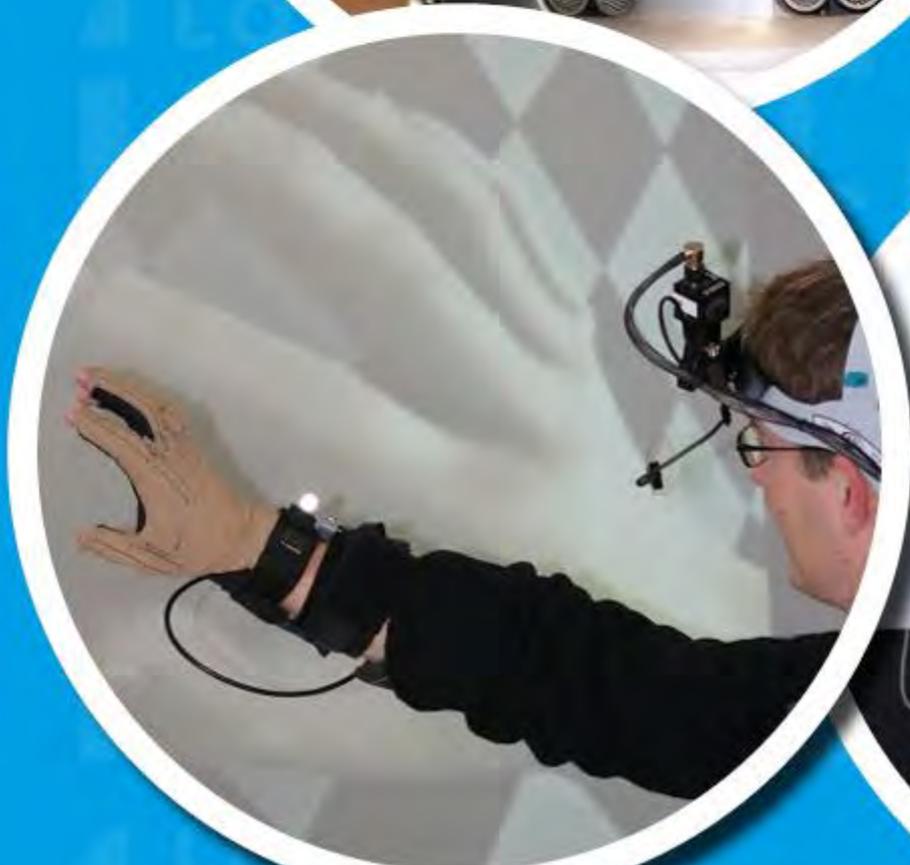


# SYLLABUS

FORMATION SYSTÈMES NUMÉRIQUES



<https://ensem.univ-lorraine.fr/syllabus-ensem/>



# LA FORMATION EN SYSTÈMES NUMÉRIQUES À L'ENSEM



L'ENSEM forme des ingénieurs en charge de projets de recherche, de conception et de développement dans des domaines tels que le contrôle et le pilotage de systèmes, la sûreté et la sécurité des systèmes critiques, la modélisation et simulation numérique, les logiciels et services embarqués ou encore le traitement du signal et de l'image.

Les deux premières années d'étude se déroulent en tronc commun. Elles sont consacrées à l'acquisition des compétences scientifiques de base en mathématiques appliquées (calcul scientifique, analyse numérique), en informatique (algorithmique et programmation, base de données, réseaux), en automatique (commande des systèmes, sûreté de fonctionnement) et en traitement du signal et d'image.

Le cursus scientifique est complété par une formation générale (langues vivantes, communication, sciences managériales, ingénierie système). Des ouvertures au milieu professionnel sont garanties par des stages en entreprise et des nombreuses interventions d'industriels. Des expériences à l'international sont encouragées à travers de nombreuses possibilités d'échanges académiques et de stages à l'étranger.

La troisième année d'étude est une année de spécialisation articulée autour :

- d'un parcours de formation académique d'un semestre ; plusieurs parcours sont proposés dont certains conduisent à l'obtention d'un double-diplôme
- d'un stage de 6 mois en entreprise ou en laboratoire

600

élèves-ingénieurs

200

diplômés  
chaque année

8000

diplômés  
à ce jour

6000

ingénieurs  
ENSEM actifs

60

enseignants-  
chercheurs

200

chercheurs confirmés  
ou en thèse

18000  
m<sup>2</sup>

de locaux  
d'enseignement et  
de laboratoires

+ de  
60

partenariats avec  
des universités  
étrangères

Unité d'Enseignement (UE) Eléments Constitutifs (EC)	Responsable	Section CNU de l'EC
---	-------------	------------------------

## ENSEM DIPLÔME ISN - SEMESTRE 5

### UE Mathématiques 1

*K. Koufany*

Analyse Complexe	C. Derand	25
Mathématiques pour l'Ingénieur 1	K. Koufany	25

CM	TD	TP	Total h	Coeff total	ECTS	Barre UE
----	----	----	------------	----------------	------	----------

10	10	0	20	1,7	5	10
20	20	0	40	3,3		

### UE Signaux, Système et circuits électriques

*V. Louis-Dorr*

Circuits Electriques et Applications	M. Hinaje	63
Modélisation des Signaux, des Systèmes et graphes à Liens	V. Louis-Dorr	61
Modélisation Analytique en Mécanique et Electricité	G. Vinsard	60,63

24	8	8	40	3,2	10	10
14	6	10	30	2,8		
20	20	0	40	4		

### UE Sciences de l'Information 1

*JF. Pétin*

Algorithmes et programmation	A. Lahmadi	27
Mathématiques Discrètes	JF. Pétin	61

7	5	18	30	2,2	5	10
22	18	0	40	2,8		

### UE Langues 1

*S. Gallaire*

Anglais 1	C. Corringer	11
Langue vivante 2	C. Cuisinier	12,14, 09
Validation du niveau de langue française	C. Cuisinier	

0	24	0	24	2,5	5	10
0	24	0	24	2,5		
0	1	0	1	Quitus		

### UE Formation Générale 1

*B. Remy*

Projet 1ère année	J.C. Marpeau	27,60,61,62,63
Management	N. Charpentier	6
Communication	A.Thimon	71
Habilitation Electrique & Sécurité au Travail	T. Boileau	63
Egalité - Diversité - Inclusion	V. Louis-Dorr	
Gestion de projet	J.C. Marpeau	27,60,61,62,63

0	0	30	30	Quitus	5	10
14	0	0	14	1,5		
0	16	0	16	1,5		
8	0	0	8	Quitus		
8	0	0	8	Quitus		
4	16		20	2		

**TOTAL**

<b>385</b>		<b>30</b>
------------	--	-----------

Commun Energie

**UE Outils Mathématiques 1****K. KOUFANY****Mathématiques pour l'ingénieur****C. DERAND**

- **Objectifs**

Ce module est plus axé sur des nouvelles notions issues de l'analyse complexe. Les notions abordées sont plus ardues et demandent un important travail d'approfondissement et des manipulations mathématiques réalisées en TD.

