orales
10		2h			Test écrits
11		2h			
12		2h			
13		2h			
14		2h			
15		2h			CC 2h commun à tous les groupes

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international		
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	M
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 7	UE : EI-FISA-S07-UE1
---------	------------	----------------------

EPU-F7-SMP - Management et Projet 1

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Management et Projet 1

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 4

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	30h	-	-	-	-

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel		
TRANS2-C3-SC5	Mettre en valeur ses compétences	A
TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	A
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	A
TRANS2-C3-SC3	Maîtriser les outils et les enjeux liés à son identité professionnelle	N
TRANS2-C3-SC4	Construire et mobiliser un réseau professionnel	N
TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe		
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	A
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	A
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	A
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	A
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M



TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	A
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	A
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	A
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC4	Exploiter concrètement et techniquement les résultats de la recherche lors de la conception de nouveaux systèmes	N
EI-C4-SC5	Piloter une démarche itérative (ex : « lean start up », « design thinking »), de l'idée au marché, qui mobilise des clients et des parties prenantes variées	A
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	A
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	A
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC1	En prenant en compte les normes existantes du secteur concerné par le développement	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 7	UE : EI-FISA-S07-UE2
EPU-F7-MA4 - Mathématiques pour l'IA		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Mathématiques pour l'IA

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Sciences de l'ingénieur et approfondissements

Nombre de crédits de l'UE : 8,5

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
8h	7h	-	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Maitriser les notions de base de statistique, dont la régression linéaire
- Connaitre et comprendre la théorie de l'apprentissage statistique
- Connaitre et comprendre les méthodes de classification linéaire

Contenu de l'ECUE :

Ce module sert de préambule mathématique pour le cours d'introduction à l'Intelligence Artificielle du semestre 7, en y introduisant les bases mathématiques nécessaires pour la compréhension.

- Notions élémentaires de statistique (modèle statistique, intervalle de confiance, régression linéaire)
- Introduction à la théorie de la décision (fonction de perte, fonction de prédiction, erreur optimale)
- Introduction à la théorie de l'apprentissage statistique
- Aperçu des méthodes de classification linéaire

Prérequis :

Probabilité de base

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Méthodes pédagogiques :

Cours + TD

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		



EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 7	UE : EI-FISA-S07-UE2
EPU-F7-TAU - Asservissement, automatique		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Asservissement, automatique

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Sciences de l'ingénieur et approfondissements

Nombre de crédits de l'UE : 8,5

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
16h	12h	2h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Connaître les outils de description et d'étude des systèmes asservis
- Identifier un système à partir de sa réponse temporelle ou fréquentielle à une stimulation
- Estimer les caractéristiques d'un système bouclé (rapidité, précision et stabilité)
- Dimensionner et de mettre en œuvre un correcteur analogique à partir d'un cahier des charges
- Mettre en œuvre les méthodes propres aux asservissements linéaires continus.

Contenu de l'ECUE :

Systèmes en boucle ouverte, intérêt du bouclage, chaîne directe, chaîne de retour, fonctions de transfert en boucle ouverte et en boucle fermée.

Identification des systèmes.

Stabilité des systèmes bouclés : critères de stabilité algébriques et graphiques.

Marges de gain, marge de phase. Prédétermination des caractéristiques des systèmes en boucle fermée à partir des données du système en boucle ouverte.

Précision des systèmes en boucle fermée, erreurs de position, de vitesse, d'accélération.

Corrections proportionnelle, proportionnelle intégrale (PI), proportionnelle dérivée (PD) et proportionnelle intégrale dérivée (PID). Justification du choix d'un correcteur, calcul et implémentation.

Exemples d'applications en lien avec les autres matières enseignées dans la formation EI.

Prérequis :

- Systèmes linéaires du premier et du second ordre : fonction de transfert, représentation de Bode.
- Transformation de Laplace, : principe, décomposition en éléments simples, utilisation de tables.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Travaux pratiques

Méthodes pédagogiques :



juin 2025



Cours/TD/TP

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		Niveau attendu
Code	Compétences	
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 7	UE : EI-FISA-S07-UE2
EPU-F7-IIA - Introduction à l'Intelligence Artificielle		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Introduction à l'Intelligence Artificielle

Coefficient de l'ECUE : 2,5

Unité d'enseignement (UE) : Sciences de l'ingénieur et approfondissements

Nombre de crédits de l'UE : 8,5

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
14h	-	16h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre et coder des techniques modernes de classification de données visuelles.
- Comprendre dans ce cadre les principes de l'intelligence artificielle moderne à l'heure du big data et du deep learning.

Contenu de l'ECUE :

Introduction générale sur l'ensemble des problèmes et techniques d'intelligence artificielle et en particulier d'apprentissage automatique (Machine Learning).

Séquence pédagogique :

- Cours d'Introduction : Domaine d'application, Historique)
- Historique sur les différentes techniques d'intelligence artificielle : machine learning, SVM, apprentissage supervisé, apprentissage non supervisé.
- TP : Intro à Python, test de plusieurs réseaux avec Keras.
- Inventaire des Framework , approfondissement sur *Keras, Tensorflow ou Pytorch*.
- TP: Inférence sur de la reconnaissance de visage à partir des images de célébrité.
- Aspects plus théorique des framework (rétro propagation de gradients).
- TP: Test sur plusieurs architectures de réseaux de neurones.
- TP-Projet : Inférence sur les visages des élèves de la classe
- Devoir sur table

Prérequis :

Module *Mathématiques pour l'IA*

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Travaux pratiques



Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle info avec Python+Keras+PyTorch+Tensorflow

Méthodes pédagogiques :

Cours / TP / Projet

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC5	Optimiser un algorithme logiciel en utilisant des techniques de parallélisme.	N
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	A
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC1	Effectuer un état de l'art scientifique et une veille des technologies pertinentes	A
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 7	UE : EI-FISA-S07-UE2
EPU-F7-IAL - Approfondissement SE : Algorithmique avancée		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement SE : Algorithmique avancée

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Sciences de l'ingénieur et approfondissements

Nombre de crédits de l'UE : 8,5

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
5h	10h	-	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre des modèles de mathématiques discrètes
- Reconnaître, formaliser puis résoudre efficacement des problèmes informatiques complexes (en utilisant les algorithmes adéquats)

De plus, l'élève doit acquérir une certaine maîtrise des techniques algorithmiques ainsi que leur analyse et leur conception (choix des structures de données).

Contenu de l'ECUE :

Ce cours est structuré de la façon suivante :

- Une séance dédiée à l'introduction à la théorie des graphes (aspects mathématiques) ;
- Deux séances dédiées à l'algorithmique sur les graphes (principaux algorithmes : DFS, BFS, recherche de composante connexe et fortement connexe, arbre couvrant de poids minimum, arborescence des plus courts chemin, problème de flot et ses applications) ;
- Une séance dédiée à l'algorithmique du texte (Morris-Pratt, Knuth-Morris & Pratt, Boyer-Moore) ;
- Une séance dédiée à une introduction aux langages et aux automates (théorème de Kleene) ;

Prérequis :

- Maîtrise d'un langage de programmation (C, C++, Python)
- Maîtrises d'un certain nombre des structures de données élémentaires et de bases de l'analyse des algorithmes, comme vu au module *Algorithmique élémentaire* du S6

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Méthodes pédagogiques :

Cours/TD



juin 2025



Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC5	Optimiser un algorithme logiciel en utilisant des techniques de parallélisme.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4

Semestre 7

UE : EI-FISA-S07-UE2

EPU-F7-EEL - Approfondissement HF : Electromagnétisme et lignes de transmission

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement HF : Electromagnétisme et lignes de transmission

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Sciences de l'ingénieur et approfondissements

Nombre de crédits de l'UE : 8,5

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
12h	10h	8h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Modéliser une ligne bifilaire, et de calculer les grandeurs caractéristiques (impédances, coefficient de réflexion, taux d'onde stationnaire).
- Optimiser le transfert de puissance d'un signal RF à haute fréquence.
- Utiliser et d'exploiter le matériel spécifique (analyseur de réseau) ainsi que les abaques type abaque de Smith.

Contenu de l'ECUE :

Cette ECUE constitue une première approche à l'étude de la propagation des champs électromagnétiques dans différents types de milieux tels que les matériaux diélectriques, conducteurs et magnétiques ainsi que les milieux naturels. Elle permet de poser les bases de l'étude de la propagation en introduisant notamment les notions d'absorption et de dispersion.

La première partie de cette ECUE est dédiée à l'application des équations des Maxwell à la propagation des ondes électromagnétiques. Elle couvre les chapitres suivants :

- Introduction générale : présentation du domaine des microondes et ses applications.
- Rappel aux équations de Maxwell
- Équations de d'Alembert et de Helmholtz et leurs solutions : Ondes planes élémentaires
- Milieux diélectriques, magnétiques, conducteurs
- Effet de peau et conditions de passage
- Théorème de Poynting

La deuxième partie de l'ECUE vise l'étude des phénomènes de propagation et de réflexion des ondes sur les lignes, dans les guides et en espace libre. Elle présente les technologies des lignes de transmission et leurs caractéristiques. Elle couvre les chapitres suivants :

- Transmission guidée d'informations, technologies : lignes bifilaires, guides d'ondes métalliques, fibres optiques : caractéristiques, bandes de fréquence...
- Modélisation électrique d'une ligne bifilaire en mode TEM, équation des télégraphistes, ondes de



tension et de courant, (rappels sur les ondes sinusoïdales : propagation, fréquence, longueur d'onde, vitesse de phase), impédance caractéristique d'une ligne, constante de propagation complexe.

- Coefficient de réflexion, impédance ramenée.
- Tension et courant sur la ligne. Ondes stationnaires. Taux d'onde stationnaire. Return loss.
- Abaque de Smith.
- Transmission de l'énergie sur les lignes, pertes, désadaptation. Répartiteur d'énergie.
- Adaptation, à un stub, à constantes localisées, complexes.
- Matrice de distribution. Analyseur de réseau.

Prérequis :

- Bases d'électrocinétique, représentation complexe, bases d'électrostatique, de magnétisme et d'electromagnétisme.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Devoir maison

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salles de cours, salles de TP avec le matériel électronique spécifique au domaine de l'hyperfréquence

Méthodes pédagogiques :

Méthodes expositive et démonstrative

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC4	Concevoir, modéliser et prototyper avec les outils disponibles dans l'environnement de travail et les appareils de mesures pertinents	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4

Semestre 7

UE : EI-FISA-S07-UE2

EPU-F7-IGE - Approfondissement MEN : Gestion d'énergie dans les systèmes embarqués

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement MEN : Gestion d'énergie dans les systèmes embarqués

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Sciences de l'ingénieur et approfondissements

Nombre de crédits de l'UE : 8,5

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
14h	-	16h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Mesurer et analyser la consommation d'énergie d'un système embarqué à l'aide d'outils matériels et logiciels dédiés.
- Développer du code embarqué pour la gestion de l'énergie, y compris la gestion des tâches, de la mémoire et des entrées/sorties.
- Élaborer des stratégies de gestion de l'alimentation en logiciel, y compris la gestion des modes de sommeil et d'éveil.
- Mettre en œuvre des stratégies de gestion d'énergie en temps réel basées sur des événements et des capteurs.
- Choisir et dimensionner des composants matériels pour la réduction de la consommation d'énergie
- Gérer la consommation d'énergie pour les interfaces et de désactiver les périphériques inutilisés
- Connaitre et mettre en œuvre des techniques de gestion de l'alimentation pour les dispositifs sans fil, y compris la gestion de la puissance de transmission (Tx)
- Connaitre le rôle et des fonctions du Power Management Unit (PMU) dans la gestion de l'alimentation des systèmes embarqués
- Gérer la connectivité de manière sélective pour économiser de l'énergie
- intégrer la gestion de l'énergie avec la communication sans fil dans le contexte des réseaux de capteurs.

