



SYSTÈMES EMBARQUÉS, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ET ROBOTIQUE

Livret des enseignements



CONTACT :
Romuald AUFRERE
Responsable du département,
Romuald.AUFRERE@uca.fr



POLYTECH Clermont
Campus universitaire des Cézeaux
2 av. Blaise Pascal
63178 AUBIÈRE cedex

www.polytech-clermont.fr
Tél. (33) 04 73 40 75 00



Table des matières

I. Première année	1
A. Semestre 5	1
1. UE1 Sciences fondamentales 1	1
a. Automatique	1
b. Électromagnétisme	1
c. Électrotechnique	2
d. TC Mathématiques 1	4
2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1	5
a. Bases scientifiques	5
b. ELECTRONIQUE 1	6
c. Socle informatique	8
3. UE3 Sciences Homme et Société 1	9
a. DDRS 1	9
b. Communication 1	10
c. Sciences sociales 1	12
B. Semestre 6	13
1. UE4 Sciences fondamentales 2	13
a. Mathématiques 2	13
b. Electronique 2	14
c. Convertisseurs et régulation	15
d. Logique combinatoire et séquentielle	17
2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2	18
a. Systèmes programmables	18
b. Conception et intégration	21
c. Modélisation	23
3. UE6 Sciences Homme et Société 2	24
a. Stratégie d'innovation	24
b. Hackathon	24
c. DDRS2	25
d. Communication 2	26
4. UE7 Stage	28
a. Stage de découverte de l'entreprise	28
II. Deuxième année	28
A. Semestre 7	28
1. UE1 Sciences fondamentales 1	28
a. Électronique de puissance et perturbations électromagnétiques	28
b. Traitement du signal 2	30
c. Électronique	32
2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1	33
a. Projet sous-traitance	33
b. Transfert et stockage de données	34
c. Systèmes réactifs et temps réel	35
3. UE3 Sciences Homme et Société 1	36
a. Communication 1	36
b. Management 1	37
B. Semestre 8	39
1. UE4 Sciences fondamentales 2	39
a. Option A - Conversion d'Energie et Robotique	39
b. Option B - Systèmes Informatiques Embarqués	42
2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2	45
a. Projet : avant projet	45
b. Option A - Conversion d'Energie et Robotique	45
c. Option B - Systèmes Informatiques Embarqués	48
3. UE6 Sciences Homme et Société 2	51
a. Communication 2	51
b. Langues vivantes	51
4. UE7 Stage	52
a. Stage de 4ème année	52
5. UE8 Engagement personnel et citoyen	52
a. Engagement personnel et citoyen	52
III. Troisième année	52
A. Semestre 9	52

1. UE1 Poly'Compétences	52
a. Polytech'Imagerie numérique	53
b. Polytech'Mon projet 5A	53
c. Polytech'Contrat Pro	53
d. Polytech'Mobilité Durable	54
e. Polytech'Recherche	54
f. Polytech'Management	55
g. Polytech'Entrepreneuriat	55
2. UE2 Option A - Conversion d'Energie et Robotique	56
a. Projet	56
b. Robotique mobile	56
c. CEM	59
d. Électronique de puissance et électrotechnique	60
3. UE2 Option B - Systèmes Informatiques Embarqués	62
a. Projet	62
b. Systèmes programmables et re programmables	62
c. Conception conjointe : matérielle et logicielle	65
4. UE2 Option Energie	68
a. Module Énergie et énergétique	68
b. Module Énergies Renouvelables	71
c. Module Énergies fossiles carbonées et nucléaire	74
d. Module Stockage, transport et distribution de l'énergie électrique	75
e. Module Maîtrise des consommations d'énergie	77
5. UE3 Sciences Homme et Société	79
a. Expression et communication	79
b. Anglais	79
c. Insertion Professionnelle	80
d. Projet	80
B. Semestre 10	81
1. UE4 Stage ou contrat pro	81
a. Stage	81
b. Alternant (pour les étudiants qui font un contrat pro)	81

I. Première année

A. Semestre 5 [30 ECTS | 30 Coef]

1. UE1 Sciences fondamentales 1 [11 ECTS | 11 Coef]

a. Automatique

Code	37CP5AUT
Coef	3
Objectifs	Savoir modéliser et étudier le comportement d'un système linéaire Savoir synthétiser les correcteurs continus classiques
Éléments de cours	Automatique Continue TP Automatique continue
Prérequis	Mathématiques de premier cycle (algèbre linéaire notamment)
Horaire encadré	36 h (12 CM + 12 TD + 12 TP)
Responsable	Romuald Aufrère

a.1. Automatique Continue

Code	AURO 1
Coef	2
Objectifs	Savoir modéliser des systèmes physiques élémentaires et être capable de concevoir et réaliser des asservissements continus.
Acquis	Maîtriser les outils d'analyses des performances des systèmes continus Mettre en oeuvre des techniques continues de correction
Description	Introduction Systèmes bouclés Notions de boucle Notions de zéros et de pôles Représentation fréquentielle dans les plans de Black ET Bode Stabilité Précision Régulation et asservissements Poursuite et régulation Principales actions de correction (P, PI, PD, PID) Exemples appliqués aux systèmes continus
Prérequis	Transformée de Laplace
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h (12 CM + 12 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Romuald Aufrère
Enseignants	Romuald Aufrère, Sébastien Lengagne

a.2. TP Automatique continue

Code	AURO 2
Coef	1
Objectifs	Étude des asservissements linéaires élémentaires sur des cas pratiques.
Acquis	Savoir, concevoir et réaliser des asservissements continus sur des systèmes élémentaires.
Description	Éléments de base des systèmes asservis Systèmes asservis en boucle fermée
Prérequis	AURO 1 - Automatique continue
Références bibliographiques	Maquettes pédagogiques pour illustrer les asservissements de systèmes variés (hydraulique, électriques, etc.). Scilab et XCos
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Romuald Aufrère
Enseignants	Romuald Aufrère, Sébastien Lengagne

b. Électromagnétisme

Code	37CP5CEM
Coef	2
Objectifs	Connaître les bases de l'électromagnétisme Analyser les phénomènes mis en jeu dans la propagation guidée
Eléments de cours	Bases d'électromagnétisme pour la CEM TP d'électromagnétisme pour la CEM, propagation guidée
Prérequis	Mathématiques 1
Horaire encadré	24 h (6 CM + 6 TD + 12 TP)
Responsable	Christophe Pasquier

b.1. Bases d'électromagnétisme pour la CEM

Code	CEM 1
Coef	1
Objectifs	Comprendre la mise en équations de Maxwell. Analyser les phénomènes de propagation dans un milieu homogène isotrope. Connaitre les relations de passage entre deux milieux. Application au cas d'une ligne de transmission.
Acquis	Maitrise des lois de propagation des ondes électromagnétiques dans un milieu homogène isotrope Modélisation d'une ligne de propagation bifilaire
Description	BASES DE L'ELECTROMAGNETISME DES CHAMPS ET COURANTS VARIABLES Généralisation des équations de l'électrostatique et de l'électromagnétisme aux champs et courants variables Propriétés des milieux de propagation Equations de propagation Onde plane monochromatique dans le vide Notion de milieu conducteur - milieu diélectrique Conditions aux limites Réflexion et Réfraction d'une onde LIGNES DE TRANSMISSION Modélisation d'une ligne de transmission à deux conducteurs Le modèle Mise en équation Excitation sinusoïdale Rapport tension / courant, impédance caractéristique Coefficient de réflexion, Coefficient de transmission
Prérequis	Outils mathématiques (rotationnel, divergence, Laplacien...), équations de Maxwell en statique, potentiel scalaire et potentiel vecteur...
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Christophe Pasquier
Enseignant	Christophe Pasquier

b.2. TP d'électromagnétisme pour la CEM, propagation guidée

Code	CEM 2
Coef	1
Objectifs	Observer et comprendre les phénomènes de propagation sur différents supports de transmission
Acquis	Utilisation de logiciel pour simuler la propagation d'ondes électromagnétiques dans différents milieux (ligne de transmission , milieu homogène) Mesures et détermination des paramètres linéiques d'une ligne de transmission.
Description	Mesures sur des lignes coaxiales Modélisation de la propagation par BMTL Simulation de la propagation d'ondes électromagnétiques
Prérequis	CEM 1
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Christophe Pasquier
Enseignant	Christophe Pasquier

c. Électrotechnique

Code	37CP5ELT
------	----------

Coef	3
Objectifs	Connaissance des principes de fonctionnement des convertisseurs électromagnétiques statiques (transformateurs) et tournants (machines)
Eléments de cours	Introduction à l'électrotechnique TP Machines électriques statiques Électromécanique : convertisseurs électromagnétiques TP électrotechnique: machines tournantes
Horaire encadré	48 h (12 CM + 12 TD + 24 TP)
Responsable	Rafik Smaali

c.1. Introduction à l'électrotechnique

Code	ELT 1
Coef	1
Objectifs	Modélisation des circuits électriques et magnétiques de l'électrotechnique. Études des circuits couplés : application au transformateur statique.
Acquis	Savoir représenter simplement les phénomènes physiques de l'électrotechnique . Savoir utiliser un schéma équivalent et savoir interpréter les résultats qu'il fournit .
Description	Éléments d'électromagnétisme Lois d'Ampère, de Faraday (induction), de conservation du flux Bobine avec noyau Fonctionnement linéaire et non linéaire, entrefer et localisation de l'énergie Aimants permanents Circuits couplés, inductances Transformateur statique Transformateur monophasé, transformateur triphasé équilibré
Prérequis	Connaissance des loi élémentaires de l'électricité et des outils mathématiques de base (nombres complexes, vecteurs, calcul matriciel élémentaire)
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Rafik Smaali
Enseignant	Rafik Smaali

c.2. TP Machines électriques statiques

Code	ELT 2
Coef	1
Objectifs	Analyse des phénomènes physiques dans les circuits électriques et magnétiques de l'électrotechnique. Utilisation du modèle des inductances pour décrire les machines statiques
Acquis	Câbler et mettre en service des machines électriques en respectant les règles de sécurité . Analyser les résultats expérimentaux à l'aide de modèles simples .
Description	Circuit magnétique: cycle d'hystérésis, pertes Transformateur monophasé: schéma équivalent, fonctionnement sur charge selfique Transformateur triphasé: fonctionnement déséquilibré
Prérequis	ELT 1 - Introduction à l'électrotechnique
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Rafik Smaali
Enseignant	Rafik Smaali

c.3. Électromécanique : convertisseurs électromagnétiques

Code	ELT 3
Coef	1
Objectifs	Introduction à la théorie générale des convertisseurs électromagnétiques. Analyser la création du couple dans les machines tournantes.
Acquis	Modéliser une machine tournante à l'aide d'une matrice d'inductances . Écrire le bilan énergétique à l'aide des équations du régime instantané . Comprendre les mécanismes de création de couple .
Description	Couple de mutuelle induction et couple réductant Etats énergétiques du système électromécanique Force magnétomotrice d'entrefer Variation spatiale et représentation vectorielle

	Évolution temporelle (champ tournant et champ pulsant) Synchronisme et asynchronisme Calcul de l'énergie magnétique dans l'entrefer, couple électromagnétique
Prérequis	ELT 1
Références bibliographiques	Electromécanique; convertisseurs d'énergie et actionneurs, Grenier D., Labrique F., Buyse H., Matagne E., ed DUNOD, Paris 2003
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Rafik Smaali
Enseignant	Rafik Smaali

c.4. TP électrotechnique: machines tournantes

Code	ELT 3
Coef	1
Objectifs	Utilisation du modèle des inductances pour décrire les machines tournantes. Découverte par la pratique du fonctionnement des machines tournantes usuelles.
Acquis	Câbler, mettre en service et en sécurité, des machines électriques . Analyser les résultats expérimentaux à l'aide de modèles simples .
Description	Machine à courant continu: caractéristiques de vitesse et de couple en excitation indépendante Machine synchrone: couplage au réseau, réversibilité Machine asynchrone: fonctionnement en moteur, schéma équivalent
Prérequis	ELT 1 - Introduction à l'électrotechnique ELT 3 - Électromécanique : convertisseurs électromagnétiques
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Rafik Smaali
Enseignant	Rafik Smaali

d. TC Mathématiques 1

Code	370N5MA1
Coef	3
Objectifs	Acquérir les fondamentaux mathématiques
Eléments de cours	Fondamentaux mathématiques Statistiques et probabilités
Prérequis	L1-L2 (fonctions usuelles de la variable réelle)
Horaire encadré	62 h (20 CM + 42 TD + 0 TP)
Responsables	Adeline Augier, Claire Schenkel

d.1. Fondamentaux mathématiques

Code	370N5MA
Coef	2
Objectifs	Décider si une matrice est diagonalisable et donner sa diagonalisation le cas échéant. Utiliser la dérivée partielle et les opérateurs d'analyse vectorielle pour les fonctions de 2 ou 3 variables réelles. Résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre
Acquis	Problèmes linéaires : * savoir les reconnaître, les mettre sous forme matricielle * savoir les résoudre * savoir déterminer les valeurs propres d'une matrice de taille 2 à 4 Analyse dans \mathbb{R}^3 : * savoir utiliser et caractériser le produit vectoriel et le produit scalaire * calculer une dérivée partielle d'ordre 1 ou 2 * calculer le gradient, le rotationnel et la divergence de produits de fonctions Analyse dans \mathbb{R} : * reconnaître les primitives usuelles * intégrer par parties ou en faisant un changement de variables

	* résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre Dans ce module, il est demandé de savoir calculer en tenant compte des résultats théoriques et de savoir calculer avec des nombres complexes.
Description	Chapitres de ce cours : 1. Fonctions de plusieurs variables réelles 2. Espace vectoriel, produits de vecteurs 3. Analyse vectorielle 4. Primitives 5. Équations différentielles 6. Produit de matrices, systèmes linéaires 7. Bases de \mathbb{R}^n 8. Déterminant d'une matrice carrée 9. Inversibilité d'une matrice, matrices semblables 10. Diagonalisation d'une matrice
Prérequis	L1-L2 (fonctions usuelles de la variable réelle)
Références bibliographiques	Chaîne Math adultes de Gilles Bailly-Maître Site OpenING
Evaluation	CC
Horaire encadré	46 h (20 CM + 26 TD + 0 TP)
Travail personnel	16 h
Responsables	Adeline Augier, Claire Schenkel
Enseignants	Adeline Augier, Claire Schenkel

d.2. Statistiques et probabilités

Code	370NP5STA
Coef	1
Objectifs	Former aux méthodes classiques en probabilités et statistique inférentielle.
Acquis	Savoir manipuler les variables aléatoires classiques Savoir déterminer un estimateur sans biais et calculer son EQM, construire un intervalle de confiance et un test paramétrique .
Description	Partie 1 : Probabilités - Dénombrements - Événements, espaces probabilisés - Calcul de probabilités, probabilités conditionnelles, formules des probabilités totales et de Bayes - Variables aléatoires : définitions, propriétés, espérance, variance - Construction de certaines lois classiques (normale, binomiale...) Partie 2 : Statistiques inférentielle - Modèle statistique. - Estimation, intervalles de confiance. - Tests d'hypothèses
Références bibliographiques	Pratique moderne des probabilités, Radix JC, Lavoisier, Paris 1991 Probabilités, analyse des données et statistique, Saporta G, Ed. technips 1990
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h (0 CM + 16 TD + 0 TP)
Travail personnel	6 h
Responsable	Stéphanie Léger
Enseignants	Adeline Augier, Laurent Beaudou, Stéphanie Léger, Claire Schenkel, Martin Metodiev

2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 [10 ECTS | 10 Coef]

a. Bases scientifiques

Code	37CX5BS
Coef	2
Objectifs	Comprendre le fonctionnement et les caractéristiques des composants de base de l'électronique (diodes, transistors, ...) Maîtriser les montages fondamentaux et savoir les reproduire en pratique
Eléments de cours	Introduction à l'électronique Mise à niveau traitement du signal
Horaire encadré	27 h (15 CM + 12 TD + 0 TP)

Responsable	Alexis Landrault
-------------	------------------

a.1. Introduction à l'électronique

Code	ELN 1
Coef	1
Objectifs	Connaître les éléments constitutifs d'un circuit et le langage s'y référant Comprendre et savoir appliquer les théorèmes de base de l'électronique. Connaître les différents régimes de fonctionnement des circuits
Acquis	Comprendre et maîtriser les principes de bases de l'électronique .
Description	<ul style="list-style-type: none"> · Généralités sur les circuits électriques Théorèmes généraux Le régime sinusoïdale Le régime transitoire La notion de puissance Notion de quadripôles Introduction aux AOP (amplificateurs opérationnels)
Références bibliographiques	Principes d'électronique, Malvino AP., Bates DJ., éditions DUNOD 2008 7ème édition Principes d'électronique, Malvino AP., Bates DJ., éditions DUNOD 2021 9ème édition Electronique - Le cours - 2e édition, Yves Granjon, Bruno Estibals, Serge Weber, éditions DUNOD 2019 2ème édition
Evaluation	CC
Horaire encadré	13.5 h (7.5 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Alexis Landrault
Enseignant	Alexis Landrault

a.2. Mise à niveau traitement du signal

Code	TSI 1
Coef	1
Objectifs	Comprendre les éléments fondamentaux relatifs au traitement du signal dans les systèmes industriels
Acquis	Identifier des problématiques liées au traitement du signal (M) Analyser cette problématique et proposer des solutions (M)
Description	<ul style="list-style-type: none"> Signaux : introduction, aspects énergétiques, corrélation, convolution - Analyse fréquentielle : décomposition en séries de Fourier, transformée de Fourier, fenêtrage - Systèmes : propriétés, caractérisation, filtrage fréquentiel - Asservissement des systèmes : notion de fonction de transfert, représentation de Bode, correction de systèmes
Evaluation	CC
Horaire encadré	13.5 h (7.5 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Roland Chapuis
Enseignant	Roland Chapuis

b. ELECTRONIQUE 1

Code	37CP5ELN
Coef	4
Objectifs	Comprendre le fonctionnement et les caractéristiques des composants de base de l'électronique (diodes, transistors, ...) Maîtriser les montages fondamentaux et savoir les reproduire en pratique
Eléments de cours	Composants électroniques Les semi-conducteurs et la fonction amplification TP Composants électroniques
Horaire encadré	36 h (14 CM + 10 TD + 12 TP)
Responsable	Alexis Landrault

b.1. Composants électroniques

Code	ELN 2
------	-------

Coef	1
Objectifs	Rappel de théorie des circuits Comprendre le fonctionnement physique des semi-conducteur La diode : caractéristiques, fonctionnement et polarisation. Le transistor (BJT et FET) : caractéristiques, fonctionnement et polarisation.
Acquis	Connaître les caractéristiques des composants actifs de l'électronique (diodes, transistors) et les montages de polarisation associés .
Description	Rappel : théorie des circuits Notions de physique du solide Semi-conducteurs intrinsèques, P, N Conduction dans les semi-conducteurs Diodes Jonction PN Caractéristiques directe et inverse Fonctionnement linéaire et en commutation Transistors bipolaires Explication physique du fonctionnement Caractéristiques et grandeurs essentielles Schémas équivalents en BF (hybride), HF (Giacoletto), Puissance (Ebers-Moll) Fonctionnement linéaire et en commutation Transistors FET et MOS Explication physique du fonctionnement Caractéristiques et grandeurs essentielles Schémas équivalents en BF et en HF, modèles SPICE Fonctionnement linéaire et en commutation
Références bibliographiques	Principes d'électronique, Malvino AP., Bates DJ., éditions DUNOD 2008 7ème édition Principes d'électronique, Malvino AP., Bates DJ., éditions DUNOD 2021 9ème édition Electronique - Le cours - 2e édition, Yves Granjon, Bruno Estibals, Serge Weber, éditions DUNOD 2019 2ème édition
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Alexis Landrault
Enseignant	Alexis Landrault

b.2. Les semi-conducteurs et la fonction amplification

Code	ELN 3
Coef	1
Objectifs	Comprendre les différents types des semi-conducteurs (le fonctionnement, les avantages et les inconvénients), Expliquer le concept des amplificateurs. L'étendre à l'amplification de petits signaux et l'appliquer aux montages fondamentaux à base de transistors.
Acquis	Caractériser les montages amplificateurs et les sources commandées [M].
Description	Les semi-conducteurs et Les amplificateurs : SC (BJT, FET, MOSFET et IGBT), Modèle et caractéristique Amplification petits signaux Montages de base pour BJT (EC, CC) et FET, polarisation, gain, Z_e, Z_s . Les différents types de l'amplificateur (Classe B etc.), le Montage Darlington.
Prérequis	Sources commandées électroniques et leur caractéristiques. Caractéristiques et modèles des composants électroniques essentiels
Références bibliographiques	Electronique : composants et systèmes d'application, Floyd T.L, Reynald Goulet Editeur Electronic circuits (Analysis, Simulation, and design), MALIK N., Prentice Hall 1995 Principes d'électronique, Malvino AP., Bates DJ., éditions DUNOD 2008 7ème édition
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (8 CM + 4 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Kambiz Tehrani
Enseignant	Kambiz Tehrani

b.3. TP Composants électroniques

Code	ELN 4
Coef	1
Objectifs	Mise en pratique des acquis théoriques sur les composants électroniques
Acquis	Savoir réaliser un montage à base de diodes ou transistors Savoir utiliser les appareils de mesure (oscilloscope, multimètre, ..)

	· Savoir saisir un circuit électronique puis le simuler à l'aide d'un logiciel de simulation
Description	Matériels de mesure électronique Composants électroniques Amplificateurs à composants discrets: petits signaux, puissance
Prérequis	ELN 2 - Composants électroniques ELN 3 - La fonction amplification
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Alexis Landrault
Enseignant	Alexis Landrault

c. Socle informatique

Code	370N5SI
Coef	4
Objectifs	Maîtriser les principes de l'outil informatique Pour un étudiant ingénieur non informaticien il s'agit d'être capable d'être donneur d'ordre (maître d'ouvrage) sur des projets à caractère informatique et donc de les conduire à terme : - depuis l'établissement du cahier des charges fonctionnel (définir le besoin), - le choix et la validation de solutions justifiées préexistantes ou développées spécifiquement - jusqu'à la réception et l'exploitation des matériels et logiciels. De plus, il doit être capable de tirer profit des outils informatiques : avoir conscience de leurs possibilités, limites et évolution pour l'organisation, la diffusion de l'information et la communication. Il doit donc rester adaptable vis-à-vis des outils (software) et matériels (hardware) : avoir les capacités suffisantes pour s'approprier les outils d'analyse, de simulation et de validation. On note que les compétences et notions du socle informatique sont rencontrées, exploitées et approfondies au travers d'autres modules de la formation qui utilisent les outils logiciels, le réseau etc.
Eléments de cours	Algorithmique Langage de programmation
Horaire encadré	40.5 h (18.5 CM + 6 TD + 16 TP)
Responsable	Christophe de Vault

c.1. Algorithmique

Code	370N5SI
Coef	2
Objectifs	Être capable d'écrire des algorithmes simples Être capable d'interagir avec des développeurs
Acquis	Être capable de manipuler des concepts abstraits pour comprendre et d'échanger avec des développeurs Être capable d'appréhender les actions séquentielles, répétitives et leur imbrication . Être capable de valider à chaque étape du développement et de réceptionner un outil informatique (logiciels) . Être en mesure de transposer cette organisation hiérarchique de développement (besoin/solution/validation) à d'autres domaines que l'informatique . Être capable d'intégrer un système validé dans un système plus complexe en respectant les contraintes entrées/sorties et les protocoles et interfaces . Être capable d'utiliser un langage commun (pseudo-langage) pour formaliser un cahier des charges, appréhender un système/contexte inconnu pour le faire évoluer de manière à garantir des objectifs
Description	Variable et opération - Types simples et structurés - Expression Structures de contrôle conditionnelles et itératives (boucle) : pré-test, post-test, prédéfinie Sous-programme - Passage de paramètres, entrée/sortie-Notion de bloc fonctionnel La récursivité est introduite sur exemple

	Les fichiers
Références bibliographiques	Programmation structurée et structures de données élémentaires, Courtin Jacques, Kowarski Irène, Dunod, 1989 Initiation à la programmation, Delannoy, Claude, Eyrolles 1997
Evaluation	CC
Horaire encadré	14 h (8 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	5 h
Responsable	Christophe de Vault
Enseignants	Christophe de Vault, Nancy El Rachkidy, Laurent Poughon, Mathilde Morvan

c.2. Langage de programmation

Code	370N5SI
Coef	1
Objectifs	Apprendre la syntaxe d'un langage de programmation structuré afin de mettre en oeuvre les algorithmes
Acquis	Savoir écrire des petits programmes . Être capable d'assembler des composants logiciels existants .
Description	Types simple et composé Structures de contrôles Sous-programmes Fichiers
Références bibliographiques	Programmation OpenOffice.org et LibreOffice, Macros OOoBASIC et API, Eyrolles 2011, Bernard Marcelly et Laurent Godard Le langage C, Delannoy, Claude, Eyrolles, 2002 Le Langage C : norme ANSI, Kernighan, Brian W. , Ritchie, Denis M, Masson, 1997
Evaluation	CC
Horaire encadré	26.5 h (10.5 CM + 0 TD + 16 TP)
Travail personnel	9 h
Responsable	Christophe de Vault
Enseignants	Marinette Bouet, Christophe de Vault, Nancy El Rachkidy, Laurent Poughon, Alexis Landraut, Mathilde Morvan

3. UE3 Sciences Homme et Société 1 [9 ECTS | 9 Coef]

a. DDRS 1

Code	370X5D1
Coef	2
Objectifs	Sensibiliser nos élèves ingénieurs aux enjeux de la transition écologique et du développement durable
Description	L'équilibre et les limites de notre monde par une approche systémique sont étudiés. Les étudiants sont amenés à comprendre les ordres de grandeur et incertitudes par une analyse prospective et à co-construire des diagnostics et solutions. Pour cela ils ont recours à des modèles dont la structure (diagramme de causalité, boucles) est analysée au moyen d'outils (ex : Vensim) pour quantifier les évolutions. Présentation : - des enjeux climatiques - des limites planétaires - des transitions écologiques et énergétique - de l'écoconception - Fresque du climat + Polytest : Ce test est créé par le Réseau Polytech et s'inspire du Sulitest. Il s'appuie sur les 17 ODD de l'ONU. Il permet aux étudiants de se positionner et d'améliorer leurs connaissances sur la compréhension des grands défis de notre monde en pleine transition pour un futur soutenable. + Présentations faites par des industriels
Evaluation	CC
Horaire encadré	22 h (14 CM + 8 TD + 0 TP)
Travail personnel	5 h