- **Compétences acquises**

Maîtrise des fonctions de la variable complexe et des liens entre harmonicité et holomorphicité

- **Prérequis**

Programme des classes préparatoires.

- **Programme pédagogique**      **CM : 20**      **TD : 20**      **TP : 00**

Dérivabilité complexe;  
Holomorphicité;  
Lien avec les transformations conformes;  
Intégrales curvilignes;  
Théorème et formule intégrale de Cauchy;  
Lien entre harmonicité et holomorphicité;  
Fonctions analytiques;  
Trigonométrie complexe;  
Fonction logarithme;  
Fonctions analytiques;  
Singularités des fonctions holomorphes;  
Théorème des résidus.

- **Evaluation**

Une note en novembre (NN) et une note en janvier (NJ).  
La note finale (NF) est obtenue par la formule :  
 $NF = 0,4 * NN + 0,6 * NJ$

**UE Outils Mathématiques 1**

**K. KOUFANY**

**Mathématiques pour l'ingénieur**

**K. KOUFANY**

- **Objectifs**

Ce module de mathématique est notamment consacré à l'homogénéisation du niveau des étudiants à l'entrée à l'ENSEM. Les premiers éléments nouveaux sont ensuite enseignés de manière progressive pour faire entrer les élèves dans des mathématiques plus avancées. Ces notions sont fondamentales et parmi les premières utilisées dans les autres CFS de l'école.

- **Compétences acquises**

Pendant cet enseignement, les élèves :

- Amélioreront leur capacité de raisonnement,
- Maîtriseront les notions mathématiques utiles pour les sciences de l'ingénieur.

- **Prérequis**

Les prérequis sont les connaissances en mathématiques acquises au cours des deux années de classes préparatoires MP/PC/PSI (programme apparaissant au Bulletin Officiel du 30 mai 2013).

- **Programme pédagogique**      **CM : 20**      **TD : 20**      **TP : 00**

Le programme recouvre des rappels de connaissances et une introduction aux mathématiques de base pour l'ingénieur en tant qu'outil.

Continuité ; suites et séries de fonctions

Calcul différentiel ;

Calcul intégral (curvilignes, Théorème de Stokes, Théorème de flux-divergence);

Algèbre linéaire (rappels);

Équations différentielles;

Équations aux dérivées partielles

La transformation de Laplace ;

Les séries de Fourier ;

La transformée de Fourier des fonctions.

Modélisation de problèmes physiques pour les Sciences de l'Ingénieur.

Les applications en TD sont :

- 1) la maîtrise du calcul intégral (en dimensions 1, 2 et 3) et ses applications à des problèmes de la physique ;
- 2) la maîtrise de résolution des EDO et EDP par des méthodes directes ou en passant par la transformation de Laplace/Transformation de Fourier/Séries de Fourier, applications à des problèmes de la physique.

- **Evaluation**

Valider les compétences sous forme d'une épreuve écrite

<b>UE - Signaux, Système et circuits électriques</b>	<b>V. LOUIS-DOO</b>
<b>EC - Circuits Electriques et Applications</b>	<b>M. HINAJE</b>

- Objectifs**

Rappel des méthodes d'étude des circuits électriques en régimes permanents (continu et sinusoïdal). Présentation des méthodes d'études en régime transitoire. Ces méthodes d'étude seront mise en œuvre dans différentes applications telles que l'instrumentation, l'électronique de puissance, les réseaux de transport de l'énergie électrique.

- Compétences acquises**

Maîtrise des méthodes d'études des circuits électriques monophasés et triphasés (calcul de puissances inclus)  
 Connaissance des associations de circuit électronique assurant un fonctionnement correct.  
 Analyse à différents niveaux d'un convertisseur statique

- Prérequis**

Programme de physiques des Classes Préparatoires aux Grandes Écoles MP, PC, PSI.

- Programme pédagogique**      **CM : 20**      **TD : 20**      **TP : 00**

**Cours Magistraux**

**Principes:**

- Méthode d'étude en régime permanent
- Méthodes d'étude en régime transitoire

**Exemple d'application n° 1 : Composants électroniques**

- Modélisation et association de composants électroniques de base
- Application à la chaîne d'instrumentation et à la commande des composants semi-conducteurs de puissance

**Exemple d'application n° 2 : Electronique de puissance**

- Commutation, fonctions de conversion (cours) ;
- Différents niveaux d'étude d'un convertisseur statique

**Exemple d'application n° 3 : Réseaux électriques**

- Puissance électrique, - Réseaux triphasés et Transformateurs

**Travaux Dirigés**

Simulation de circuit en régime transitoire avec Simulink

Association de composants électroniques

Étude à l'aide de MATLAB du fonctionnement d'un convertisseur statique

Calcul de puissance et transformateur

**Travaux Pratiques**

Mise en œuvre d'un amplificateur d'instrumentation

Mesure de puissance sur un transformateur

- Evaluation**

T : note obtenue au test et au TD noté.      E : note obtenue à l'examen

NP : moyenne des notes de comptes-rendus de TP

NT :  $\max((2E+T)/3, E)$ ,

**Note finale :  $0.8*NT + 0.2*NP$**

<b>UE – Signaux, Système et circuits électriques</b>	Valérie Louis Dorr
<b>EC – Modélisation Signaux et Systèmes et graphes à Liens</b>	Valérie Louis Dorr

- **Objectifs**

L'objectif est de former :

- à l'analyse temporelle et fréquentielle des signaux et à l'analyse des systèmes linéaires et invariants par translation. Ce cours permet l'introduction des outils de base de traitement du signal. L'application typique est l'analyse fonctionnelle de la chaîne d'instrumentation
- à la modélisation des systèmes physiques à l'aide d'une représentation par graphe permettant à la fois une analyse fonctionnelle, structurelle (propriétés de causalité) et comportementale (déduction des modèles mathématiques : équations d'état) des systèmes.