Contenu de l'ECUE :

- Introduction à la gestion d'énergie dans les systèmes embarqués
- Instrumentation et mesure de la consommation d'énergie d'un système embarqué
- Technique de gestion matérielle de la consommation d'énergie
- Technique de gestion logicielle de la consommation d'énergie
- Power Management Unit (PMU)
- Gestion de l'Énergie dans les Réseaux de Capteurs



Prérequis :

- Programmation en langage C
- Microcontrôleurs
- Électronique analogique
- Composants de puissance

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Devoir maison

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle équipée d'ordinateurs pour les cours /TD

Salle de TP d'électronique ou d'informatique

Pour chaque étudiant :

- Boitier Analog Discovery 2
- Carte de développement à base de NRF52840
- Outils de mesure de courant pour système embarqué : Power Profiler Kit II

Boite de composants : lots de fils, 2x boutons poussoirs, LEDs

Logiciels : Keil microvision 4 ; Waveforms de Digilent (Boitier Analog Discovery 2) ; logiciel Power Profiler Kit de Nordic

Méthodes pédagogiques :

Pédagogie classe inversée. Tutoriels à réaliser

- Cours sous la forme de travaux dirigés en salle machines avec comme support pédagogique les tutoriels réalisés par les élèves
- Travaux pratiques

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC6	Optimiser la consommation électrique d'un système.	M
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)



juin 2025



- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 7	UE : EI-FISA-S07-UE3
EPU-F7-IMC - Micro-contrôleur 2		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Micro-contrôleur 2

Coefficient de l'ECUE : 2,5

Unité d'enseignement (UE) : Informatique

Nombre de crédits de l'UE : 8,5

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
6h	6h	18h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Expliquer de manière précise et claire les principes fondamentaux de base des bus de communication série tels que l'I2C, le SPI et le bus CAN
- Analyser et expliquer les protocoles de communication série (I2C, SPI et Bus CAN)
- Maîtriser les techniques de lecture et d'écriture des données sur les bus de communication série, en tenant compte des spécificités de chaque protocole (par exemple, le format des trames, les bits de contrôle, les adresses, etc.).
- Gérer les interruptions et les événements liés aux bus de communication série pour garantir une communication fiable et réactive.
- Évaluer les performances des bus de communication série : mesurer les performances des bus de communication série en termes de débit de transfert de données, de latence et d'efficacité,
- Évaluer les limitations et les contraintes liées à chaque protocole : gestion de la charge de données et la résistance aux interférences.
- Résoudre des problèmes liés à la communication série : débogage d'un problème de communication série, y compris la détection et la correction des erreurs de communication, la gestion des conflits de bus, la synchronisation des données et le dépannage des problèmes spécifiques au bus CAN.
- Concevoir des circuits avec des microcontrôleurs et des périphériques série : interfaces matérielles, les niveaux de tension, les pull-up/pull-down et la gestion des signaux.
- Gérer la consommation électrique des microcontrôleurs : Comprendre les techniques de gestion de la consommation électrique des microcontrôleurs, telles que la gestion de l'alimentation, les modes de veille, la gestion de l'horloge et l'optimisation des performances pour réduire la consommation d'énergie.

Contenu de l'ECUE :

- Introduction aux bus de communication série
- Les protocoles de communication série : I2C et SPI
- Le protocole de communication du Bus CAN



- Techniques de lecture et d'écriture de données sur les bus de communication série : Gestion des interruptions et des événements
- Évaluation des performances des bus de communication série
- Gestion de la consommation électrique des microcontrôleurs
- Exemples de mise en œuvre de bus de communication série : débogage et conception de circuits
- Gestion de la consommation électrique des microcontrôleurs

Prérequis :

- EPU-F6-IMC - Micro-contrôleur 1
- Électronique analogique
- Programmation en langage C

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Devoir maison

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle équipée d'ordinateurs pour les cours /TD

Salle de TP d'électronique ou d'informatique

Pour chaque étudiant :

- Boitier Analog Discovery 2
- Carte de développement NUCLEO-STM32F103
- Boîte de composants : fils, boutons poussoirs, LEDs, 1x capteur de température et d'humidité I2C (HDC1080 de Texas Instruments) ; 1x capteur de luminosité ambiante I2C (VEML7700 de Vishay Semiconductors) ; 1x capteur de pression I2C/SPI (LPS25H de STMicroelectronics) ; 2x transceiver Bus Can (MCP2551)

Méthodes pédagogiques :

Pédagogie classe inversée. Tutoriels à réaliser

- Cours sous la forme de travaux dirigés en salle machines avec comme support pédagogique les tutoriels réalisés par les élèves
- Travaux pratiques

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	M



EI-C2-SC4	Utiliser un environnement de développement intégré de co-conception logiciel et matériel.	A
-----------	---	---

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 7	UE : EI-FISA-S07-UE3
---------	------------	----------------------

EPU-F7-IRE - Réseaux

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Réseaux

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Informatique

Nombre de crédits de l'UE : 8,5

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
10h	4h	16h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre les principes derrière la conception des réseaux de télécommunication
- Comprendre l'architecture protocolaire des réseaux IP
- Comprendre les protocoles permettant le développement d'applications en réseaux

Contenu de l'ECUE :

Le contenu du module est le suivant :

- Éléments de théorie des communications, modèle en couches (couche physique, couche liaison, couche réseau, couche transfert, couches hautes)
- Architecture de l'Internet TCP/IP. Description des principaux protocoles de transfert de données entre ordinateurs utilisés par les applications Internet (HTTP, FTP, DNS, TCP, UDP, IP, Ethernet)
- Contrôle de flot, contrôle de congestion, gestion de trafic.
- Adressage IP, protocoles de routage IP.
- Réseaux locaux : interopérabilité entre IP et Ethernet, mise en œuvre d'applications reparties. Activation de processus distants.

Les protocoles majoritairement utilisés dans l'Internet actuel sont expliqués, comparés et expérimentés par le biais de travaux pratiques.

Prérequis :

- Électronique Numérique
- Programmation en langage C
- Architecture des ordinateurs

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Travaux pratiques



juin 2025



Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle informatique Linux

Méthodes pédagogiques :

Cours/TD/TP

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 7	UE : EI-FISA-S07-UE3
EPU-F7-IOT - Internet des Objets (IoT)		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Internet des Objets (IoT)

Coefficient de l'ECUE : 4

Unité d'enseignement (UE) : Informatique

Nombre de crédits de l'UE : 8,5

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
15h	-	30h	-	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre les fondamentaux de l'IoT et ses marchés émergents (IA, Big Data, Energy Harvesting)
- Connaissance de l'architecture des systèmes IoT et des acteurs clés.
- Maîtrise des technologies LPWAN (LoRaWAN et Sigfox)
- Concevoir et mettre en œuvre un capteur connecté en utilisant un module LPWAN,
- Acquérir des compétences en programmation avec des langages et des outils web essentiels (HTML, CSS, JavaScript, PHP, NodeJS, Python) pour le développement d'applications IoT.
- Comprendre et utiliser des protocoles spécifiques à l'IoT tels que les API RESTful, MQTT et CoAP pour la communication entre dispositifs connectés.
- Prendre en main et utiliser efficacement une plateforme Cloud telle que Node Red pour le déploiement et la gestion d'applications IoT.
- Stocker et gérer les données des capteurs dans une base de données structurée avec un schéma relationnel efficace.
- Concevoir et construire un serveur web qui permettent l'accès et la présentation efficace des données de monitoring IoT.

Contenu de l'ECUE :

Étudier l'ensemble des techniques qui permettent d'appréhender le domaine de l'internet des objets (Internet Of Things : IoT). Étudier et comprendre toutes les couches matérielles et logicielles qui existent entre un capteur physique et la représentation de ses données sur une application web.

L'objectif final de ce cours est de permettre aux élèves de déployer un réseau de capteurs sans fils utilisant des plateformes matérielles pour le monitoring d'une habitation, de faire de la fusion de capteurs, de stocker les valeurs de capteurs lues dans une base de données structurée avec un schéma relationnel efficace, et de concevoir le serveur web permettant d'accéder à toutes les données de monitoring depuis n'importe quel ordinateur client, en les présentant de manière efficace et graphique.

Un accent particulier est mis sur les aspects client-serveur et sur la performance en termes de données traitées et de réactivité.



Prérequis :

- Microcontrôleur
- Langage C
- Réseau

Modalités d'évaluation :

Travaux pratiques

Examen

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salles de TPs

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	CM1 (YD)				
2	CM2 (YD)		TP1 (YD)		
3	CM3 (YD)		TP2 (YD)		
4			TP3(YD)		
5	CM4 (RC)		TP4(YD)		
6	CM5 (RC)		TP5 (RC)		
7			TP6 (RC)		
8			TP7 (RC)		
9	CM6 (RC)		TP8 (RC)		
10	Exam (1h)				

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	M
EI-C2-SC6	Optimiser la consommation électrique d'un système.	A
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC1	En prenant en compte les normes existantes du secteur concerné par le développement	A
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)



- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)

Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 7	UE : EI-FISA-S07-UE4
EPU-F7-EEA - Electronique mixte analogique-numérique		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Electronique mixte analogique-numérique

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Electronique

Nombre de crédits de l'UE : 4

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
9h	9h	12h	-	-	5h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Connaître les différences sources de bruit en électronique, leur modélisation au niveau composant et leur influence dans les circuits tels qu'un amplificateur.
- Choisir des composants pour optimiser un rapport signal sur bruit d'une chaîne d'acquisition
- Être capable de choisir un CAN à partir de la connaissance de sa structure et de ses principaux paramètres (précision, rapidité, consommation) en fonction des domaines d'applications.

Contenu de l'ECUE :

Cet ECUE introduit la structure et les caractéristiques essentielles des interfaces analogiques-numériques présents dans la plupart des systèmes électroniques. Les notions essentielles sur le bruit, fondamentaux pour comprendre les enjeux dans la conception de ces interfaces, sont préalablement présentés.

L'ECUE est composé de 2 parties : 1/ Bruit, 2/ Conversion analogique-numérique et numérique-analogique, **Bruit :**

Types de bruit : bruit blanc, bruit coloré, modélisation. Bruit dans les composants et circuits. Modélisation, bande équivalente de bruit, mesure de bruit, application aux montages à amplificateurs opérationnels.

Conversion analogique numérique :

Effets de la numérisation et du (sur)-échantillonnage d'un signal temporel (bruit de quantification, théorème de Shannon, repliement spectral). Principales caractéristiques statiques et dynamiques (SNR, ENOB, bande passante, linéarités DNL et INL, SFDR) des convertisseurs analogiques numériques (CAN).

Gabarit des filtres anti-repliement. Structures, principes de fonctionnement et domaines d'application des principaux types de CAN (flash, subranging, pipeline, simple et double rampe, approximation successives, entrelacement temporel, sigma-delta).

Prérequis :

- Base en traitement du signal.
- Lois fondamentales de l'électricité. Techniques de calculs de circuits électroniques analogiques.
- Réponse des systèmes linéaires, diagrammes de Bode, transformée de Laplace.



- Notions sur les systèmes asservis linéaires continus et le filtrage analogique.
- Montages amplificateurs à amplificateur opérationnel : régime linéaire et commutation.

Modalités d'évaluation :

Bruit : une interrogation écrite 1h

Conversion analogique numérique : une interrogation écrite 1h.

TP notés

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

salle électronique /informatique

Méthodes pédagogiques :

Méthodes expositive et démonstrative

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	CM1 bruit	TD 1 bruit			
2	CM2 bruit	TD2 bruit			
3	CM1 conversion	TD1 conversion			
4	CM2 conversion	TD2 conversion			
5			TP1 TP2		
6			TP3		eval 1h + 1h

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 7	UE : EI-FISA-S07-UE4
EPU-F7-EAR - Architecture des systèmes embarqués		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Architecture des systèmes embarqués

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 4

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
6h	-	24h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre les différents types d'architectures de processeurs et leurs applications.
- Concevoir un SoPC en utilisant la suite logicielle Intel Altera pour implémenter un processeur RISC sur FPGA.
- Ajouter des périphériques personnalisés à un SoPC (Système On programmable Chip).
- Réaliser un projet de conception d'un radar 2D en intégrant des périphériques pour un télémètre ultrason et un servomoteur, et en affichant les résultats sur un écran VGA.

Contenu de l'ECUE :

Ce module vise à fournir une compréhension approfondie de l'architecture des systèmes embarqués modernes, y compris les processeurs RISC et CISC, les architectures Harvard et Von Neumann, et les concepts de pipeline, de mémoire cache, ainsi que des DSP, GPU, TPU et NPU.

La partie pratique porte sur le développement d'un système complet sur puce programmable (SoPC) dans un FPGA à l'aide de la suite logicielle de Intel Altera afin de bien comprendre l'architecture à base de microprocesseur.

Prérequis :

- - Électronique Numérique
 - Numération binaire, BCD et hexadécimal
 - VHDL comportemental

Modalités d'évaluation :

Deux travaux pratiques évalués pendant les séances.

Projet de conception d'un radar 2D.

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Logiciel : Modelsim, Intel Altera v18.1



Matériel : Carte de développement FPGA DE10-Lite de Térasic, convertisseur USB/Série

Méthodes pédagogiques :

Apprentissage par projet

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC1	Concevoir, synthétiser et valider une IP numérique décrite en HDL RTL	A
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	A
EI-C2-SC4	Utiliser un environnement de développement intégré de co-conception logiciel et matériel.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4

Semestre 7

UE : EI-FISA-S07-UE5

EPU-F7-DTI - Activité en entreprise

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Activité en entreprise

Coefficient de l'ECUE : 5

Unité d'enseignement (UE) : Activité en entreprise

Nombre de crédits de l'UE : 5

Spécialités concernées : EI-FISA

Acquis de l'Apprentissage Visés :

Durant cette troisième période l'apprenti continue à acquérir et développer des connaissances pratiques, des compétences techniques et relationnelles, cultiver l'ouverture d'esprit et la curiosité. Il développe de plus en plus son autonomie et devient force de proposition.