Responsable	Arnaud Diemer
Enseignants	Marinette Bouet, Stéphanie Léger, Arnaud Diemer, Alexandre Cabagnols, Catherine Creuly, Gaëlle Baudouin

b. Communication 1

Code	370N5CO1
Coef	3
Objectifs	Apprendre à s'exprimer à l'oral et à l'écrit en fonction des situations d'énonciation. Comprendre les relations de communications entre les humains. S'ouvrir à divers domaines culturels
Eléments de cours	E2C 1 Langue vivante 1
Horaire encadré	42 h (0 CM + 42 TD + 0 TP)
Responsable	Romy Sauvayre

b.1. E2C 1

Code	370N5EC1
Coef	1
Objectifs	Parfaire son expression en fonction de situations variées. Savoir s'adapter à différents publics. Acquérir et développer des capacités et techniques de communication générale et spécifique. Augmenter ses connaissances en français. Acquérir quelques éléments culturels supplémentaires.
Acquis	Parler avec ou sans note Préparer un diaporama Adapter son niveau de langue à la situation d'énonciation Savoir synthétiser un document Améliorer son niveau culturel Connaître et maîtriser diverses formes d'écrits Savoir chercher de l'information Maîtriser son expression non verbale
Description	Communication : l'école de Palo Alto, la communication non verbale. Exposés individuels avec ou sans supports. Prise de parole spontanée ou préparée. Exposés en binôme ou trinôme. Techniques d'écriture (écrit scientifique et technique ; rédaction d'article ; synthèse de document, écriture de fiction...) Revue de presse. Culture générale.
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h (0 CM + 16 TD + 0 TP)
Travail personnel	15 h
Responsable	Véronique Quanquin
Enseignant	Véronique Quanquin

b.1. Langue vivante 1

Coef	1
Eléments de cours	Anglais 1 Seconde langue 1 (facultative)
Horaire encadré	26 h (0 CM + 26 TD + 0 TP)
Responsable	Bénédicte Bousset

b.1.1. Anglais 1

Code	370N5AN1
Coef	1
Objectifs	Obtention du niveau B2 du Cadre Européen de Référence pour les langues : TOEIC 800
Acquis	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion dans un cadre professionnel Être capable de s'exprimer avec aisance dans un cadre professionnel Être capable de comprendre le contenu d'un texte technique ou d'ordre général

	Être capable de s'exprimer correctement à l'écrit dans un contexte professionnel
Description	Remise à niveau et approfondissement grammatical et lexical Discussion à deux et en groupe Compréhension de documents oraux courts et longs, Introduction au test TOEIC Amélioration de la compréhension et de la réactivité surtout à l'oral
Evaluation	CC
Horaire encadré	26 h (0 CM + 26 TD + 0 TP)
Travail personnel	20 h
Responsable	Michelle Didier
Enseignants	Bénédicte Bousset, Michelle Didier, Bertrand Maillet

b.1.1. Seconde langue 1 (facultative)

Coef	0
Objectifs	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion Être capable de s'exprimer selon son niveau dans un contexte spécifique Être capable de comprendre un document d'un ordre général Être capable d'écrire correctement dans un contexte personnel
Eléments de cours	Espagnol Allemand Italien
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)
Responsable	Romy Sauvayre

b.1.1.1. Espagnol

Coef	1
Objectifs	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion Être capable de s'exprimer selon son niveau dans un contexte spécifique Être capable de comprendre un document d'un ordre général Être capable d'écrire correctement dans un contexte personnel
Description	- Géographie, économie, institution de L'Espagne et des pays d'Amérique Latine ; spécificités - Points grammaticaux sur les spécificités de la langue
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h (0 CM + 16 TD + 0 TP)
Travail personnel	15 h

b.1.1.2. Allemand

Coef	1
Objectifs	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion Être capable de s'exprimer selon son niveau dans un contexte spécifique Être capable de comprendre un document d'un ordre général Être capable d'écrire correctement dans un contexte personnel
Description	- Compréhension et expression écrite - Compte-rendu de documents audio et vidéo, débats - Reprise des points grammaticaux en fonction des besoins
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h (0 CM + 16 TD + 0 TP)
Travail personnel	15 h

b.1.1.3. Italien

Coef	1
Objectifs	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion Être capable de s'exprimer selon son niveau dans un contexte spécifique Être capable de comprendre un document d'un ordre général Être capable d'écrire correctement dans un contexte personnel
Description	- Introduction à la langue : grammaire, vocabulaire et spécificités culturelles pour niveau débutant. - Compréhension et expression écrite pour niveaux avancés. - Reprise des points grammaticaux pour les niveaux plus avancés

	- Culture générale, politique, éducation, histoire pour tous
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h (0 CM + 16 TD + 0 TP)
Travail personnel	15 h

c. Sciences sociales 1

Code	370N5SS
Coef	4
Objectifs	Découverte du monde des affaires à travers le prisme de l'économie et du droit.
Eléments de cours	Droit Economie
Horaire encadré	50.5 h (50.5 CM + 0 TD + 0 TP)
Responsable	Alexandre Cabagnols

c.1. Droit

Code	370N5DR
Coef	1
Objectifs	Souligner le fait que l'activité économique des entreprises dépend non seulement de règles économiques "pures" mais aussi de règles sociales. Le droit est un corpus de règles sociales formelles résultant de choix politiques et plus largement de choix de société. A cet égard le droit du travail est un exemple très intéressant : il a des effets non seulement sur la vie professionnelle de tout un chacun mais aussi sur l'activité économique des entreprises et finalement sur les performances en termes d'emploi des pays
Acquis	S'imprégner de connaissances en Droit du Travail (Droit Social), en relation avec le métier d'ingénieur et le fonctionnement de l'entreprise .
Description	Le contrat du travail : environnement juridique ; embauche, temps de travail ; exécution, conclusion, rupture du contrat ; représentation salariale dans l'entreprise
Evaluation	CC
Horaire encadré	20 h (20 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	6 h
Responsable	Alexandre Cabagnols
Enseignant	Françoise Roncolato

c.2. Economie

Code	370N5ECO
Coef	1
Objectifs	Comprendre la dimension systémique du fonctionnement de l'économie tant à l'échelle micro-économique (interactions stratégiques) que macroéconomique (transmission internationale des conjonctures et des politiques économique)
Acquis	Savoir ce qu'est l'économie et ce qui la distingue de la gestion Développer une vision systémique du fonctionnement de l'économie Comprendre les spécificités politiques des systèmes de régulation libéraux et de marché Savoir calculer une courbe d'offre et une courbe de demande à partir d'un carnet d'ordre Comprendre les mécanismes de formation des prix sur les marchés de gré à gré et centralisés Savoir comment se calcule le PIB et quelle est sa signification en termes de production de richesse, de distribution de revenus et de consommation Aborder les questions macro-économiques dans une perspective géopolitique Prévoir les conséquences des décisions nationales de politique économique sur les grandeurs macroéconomiques (PIB, consommation, emploi, taux d'intérêt, taux de change, balance commerciale)
Description	Qu'est-ce que l'économie ? Les différentes branches de l'économie. Economies libérales capitalistes de marchés : définition et spécificités Fonctionnement des marchés : offre, demande, calcul du prix et des quantités d'équilibre sur des marchés de gré à gré vs centralisés Comportements du consommateur et de l'entrepreneur, confrontation offre demande sur les marchés, interactions stratégiques

	Mesure de l'enrichissement à l'échelle de l'entreprise : le résultat Mesure de la richesse produite à l'échelle d'un pays et calcul du PIB Equilibre consommation - épargne et flux financiers internationaux Représenter le système macro-économique : le modèle IS/LM en économie fermée Représenter les interactions internationales : Le modèle IS/LM en économie ouverte
Références bibliographiques	BLANCHARD, Olivier. Macroéconomie 8e + Quizz. 8e édition. Montreuil: PEARSON, 2020.
Evaluation	CC
Horaire encadré	30.5 h (30.5 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	30 h
Responsable	Alexandre Cabagnols
Enseignant	Alexandre Cabagnols

B. Semestre 6 [30 ECTS | 29 Coef]

1. UE4 Sciences fondamentales 2 [13 ECTS | 13 Coef]

a. Mathématiques 2

Code	370N6MA2
Coef	3
Objectifs	Optimisation sans contrainte de fonctions de 2 à 3 variables. Analyse de Fourier Selon la filière : * distributions et applications IMDS/GE * intégrales doubles ; résolution d'une EDP (corde vibrante) GC/GP
Acquis	Savoir réduire des matrices symétriques réelles dans une base orthonormée. Ecrire le développement de Taylor d'une fonction de une à deux variables réelles. Déterminer une limite en utilisant un DL. Déterminer les points critiques d'une fonction de 2 ou 3 variables et en déduire leur nature. Utiliser les propriétés classiques (parité, intégrale de fonction trigonométrique) du calcul intégral. Déterminer la série de Fourier d'une fonction périodique. Utiliser les théorèmes de Dirichlet et Parseval calculer la valeur d'une série numérique. Comprendre et utiliser la transformée de Fourier des fonctions Démontrer les propriétés de la transformée de Fourier. Filière IMDS/GE : * Connaître les distributions usuelles (peigne et impulsion de Dirac, distributions issues de fonctions localement intégrables). * Savoir dériver et convoluer des distributions classiques. * Retrouver un signal temporel à partir de son spectre périodique. Filière GC/GP * Savoir représenter une courbe du plan à partir de son équation cartésienne * Savoir décrire une forme simple (triangle, rectangle, ellipse) du plan * Savoir calculer une intégrale double sur une forme simple, si besoin en faisant un changement de variable * Savoir résoudre l'équation de la corde en utilisant les séries de Fourier
Description	Les chapitres de ce cours sont : * Diagonalisation des matrices symétriques et formes quadratiques * Optimisation * Séries de Fourier * Transformée de Fourier Filières IMDS/GE * Distributions * Introduction à l'échantillonnage Filières GC/GP * Intégrales doubles * EDP de la corde
Prérequis	Mathématiques 1
Evaluation	CC

Horaire encadré	48 h (20 CM + 28 TD + 0 TP)
Travail personnel	17 h
Responsables	Adeline Augier, Claire Schenkel
Enseignants	Adeline Augier, Claire Schenkel

b. Electronique 2

Code	37CT6EL2
Coef	4
Objectifs	Connaitre les fonctions électroniques usuelles (amplification, addition, intégration, dérivation, filtrage...). Etude des principaux circuits intégrés (amplificateurs, référence de tension, PLL ...).
Eléments de cours	Systèmes bouclés électroniques Électronique pour le traitement analogique du signal TP Fonctions électroniques Amplificateurs intégrés
Prérequis	37CP5ELN ÉLECTRONIQUE 1
Horaire encadré	48 h (18 CM + 18 TD + 12 TP)
Responsable	Kambiz Tehrani

b.1. Systèmes bouclés électroniques

Code	ELN 5
Coef	1
Objectifs	Etudier les circuits électroniques avec réaction. Traite dans un premier temps de l'utilisation de la réaction négative dans la conception des sources commandées, puis de la réaction positive dans le cas des oscillateurs et de certains circuits fonctionnels logiques.
Acquis	Savoir reconnaître dans un montage électronique, une réaction, son type, son utilité et ses caractéristiques [M].
Description	Contre-réaction électronique Systemes bouclés, stabilité Contre-réaction: influence sur gain, BP, précision Les 4 types de contreréaction électronique Influence sur Z_e , Z_s Oscillateurs sinusoïdaux Stabilité, précision Quartz, PLL Circuits fonctionnels Circuits bistables, monostables, astables Réalizations matérielles à base d'AOP, de circuits logiques, de circuits spécifiques (555)
Prérequis	Sources commandées électroniques et leur caractéristiques. Notions générales sur les systèmes bouclés. AURO 1 - Automatique continue et échantillonnée ELN 3 - La fonction amplification
Références bibliographiques	Electronique : composants et systèmes d'application, Floyd T.L., Reynald Goulet Editeur Electronic circuits (Analysis, Simulation, and design), MALIK N., Prentice Hall 1995
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Kambiz Tehrani
Enseignant	Thomas Feraud

b.2. Électronique pour le traitement analogique du signal

Code	ELN 6
Coef	1
Objectifs	Connaître les différents types d'amplificateurs asymétriques et symétriques, leur utilisation, leurs caractéristiques, les montages fondamentaux. Comprendre les concepts de base du filtrage (type, terminologie). Connaître les étapes nécessaires à la détermination de la fonction de transfert pour un filtrage donné (gabarit, passe-bas prototype, fonction d'approximation, ordre, transposition de fréquence). Connaître les différences entre filtres passifs et actifs. Savoir dimensionner un filtre actif RC.
Acquis	Choisir ou concevoir un amplificateur et/ou un filtre pour une application donnée [M].
Description	Filtres actifs

	Caractéristiques générales des filtres, normalisation, transposition Approximations des fonctions de transfert Synthèse en cascade des Filtres actifs Filtres à capacités commutées Amplification Référence des tensions Caractéristiques des ampli diff Amplificateurs différentiels d'instrumentation
Prérequis	Fonction de transfert, stabilité, représentation fréquentielle Sources commandées et leurs caractéristiques. AURO 1 - Automatique continue et échantillonnée ELN 5 - Systèmes bouclés électroniques
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Kambiz Tehrani
Enseignant	Thomas Feraud

b.3. TP Fonctions électroniques

Code	ELN 7
Coef	1
Objectifs	Comprendre une documentation technique. Connaître les montages fondamentaux à base d'AOP et leurs limitations Savoir calculer un filtre, le réaliser et le vérifier
Acquis	Concevoir et réaliser les fonctions électroniques usuelles (amplification, addition, intégration, dérivation, filtrage...) pour une application donnée [M].
Prérequis	Caractéristiques des sources commandées Théorie des filtres ELN 5 - Systèmes bouclés électroniques ELN 6 - Électronique pour le traitement analogique du signal
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Kambiz Tehrani
Enseignant	Julian Laurence

b.4. Amplificateurs intégrés

Code	ELN 9
Coef	1
Objectifs	Etudier les principales combinaisons de composants actifs utilisés dans les amplificateurs intégrés de petits signaux (amplificateurs opérationnels) et de puissance. Comprendre le fonctionnement des circuit intégrés les plus courants : source et miroir de courant référence de tension PLL : fonctionnement et application
Acquis	Connaître les schémas électroniques utilisés dans la conception des circuits intégrés les plus courants
Description	Circuits intégrés analogiques Contraintes liées à l'intégration Eléments constitutifs des CI analogiques Association de transistors : Darlington et Pseudo Miroirs de courant, Charges actives Sources de tension, de courant : décalage Amplificateurs différentiel Autres circuits intégrés : référence de tension PLL : fonctionnement et application
Prérequis	ELN 3 - La fonction amplification ELN 5 - Systèmes bouclés électroniques
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Alexis Landrault
Enseignant	Alexis Landrault

c. Convertisseurs et régulation

Code	37CT6CRD
Coef	3
Objectifs	Savoir modéliser un système échantillonné en vue de sa commande Connaitre la synthèse des asservissements linéaires échantillonnés par les approches classiques. Connaitre les structures de puissance et adapter leur choix à partir d'un cahier des charges.
Eléments de cours	Automatique discrète TP Automatique Discrète Synthèse des structures de puissance
Prérequis	37CP5AUT - Automatique 37CP5ELN - Électronique 1
Horaire encadré	48 h (20 CM + 16 TD + 12 TP)
Responsable	Sébastien Lengagne

c.1. Automatique discrète

Code	AUDI 1
Coef	2
Objectifs	Savoir modéliser et étudier le comportement d'un système discret Savoir synthétiser les correcteurs discret classiques
Acquis	Être capable d'identifier un système discret et de mettre en place un correcteur numérique pour des systèmes élémentaires.
Description	Synthèse des asservissements linéaires échantillonnés Correcteurs numériques à structure RST Synthèse d'un correcteur PID numérique Synthèse d'un correcteur à placement de pôles Identification des systèmes discrets Stabilité des systèmes discrets
Prérequis	AURO 1 - Automatique continue AURO 2 - TP Automatique continue
Références bibliographiques	Asservissement et régulation des processus industriels - tome 1, Borne, Zambektaks, Tanguy, Editions Technip Automatique : commande des systèmes linéaires (2 ^e édition), De Larminat Philippe, Hermès Editions
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h (12 CM + 12 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Sébastien Lengagne
Enseignant	Sébastien Lengagne

c.2. TP Automatique Discrète

Code	AUDI 2
Coef	1
Objectifs	Synthétiser et mettre en oeuvre des asservissements échantillonnés sur des systèmes élémentaires : cas pratiques
Acquis	Savoir, concevoir et réaliser des asservissements continus et échantillonnés sur des systèmes physiques
Description	Correction d'asservissements par PID et RST Synthèse d'un asservissement échantillonné Correction numérique d'un système réel Application à un régulateur adaptatif de vitesse
Evaluation	cc
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Sébastien Lengagne
Enseignant	Sébastien Lengagne

c.3. Synthèse des structures de puissance

Code	EP 1
Coef	1
Objectifs	Compréhension du fonctionnement des convertisseurs statiques par la mise en oeuvre d'une méthode de synthèse et d'étude systématique

	Connaître les relations de base pour caractériser le fonctionnement en régime permanent et transitoire
Acquis	Conception du convertisseur approprié au cahier des charges
Description	Outils de base Régime libre et régime forcé Circuits du premier ordre et du second ordre Méthodologie de synthèse Interrupteurs Sources Convertisseurs directs Convertisseurs indirects Notion de cellule élémentaire, caractéristiques statiques et dynamiques, choix de semi-conducteur Cahier des charges Choix des interrupteurs et de la structure de puissance Application à l'étude analytique des convertisseurs statiques Hacheur de Wagner Taux d'ondulation, caractéristiques de sortie
Prérequis	Systèmes linéaires, circuits électroniques de base
Références bibliographiques	La commutation douce dans la conversion statique de l'énergie électrique, CHERON Yvan, Editions LAVOISIER
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (8 CM + 4 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Khalil El Khamlichi Drissi
Enseignant	Khalil El Khamlichi Drissi

d. Logique combinatoire et séquentielle

Code	37CP6LOG
Coef	3
Objectifs	Acquérir les connaissances permettant la conception de systèmes logiques combinatoire et séquentiel.
Eléments de cours	Logique combinatoire et séquentielle TP Systèmes logique combinatoire et séquentiel TP Systèmes logique combinatoire et séquentielle 2
Horaire encadré	48 h (12 CM + 12 TD + 24 TP)
Responsable	Michel James

d.1. Logique combinatoire et séquentielle

Code	ESN 1
Coef	2
Objectifs	Donner les bases théoriques pour la conception de systèmes numériques combinatoires et séquentiels
Acquis	Savoir décrire des systèmes combinatoires sous la forme de portes logiques Savoir décrire des systèmes séquentiels simples sous la forme de machine à états
Description	Systèmes de numération - Codages Bases Codes binaires (naturel, octal, hexadécimal, BCD, Gray) Codage virgule fixe, flottante Variables et opérations logiques Notion de variable logique Opérations logiques élémentaires Algèbre booléenne Théorèmes élémentaires (De Morgan) Formes Canoniques Logigramme Représentation des FLs (table de vérité, de Karnaugh) Méthodes de simplification Fonctions numériques Additionneur, comparateur Décodeur, encodeurs Multiplexeur, démultiplexeur Fonctions séquentielles élémentaires Particularité du séquentiel Bascule RS, latch, D, T Registres: parallèles, à décalage Compteurs: asynchrones, synchrones Synthèse et analyse de fonctions séquentielles simples Synthèse et analyse de compteurs synchrones Table de transition Systèmes logiques séquentiels synchrones Systèmes synchrones et asynchrones Modèles pour l'analyse et la synthèse de systèmes séquentiels synchrones Automates à états finis Machines de Moore, de Mealy Techniques de codage

Références bibliographiques	HDL Chip Design, D. J. SMITH, éditions DOONE PUBLICATIONS Electronique : composants et systèmes d'application, Floyd T.L., Reynald Goulet Editeur circuits numériques, TOCCI R.J., éditions DUNOD Le langage VHDL : du langage au circuit, du circuit au langage : Cours et exercices corrigés, Weber Jacques, Moutault Sébastien, et Meudre Maurice
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h (12 CM + 12 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Michel James
Enseignant	Michel James

d.2. TP Systèmes logique combinatoire et séquentiel

Code	ESN 2
Coef	1
Objectifs	Connaître et maîtriser les logiciels de modélisation et simulation des systèmes de logiques combinatoire et séquentielle.
Acquis	Savoir implanter des systèmes logiques combinatoires et séquentiels simples
Description	Étude et utilisation des portes logiques et des bascules dans les systèmes logiques de base et conception à base de logigramme et de vhdl fonctions logiques combinatoires "simples" et compteurs synchrones"
Prérequis	ESN 1 - Logique combinatoire et séquentielle
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Michel James
Enseignants	Alexis Landrault, Michel James

d.3. TP Systèmes logique combinatoire et séquentielle 2

Code	ESN 3
Coef	1
Objectifs	Connaître et maîtriser les méthodes de conception des systèmes logiques complexes
Acquis	Savoir implanter des systèmes séquentiels en exploitant la technologie des circuits reconfigurables
Description	Étude et utilisation des portes logiques et des bascules dans les systèmes logiques de base et mini-projet de synthèse fonctions combinatoires et sequentielles de complexité "moyenne", machine d'état "simples" (gestion feux de circulation et monostable)
Prérequis	ESN 1 - Logique combinatoire et séquentielle ESN 2 - TP Systèmes logique combinatoire et séquentiel
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Michel James
Enseignants	Alexis Landrault, Michel James

2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 [10 ECTS | 10 Coef]

a. Systèmes programmables

Code	37CP6SP
Coef	5
Objectifs	Comprendre et maîtriser le fonctionnement d'un système micro programmé
Eléments de cours	Systèmes à processeurs - 1: architecture Systèmes à processeurs - 2: programmation Microcontrôleurs 8/32 bits TP Programmation de μ c
Prérequis	370N5SI - Socle informatique 37CP6LOG - Logique combinatoire et séquentielle
Horaire encadré	72.5 h (19.5 CM + 17 TD + 36 TP)
Responsable	Michel James

a.1. Systèmes à processeurs - 1: architecture

Code	SP 1
Coef	1
Objectifs	Être capable définir une architecture d'un système à processeur, de choisir un processeur, de le configurer et le programmer.
Acquis	Structure générale d'un système à processeur, Composant interne et fonctionnement d'un processeur. Programmation d'un processeur, coeurs et mise en oeuvre de périphériques
Description	Architecture d'un système à processeur: UC, mémoires, périphériques Présentation (rapide) des différents types de processeur (uP, uC, DSP) Architecture interne d'un micro-processeur Registres, pile, bus d'adresses, de données, séquenceur, UAL, mémoires caches - jeu d'instruction, micro-programmation, modes d'adressage Périphériques simples et complexes Programmation, comprendre les différentes étapes, configuration spécifique, debug et simulation
Prérequis	Electronique numérique, logique combinatoire et séquentielle ESN 1 - Logique combinatoire et séquentielle ESN 2 - TP Systèmes logique combinatoire et séquentiel ESN 3 - TP Systèmes logique combinatoire et séquentielle 2
Références bibliographiques	circuits numériques, TOCCI R.J., éditions DUNOD « Computer organisation and design RISC V edition » - second edition - Autors : David A. PATTERSON & John L. HENNESSY - Editor : Morgan Kaufmann Publishers « Embedded systems - An introduction using the Renesas RX62N microcontroller » - Autors : James M. CONRAD & Alexander G. DEAN - Editor : Micrium Press « Creating fast, responsive and energy efficient embedded systems using the renesas RL78 microcontroller » - Autors : Alexander G. DEAN & James M. CONRAD - Editor : Micrium Press
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Michel James
Enseignants	Michel James, Jacques Laffont

a.2. Systèmes à processeurs - 2: programmation

Code	SP 2
Coef	1
Objectifs	Donner les bases permettant de programmer et d'exploiter un système à micro-processeur. L'accent est délibérément mis sur la programmation bas-niveau (mécanismes d'accès aux périphériques, gestion des interruptions).
Acquis	Être capable de programmer et mettre au point efficacement une application à base de systèmes comportant un processeur (A)
Description	Traduction des types de données, des opérations et des structures algorithmiques élémentaires Opérations arithmétiques et logiques - conditionnelles, itérations, machines à états, sous-programmes Programmation bas-niveau Technique pour le passage de paramètres- gestion des interruptions Chaîne de développement
Prérequis	Architecture matérielle des systèmes étudiés. Bases de programmation (algorithmique). Une connaissance du langage C est souhaitable, mais pas indispensable à ce niveau. SP 1 - Systèmes à processeurs - 1: architecture
Références bibliographiques	« Computer organisation and design RISC V edition » - second edition - Autors : David A. PATTERSON & John L. HENNESSY - Editor : Morgan Kaufmann Publishers