- **Compétences acquises**

Etre capable de manipuler les modèles mathématiques classiques des signaux et systèmes (fonction de transfert, équation différentielle, réponse impulsionnelle, convolution, graphe à lien etc.), savoir résoudre un problème simple de traitement de signal analogique, savoir affecter et analyser la causalité des processus!

Ce savoir faire est d'une part théorique et d'autre part il est appliqué sur des processus réels en TP. Les compétences acquises sont les bases de l'ingénierie de modélisation, d'analyse des systèmes continus et de traitement du signal

- **Prérequis**

Systèmes physiques linéaire du premier et du second ordre et équations différentielles linéaires

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 00**      **TP : 00**

CM1 à CM2 Classification des signaux à temps continu, à temps discret, déterministe ou aléatoire, définition de l'énergie et de la puissance d'un signal (instantanées, moyennes), notion de corrélation.

CM3 à CM6 Système dynamique linéaire et invariant par translation: définition, réponse impulsionnelle, convolution, fonction de transfert, analyse fréquentielle. Identification de systèmes linéaires du premier et du second ordre

CM7 à CM8 Filtrage analogique : notion de bruit dans les signaux, bruit généré dans les composants électroniques, rapport signal sur bruit, modélisation du bruit à bande étroite. Réponse impulsionnelle et indicelle du premier et du second ordre. Analyse et synthèse des filtres passifs et actifs analogiques, gabarit, premier et second ordre, réponse harmonique, diagramme de Bode, approximations polynomiales de Butterworth, Tchebychev, Bessel.

CM9 Application modulation-démodulation d'amplitude analogique : Intérêt de la modulation dans le traitement de l'information.

CM10 à CM15 Analogies dans les systèmes linéaires : modèles de Maxwell et Darieus, Théorie des graphes à liens (Bond-Graph) / Structure, effort et flux / - Sources d'effort et de flux causalité / Etablissement des équations d'état à partir du graphe à liens / Passage bond graph-schéma bloc

6 Tutorats de 1 heures

1. Système convolutif & Transformée de Fourier 2: Gabarit et synthèse d'un filtre 3 : Modulation -Démodulation dans la chaîne d'instrumentation 4 : Etude du même système à partir de différents outils de modélisation : équation différentielle, convolution, fonction de transfert 5: Modélisation par les graphes à liens 6 Etablissement des équations d'état à partir du graphe à liens

3 TP : TP1 identification de système du 1er et 2nd ordre, TP2 Etude et analyse du filtrage en CAO électronique

TP3 Etude d'une chaîne d'instrumentation le dynamometre

- **Evaluation**

Nous évaluons l'aptitude de l'étudiants à manipuler les modèles théoriques pour répondre à une étude de comportement de processus et à analyser des signaux. A travers le contrôle continu et l'examen de fin de semestre, on évalue l'aptitude à manipuler les outils théoriques de modélisation . En TP, on évalue l'aptitude des étudiants à appréhender un système réel et confronter les performances de la modélisation vis-à-vis du comportement réel

<b>UE - Signaux, Système et circuits électriques</b>	<b>V. LOUIS-DOO</b>
<b>EC - Modélisation Analytique en Mécanique et Electricité</b>	<b>G. VINSARD</b>

- **Objectifs**

L'EC se veut une propédeutique à l'analyse des systèmes complexes. Cet objectif se réalise à travers l'étude des méthodes analytiques de la mécanique appliquées à des systèmes à variables localisées : mécanique, électrique et électro-mécaniques.

- **Compétences acquises**

Modélisation en électricité et mécanique des systèmes discrets comportant un nombre fini mais qui peut être grand de degrés de liberté ;  
Consolidation (et amplification) des savoirs de base dans ce domaine..

- **Prérequis**

Mécanique newtonienne du point et du solide; circuits électriques à base de dipôles linéaires; composition, dérivation, intégration au sens de Riemann; fonctions à plusieurs variables, dérivées partielles; connaissance minimale en un langage de script (les exemples sont illustrés par des simulations en langage de Maxima).

- **Programme pédagogique**      **CM : 20**      **TD : 20**      **TP : 00**

Le programme s'articule autour de dix leçons :

- L1: Les méthodes d'Euler-Lagrange et de Hamilton sont introduites pour des problèmes non-dissipatifs comportant 1 degré de liberté (ddl) ;
- L2: elles sont étendues au cas de 2 ddls, la méthode du multiplicateur de Lagrange est introduite ;
- L3: et finalement elle sont généralisées au cas d'un nombre quelconque fini de ddls ; le vocabulaire afférent est proposé.
- L4: Ces méthodes sont appliquées aux problèmes de circuits électriques linéaires ;
- L5: le circuit doté d'une auto-inductance non-linéaire est ensuite traité comme support des notions de plan de phase et de quadrature.
- L6: Les éléments précédents sont alors exploités pour le traitement de problèmes d'électro-mécanique.
- L7: Les fondements variationnels des méthodes sont expliqués.
- L8: Les systèmes avec liaisons holonomes ou non sont abordés via les méthodes de multiplicateurs de Ferrers et de Lagrange.
- L9: Les dissipations visqueuse et Joule sont introduites via utilisation de la fonction de dissipation de Rayleigh.
- L10: Quelques développements théoriques autour des équations d'Hamilton -Jacobi viennent conclure le propos

- **Evaluation**

NF : note finale de l'EC                      EE : note examen final                      I1 : note interrogation écrite en séance No 1  
I2 : note interrogation écrite en séance No 2                      I3 : note interrogation écrite en séance No 3  
NF = (9 x EE + i1 + i2 + i3) / 12

<b>UE – Sciences de l'information 1</b>	<b>JF. Pétin</b>
<b>EC –Algorithmes et programmation</b>	<b>A. Lahmadi</b>

- **Objectifs**

L'objectif de cet EC est d'acquérir et de consolider les bases en programmation Python, les algorithmes et les architectures des processeurs et microcontrôleurs : système de numération et assembleur, programmation Python avancée, algorithmes de calcul numérique

- **Compétences acquises**

- Concevoir des algorithmes
- Développer des programmes en langage Python
- Comprendre le fonctionnement d'un processeur/microcontrôleur

- **Prérequis**

Aucun

- **Programme pédagogique**      **CM : 07**      **TD : 05**      **TP : 18**

Cet EC décomposé en 5 tutorats et 6 TP:

Les 5 tutorats:

- Tutorat 1 : Systèmes de numération (entier, relatif, réel)
- Tutorat 2 : Passage d'un code haut niveau à un code assembleur
- Tutorat 3 : Introduction à la programmation objet en Python
- Tutorat 4 : Programmation scientifique en Python
- Tutorat 5 : Algorithmes dans des tableaux à 2 dimensions