L'apprenti participe à des projets de plus grande envergure et résout des problèmes scientifiques ou techniques plus complexes. Il est amené à appréhender des notions de gestion de production, de gestion de projet et/ou de gestion de la qualité, d'anticiper les risques et de chiffrer les coûts.

Contenu de l'ECUE :

Le contenu de ce module est en adéquation avec les contraintes inhérentes à l'entreprise d'accueil. L'apprenti ingénieur aura en charge des activités opérationnelles afin de valider les compétences qu'il développe au cours de son cursus ingénieur. La nature du travail de l'apprenti ingénieur dépendra du secteur d'activité de l'entreprise et de son service. Au bureau d'études, l'apprenti EI conçoit et développe en partie ou complètement un système électronique et/ou informatique. Il choisit les solutions techniques et les procédés à mettre en œuvre. Il peut être amené à le caractériser et/ou l'actualiser.

Prérequis :

Aucun prérequis n'est nécessaire dans le cadre de ce module. L'enchaînement des semestres assurera l'évolution des acquis en entreprise.

Modalités d'évaluation :

Le maître d'apprentissage évalue l'apprenti via une grille de compétences (voir guide du maître d'apprentissage).

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel		
TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	M
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	M



TRANS2-C3-SC3	Maîtriser les outils et les enjeux liés à son identité professionnelle	M
TRANS2-C3-SC4	Construire et mobiliser un réseau professionnel	M
TRANS2-C3-SC5	Mettre en valeur ses compétences	M
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	A
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international		
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	M
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	M
TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	M
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	M
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	M
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	M
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	M
TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe		
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC1	Concevoir, synthétiser et valider une IP numérique décrite en HDL RTL	N
EI-C2-SC5	Optimiser un algorithme logiciel en utilisant des techniques de parallélisme.	N
EI-C2-SC4	Utiliser un environnement de développement intégré de co-conception logiciel et	N



	matériel.	
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	N
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	N
EI-C2-SC6	Optimiser la consommation électrique d'un système.	N
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	M
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	A
EI-C1-SC4	Concevoir, modéliser et prototyper avec les outils disponibles dans l'environnement de travail et les appareils de mesures pertinents	A
EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	A
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC1	En prenant en compte les normes existantes du secteur concerné par le développement	A
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	A
EI-C3-SC2	Élaborer des stratégies de test et de validation robuste tout au long du processus de conception et de développement.	A
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC5	Piloter une démarche itérative (ex : « lean start up », « design thinking »), de l'idée au marché, qui mobilise des clients et des parties prenantes variées	N
EI-C4-SC4	Exploiter concrètement et techniquement les résultats de la recherche lors de la conception de nouveaux systèmes	N
EI-C4-SC3	Interagir avec les laboratoires de recherche publics ou privés, français ou internationaux	N
EI-C4-SC2	Produire des travaux de réflexion sur une technologie émergente	N
EI-C4-SC1	Effectuer un état de l'art scientifique et une veille des technologies pertinentes	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 8	UE : EI-FISA-S08-UE1
---------	------------	----------------------

EPU-F8-LAN - Anglais FISA

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Anglais FISA

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 4

Spécialités concernées : EI-FISA

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	30h	-	-	-	20h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

- C1 en Compréhension orale et écrite
- B2 en expression orale

Contenu de l'ECUE :

- Debating

Prérequis :

- B1 dans toutes les compétences
- B2 en compréhension écrite et orale

Modalités d'évaluation :

- Débat (40%)
- Essay (texte argumentatif
- CC à l'intérieur des groupes

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salles du département des Langues ; Moodle ; Pour les plus faibles, inscription aux exercices Toeic de Global exam

Méthodes pédagogiques :

- Travail en petits groupes

Séquencement	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1		2h			
2		2h			
3		2h			



4		2h			
5		2h			
6		2h			
7		2h			
8		2h			
9		2h			
10		2h			
11		2h			
12		2h			
13		2h			
14		2h			
15		2h			CC 2H commun à tous les groupes

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international		
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	M
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 8	UE : EI-FISA-S08-UE1
---------	------------	----------------------

EPU-F8-SMP - Management et Projet 2

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Management et Projet 2

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 4

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	20h	-	-	-	-

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel		
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	M
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe		
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A



TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	N
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC5	Piloter une démarche itérative (ex : « lean start up », « design thinking »), de l'idée au marché, qui mobilise des clients et des parties prenantes variées	A
EI-C4-SC4	Exploiter concrètement et techniquement les résultats de la recherche lors de la conception de nouveaux systèmes	N
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC1	En prenant en compte les normes existantes du secteur concerné par le développement	A
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 8	UE : EI-FISA-S08-UE1
EPU-F8-DCF - Conférences		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Conférences

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 4

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
10h	-	-	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur aura élargi sa culture scientifique et technique autour des thèmes généraux de l'ingénieur et de l'ingénieur en électronique-informatique. Il s'agit de leur ouvrir les yeux sur d'autres thématiques connexes, sur des technologies de pointe ou de niche (software ou matériel) ou encore sur des spécificités de leur futur métier d'ingénieur.

Contenu de l'ECUE :

Le contenu de ce module est variable en fonction des intervenants mobilisables. Il se déroulera sous la forme de 4 à 5 conférences générales données par des experts du domaine.

Les thèmes abordés seront généraux, parmi :

- Des nouvelles technologies (apport de l'IA, nouveaux langages, nouveaux framework, nouvelles architectures, etc.)
- Des retours d'expériences d'ingénieur en électronique-informatique, en pointe sur des thèmes novateurs
- Des retours métiers sur des méthodes de gestion de projet informatique, d'innovation, etc.

Pour les 1ères années, il est prévu une conférence sur le langage Rust (et les spécificités au Rust pour l'embarqué), sur le métier de DevOps et un retour d'expérience sur le *Scale Agile Framework (SAFe)*.

Prérequis :

aucun

Modalités d'évaluation :

QCM en fin de conférence

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Amphi pour toute la promo

Méthodes pédagogiques :

Conférence générale par un expert



Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC1	En prenant en compte les normes existantes du secteur concerné par le développement	A
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	M
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC1	Effectuer un état de l'art scientifique et une veille des technologies pertinentes	E
EI-C4-SC2	Produire des travaux de réflexion sur une technologie émergente	A
EI-C4-SC3	Interagir avec les laboratoires de recherche publics ou privés, français ou internationaux	A
TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4

Semestre 8

UE : EI-FISA-S08-UE2

EPU-F8-ESE - Approfondissement MEN : Conversion et transport de l'énergie électrique

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement MEN : Conversion et transport de l'énergie électrique

Coefficient de l'ECUE : 2,5

Unité d'enseignement (UE) : Projets pluridisciplinaires et approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
12h	10h	8h	-	-	-

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC6	Optimiser la consommation électrique d'un système.	M
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 8	UE : EI-FISA-S08-UE2
EPU-F8-IHP - Approfondissement SE : Temps Réel		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement SE : Temps Réel

Coefficient de l'ECUE : 2,5

Unité d'enseignement (UE) : Projets pluridisciplinaires et approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
10h	4h	16h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Écrire son propre OS simplifié sur petite cible avec et sans commutation de tâches.
- Utiliser un OS temps réel multitâches connu (FreeRTOS)
- Savoir lire une documentation et mettre en œuvre des fonctions d'une API
- Être capable de comprendre comment porter FreeRTOS sur une cible inconnue
- Être capable de définir la structure d'un projet Temps réel, de choisir le découpage en tâches , de leur attribuer des priorités cohérente avec l'objectif pour tenir compte des contraintes
- Utiliser les concepts de Sémaphores, Signalisations, Mutex et Fifo.
- Être capable de chiffrer les ressources nécessaires pour tenir le temps réel.
- Être capable de caractériser un défaut de respect du temps réel.

Contenu de l'ECUE :

- Découverte des concepts clefs sur un cortex M3 de la programmation multitâches temps réel en baremetal : Mécanismes de partage du temps CPU, machine à états pour gérer les étapes d'attentes. Utilisation d'une IT timer pour définir les concepts d'attente. Utilisation des niveaux d'interruptions pour gérer et prioriser les tâches. Techniques d'optimisation du temps CPU. Mise en place de sémaphores, Mutex, Fifos pour la communication entre tâches. Problème d'Atomicité et techniques de contournement. Dimensionnement d'une pile. Espionnage temps réel du comportement de l'OS à l'aide d'un simple oscilloscope et l'utilisation de GPIO pour indiquer les passages aux endroits clefs du code.
- Via un cours/TD sur simulateur Keil, création d'un petit OS à commutation de tâche à plusieurs niveaux de priorité en généralisant le mécanisme de sauvegarde de contexte lors d'une interruption par imitation des exceptions de FreeRTOS (compréhension profonde des routines spécifiques à la cible, compréhension de ce qu'il faudrait mettre en place sur un processeur sur lequel FreeRTOS ne serait pas porté). Mise en place de TCB (Task control Block) pour gérer les informations vitales des tâches. Procédure de lancement de l'OS, procédure de création d'une tâche (réservation mémoire et mécanisme de lancement). Création des trois exceptions/interruptions clefs pour le lancement de l'OS, la gestion du changement de tâche et la gestion du temps. Etats des tâches, mécanisme de réveil et d'endormissement,



gestion des piles spécifiques aux tâches. Choix de la tâche à exécuter, sélection de la tâche de plus haute priorité, méthode du tourniquet (Round Robin) pour des tâches de même niveau. Mécanismes de gestion des signalisations, des différents types de sémaphores, et des Mutex. Mécanismes de protection face à la non atomicité des composantes de l'OS. Utilisation de l'exception SVC pour mieux différencier droits utilisateurs et administrateur d'un OS.

- Compréhension des différences entre notre OS simplifié et la gestion dans Free RTOS par des liste chaînées pour les états des tâches (choix de la prochaine tâche à temps constant par rapport au nombre de tâches).
- Mise en place d'un projet Free RTOS. Création de tâches en utilisant l'API de l'OS avec allocation dynamique de mémoire. Interruptions compatibles API de l'OS et Interruptions prioritaires incompatibles. TP permettant de mettre en place les principaux mécanismes de communications et de définir un découpage de tâches.

Prérequis :

- - Connaissance du processus détaillé de compilation en C : precompilation, compilation , linker
 - Connaissance du rôle d'un fichier map en C, d'une pile (stack) et du tas (heap)
 - Connaissance de la sauvegarde de contexte lors d'une interruption.
 - Connaissance des règles de passage de paramètres de fonctions en C
 - Connaissance des concepts de compilation conditionnelle
 - Connaissance des pointeurs, des structures, des listes chaînées
 - Connaissance d'un processeur disposant de deux niveaux d'exécution USER/SUPERVISEUR
 - Connaissance de la création de projet KEIL et de l'utilisation du simulateur KEIL.

Modalités d'évaluation :

évaluation intermédiaire (20% de la note globale)

évaluation finale (40% de la note globale)

4 Travaux pratiques notés pour 40% de la note globale.

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Besoins en salle de cours

salle de cours pour les cours

salle identique au TP pour tous les TD sur machine, avec un video projecteur type salle 203 / 302 / 327

Besoins en salle de TP

salle info 203 /302 ou elec/info 204

capacité de la salle = 1 poste par étudiant en TP

capacité de la salle = 1 poste par binôme en cours sur machine

Besoins en matériel ou logiciel spécifiques :

Carte Nucleo STM32F103 : une par élève

Ordinateur sous windows

Logiciel KEIL5 version ARM installé avec librairies STM32 fonctionnelles

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	C1	TD1			
2	C2	TD2			eval fin TD2



3			TP1		
4	C3		TP2		
5	C4		TP3		
6			TP4		
7					CC

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	N
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC5	Optimiser un algorithme logiciel en utilisant des techniques de parallélisme.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 8	UE : EI-FISA-S08-UE2
---------	------------	----------------------

EPU-F8-PJA - Approfondissement SE : Projet architecture et codesign

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement SE : Projet architecture et codesign

Coefficient de l'ECUE : 2,5

Unité d'enseignement (UE) : Projets pluridisciplinaires et approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	-	-	30h	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Connaitre et comprendre la problématique de conception conjointe de systèmes électroniques complexes combinant processeur et logique programmable.
- Estimer les performances des latences des fonctions d'une application, à la fois *software* (processeur) que *hardware* (logique reconfigurable)
- Réaliser une nouvelle architecture accélérant la version logicielle

Contenu de l'ECUE :

Cette unité d'enseignement a pour principal objectif d'initier et de sensibiliser les étudiants à la conception conjointe de systèmes électroniques complexes au sein d'un système sur puce intégrant un processeur et de la logique reconfigurable dans le cadre de la réalisation d'un système embarqué avec la prise en compte de contraintes temporelles. Il est notamment abordé l'estimation des performances des latences des fonctions d'une application à la fois sur le processeur dans leurs versions logicielles et dans une mise en œuvre matérielle au cœur de la zone de logique reconfigurable. Dans ce cadre une analyse de l'impact d'un OS est aussi étudiée.