	« Embedded systems - An introduction using the Renesas RX62N microcontroller » - Autors : James M. CONRAD & Alexander G. DEAN - Editor : Micrium Press « Creating fast, responsive and energy efficient embedded systems using the renesas RL78 microcontroller » - Autors : Alexander G. DEAN & James M. CONRAD - Editor : Micrium Press
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Michel James
Enseignants	Michel James, Jacques Laffont

a.3. Microcontrôleurs 8/32 bits

Code	SP 3
Coef	1
Objectifs	Présenter les micro-contrôleurs comme une classe de processeurs bien adaptés à l'implantation de systèmes de traitement dédiés et/ou intégrés (par opposition par ex au micro-processeurs généralistes que l'on trouve dans les micro-ordinateurs).. Ce cours permet de revenir, plus en détail, sur l'architecture interne d'un coeur programmable et des ses périphériques. C'est un complément indispensable au cours sur les processeurs dans un contexte « GE ». D'un point de vue programmation, on établit ici le lien avec les langages plus haut niveau (C en pratique).
Acquis	Être capable de comprendre le fonctionnement des différents périphériques intégrés dans les micro contrôleurs et choisir un modèle adapté à son système (A)
Description	Structure d'un microcontrôleur, justification et historique Panorama rapide des composants disponibles (familles, critères de choix) Etude périphériques Méthodes et outils de programmation (C,assembleur)
Prérequis	Systèmes à processeurs, programmation C SP 1 - Systèmes à processeurs - 1: architecture SP 2 - Systèmes à processeurs - 2: programmation
Evaluation	CC
Horaire encadré	12.5 h (7.5 CM + 5 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Michel James
Enseignants	Michel James, Jacques Laffont

a.4. TP Programmation de μ c

Code	SP 4
Coef	2
Objectifs	Mise en oeuvre des bases d'un langage de programmation : concepts fondamentaux de la programmation, tels que la structure de base d'un programme, les variables, les conditions, les boucles, etc. Maîtriser un langage de programmation : Être capable de transcrire un algorithme en langage C Apprendre à utiliser des outils de développement intégrés Utiliser un Outil de Développement Intégré pour écrire, compiler et déboguer un programme. Développer la capacité à résoudre des problèmes : être capables de développer des solutions logiques pour résoudre un problème spécifique lié à la programmation de microcontrôleurs Apprendre les concepts spécifiques au domaine : Mise en oeuvre les concepts clés de la programmation de microcontrôleur tels la configuration et la mise en oeuvre de périphériques, les interruptions, la manipulation des entrées/sorties
Acquis	Compétences en Programmation : écrire des programmes efficaces qui résolvent des problèmes spécifiques, en utilisant les structures de contrôle, les fonctions,... Connaissances sur les Microcontrôleurs :

	interagir avec les microcontrôleurs, comprendre leurs registres, leurs ports d'entrées/sorties, l'utilisation des périphériques Maîtrise des Outils de Développement : être capables d'utiliser efficacement les outils de développement intégrés pour écrire et compiler des programmes, ainsi que pour déboguer Capacité à résoudre des Problèmes : analyser un problème spécifique lié aux microcontrôleurs et à développer une solution logique pour le résoudre.
Description	Développement d'une application de détection de zones dangereuses contrôle/commande sur un micro-contrôleur 16 bits (Mise en oeuvre d'un GPS, M32C et IHM)
Prérequis	SP 1 - Systèmes à processeurs - 1: architecture SP 2 - Systèmes à processeurs - 2: programmation SP 3 - Microcontrôleurs 8/32 bits
Références bibliographiques	« Computer organisation and design RISC V edition » - second edition - Autors : David A. PATTERSON & John L. HENNESSY - Editor : Morgan Kaufmann Publishers « Embedded systems - An introduction using the Renesas RX62N microcontroller » - Autors : James M. CONRAD & Alexander G. DEAN - Editor : Micrium Press « Creating fast, responsive and energy efficient embedded systems using the renesas RL78 microcontroller » - Autors : Alexander G. DEAN & James M. CONRAD - Editor : Micrium Press
Evaluation	CC
Horaire encadré	36 h (0 CM + 0 TD + 36 TP)
Travail personnel	9 h
Responsable	Michel James
Enseignants	Michel James, Jacques Laffont

b. Conception et intégration

Code	37CT6COI
Coef	3
Objectifs	Étude et compréhension du fonctionnement des outils CAO, application à la fabrication d'une carte, intégration des contraintes CEM lors de la phase de conception. Mise en oeuvre des acquis sur des cas concrets dans le cadre de travaux pratiques de synthèse. Connaître les bases de la programmation ROS
Éléments de cours	CAO électronique TP CAO - saisie de schéma Initiation à ROS Projet de synthèse GE1
Prérequis	37CP5AUT - Automatique 37CP5CEM - Électromagnétisme 37CP5ELN - Électronique 1 37CP5ELT - Électrotechnique 37CP6EP - Électrotechnique et électronique de puissance 37CP6LOG - Logique combinatoire et séquentielle 37CP6SP - Systèmes programmables 37CT6COR - Convertisseurs et régulation 37CT6EL2 - Électronique 2
Horaire encadré	48 h (4 CM + 2 TD + 42 TP)
Responsable	Jacques Laffont

b.1. CAO électronique

Code	CAO 1
Coef	1
Objectifs	Apprendre la terminologie associée à la CAO électronique Nommer les différentes étapes à mettre en place dans un système de CAO électronique Calculer les grandeurs physiques utiles pour une conception de carte électronique
Acquis	Connaître le vocabulaire et fonctionnement des outils de CAO électronique Savoir mettre en oeuvre des règles de conceptions des Cartes Électroniques

	Être sensibilisés aux problématiques de Compatibilité électromagnétique spécifiques à la réalisation de cartes électroniques
Description	Chaîne de développement Flot de données Composants, Net, Bus Hiérarchies, Contraintes, Simulation PCB, Matériaux, Dimensionnement. Circuits imprimés Capacité et inductance linéique de piste Plan de masse et capacités de découplage Implantation et routage des circuits intégrés rapides Mesure d'un bruit de masse Effet des boucles entre masses Effet des boucles entre ports Compatibilité électro-magnétique
Références bibliographiques	Tracé des circuits imprimés, DUNAND Philippe, Editions DUNOD
Horaire encadré	5 h (3 CM + 2 TD + 0 TP)
Travail personnel	2 h
Responsable	Jacques Laffont
Enseignant	Jacques Laffont

b.2. TP CAO - saisie de schéma

Code	CAO 2
Coef	1
Objectifs	Savoir saisir un schéma hiérarchique et créer un symbole, Utiliser les contraintes adéquates en vue de sa réalisation. Faire une analyse critique d'un schéma et du placement routage d'une carte
Acquis	Être capable de réaliser un circuit imprimé, de la saisie de schéma jusqu'à la préparation du routage Être capable d'anticiper les problèmes d'intégrité de signal associés
Description	Saisie de schéma couplé au Tp Synthèse
Prérequis	CAO 1 - CAO électronique
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	5 h

b.3. Initiation à ROS

Code	ROS
Coef	1.5
Objectifs	Concevoir une architecture logicielle simple pour une application robotique en utilisant ROS-2
Acquis	Décomposition d'une application robotique en éléments simples, recherche, compréhension et intégration des éléments.
Description	Le cours ROS s'articule autour d'une heure de cours théorique de présentation de l'outil et de 6 H de TD machine ayant pour objectif de réaliser la commande (en simulation) d'un petit robot mobile à partir d'un joystick ou de façon autonome.
Références bibliographiques	Mastering ROS for Robotics Programming by Lentin Joseph, Lentin Joseph
Evaluation	CC
Horaire encadré	7 h (1 CM + 0 TD + 6 TP)
Travail personnel	2 h
Responsable	Sébastien Lengagne
Enseignant	Sébastien Lengagne

b.4. Projet de synthèse GE1

Code	Psyn 1
Coef	3
Objectifs	Mise en oeuvre des enseignements suivis durant l'année scolaire. Réalisation d'un système transversal aux disciplines du génie électrique. Travail en équipe, gestion du temps et des ressources
Acquis	Être capable de mener à bien la conception et la réalisation d'un système faisant la synthèse des compétences acquises durant l'année Savoir planifier son travail, travailler en équipe, présenter ses résultats
Description	Réalisation d'une carte acquisition/ puissance générique. Basé sur un microcontrôleur 8bit et intégrant des entrées analogiques, logiques et des sorties de puissance. Assurant une isolation galvanique et une communication série.

Références bibliographiques	Circuits fondamentaux de l'électronique analogique, Tran Tien Lang, éditions Tec et Doc
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h (0 CM + 0 TD + 24 TP)
Travail personnel	12 h
Responsable	Jacques Laffont
Enseignants	Jacques Laffont, Sébastien Lengagne

c. Modélisation

Code	370N6MAB
Coef	2
Objectifs	Consolider les connaissances des outils mathématiques et informatiques
Eléments de cours	Analyse numérique Bases de données
Horaire encadré	50 h (16 CM + 18 TD + 16 TP)
Responsables	Adeline Augier, Marinette Bouet

c.1. Analyse numérique

Code	370P6NUM
Coef	2
Objectifs	Résolution de systèmes linéaires
Acquis	Résoudre un système linéaire par une factorisation LU ou de façon itérative (Jacobi et Gauss Seidel) Écrire l'algorithme associé à la méthode choisie et donner un ordre de grandeur de sa complexité Approcher un nuage de points par la méthode des moindres carrés. Résoudre un problème de Cauchy via une méthode numérique usuelle (Euler explicite ou implicite, Crank-Nicholson) Calculer de façon approchée une intégrale. Déterminer numériquement les zéros d'une fonction par dichotomie, ou la méthode de Newton.
Description	Méthodes directes et itératives de résolution des systèmes linéaires Méthode des moindres carrés Intégration numérique Résolution d'équations non-linéaires Résolution numérique d'équations différentielles
Références bibliographiques	Analyse numérique, SCHATZMAN M, Inter-éditions, Paris Analyse numérique, J-P. DEMAILLY, EDP sciences, Collection Grenoble Sciences Optimisation et contrôle des systèmes linéaires, Bergounioux M, Dunod (2001)
Evaluation	CC
Horaire encadré	34 h (10 CM + 14 TD + 10 TP)
Travail personnel	25 h
Responsable	Adeline Augier
Enseignants	Adeline Augier, Claire Schenkel, Jean-Pierre Fontaine, Thierry Dubois, Francesco Vecil

c.2. Bases de données

Coef	1
Objectifs	Savoir définir et manipuler une base de données relationnelle
Acquis	Savoir mettre en oeuvre une base de données relationnelle (conception et création) Interroger une base de données relationnelle Appréhender un modèle Entité/Association Utiliser un logiciel d'aide à la modélisation de base de données
Description	Motivations Modèle Entité/Association (schéma E/A, sa traduction en relationnel) Modèle relationnel et Algèbre relationnelle Langage SQL (LDD, LMD)
Références bibliographiques	Bases de données, Gardarin G, Ed. Eyrolles - 2002 SQL pour Oracle, 2010, Soutou C., Eyrolles Ed.
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h (6 CM + 4 TD + 6 TP)

Travail personnel	6 h
Responsable	Marinette Bouet
Enseignants	Marinette Bouet, Stéphanie Léger, Nancy El Rachkidy, Théo Ducros

3. UE6 Sciences Homme et Société 2 [5 ECTS | 6 Coef]

a. Stratégie d'innovation

Code	370N6INN
Coef	1
Objectifs	Savoir réaliser une étude d'opportunité dans le cadre d'un projet d'innovation. Faire des recommandations de stratégie de développement technique et d'entrée sur le marché.
Acquis	Comprendre l'articulation entre intelligence économique et activités de veille Connaître les différentes catégories de veille en entreprise Gérer un projet de veille : l'organiser et le réaliser efficacement Réaliser une veille sociétale Réaliser une veille scientifique et technique Réaliser une veille marketing, concurrentielle et commerciale Collecter, partager et protéger l'information Durant un projet de veille Synthétiser l'information : Produire un compte rendu cohérent du travail de veille Analyser l'information : Faire un état des lieux stratégique à partir d'une veille Être force de proposition : Faire des recommandations stratégiques à partir d'un travail de veille
Description	Intelligence économique et veille Veille sociétale, veille scientifique, veille technologique et brevets Initiation à la gestion de projet Outils de recherche, de partage et protection des données Veille concurrentielle (aspects stratégiques, organisationnels et marketings)
Références bibliographiques	La veille technologique et l'intelligence économique, Édition : 5 (Paris: Presses Universitaires de France - PUF, 2010), Daniel Rouach, L'intelligence économique : Techniques & outils, Édition : 2e édition (Paris: ANSSANSSI "Se former à la cybersécurité ANSSI". cyber.gouv.fr. Consulté le 18 février 2025. https://cyber.gouv.fr/se-former-la-cybersecurite . Clech, Jérôme. La prospective stratégique: Une nouvelle approche pour améliorer la prise de décision. Paris: Hermann, 2023. Fontanet, Xavier, et Pierre Pupier. De la stratégie en entreprise. Paris: Manitoba/Belles lettres, 2024. Harbulot, Christian. La guerre économique au XXIe siècle. Versailles: VA, 2024. Leroy, Frédéric. Les stratégies de l'entreprise - 5e éd. 5e édition. Paris: Dunod, 2021.
Evaluation	CC
Horaire encadré	16.5 h (16.5 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	16 h
Responsable	Alexandre Cabagnols
Enseignants	Alexandre Cabagnols, Jean-Sebastien Guez, Pascal Fourtin, Michel Cheminat

b. Hackathon

Coef	1
Objectifs	Hackathon animé en partenariat avec le PEPITE Auvergne A partir d'un projet d'innovation l'objectif est de réaliser en équipe une étude d'opportunité et de proposer une stratégie d'entrée techniquement réalisable et économiquement viable.
Acquis	Volet gestion de "projet finalisé" : - Découper le projet en jalon et identifier les livrables - Réaliser un Gantt - Répartir les tâches - Gérer un budget temp - Animer un collectif de travail et gérer les conflits - Protéger l'information stratégique

	<p>- Communiquer sur le projet</p> <p>Volet veille externe :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réaliser une veille socio-économique généraliste de type PESTELE - Réaliser une veille scientifique et technique - Réaliser une veille concurrentielle, marketing et commerciale - Synthétiser les résultats en appliquant une approche VUCA - Faire de la prospective pour identifier les principales tendances futures - Utiliser un gestionnaire de bibliographie, utiliser des outils de recherche d'information adaptés au type de veille, ne pas laisser de traces de ses recherches. <p>Volet stratégie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier les forces et faiblesse des porteurs de projet - Caractériser l'environnement en termes d'opportunités /menaces - Imaginer différentes stratégies et sélectionner la meilleure à l'aide d'une matrice SWOT - Clarifier la vision, le métier, la mission et les facteurs de compétitivité - Etablir le Business Model associé à la stratégie choisie - Planifier le déploiement aux niveaux : technique, marketing, organisationnel et financier - Défendre ses choix devant un jury; pitcher
Description	<p>Sur une semaine en partenariat avec le PEPITE ; des intervenants extérieurs sont invités chaque matin pour une plénière pour témoigner de leur expérience sur le sujet du jour. En dehors des plénières des tuteurs sont disponibles pour répondre aux questions des étudiants. Chaque jour un ou deux livrables intermédiaires sont remis et notés.</p> <p>Les projets d'innovation proviennent de 3 sources :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lauréats du concours d'idées organisé à Polytech dans le cadre du cours de "Stratégie d'Innovation" - Etudiants entrepreneurs du PEPITE - Entreprises souhaitant proposer des projets <p>Déroulement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - J1 après-midi : Formation des équipes, distribution des projets, planification du travail - J2, J3 toute la journée : veille socio-économique, veille scientifique et technique, veille concurrentielle, marketing et commerciale. - J4 : synthèse des veilles, formulation de stratégies, préparation des pitches - J5 matin : soutenances et remise de prix
Références bibliographiques	<p>ANSS ANSSI « Se former à la cybersécurité ANSSI ». cyber.gouv.fr 2025. https://cyber.gouv.fr/se-former-la-cybersecurite.</p> <p>Dylewski, Philippe. Le Renseignement Offensif: 300 techniques, outils et astuces pour tout savoir sur tout le monde, dans les entreprises et ailleurs. AGAKURE Éditions, 2023.</p> <p>Fontanet, Xavier, et Pierre Pupier. De la stratégie en entreprise. Paris: Manitoba / Belles lettres, 2024.</p>
Evaluation	CC
Horaire encadré	7.5 h (7.5 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	24 h
Responsable	Alexandre Cabagnols
Enseignant	Alexandre Cabagnols

c. DDRS2

Code	370X6D2
Coef	1
Objectifs	Sensibiliser nos élèves ingénieurs aux enjeux sociétaux Sensibiliser les étudiants à la RSE
Description	<ul style="list-style-type: none"> - Origine de la RSE - Qu'est-ce que la RSE ? - Cadre normatif

	- Volet social : Santé et gestion des risques au travail (en lien avec le référentiel BES&ST (Bases Essentielles en Santé & Sécurité au Travail) - Etude de la maturité d'une entreprise en S&ST - Serious game consacré aux notions essentielles en santé et sécurité au travail (Autoformation INRS). + présentations faites par des industriels
Evaluation	CC
Horaire encadré	6 h (2 CM + 4 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Responsable	Marinette Bouet
Enseignants	Marinette Bouet, Stéphanie Léger, Catherine Creuly

d. Communication 2

Code	370N6CO2
Coef	3
Objectifs	Améliorer les compétences en communication, développer la confiance et l'autonomie en français et en langues étrangères
Eléments de cours	E2C 2 Langue vivante 2
Horaire encadré	40 h (0 CM + 40 TD + 0 TP)
Responsable	Véronique Quanquin

d.1. E2C 2

Code	370N6EC2
Coef	1
Objectifs	Parfaire son expression en fonction de situations variées. Savoir s'adapter à différents publics. Acquérir et développer des capacités et techniques de communication générale et spécifique. Augmenter ses connaissances en français. Acquérir quelques éléments culturels supplémentaires
Acquis	Parler avec ou sans note Préparer un diaporama Adapter son niveau de langue à la situation d'énonciation Savoir synthétiser un document Améliorer son niveau culturel Connaître et maîtriser diverses formes d'écrits Savoir chercher de l'information Maîtriser son expression non verbale
Description	Communication : l'école de Palo Alto, la communication non verbale. Exposés individuels avec ou sans supports. Prise de parole spontanée ou préparée. Exposés en binôme ou trinôme. Techniques d'écriture (écrit scientifique et technique ; rédaction d'article ; synthèse de document, écriture de fiction...) Revue de presse. Culture générale.
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h (0 CM + 16 TD + 0 TP)
Travail personnel	15 h
Responsable	Véronique Quanquin
Enseignant	Véronique Quanquin

d.1. Langue vivante 2

Coef	1
Eléments de cours	Anglais 2 Seconde langue 2 (facultative)
Horaire encadré	24 h (0 CM + 24 TD + 0 TP)
Responsable	Bénédicte Bousset

d.1.1. Anglais 2

Coef	1
Objectifs	Obtention du niveau B2 du Cadre Européen de Référence pour les langues : TOEIC 800
Acquis	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion dans un cadre professionnel Être capable de s'exprimer avec aisance dans un cadre professionnel Être capable de comprendre le contenu d'un texte technique ou d'ordre général Être capable de s'exprimer correctement à l'écrit dans un contexte professionnel
Description	Remise à niveau et approfondissement grammatical et lexical Discussion à deux et en groupe Compréhension de documents oraux courts et longs, Introduction au test TOEIC Amélioration de la compréhension et de la réactivité surtout à l'oral
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h (0 CM + 24 TD + 0 TP)
Travail personnel	18 h
Responsable	Michelle Didier
Enseignants	Bénédicte Bousset, Michelle Didier, Bertrand Maillet

d.1.1. Seconde langue 2 (facultative)

Code	370U6LV2
Coef	1
Objectifs	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion Être capable de s'exprimer selon son niveau dans un contexte spécifique Être capable de comprendre un document d'un ordre général Être capable d'écrire correctement dans un contexte personnel
Eléments de cours	Espagnol Allemand Italien
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)
Responsable	Romy Sauvayre

d.1.1.1. Espagnol

Code	370N6ESP
Coef	1
Objectifs	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion Être capable de s'exprimer selon son niveau dans un contexte spécifique Être capable de comprendre un document d'un ordre général Être capable d'écrire correctement dans un contexte personnel
Description	- Géographie, économie, institution de L'Espagne et des pays d'Amérique Latine ; spécificités - Points grammaticaux sur les spécificités de la langue
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h (0 CM + 16 TD + 0 TP)
Travail personnel	15 h

d.1.1.2. Allemand

Code	370N6ALL
Coef	1
Objectifs	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion Être capable de s'exprimer selon son niveau dans un contexte spécifique Être capable de comprendre un document d'un ordre général Être capable d'écrire correctement dans un contexte personnel
Description	- Compréhension et expression écrite - Compte-rendu de documents audio et vidéo, débats - Reprise des points grammaticaux en fonction des besoins
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h (0 CM + 16 TD + 0 TP)
Travail personnel	15 h

d.1.1.3. Italien

Coef	1
Objectifs	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion Être capable de s'exprimer selon son niveau dans un contexte spécifique Être capable de comprendre un document d'un ordre général Être capable d'écrire correctement dans un contexte personnel
Description	- Introduction à la langue : grammaire, vocabulaire et spécificités culturelles pour niveau débutant. - Compréhension et expression écrite pour niveaux avancés. - Reprise des points grammaticaux pour les niveaux plus avancés - Culture générale, politique, éducation, histoire pour tous
Horaire encadré	16 h (0 CM + 16 TD + 0 TP)
Travail personnel	15 h

4. UE7 Stage [2 ECTS | 0 Coef]

a. Stage de découverte de l'entreprise

Code	37DU6STG
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

II. Deuxième année

A. Semestre 7 [30 ECTS | 30 Coef]

1. UE1 Sciences fondamentales 1 [12 ECTS | 12 Coef]

a. Électronique de puissance et perturbations électromagnétiques

Code	47CP7EPE
Coef	3
Objectifs	Connaître les domaines couverts par la Compatibilité Électromagnétique (CEM) Introductions des phénomènes liés à la CEM Notions de normes, filtrage, blindage Dimensionner le composant de base avec sa commande et sa protection Tp Puissance: commutation des composants de puissance (Transistor, MOSFET, IGBT) Savoir mesurer les pertes par commutation et choisir les protections appropriées
Éléments de cours	Généralités sur la CEM Illustrations de problèmes CEM dans les cartes Les composants de l'électronique de puissance TP Composants de l'électronique de puissance
Prérequis	37CP5CEM - Électromagnétisme 37CP6EP - Électrotechnique et électronique de puissance
Horaire encadré	48 h (20 CM + 4 TD + 24 TP)
Responsable	Christophe Pasquier

a.1. Généralités sur la CEM

Code	CEM 3
Coef	1
Objectifs	Connaître les domaines couverts par la CEM, avoir des notions sur la réglementation en vigueur, identifier les problèmes et proposer des solutions.
Acquis	Identifier et reconnaître les phénomènes à la bases des problèmes de compatibilité électromagnétique pour proposer des solutions pour réduire les problèmes CEM. Connaissances de base en terme de normalisation CEM.
Description	Introduction à la CEM Réglementation et normalisation Sources de perturbations Couplages Filtrage des perturbations Blindage
Prérequis	CEM 1 - Bases d'électromagnétisme pour la CEM CEM 2 - TP d'électromagnétisme pour la CEM, propagation guidée

Références bibliographiques	CEM et Electronique de puissance, COQUERELLE Jean Louis, Editions Technip - 1999 Comptabilité électromagnétique - De la conception à l'homologation, TIM WILLIAMS, Publitronec - Elektor
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (12 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Christophe Pasquier
Enseignant	Christophe Pasquier

a.2. Illustrations de problèmes CEM dans les cartes

Code	CEM 4
Coef	1
Objectifs	Découverte des phénomènes de perturbation des cartes électroniques et illustration par le placement routage sur un outil dédié
Acquis	Maîtrise des premières règles à respecter pour limiter les risques CEM sur une carte électronique.
Description	I. Influence du tracé des circuits imprimés sur le comportement des montages (CARTE) II. Mesure de la diaphonie dans les circuits imprimés (CROSSTALK) III. Simulation de la diaphonie dans les circuits imprimés (LC-CALC et PSPICE)
Prérequis	CEM 3 - Généralités sur la CEM
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Christophe Pasquier
Enseignants	Khalil El Khamlichi Drissi, Christophe Pasquier, Kambiz Tehrani

a.3. Les composants de l'électronique de puissance

Code	EP 2
Coef	1
Objectifs	Comprendre les mécanismes de commutation à partir de la jonction de base. Bien définir les circuits de commande « Drivers » en fonction du composant en commutation. Choisir le composant en fonction des contraintes « puissance commutée et fréquence de commutation ».
Acquis	Comment choisir le composant de puissance fonctionnel et adapté
Description	Composant en commutation, caractéristiques statiques et dynamiques Rappels sur la jonction à l'équilibre Fonctionnement en commutation Evolution des technologies Aire de sécurité en direct Composants de puissance utilisés (Bipolaire, MOSFET, IGBT, SiC) Caractéristiques électriques Commande et protection Applications et perspectives Présentation des circuits d'aide à la commutation (Snubbers) Aide à la fermeture Aide à l'ouverture CALC Choix technologiques Classification dans le plan fréquence, puissance
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (8 CM + 4 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Khalil El Khamlichi Drissi
Enseignants	Khalil El Khamlichi Drissi, Christophe Pasquier, Kambiz Tehrani

a.4. TP Composants de l'électronique de puissance

Code	EP 3
Coef	1
Objectifs	Comprendre la commutation dans différentes classes de composants de puissance
Acquis	Maîtrise de la commutation des composants de puissance. Savoir mesurer les différents temps mis en jeu à la fermeture et à l'ouverture. Calculer les pertes globales et analyser l'effet des drivers et des circuits d'aide à la commutation.