Les 6 Travaux Pratiques:

- TP1 : Programmation d'un processeur en assembleur
- TP2 : Programmation Python structurée
- TP3 et TP4 : Programmation Scientifique en Python
- TP5 : Projet puissance 4
- TP6 : Synthèse

- **Evaluation**

- Savoir concevoir un algorithme pour un problème donné
- Savoir développer un programme en langage Python

Modalités d'évaluation : contrôle continu et un examen final pratique sur ordinateur

<b>Sciences de l'Information 1</b>	<b>J.F. Pétin</b>
<b>EC – Mathématiques discrètes</b>	<b>J.F Pétin</b>

- **Objectifs**

L'objectif de cet EC est d'acquérir les bases théoriques des Mathématiques Discrètes (graphes, logique propositionnelle, langages, automates, ...) qui constituent des prérequis pour la formation des ingénieurs en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (optimisation, ordonnancement, commande, informatique...).

- **Compétences acquises**

À l'issue de cet enseignement, les élèves seront capables :

- de modéliser un système à événements discrets à l'aide de la théorie des langages et des automates à états finis.
- de résoudre un problème d'optimisation à l'aide de la théorie des graphes
- de conduire et analyser/démontrer un raisonnement à l'aide de la logique propositionnelle

- **Prérequis**

Aucun

- **Programme pédagogique**      **CM : 22**      **TD : 18**      **TP : 0**

Les enseignements comprennent 4 parties:

**Théorie des graphes** : structures ordonnées (treillis, graphes et arbres), graphes orientés et non orientés, parcours et propriétés (chaîne, chemins, cycle, circuits, eulériens, hamiltonien, chinois), connexité et décomposition, matrice d'adjacence et d'incidence, isomorphisme de graphes, algorithmique de graphes (plus court chemin, nombre de chemins de longueur n, détermination de flots, coloration, notion de complexité).

**Algèbre de Boole** : expression et fonctions booléennes, formes normales de Lagrange, lois de simplification, diagrammes de Karnaugh.

**Systèmes à Événements Discrètes**: Introduction à la notion d'état, méthode de Huffman, théorie des langages et automates (mots et langages, opérations sur les langages, fermeture préfixielle, expressions régulières, automates déterministes, non déterministes, théorème de Kleene, produit et composition synchrone, détermination, théorème de contrôlabilité, suprême contrôlable, synthèse de superviseurs).

**Logique propositionnelle** : proposition et formule logique, connecteurs, prédicats et quantificateurs, équivalences propositionnelles, méthodes de preuve, logique des prédicats du 1er ordre, extensions et logiques temporelles

- **Evaluation**

- Ecrit (évaluation des connaissances théoriques sur les quatre parties au programme de l'EC)

UE – Langues 1	S. Gallaire
EC – Anglais	C. Corringer

- **Objectifs**

This course aims to consolidate students' knowledge of the 4 language activities (written production, oral production in interaction, reading comprehension, listening comprehension), bring up the weakest students to standard, satisfy (at least) the B1 level English level (see CECRL or CTI 2010 description) by targeting B2. Develop professional skills.

- **Compétences acquises**

Professional interpersonal skills and know-how.  
Reading and speaking comprehension, written production in a foreign language.

- **Prérequis**

For all students: having received instruction in this language in first or second foreign language during their secondary education, i.e. a minimum of 5 years. Have at least a B1 level.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 24**      **TP : 00**

Students are offered activities to improve the 4 language activities while keeping in mind professional final tasks such as writing a CV, a motivation letter and a technical report in English. For the weakest students, the emphasis is also placed on consolidating the grammatical and lexical fundamentals.

Action-oriented approach: the activities and materials used in class connect skills with communicative tasks.

The materials and methods are adapted according to the level of the students.

- Listening: various original audio and video documents, websites
- Written comprehension: letters, CVs, reports, press articles, extracts from scientific articles. Activities aiming at the fixation and transfer of the studied language structures.
- Oral production: restitution, debates, exchanges, points of view using audio/video and written documents as sources
- Written production: CV writing, cover letters, reports

- **Evaluation**

Continuous assessment: diagnostic, formative and summative assessments (grammar, vocabulary, listening/reading, and writing).

<b>UE – Nom de l'Unité d'Enseignement ou Bloc</b>	<b>Stéphanie Gallaire</b>
<b>EC – Nom de l'Elément Constitutif</b>	<b>Claire Cuisinier</b>

- **Objectifs**

Les élèves sont répartis en groupes selon leur niveau de compétence.  
Atteindre, renforcer ou dépasser le niveau B1 tel que décrit dans le CECRL. Renforcement des bases, langue générale.  
Remise à niveau dans les 5 compétences en vue d'atteindre le niveau B1 à la fin du S6, ou d'aller au-delà pour les étudiants les plus avancés  
Pour les débutants : atteindre le niveau A1 tel que décrit dans le CECRL.

- **Compétences acquises**

Développement de la capacité à communiquer, à échanger. Confiance en soi en langue étrangère.  
Compréhension de l'écrit et de l'oral, production écrite et orale (en continu et en interaction) en langue étrangère.  
Savoir se fixer des objectifs, apprendre à apprendre.

- **Prérequis**

Avoir suivi la langue étudiée en LV1, LV2 ou LV3 dans le secondaire.  
Pour les débutants: engagement à suivre la formation dans la LV2 choisie tout au long de sa scolarité à l'ENSEM.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 24**      **TP : 00**

Langue générale et quotidienne, thèmes, supports et mise en œuvre les plus variés possibles.  
Thèmes : parler de soi-même, étudier, sport et loisirs, santé, travail, entreprise, vivre à l'étranger, habiter, vie quotidienne et traditions.  
A chaque cours, travail des 5 compétences (compréhension écrite et orale, interaction orale, expression écrite et orale).  
Enrichissement systématique du vocabulaire actif (jeux, etc.).  
Utilisation des ressources en ligne pour un travail intensif de la compréhension orale et de la langue.  
Entraînement systématique de la compréhension orale à travers documents audio et vidéo authentiques.  
Entraînement de la compréhension écrite à travers des articles de presse et autres textes.  
Production orale : débats, échanges, comptes rendus, jeux de rôle, présentations, entraînement de la prononciation, etc.  
Production écrite : productions écrites en rapport avec les points développés dans les autres compétences, rédaction de mail, prise de position, synthèse, etc.