Contenu :

- Introduction au Co-Design logiciel/matériel et à l'évaluation de performance via des méthodes de profilage.
- Introduction des différents outils de conception conjointe (Co-Design) et des méthodes sous-jacentes.
- Réalisation d'un projet mettant en œuvre les concepts abordés théoriquement.

Ce mini-projet s'appuie sur le code d'un algorithme décrit en langage C, qui est profilé afin d'en déterminer les performances sur un processeur.

Ce profilage permet de déterminer les parties devant migrer dans une version matérielle. Il s'agira alors de proposer et concevoir une architecture intégrant à la fois des parties logicielles et des parties matérielles afin de respecter des contraintes temporelles

Maîtrise des outils de conception conjointe et de profilage utilisés pendant le projet.

Réalisation d'une nouvelle architecture accélérant la version logicielle et évaluation des résultats obtenus.



Prérequis :

VHDL vu dans les précédents modules d'électronique numérique, programmation en langage C, modules d'architecture

Modalités d'évaluation :

Projet sur ordinateurs : évaluation sur l'autonomie dans la compréhension des performances d'une architecture dans l'exécution d'un algorithme en termes de latence

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle informatique

Méthodes pédagogiques :

Projet

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	E
EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	A
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	A
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC1	Concevoir, synthétiser et valider une IP numérique décrite en HDL RTL	E
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	E
EI-C2-SC4	Utiliser un environnement de développement intégré de co-conception logiciel et matériel.	M
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 8	UE : EI-FISA-S08-UE2
---------	------------	----------------------

EPU-F8-EPR - Approfondissement HF : Propagation libre et guidée

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement HF : Propagation libre et guidée

Coefficient de l'ECUE : 2,5

Unité d'enseignement (UE) : Projets pluridisciplinaires et approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
12h	4h	14h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Maîtriser les bases des phénomènes de propagation à très haute fréquence, en espace libre, dans les milieux diélectriques et conducteurs.
- Connaître les structures de guidage les plus utilisées dans le domaine des micro-ondes.

Contenu de l'ECUE :

Introduction générale : présentation du domaine des microondes et ses applications.

Rappels sur les équations de Maxwell, les conditions aux limites et le vecteur de Poynting.

Propagation des ondes électromagnétiques en espace libre : phénomènes de propagation, milieux de propagation, plan d'onde, polarisation, ondes planes TEM.

Influence du sol et de l'atmosphère sur la propagation des ondes hertziennes.

Propagation des ondes dans les milieux diélectriques.

Propagation des ondes dans les milieux conducteurs et effet de peau.

Propagation guidée : étude de différentes structures de guidage.

- Le câble coaxial : structure du champ électromagnétique, impédance de normalisation universelle.
- Les guides d'ondes métalliques : propagation dans un guide d'ondes rectangulaire, modes TE et TM.
- Les lignes à fentes et à bandes : description des principales microlignes et étude plus approfondie de la ligne microruban.

Les résonateurs microndes : résonateurs planaires, cavités métalliques et résonateurs diélectriques.

Prérequis :

Lignes de transmission, taux d'onde stationnaire, abaque de Smith, adaptation, matrice S.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Devoir maison



Travaux pratiques

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		Niveau attendu
Code	Compétences	
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 8	UE : EI-FISA-S08-UE2
EPU-F8-EAN - Approfondissement HF : Antennes		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement HF : Antennes

Coefficient de l'ECUE : 2,5

Unité d'enseignement (UE) : Projets pluridisciplinaires et approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
12h	10h	8h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Connaître les principaux types d'antennes microondes et leurs caractéristiques.
- Choisir un type d'antenne en fonction d'un cahier des charges
- Effectuer une simulation / concevoir une antenne respectant un cahier des charges
- Caractériser une antenne et faire des mesures.

Contenu de l'ECUE :

Les résonateurs microndes : résonateurs planaires, cavités métalliques et résonateurs diélectriques.

Les antennes microondes et leurs domaines d'applications : définition des principaux paramètres caractéristiques, étude de l'antenne demi-onde, formule de Friis, principe des images.

Les réseaux d'antennes : facteur de réseau, rayonnements transversal et longitudinal, principe du balayage électronique.

Prérequis :

Lignes de transmission, taux d'onde stationnaire, abaque de Smith, adaptation, matrice S.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle de TP d'électronique avec le matériel pour la caractérisation des circuits de haute fréquence, outils de CAO (modélisation)

Méthodes pédagogiques :

Méthodes expositive et démonstrative

Séquencement



Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	CM1				
2	CM2	TD1			
3	CM3	TD2			
4	CM4	TD3			eval 1h
5	CM5	TD4			
6		TD5	TP1		
7			TP2		
8					eval 2h

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	M
EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4

Semestre 8

UE : EI-FISA-S08-UE2

EPU-F8-ESM - Approfondissement MEN : Récupération d'énergie et alimentation électrique de systèmes autonomes en énergie

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement MEN :

Récupération d'énergie et alimentation électrique de systèmes autonomes en énergie

Coefficient de l'ECUE : 2,5

Unité d'enseignement (UE) : Projets pluridisciplinaires et approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
14h	-	16h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre les principes fondamentaux des systèmes autonomes en énergie et leur rôle dans diverses applications.
- Identifier et expliquer les différentes sources d'énergie pour les systèmes autonomes, y compris l'énergie solaire, l'énergie mécanique, l'énergie thermique et d'autres sources potentielles.
- Connaître les technologies de stockage d'énergie, telles que les batteries et les supercondensateurs, et être en mesure de choisir la solution de stockage appropriée en fonction de l'application.
- Savoir utiliser des batteries, des supercondensateurs et des systèmes de gestion de la charge pour le stockage d'énergie.
- Comprendre les principes de conditionnement de l'alimentation électrique, y compris les régulateurs de tension, les chargeurs de batteries, les topologies de convertisseurs de puissance et la gestion de la tension d'alimentation.
- Mettre en place des systèmes de gestion intelligente de l'énergie, y compris l'utilisation de microcontrôleurs, d'algorithmes de gestion de l'énergie, et de techniques de suivi et de détection des pannes.
- Dimensionner, concevoir et assembler une alimentation électrique pour un système électronique autonome en utilisant une source d'énergie renouvelable y compris le solaire.

Contenu de l'ECUE :

- Introduction à l'autonomie en énergie
- Sources d'énergie : Ressources et transducteurs associés pour la production d'électricité
- Stockage de l'énergie électrique
- Circuits électroniques associés
- Gestion intelligente de l'énergie – gestionnaire d'alimentation



- Méthodes et techniques de dimensionnement d'une alimentation pour un système autonome

Prérequis :

- Fonctionnement et dimensionnement des composants de puissance
- Électronique analogique

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Devoir maison

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle équipée d'ordinateurs pour les cours et démonstration
- Salle de TP d'électronique ou d'informatique
- Logiciels : Matlab simulink, LTSPICE

Méthodes pédagogiques :

- Cours théoriques et démonstration de modèles (SPICE ou MATLAB) en salle machines
- Exposés thématiques en groupe
- Travaux pratiques

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC6	Optimiser la consommation électrique d'un système.	E
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 8	UE : EI-FISA-S08-UE2
EPU-F8-PSA - Projet pluridisciplinaire Systèmes embarqués IoT (FISA)		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Projet pluridisciplinaire Systèmes embarqués IoT (FISA)

Coefficient de l'ECUE : 4

Unité d'enseignement (UE) : Projets pluridisciplinaires et approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	-	-	45h	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre les enjeux et les composants des systèmes embarqués IoT.
- Programmer et configurer des microcontrôleurs pour des applications IoT.
- Intégrer des capteurs et des modules de connectivité dans un projet embarqué.
- Mettre en œuvre des protocoles de communication pour l'IoT.
- Développer et tester des prototypes de systèmes embarqués IoT.
- Analyser et optimiser la consommation énergétique d'un système embarqué. .

Contenu de l'ECUE :

Dans le cadre de ce projet, les étudiants travailleront en groupes de 3 à 5 pour concevoir et réaliser un système embarqué autonome. Le projet est structuré de manière modulaire, permettant un découpage en sous-tâches interdépendantes. Les étudiants auront pour mission de :

- Concevoir une carte électronique (PCB) intégrant tous les éléments matériels nécessaires.
- Programmer le microcontrôleur et intégrer divers capteurs et modules de connectivité LoRaWAN.
- Développer une Interface Homme Machine (IHM) accessible via une application internet pour l'interaction avec le système.
- Réaliser un prototype dans un boîtier étanche, lequel sera soumis à des tests en conditions réelles pour évaluer la fiabilité, la robustesse, la précision et l'efficacité énergétique du système.

L'objectif pédagogique est de permettre aux étudiants de développer un dispositif capable de mesurer plusieurs grandeurs physiques, de traiter ces données et de les rendre disponibles sur le Cloud via une technologie LPWAN. Le projet favorisera l'apprentissage pratique à travers la conception, la programmation, et le test d'un système embarqué complet, en s'assurant de répondre aux besoins de connectivité, d'autonomie énergétique et de robustesse pour une utilisation en extérieur.

Ces dernières années, les sujets sont axés sur des applications concrètes dans le domaine de l'apiculture et de l'agriculture, notamment :

- **Apiculture** : Développement d'un système de monitoring pour ruches, capable de mesurer et d'analyser



des indicateurs clés pour la santé et l'activité des abeilles, tels que la température, l'humidité, le poids de la ruche, l'analyse du son des abeilles et la détection des frelons asiatiques.

- **Agriculture :** Conception d'un système d'irrigation automatique intelligent qui ajuste l'apport en eau en fonction de divers paramètres environnementaux mesurés, tels que l'humidité du sol et les prévisions météorologiques, pour optimiser la consommation d'eau et soutenir la croissance des cultures.

Prérequis :

- Bases de l'électronique numérique et analogique.
- Programmation sur microcontrôleur
- Principes de fonctionnement des capteurs et actionneurs.
- Fondamentaux des réseaux et protocoles de communication.

Modalités d'évaluation :

- Prototype fonctionnel du système embarqué IoT.
- Documentation technique et rapport de projet.
- Présentation orale et démonstration du prototype.

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle projet avec accès à un atelier type Fablab

Méthodes pédagogiques :

Apprentissage basé sur les projets, favorisant l'expérimentation

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	M
TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe		

TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	A
EI-C3-SC1	En prenant en compte les normes existantes du secteur concerné par le développement	A
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	M
EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	A
EI-C1-SC4	Concevoir, modéliser et prototyper avec les outils disponibles dans l'environnement de travail et les appareils de mesures pertinents	A
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	A
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	A
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	M
EI-C2-SC4	Utiliser un environnement de développement intégré de co-conception logiciel et matériel.	A
EI-C2-SC6	Optimiser la consommation électrique d'un système.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)

Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 8	UE : EI-FISA-S08-UE3
EPU-F8-ICC - Langage C++		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Langage C++

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Informatique et Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
10h	-	20h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre les spécifiés du C++ et de la gestion mémoire
- Savoir utiliser à bon escient les bibliothèques standards (STL) du C++
- Compréhension des actions du compilateur g++
- Savoir appliquer les méthodes vues en Programmation Orientée Objet, appliquées au C++

Contenu de l'ECUE :

Le contenu du module est le suivant :

- Perfectionnement des connaissances sur la programmation orienté objet
- Compréhension des spécifiés du C++, de la gestion mémoire et des bibliothèques standards (STL)
- Lien programme et machine, compilation d'un programme
- Compréhension des actions du compilateur g++

Une certaine autonomie est demandé aux étudiants pour l'apprentissage de la syntaxe de base du C++ (en dehors des parties POO et STL, vues en cours)

Prérequis :

- Module Programmation Orientée Objet (du semestre 6)
- Connaissance de la syntaxe du langage C, des tableaux, structures et pointeurs

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu par QCM

Travaux pratiques notés

Mini-projet et rapport écrit

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle info linux avec compilateur C++



juin 2025



Méthodes pédagogiques :

Cours/TD/TP

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 8	UE : EI-FISA-S08-UE3
---------	------------	----------------------

EPU-F8-ISU - Système d'exploitation : user
--

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Système d'exploitation : user

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Informatique et Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
14h	-	16h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Connaitre et comprendre les principes de base du fonctionnement des systèmes d'exploitation
 - Ordonnancement des processus
 - Communication inter-processus
 - Synchronisation inter-processus
- Connaitre et comprendre les mécanismes de la programmation système sous les systèmes Unix

Contenu de l'ECUE :

Ce cours aborde les principes de base du fonctionnement des systèmes d'exploitation : notion de processus, ordonnancement, temps partagé, gestion mémoire, synchronisation, communication inter-processus, systèmes de fichiers.