Description	Fonctionnement du transistor bipolaire (BIP) Analyse des commutations et des CALC (MOSFET - IGBT) Commande d'un thyristor (THYRISTOR)
Prérequis	EP 2 - Les composants de l'électronique de puissance
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsables	Khalil El Khamlichi Drissi, Christophe Pasquier
Enseignants	Khalil El Khamlichi Drissi, Christophe Pasquier, Kambiz Tehrani

b. Traitement du signal 2

Code	47CP7TS2
Coef	6
Objectifs	Analyse fréquentielle et caractérisation des signaux déterministes et aléatoires Filtrage fréquentiel des signaux continus et discrets Éléments de théorie de l'information
Éléments de cours	Traitement du signal - signaux déterministes Traitement du signal - signaux aléatoires Théorie et transmission de l'information TP Traitement du signal - signaux déterministes TP Traitement du signal - signaux aléatoires
Prérequis	37CX5BS - Bases scientifiques
Horaire encadré	72 h (24 CM + 24 TD + 24 TP)
Responsable	Roland Chapuis

b.1. Traitement du signal - signaux déterministes

Code	TSI 2
Coef	2
Objectifs	Ce module introduit des concepts les plus fondamentaux de la représentation des signaux et de leur filtrage qu'ils soient continus ou numériques.
Acquis	Comprendre les constituants fréquentiels essentiels d'un signal Être capable de filtrer un signal tant par une approche continue que numérique
Description	Signaux continus déterministes Energie et puissance Corrélation Représentation vectorielle des signaux Approximation des signaux Décomposition en série de Fourier Transformée de Fourier Systèmes continus Filtrage fréquentiel continu Signaux échantillonnés Échantillonnage des signaux Condition de Shannon Transformée de Fourier discrète, FFT Reconstitution des signaux Filtrage numérique
Prérequis	Approche initiale des signaux continus et des systèmes linéaires.
Références bibliographiques	Théorie et Traitement des signaux, De Coulon F., Presses polytechniques Romandes, Dunod 1984
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h (12 CM + 12 TD + 0 TP)
Travail personnel	6 h
Responsable	Roland Chapuis
Enseignants	Romuald Aufrère, Roland Chapuis

b.2. Traitement du signal - signaux aléatoires

Code	TSI 3
Coef	1
Objectifs	Les signaux aléatoires représentent une classe importante des signaux. Ce module en introduit les aspects essentiels, depuis leur classification, leur origine, leur modélisation et leur analyse.
Acquis	Comprendre les caractéristiques temporelles, fréquentielles et statistiques des signaux aléatoires, et de leur origine Être capable de modéliser le bruit de fond des systèmes électroniques .
Description	Rappels de probabilités Notion de processus aléatoire, stationnarité Bruit de fond

	Analyse spectrale des signaux
Prérequis	Éléments de base sur les signaux déterministes. Statistiques. TSI 2 - Traitement du signal - signaux déterministes
Références bibliographiques	Théorie et Traitement des signaux, De Coulon F., Presses polytechniques Romandes, Dunod 1984 Modélisation et identification en traitement du signal., Najim M., Masson 1998
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Roland Chapuis
Enseignant	Roland Chapuis

b.3. Théorie et transmission de l'information

Code	TSI 4
Coef	1
Objectifs	Ce module introduit la théorie de l'information et du codage fondée sur la théorie de Shannon ainsi techniques de modulation à la fois continues et numériques
Acquis	Être capable d'appréhender et d'appliquer les concepts liés à l'information (source, canal, compression, ...) dans une chaîne de communication Être capable de spécifier ou de concevoir une chaîne de modulation / démodulation pour la transmission des signaux tant continus que numériques
Description	Théorie de l'information et du codage Introduction Mesure de l'information, entropie Codage de sources discrètes, premier théorème de Shannon Canaux de transmission Codage de canaux, second théorème de Shannon Modulation Principes Modulation et démodulation d'amplitude Modulation, démodulation de fréquence et de phase Modulations numériques
Prérequis	Fondamentaux sur le signal déterministe. Statistiques et probabilités. TSI 2 - Traitement du signal - signaux déterministes
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Roland Chapuis
Enseignant	Roland Chapuis

b.4. TP Traitement du signal - signaux déterministes

Code	TSI 5
Coef	1
Objectifs	Travaux pratiques illustrant la correspondance temps / fréquence et le filtrage analogique et numérique des signaux.
Acquis	Savoir analyser et interpréter un signal du point de vue fréquentiel Savoir spécifier et appliquer un filtrage fréquentiel à un signal Savoir déployer des techniques de modulation et démodulation pour la transmission de signaux
Prérequis	Concepts de base du traitement du signal (transformée de Fourier des signaux continus et discrets, filtrage). TSI 2 - Traitement du signal - signaux déterministes
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Roland Chapuis
Enseignants	Romuald Aufrère, Roland Chapuis

b.5. TP Traitement du signal - signaux aléatoires

Code	TSI 6
Coef	1
Objectifs	Travaux pratiques illustrant le filtrage temps réel et l'analyse des signaux aléatoires
Acquis	Capacité à l'analyse et au traitement des signaux aléatoires numériques

Description	Traitement du signal en temps réel sur carte à base de DSP Signaux aléatoires Aspect énergétique des signaux
Prérequis	Concepts de base du traitement du signal (transformée de Fourier des signaux continus et discrets, filtrage), techniques de modulation. TSI 2 - Traitement du signal - signaux déterministes TSI 3 - Traitement du signal - signaux aléatoires TSI 4 - Théorie et transmission de l'information
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Roland Chapuis
Enseignants	Romuald Aufrère, Roland Chapuis

c. Électronique

Code	47CP7ELE
Coef	3
Objectifs	Traite de la chaîne d'acquisition, de la grandeur physique à la grandeur numérique Etude des principales familles logiques d'un point de vue électronique Connaître les technologies et les modèles de capteurs utilisés dans les systèmes de navigation ou de robotique
Éléments de cours	Capteurs et Chaîne d'acquisition Caractéristiques analogiques des circuits logiques Capteurs pour la robotique
Prérequis	37CP5ELN - Électronique 1 37CT6EL2 - Electronique 2
Horaire encadré	36 h (23 CM + 13 TD + 0 TP)
Responsable	Alexis Landrault

c.1. Capteurs et Chaîne d'acquisition

Code	ELN 8
Coef	1
Objectifs	Comprendre le fonctionnement d'un système simple et complexe, comprendre le fonctionnement d'une chaîne d'acquisition, Connaître les différents types de capteurs et le concept des capteurs ainsi que leurs caractéristiques, Connaître les différentes structures et les performances d'une chaîne d'acquisition, Connaître les différentes techniques de numérisation et leurs performances.
Acquis	Concevoir une chaîne d'acquisition de la grandeur physique à la valeur numérique, à partir d'un cahier des charges donné [M].
Description	Généralités sur les systèmes (simple et complexe) en BO et BF ainsi que l'acquisition de données, Rôle de la chaîne d'acquisition, Fonctions et structures de base, Caractérisation des performances des capteurs et leurs conditionneurs. Exemple de capteurs: température, position, déplacement Numérisation E/B Conversion analogique-numérique
Prérequis	ELN 5 - Systèmes bouclés électroniques ELN 6 - Électronique pour le traitement analogique du signal
Références bibliographiques	Acquisition de données, du capteur à l'ordinateur, ASCH G., ed DUNOD Les capteurs en instrumentation industrielle, Asch G., 1998 Traitement des signaux et acquisition de données, Cottet F., 1999
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (9 CM + 3 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Kambiz Tehrani
Enseignant	Kambiz Tehrani

c.2. Caractéristiques analogiques des circuits logiques

Code	ELN 10
Coef	1
Objectifs	Comprendre le fonctionnement des principales familles logiques et l'effet de leur conception sur les principaux paramètres de commutation

	Étude des temps de propagation, des différentes phases lors de la commutation de composants actifs, notion de temps à l'ouverture et temps à la fermeture
Acquis	Connaitre les caractéristiques des différentes familles de circuits logiques
Description	Circuits logiques Portes logiques idéales et approximations pratiques Logique à Injection et extraction de courant, entrance, sortance Caractéristique de transfert $V_s(V_e)$ d'un inverseur Caractéristiques d'entrée $V_e(I_e)$ et de sortie $V_s(I_s)$ Niveaux de tension Circuits bipolaires TTL Description, fonctionnement, vitesse de commutation, sortance, interfaçage Familles TTL, S, LS, AS, F, ALS Circuits de base Circuits logiques NMOS, PMOS, CMOS, BiCMOS Description, fonctionnement, vitesse de commutation, sortance, interfaçage Familles HC, ACL, AHC, AC, ACT, AHCT, BCT, ABT, LVT, ALB, ALVT Circuits de base Comparaison des performances et interfaçage des familles logiques entre elles Etude des composants en commutation Diode en commutation Transistor bipolaire en commutation Transistor FET en commutation
Prérequis	ELN 2 - Composants électroniques ESN 1 - Logique combinatoire et séquentielle
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Alexis Landrault
Enseignant	Alexis Landrault

c.3. Capteurs pour la robotique

Code	MOB 2
Coef	1
Objectifs	Connaitre les technologies et les modèles de capteurs utilisés dans les systèmes de navigation ou de robotique mobile
Acquis	Capacité à spécifier, choisir et installer des capteurs liés à la robotique mobile essentiellement
Description	Introduction : enjeux et tendance Le GPS et les systèmes de localisation satellitaires Les architectures pour la gestion des capteurs embarqués Les capteurs inertiels Les capteurs pour l'automobile
Prérequis	Notions d'électronique, signal, statistique, physique de base
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (8 CM + 4 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Roland Chapuis
Enseignants	Roland Chapuis, Laurent Malaterre, Dieumet Denis, Christophe Debain

2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 [9 ECTS | 9 Coef]

a. Projet sous-traitance

Code	47CP7PST
Coef	2
Objectifs	Réaliser une action de sous-traitance sous le contrôle des étudiants de projet en 5e année. Comprendre et appliquer les principes de la méthode agile Scrum dans un contexte de sous-traitance. Apprendre à prioriser et gérer des scénarios de développement. Organiser et optimiser le travail en équipe pour maximiser l'efficacité et la qualité des livrables. Utiliser des outils de gestion de projet pour suivre et évaluer les progrès.
Acquis	Compréhension des Principes Agile et Scrum (A) Gestion des Scénarios, savoir prioriser les scénarios en fonction de leur importance et des contraintes temporelles (A)

	<p>Organisation et Travail en Équipe (N) Planification et Exécution des Itérations, maîtriser la planification des itérations (Sprints) et l'affectation des scénarios aux équipes, savoir découper les tâches et estimer les points de scénarios pour une gestion efficace du temps et des ressources (N) Utilisation d'Outils de Gestion de Projet, se familiariser avec des outils de gestion de projet pour suivre les tâches, les scénarios et les progrès réalisés, utiliser des plateformes comme Redmine pour la gestion collaborative des projets (N). Évaluation et Amélioration continue, apprendre à évaluer les scénarios clôturés et à gérer la validation des livrables, participer à des rétrospectives pour identifier les points d'amélioration et mettre en place des actions correctives (N).</p>
Description	<p>Ce cours vise à initier les étudiants aux principes et pratiques de la gestion agile, appliqués spécifiquement dans un contexte de sous-traitance. À travers une approche pratique, les participants apprendront à gérer efficacement des tâches de sous-traitance en utilisant la méthodologie Scrum, en mettant l'accent sur la collaboration, la flexibilité.</p> <p>Pour cet enseignement les étudiants travailleront sur des scénarios réels fournis par les étudiants de projet de l'année n+1. Ils utilisent des outils de gestion de projet pour appliquer les concepts appris. Des rétrospectives régulières permettront d'évaluer les progrès et d'ajuster les stratégies en conséquence.</p>
Evaluation	CC
Horaire encadré	60 h (2 CM + 4 TD + 54 TP)
Travail personnel	20 h
Responsable	Jacques Laffont
Enseignants	Romuald Aufrère, Jacques Laffont, Sébastien Lengagne

b. Transfert et stockage de données

Code	47CP7TSD
Coef	3
Objectifs	<p>Être capable de choisir le dispositif adéquat pour gérer les données dans un système électronique et de le mettre en oeuvre</p> <p>Comprendre et mettre en oeuvre les protocoles réseaux (niveau initiation)</p>
Éléments de cours	<p>Transfert et stockage de données TP Transfert et stockage de données Réseaux - Initiation</p>
Prérequis	<p>370N5SI - Socle informatique 37CP6LOG - Logique combinatoire et séquentielle 37CP6SP - Systèmes programmables</p>
Horaire encadré	36 h (12 CM + 12 TD + 12 TP)
Responsable	Michel James

b.1. Transfert et stockage de données

Code	TSD 1
Coef	1
Objectifs	Connaître et comprendre les principes de transferts et de stockage de données .
Acquis	être capable de choisir un dispositif de gestion de donnée en adéquation avec les contraintes liées aux systèmes étudiés (M)
Description	<p>Mémoires Généralités Interfaçage État de l'art Transferts de données : dispositifs d'entrée/sortie Généralités Topologies Exemples Étude des bus utilisés dans le domaine automobile Liaisons et protocoles radio (Zigbee, bluetooth, LoRA, ...)</p>
Prérequis	<p>ESN 1 - Logique combinatoire et séquentielle ESN 2 - TP Systèmes logique combinatoire et séquentiel ESN 3 - TP Systèmes logique combinatoire et séquentielle 2 SP 1 - Systèmes à processeurs - 1: architecture</p>
Références bibliographiques	<p>Le bus CAN, PARET Dominique, éditions DUNOD Réseaux multiplexés pour systèmes embarqués, PARET Dominique, éditions DUNOD DUNOD circuits numériques, TOCCI R.J., éditions DUNOD</p>

	Documents constructeurs boitiers mémoires (SAMSUNG, FUJITSU, ST, NXP,...)
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Michel James
Enseignant	Michel James

b.2. TP Transfert et stockage de données

Code	TSD 2
Coef	1
Objectifs	Comprendre les protocoles de communication et évaluer leurs performances Comprendre le fonctionnement d'une mémoire à accès sériel
Acquis	Être capable de mettre en oeuvre un dispositif de transfert de données (M)
Description	BUS CAN (étude transmission et configuration réseau CAN) BUS I2C (étude protocole et mise en oeuvre de composants ayant des fonctionnalités différentes) BUS SPI et mémoire à accès sériel (étude protocole et aspects temporels)
Prérequis	SP 3 - Microcontrôleurs 8/32 bits SP 4 - TP Programmation de µc TSD 1 - Transfert et stockage de données
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Michel James
Enseignant	Michel James

b.3. Réseaux - Initiation

Code	TSD 4
Coef	1
Objectifs	Donner une culture générale sur l'architecture des réseaux et ses composants. Découvrir les composants et le fonctionnement d'un réseau Ethernet. Apprendre l'organisation de l'Internet : adressage et services associés.
Acquis	Être capable de concevoir un petit réseau local et le relier à Internet . Maîtriser la terminologie et les composants d'un réseau pour dialoguer avec des ingénieurs/techniciens réseaux .
Description	Le contexte : problème de l'interconnexion, les normes. Le modèle de référence (ISO 7498) : les concepts, le modèle de solution. Couche Physique : médium, topologies, raccordements, codages. Couche Liaison de données (MAC et LCC) : rôle, protocoles, adressage, erreurs Couche Réseau : rôle, protocoles, adressage. Réseaux locaux industriels
Références bibliographiques	TCP/IP, architectures, protocoles et applications, Comer Douglas, Pearson Education 2006 Réseaux, Tanenbaum Andrew, Dunod 1997 Réseaux locaux et Internet: Des protocoles à l'interconnexion, Toutain Laurent, Hermes Science Publications 2003
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Nancy El Rachkidy
Enseignant	Nancy El Rachkidy

c. Systèmes réactifs et temps réel

Code	47CP7SRT
Coef	4
Objectifs	Ce module traite de la spécification et de la modélisation des applications réactives et temps-réel d'une part et des différentes techniques d'implantation de ces applications, avec ou sans l'aide d'un exécutif temps-réel
Eléments de cours	Systèmes réactifs et temps réel TP Programmation systèmes réactifs et temps-réel
Prérequis	370N5SI - Socle informatique
Horaire encadré	48 h (12 CM + 12 TD + 24 TP)
Responsable	Jocelyn Sérot

c.1. Systèmes réactifs et temps réel

Code	INFO 5
Coef	2
Objectifs	Cette EC vise à donner d'une part les bases conceptuelles et les méthodes et techniques permettant dans un premier de spécifier et modéliser des systèmes réactifs et temps-réel et dans un second temps de les implanter avec ou sans le support d'un exécutif temps réel
Acquis	Savoir reconnaître et modéliser des systèmes réactifs et temps-réel et les implanter avec ou sans le support d'un exécutif temps-réel Savoir choisir et exploiter un exécutif temps-réel pour l'implantation d'une application réactive et temps réel
Description	Caractérisation des systèmes réactifs et temps-réel Notion de tâche Techniques d'ordonnement Mécanismes de synchronisation et de communication inter-tâches Présentation d'un exécutif temps réel
Prérequis	1TCS5INF
Références bibliographiques	Introduction aux systèmes temps-réel, Bonnet, C., Hermes, 1999 Systèmes Réactifs et Temps Réel, Sérot, J., Cours en ligne : http://cust-interne.univ-bpclermont.fr/Enseignement/Ge/serot/cours Exécutifs temps-réel et applications, Trinquet, Y.
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h (12 CM + 12 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jocelyn Sérot
Enseignants	Jacques Laffont, Jocelyn Sérot

c.2. TP Programmation systèmes réactifs et temps-réel

Code	INFO 6
Coef	2
Objectifs	Mettre en oeuvre les connaissances en modélisation et en programmation d'applications réactives et temps-réel sur une cible de type micro-contrôleur.
Acquis	Savoir développer une application temps-réel de complexité réaliste (une dizaine de tâches) en langage C avec un exécutif temps-réel et une chaîne de développement sur une cible embarquée de type micro- contrôleur
Description	Développement en C sur un microcontrôleur d'une application de contrôle-commande de véhicule
Prérequis	INFO 5 - Systèmes réactifs et temps réel SP 1 - Systèmes à processeurs - 1: architecture SP 2 - Systèmes à processeurs - 2: programmation SP 3 - Microcontrôleurs 8/32 bits
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h (0 CM + 0 TD + 24 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jacques Laffont
Enseignant	Jacques Laffont

3. UE3 Sciences Homme et Société 1 [9 ECTS | 9 Coef]

a. Communication 1

Code	47CP7E2C
Coef	3
Eléments de cours	Expression communication S7 Anglais choix unique
Horaire encadré	36 h (0 CM + 36 TD + 0 TP)

a.1. Expression communication S7

Code	47CP7EEO
Coef	1
Objectifs	Initier la recherche d'emploi Améliorer les compétence français écrit Acquérir des capacités et techniques de communication spécifiques

	Initiation au monde du travail
Acquis	Communiquer à l'écrit et à l'oral dans tout type de situation Travailler en groupe Appliquer les connaissances sur les théories de la communication à des situations particulières
Description	la recherche d'emploi : connaissance de soi en termes de savoirs, savoir-faire, savoir-être ; apprendre à mettre en mots, illustrer et argumenter ; acquisition des techniques spécifiques de rédaction de CV et lettres de motivation communication spécifique : revue de presse culturelle (exposition, cinéma, théâtre ...), recherche bibliographique et présentation orale de cette recherche
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 12 TD + 0 TP)
Travail personnel	5 h
Responsable	Véronique Quanquin
Enseignant	Véronique Quanquin

a.2. Anglais choix unique

Code	47CP7LVU
Coef	2
Objectifs	Améliorer l'autonomie en Anglais général et de spécialité Préparation TOEIC
Acquis	Les 4 compétences linguistiques, niveau B2/C1
Description	Discussion avec supports vidéo/texte/audio authentiques Aide à la rédaction de CV et lettre de motivation Utilisation individuelle des ressources audio-visuelles mises à disposition par l'école
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h (0 CM + 24 TD + 0 TP)
Travail personnel	8 h
Responsable	Bénédicte Bousset
Enseignant	Bénédicte Bousset

b. Management 1

Code	47CP7MAN
Coef	6
Objectifs	Découverte du management à travers trois de ses dimensions : la gestion, l'animation d'équipe et le droit
Eléments de cours	Gestion Management et Sciences Humaines Droit
Horaire encadré	76 h (37 CM + 39 TD + 0 TP)
Responsable	Alexandre Cabagnols

b.1. Gestion

Code	47CP7GES
Coef	2.25
Objectifs	Initiation à l'analyse financière visant à donner des outils pour anticiper l'impact financier des décisions techniques, organisationnelles, marketing et commerciales qui relèvent du métier d'ingénieur. Deux types d'impacts sont explicitement distingués : impacts sur l'espérance de rentabilité et impacts sur la prise de risque.
Acquis	Identifier les conséquences financières des décisions d'investissement, des stratégies commerciales et des choix techniques et organisationnels sur la situation financière de l'entreprise : <ul style="list-style-type: none"> - Connaître les objectifs de la comptabilité (A) - Connaître les concepts de base de la comptabilité (N,A) - Savoir lire un compte de résultat (A) - Savoir analyser un compte de résultat (A) - Savoir lire un bilan (A) - Savoir analyser un bilan (A) - Exploiter les documents comptables pour faire des calculs simples permettant de d'évaluer la situation de l'entreprise en termes de performances/risques d'exploitation, de rentabilité des capitaux et de prise de risque financier (A)

	<ul style="list-style-type: none"> - Etablir un lien clair entre d'une part décisions techniques, organisationnelles, marketing et commerciales et d'autre part espérance de rentabilité et la prise de risque (A) - Faire des recommandations à une entreprises pour améliorer son ratio rentabilité / risque (N)
Description	<p>3 CM permettent de poser les bases de l'analyse financière et d'expliquer sa place dans les sciences de gestion.</p> <p>Les 10 TD qui suivent visent à découvrir les notions fondamentales de cette discipline à travers une application numérique réalisée sur les données d'entreprises dont les comptes sont disponibles en ligne.</p> <p>CM :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Qu'est-ce que la gestion ? - Business model, proposition de valeur et stratégie d'entreprise - Concepts fondamentaux de comptabilité : tableau emploi / ressources, débits / crédits, bilan et compte de résultat, plan comptable, exercice comptable, inventaire. <p>TD :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Comment conduire une analyse financière ? 2. Le bilan : actif et passifs 3. Le compte de résultat : produits et charges 4. Les soldes intermédiaires de gestion et l'effet ciseaux 5. Calcul du seuil de rentabilité et analyse de la prise de risque opérationnel 6. Besoin en fonds de roulement et notions apparentées : FDR, BFR et trésorerie 7. Capacité de remboursement, liquidité et solvabilité 8. Analyse de la rentabilité des entreprises, effet de levier de l'endettement 9. Synthétiser les indicateurs et suggérer un plan d'action 10. Soutenance : Simulation d'une assemblée générale lors de laquelle les étudiants présentent leur analyse de la situation financière et les mesures prioritaires qu'ils envisagent de mettre en oeuvre au cours du prochain exercice.
Références bibliographiques	Quiry, Pascal, Yann Le Fur, et Pierre Vernimmen. Finance d'entreprise 2025. 23e éd. Paris-La Défense: Dalloz, 2024.
Evaluation	CC
Horaire encadré	26 h (6 CM + 20 TD + 0 TP)
Travail personnel	32 h
Responsable	Alexandre Cabagnols
Enseignant	Alexandre Cabagnols

b.2. Management et Sciences Humaines

Code	47CP7PSY
Coef	2.25
Objectifs	Initiation à la sociologie, à la psychologie et au management. L'objectif principal est d'amener l'étudiant à identifier et à comprendre les mécanismes qui influencent l'Homme afin de faciliter son insertion future dans le monde du travail et de développer des stratégies intégrant cette compréhension de l'humain, développer ses capacités à manager des équipes ou des projets tout en préservant la qualité de vie au travail (QVT).
Acquis	<p>Manager des collaborateurs (management d'équipe) et des groupes d'individus (management transversal)</p> <p>Acquérir les outils psychologiques et sociologiques facilitant la prise de décision, la négociation et l'adaptation de l'ingénieur au monde du travail</p> <p>Gérer sa communication verbale, non verbale et sa posture d'écoute Animer des réunions</p> <p>Gérer les conflits</p> <p>Savoir écouter, négocier Être force de proposition</p>
Description	<p>Introduction : présentation du plan, de l'évaluation et du site du cours en ligne</p> <p>Initiation à la sociologie</p> <p>Définition et histoire de la sociologie Normes sociales, déviance et socialisation</p> <p>Stratification sociale et déterminismes sociaux</p> <p>Les implicites dans la communication (mise en situation)</p>

	<p>Initiation la psychologie</p> <p>Définition et histoire de la psychologie Le conformisme La soumission à l'autorité Engagement et la soumission librement consentie Stéréotypes Les représentations sociales, stéréotypes et discriminations Dynamique de groupe et leadership (mise en situation) Initiation au management Les fonctions du manager Le management situationnel Les attentes du collaborateur L'entretien professionnel : écoute active, gestion de la posture, questionner, recruter Argumentation et négociation Exercices pratiques de management d'équipe, d'écoute active, d'argumentation, de négociation, de conduite de réunion (réunion de prise de décision, de résolution de problème, de négociation avec les instances représentatives du personnel)</p> <p>Exercices pratiques de management d'équipe, d'écoute active, d'argumentation, de négociation, de prise de parole en public, de gestion de conflit, de recrutement (en tant que candidat et de recruteur), de conduite de réunion (réunion de prise de décision, de résolution de problème, de négociation avec les instances représentatives du personnel) Exercice pratique : contacter, rencontrer et questionner un manager ou une manageuse exerçant dans le domaine d'activité des étudiants, puis réunis en groupes interdépartements, les étudiants sont invités à synthétiser leur collecte d'informations en proposant des solutions aux écueils identifiés.</p>
Evaluation	CC
Horaire encadré	36 h (17 CM + 19 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Responsable	Romy Sauvayre
Enseignants	Romy Sauvayre, Marie COHENDY, Jessica GABLE

b.3. Droit

Code	47CP7DRT
Coef	1.5
Objectifs	Initiation au droit de la propriété intellectuelle et sensibilisation aux enjeux du sujet pour l'entreprise.
Acquis	Comprendre la structuration du droit de la propriété intellectuelle au niveau national et international Savoir lire et évaluer des brevets sous l'angle juridique Savoir rédiger un brevet Savoir déposer un brevet Savoir défendre un brevet Comprendre les droits attachés aux logiciels
Description	6 cours sur le droit du brevet (national, européen, international) 1 cours sur le droit logiciel
Horaire encadré	14 h (14 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Julie Masdeu
Enseignant	Julie Masdeu