- **Evaluation**

Contrôle continu (50%): tests réguliers en cours de semestre ; note sanctionnant la participation en cours.  
Examen écrit (50%).

**UE – Sciences humaines**

**Stéphanie Gallaire**

**EC – Quitus de langue française**

**Claire Cuisinier**

- **Objectifs**

Pour les élèves dont le français n'est pas la langue maternelle : validation à 100% du niveau 2 à la fin du semestre 6.

Pour les élèves de langue maternelle française : validation à 100% du niveau 3 à la fin du semestre 6.

- **Compétences acquises**

Amélioration de la langue française avec obtention d'un niveau précis (2 ou 3 en fonction de la langue maternelle).

Possibilité d'aller au-delà de l'objectif imposé, jusqu'à 100% du niveau 4.

Diminution, voire disparition des fautes commises par l'élève en grammaire et en orthographe.

Entraînement de la capacité à travailler en autonomie et avec régularité, à raison d'une heure hebdomadaire.

- **Prérequis**

Avoir un niveau A2 en français si le français n'est pas la langue maternelle.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 24**      **TP : 00**

Travail autonome sur la grammaire et l'orthographe françaises sur la plateforme e-learning Orthodidacte.

Évaluation diagnostique réalisée par chaque élève en début d'année sur la plateforme.

Sur la base de cette évaluation, un parcours personnalisé est établi.

Révision des règles et éradication progressive des erreurs en suivant la progression établie par la plateforme.

Progression continue jusqu'à l'atteinte de l'objectif fixé, voire au-delà.

- **Evaluation**

Quitus de langue française indexé à l'obtention de 100% du niveau 2 ou 3, selon la langue maternelle. Quitus semestriel qui conditionne l'obtention de l'UE Sciences humaines.

<b>UE – formation générale 1</b>	<b>Benjamin Remy</b>
<b>EC – projet de 1ere année</b>	<b>Jean-Christophe Marpeau</b>

- **Objectifs**

Au travers d'une étude de grande ampleur de type ingénierie de conception, il s'agit d'entrevoir la multiplicité des savoir-faire requis pour mener à bien un projet d'ingénierie s'inscrivant dans le profil ingénieur ENSEM.

- **Compétences acquises**

Gestion de projet, aptitude au travail collectif dans un projet pluri-disciplinaire

- **Prérequis**

Compétences scientifiques et techniques de niveau CPGE, du bon sens, de l'ouverture d'esprit et une aptitude à travailler en équipe et de manière autonome.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 00**      **TP : 30**

Le sujet posé par les enseignants, traite d'un problème d'ingénierie de large ampleur, de nature pluridisciplinaire de préférence et possédant une teinte d'innovation.

Il offre des possibilités d'études multiples : étude scientifique (modélisation, simulation), étude technique (capteurs, actionneurs, matériaux, dimensionnement), étude des coûts, etc. Il s'agit pour l'élève d'en étudier la faisabilité globale et d'explorer en détails quelques uns de ses aspects spécifiques.

Certaines études peuvent aboutir à une réalisation technique mais cela ne constitue pas l'objectif essentiel. Des problèmes industriels en liaison avec des entreprises sont aussi proposés, à condition de respecter l'esprit du projet et de régler les aspects de confidentialité.

Les groupes projets travaillent en totale autonomie (sous la responsabilité d'un tuteur qui assure le rôle de client).

Un suivi régulier de l'avancement du projet est fourni par le groupe à travers la fourniture de compte-rendus réguliers mais aussi de différents documents :

- Rapport d'avant-projet
- Rapport à mi-parcours
- Rapport final

- **Evaluation**

Pas d'évaluation à ce stade d'avancement du projet

<b>UE – formation générale 1</b>	<b>Benjamin Remy</b>
<b>EC – Management</b>	<b>Nathalie Charpentier</b>

- **Objectifs**

Donner aux étudiants la capacité d'analyser le système « entreprise » sur le plan organisationnel, managérial et stratégique. Leur donner les outils qui leur permettent d'identifier les risques, les conflits, afin de s'armer pour leurs résolutions et pour la mise en place de stratégies.

- **Compétences acquises**

Capacité à s'intégrer dans une organisation d'entreprise, de l'animer et de la faire évoluer

- **Prérequis**

Aucun

- **Programme pédagogique**      **CM : 14**      **TD : 00**      **TP : 00**

La dimension managériale :

- Les différents styles de management
- Le management dans le monde
- Les différentes stratégies
- Le diagnostic stratégique
- La segmentation stratégique
- L'analyse interne et externe : le SWOT

La gestion des conflits :

- Les différents types de conflits
- Les sources de conflit
- Les attitudes dans le conflit
- Les techniques de négociation

La gestion des risques :

- Problématique de la gestion des risques
- Le risk management
- La pyramide COSO
- L'évaluation des risques et leur cartographie
- Les finalités de la gestion des risques

Le coaching

- Les enjeux actuels du coaching
- Avantages et inconvénients du coaching externe et interne

- **Evaluation**

Examen :  
QCM et questions de cours.

**UE – formation générale 1**

**Benjamin Remy**

**EC – Communication**

**Annick Thimon**

- **Objectifs**

Rédaction de compte-rendus de réunion, de rapport de TP scientifiques.  
Rédaction de CV, lettre et mail de motivation.  
Savoir se présenter.  
Réfléchir à son projet professionnel .  
Techniques de l'entretien .

- **Compétences acquises**

Aptitudes à organiser des idées, connaissances et/ou informations afin de rédiger un compte-rendu de réunion , de TP.  
Savoir présenter correctement ces travaux.  
Rédaction d'un CV, d'une lettre et d'un mail de motivation.  
Techniques de l'entretien . Savoir réfléchir à son projet professionnel.

- **Prérequis**

Maîtrise satisfaisante de la langue française.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 16**      **TP : 00**

- La conduite de réunion et les différents types de conduite de réunion. Exercices d'application.
- Savoir rédiger et présenter un compte-rendu de réunion.
- Rédaction d'un rapport TP scientifique
- Comment faire un reporting simple et efficace.
- Approche de la connaissance de soi et savoir se présenter
- Rédaction d'un CV , lettre et mail de motivation
- L'entretien.
- Construction du projet professionnel.
- Chaque séance est complétée par des exercices de grammaire/vocabulaire.

- **Evaluation**

Evaluation orale 50% , évaluation écrite 50%.