Il contient également une introduction à la programmation système sous les systèmes Unix.

Prérequis :

- Langage C, notions de base d'un système Linux

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle info sous Linux

Méthodes pédagogiques :

Cours + TP

Compétences mobilisées du référentiel de compétences



Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4	Semestre 8	UE : EI-FISA-S08-UE3
---------	------------	----------------------

EPU-F8-ENR - Conversion AC-DC

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Conversion AC-DC

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Informatique et Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 9

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
14h	6h	10h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre les fondements de l'électronique dite "en commutation" à l'aide de la notion "d'interrupteur de puissance"
- Identifier et analyser les limitations inhérentes à l'utilisation des composants à semiconducteurs et passifs.
- Comprendre les comportements électriques cruciaux tels que le recouvrement d'une diode, la queue de courant d'un IGBT, et la diode intrinsèque d'un MOSFET
- Connaitre les quatre familles de conversion (DC-DC, AC-AC, DC-AC, AC-DC), en particulier la famille des convertisseurs AC-DC et DC-DC.
- Savoir lister les différentes architectures de convertisseurs (ponts redresseurs, onduleurs, etc.)
- Concevoir, simuler et construire un convertisseur d'énergie AC-DC simple

Contenu de l'ECUE :

- Dans un premier temps, il s'agit de comprendre les fondements de l'électronique dite "en commutation" à l'aide de la notion "d'interrupteur de puissance".
- Ensuite, les différents composants à base de semiconducteurs sont présentés à l'aide d'une analyse physique et ce afin de comprendre certains comportements électriques indispensables : recouvrement d'une diode, queue de courant d'un IGBT, diode intrinsèque d'un MOSFET, etc.
- Les composants passifs tels que les condensateurs, inductances et transformateurs magnétiques sont également présentés : constitutions physiques, modélisations, aspects technologiques, limitations.
- Les quatre familles de conversion (DC-DC, AC-AC, DC-AC, AC-DC) sont présentées pour ensuite se focaliser sur la famille des convertisseurs DC-DC. Sur la base de la notion d'interrupteur de puissance, une démarche générique est proposée afin de comprendre la majeure partie des convertisseurs DC-DC et ensuite des autres familles de conversion.
- Pour terminer, une approche de modélisation dynamique est proposée afin d'aller vers l'analyse dynamique et la synthèse de lois de commande pour les convertisseurs DC-DC. L'approche dite par "modèles moyens" est alors présentée dans le cadre général et ensuite appliquée sur des convertisseurs



élémentaires.

Prérequis :

- Outils d'automatique linéaire (diagrammes de Bode, critères de stabilité/rapidité, réglages de correcteurs PI)
- Filtres d'ordre 1 et 2
- Mesures et tests
- Programmation sur microcontrôleur

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Devoir maison

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

salle de cours avec vidéoprojecteur

Salle de TP électronique

Méthodes pédagogiques :

Cours/TD/TP

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC6	Optimiser la consommation électrique d'un système.	M
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 4

Semestre 8

UE : EI-FISA-S08-UE4

EPU-F8-DTI - Activité en entreprise

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Activité en entreprise

Coefficient de l'ECUE : 8

Unité d'enseignement (UE) : Activité en entreprise

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA

Acquis de l'Apprentissage Visés :

Durant cette quatrième période l'apprenti consolide ses compétences techniques et relationnelles. Il est complètement autonome et force de proposition.

L'apprenti participe à des projets de grande envergure et assume parfois des responsabilités dans le cadre de ces projets. Il est amené à animer des groupes de travail, à élaborer des cahiers des charges ainsi qu'à planifier les actions à mener pour répondre à une problématique de son entreprise ou d'un client de l'entreprise. À ce stade de la formation, l'apprenti peut également être amené à négocier avec un client ou un fournisseur.

Contenu de l'ECUE :

Le contenu de ce module est en adéquation avec les contraintes inhérentes à l'entreprise d'accueil. L'apprenti ingénieur aura en charge des activités opérationnelles afin de valider les compétences qu'il développe au cours de son cursus ingénieur. La nature du travail de l'apprenti ingénieur dépendra du secteur d'activité de l'entreprise et de son service. Au bureau d'études, l'apprenti EI conçoit et développe en partie ou complètement un système électronique et/ou informatique. Il choisit les solutions techniques et les procédés à mettre en œuvre. Il peut être amené à le caractériser et/ou l'actualiser.

Prérequis :

Aucun prérequis n'est nécessaire dans le cadre de ce module. L'enchaînement des semestres assurera l'évolution des acquis en entreprise.

Modalités d'évaluation :

Le maître d'apprentissage évalue l'apprenti via une grille de compétences (voir guide du maître d'apprentissage).

L'apprenti présente en fin d'année les activités réalisées en entreprise pendant ses deux premières années de formation. La soutenance est conjointement évaluée par le tuteur académique, le maître d'apprentissage et un coordinateur du CFA.

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international		
TRANS2-	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées	M



C4-SC2	aux contextes locaux	
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	M
TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe		
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	M
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	M
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	M
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	M
TRANS1-C2-SC1	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	M
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
TRANS2-C3 - S'auto-évaluer, développer ses compétences et gérer son projet professionnel		
TRANS2-C3-SC5	Mettre en valeur ses compétences	M
TRANS2-C3-SC4	Construire et mobiliser un réseau professionnel	M
TRANS2-C3-SC3	Maîtriser les outils et les enjeux liés à son identité professionnelle	M
TRANS2-C3-SC2	Utiliser les moyens de formation ou d'autoformation à disposition	M
TRANS2-C3-SC1	Évaluer ses points forts et ses points faibles	M
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		

EI-C4-SC3	Interagir avec les laboratoires de recherche publics ou privés, français ou internationaux	N
EI-C4-SC5	Piloter une démarche itérative (ex : « lean start up », « design thinking »), de l'idée au marché, qui mobilise des clients et des parties prenantes variées	N
EI-C4-SC4	Exploiter concrètement et techniquement les résultats de la recherche lors de la conception de nouveaux systèmes	N
EI-C4-SC2	Produire des travaux de réflexion sur une technologie émergente	N
EI-C4-SC1	Effectuer un état de l'art scientifique et une veille des technologies pertinentes	N
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC1	Concevoir, synthétiser et valider une IP numérique décrite en HDL RTL	N
EI-C2-SC5	Optimiser un algorithme logiciel en utilisant des techniques de parallélisme.	N
EI-C2-SC4	Utiliser un environnement de développement intégré de co-conception logiciel et matériel.	N
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	N
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	N
EI-C2-SC6	Optimiser la consommation électrique d'un système.	N
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	M
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	A
EI-C1-SC4	Concevoir, modéliser et prototyper avec les outils disponibles dans l'environnement de travail et les appareils de mesures pertinents	A
EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	A
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC1	En prenant en compte les normes existantes du secteur concerné par le développement	A
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	A
EI-C3-SC2	Élaborer des stratégies de test et de validation robuste tout au long du processus de conception et de développement.	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE1
---------	------------	----------------------

EPU-F9-LAN - Anglais FISA

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Anglais FISA

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 4

Spécialités concernées : EI-FISA

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	20h	-	-	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

C1 dans toutes les compétences

Contenu de l'ECUE :

The main themes for the Year 5 tutorial are:

- job-hunting and interview skills in the anglophone work environment*,
- effective writing skills for engineers,
- work place issues, including engineering as a regulated profession abroad (outside of France),
- cross-cultural (Anglophone-Francophone) issues and where possible, a look at mentor engineer profiles.

Prérequis :

B2 dans toutes les compétences

Modalités d'évaluation :

- Oral expression 50% (Individual illustrated oral presentation, 10 minutes, followed by question/discussion time with the class;; Oral interaction (done in pairs or teams but individual grade) in authentic role-play scenarios:25%- job interview 15% engineering meeting 10 - involving several stakeholders, such as client, project engineer, representative of an administrative body, representative of citizen's interest group or NGO, etc. - discipline-specific technical dimension to the situation

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salles du Département des Langues

Méthodes pédagogiques :

- Travail en petits groupes

Séquencement	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1		2h			



2		2h			
3		2h			
4		2h			
5		2h			
6		2h			
7		2h			
8		2h			
9		2h			
10					CC 2h commun aux deux groupes

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
TRANS2-C4 - Travailler dans un contexte international		
TRANS2-C4-SC1	Maitriser une ou plusieurs langues étrangères, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral	M
TRANS2-C4-SC2	Comprendre et appliquer les méthodes de travail et les réglementations adaptées aux contextes locaux	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE1
EPU-F9-SEE - Management de l'innovation		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Management de l'innovation

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Culture de l'ingénieur

Nombre de crédits de l'UE : 4

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	30h	-	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

- Présenter les enjeux, la dynamique de l'innovation technologique et ses modes de gestion
- Élaborer en équipe un concept d'innovation avec son modèle d'affaires sous contrainte de respect des objectifs de DD pour un problème utilisateur à formaliser
- Analyser le développement d'une entreprise innovante et produire un diagnostic stratégique
- Appliquer des modèles d'analyse et de conduite du changement
- Appliquer des méthodes de négociation et adapter ses styles

Contenu de l'ECUE :

- 10 heures de cours sur les différentes dimensions de l'innovation, sa gestion, ses processus, et ses enjeux
- 4 heures de TD : étude de cas : stratégie et dynamique de l'innovation
- 18 heures de TD et 5 heures de cours : conduite d'un projet de design en innovation, travail en groupe
- 8 heures de TD : négociation et conduite du changement

Prérequis :

Code

Compétences

Niveau attendu

Modalités d'évaluation :

- QCM pour la partie cours, compte rendu d'apprentissage, projet design (compte rendu et soutenance),

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle compatible mode projet + vidéoprojecteur

Méthodes pédagogiques :

Etudes de cas en groupe, projet de groupe, cours



Groupe de TD maximum 24 élèves

Séquencement					
Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	2h	2h			
2	2h	2h			
3		4h			
4	2h	2h			
5		4h			
6	2h	2h			
7		4h			
8	4h				
9	3h				
10		2h			
11		4h			
12		4h			

Compétences mobilisées du référentiel de compétences		
Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC2	Produire des travaux de réflexion sur une technologie émergente	M
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe		
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une bonne dynamique	M
TRANS1-C2 - Comprendre et intégrer les principaux enjeux interne et externe d'une entreprise au sein de son environnement		
TRANS1-C2-SC5	Appliquer l'éthique, les normes et les réglementations propres à son secteur d'activités	A
TRANS1-C2-SC4	Appliquer une démarche respectant les enjeux environnementaux et les besoins de la société (RSE)	A
TRANS1-C2-SC3	Gérer les relations au travail en présentiel ou à distance, en termes de responsabilité, de sécurité et de santé	A
TRANS1-C2-SC2	Contribuer à la stratégie de l'entreprise et collaborer à sa mise en œuvre	A
TRANS1-	Interagir avec toutes les parties prenantes et mobiliser les services nécessaires	A



C2-SC1		
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)

Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE2
---------	------------	----------------------

EPU-F9-PLA - Projet pluridisciplinaire industriel et labo (FISA)
--

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Projet pluridisciplinaire industriel et labo (FISA)

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Projets pluridisciplinaires

Nombre de crédits de l'UE : 3

Spécialités concernées : EI-FISA

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	-	-	45h	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Construire un cahier des charges à partir de l'expression d'un besoin
- Définir précisément un cahier des charges à partir d'une demande initiale.
- Concevoir et réaliser un produit fini qui réponde aux exigences spécifiées dans le cahier des charges.
- Sélectionner de manière judicieuse les composants et les méthodes appropriées à la réalisation du projet.
- Conduire de manière autonome l'intégralité du processus de projet, depuis la compréhension du besoin du client jusqu'à la livraison du produit fini.
- Faire preuve d'adaptabilité en gérant les éventuelles modifications de paramètres en cours de projet.
- Présenter les résultats obtenus, à l'écrit et à l'oral, de façon claire, complète et synthétique.
- Préparer et effectuer une démonstration convaincante du produit fini, illustrant son fonctionnement et ses fonctionnalités.