B. Semestre 8 [30 ECTS | 33 Coef]

1. UE4 Sciences fondamentales 2 [7 ECTS | 7 Coef]

a. Option A - Conversion d'Energie et Robotique

Code	47CP8SFA
Coef	7
Eléments de cours	CEM : rayonnement des systèmes Robotique
Horaire encadré	58 h (18 CM + 16 TD + 24 TP)

a.1. CEM : rayonnement des systèmes

Code	47CP8CEM
------	----------

Coef	3
Objectifs	Découvrir les différents types de rayonnement produits par les électroniques numérique, analogique et l'électronique de puissance. Être capable de modéliser simplement une source de champ électrique ou magnétique pour prédéterminer les effets de celle-ci.
Éléments de cours	Effets rayonnés des systèmes TP Rayonnement des structures
Prérequis	37CP5CEM - Électromagnétisme
Horaire encadré	22 h (6 CM + 4 TD + 12 TP)
Responsable	Christophe Pasquier

a.1.1. Effets rayonnés des systèmes

Code	CEM 5
Coef	1
Objectifs	Identification des sources de rayonnement, Compréhension des phénomènes rayonnés par les systèmes électroniques et électriques et proposition de solutions
Acquis	Modélisation du rayonnement de source élémentaires de type électrique et magnétique. Réalisation d'essais en rayonnées. Rayonnement champ proche / champ lointain.
Description	Sources rayonnantes Spectre d'un train trapezoïdal Surconsommation de transition en électronique Commutation des organes de puissance Rayonnement des électroniques Rayonnement des boucles Rayonnement des câbles Spectre rayonné par un système Technique de réduction du rayonnement Rayonnements des circuits de puissance Cas de la cellule élémentaire de commutation Rayonnement d'une boucle d'un pont de puissance Stratégies de réduction
Prérequis	Connaissance des bases de l'électromagnétisme, de l'électronique et de l'électronique de puissance CEM 1 - Bases d'électromagnétisme pour la CEM CEM 2 - TP d'électromagnétisme pour la CEM, propagation guidée CEM 3 - Généralités sur la CEM CEM 4 - Illustrations de problèmes CEM dans les cartes
Références bibliographiques	Rayonnement électromagnétique des convertisseurs à découpage, Cocquerelle J.L., Pasquier C., EDP Sciences - 2002
Evaluation	CC
Horaire encadré	10 h (6 CM + 4 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Christophe Pasquier
Enseignant	Christophe Pasquier

a.1.2. TP Rayonnement des structures

Code	CEM 6
Coef	1
Objectifs	Observer les phénomènes de rayonnement en champ proche, initiation à la simulation sur des outils dédiés
Acquis	Mesure en champ proche, identification des sources. Modélisation d'une source de champ magnétique.
Description	Mesure de rayonnement Modélisation du rayonnement d'une boucle de circuit imprimé (partie 1) Modélisation du rayonnement d'une boucle de circuit imprimé (partie 2) Simulation avec Féko
Prérequis	Bases de l'électromagnétisme dans un milieu quelconque, ligne de transmission, notions de champ proche et lointain. CEM 5 - Effets rayonnés des systèmes
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Christophe Pasquier
Enseignant	Christophe Pasquier

a.2. Robotique

Code	47CP8ROB
Coef	4
Objectifs	Comprendre et maîtriser les éléments de modélisation et de commande pour les bras manipulateurs
Eléments de cours	Robots manipulateurs TP Robots manipulateurs Initiation à l'IA
Horaire encadré	36 h (12 CM + 12 TD + 12 TP)
Responsable	Sébastien Lengagne

a.2.1. Robots manipulateurs

Code	ROMAN 1 (AURO 8)
Coef	1
Objectifs	Comprendre et savoir interpréter une transformation dans l'espace à l'aide de matrices de transformations homogènes Savoir modéliser des robots manipulateurs. Connaître les bases et le fonctionnement des méthodes d'obtention des modèles géométriques, cinématiques et dynamiques d'un robot Introduction à la commande des robots manipulateurs dans l'espace de la tâche
Acquis	Capacité d'appréhender un système robotique en vue de sa commande .
Description	Rappels de géométrie et de cinématique Description spatiale et transformations entre repères Modélisation géométrique directe et inverse des robots Initiation à la modélisation cinématique et dynamique des robots
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Sébastien Lengagne
Enseignant	Sébastien Lengagne

a.2.2. TP Robots manipulateurs

Code	ROMAN 2 (AURO 9)
Coef	1
Objectifs	Mise en application des principales notions de modélisation et de commande des robots manipulateurs traités en cours de robotique. Ceci est réalisé par l'intermédiaire de l'implémentation sous ROS des méthodes de changement de repères, des modèles géométriques et cinématiques des robots manipulateurs et de l'utilisation de ces modèles pour la commande d'un bras manipulateur.
Acquis	Isoler et maîtriser toutes les briques de base nécessaires à la commande d'un bras manipulateur.
Description	Modélisation géométrique, cinématique et dynamique de robots manipulateurs Commande en position et génération de trajectoires Commande dans l'espace articulaire et opérationnel
Prérequis	ROMAN 1 - Robots manipulateurs
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Sébastien Lengagne
Enseignant	Sébastien Lengagne

a.2.3. Initiation à l'IA

Code	IIA
Coef	1
Objectifs	Connaître les approches pour modéliser des jeux de données expérimentales, soit par des fonctions spécifiques, soit par des réseaux de neurones (Perceptron, MLP, CNN) Connaître les forces/faiblesses de chacune, ainsi que leurs limitations Savoir implémenter ces algorithmes en langage Python, en s'appuyant sur les bibliothèques appropriées
Acquis	Formalisation d'un problème de modélisation de données et choix de l'approche appropriée (M)

	Mise en oeuvre des approches de modélisation sur des données expérimentales (A)
Description	<p>Motivations pour la modélisation de données (prédictions, analyse de propriétés, classifications, ?)</p> <p>Principe général de la modélisation : choix d'une famille de modèles paramétrés (fonctions ou réseaux de neurones), puis optimisation vis-à-vis d'un critère de qualité pour déterminer les paramètres du modèle qui décrit au mieux les données</p> <p>Modélisation par fonction spécifique : critère des moindres carrés et optimisation de ce critère dans le cas de fonctions linéaires en les paramètres grâce à l'opérateur pseudo-inverse</p> <p>Principes des algorithmes de descente de gradient classique, descente de gradient avec inertie, descente de gradient stochastique</p> <p>Principe du perceptron avec activation sigmoïde pour la classification binaire de données linéairement séparables et apprentissage supervisé sur le critère entropie croisée binaire par descente de gradient stochastique</p> <p>Introduction aux perceptrons multi-couches pour la classification binaire, puis multi-labels sur le critère entropie croisée. Propagation avant, rétropropagation du gradient, activation SoftMax</p> <p>Introduction aux réseaux convolutifs sur des applications de traitement d'images. Notions sur le padding, les strides et les couches de pooling</p> <p>Travaux pratiques en python avec les bibliothèques Numpy, PyTorch, Matplotlib</p>
Prérequis	<p>Connaissances en algèbre linéaire, calcul différentiel et optimisation</p> <p>Connaissances de base en algorithmie et en langage python</p>
Références bibliographiques	<p>- Introduction à l'optimisation : J-C Culioli, ISBN 9782729876241</p> <p>- Deep Learning : Aaron Courville, Ian Goodfellow et Yoshua Bengio, ISBN 978-0262035613</p> <p>- https://fidle.cnrs.fr/w3/</p>
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Sébastien Lengagne
Enseignant	Benoît Thuilot

b. Option B - Systèmes Informatiques Embarqués

Code	47CP8SFB
Coef	7
Eléments de cours	Conception de systèmes numériques Programmation
Horaire encadré	84 h (36 CM + 36 TD + 12 TP)

b.1. Conception de systèmes numériques

Code	47CP8CSN
Coef	3
Objectifs	Ce module présente les concepts, techniques et outils fondamentaux pour la conception des systèmes électroniques numériques, de la spécification fonctionnelle à l'implantation sous forme de circuit reprogrammable, en passant par la modélisation via un langage de description de matériel
Eléments de cours	Conception de systèmes numériques Test et Testabilité des circuits
Prérequis	370N5SI - Socle informatique 37CP6LOG - Logique combinatoire et séquentielle
Horaire encadré	36 h (18 CM + 18 TD + 0 TP)
Responsable	Jocelyn Sérot

b.1.1. Conception de systèmes numériques

Code	ESN 8
Coef	2
Objectifs	Présenter une méthodologie de conception structurée pour les systèmes numériques. Sans a priori sur la technique de réalisation (CPLD, FPGA, ASIC)
Acquis	Savoir passer d'une formulation algorithmique d'une fonction à une formulation au niveau transfert de registre (RTL)

	<p>Connaitre les techniques élémentaires de conception en logique combinatoire et séquentielle, et leurs limites</p> <p>Connaitre les principaux modèles de (micro)architecture utilisés dans les circuits numériques actuellement</p> <p>Savoir valider et caractériser une solution</p>
Description	<p>Techniques de conception élémentaires</p> <p>Modèle global et opératoire en combinatoire et séquentiel Flots de conception en numérique</p> <p>Conception fonctionnelle Modélisation comportementale</p> <p>Conception architecturale Algorithmie RTL Modèles d'architectures</p> <p>Caractérisation, validation Simulation logique Analyse de chemins</p> <p>Introduction à la testabilité (simulation de fautes)</p> <p>Étude de cas</p>
Prérequis	<p>Logique combinatoire et séquentielle - modèles de spécification</p> <p>ESN 1 - Logique combinatoire et séquentielle</p> <p>ESN 2 - TP Systèmes logique combinatoire et séquentiel ESN 3 - TP Systèmes logique combinatoire et séquentielle 2</p>
Références bibliographiques	<p>Les circuits FPGA et la programmation VHDL. Une introduction par l'exemple et pour les programmeurs, Sérot J., Ellipses, 2019</p> <p>Conception de Systèmes Numériques, Sérot, J., Cours en ligne : http://cust-interne.univ-bpclermont.fr/Enseignement/Ge/serot/cours</p>
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h (12 CM + 12 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jocelyn Sérot
Enseignant	Jocelyn Sérot

b.1.2. Test et Testabilité des circuits

Code	VERIF 1
Coef	1
Objectifs	<p>Maîtriser la mise en oeuvre de techniques de tests dans la conception de composants numériques</p>
Acquis	<p>Connaitre les différentes techniques de tests dans la conception de circuits intégrés</p> <p>Savoir choisir la bonne stratégie de test pour un projet donné</p>
Description	<p>Intro: définitions, coût du test, rendement, quality level, taux de couverture</p> <p>Test industriel: test de caractérisation, fonctionnel et de production avec la notion de plan de test et quelques bases sur l'équipement</p> <p>Modélisation de fautes: intérêt, principes, liste des pannes, modèle de collage notion de fautes équivalentes (fault collapsing)</p> <p>Simulation de fautes: modélisation fonctionnelle des portes (table, BDD, cubes primitifs), différentes méthodes de simulations de fautes</p> <p>TPG : définition et principes, différentes méthodes (manuelles, pseudo-aléatoires, exhaustives, déterministes), focus sur les méthodes déterministes et en particulier le D algorithm et ses dérivés, mesures de testabilité (contrôlabilité, observabilité etc)</p> <p>DFT, conception en vue du test : scan path, test intégré (BIST) et Boundary Scan</p>
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Alexis Landrault
Enseignant	Alexis Landrault

b.2. Programmation

Code	47CP8PRG
Coef	4
Objectifs	<p>Ce module vise à approfondir les compétences en programmation en général (langages C et C++) et à introduire des méthodes, techniques et outils permettant de faire face aux problématiques que pose le développement d'applications informatiques embarquées et le développement d'applications client/serveur.</p>

Eléments de cours	Structures de données et algorithmes en C Programmation orientée objet TP Programmation orientée objet Réseaux - développement d'applications
Prérequis	Réseaux - Initiation (pour la partie Réseaux développement)
Horaire encadré	48 h (18 CM + 18 TD + 12 TP)
Responsable	Jacques Laffont

b.2.1. Structures de données et algorithmes en C

Code	INFO 7
Coef	1
Objectifs	Revue des principales structures de données utilisées en programmation. Perfectionnement en C.
Acquis	Savoir implanter, en langage C, les structures de données les plus courantes (liste, file, pile, arbres, graphes) Connaitre les principes de bases du génie logiciel (modularité, ..) et savoir utiliser à bon escient les différents outils d'une chaîne de développement (éditeur, compilateur, metteur au point, profiler)
Description	Étude et implémentation en C de plusieurs structures de données : listes, arbres, tables d'association, graphes
Références bibliographiques	Structures de données et algorithmes, Aho, A.; Hopcrat, J.; Ullman J., Interéditons Algorithmes et Structures de Données. Cours et exercices corrigés en langage C, Divay, M., Dunod L'essentiel des structures de données en C., Horowitz, E.; Sahni, S.; Anderson-Freed, S., Dunod
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jacques Laffont
Enseignants	Alexis Landrault, Jacques Laffont, Sébastien Lengagne

b.2.2. Programmation orientée objet

Code	INFO 9
Coef	1
Objectifs	Connaitre les principes de la conception orientée objet (UML) et de la programmation orientée objet (classes, instanciation, héritage, polymorphisme, généricité...) ainsi que leur incarnation au sein du langage C++
Acquis	Maîtrise de l'implantation en C++ de logiciels simples, en mettant en oeuvre les principes de base de la programmation orientée objet
Description	Principes et intérêt de la POO Concepts fondamentaux (classes, intanciation, héritage, polymorphisme, généricité...) Rappels de programmation modulaire en C Illustration des principes de POO en C++
Prérequis	INFO 7 - Structures de données et algorithmes en C
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Alexis Landrault
Enseignants	Alexis Landrault, Jacques Laffont, Sébastien Lengagne

b.2.3. TP Programmation orientée objet

Code	INFO 10
Coef	1
Objectifs	Illustrer des principes de la programmation orientée objet (POO) avec un langage utilisé dans le domaine de l'informatique industrielle et embarquée (C++)
Acquis	Application des principes de base de la POO pour la conception et réalisation d'un logiciel modulaire Introduction de notions de simulation événementielle, avec communication entre objets
Description	Programmation en C++ Découverte des outils de documentation (Doxygen) Application à la simulation événementielle
Prérequis	INFO 9 - Programmation orientée objet

Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jacques Laffont
Enseignants	Alexis Landrault, Jacques Laffont, Sébastien Lengagne

b.2.4. Réseaux - développement d'applications

Code	TSD 5
Coef	1
Objectifs	Apprendre l'organisation d'un service en modèle client-serveur. Application réseau : développement et implémentation.
Acquis	Concevoir et réaliser des communications client/serveur Comprendre les programmes de processus serveur et clients asynchrones communiquant par TCP/IP, grâce à l'interface socket
Description	Network Address Translation et DHCP. Couche Transport : TCP et UDP, organigrammes, implémentation, notion de classes. Programmation d'une application avec socket.
Références bibliographiques	La Communication sous Unix : applications réparties, Riflet Jean-Marie, EdiScience 1995
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Nancy El Rachkidy
Enseignant	Nancy El Rachkidy

2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 [7 ECTS | 11 Coef]

a. Projet : avant projet

Code	47CP8AVP
Coef	4
Objectifs	Prendre en main un projet, définir un cahier des charges, interagir avec le client, mettre en place un planning pour répondre au cahier des charges.
Acquis	Gestion des composantes relationnelles et techniques de la conduite d'un projet.
Description	La discipline du projet place l'étudiant dans la position qui sera la sienne en tant qu'ingénieur Chaque projet est porté par une équipe d'étudiant. Les sujets variés couvrent les domaines de la formation en Génie Électrique et sont d'origine diverse avec une plus grande affinité pour les sujets issu d'industriel (PME locales, ou collaboration avec des grandes entreprises). Chaque sujet essaye de couvrir l'ensemble des actions d'un futur ingénieur, documentation, planification, conception, prototypage, réalisation, test et validation. planification et conception. Le projet commence par une phase d'avant projet durant laquelle sont privilégié les phases de documentation, planification et conception.
Evaluation	CC
Horaire encadré	58 h (0 CM + 58 TD + 0 TP)
Travail personnel	30 h
Responsable	Jacques Laffont
Enseignants	Nancy El Rachkidy, Alexis Landrault, Romuald Aufrère, Roland Chapuis, Khalil El Khamlichi Drissi, Michel James, Jacques Laffont, Sébastien Lengagne, Christophe Pasquier, Rafik Smaali, Kambiz Tehrani, Julian Laurence, Jonathan Bernard, Pascal Fickinger, François Kersulec

b. Option A - Conversion d'Energie et Robotique

Code	47CP8STA
Coef	7
Eléments de cours	Machines électriques Convertisseurs à commutation dure et douce
Horaire encadré	96 h (34 CM + 26 TD + 36 TP)

b.1. Machines électriques

Code	47CP8MEM
------	----------

Coef	3
Objectifs	Modéliser les machines électriques dans l'espace d'état en vue de leur commande
Eléments de cours	Automatique dans l'espace d'état Modélisation des machines électriques TP Machines électriques
Prérequis	37CP6EP - Électrotechnique et électronique de puissance 37CP5AUT - Automatique
Horaire encadré	48 h (18 CM + 18 TD + 12 TP)
Responsable	Rafik Smaali

b.1.1. Automatique dans l'espace d'état

Code	AURO 5
Coef	1
Objectifs	Savoir représenter et asservir selon des approches non optimales les systèmes continus et échantillonnés dans l'espace d'état
Acquis	Maîtriser le modèle d'état d'un système à partir d'un modèle de connaissance (lois physiques) Caractériser le système en termes d'observabilité et de commandabilité Élaborer une commande par placement de pôles dans des cas simples
Description	Représentations d'état des systèmes linéaires stationnaires : forme canoniques, représentations équivalentes, transition d'état Stabilité, observabilité et commandabilité Passage transfert-état Commande par retour d'état : placement des pôles Reconstructeur d'état : observateur de Luenberger
Références bibliographiques	Automatique. Du cahier des charges à la réalisation de systèmes, Husson, C.lung, J.-F. Aubry, J. Daafouz, D. Wolf, Dunod, Paris 2007
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Rafik Smaali
Enseignant	Rafik Smaali

b.1.2. Modélisation des machines électriques

Code	ELT 5
Coef	2
Objectifs	Modéliser les machines électriques tournantes pour décrire les régimes dynamiques.
Acquis	Comprendre et savoir utiliser les modèles dynamiques des machines à champ tournant . Maîtriser le passage régimes transitoires- régimes permanents .
Prérequis	Circuits couplés avec entrefer : modélisation par matrice d'inductances.,Notions de mécanique : couple, moment d'inertie, équation fondamentale de la dynamique.,Calcul matriciel élémentaire, nombres complexes et représentation vectorielle. ELT 1 - Introduction à l'électrotechnique ELT 2 - TP Machines électriques statiques ELT 3 - Électromécanique : convertisseurs électromagnétiques ELT 4 - TP électrotechnique: machines tournantes
Références bibliographiques	Électromécanique; convertisseurs d'énergie et actionneurs, Grenier D., Labrique F., Buyse H., Matagne E., ed DUNOD, Paris 2003
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h (12 CM + 12 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Rafik Smaali
Enseignant	Rafik Smaali

b.1.3. TP Machines électriques

Code	ELT 6
Coef	1
Objectifs	Comprendre à partir de l'expérimentation les modèles dynamiques de machines à champ tournant
Acquis	Comprendre et savoir utiliser les modèles dynamiques des machines à champ tournant . Maîtriser le passage régimes transitoires - régimes permanents .

Description	Machines asynchrone à rotor à cage : détermination des paramètres électriques Machine asynchrone à rotor bobiné : alimentation par le stator et par le rotor. Machine asynchrone à cage : simulation numérique de régimes dynamiques à partir du modèle d'état.
Prérequis	Mise en marche en sécurité, des machines tournantes usuelles.,Notions de base sur le fonctionnement des machines. ELT 5 - Modélisation des machines électriques
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Rafik Smaali
Enseignants	Christophe Pasquier, Rafik Smaali

b.2. Convertisseurs à commutation dure et douce

Code	47CP8CON
Coef	4
Objectifs	Savoir dimensionner les différents composants actifs et passifs d'une alimentation à découpage Concevoir la commutation douce dans les convertisseurs Bien maîtriser la représentation dans le plan de phase Savoir choisir les structures quasi-résonantes en fonction des applications
Éléments de cours	Conception des convertisseurs à commutation dure TP sur les convertisseurs à commutation dure Analyse des convertisseurs à commutation douce TP sur les convertisseurs à commutation douce
Prérequis	37CP5CEM - Électromagnétisme 37CP6EP - Électrotechnique et électronique de puissance
Horaire encadré	48 h (16 CM + 8 TD + 24 TP)
Responsables	Khalil El Khamlichi Drissi, Christophe Pasquier, Kambiz Tehrani

b.2.1. Conception des convertisseurs à commutation dure

Code	EP 4
Coef	1
Objectifs	Étudier les caractéristiques électriques des composants constituant une alimentation à découpage Savoir dimensionner et choisir les composants en fonction du cahier des charges Bien comprendre l'intérêt de la modulation de largeur d'impulsions (MLI-PWM)
Acquis	Conception et dimensionnement des alimentations à découpage (
Description	Généralités sur les commutations dures Notion de fonction de commutation Rapport cyclique constant et variable Application à la conversion DC-DC : convertisseur Buck, Boost, Buck-Boost, Flyback, Forward
Prérequis	EP 1 - Synthèse des structures de puissance EP 2 - Les composants de l'électronique de puissance
Références bibliographiques	Alimentations à découpage, convertisseurs à résonance, FERRIEUX Jean paul et FOREST François, Editions DUNOD
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (8 CM + 4 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Christophe Pasquier
Enseignant	Christophe Pasquier

b.2.2. TP sur les convertisseurs à commutation dure

Code	EP 5
Coef	1
Objectifs	Comprendre les stratégies de commande en commutation dure Réglage de la puissance par le rapport cyclique "fixe ou variable" Maîtriser les techniques de la modulation de largeur d'impulsions
Acquis	Mesure des paramètres d'une alimentation à découpage
Description	Alimentation à découpage (FORWARD)

	Simulation de la commutation dure dans les onduleurs MLI (SIMULINK) Commutation dure dans un variateur de vitesse MLI sinus (ATV45)
Prérequis	EP 4 - Conception des convertisseurs à commutation dure
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Responsable	Christophe Pasquier
Enseignant	Christophe Pasquier

b.2.3. Analyse des convertisseurs à commutation douce

Code	EP 6
Coef	1
Objectifs	Comprendre la mise en oeuvre de la commutation douce, Contrôler les commutateurs au zéro de tension et au zéro de courant, Choix et compromis pour des réalisations industrielles
Acquis	Dimensionner et analyser les structures adaptées aux applications hautes fréquences
Description	Convertisseurs indirects Notion de cellule élémentaire de commutation Compatibilité des sources Techniques de réglage de la puissance (fréquence, rapport cyclique) Commutation forcée Commutation forcée en continu Commutation forcée et dualité Application aux convertisseurs DC-AC Convertisseurs quasi résonnants Analyse du convertisseur ZVS Analyse du convertisseur ZCS Contrôle de la puissance Limitations de la fréquence Applications industrielles Réglage de la puissance par le biais de la fréquence
Références bibliographiques	La commutation douce dans la conversion statique de l'énergie électrique, CHERON Yvan, Editions LAVOISIER
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (8 CM + 4 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Khalil El Khamlichi Drissi
Enseignant	Khalil El Khamlichi Drissi

b.2.4. TP sur les convertisseurs à commutation douce

Code	EP 7
Coef	1
Objectifs	Maîtriser la commutation douce Savoir dimensionner les éléments constitutifs de la structure Mesurer les fonctions de transfert Mesurer les paramètres pertinents de la structure
Acquis	Mesure des paramètres pertinents dans les structures de conversion hautes fréquences
Description	Simulation d'un hacheur quasi résonant (TEREL) Commutation douce (ZVS et ZCS) Réalisation de la commutation forcée (JONES)
Prérequis	EP 6 - Analyse des convertisseurs à commutation douce
Références bibliographiques	La commutation douce dans la conversion statique de l'énergie électrique, CHERON Yvan, Editions LAVOISIER
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Khalil El Khamlichi Drissi
Enseignant	Christophe Pasquier

c. Option B - Systèmes Informatiques Embarqués

Code	47CP8STB
Coef	7
Eléments de cours	Systèmes VHDL sur circuits reprogrammables Micro électronique 1
Horaire encadré	60 h (18 CM + 18 TD + 24 TP)

c.1. Systèmes VHDL sur circuits reprogrammables

Code	47CP8VHD
Coef	4
Objectifs	Synthèse VHDL RTL pour systèmes électroniques numériques sur FPGA
Eléments de cours	VHDL pour la modélisation et la simulation VHDL pour la synthèse TP VHDL pour la synthèse
Horaire encadré	36 h (12 CM + 12 TD + 12 TP)
Responsable	Jocelyn Sérot

c.1.1. VHDL pour la modélisation et la simulation

Code	ESN 4
Coef	1
Objectifs	Présenter le langage VHDL comme un langage de modélisation et de simulation pour la conception des systèmes électroniques numériques.
Acquis	Savoir décrire des systèmes numériques simples en VHDL Savoir utiliser des outils de simulation pour valider ces descriptions
Description	Base du langage de description matérielle VHDL Introduction Historique des méthodes de conception en micro-électronique numérique Objectifs principaux du langage VHDL Flot de conception utilisant le langage VHDL Environnement de développement pour le langage VHDL Description du langage VHDL Les bases du langage : Objets, types et opérateurs du langage Hiérarchie d'une description VHDL d'une fonction logique complexe Les différents types de description du langage : structurelle, flot de données et comportementale Unités de conception primaires et secondaires Les instructions concurrentes du langage VHDL, Les instructions séquentielles du langage VHDL Description du concept de process Les attributs d'objets VHDL Description des machines d'état Rappel sur les machine de Mealy, machine de Moore, machine d'état synchrones Modélisation avec un, deux ou trois process pour chacun des modèles de machines Les sous programmes en VHDL Les fonctions, Les procédures
Prérequis	ESN 1 - Logique combinatoire et séquentielle ESN 2 - TP Systèmes logique combinatoire et séquentiel ESN 3 - TP Systèmes logique combinatoire et séquentielle 2
Références bibliographiques	Le langage VHDL : du langage au circuit, du circuit au langage : Cours et exercices corrigés, Weber Jacques, Moutault Sébastien, et Meaudre Maurice
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jocelyn Sérot
Enseignant	Jocelyn Sérot

c.1.2. VHDL pour la synthèse

Code	ESN 6
Coef	1
Objectifs	Synthèse de systèmes logique décrits en VHDL RTL sur cible reprogrammable (CPLD-FPGA)
Acquis	Savoir utiliser un outil de synthèse (Xilinx ISE) pour implanter des systèmes numériques simples sur des circuits de type FPGA
Description	VHDL pour la synthèse des composants reprogrammables CPLD/FPGA Le VHDL langage pour la synthèse Simulation temporelle, modèles temporels des composants Présentation des composants reprogrammables (technologie, architecture, aspects temporels) (CPLD/FPGA) Environnement de développement CPLD/FPGA Quartus Utilisation des bibliothèques Exemple : implantation d'un nano-processeur
Prérequis	ESN 1 - Logique combinatoire et séquentielle ESN 2 - TP Systèmes logique combinatoire et séquentiel ESN 3 - TP Systèmes logique combinatoire et séquentielle 2 ESN 4 - VHDL pour la modélisation et la simulation