**UE – Sciences humaines**

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**EC – Sécurité au travail 1****Thierry Boileau**

- **Objectifs**

L'objectif de ce module est de donner les connaissances nécessaires aux étudiants pour valider la partie théorique et pratique de l'habilitation électrique au niveau "BE Essai"

- **Compétences acquises**

Avoir un comportement approprié en présence de tension électrique.  
Savoir prendre les mesures nécessaires afin d'éviter de se mettre en danger en présence de tension électrique.  
Réagir de façon adaptée en cas d'accident d'origine électrique.

- **Prérequis**

Loi de base de l'électricité (loi d'Ohm, loi des mailles, loi des nœuds théorème d'ampère et force de Laplace)

- **Programme pédagogique**      **CM : 08**      **TD : 00**      **TP : 00**

Cours Magistraux  
Effets physiologiques du courant  
Les appareillages électriques (schémas normalisés, fonctions)  
Les mesures de sécurité (contre les contacts directs et indirects)  
Les équipements de protection  
Les consignes de sécurité (zone, et distance à respecter)  
La consignation  
Les niveaux d'habilitation  
Les gestes qui sauvent  
Intervention en cas d'incendie

- **Evaluation**

1 QCM

**UE – UE Formation générale 2**

**B. Rémy**

**EC – Egalité Diversité et inclusion**

**Valérie Louis Dorr**

- **Objectifs**

L'objectif est de sensibiliser les étudiants aux thématiques du vivre-ensemble dans le respect mutuel et l'acceptation des différences, ainsi qu'à la lutte contre les violences sexistes et sexuelles et toutes les formes de discriminations. Ces thématiques sont regroupées sous un tryptique égalité - diversité - inclusion, et l'objectif du cours est de découvrir les différentes problématiques qui y sont associées et les leviers d'actions permettant de les prévenir.

- **Compétences acquises**

Comprendre le concept de diversité et d'inclusion et ses implications  
 Apprécier la diversité culturelle et le respect des différences  
 Identifier des pratiques discriminatoires et des comportements non inclusifs  
 Connaître les dispositifs d'alerte et savoir réagir

- **Prérequis**

Sans prérequis  
 Toutefois les prérequis intéressants sont de l'ordre des qualités personnelles sur l'ouverture d'esprit !

- **Programme pédagogique**      **CM : 04**      **TD : 00**      **TP : 00**

Théâtre Forum de sensibilisation aux violences sexuelles et sexistes (VSS) par la troupe synergie  
 Le principe : une courte scène traitant du sexisme, du cyberharcèlement et d'une agression dans un environnement étudiant est jouée par les acteurs. La scène est ensuite rejouée en mettant cette fois-ci les étudiants à contribution.  
 L'idée est de leur permettre de jouer le rôle de la protagoniste principale et de réagir aux outrages dont elle est victime.  
 Ce théâtre d'improvisation débouche ensuite sur une réflexion collective sur les différences entre outrage sexiste, harcèlement sexuel et la notion de consentement, souvent méconnues des étudiants Rappel de la loi.  
 Conférence prévention des conduites à risques, notamment en suite aux différentes formes d'addictions  
 Témoignage d'étudiant sur une agression sexiste et sexuelle  
 Formation asynchrone sous forme de vidéos de sensibilisation et d'information  
 Quiz sur l'inclusion et l'exclusion  
 Quiz sur la diversité

- **Evaluation**

La participation au Théâtre Forum et aux différentes conférences, ainsi que la participation aux quizzes en ligne, constituent un quitus obligatoire au sein du syllabus.

<b>UE – formation générale 1</b>	<b>Benjamin Remy</b>
<b>EC – Gestion de projet</b>	<b>Jean-Christophe Marpeau</b>

- **Objectifs**

Acquérir les bases en gestion de projet d'ingénierie et savoir se présenter par rapport à son projet professionnel.

- **Compétences acquises**

Analyse des besoins et identification des problématiques d'un projet  
 Appréhender la rédaction d'un cahier des charges  
 Rédiger un document de spécification  
 Planifier et identifier les critères de suivi d'un projet  
 Animation de réunions de projet, écriture de compte-rendus, rédaction de rapports d'activités

- **Prérequis**

Compétences scientifiques et techniques de niveau CPGE, du bon sens et de l'ouverture d'esprit, Maîtrise de la langue française.

- **Programme pédagogique**      **CM : 2**      **TD : 16**      **TP :**

CM : 2 séances  
 Séance 1 :  
 - présentation du contenu des enseignements en gestion de projet ainsi que les attendus du projet annuel 1A.  
 - Qu'est-ce qu'un projet ?  
 - la complexité d'un projet (vision systémique)  
 Séance 2 :  
 - La démarche projet (processus en V; méthodes agiles, gestion d'un portefeuille de projets)  
 - Projet et démarche de résolution de problèmes  
 - Présentation du guide "Gestion d'un projet en équipe" qui sera de base aux projets 1A

TD : 8 séances p  
 - Contextualisation d'un projet et analyse des besoins  
 - Des besoins aux fonctions  
 - Risques et opportunités  
 - Converger vers une solution  
 - Planifier votre projet  
 - le suivi de votre projet  
 - la clôture de votre projet  
 - Documentation, supports et outils

- **Evaluation**

L'évaluation se fait sur la base de la fourniture d'un rapport d'avant projet : présentation du problème / analyse des besoins (5pts) - Identification des objectifs à atteindre et des risques (5 pts) - Structuration et gestion du projet (5 pts) et impression générale du rapport (5 pts)

Unité d'Enseignement (UE) Eléments Constitutifs (EC)	Responsable	Section CNU de l'EC
---	-------------	------------------------

CM	TD	TP	Total h	Coeff total	ECTS	Barre UE
----	----	----	---------	----------------	------	-------------

## ENSEM DIPLÔME ISN - SEMESTRE 6

### UE Mathématiques 2

*D. Schmitt*

Analyse Numérique	D. Schmitt	26
Probabilités et Statistiques	Sara Mazzonetto	26

16	20	0	36	3	5	10
18	18	0	36	2		

### UE Automatique, Thermodynamique et simulation

*J. Daafouz*

Dynamique des systèmes Energétiques & cinématique appliquée CATIA	B. Remy	62
Automatique - Dynamique et Contrôle des Systèmes	J. Daafouz	61

14	4	12	27	2,2	5	10
14	7	15	36	2,8		

### UE Bureau d'étude

*V. Louis-Dorr*

Bureau d'Etude Système : SAMI	V. Louis-Dorr	61
-------------------------------	---------------	----