Contenu de l'ECUE :

Partant d'un sujet sous forme de demande, l'étudiant doit définir le cahier des charges puis réaliser un produit fini répondant aux exigences du cahier des charges et conduire la démarche visant cette perspective. Les étudiants choisissent parmi les sujets proposés, relatifs aux domaines de l'informatique, de l'électronique ou à l'interface de ces deux domaines.

Les sujets seront donnés par des enseignants-chercheurs, pouvant être en lien avec leur activité de recherche. Suivi individualisé et guidage personnalisé de la progression en fonction du sujet de projet choisi.

L'objectif principal est de rendre les futurs ingénieurs autonomes dans la conduite d'un projet, en partant de la compréhension du besoin du client jusqu'à la réalisation d'un produit fini, en passant par le choix partiel des composants et des méthodes. Le second objectif consiste à rendre les futurs ingénieurs aptes à présenter à l'écrit et à l'oral, de façon complète et synthétique, les résultats obtenus et à préparer une démo.

Modalités d'évaluation :

1 Revues de projet intermédiaire

1 soutenance finale de projet



Qualité du prototype final

Qualité des livrables

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle projet, petit atelier type Fablab

Méthodes pédagogiques :

Apprentissage par projet



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE3
EPU-F9-ISK - Système d'exploitation : kernel		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Système d'exploitation : kernel

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Informatique

Nombre de crédits de l'UE : 3

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
20h	-	10h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Connaitre et comprendre le fonctionnement du noyau Linux
- Mettre en place une programmation dans le noyau
- Être capable d'implémenter un driver linux d'un matériel électronique

Contenu de l'ECUE :

Ce cours a pour vocation d'apporter des connaissances sur le système d'exploitation linux et plus particulièrement sur la programmation dans le noyau de ce dernier. Ces connaissances sont ensuite mises en œuvre dans un système linux où les étudiant doivent implémenter des drivers qui permettent d'avoir une séparation claire entre les programmes utilisateur et le noyau.

Ce module *Kernel* vient en complément du module *User* du semestre 8 est destiné à sensibiliser les élèves aux aspects système dans les systèmes embarqués de type Unix. Le module fait la part belle aux travaux pratiques. Les points suivants sont abordés :

- Appels système, aspects utilisateur, aspects super utilisateur
- Techniques de synchronisation des processus avec les Interprocessus de Communication
- Posix Threads, Mutex, conditions variables
- Modèle de programmation Client/serveur
- Programmation réseau, Internet, TCP/IP UDP/IP

Un projet faisant appel à toutes les notions présentées sert de fil rouge à ce module.

Prérequis :

- Langage C
- Module *Système d'exploitation : User*

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu

Travaux pratiques

Projet noté



Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle info sous linux

Méthodes pédagogiques :

Cours et projet pour la mise en œuvre et l'application des connaissances vues en cours

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC5	Optimiser un algorithme logiciel en utilisant des techniques de parallélisme.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE3
EPU-F9-ICY - Cybersécurité		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Cybersécurité

Coefficient de l'ECUE : 1

Unité d'enseignement (UE) : Informatique

Nombre de crédits de l'UE : 3

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
10h	-	5h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre les enjeux de la sécurité et de la protection des données privées dans le monde des objets connectés notamment
- Maîtriser les algorithmes de cryptographie, les attaques et les moyens de protection

Contenu de l'ECUE :

Le contenu de ce module est le suivant :

- Enjeux sociétaux et éthique de la sécurité informatique logicielle et matérielle
- Algorithmes de cryptographie : chiffrement à clé publique/privée, signature etc.
- Attaques : logicielles et matérielles
- Protection : contre-mesures, protection des données privées

Prérequis :

Idéalement le module d'éthique, développement durable et responsabilité sociétale

Modalités d'évaluation :

Exposés

Devoir maison

Rendus de travaux pratiques

Quizz

Méthodes pédagogiques :

Cours + TP

Les élèves ingénieur auront aussi un exposé à préparer et à présenter au reste du groupe

Compétences mobilisées du référentiel de compétences



Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	A
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC1	En prenant en compte les normes existantes du secteur concerné par le développement	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE4
EPU-F9-ETL - Télécommunication		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Télécommunication

Coefficient de l'ECUE : 4

Unité d'enseignement (UE) : Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 6

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
16h	16h	28h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Connaitre et comprendre les bases des télécommunications analogiques et numérique
- Réaliser (électronique numérique ou analogique) les fonctions élémentaires vues en cours
- Réaliser leurs études comportementales temporelles et fréquentielles
- Effectuer les mesures expérimentales adéquates

Contenu de l'ECUE :

- Introduction aux transmissions analogiques :
 - La chaîne de transmission du signal (constitution, canal de transmission, notion d'atténuation, de dispersion, de bande passante et rapport signal/bruit) ;
 - Nécessité de la modulation du signal informatif (bande de base, bande transposée, antenne associée (dimension), encombrement du canal, principe du multiplexage temporel et fréquentiel) ;
 - Les différents types de modulation (Amplitude (A.M.), Fréquence (F.M.), Phase (P.M.)).
- La Modulation d'AMPLITUDE - Principe et Réalisation de MODEMs d'Amplitude - :
 - Modulation avec et sans porteuse (en D.S.B. et S.S.B.) : Principe, représentations temporelle et fréquentielle pour différents cas, indice de modulation, compresseur de dynamique, encombrement spectral, puissance moyenne transportée, rendement, modulateur, démodulateur d'enveloppe / synchrone ;
- Les Modulations ANGULAIRES - Principe de la modulation de Fréquence et de Phase - :
 - Informations générales et vocabulaire ;
 - Principe et définitions (relation phase instantanée / fréquence, modulation P.M / F.M, déviation instantanée de Phase / fréquence, indice et taux de modulation, notion de préaccentuation) ;
 - Analyse fréquentielle d'une modulation de phase (fonctions de Bessel, cas des faibles et forts indices de modulation, encombrement spectral, formule(s) de Carson, comparaison P.M./ F.M.) ;
 - Puissance moyenne transportée, rendement.
- Les Modulations ANGULAIRES - Réalisation de MODEMs -



- Réalisation d'un modulateur F.M. (structure classique ; étude de chaque fonction : filtre de pré accentuation, oscillateur, mélangeur, amplificateur R.F. ; introduction au modulateur à P.L.L.) ;
- Réalisation d'un démodulateur F.M. (structure classique ; étude de chaque fonction : limiteur, filtres, détecteur d'enveloppe, autres structures).
- Les Modulations NUMERIQUES :
 - Principe d'une transmission numérique (source, (dé)codeur de source, (dé)codage de canal, (dé)modulateur) ;
 - Définitions propres aux transmissions numériques (T.E.B., débit binaire (bit/s), rapidité de modulation (bauds), I.E.S, diagramme de l'œil, efficacité spectrale, diagramme de constellation) ;
 - Codage de source (N.R.Z., N.R.Z.I., Manchester, ...) ;
 - Modulation numérique : types et principes (A.S.K., F.S.K., P.S.K., Q.A.M.), forme générale des MODEMs, comparaison des performances.

Les cours et TP sont complétés par la réalisation d'un mini-projet

Prérequis :

- Modules d'*électronique analogique 1 et 2* (EPU-F5-EEA et EPU-F5-EEA)
- Module d'*Analyse de Fourier* (EPU-F5-MA2)
- Module de *Traitement du Signal* (EPU-F6-TTS)

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Travaux pratiques

Compte-rendu de projet

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle élec

Méthodes pédagogiques :

Cours, TD, TP, mini-projet

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)



- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE4
---------	------------	----------------------

EPU-F9-ENI - Bruit et intégrité du signal

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Bruit et intégrité du signal

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Électronique

Nombre de crédits de l'UE : 6

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
9h	9h	12h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Connaitre et comprendre les conséquences de la montée en vitesse des signaux numériques, en association avec la réduction des tensions d'alimentation
- Savoir anticiper, diagnostiquer et résoudre ces problèmes d'intégrité du signal

Contenu de l'ECUE :

Les signaux électriques analogiques de faibles amplitudes ont une limite de détection imposée par des phénomènes de bruit qui sont étudiés afin d'essayer de s'en affranchir le plus possible par une conception adaptée des circuits électroniques.

- Partie bruit
 - Origines physiques du bruit, représentation spectrale et temporelle
 - Rapport signal à bruit, signal minimum détectable, facteur de bruit, résistance optimale de source
- Partie intégrité du signal
 - Rappel
 - Origines et conséquences
 - Gigue temporelle et bruit de phase
 - Modélisation de l'intégrité du signal

De nombreux liens sont réalisés avec des enseignements déjà dispensés

Prérequis :

- Base en Électronique analogique, traitement du signal et électromagnétisme

Modalités d'évaluation :

Devoir sur table

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :



juin 2025



Salle élec

Méthodes pédagogiques :

Cours, TD, TP

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	M
EI-C1-SC4	Concevoir, modéliser et prototyper avec les outils disponibles dans l'environnement de travail et les appareils de mesures pertinents	M
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE5
EPU-F9-IIA - Approfondissement SE : Intelligence artificielle embarquée		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement SE : Intelligence artificielle embarquée

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
12h	-	33h	-	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre les fondements de l'IA embarquée
- Maîtriser les architectures matérielles et logicielles spécifiques
- Développer et optimiser des modèles d'IA adaptés aux contraintes des systèmes embarqués
- Déployer efficacement des modèles sur ces plateformes et évaluer leurs performances

Contenu de l'ECUE :

Ce module couvre les fondements théoriques et pratiques de l'IA embarquée. Les élèves ingénieur explorent les architectures matérielles et logicielles dédiées, développent des compétences en modélisation adaptée aux contraintes des systèmes embarqués, et apprennent à déployer ces modèles sur des plateformes spécifiques. La gestion des données, la sécurité, et la confidentialité dans le contexte de l'embarqué sont également abordées. L'exploration des tendances actuelles et futures préparent les étudiants à des applications diverses et responsables de l'IA embarquée. Le lien avec les travaux de recherche des laboratoires partenaires (SCAI et LIP6) sera utilisé pour les TP/projets

Prérequis :

- Module d'initiation à l'intelligence artificielle
- Mathématique pour l'IA

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle TP info



Méthodes pédagogiques :

TP/projet

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	M
EI-C2-SC4	Utiliser un environnement de développement intégré de co-conception logiciel et matériel.	A
EI-C2-SC5	Optimiser un algorithme logiciel en utilisant des techniques de parallélisme.	M
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC1	Effectuer un état de l'art scientifique et une veille des technologies pertinentes	N
EI-C4-SC3	Interagir avec les laboratoires de recherche publics ou privés, français ou internationaux	A
EI-C4-SC4	Exploiter concrètement et techniquement les résultats de la recherche lors de la conception de nouveaux systèmes	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE5
---------	------------	----------------------

EPU-F9-ISE - Approfondissement SE : Systèmes Embarqués
--

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement SE : Systèmes Embarqués

Coefficient de l'ECUE : 3

Unité d'enseignement (UE) : Approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
16h	-	29h	-	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Avoir les compétences en installation, compilation et utilisation de linux sur carte embarqué ARM ;
- Mettre en place une distribution linux embarqué correspondant à la cible matérielle et à ses contraintes, en utilisant Yocto ou Builtroot

À l'issue du module, l'élève ingénieur a :

- Développé une culture de l'état de l'art en termes de systèmes embarqués ;
- Approfondi les compétences en système, programmation noyau, programmation système.

Contenu de l'ECUE :

Le cours s'appuie sur trois problèmes qui se suivent et qui permettent d'aborder la problématique de construire une distribution embarqué la plus optimisée possible. Les framework Yocto ou Buildroot (au choix en fonction des contraintes) seront privilégiés.

Il s'agit d'un apprentissage par problèmes. Les problèmes sont définis pour amener l'étudiant à une compétence complète du module.

Prérequis :

Programmation en C, OS user et OS kernel, micro-controlleurs, drivers

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu,

Travaux pratiques

Examen sur machine final en une heure montrant la compétence à installer et utiliser un système embarqué sur une machine ARM

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle info linux



Méthodes pédagogiques :

Apprentissage par problèmes et TP

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC1	Concevoir, synthétiser et valider une IP numérique décrite en HDL RTL	A
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	M
EI-C2-SC4	Utiliser un environnement de développement intégré de co-conception logiciel et matériel.	M
EI-C2-SC6	Optimiser la consommation électrique d'un système.	A
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC1	Effectuer un état de l'art scientifique et une veille des technologies pertinentes	N

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE5
---------	------------	----------------------

EPU-F9-IHP - Approfondissement SE : Calcul Haute Performance
--

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement SE : Calcul Haute Performance

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
12h	-	18h	-	-	5h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Maitrise de la programmation SIMD
- Connaissance de certains *Design Patterns* classique de la programmation parallèle et du HPC
- Maitrise de la programmation *OpenMP* pour le *data-parallel* (*OpenMP 2*)
- Capacité à inventer des solutions innovantes

Contenu de l'ECUE :

Présentation des instructions SIMD et de Design Patterns.