Références bibliographiques	Le langage VHDL : du langage au circuit, du circuit au langage : Cours et exercices corrigés, Weber Jacques, Moutault Sébastien, et Meudre Maurice
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jocelyn Sérot
Enseignant	Jocelyn Sérot

c.1.3. TP VHDL pour la synthèse

Code	ESN 7
Coef	1
Objectifs	Appréhender les problématiques d'optimisation (en espace et en fréquence) lors de la synthèse d'un système numérique décrit à l'aide d'un langage de type HDL.
Acquis	Savoir utiliser un environnement de développement intégré (Intel ALTERA : Quartus) pour implanter des systèmes combinatoires et séquentiels simples sur des circuits de type FPGA
Description	Synthèse sur cible FPGA d'une fonction VHDL Analyse des résultats et optimisation du code VHDL en fonction de la structure interne du FPGA Optimisation en espace et en fréquence
Prérequis	Connaissance du langage VHDL et des spécificités du niveau RT ESN 6 - VHDL pour la synthèse
Références bibliographiques	VHDL : méthodologie de design et techniques avancées, SCHNEIDER Thierry, éditions DUNOD Le langage VHDL : du langage au circuit, du circuit au langage : Cours et exercices corrigés, Weber Jacques, Moutault Sébastien, et Meudre Maurice
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Michel James
Enseignant	Michel James

c.2. Micro électronique 1

Code	47CP8MIE
Coef	3
Objectifs	Initiation théorique et pratique au process de fabrication des circuits intégrés numériques
Eléments de cours	Initiation au process de fabrication TP Micro-électronique
Horaire encadré	24 h (6 CM + 6 TD + 12 TP)
Responsable	Alexis Landrault

c.2.1. Initiation au process de fabrication

Code	MELN 1
Coef	1
Objectifs	Description du processus de fabrication des circuits intégrés et des techniques d'intégration sur silicium
Acquis	Connaître les principaux enjeux et paramètres des processus de fabrication des circuits intégrés .
Description	Technologie des semi-conducteur Techniques d'intégration Problèmes liés à la haute intégration
Prérequis	Diodes, Transistors bipolaires, transistors FET et MOS ELN 2 - Composants électroniques ELN 10 - Caractéristiques analogiques des circuits logiques
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Alexis Landrault
Enseignant	François Berry

c.2.2. TP Micro-électronique

Code	MELN 2
Coef	1
Objectifs	Maîtriser et savoir mettre en oeuvre le flot de conception des circuits intégrés microélectroniques de type ASIC (application specific integrated circuit) du VHDL comportemental jusqu'au layout (dessin des masques du circuit).
Acquis	Maîtriser le flot de conception des circuits intégrés ASIC
Description	Initiation à la conception d'ASIC avec la suite de logiciels Cadence. Maîtrise du flot de conception : Synthèse logique Simulation Notions mises en oeuvre : VHDL, testbench, layout, bibliothèque de composants ...
Prérequis	Diodes, Transistors bipolaires, transistors FET et MOS MELN 1 - Initiation au process de fabrication
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Alexis Landrault
Enseignant	Alexis Landrault

3. UE6 Sciences Homme et Société 2 [3 ECTS | 3 Coef]

a. Communication 2

Code	47CP8EEO
Coef	1
Objectifs	Améliorer les compétences en communication spécifiques à l'ingénieur Développer la confiance et l'autonomie en français pour interagir dans des groupes
Acquis	Écrire et présenter un rapport selon les normes Rendre compte d'un travail à l'oral Comprendre et agir dans le monde de l'entreprise
Description	rapport de projet/stage et soutenance : cours théorique, exemples analysés en groupe, travaux sur des points spécifiques comme l'introduction, conclusion, expression de la problématique, écriture sur une page Web communication spécifique : revue de presse culturelle (exposition, cinéma, théâtre ...) et Projet Lecture comprenant la lecture d'un roman, l'écriture d'un rapport, l'élaboration d'un poster et la soutenance orale de l'ensemble
Evaluation	CC
Horaire encadré	10 h (0 CM + 10 TD + 0 TP)
Responsable	Véronique Quanquin
Enseignant	Véronique Quanquin

b. Langues vivantes

Code	47AP8LVX
Coef	2
Éléments de cours	Anglais choix unique Anglais LV1 et LV2 au choix
Horaire encadré	24 h (0 CM + 24 TD + 0 TP)

b.1. Anglais choix unique

Code	47AP8LVU
Coef	1
Objectifs	Développer la confiance et l'autonomie en langues étrangères pour interagir dans des groupes
Acquis	Les 4 compétences linguistiques, niveau B2/C1 Rédaction du CV et e-mail/lettre de motivation
Horaire encadré	24 h (0 CM + 24 TD + 0 TP)
Travail personnel	6 h
Responsable	Bénédicte Bousset
Enseignant	Bénédicte Bousset

b.1. Anglais LV1 et LV2 au choix

Code	47AP8AUT
------	----------

Coef	1
Eléments de cours	Anglais LV1 Seconde langue
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

b.1.1.1. Anglais LV1

Code	47AP8LV1
Coef	1
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

b.1.1.1. Seconde langue

Code	47AP8LV2
Coef	1
Eléments de cours	Allemand Espagnol Autre langue LV2
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

b.1.1.1.1. Allemand

Code	47AP8ALL
Coef	1
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

b.1.1.1.2. Espagnol

Code	47AP8ESP
Coef	1
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

b.1.1.1.3. Autre langue LV2

Code	47AP8ALV
Coef	1
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

4. UE7 Stage [12 ECTS | 12 Coef]

a. Stage de 4ème année

Code	1
Coef	12
Objectifs	Découverte de l'entreprise et de son fonctionnement Application des enseignements acquis durant la formation
Acquis	Être capable de travailler en équipe Être capable de faire preuve d'autonomie pour la réalisation et l'investigation de problèmes pratiques proposés par l'entreprise. .
Description	17 semaines minimum de stage en entreprise ou en laboratoire à l'étranger.
Evaluation	CC
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)
Responsable	Sébastien Lengagne

5. UE8 Engagement personnel et citoyen [1 ECTS | 0 Coef]

a. Engagement personnel et citoyen

Code	470V8EPC
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

III. Troisième année

A. Semestre 9 [30 ECTS | 30 Coef]

1. UE1 Poly'Compétences [6 ECTS | 6 Coef]

a. Polytech'Imagerie numérique

Code	570N9INU
Coef	1
Objectifs	Introduire les concepts et techniques élémentaires permettant de comprendre, d'analyser et de mettre en oeuvre des applications de traitement des images numériques et, plus généralement, de vision artificielle.
Acquis	Connaître les bases mathématiques et physiques du traitement d'images et de la vision par ordinateur Connaître les principales applications du traitement d'images et de la vision par ordinateur Savoir développer une application de traitement d'images
Description	Cours Introduction au traitement d'images et à la vision par ordinateur [14 h] - Image Coding and Processing - Detectors and Descriptors - Introduction to Deep Learning Note : tous les supports sont en anglais, le cours peut aussi être dispensé en anglais Cours / séminaires / conférences spécialisés et/ou orientés application [16 h] - Vision Industrielle (Michelin, Optomachine...) - Perception pour la conduite autonome (Sherpa) - Imagerie médicale - Apprentissage profond pour la vision TP Introduction au traitement d'images et à la vision par ordinateur [12 h] - Amélioration d'image par des techniques d'histogramme et modification de couleurs, - systèmes stéréoscopiques et modèles de caméras - Détecteurs de points d'intérêt - stéréo-vision Projet [32 h] Chaque année, plusieurs sujets, adressant un ou plusieurs aspects du cours seront proposés. Le travail sur ces projets se fera en binôme et mettra à contribution les différents aspects de la formation. Exemples de sujets - Isuivi multi-objets, - Détection d'objets par apprentissage profond, - Localisation planaire pour la réalité augmentée
Evaluation	CC
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)

b. Polytech'Mon projet 5A

Code	570P9MOP
Coef	1
Acquis	Savoir mener un projet : proposition et défense du sujet, planning, gestion de groupe, choix stratégiques dans la réalisation, présentation des résultats et bilan Savoir travailler en équipe pluridisciplinaire : échanger et travailler ensemble avec un objectif commun Savoir mettre en pratique les connaissances acquises pour atteindre l'objectif de réalisation initial
Description	Au cours du S8 : ? Constitution d'un groupe (constitué par des étudiants d'au moins 2 spécialités différentes) autour du porteur de projet Le projet résulte d'une démarche personnelle de la part du porteur de projet. ? Présentation/défense du sujet devant un jury qui valide ou non le projet comme étant éligible à la Polycompétence "Polytech'Mon projet 5A" Au cours du S9 ? Réalisation du projet sous la tutelle d'un enseignant référent ? Présentation des résultats et bilan par rapport aux objectifs initiaux
Evaluation	CC
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Responsable	Laurent Poughon
Enseignant	Laurent Poughon

c. Polytech'Contrat Pro

Code	570T9CP
Coef	1
Objectifs	La polycompétence « Contrat de Professionnalisation » consiste en une formation par alternance entre une entreprise d'accueil et Polytech. Elle permet donc aux étudiants ingénieur de mettre un pied dans le monde professionnel dès le début de leur 5ème année. Il est à noter que l'étudiant possède alors le statut de salarié, reçoit une rémunération et est chargé de mener à bien une mission liée à une problématique d'entreprise ayant un caractère novateur pour l'entreprise.
Acquis	Apprentissage du monde de l'entreprise, Montée en compétences, Autonomie ?
Description	Lié à la problématique de l'entreprise.
Evaluation	CC
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Responsable	Marinette Bouet

d. Polytech'Mobilité Durable

Code	570V9MD
Coef	1
Acquis	Les briques technologiques liées à la traction électrique dans les véhicules. Les briques technologiques liées à l'aide à la mobilité, la navigation autonome. Les sources de production et de stockage de l'électricité pour la mobilité. Les enjeux sociétaux et psychologiques liés à la mobilité de demain. Être capable de réaliser des comparaisons et des calculs énergétiques liés aux véhicules.
Description	Calculs énergétiques autour du véhicule Technologie pour la mobilité autonome ou assistée La chaîne de traction électrique Alimentation en énergie primaire du véhicule Logistique autour de la mobilité Adaptation des infrastructures Projet
Evaluation	CC
Horaire encadré	80 h (67 CM + 0 TD + 13 TP)
Travail personnel	20 h
Responsable	Christophe Pasquier

e. Polytech'Recherche

Code	570P9REH
Coef	1
Objectifs	Découvrir les métiers de la recherche par un suivi en parallèle d'un Master de l'Université Clermont Auvergne
Acquis	Acquérir des compétences spécifiques dans un domaine scientifique précis Être capable de mettre en place un projet de recherche
Description	MASTER accessibles en 2024/2025 : Génie Biologique : - Master MAE - Master Microbiologie - Master Chimie - Master Nutrition - DU Pharmacie Génie Civil : - Master MAE - Master Génie Civil Génie Électrique : - Master MAE - Master Energie - Master Perception Artificielle et Robotique (PAR)

	<p>- Master Systèmes Embarqués pour le Traitement du Signal, des Images et du Son (SETSYS)</p> <p>Ingénierie Mathématique et Data Science :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Master MAE - Master Mathématiques - Master Informatique parcours ICS (international of computer science) <p>Génie Physique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Master MAE - Master Energie - Master Physique Fondamentale - Master Physique et Technologies des Rayonnements pour l'Industrie et la Physique Médicale (PTR-IPM)
Evaluation	CC
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)

f. Polytech'Management

Code	570P9MHO
Coef	1
Acquis	<p>Savoir manager, accompagner, motiver, communiquer, négocier et constituer son équipe</p> <p>Animer des réunions</p> <p>Gérer les conflits</p> <p>Savoir écouter, négocier Être force de proposition</p> <p>Identifier les risques psychosociaux et le stress au travail</p>
Description	<p>Description des différents modèles d'organisation et de leurs effets sur le salarié</p> <p>La motivation au travail ou comment amener un salarié à s'investir dans son travail</p> <p>Gestion de la qualité de vie au travail</p> <p>Management situationnel, intergénérationnel, interculturel Conduite de réunion, animation d'équipe, gestion des conflits</p> <p>Les entretiens avec des professionnels</p> <p>Conduite de projet</p>
Evaluation	CC
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Responsable	Romy Sauvayre
Enseignants	Romy Sauvayre, Jessica GABLE, Pauline CHAILLOT, Isabelle LECONTE

g. Polytech'Entrepreneuriat

Code	570P9ENT
Coef	1
Objectifs	Donner des outils pratiques permettant de développer un projet d'innovation et/ou de création d'entreprise.
Acquis	<p>Réaliser une étude d'opportunité (A)</p> <p>Concevoir, administrer et traiter une étude marketing (A)</p> <p>Coconcevoir la solution avec les utilisateurs (A)</p> <p>Elaborer une stratégie marketing, concevoir un business model (A)</p> <p>Faire un plan de commercialisation (A)</p> <p>Articuler prévisions marketings et prévisions financières (A) Établir les principaux documents financiers prévisionnels (A) Choisir le statut juridique (dans le cas de la création) (A) Identifier des modes de financement (N)</p> <p>Rédiger et présenter un business plan, pitcher (A)</p>
Description	<p>Le cours se fonde sur une pédagogie par projet qui s'appuie sur une idée de projet réel ou fictif. Le projet peut être réalisé seul ou en équipe. Il permet de mettre en pratique les différentes méthodes présentées en cours. En fin de parcours les étudiants rendent un business plan et font un pitch.</p> <p>Les cours est structuré comme suit :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Analyse de l'environnement 2- Etude marketing et validation de la solution technique 3- Elaboration d'un business model

	4- Plan marketing et plan de production 5- Choix des statuts 6- Prévisionnels financiers 7- Identifier des pistes de financement 8- Rédiger un business plan et préparation du pitch
Prérequis	Avoir une idée de projet réel ou fictif sur lequel travailler seul ou en équipe durant le cours qui est tourné vers l'application.
Références bibliographiques	Bland, D.J., Osterwalder, A., 2019. Testing Business Ideas: A Field Guide for Rapid Experimentation. Wiley. Knapp, J., Zeratsky, J., Kowitz, B., 2016. SPRINT: how to solve big problems and test new ideas in just five days. Bantam Press. Maurya, A., 2012. Running Lean, Second Edition. O'Reilly. Osterwalder, A., Pigneur, Y., 2010. Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ. Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., Smith, A., Papadakos, T., 2014. Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want. John Wiley & Sons, Hoboken. Ries, E., 2011. The lean startup. Penguin Business.
Evaluation	CC
Horaire encadré	40 h (0 CM + 40 TD + 0 TP)
Travail personnel	30 h
Responsable	Alexandre Cabagnols
Enseignants	Alexandre Cabagnols, Dieter HILLAIRET, Christian Lingemann

2. UE2 Option A - Conversion d'Energie et Robotique [16 ECTS | 16 Coef]

a. Projet

Code	57CP9PR1
Coef	6
Objectifs	Mise en oeuvre du travail de conception effectué en 4eme année Validation théorique et prototypage, réalisation et tests du système en respect du cahier des charges
Acquis	Savoir mener un projet en respectant un cahier des charges et un planning, rédiger et mettre en place une documentation technique, utiliser des outils de publication collaborative de résultats, rédiger une note d'application sur un point technique, présenter de manière synthétique et argumentée un travail
Description	Mener à bien le travail défini en respectant le cahier des charges et le planning établi lors de la phase d'avant- projet et présenté lors de la revue d'appel d'offre
Evaluation	CC
Horaire encadré	144 h (4 CM + 140 TD + 0 TP)
Responsable	Jacques Laffont
Enseignants	Nancy El Rachkidy, Alexis Landrault, Romuald Aufrère, Roland Chapuis, Khalil El Khamlichi Drissi, Michel James, Jacques Laffont, Sébastien Lengagne, Christophe Pasquier, Rafik Smaali, Kambiz Tehrani

b. Robotique mobile

Code	57CT9ROM
Coef	4
Objectifs	Commander des systèmes en utilisant les techniques d'optimisations fonctionnelles en s'appuyant principalement sur une représentation d'état. Être capable de connaître, maîtriser et mettre en oeuvre les techniques de commande de robots mobiles.
Eléments de cours	Commande optimale TP Commande optimale Robotique mobile TP Robotique mobile Estimation cours et TD
Horaire encadré	60 h (24 CM + 12 TD + 24 TP)
Responsable	Romuald Aufrère

b.1. Commande optimale

Code	AURO 6
Coef	1
Objectifs	Savoir asservir, selon des approches de commande optimale, les systèmes continus et échantillonnés dans l'espace d'état.
Acquis	Commander des systèmes en garantissant l'optimisation de critères de performances
Description	Commande optimale Introduction Critères d'optimisation (énergie minimale, temps minimal, suivi de trajectoire, etc.) Principe du minimum Équations canoniques de Hamilton Commande optimale à horizon fini des systèmes continus et discrets Commande optimale à horizon infini des systèmes continus et discrets Commande optimale quadratique des systèmes continus et discrets Équation différentielle et algébrique de Riccati
Prérequis	Transformées de Laplace et en z, représentation d'état, notions de calcul matriciel et d'algèbre linéaire, techniques d'optimisation, éléments de calcul variationnel. AURO 5 ?
Références bibliographiques	Transparents du cours Commande optimale, Adouane Lounis, 2008 Optimisation et contrôle des systèmes linéaires, Bergounioux M., Dunod, Collection Sciences Sup., 2001 Commande et optimisation des processus, Borne P et al., Collection Méthodes et Pratiques de l'Ingénieur, volume 1, Technip, 1990 Automatique : commande des systèmes linéaires (2° édition), De Larminat Philippe, Hermès Editions Introduction to Optimal Control Theory, Macki J., Series: Undergraduate Texts in Mathematics, Springer- Verlag, 1995
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Roland Chapuis
Enseignant	Roland Chapuis

b.2. TP Commande optimale

Code	AURO 7
Coef	1
Objectifs	TP de commande de systèmes réels complexes dans l'espace d'état avec des technique de commande par placement de pôles ou optimale.
Acquis	Commander des systèmes physiques et simulés en garantissant l'optimisation de critères de performances .
Description	Régulation par commande optimale d'un pendule inversé Simulation de la commande d'un bras flexible Régulation temps réel d'un bras flexible
Prérequis	Transformées de Laplace et en z, représentation d'état, commande optimale, notions de calcul matriciel et d'algèbre linéaire, techniques d'optimisation, équations d'Hamilton. AURO 6 - Commande optimale
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Roland Chapuis
Enseignant	Roland Chapuis

b.3. Robotique mobile

Code	AURO 10
Coef	1
Objectifs	Connaître les principales applications liées aux Robots Mobiles (RM), Connaître les principaux moyens de locomotion utilisés par les RM, Connaître les principales méthodes de localisation des RM, Connaître les principales approches pour réaliser la navigation des RM.
Acquis	Maîtriser les principaux outils de modélisation et de commande pour les robots mobiles.

Description	Locomotion des robots mobiles (robotique à pattes, à roues, etc.) Modélisation cinématique des robots mobiles Perception et localisation pour la robotique mobile Navigation des robots mobiles
Références bibliographiques	Transparents du cours Robotique mobile, Adouane Lounis, 2008 Navigating Mobile Robots: Systems and Techniques, Borenstein Johann, Everet B., Liqiang F, A. K. Peters, Ltd., Wellesley, MA, 1996 Motion Planning, Latombe Jean-Claude, Université de Stanford, USA, 2004 La robotique mobile, Laumond Jean-Paul, Hermès, 2001 Robotique mobile - la planification de trajectoire, Pruski Alain, Hermès, 1996
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Romuald Aufrère
Enseignant	Romuald Aufrère

b.4. TP Robotique mobile

Code	AURO 11
Coef	1
Objectifs	Mise en application des méthodes de localisation (relative et absolue) et commande d'un robot mobile. Ceci est réalisé par l'intermédiaire de l'implémentation effective de ces méthodes à la fois en simulation (sous Matlab) et sur la structure robotique mobile LIMO disponible au niveau du département.
Acquis	Isoler et maîtriser toutes les briques de base nécessaires à la localisation, la modélisation et la commande des robots mobiles.
Description	Localisation relative par odométrie Localisation absolue et propagation de l'incertitude Commande et génération de trajectoire Commande par la méthode des champs de potentiels
Références bibliographiques	Transparents du cours Robotique mobile, Adouane Lounis, 2008
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Romuald Aufrère
Enseignant	Romuald Aufrère

b.5. Estimation cours et TD

Code	TSI 7
Coef	1
Objectifs	Ce module décrit la théorie de l'estimation paramétrique. Il apporte les éléments nécessaires à la compréhension et à la mise en oeuvre d'estimateurs optimaux simples jusqu'aux estimateurs bayésiens dynamiques de type Kalman.
Acquis	Être capable de poser un problème de modélisation en vue de l'estimation de paramètres Savoir définir des objectifs en termes de performances d'un estimateur réaliser un filtrage de données dynamiques bruitées dans un contexte linéaire ou non par filtrage de Kalman
Description	Introduction Notions d'estimateur Introduction Biais et variance d'un estimateur Borne de Cramer-Rao Exemples Estimation paramétrique Estimation du maximum de vraisemblance Estimation optimale Estimation par les moindres carrés Estimation bayésienne, estimation MAP Filtrage de Kalman Introduction Modélisation dynamique dans l'espace d'état Filtrage de Kalman linéaire Filtrage de Kalman étendu Exemples d'application
Prérequis	Statistiques, probabilités, algèbre linéaire avancé. MSP 1 - Les transformées et formalisme d'état TSI 3 - Traitement du signal - signaux aléatoires
Références bibliographiques	Théorie et Traitement des signaux, De Coulon F., Presses polytechniques Romandes, Dunod 1984

	A new approach to linear filtering and prediction problems, Kalman R.E, Trans. ASME, Journal of Basic Engineering, 82 :34-45, 1960 Modélisation et identification en traitement du signal., Najim M., Masson 1998 Fundamentals of statistical signal processing, estimation theory, Steven M. Kay, rentice Hall, International editions 1993 Signaux et systèmes linéaires, Thomas Y., Masson 1993, Paris
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (12 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Roland Chapuis
Enseignant	Roland Chapuis

c. CEM

Code	57CP9AM1
Coef	3
Objectifs	Analyser les phénomènes CEM sur des des cartes et systèmes complexes électroniques. Savoir appliquer les règles de conception pour la minimisation des risques CEM Savoir identifier les différentes sources de perturbations du réseau de distribution de l'énergie électrique
Eléments de cours	Risque CEM dans les cartes et circuits électroniques Perturbations conduites par le réseau électrique TP sur les perturbations BF et les corrections envisagées
Prérequis	47CP7EPE - Electronique de puissance et perturbations électromagnétiques
Horaire encadré	40 h (14 CM + 4 TD + 22 TP)
Responsable	Christophe Pasquier

c.1. Risque CEM dans les cartes et circuits électroniques

Code	CEM 9
Coef	1
Objectifs	Comprendre la CEM des cartes, savoir prendre en compte les contraintes CEM dès la phase de conception des cartes et circuits électroniques Mise en oeuvre de modèles pour l'analyse des contraintes CEM sur cartes
Acquis	Comprendre les phénomènes CEM sur cartes et circuits électroniques. Savoir appliquer les règles de conception CEM sur cartes électroniques.
Description	Analyse du risque CEM dans les cartes électroniques Modélisation à partir du logiciel PSPICE des phénomènes de couplages sur cartes électroniques et du comportement des circuits intégrés
Prérequis	Bases de l'EM et de l'électronique, rudiments de la CAO, modèle BF et HF des composants CEM 3 - Généralités sur la CEM
Evaluation	CC
Horaire encadré	14 h (4 CM + 0 TD + 10 TP)
Travail personnel	4 h
Responsable	Christophe Pasquier
Enseignant	Frédéric Lafon

c.2. Perturbations conduites par le réseau électrique

Code	CEM 10
Coef	1
Objectifs	Comprendre les phénomènes des harmoniques et interharmoniques Notion de charge fluctuante Normes basses fréquences Solutions électrotechniques et solutions électroniques modernes
Acquis	Conception de filtres actifs pour protéger les installations électriques contre la CEM basses fréquences Mesure des phénomènes liés à la CEM basses fréquences Familiarisation avec les normes en vigueur
Description	Perturbations harmoniques vis-à-vis du réseau et des charges Normes BF en vigueur Solutions technologiques pour la réduction des perturbations conduites
Prérequis	CEM 3 - Généralités sur la CEM