0	0	45	45	5	5	12
---	---	----	----	---	---	----

### UE Informatique

*YQ. Song*

Algorithmique et Programmation orientée objet	V. Chevrier	27
Bases de données	A. Lahmadi	27
Algorithmique et structures de données	YQ. Song	27

7	5	18	30	1,8	5	10
6	3	9	18	1,4		
9	6	12	27	1,8		

### UE Langues 2

*S. Gallaire*

Anglais	C. Corringer	11
Langue vivante 2	C. Cuisinier	12,14, 09
Validation du niveau de langue française	C. Cuisinier	

0	30	0	24	2,5	5	10
0	20	0	24	2,5		
0	1	0	1	quitus		

### UE Formation générale 2

*B. Remy*

Projet de 1ère année	JC Marpeau	27,60,61,62,63
Communication	A. Thimon	71
Connaissance de l'Entreprise	N. Charpentier	6
Habilitation Electrique & Sécurité au Travail	T. Boileau	63
Egalité - Diversité - Inclusion	V. Louis-Dorr	
Innovation et entrepreneuriat	S. Gallaire	6

0	0	20	20	2	5	12
2	10	0	12	1		
12	6	0	18	1,5		
0	0	0,5	0,5	Quitus		
4	0	0	4	Quitus		
0	12	0	12	0,5		

*UE Stage Industriel 1*

*N. Louvet*

Stage Industriel	N. Louvet	27,60,61,62,63
------------------	-----------	----------------

1 mois	-	Quitus
--------	---	--------

**Commun Energie**

**TOTAL**

370,5		30
-------	--	----

**UE Outils Mathématiques 2**

**D. SCHMITT**

**EC - Analyse numérique**

**S. MAZZONETTO**

- **Objectifs**

Cet enseignement présente une introduction aux différentes techniques de résolution numérique de problèmes rencontrés en sciences de l'ingénieur. Son objectif est de fournir les techniques de résolution en mathématiques numériques, les algorithmes associés et leur implémentation informatique (sous Matlab) pour la simulation de problèmes déterministes.

- **Compétences acquises**

Les étudiants sont amenés, pas à pas, vers la compréhension des mathématiques numériques utiles dans leur formation d'ingénieur.

La résolution individuelle de problèmes doit amener les élèves à faire preuve d'une plus grande autonomie. En particulier, à l'issue de cet enseignement, les étudiants devront être capables d'analyser le problème posé, déterminer la méthode numérique la plus adaptée à la résolution du problème, mettre en œuvre cette méthode et analyser les résultats obtenus.

- **Prérequis**

Une bonne maîtrise des notions mathématiques « de base » (analyse, algèbre,...) acquises lors des deux premières années d'enseignement supérieur et dans le cadre du module « Mathématiques pour l'ingénieur » est demandée. De même, une maîtrise des outils informatiques, de l'algorithmique et de la programmation de base est supposée acquise.

- **Programme pédagogique**      **CM : 16**      **TD : 20**      **TP : 00**

Les erreurs en analyse numérique;  
Résolution numérique d'équations non linéaires;  
Interpolation et approximation polynomiale;  
Dérivation et intégration numérique;  
Résolution numérique des équations différentielles;  
Résolution numérique de systèmes linéaires

- **Evaluation**

Note TP : obtenue à partir d'un ou plusieurs comptes-rendus de TP et/ou d'un examen de TP.

Note d'écrit : examen écrit en fin de semestre.

La note de l'EC =  $0,4 \cdot TP + 0,6 \cdot E$ .

<b>UE Outils Mathématiques 2</b>	<b>D. SCHMITT</b>
<b>EC - Probabilités et Statistiques</b>	<b>S. MAZZONETTO</b>

- **Objectifs**

Apprendre à manipuler les variables aléatoires, afin de modéliser les problèmes aléatoires (utilisables plus tard en analyse du signal, sûreté des systèmes, modélisation des durées de vie de composants, etc).

- **Compétences acquises**

Modéliser des phénomènes aléatoires. Calculer des probabilités et des espérances. Connaître la notion de variables indépendantes. Utiliser la loi des grands nombres. Utiliser le théorème central limite et la loi normale (pour calculer des probabilités et construire un intervalle de confiance). Modéliser les files d'attente grâce aux chaînes de Markov et aux processus de Poisson.

- **Prérequis**

Calcul intégral, calculs des séries.

- **Programme pédagogique**      **CM : 16**      **TD : 18**      **TP : 00**

**Cours magistraux :**

- Définitions de la probabilité sur des univers finis, dénombrables ou continus.
- Notions de probabilité conditionnelle, indépendance, et théorème de Bayes.
- Variable et vecteur aléatoires réels et leur loi (discrète ou à densité).
- Fonction de répartition et fonction caractéristique.
- Espérance, variance, covariance.
- Loi des grands nombres, théorème central limite et application aux intervalles de confiance.
- Chaînes de Markov
- Processus de Poisson
- Files d'attente

**TD :**

Exercices d'application du cours. Exercices choisis pour leur contenu proche des préoccupations des ingénieurs et du monde industriel.

**TP :**

Modélisation d'un phénomène aléatoire type file d'attente, ou chaîne de Markov, sur Matlab.

- **Evaluation**

Examen écrit et compte rendu de TP

<b>UE - UE Automatique, Thermodynamique et simulation</b>	<b>J. DAAFOUZ</b>
<b>EC - Dynamique des systèmes Energétiques &amp; cinématique appliquée CATIA</b>	<b>B. REMY</b>

- **Objectifs**

Il s'agit d'apprendre à modéliser des systèmes mécaniques et énergétiques en se basant sur la mise en place de modèles issus de principes physiques (conservation de la quantité de mouvement et conservation de l'énergie), d'identifier clairement quels sont les paramètres d'entrées et de sorties de ces systèmes et d'établir des relations de type entrée-sortie entre ces grandeurs.

- **Compétences acquises**

Savoir décomposer un système mécanique en éléments simples, identifier les types de liaison et modéliser cette pièce sur un logiciel de Conception Assisté sur Ordinateur (CATIA).  
Savoir modéliser le comportement d'un système énergétique ou de l'un de ses éléments en régime statique ou dynamique.