Présentation de l'API OpenMP.

Mise en pratique sur des cas simples en TP, puis conception d'une application de détection de mouvement intégrant plusieurs techniques d'optimisation et design patterns.

Prérequis :

- Architecture des ordinateurs, maitrise du langage C, compilation

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu

Projet

Travaux pratiques en binôme

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle informatique Linux

Méthodes pédagogiques :

Cours/TP



Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC1	Concevoir, synthétiser et valider une IP numérique décrite en HDL RTL	A
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	M
EI-C2-SC4	Utiliser un environnement de développement intégré de co-conception logiciel et matériel.	A
EI-C2-SC5	Optimiser un algorithme logiciel en utilisant des techniques de parallélisme.	E
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC3	Interagir avec les laboratoires de recherche publics ou privés, français ou internationaux	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE5
EPU-F9-EAH - Approfondissement HF : Amplification hyperfréquences		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement HF : Amplification hyperfréquences

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
18h	-	12h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- faire une conception de chaîne d'amplification sur un logiciel professionnel de simulation tel que ADS
- réaliser et monter le montage conçu en simulation
- mesurer, caractériser et comparer à la théorie en ayant l'idée de ce qu'il faudrait modifier pour améliorer.

Contenu de l'ECUE :

L'objectif de cet ECUE est l'étude des amplificateurs microondes en petit signal et de puissance.

Cette étude sera illustrée en pratique par la conception d'un amplificateur à gain transductrice maximal en technologie microruban à l'aide du logiciel de simulation ADS (Advanced Design System) de chez Keysight Technologies. Les paramètres S de l'amplificateur réalisé seront mesurés à l'analyseur de réseaux vectoriel (VNA) et comparés aux simulations.

- Rappels de la matrice S
- Gains en puissance
- Principe du montage amplificateur
- Condition de stabilité, cercles de stabilité
- Conditions d'adaptation simultanée entrée-sortie
- Transistor unilatéral
- Cercles de gain
- Facteur de Rollet, MAG et MSG
- Amplificateurs puissance à état solide (SSPA)
- Puissance ajoutée, rendement en puissance ajoutée
- Point de compression à 1dB, conversion AM/PM, Produits d'intermodulation, Point d'intersection d'ordre 3

Prérequis :



Notions de base des lignes de transmission

Modalités d'évaluation :

2 écrits répartis sur le module et notes de TP

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle 231 pour les 2 premières séances de TP
- Salle 232 pour la dernière séance de TP
- Capacité de la salle : salle 231 : 12 Salle 232 : 8
- Matériel ou logiciel spécifiques : Logiciel ADS, Analyseurs de réseaux vectoriels, Graveuses laser ou mécanique

Méthodes pédagogiques :

Méthodes expositive, démonstrative et active

Cours par enseignants chercheurs experts du domaine

Matériel de pointe présents en faible nombre, nécessitant des petits groupes de 6 personnes

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
1	C1				
3	C2, C3				
5	C4, C5				eval 1h
7	C6, C7				
9	C8		TP1		
10			TP2		
11			TP3		eval 2H

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



juin 2025



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE5
---------	------------	----------------------

EPU-F9-EFH - Approfondissement HF : Filtrage hyperfréquences

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement HF : Filtrage hyperfréquences

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
18h	-	12h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Être capable de dimensionner et simuler un filtre hyperfréquences à partir de contraintes données
- Être capable de réaliser un filtre hyperfréquence en utilisant les technologies appropriées

Contenu de l'ECUE :

Le module aborde les notions essentielles au filtrage fréquentielle dans les domaines des hyperfréquences. Les sujets suivants sont enseignés :

- Filtrage analogique passif - Gabarit - Normalisation – Transposition - Prototypes. Synthèse des filtres passifs.
- Filtres dans le domaine des micro-ondes : structures en guides d'ondes, filtres en constantes réparties (lignes de transmission), filtres en éléments localisés (composants CMS, technologie intégrée : inductances spirales, capacités MIM et interdigitées).
- Modélisation des composants passifs à très haut fréquences.
- Conception et dessin de filtres en technologie MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit).
- Comparaison entre les technologies planaires de circuits intégrés microruban (microstrip) et guide d'ondes coplanaires (CPW).

Le module prévoit un mini projet en monôme ou binôme. Le projet permet d'acquérir les bases de la CAO (Conception Assistée par Ordinateur) de circuits MMIC.

Le logiciel commercial ADS (Advanced Design System) de Agilent technologies est utilisé ainsi que la technologie industrielle du fondeur UMS (United Monolithic Semiconductor) sur le semiconducteur GaAs. Ce travail comporte le calcul d'un filtre passe-bas à la fréquence de 2,2 GHz à partir d'un cahier des charges strict. Dans un premier temps, le filtre idéal est calculé et simulé sur le logiciel. Dans un second temps, les éléments idéaux du filtre sont remplacés par les éléments disponibles en technologie UMS. Deux technologies microruban sont comparées : en éléments répartis et en éléments localisés. Le dessin du jeu de masques (layout) est réalisé afin de voir les problèmes d'encombrement et de couplage entre composants trop proches, ainsi que les règles de dessin.



Les simulations s'effectuent en paramètres S dans le domaine linéaire, dans une bande de fréquences allant de 100 MHz jusqu'à la vingtaine de GHz afin de visualiser la réponse large bande des différentes technologies utilisées et de les comparer.

Prérequis :

- Lignes de transmission - Phénomène de propagation et de réflexion à très haute fréquence -
- Matrice S.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Mini-projet : rapport et soutenance

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Le logiciel commercial ADS (Advanced Design System) de Agilent technologies est utilisé ainsi que la technologie industrielle du fondeur UMS (United Monolithic Semiconductor) sur le semiconducteur GaAs.

Méthodes pédagogiques :

Méthodes expositive, démonstrative et active

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	A
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE5
---------	------------	----------------------

EPU-F9-ESH - Approfondissement HF : Systèmes hyperfréquences
--

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement HF : Systèmes hyperfréquences

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
18h	-	12h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

L'objectif de cette unité d'enseignement est l'étude du bruit dans les systèmes microondes.

La partie expérimentale montrera les limites de la linéarité des dispositifs microondes et mettra en évidence les principaux phénomènes non linéaires étudiées dans l'UE EPU-E8-EAM. Des mesures de facteurs de bruit d'amplificateurs microondes viendront compléter cette formation pratique.

Cet enseignement permettra également d'acquérir une expérience en simulation système à l'aide du logiciel SystemVue qui est un logiciel très utilisé en recherche et dans le monde industriel pour simuler des systèmes de communication numérique.

Contenu de l'ECUE :

- Principales sources de bruit (bruit thermique, bruit de grenaille...)
- Bruit dans les dipôles : Formule de Nyquist, Puissance utilisable de bruit, Température équivalente de bruit, Rapport excédentaire de bruit, Sources étalons
- Bruit dans les quadripôles : Rapport signal sur bruit, Facteur de bruit, Association de quadripôles en cascade, Mesure du facteur de bruit
- Conception d'un amplificateur faible bruit (LNA), Cercles de bruit
- Récepteurs microondes : Récepteur à détection directe, Récepteur hétérodyne

Prérequis :

Notions de base des lignes de transmission, Amplificateurs microondes

Modalités d'évaluation :

2 écrits répartis et 3 notes de TP

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

- Salle 231 et salle 232



juin 2025



- Capacité de la salle : Salle 231 : 12 Salle 232 : 6 à 8 pour ces TP
- Matériel ou logiciel spécifiques : Logiciel SystemVue, Analyseurs de réseaux vectoriels, Analyseurs de spectre

Méthodes pédagogiques :

Méthodes expositive, démonstrative et active

- TP1 et TP2 en 232 : Groupes de 8 étudiants (maximum)
- TP3 en 231 : Groupes de 12 étudiants

Séquencement

Semaine	Cours	TD	TP	Projet	Evaluation
4	C1		TP1 FISE TP1 FISA		
5	C2 C3				
7	C4 C5				
9	C6				dont eval 1h
11	C7 C8				
12			TP2 FISE		
13			TP2 FISA		
14			TP3 FISE		
15			TP3 FISA		CC final 2

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC2	Concevoir et/ou intégrer un système de communication dans un système.	M
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC1	Effectuer un état de l'art scientifique et une veille des technologies pertinentes	N
EI-C4-SC3	Interagir avec les laboratoires de recherche publics ou privés, français ou internationaux	A

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE5
EPU-F9-PJH - Approfondissement HF : Projet		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement HF : Projet

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
-	-	-	30h	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Comprendre la théorie des nouveaux phénomènes physiques intervenant dans le domaine RF.
- Maîtriser des logiciels de conception de circuits RF commerciaux utilisés dans le monde industriel (ADS/Agilent, HFSS/Ansys, CST/ Microwave Studio).
- Être capable de participer à la mise au point de bancs de test RF, mise en situation réelle de tests RF.
- Maîtriser les techniques de mesure dans le domaine RF (Matrice S, diagramme de rayonnement en champ lointain) par utilisation d'équipements de référence (Analyseur de réseau vectoriel, mesure de champ).
- Faire des mesures en chambre anéchoïde.
- Faire l'extraction de paramètres par conversion de matrice (Matlab).

Contenu de l'ECUE :

Ce projet se déroule dans un environnement de laboratoire de recherche spécialisé dans les circuits et systèmes micro-ondes. Selon le profil de l'équipe encadrante, le projet consiste à mener une ou plusieurs activités suivantes :

- Étude, conception et réalisation de dispositifs hyperfréquences à fort degré d'innovation, issus de derniers résultats de recherche (par exemple au niveau matériau : nanotechnologies/ métamatériaux), depuis de la théorie jusqu'à la démonstration expérimentale de fonctions RF.
- Recherche bibliographique sur le thème scientifique et compréhension des phénomènes physiques : identification des paramètres clés suivant les différentes approches existantes (État de l'Art).
- Mise en forme d'une modélisation électrique fréquentielle type circuit pour l'estimation qualitative des paramètres électriques permettant de réaliser la fonction visée.
- Conception d'un design de structure par modélisation électromagnétique 3D.
- Réalisation d'un prototype par utilisation d'une technologie bas-coût accessible au niveau de la plateforme d'électronique.
- Mise au point d'un banc expérimental en espace libre ou guidé permettant la validation expérimentale de la fonction visée.



- Mise au point de techniques de calibration type SOLT ou TRL (structures de de-embedding et dispositifs de références).
- Caractérisation fréquentielle large bande en réflexion et en transmission (Matrice S).
- Extraction des paramètres physiques clés par calcul matriciel.

Prérequis :

Propagation et rayonnement, Lignes de transmission, CEM, filtrage HF, Techniques de mesures RF

Modalités d'évaluation :

Évaluation orale intermédiaire (8eme séance).

Rapport et présentation orale (15eme séance).

Ressources matérielles (type de salle, matériaux / logiciels) :

Lieux : Laboratoires de recherche (avec thématique conception d'antenne , capteurs hyperfréquence, hyperfréquences pour l'astronomie à l'observatoire de Paris).

Matériel : Analyseur de réseau vectoriel, mesure de champ, salle anéchoïde .

logiciels ADS/Agilent, HFSS/Ansys, CST/ Microwave Studio.