	EP 4 - Conception des convertisseurs à commutation dure EP 5 - TP sur les convertisseurs à commutation dure
Evaluation	CC
Horaire encadré	14 h (10 CM + 4 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Khalil El Khamlichi Drissi
Enseignant	Khalil El Khamlichi Drissi

c.3. TP sur les perturbations BF et les corrections envisagées

Code	CEM 11
Coef	1
Objectifs	Savoir mesurer les émissions conduites dans les systèmes électroniques et électronique de puissance Savoir proposer et dimensionner les solutions appropriées en tenant compte des exigences normatives
Acquis	Mesure des perturbations conduites
Description	Pollution harmonique des montages gradateurs (HARMONIQUES) Redresseur à absorption sinusoïdale (SINEWAVE) Correcteur de facteur de puissance (PFC)
Prérequis	CEM 10 - Perturbations conduites par le réseau électrique
Références bibliographiques	CEM et Electronique de puissance, COQUERELLE Jean Louis, Editions Technip - 1999
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Khalil El Khamlichi Drissi
Enseignant	Khalil El Khamlichi Drissi

d. Électronique de puissance et électrotechnique

Code	57CP9AM2
Coef	3
Objectifs	Application des techniques de commande à des exemples concrets (moteur synchrone autopiloté pour la traction, contrôle vectoriel d'un moteur asynchrone en variation de vitesse, moteur « brushless » pour la robotique ...) Analyser les stratégies de commande MLI (Sinus, SVM, Hysteresis) dans les variateurs industriels Maîtriser le contrôle de la puissance dans les systèmes résonnants
Eléments de cours	Actionneurs électromécaniques TP commande des machines tournantes Analyse de la cascade de convertisseurs TP sur l'analyse de la cascade de convertisseurs
Prérequis	37CP5CEM - Électromagnétisme 37CP6EP - Électrotechnique et électronique de puissance 47CP7EPE - Électronique de Puissance et perturbations électromagnétiques
Horaire encadré	48 h (14 CM + 10 TD + 24 TP)
Responsable	Khalil El Khamlichi Drissi

d.1. Actionneurs électromécaniques

Code	ELT 7
Coef	1
Objectifs	Introduire les techniques de commande des machines électriques, et de reconstruction d'état (commande sans capteur).
Acquis	Capacité à spécifier et à concevoir la commande d'actionneurs électriques .
Description	Représentation fonctionnelle des principaux types de machines à partir du formalisme d'état Moteur à courant continu une machine autosynchrone à variables de réglage séparées du flux et du couple Asservissement de vitesse et position Autopilotage Application au moteur synchrone en traction ferroviaire Contrôle scalaire:

	Réglage par action sur les valeurs moyennes (ou efficaces) des grandeurs électriques Application à la commande U/f d'un moteur asynchrone (analyse des régimes dynamiques pour évaluer les performances et introduire les commandes dynamiques) Contrôle vectoriel: Réglage du couple par action sur les valeurs instantanées des grandeurs électriques Applications aux moteurs synchrone et asynchrone. Exemples d'application
Prérequis	Connaissance des modèles de fonctionnement dynamique des machines. Principes de l'automatique, bases en électronique de puissance et en informatique industrielle. AURO 5 - Automatique dans l'espace d'état ELT 5 - Modélisation des machines électriques
Références bibliographiques	Electromécanique; convertisseurs d'énergie et actionneurs, Grenier D., Labrique F., Buyse H., Matagne E., ed DUNOD, Paris 2003 Modélisation et identification en traitement du signal., Najim M., Masson 1998
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Rafik Smaali
Enseignant	Rafik Smaali

d.2. TP commande des machines tournantes

Code	ELT 8
Coef	1
Objectifs	Illustrer sur quelques exemples la mise en oeuvre pratique et industrielle des principes de commande de machines tournantes (MCC et MAS)
Acquis	Capacité au prototypage et à la mise en oeuvre des variateurs de vitesse pour actionneurs électromécaniques .
Description	Reconstruction du flux d'un moteur à induction Évaluation en temps réel du flux statorique à partir d'un algorithme de reconstruteur d'état. Variateur de vitesse d'un moteur à induction par contrôle vectoriel Étude d'un variateur industrielle couplée à une simulation sous Simulink Variation de vitesse d'un moteur à courant continu Etude des boucles de courant et de vitesse.
Prérequis	Connaissance de la modélisation des machine par le formalisme d'état. ELT 7 - Actionneurs électromécaniques
Références bibliographiques	Electromécanique; convertisseurs d'énergie et actionneurs, Grenier D., Labrique F., Buyse H., Matagne E., ed DUNOD, Paris 2003
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Rafik Smaali
Enseignant	Rafik Smaali

d.3. Analyse de la cascade de convertisseurs

Code	EP 8
Coef	1
Objectifs	Orienter le choix vers la commutation douce ou dure Maîtriser la dynamique de l'étage HF par une représentation dans le plan de phase Adapter les commandes MLI aux applications (variation de vitesse).
Acquis	Choisir et maîtriser les solutions industrielles pour la conversion d'énergie
Description	Convertisseurs directs Plan de phase Stratégies de commande Modulation de largeur d'impulsions Stratégies de commande Commande analogique et numérique La solution SVM Conversion de fréquence Notion de phaseur spatial Conversion AC-DC-AC en courant (Brushless) Conversion AC-DC-AC en tension
Prérequis	Commutation douce et dure, choix d'une structure à partir du cahier des charges, techniques de commande (angle de phase et fréquence) EP 1 - Synthèse des structures de puissance

	EP 2 - Les composants de l'électronique de puissance EP 4 - Conception des convertisseurs à commutation dure EP 6 - Analyse des convertisseurs à commutation douce EP 7 - TP sur les convertisseurs à commutation douce
Références bibliographiques	La commutation douce dans la conversion statique de l'énergie électrique, CHERON Yvan, Editions LAVOISIER Les convertisseurs de l'électronique de puissance : La conversion continu alternatif, SEGUIER Guy, Editions LAVOISIER
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (8 CM + 4 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Khalil El Khamlichi Drissi
Enseignant	Khalil El Khamlichi Drissi

d.4. TP sur l'analyse de la cascade de convertisseurs

Code	EP 9
Coef	1
Objectifs	Appliquer les connaissances acquises à la compréhension des variateurs de vitesse du type industriel Savoir identifier les choix technologiques développés en matière de stratégies de commande et de régulation
Acquis	Mesure des paramètres pertinents dans un convertisseur industriel
Description	Simulation analogique d'un onduleur à résonance (TEREL) Variation de vitesse d'un moteur asynchrone (ALTIVAR) Machine synchrone autopilotée (BTM1)
Prérequis	EP 8 - Analyse de la cascade de convertisseurs
Références bibliographiques	Les convertisseurs de l'électronique de puissance : La conversion continu alternatif, SEGUIER Guy, Editions LAVOISIER
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Khalil El Khamlichi Drissi
Enseignant	Khalil El Khamlichi Drissi

3. UE2 Option B - Systèmes Informatiques Embarqués [16 ECTS | 16 Coef]

a. Projet

Code	57CP9PR1
Coef	6
Objectifs	Mise en oeuvre du travail de conception effectué en 4eme année Validation théorique et prototypage, réalisation et tests du système en respect du cahier des charges
Acquis	Savoir mener un projet en respectant un cahier des charges et un planning, rédiger et mettre en place une documentation technique, utiliser des outils de publication collaborative de résultats, rédiger une note d'application sur un point technique, présenter de manière synthétique et argumentée un travail
Description	Mener à bien le travail défini en respectant le cahier des charges et le planning établi lors de la phase d'avant- projet et présenté lors de la revue d'appel d'offre
Evaluation	CC
Horaire encadré	144 h (4 CM + 140 TD + 0 TP)
Responsable	Jacques Laffont
Enseignants	Nancy El Rachkidy, Alexis Landrault, Romuald Aufrère, Roland Chapuis, Khalil El Khamlichi Drissi, Michel James, Jacques Laffont, Sébastien Lengagne, Christophe Pasquier, Rafik Smaali, Kambiz Tehrani

b. Systèmes programmables et re programmables

Code	57CP9BM1
Coef	5

Objectifs	Ce module permet de former les étudiants aux méthodes de programmations et de mise en oeuvre de systèmes numériques programmés avancées. À la mise en oeuvre, l'utilisation et l'optimisation de noyau multitâche et temps réel dans des systèmes embarqués. Modélisation et mise en oeuvre de solutions embarquées à partir d'une analyse utilisant un langage de description logiciel et matériel.
Éléments de cours	Linux Embarqué TP Linux Embarqué système et mise en oeuvre TP Linux Embarqué modules (drivers) et optimisation Modélisation haut niveau en System C TP Conception des systèmes numériques Conférence systèmes programmables
Prérequis	370N5SI - Socle informatique 47CP8PRG - Programmation
Horaire encadré	75 h (30 CM + 6 TD + 39 TP)
Responsable	Jacques Laffont

b.1. Linux Embarqué

Code	SP 5
Coef	1
Objectifs	Présenter l'architecture et la mise en oeuvre d'un noyau Linux dans le cadre de systèmes embarqués. Maîtriser les phases de démarrage, la génération et l'optimisation la configuration des fonctionnalités du noyau. La communication avec les périphériques.
Acquis	Être capable de mettre en oeuvre un noyau Linux sur une cible embarquée. Être capable de générer les fichiers du noyau et le système de fichier associé Être capable d'assurer le démarrage local ou en réseau du noyau Être capable d'écrire des modules de communication avec les périphériques
Description	Les Systèmes d'exploitation embarqués, Linux, Gpl, Gnu, Posix. Le noyau Linux,
Prérequis	Architecture élémentaire des processeurs. Programmation C INFO 6 - TP Programmation systèmes réactifs et temps-réel SP 1 - Systèmes à processeurs - 1: architecture SP 2 - Systèmes à processeurs - 2: programmation SP 3 - Microcontrôleurs 8/32 bits
Références bibliographiques	Linux Administration, Jean-Francois Bouchaudy, Eyrolles (Formation Tsoft)
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (12 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jacques Laffont
Enseignant	Jacques Laffont

b.2. TP Linux Embarqué système et mise en oeuvre

Code	SP 6
Coef	1
Objectifs	Mise en oeuvre d'un environnement de développement croisé Linux. Assurer le démarrage et l'exécution de programme sur un noyau Linux embarqué. Mise en oeuvre des possibilités de démarrage par réseau. Être capable d'écrire des programmes pour la cible, de commander les entrées sorties. Assurer la mise au point des programmes à distance Générer un noyau spécifique ainsi que le système de fichiers associés. Écrire des modules d'accès au périphérique spécifiques et les mettre en oeuvre.
Acquis	Savoir implanter une application, réactive et mettant en oeuvre des périphériques dédiés, sur une cible Linux embarquée.
Description	Mise en place d'un environnement de développement dédié. Mise en oeuvre minimaliste du système cible Amélioration des procédures de démarrages dédiées au développement en utilisant le réseau. Construction croisée d'une application avec accès aux périphériques

	Debuggage de l'application à partir du système hôte. Génération d'un noyau spécifique et validation Génération d'un nouveau système de fichiers. Écriture d'un driver de périphérique et tests.
Prérequis	SP 1 - Systèmes à processeurs - 1: architecture SP 2 - Systèmes à processeurs - 2: programmation SP 3 - Microcontrôleurs 8/32 bits SP 5 - Linux Embarqué
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jacques Laffont
Enseignant	Jacques Laffont

b.3. TP Linux Embarqué modules (drivers) et optimisation

Code	SP 7
Coef	1
Objectifs	Mise en oeuvre d'un environnement de développement croisé Linux. Assurer le démarrage et l'exécution de programme sur un noyau Linux embarqué. Mise en oeuvre des possibilités de démarrage par réseau. Être capable d'écrire des programmes pour la cible, de commander les entrées sorties. Assurer la mise au point des programmes à distance Générer un noyau spécifique ainsi que le système de fichiers associés. Écrire des modules d'accès au périphérique spécifiques et les mettre en oeuvre.
Acquis	Savoir implanter une application, réactive et mettant en oeuvre des périphériques dédiés, sur une cible Linux embarquée.
Description	Mise en place d'un environnement de développement dédié. Mise en oeuvre minimaliste du système cible Amélioration des procédures de démarrages dédiées au développement en utilisant le réseau. Construction croisée d'une application avec accès aux périphériques Debuggage de l'application à partir du système hôte. Génération d'un noyau spécifique et validation Génération d'un nouveau système de fichiers. Écriture d'un driver de périphérique et tests.
Prérequis	SP 1 - Systèmes à processeurs - 1: architecture SP 2 - Systèmes à processeurs - 2: programmation SP 3 - Microcontrôleurs 8/32 bits SP 5 - Linux Embarqué
Références bibliographiques	Linux Administration, Jean-Francois Bouchaudy, Eyrolles (Formation Tsoft) Linux Device Drivers, Jonathan Corbet, Alessandro Rubini, and Greg Kroah-Hartman
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jacques Laffont
Enseignant	Jacques Laffont

b.4. Modélisation haut niveau en System C

Code	INFO 11
Coef	1
Objectifs	Cette UE aborde les concepts, techniques et outils liés à la modélisation au niveau système d'applications embarquées. On y approfondit notamment l'usage du langage SystemC.
Acquis	Savoir utiliser le langage SystemC dans le cadre d'un flot de conception de systèmes embarqués
Description	Rappels sur le langage SystemC Traits avancés du langage Synthèse logicielle vs. synthèse matérielle Mise en œuvre sur un cas concret
Prérequis	ESN 4 - VHDL pour la modélisation et la simulation ESN 6 - VHDL pour la synthèse ESN 8 - Conception de systèmes numériques ESN 9 - TP Conception des systèmes numériques INFO 9 - Programmation orientée objet INFO 10 - TP Programmation orientée objet

Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jocelyn Sérot
Enseignant	Jocelyn Sérot

b.5. TP Conception des systèmes numériques

Code	ESN 9
Coef	1
Objectifs	Illustrer la démarche de conception proposée sur un exemple de complexité réaliste. Introduction à la notion de conception par transformation
Acquis	Savoir appliquer passer d'une spécification à la réalisation d'un système sous la forme d'un circuit numérique en utilisant un langage de description de matériel comme VHDL Savoir utiliser les outils de saisie, synthèse et simulation d'une chaîne de CAO intégrant un langage de description de matériel comme VHDL
Description	Conception et simulation d'un système numérique complet en VHDL
Prérequis	ESN 4 - VHDL pour la modélisation et la simulation ESN 8 - Conception de systèmes numériques
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jocelyn Sérot
Enseignant	Jocelyn Sérot

b.6. Conférence systèmes programmables

Code	CONF SP
Objectifs	Comprendre les enjeux de la vérification et du test des logiciels dans les systèmes complexes de nos jours. Connaître la méthodologie de vérification et de test des logiciels "embarqués" dans les système Comprendre la méthodologie de la conception de systèmes à processeur
Acquis	Être capable de comprendre les enjeux de la vérification et du test des logiciels (E) Être capable de concevoir un système à processeur(s) en fonction d'un cahier des charges (E)
Description	A travers des exemples concrets, les étudiants sont amenés à réfléchir sur le cycle de développement d'un logiciel et comment vérifier que celui-ci soit conforme et robuste. Étude de différentes architectures à processeurs et mise en évidence des caractéristiques de ceux-ci (type application, emploi de noyau ou non, etc...)
Horaire encadré	15 h (12 CM + 0 TD + 3 TP)
Responsable	Jocelyn Sérot

c. Conception conjointe : matérielle et logicielle

Code	57CP9BM2
Coef	5
Objectifs	Comprendre et d'appréhender les méthodes spécifiques de conception et de développement des systèmes sur puce Mettre en oeuvre un système sur puce et utiliser les outils associés Analyser et caractériser les performances d'un système sur puce en fonction des choix de conception (notamment le partage matériel/logiciel)
Éléments de cours	Conception conjointe TP Co-design TS co-design TP VHDL RTL pour la synthèse d'ASIC Modélisation et vérification de systèmes réactifs - model checking Conférence Vérification et test
Prérequis	37CP6SP - Systèmes programmables 47CP8CSN - Conception de systèmes numériques 47CP8PRG - Programmation

Horaire encadré	68 h (20 CM + 12 TD + 36 TP)
Responsable	Michel James

c.1. Conception conjointe

Code	ESN 10
Coef	1
Objectifs	Présenter la problématique et les principales méthodologies associées au développement d'applications sur des architectures mixtes associant matériel et logiciel.
Acquis	Être capable de maîtriser la méthodologie de conception et de développement des Systèmes sur puces
Description	Les problématiques du co-design Méthodologies et outils Exemples d'application sur SOPC
Prérequis	Modélisation haut-niveau de systèmes. Techniques de synthèse sur cibles reprogrammables. Programmation de uP et uC. ESN 7 - TP VHDL pour la synthèse ESN 8 - Conception de systèmes numériques ESN 9 - TP Conception des systèmes numériques INFO 5 - Systèmes réactifs et temps réel SP 1 - Systèmes à processeurs - 1: architecture SP 2 - Systèmes à processeurs - 2: programmation SP 3 - Microcontrôleurs 8/32 bits SP 4 - TP Programmation de μ C
Références bibliographiques	Conception de haut niveau des systèmes monopuces, JERRAYA Ahmed Amine, éd HERMES LAVOISIER Conception logique et physique des systèmes monopuces, JERRAYA Ahmed Amine, éd HERMES LAVOISIER VHDL : méthodologie de design et techniques avancées, SCHNEIDER Thierry, éditions DUNOD
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Michel James
Enseignants	Michel James, Kamel Abdelouahab

c.2. TP Co-design

Code	ESN 11
Coef	1
Objectifs	Illustrer les concepts du cours sur un exemple concret. Maîtriser le flot de conception et les outils associés.
Acquis	Être capable de mettre en oeuvre un système sur puce reprogrammable avec incorporation d'un bloc IP développé pour les TP (M) Être capable de mettre en oeuvre la chaîne de développement associée (E)
Description	Conception d'un bloc IP simple en VHDL Intégration au sein d'une architecture associant un uP et un FPGA Validation
Prérequis	ESN 10 - Conception conjointe
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Michel James
Enseignants	Michel James, Kamel Abdelouahab

c.3. TS co-design

Code	ESN 12
Coef	1
Objectifs	Valider les acquis du cours sur un exemple plus complexe.

Acquis	Être capable d'intégrer un co processeur pour accélérer les temps de traitement au sein d'un système sur puce (E)
Description	Conception conjointe matérielle-logicielle d'une fonction complexe Intégration au sein d'une architecture associant un uP et un FPGA Validation
Références bibliographiques	VHDL : méthodologie de design et techniques avancées, SCHNEIDER Thierry, éditions DUNOD
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Michel James
Enseignants	Michel James, Kamel Abdelouahab

c.4. TP VHDL RTL pour la synthèse d'ASIC

Code	MELN 5
Coef	1
Objectifs	Maitriser les concepts avancés du flot de conception standard CADENCE pour la synthèse automatique d'ASIC Maitriser l'outil et l'étape de synthèse logique Maitriser la simulation/testbench pre-synthese, post synthese et post-routing Maitrise les outils/l'étape de placement routage d'un circuit intégré (floorplanning, timing budgeteing, back-annotation etc ...)
Acquis	Maitriser les concepts avancés de la synthèse de circuits intégrés de type ASIC à partir de la description haut niveau (VHDL RTL) du circuit.
Prérequis	MELN 4 - Synthèse logique pour circuits microélectroniques numéri
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (0 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Alexis Landrault
Enseignant	Alexis Landrault

c.5. Modélisation et vérification de systèmes réactifs - model checking

Code	VERIF 2
Coef	1
Objectifs	Ce cours est une introduction aux concepts et techniques utilisés pour vérification de systèmes réactifs, en particulier ceux fondés sur la vérification de modèle (model-checking).
Acquis	Connaitre les principaux fondements théoriques des techniques de validation par vérification de modèle (théorie des automates, logiques temporelles) Comprendre le principe des techniques de vérification par model-checking Savoir appliquer ces techniques sur des exemples simples
Description	Vérifier : pourquoi, comment . Elements de théorie des automates et des langages Elements de logique temporelle (LTL, CTL) Introduction au model-checking CTL
Références bibliographiques	Model Checking, Clarke, E.M.; Grumberg, O.; Peled, D.A., MIT Press, 1999 Introduction to automata theory, languages and computation, Hopcroft, J.E.; Motwani R.; Ullman J.D., AddisonWesley, 2003 Modélisation et Vérification des Systèmes Réactifs, Sérot, J., Cours en ligne : http://cust-interne.univbpclermont.fr/Enseignement/Ge/serot/cours
Evaluation	CC
Horaire encadré	12 h (6 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jocelyn Sérot
Enseignant	Jocelyn Sérot

c.6. Conférence Vérification et test

Code	CONF_VE
Coef	1
Objectifs	Maîtriser les différentes étapes de la conception d'un circuit microélectronique numérique Modélisation VHDL RTL pour synthèse
Acquis	Maîtriser l'étape de synthèse logique des circuits intégrés Connaître les techniques de modélisation VHDL RTL pour Synthèse automatique Savoir analyser les performances des ASIC Connaître les outils/enjeux/défis de la conception des SoC
Description	Flots de conception pour la synthèse logique d'ASIC, caractérisation et performances de la logique CMOS, analyse de timing Langage VHDL RTL pour la Flots de conception pour la synthèse logique d'ASIC, caractérisation et performances de la logique CMOS, analyse de timing Langage VHDL RTL pour la synthèse d'ASIC Nouvelles techniques et outils pour l'intégration de Systèmes On Chip synthèse d'ASIC Nouvelles techniques et outils pour l'intégration de Systèmes On Chip
Horaire encadré	8 h (8 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	3 h
Responsable	Jocelyn Sérot

4. UE2 Option Energie [16 ECTS | 16 Coef]

a. Module Énergie et énergétique

Code	570P9NEE
Coef	4
Objectifs	<p>Les objectifs sont de connaître et maîtriser les outils quantitatifs permettant d'estimer les performances des systèmes de production, de conversion et d'utilisation de l'énergie quels que soient les domaines et secteurs considérés.</p> <p>Connaissances :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les sources et les vecteurs d'énergie, ainsi que les procédés de conversion - Les principaux cycles de production d'énergie mécanique (moteurs) et d'électricité les principaux cycles de production de froid et des pompes à chaleur - Les méthodes de cogénération/trigénération (froid, énergie mécanique, électricité. L'analyse exergétique et les outils d'estimation d'efficience <p>Acquis de l'apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Etablir un bilan énergétique d'un appareil, d'un atelier ou d'un bâtiment Diagnostiquer les sources de perte et d'irréversibilités - Concevoir un système énergétique - Optimiser le fonctionnement d'installation et d'unités existantes Proposer des solutions minimisant les coûts internes et externes <p>Au niveau de l'option, ceux-ci se traduisent dans les compétences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtementaires ; - Dimensionner un système énergétique et rédiger un cahier des charges technique répondant aux besoins d'un projet ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.
Éléments de cours	Notions et ordres de grandeur Analyse énergétique des Systèmes Travaux pratiques d'énergétique Efficacité énergétique et outils d'aide à la décision

Horaire encadré	62 h (0 CM + 62 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial

a.1. Notions et ordres de grandeur

Coef	1
Objectifs	L'objectif est de présenter un panorama des gisements de consommations de l'énergie à l'échelle mondiale européenne et française, et de relier ces gisements aux besoins, aux ressources disponibles et aux capacités de production par voies renouvelables et non-renouvelables en se plaçant dans un contexte à historique, technologique et économique. En parallèle, cette approche sera mise à profit afin de présenter ou de rappeler les unités et ordres de grandeur de l'énergie et de l'entropie, de replacer ces notions dans l'histoire des sciences et de lier ces grandeurs macroscopiques à leur origine microscopique en reliant ces notions aux ruptures technologiques qui ont conduit aux systèmes de production et de conversion d'énergie utilisés de nos jours.
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> - Maîtriser les unités SI et unités d'usage de l'énergie et des grandeurs associées - Maîtriser les ordres de grandeur des consommations d'énergie pour les applications et secteurs usuels (estimation rapide, détection d'erreurs...) - Connaître les différentes ressources primaires et énergies secondaires du mix énergétique - Connaître l'origine microscopique des grandeurs macroscopiques de l'énergie <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dimensionner un système énergétique et rédiger un cahier des charges technique répondant aux besoins d'un projet - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques
Description	Cycle de trois cours-conférences. L'évaluation des acquis est réalisée dans le cadre d'un examen commun pour le module.
Evaluation	CC
Horaire encadré	10 h (0 CM + 10 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignants	Francesco Vecil, Mathilde Morvan, Joël Leymarie

a.2. Analyse énergétique des Systèmes

Coef	2
Objectifs	<p>Les objectifs sont de développer une approche générale permettant l'analyse par les bilans de matière, d'énergie et d'entropie de tout système énergétique. L'approche sera mise en oeuvre et illustrée par des exemples courants et permettre d'appréhender les notions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les sources et les vecteurs d'énergie, ainsi que les procédés de conversion - Les principaux cycles de production d'énergie mécanique (moteurs) et d'électricité les principaux cycles de production de froid et des pompes à chaleur - Les méthodes de cogénération/trigénération (froid, énergie mécanique, électricité)
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> - Établir un bilan énergétique d'un appareil, d'un atelier ou d'un bâtiment - Diagnostiquer les sources de perte et d'irréversibilités - Concevoir un système énergétique, éventuellement au moyen d'un logiciel dédié <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtimentaires ; - Dimensionner un système énergétique et rédiger un cahier des charges technique répondant aux besoins d'un projet ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.
Description	Les cours théoriques sont supportés par des travaux dirigés utilisant des outils de calcul simples (tableurs et autres) des outils de simulation dédiés (Thermosolver, Cyclepad, DWSIM...). L'ensemble sert de support aux modules dans lesquels le bilan d'énergie est utilisé directement ou indirectement.