Méthodes pédagogiques :

Méthode active et expérimentale, immersion dans des équipes de recherche

Compétences mobilisées du référentiel de compétences

Code	Compétences	Niveau attendu
EI-C1 - Concevoir des systèmes hétérogènes complets intégrant composants semiconducteurs, circuits, capteurs, traitement de l'information, communication et actionneurs		
EI-C1-SC1	Choisir avec méthode les technologies, les composants, les algorithmes et les solutions logicielles appropriés compte tenu de contraintes variées.	M
EI-C1-SC2	Développer et assembler de manière intégrée les aspects logiciels et matériels.	A
EI-C1-SC3	Valider le système en mettant en œuvre des procédures de test.	A
EI-C1-SC4	Concevoir, modéliser et prototyper avec les outils disponibles dans l'environnement de travail et les appareils de mesures pertinents	A
EI-C1-SC5	S'assurer du fonctionnement et de la stabilité du système	A
TRANS1-C1 - Concevoir et piloter un projet		
TRANS1-C1-SC3	Analyser et établir des solutions techniques et économiques pour la réalisation d'un projet en intégrant une réflexion sur les enjeux de développement durable, et l'éthique	M
TRANS1-C1-SC2	Formaliser un problème en proposant une réflexion approfondie	M
TRANS1-C1-SC1	Piloter un projet en utilisant les méthodes et outils de gestion de projet	M
TRANS2-C1 - S'intégrer dans une organisation, animer et faire évoluer une équipe		
TRANS2-C1-SC1	S'intégrer dans un collectif existant	M
TRANS2-C1-SC2	Contribuer au bon fonctionnement d'une équipe et à ses objectifs, impulser une	M



C1-SC2	bonne dynamique	
TRANS2-C1-SC3	Savoir être réactif et positif face à une demande	M
TRANS2-C1-SC4	Agir en responsabilité pour la bonne réalisation de ses activités	M
TRANS2-C2 - Communiquer		
TRANS2-C2-SC1	Donner ses retours, entendre et intégrer ceux des autres	M
TRANS2-C2-SC2	Communiquer à l'écrit de façon professionnelle, structurée et synthétique	M
TRANS2-C2-SC3	Communiquer à l'oral de manière pédagogique, synthétique et adaptée	M
TRANS2-C2-SC4	Convaincre ou faire passer des idées pour aider à la prise de décision	M
EI-C2 - Optimiser un système numérique en prenant en compte les contraintes de temps d'exécution, de ressources matérielles nécessaires et de consommation		
EI-C2-SC3	Optimiser l'architecture d'un système à base de microprocesseur avec de l'accélération matérielle.	M
EI-C3 - Assurer la fiabilité et la qualité des systèmes électroniques et informatiques		
EI-C3-SC2	Élaborer des stratégies de test et de validation robuste tout au long du processus de conception et de développement.	M
EI-C3-SC3	Déployer des processus et techniques de résolution de problèmes et de qualité.	M
EI-C4 - Mener de manière autonome une démarche de recherche scientifique et d'innovation responsable		
EI-C4-SC5	Piloter une démarche itérative (ex : « lean start up », « design thinking »), de l'idée au marché, qui mobilise des clients et des parties prenantes variées	M

Codification des niveaux attendus :

- **N - Connaissances** (*l'élève a des connaissances dans le domaine*)
- **A - Application** (*l'élève est capable d'exercer la compétence mais n'est pas autonome*)
- **M - Maîtrise** (*l'élève est capable d'exercer la compétence en autonomie dans des conditions d'exercice ordinaires, il peut être force de proposition*)
- **E - Maîtrise avancée** (*l'élève a développé la compétence en situation professionnelle complexe, il est force de proposition*)

Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE5
EPU-F9-ECV - Approfondissement MEN : Smart grids		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement MEN : Smart grids

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève					
Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
14h	-	16h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Identifier les composants clés d'un microgrid et comprendre leur fonctionnement
- Sélectionner et configurer des systèmes de stockage pour optimiser l'utilisation de l'énergie
- Appliquer des algorithmes de gestion de l'énergie pour optimiser les performances des microgrids
- Configurer des systèmes embarqués pour piloter des équipements d'un microgrid
- Mettre en place des systèmes de gestion de l'énergie en temps réel
- Mettre en œuvre des solutions pour gérer les variations de la production d'énergie renouvelable
- Concevoir et mettre en œuvre un projet de microgrid
- Évaluer l'impact économique des microgrids
- Analyser la durabilité environnementale des microgrids

Contenu de l'ECUE :

- Introduction aux Microgrids
- Rappels fondamentaux de l'électricité, production d'énergie renouvelable et les technologies de stockage d'énergie
- Les réseaux et bus de communication dans le domaine de l'énergie : Les protocoles abordés et mis en pratiques : ModBus, RS485&232
- Contrôle et Gestion des Microgrids
- Systèmes Embarqués pour la Gestion de l'Énergie
- Économie et Durabilité des Microgrids

Prérequis :

- Programmation en langage C et Systèmes Embarqués
- Microcontrôleur
- Réseaux
- Électronique analogiques
- Sources d'énergies renouvelables



- Technologies de stockage d'énergie

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Devoir maison

Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle équipée d'ordinateurs pour les cours /TD

Plateforme expérience en conditions réelles (plateforme de Saint Cyr l'Ecole)

Logiciels : Matlab Simulink avec toolbox simpower systems et simscape

Méthodes pédagogiques :

- Cours Magistraux Interactifs
- Études de Cas
- Travaux Pratiques sur une plateforme expérience en conditions réelles (plateforme de Saint Cyr l'Ecole)

Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5

Semestre 9

UE : EI-FISA-S09-UE5

EPU-F9-EPR - Approfondissement MEN : Pilotage et régulation de process d'énergie

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement MEN : Pilotage et régulation de process d'énergie

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
10h	8h	12h	-	-	-

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Transposer les méthodes de commande continues au cas discret
- Connaitre et mettre en œuvre les méthodes et de l'implémentation des régulateurs échantillonnés, y compris dans des systèmes embarqués
- Mettre en œuvre des asservissements numériques et de leur application dans le contexte énergétique.
- Mettre en œuvre des régulateurs échantillonnés sur des plateformes matérielles, en particulier sur des DSP
- Utiliser des logiciels de simulation pour modéliser et analyser des systèmes de contrôle discret

Contenu de l'ECUE :

- Introduction au pilotage et à la régulation des processus d'énergie
- Transposition des méthodes de commande continues au cas discret
- Asservissements numériques
- Représentation et stabilité des systèmes échantillonnés
- Approximation des régulateurs continus - Méthodes spécifiques au cas discret et mise en œuvre des régulateurs échantillonnés (implémentation dans un DSP)

Prérequis :

- Programmation en langage C
- Automatique et Régulation
- Mathématiques : équations différentielles, les transformées de Laplace, et les matrices.

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu, devoir sur table

Devoir maison



Travaux pratiques

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle équipée d'ordinateurs pour les cours /TD

Salle de TP d'électronique ou d'informatique

Logiciels : Matlab Simulink et toolbox Model Predictive Control et Control System

Méthodes pédagogiques :

- Cours théoriques
- Travaux dirigés
- Travaux pratiques



Fiche Syllabus

Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE5
---------	------------	----------------------

EPU-F9-PM1 - Approfondissement MEN : Projet intelligence ambiante

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Approfondissement MEN : Projet intelligence ambiante

Coefficient de l'ECUE : 2

Unité d'enseignement (UE) : Approfondissement

Nombre de crédits de l'UE : 8

Spécialités concernées : EI-FISA, EI-FISE

Volume horaire par élève

Cours	TD	TP	Projets encadrés	Présentiel non encadré	Travail personnel non présentiel (estimation)
2h	-	-	28h	-	10h

Acquis de l'Apprentissage Visés :

À l'issue de ce module, l'élève ingénieur doit être capable de :

- Expliquer de manière précise les concepts de l'intelligence ambiante et connaître ses applications dans le quotidien des utilisateurs
- Développer des applications mobiles affichant des données physiques ambiantes en temps réel
- Identifier les composants de base du processus d'élaboration des projets innovants autour de l'intelligence ambiante
- Concevoir un système de supervision d'un environnement ambiant à savoir une maison intelligente ou un bâtiment écoresponsable
- Expliquer le fonctionnement des objets connectés et élaborer un prototype pour la gestion des ressources énergétiques
- Écrire et implémenter un algorithme distribué, notamment un consensus distribué, en prenant en compte les cas de défaillance et les techniques de reprise
- Mettre en œuvre un protocole de collaboration en se basant sur les systèmes multi-agent

Contenu de l'ECUE :

Il s'agit d'un enseignement par projets. Les projets permettront aux apprenants de mobiliser les compétences en informatique, systèmes embarqués et télécommunications pour concevoir et mettre en œuvre des systèmes des solutions de gestion intelligente des énergétiques (production, consommation et stockage). Exemples de thèmes :

- Système de Surveillance Énergétique utilisant des capteurs pour collecter des données sur la consommation d'énergie dans un environnement donné
- Contrôle Automatique de l'Eclairage
- Système de Gestion de Batterie Intelligent
- Gestion énergétique efficace d'une serre agricole
- Gestion dynamique et intelligente des cycles de recharge pour véhicules électriques



Prérequis :

- Programmation en langage Python
- Structure et fonctionnement des microcontrôleurs et des ordinateurs
- Commandes de base en Linux et en POSIX
- Développement web ou mobile (natif sous Android, ou cross-platform)
- Utilisation d'équipement de laboratoire pour la mesure (oscilloscope, multimètre) pour la génération de signaux et pour l'alimentation électrique

Modalités d'évaluation :

Évaluation du projet

Ressources matérielles (type de salle, matériels / logiciels) :

Salle équipée d'ordinateurs pour les cours /TD

Plateforme expérience en conditions réelles (plateforme de Saint Cyr l'Ecole)

Logiciels : Matlab Simulink avec toolbox simpower systems et simscape

Méthodes pédagogiques :

- Exposés thématiques en groupe
- Travaux pratiques constituant un projet



Fiche Syllabus		
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)		
Année 5	Semestre 9	UE : EI-FISA-S09-UE6
EPU-F9-DTI - Activité en entreprise		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Activité en entreprise

Coefficient de l'ECUE : 6

Unité d'enseignement (UE) : Activité en entreprise

Nombre de crédits de l'UE : 6

Spécialités concernées : EI-FISA

Acquis de l'Apprentissage Visés :

Durant cette cinquième période l'apprenti est mis dans la situation d'un ingénieur junior. Il doit accomplir la mission qui lui est confiée avec une rigueur scientifique et une démarche d'ingénieur et réaliser son mémoire. Cela passe tout d'abord par le recueil de toutes les informations utiles pour traiter le sujet déterminé, puis l'étude détaillée et précise du cahier des charges et d'un planning prévisionnel. L'ingénieur junior va s'entourer d'une équipe pour mener à bien ce projet.

Contenu de l'ECUE :

Le contenu de ce module est en adéquation avec les contraintes inhérentes à l'entreprise d'accueil. L'apprenti ingénieur aura en charge des activités opérationnelles afin de valider les compétences qu'il a acquises tout au long de son parcours de formation. La nature du travail de l'apprenti ingénieur dépendra du secteur d'activité de l'entreprise et de son service. Au bureau d'études, l'apprenti EI conçoit et développe en partie ou complètement un système électronique et/ou informatique. Il choisit les solutions techniques et les procédés à mettre en œuvre. Il peut être amené à le caractériser et/ou l'actualiser.

Prérequis :

Aucun prérequis n'est nécessaire dans le cadre de ce module. L'enchaînement des semestres assurera l'évolution des acquis en entreprise.

Modalités d'évaluation :

Le maître d'apprentissage évalue l'apprenti via une grille de compétences (voir guide du maître d'apprentissage).

Le projet de mise en situation d'ingénieur donne lieu à un mémoire et à une soutenance en fin d'année. Il est évalué conjointement par le maître d'apprentissage, le tuteur académique et un coordinateur du CFA.



Fiche Syllabus
Spécialité Électronique Informatique - Statut Apprenti (EI-FISA)

Année 5	Semestre 10	UE : EI-FISA-S10-UE1
EPU-F0-DTI - Activité en entreprise		

Intitulé de l'élément constitutif de l'unité d'enseignement (ECUE) : Activité en entreprise

Coefficient de l'ECUE : 30

Unité d'enseignement (UE) : Activité en entreprise

Nombre de crédits de l'UE : 30

Spécialités concernées : EI-FISA

Acquis de l'Apprentissage Visés :

Durant cette dernière période l'apprenti accompli la mission qu'on lui a confié afin de rédiger son mémoire industriel. Il suit le planning qu'il s'est fixé pour mener son plan d'actions. Il informe régulièrement son équipe et son maître d'apprentissage de l'avancée de son travail et les avertit des difficultés rencontrées et cherche avec eux les moyens les plus pertinents pour les résoudre. Il sait argumenter les choix techniques et technologiques qu'il a fait et évaluer le retour sur investissement des solutions proposées.

Contenu de l'ECUE :

Le contenu de ce module est en adéquation avec les contraintes inhérentes à l'entreprise d'accueil. L'apprenti ingénieur aura en charge des activités opérationnelles afin de valider les compétences qu'il a acquises tout au long de son parcours de formation. La nature du travail de l'apprenti ingénieur dépendra du secteur d'activité de l'entreprise et de son service. Au bureau d'études, l'apprenti EI conçoit et développe en partie ou complètement un système électronique et/ou informatique. Il choisit les solutions techniques et les procédés à mettre en œuvre. Il peut être amené à le caractériser et/ou l'actualiser

Prérequis :

Aucun prérequis n'est nécessaire dans le cadre de ce module. L'enchaînement des semestres assurera l'évolution des acquis en entreprise.

Modalités d'évaluation :

Le maître d'apprentissage évalue l'apprenti via une grille de compétences (voir guide du maître d'apprentissage).

Le projet de mise en situation d'ingénieur donne lieu à un mémoire et à une soutenance en fin d'année. Il est évalué conjointement par le maître d'apprentissage, le tuteur académique et un coordinateur du CFA.