	L'évaluation repose sur un examen écrit qui porte également sur l'ensemble du module.
Prérequis	Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur
Evaluation	CC
Horaire encadré	26 h (0 CM + 26 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignant	Christophe Vial

a.3. Travaux pratiques d'énergétique

Coef	1
Objectifs	L'objectif est la mise en oeuvre des connaissances et compétences acquises dans les autres cours du module Energie et énergétique
Acquis	<p>- Acquérir le volet pratique des savoirs acquis dans les cours précédents du point de vue théorique au moyen d'outils de simulations et de modélisation.</p> <p>Le but est d'acquérir les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les sources et les vecteurs d'énergie, ainsi que les procédés de conversion - Les principaux cycles de production d'énergie mécanique (moteurs) et d'électricité les principaux cycles de production de froid et des pompes à chaleur - Les méthodes de cogénération/trigénération (froid, énergie mécanique, électricité)
Description	<p>Cinq installations sont étudiées sur cinq séances parmi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse énergétique/exergétique d'une machine frigorifique à cycle de compression de vapeur - Analyse énergétique/exergétique d'échangeurs de chaleur à plaques et à tubes/calandre Thermique : comparaison entre chauffage direct et indirect - Equilibres thermodynamiques : exemple de l'humidification de l'air - Pompage : application à la mesure de la perte de charge et des calculs de puissance de pompes Compression multi-étagée : étude d'un compresseur et des effets thermiques résultat de la compression des gaz <p>Evaluation à partir des comptes-rendus écrits des TP.</p>
Prérequis	Analyse énergétique des Systèmes Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur Efficacité énergétique et outils d'aide à la décision
Evaluation	CC
Horaire encadré	20 h (0 CM + 20 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignants	Christophe Vial, Pascal Lafon

a.4. Efficacité énergétique et outils d'aide à la décision

Coef	1
Objectifs	<p>Les objectifs sont de connaître et savoir utiliser deux outils d'aide à la décision dans le domaine de l'optimisation énergétique que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'analyse exergétique - La méthode du pincement pour le calcul des réseaux de chaleur
Acquis	<p>- Optimiser les systèmes énergétiques, en particulier les réseaux de chaleur</p> <p>- Savoir utiliser la notion d'exergie.</p> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtementaires ; - Dimensionner un système énergétique et rédiger un cahier des charges technique répondant aux besoins d'un projet ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.
Description	<p>Cet enseignement constitué de cours et de TD en lien avec les travaux pratiques du module :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le cours sur la méthode du pincement est illustré par un TD utilisant le logiciel Hint

	- Le cours sur l'analyse exergétique est mis en oeuvre dans les travaux pratiques L'évaluation repose sur un examen écrit qui porte également sur l'ensemble du module.
Prérequis	Analyse énergétique des Systèmes
Evaluation	CC
Horaire encadré	6 h (0 CM + 6 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignant	Christophe Vial

b. Module Énergies Renouvelables

Code	570P9NER
Coef	3
Objectifs	L'objectif est de présenter les différentes formes des énergies renouvelables : - bioénergies - éolien - hydraulique - solaire, leurs potentialités respectives et leurs limitations actuelles, ainsi que d'introduire les notions de développement durables d'écologie industrielle et d'économie circulaire. Les acquis de l'apprentissage incluent un aperçu des méthodes et outils qui permettent de calculer les installations de production correspondant à ces énergies. Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtementaires ; - Dimensionner un système énergétique et rédiger un cahier des charges technique répondant aux besoins d'un projet ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
Éléments de cours	Historique et généralités Energie hydraulique et technologies associées Energie Solaire Energie Eolienne Bioénergies NRJ Développement durable et écologie industrielle
Horaire encadré	42 h (0 CM + 42 TD + 0 TP)
Responsable	Yamina André

b.1. Historique et généralités

Coef	0.5
Objectifs	L'objectif est de présenter les différents modes de production d'énergies renouvelables (bioénergies, éolien, géothermie, hydraulique, solaire) en les replaçant dans le contexte historique (évolution des connaissances et des technologies) jusqu'à un état de l'art actualisé.
Acquis	Le but est d'acquérir les compétences spécifiques de l'option que sont : - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique - Analyser les différents modes de production d'énergie
Description	Cours introductif offrant un panorama des énergies renouvelables, de leurs avantages et de leurs limitations Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables.
Horaire encadré	4 h (0 CM + 4 TD + 0 TP)
Responsable	Lionel Batier
Enseignant	Lionel Batier

b.2. Energie hydraulique et technologies associées

Coef	0.5
------	-----

Objectifs	L'objectif est de rappeler ou de fournir les bases théoriques de la mécanique des fluides nécessaires à l'hydraulique, puis de les appliquer aux centrales hydroélectriques en distinguant grande, petite et hydraulique. Le cours couvre également : - les aspects technologiques (turbines, pompes, vannerie...) - les aspects réglementaires
Acquis	- Maîtriser les bases de la mécanique des fluides utiles à l'hydraulique - Connaître les méthodes de calcul d'un réseau hydraulique - Connaître les technologies associées à l'hydraulique (pompage, tuyauterie...) Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
Description	Cours d'hydraulique complété par des applications au pompage et mélange en ligne et par une description détaillée des systèmes de production d'hydroélectricité. Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables
Horaire encadré	10 h (0 CM + 10 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignants	Christophe Vial, Jean-Paul CHABARD

b.3. Energie Solaire

Coef	0.5
Objectifs	L'objectif est de présenter un panorama à l'échelle française et européenne des méthodes de conversion de l'énergie solaire en distinguant solaire thermique et solaire photovoltaïque, puis en s'intéressant au gisement (rayonnement en fonction de l'implantation) ainsi qu'aux matériaux, aux technologies de captage et à leur rendement. Les problématiques de l'intermittence, du stockage et de l'intégration au réseau électrique sont également abordées.
Acquis	- Connaître les méthodes d'estimation de l'énergie solaire reçue - Savoir dimensionner des panneaux solaires pour la thermique ou le photovoltaïque Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
Description	Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables.
Horaire encadré	6 h (0 CM + 6 TD + 0 TP)
Responsable	Yamina André
Enseignants	Yamina André, Manon COTE, Valentin LABRUQUERE

b.4. Energie Eolienne

Coef	0.5
Objectifs	Il s'agit de fournir un état de l'art concernant l'énergie éolienne. En pratique le contenu couvre les points suivants : - Gisement et état des lieux - Théorie et technologies de la conversion - Problématique de l'intermittence et du raccordement au réseau Réglementation spécifique - Perspectives de développement
Acquis	Connaître les méthodes de calcul d'une éolienne ou d'une ferme éolienne en tenant compte des potentialités (exposition...) et des limitations (réglementation, raccordement, besoin en stockage...)

	Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
Description	Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables.
Horaire encadré	6 h (0 CM + 6 TD + 0 TP)
Responsable	Lionel Batier
Enseignants	Lionel Batier, Manon COTE

b.5. Bioénergies NRJ

Coef	0.5
Objectifs	L'objectif est de définir les différentes méthodes de production de bioénergies en partant de la ressource jusqu'au vecteur énergétique et en considérant à la fois les processus, les procédés et les produits. Le cours traitera successivement les points suivants : - La biomasse-énergie : les ressources, les processus biologiques et les procédés de conversion La méthanisation et le biogaz - Les biocarburants de 1ère, de 2ème et de 3ème générations par voies biologique et thermochimique.
Acquis	- Savoir utiliser la biomasse comme ressource énergétique - Savoir intégrer des processus et procédés biologiques dans un système de production d'énergie Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
Description	Mise à niveau en biologie et bioprocédés par des intervenants du département génie biologique, puis présentation de la ressource biomasse et des voies de production de chaleur, de biogaz et de biocarburants de 2ème et de 3ème générations à partir de cette ressource. Evaluation globale dans le cadre d'un examen regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables. Possibilité de visite optionnelle du méthaniseur du site METHELEC.
Horaire encadré	10 h (0 CM + 10 TD + 0 TP)
Responsable	Samir Taha
Enseignants	Christophe Vial, Pierre Fontanille, Samir Taha

b.6. Développement durable et écologie industrielle

Coef	0.5
Objectifs	L'objectif est de définir les principaux concepts du développement durable, de les intégrer dans une approche "écologie industrielle" et "écologie territoriale" applicable au secteur de l'énergie, puis de décrire les outils permettant de prendre en compte les impacts écologiques et environnementaux des choix technologiques (Analyse du Cycle de Vie, ACV...).
Acquis	- Connaître les concepts de développement durable et d'écologie industrielle Connaître les outils associés à ces concepts (ACV...) Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.

Description	Cours assuré par des intervenants extérieurs, en partie dans le cadre du Centre d'Excellence Jean Monnet ERASME sur le développement durable de l'UCA. Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables
Horaire encadré	6 h (0 CM + 6 TD + 0 TP)
Responsable	Arnaud Diemer
Enseignants	Arnaud Diemer, Stéphane LEFEBVRE

c. Module Énergies fossiles carbonées et nucléaire

Code	570P9NFC
Coef	3
Objectifs	<p>L'objectif est de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - connaître les combustibles fossiles carbonés et nucléaires (origine, ressources, traitements, cycles de vie...); - savoir comment et dans quels secteurs ils sont mis en oeuvre définir les technologies qui leur sont associées ; -connaître les enjeux et perspectives les concernant. <p>Pour les combustibles fossiles, un accent est mis sur le gaz naturel (exploitation du réseau, utilisation dans le cadre de l'efficacité énergétique...) et la capture et le stockage du CO2. Pour l'énergie nucléaire, il est mis sur la problématique des déchets et celle des réacteurs nucléaires du futur.</p> <p>Ces acquis permettront de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.
Éléments de cours	Energies fossiles carbonées Energie Nucléaire
Horaire encadré	50 h (0 CM + 50 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial

c.1. Energies fossiles carbonées

Coef	2
Objectifs	L'objectif est de connaître les savoir-faire, enjeux et perspectives des secteurs gazier et pétrolier, ainsi que de définir le fonctionnement d'une raffinerie et des principaux procédés pétrochimiques à partir de leurs opérations unitaires. Un accent est mis sur le gaz, ses métiers, son réseau de distribution et ses applications à l'efficacité énergétique au niveau national.
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser un procédé pétrolier, gazier ou pétrochimique à partir de son diagramme process (PID) opérations unitaires qui le constituent - Connaître les méthodes de la capture, du stockage et du stockage du CO2 - Connaître le secteur gazier (exploitation, affaires, technologie) <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.
Description	Il s'agit d'un cycle de cours-conférences associant des intervenants académiques et des industriels (GRDF). L'évaluation consiste en un examen écrit.
Evaluation	C
Horaire encadré	19 h (0 CM + 19 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignants	Christophe Vial, Fabrice Audonnet

c.2. Energie Nucléaire

Coef	1
Objectifs	<p>Les objectifs des cours de base sont de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir le fonctionnement d'une centrale nucléaire (les différentes générations de réacteurs, principe fonctionnement du réacteur REP, les périphériques du réacteur...) - Connaître le cycle du combustible - Connaître les risques radiologiques, leurs conséquences et la réglementation spécifique en France <p>Des cours avancés traitent spécifiquement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de la gestion quotidienne d'une centrale nucléaire - de la sûreté des installations nucléaires - du démantèlement des centrales <p>L'analyse énergétique quantitative n'est pas abordée, car traitée dans le module « énergie et énergétique ».</p>
Acquis	<p>Les acquis correspondent aux objectifs du cours. Ils permettent d'accéder à des postes d'ingénieur dans le secteur du nucléaire comme</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'exploitation d'une tranche - la maintenance (hydraulique, mécanique, électrique...) de tranche - la formation aux métiers du nucléaire dont le démantèlement et la sûreté <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques.
Description	Le contenu, essentiellement sous forme de cours-conférences, est assuré exclusivement par des industriels du secteur du nucléaire (EDF, INGEROP, ORANO). Une visite de centrale nucléaire (CNPE) est également proposée chaque année aux étudiants.
Evaluation	Examen final, Écrit
Horaire encadré	31 h (0 CM + 31 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignants	Vincent BOREL, Pierre Chazoule, Christian GLORENNEC, Adam NDAFIDI

d. Module Stockage, transport et distribution de l'énergie électrique

Code	570P9NSD
Coef	3
Objectifs	<p>L'objectif est de définir les outils, méthodes et technologies de transport, distribution et stockage de l'énergie électrique, qu'elle soit produite par voie nucléaire, à partir de combustibles fossiles ou de sources renouvelables. L'UE est divisée en trois EC qui traitent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des notions fondamentales du génie électrique - du transport et de la distribution de l'électricité et de leur monitoring des technologies de stockage et de leurs limitations <p>Les savoirs acquis dans ces EC ont pour but de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement ; - Mener une veille technologique sur les méthodes et dispositifs innovants ; - Communiquer à l'écrit ou à l'oral au niveau national ou international.
Eléments de cours	<p>Energie électrique Transport et distribution de l'électricité Stockage de l'énergie électrique</p>
Horaire encadré	43 h (0 CM + 43 TD + 0 TP)
Responsable	Jean-Pierre Fontaine

d.1. Energie électrique

Coef	1
Objectifs	L'objectif est de rappeler les notions de base du génie électrique et de décrire les éléments technologiques indispensables au fonctionnement d'un réseau électrique de transport et de distribution, ou de le faire connaître aux non-spécialistes.
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> - Connaître les bases du génie électrique HT pour non-spécialistes - Connaître les technologies associées aux réseaux électriques de transport et de distribution (transformateur, disjoncteur, sectionneur...) - Connaître les principes de fonctionnement de base d'un réseau électrique <p>Le but est d'intégrer ces aspects afin de développer les compétences spécifiques suivantes parmi celles de l'option :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement ; - Mener une veille technologique sur les méthodes et dispositifs innovants ; - Communiquer à l'écrit ou à l'oral au niveau national ou international.
Description	Le cours est accompagné d'un projet tutoré qui couvre la totalité du volume de travail collaboratif (pas de TD ou de TP présentiels). Le projet est présenté sous la forme de cours inversé.
Evaluation	CC, présentation + rapport
Horaire encadré	24 h (0 CM + 24 TD + 0 TP)
Enseignant	Pascal Andre

d.2. Transport et distribution de l'électricité

Coef	1
Objectifs	<p>L'objectif est de connaître les problématiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la nouvelle organisation du secteur électrique (dérégulation du réseau de distribution français dans marché concurrentiel) - les chemins de l'électricité de la centrale au client (exploitation d'un réseau public de distribution) - la transition énergétique : le raccordement des producteurs d'énergies renouvelables et rôle du réseau électrique - l'analyse de la qualité d'un réseau et les méthodes de planification et études technico-économiques - les outils de gestion et mesure (le smart-metering)
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> - Concevoir et analyser un réseau de distribution de l'électricité - Connaître les méthodes de raccordement des productions renouvelables délocalisées - Connaître les outils technico-économiques de planification de l'évolution d'un réseau - Connaître les outils récents de monitoring <p>Le but est de développer les compétences spécifiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électrique.
Description	Cycle de cours-conférences assuré exclusivement par des intervenants industriels dont ENEDIS. Visites de l'ACR (Agence Régionale de Conduite poste source HTA et du Centre d'Appel d'Urgence ENEDIS.
Prérequis	Energie électrique
Horaire encadré	9 h (0 CM + 9 TD + 0 TP)

d.3. Stockage de l'énergie électrique

Coef	1
------	---

Objectifs	L'objectif est de définir les méthodes et technologies de stockage de l'énergie électrique actuelles ou prospectives. L'essentiel du contenu sera consacré aux avantages et limitations des technologies de stockage électrochimique (piles, batteries, accumulateurs...), ainsi qu'au tandem électrolyse-piles à combustibles dans le cadre du power-gaz, la STEP (stockage hydraulique) étant présentée dans le cas du module sur les Energies Renouvelables). Sur le volet prospectif, l'accent sera mis sur le vecteur Hydrogène.
Acquis	- Connaître les avantages et limitations des différents outils de stockage de l'énergie - Connaître les méthodologies de choix et de dimensionnement des stockages de type batteries, de l'hydrogène et piles à combustibles Le but est de développer les compétences spécifiques suivantes : - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
Description	Ensemble de cours-conférences par des intervenants académiques et industriels. Evaluation couplée au projet d'énergie électrique du même module.
Prérequis	Energie électrique S9 Energie hydraulique et technologies associées S9
Evaluation	Commune avec Energie Electrique
Horaire encadré	10 h (0 CM + 10 TD + 0 TP)
Responsable	Jean-Pierre Fontaine
Enseignants	Jean-Pierre Fontaine, Fabrice Audonnet, Katia ARAUJO SA SILVA

e. Module Maîtrise des consommations d'énergie

Code	570P9NMC
Coef	3
Objectifs	L'objectif est d'approfondir deux des grands chapitres de la consommation d'énergie: - le bâtiment en général et l'habitat en particulier - l'industrie Un focus est mis sur le volet "économie de l'énergie" en partant de l'échelle mondiale jusqu'au contrat au niveau de l'entreprise, en passant par une description des marchés de l'énergie. Le but est d'acquérir des savoirs permettant de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtimentaires ; - Analyser les besoins d'un projet industriel dans les domaines liés à la mise en oeuvre des matériaux et de l'énergie - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement ; - Communiquer à l'oral ou à l'écrit au niveau national ou international.
Eléments de cours	Energie et Société L'énergie dans l'industrie L'énergie et le bâtiment
Horaire encadré	64 h (0 CM + 64 TD + 0 TP)
Responsable	Gaëlle Baudouin

e.1. Energie et Société

Coef	1
Objectifs	Le premier objectif est de présenter le rôle que joue l'énergie sur la Société, de démontrer comment elle a modelé le monde actuel, et en particulier d'analyser les liens entre l'énergie, le réchauffement climatique et le développement durable.

	<p>Le deuxième objectif est de présenter les marchés de l'énergie d'un point de vue géopolitique et économique en partant de l'état des réserves, des besoins croissants et des différents scénarios d'évolution, puis en faisant un focus sur les marchés de l'énergie, les enjeux et les risques économiques et politiques à l'échelle mondiale.</p> <p>Le troisième objectif est de présenter les procédures de définition et de négociation de contrats appliquées au secteur de l'énergie, en partant des parties prenantes, puis en décrivant le déroulement d'un appel d'offre, ainsi que les techniques de maîtrise des risques, de suivi de prestation, de retour d'expérience et de renégociation.</p>
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> - Connaître les outils de la politique énergétique et les leviers de la transition énergétique - Savoir définir un cahier des charges et rédiger un appel d'offre dans le cadre d'un contrat énergie <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement ; - Analyser les besoins d'un projet industriel dans les domaines liés à la mise en oeuvre des matériaux et de l'énergie ; - Communiquer à l'oral ou à l'écrit au niveau national ou international.
Description	Cycle de cours-conférences assuré par intervenants extérieurs (Michelin...). Evaluation en commun avec le cours énergie dans l'Industrie du même module.
Prérequis	Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur S9
Evaluation	Examen final, Écrit
Horaire encadré	18 h (0 CM + 18 TD + 0 TP)
Enseignants	Christophe Vial, Christian Ngô (Edmonium Conseil), Thomas Rey (Michelin), Bruno Gayral (CEA)

e.2. L'énergie dans l'industrie

Coef	1
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Connaître les problématiques de l'énergie, du froid et de l'eau dans l'industrie - Connaître les contraintes réglementaires associées aux utilités - Appliquer les outils de l'énergétique (bilan d'énergie...) - Appliquer les notions d'efficacité énergétique industrielle - Estimer les besoins en énergie avec un logiciel de simulation de procédés - Focus sur l'éclairage et ses méthodes de dimensionnement qui représente 9% de la consommation d'électricité de l'industrie
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> - Etablir les bilans de matière et d'énergie appliqués à l'industrie - Manager la gestion du froid et de la vapeur dans l'industrie - Utiliser des logiciels de simulation comme outils d'aide à la décision - Manager la politique d'efficacité énergétique dans l'industrie <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtimentaires ; - Analyser les besoins d'un projet industriel dans les domaines liés à la mise en oeuvre des matériaux et de l'énergie ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
Description	Cycle de cours-conférences assurés par des intervenants académiques et industriels. Les cours sont supportés par des travaux dirigés informatisés utilisant le logiciel DWSIM. L'évaluation des acquis est couplée à Énergie et société du même module.
Prérequis	Analyse énergétique des Systèmes S9 Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur S9 Énergie électrique S9
Horaire encadré	22 h (0 CM + 22 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignants	Christophe Vial, Riadh BRAHAM, Thomas ROGER

e.3. L'énergie et le bâtiment

Coef	1
Objectifs	Donner des notions sur les méthodes d'évaluation des bilans énergétiques (énergie blanche, énergie grise), habitat bioclimatique (solutions de conception novatrices), les apports gratuits (ensoleillement), les matériaux nouveaux en isolation, le confort et confort d'été, la domotique et la gestion centralisée, le monitoring des consommations Utiliser un logiciel de thermique de l'habitat : CLIMAWIN
Acquis	- Etablir des bilan d'énergie appliqués à l'habitat - Utiliser des outils de gestion centralisée et monitoring pour l'efficacité énergétique de l'habitat - Utiliser des outils thermiques de dimensionnement du bâtiment conformes à la RE2020 Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement ; - Analyser les besoins d'un projet industriel dans les domaines liés à la mise en oeuvre des matériaux et de l'énergie ; - Communiquer à l'oral ou à l'écrit au niveau national ou international.
Description	L'EC comporte des enseignements sous forme de cours magistraux, des TP avec le logiciel CLIMAWIN et une autoformation tutorée au cours de laquelle les étudiants travaillent en groupes par projets qui font l'objet d'un mémoire et d'une présentation orale. Celui-ci correspond à un travail de recherche qui aborde des aspects variés de la gestion de l'énergie, de l'écoconception et du développement durable dans le domaine du bâtiment sur des sujets choisis. Une application sur un cas concret complète le mémoire. L'évaluation des savoirs est réalisée au moyen du mémoire de projet, des comptes-rendus de TP et soit d'une présentation orale, soit d'un examen écrit.
Evaluation	CC, présentation + rapport
Horaire encadré	24 h (0 CM + 24 TD + 0 TP)
Responsable	Gaëlle Baudouin
Enseignant	Gaëlle Baudouin

5. UE3 Sciences Homme et Société [8 ECTS | 8 Coef]

a. Expression et communication

Code	570Q9E2C
Coef	2
Objectifs	Finaliser le projet personnel et professionnel Comprendre les problématiques du monde de l'entreprise Réfléchir et se positionner sur des questions actuelles liées ou non aux domaines d'étude
Acquis	Construire et valoriser son projet personnel et professionnel Communiquer dans le cadre de l'entreprise en prenant en compte la culture de l'entreprise et les exigences sociétales
Description	Recherche d'emploi : recherche et analyse des différents organismes d'aide à la recherche d'emploi, analyse et valorisation de l'expérience de stage Exposés mis en scène, analyse ou simulations de situations de communication Simulation d'entretien pour identifier et acquérir les techniques de valorisation (exemplifier, reformuler, synthétiser) Analyses et exposés de problèmes économiques actuels, de problèmes sociaux en entreprise (revues de presse, recherche bibliographique ...) Revues de presse économiques
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h (0 CM + 12 TD + 4 TP)
Responsable	Myriam Doghmi
Enseignant	Myriam Doghmi

b. Anglais

Code	570Q9ANG
------	----------

Coef	2
Objectifs	Complément de formation à l'anglais général et technique lu, écrit, parlé Familiarisation avec l'anglais du monde du travail Préparation TOEIC si nécessaire
Acquis	Maîtriser l'anglais en situation professionnelle Savoir préparer, animer une réunion et faire un compte rendu en anglais Savoir présenter un sujet à l'oral
Description	Préparation et présentation d'un exposé sur un stage ou sur le projet de recherche/développement Travail sur l'anglais du monde du travail Préparation et tenue de réunion, rédaction d'un compte-rendu Activités de lecture d'articles, d'écoute d'enregistrements authentiques, de débats sur un thème donné
Evaluation	CC
Horaire encadré	22 h (0 CM + 22 TD + 0 TP)
Responsable	Bénédicte Bousset
Enseignant	Bénédicte Bousset

c. Insertion Professionnelle

Code	570Q9PSY
Coef	1
Objectifs	Il s'agit d'une préparation à l'entretien d'embauche. Répondre aux questions que l'étudiant se pose, lui présenter des conseils et le mettre en situation pour qu'il expérimente par lui-même les différentes compétences et préalables requis pour réaliser un bon entretien.
Acquis	Savoir se préparer à l'entretien d'embauche Savoir recruter Mettre en place des stratégies efficaces en fonction du profil du poste et de l'entreprise Savoir gérer ses émotions, sa posture et sa communication non-verbale Savoir exprimer son projet professionnel, ses expériences et ses compétences
Description	Description du processus de recrutement Les éléments à prendre en compte avant l'entretien d'embauche Les distances sociales Positionnement et postures La communication non-verbale et gestion des émotions Les représentations que le recruteur se forge du candidat Le cadre de l'entretien et ses règles Mises en pratique de l'entretien individuel ou collectif Adopter le point de vue du recruteur Jouer son propre rôle de candidat Les questions types et les questions pièges des recruteurs Quelques conseils pour bien préparer son entretien
Prérequis	PSYCHO 1 (47CP7PSY) - Management & Sciences Humaines
Evaluation	CC
Horaire encadré	10 h (0 CM + 10 TD + 0 TP)
Responsable	Romy Sauvayre
Enseignant	Romy Sauvayre

d. Projet

Code	570Q9PRO
Coef	3
Objectifs	Mise en place et amélioration des rendus du projet, Publication sur une plateforme collaborative des résultats obtenus,
Acquis	Utilisation d'une plateforme collaborative, publication du contenu, du déroulement et de l'avancement du projet
Description	Amélioration de la visibilité des résultats obtenus en projet par publication sur une plateforme collaborative. Adaptation du contenu à la publication sur internet. Rédaction d'un rapport de projet dans les normes universitaires.
Evaluation	CC
Horaire encadré	21 h (0 CM + 12 TD + 9 TP)
Responsable	Alexis Landrault

Enseignants	Julian Laurence, Jonathan Bernard, Pascal Fickinger, François Kersulec, Myriam Doghmi
-------------	---------------------------------------------------------------------------------------

B. Semestre 10 [30 ECTS | 30 Coef]

1. UE4 Stage ou contrat pro [30 ECTS | 30 Coef]

a. Stage

Code	57DQ10ST
Coef	30
Objectifs	Stage ingénieur en entreprise - durée 5 à 6 mois Possibilité de faire cette année en contrat de professionnalisation de 1 an
Acquis	Approche du métier et des fonctions d'un ingénieur en entreprise Synthèse écrite et orale d'un projet professionnel de 5 mois minimum
Description	Stage d'ingénieur en entreprise d'une durée minimale de 5 mois
Evaluation	Rapport + soutenance
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)
Responsable	Pierre Druilhet

b. Alternant (pour les étudiants qui font un contrat pro)

Code	570T10AL
Coef	30
Eléments de cours	Bilan mi-parcours Bilan final
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

b.1. Bilan mi-parcours

Code	70T10MP
Coef	3
Evaluation	Soutenance
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

b.2. Bilan final

Code	570T10BF
Coef	7
Evaluation	Rapport + soutenance
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)