- **Prérequis**

Aucun

- **Programme pédagogique**      **CM : 14**      **TD : 04**      **TP : 12**

Le cours d'un volume de 27 heures est composé de deux parties :

- Une partie mécanique (Cinématique sous CATIA) de 12 heures ( 3 x 4 =12 heures de TP sous catia).
- Une partie thermodynamique de 18 heures (7 x 2 heures de cours et 2 x 2 = 4 heures de TD)

**1. Partie Mécanique :**

La partie cours aura pour but de passer en revue les différents types de liaisons mécaniques (Pivot, rotation, encastrement, ...) permettant de relier entre elles des pièces mécaniques et d'introduire le logiciel de conception mécanique CATIA. La partie TP consistera à mettre en pratique les notions vues en cours. Les étudiants devront concevoir sous CATIA un système mécanique et étudier sa cinématique.

**2. Partie Thermodynamique / Energétiques des systèmes :**

La partie cours aura pour but d'apprendre à modéliser des systèmes énergétiques complexes en passant en revue les différentes modélisations possibles :

- Approche thermodynamique
- Méthodes enthalpiques ou bilans énergétiques
- Modèles analytiques ou numériques
- Méthodes convolutives et paramétriques

Ces différentes techniques seront ensuite utilisées dans le cadre de deux travaux dirigés.

- **Evaluation**

Évaluation sur Machines pour la partie Cinématique,  
Test de fin de module pour la partie Thermodynamique.  
Note finale = (Note TP) \* 1/2 + (Test) \*1/2

<b>UE – Automatique, Thermodynamique et simulation</b>	<b>Pierre RIEDINGER</b>
<b>EC – Automatique - Dynamique et Contrôle des Systèmes</b>	<b>Jamal DAAFOUZ</b>

- **Objectifs**

Au carrefour de l'ingénierie, des mathématiques appliquées et de la physique, l'Automatique est une science qui traite de la modélisation, de l'analyse et de la commande des systèmes dynamiques. Cet EC permettra de doter les futurs ingénieurs des compétences de base pour la modélisation, l'analyse et le contrôle des systèmes dynamiques linéaires. L'objectif est de maîtriser la notion de boucle fermée et savoir utiliser les outils de base pour l'analyse de stabilité et le calcul de correcteurs avec les approches fréquentielles et les approches de type espace d'état.

- **Compétences acquises**

Modélisation d'un système dynamique, Analyse de stabilité et des propriétés structurelles, synthèse d'un régulateur.

- **Prérequis**

Mathématiques du niveau 1<sup>o</sup> cycle scientifique ou classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques

- **Programme pédagogique**      **CM : 14h**    **TD : 7h**      **TP : 15h**

**Cours magistraux**  
 Représentation d'état des systèmes dynamiques  
 Propriétés de commandabilité et d'observabilité. Critères dans le cas des systèmes linéaires invariants par translation dans le temps  
 Retour d'état avec observateur. Théorème de séparation des valeurs propres  
 Application au cas mono entrée- mono sortie  
 Les méthodes graphiques pour évaluer la stabilité et la robustesse : Critère de Nyquist, marges de stabilité  
 Rejet des perturbations  
 Rôle des régulateurs classiques  
 Approche fréquentielle pour le réglage des régulateurs

**Travaux pratiques**  
 Modélisation et commande d'un robot Segway  
 Modélisation et contrôle d'un hélicoptère

**Bibliographie**  
 K.J. Astrom and R. M. Murray, "Feedback systems : an introduction for scientists and engineers", Princeton University Press

- **Evaluation**

NF : note finale de l'EC, EE : examen écrit , MT : Moyenne de 3 tests en tutorats , TP : note TP

$NF = \max ((3*EE + TP)/4) , (2*EE + MT + TP)/4).$

<b>UE – Bureau d'étude</b>	<b>Valérie Louis Dorr</b>
<b>EC – Bureau d'Etude Système : SAMI</b>	<b>Valérie Louis Dorr</b>

- **Objectifs**

L'objectif de ce cours est de conduire l'étude d'un système sous la forme d'un bureau d'étude en autonomie partielle. L'application choisie est la commande d'une flottille de robots: problèmes du voyageur de commerce parcourir N points sous contrainte de la plus petite distance

- **Compétences acquises**

Etre capable de mettre en œuvre un projet de conception et développement d'un système complexe, et de mettre en œuvre des compétences pluridisciplinaires dans le cadre de la gestion du projet collaboratif.

- **Prérequis**

Cours d'automatique, modélisation, signaux et systèmes, informatique

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 00**      **TP : 40h**

**Définition des objectifs du projet**  
**Spécifications et livrables: Définition du Cahier des charges et résultats attendus**  
**Spécifications fonctionnelles et techniques**  
**Conception et simulation unitaire des parties mathématiques, automatique et informatique**  
**Développement unitaire**  
**Validations croisées (Math, Info, Auto)**  
**Bilan à mi parcours**  
**Prototypage Intégration techniques des processus**  
**Présentation**  
**Démonstration**

- **Evaluation**

Nous évaluons l'aptitude à collaborer dans un contexte pluridisciplinaire, restituer un travail effectué en autonomie, Exposer une démarche scientifique constituée de plusieurs phases : modélisation , de développement, de contrôle et de tests

**UE – Informatique**

**Song**

**EC – Algorithmique et Programmation orientée objet**

**Chevrier**

- **Objectifs**

Les objectifs de cet EC sont de présenter les concepts fondamentaux de la conception d'algorithmes, de la modélisation selon l'approche objet, et leur mise en œuvre.

Cet EC est indispensable pour aborder des notions plus avancées des systèmes embarqués, distribués et réseaux dans différents domaines d'applications liés à la formation de l'ingénieur. Il s'agit aussi d'un socle fondamental pour toute formation d'ingénieur.

- **Compétences acquises**

Concevoir des algorithmes

Modéliser et concevoir sous forme d'objets

Maîtriser une technique de programmation

Être autonome en programmation et être capable de s'approprier d'autres langages

- **Prérequis**

Représentation de l'information, Algorithmique et programmation, Outils logiciels.

- **Programme pédagogique**      **CM : 07**      **TD : 05**      **TP : 18**

Notion de classes, d'héritage.

Portée des variables et modules

Structure de données et algorithmes associés (liste, ensembles, chaînes, dictionnaire)

Fichier, Exception

Récurtivité

- **Evaluation**

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

<b>UE – Informatique</b>	<b>YQ. SONG</b>
<b>EC – Bases de données</b>	<b>A. Lahmadi</b>

- **Objectifs**

Une grande majorité des systèmes informatiques (industrielles ou de l'entreprise) s'appuient sur des systèmes de gestion de bases de données pour le stockage et l'interrogation des données.  
Cet EC couvre la conception et l'exploitation des bases de données relationnelles et NoSQL ainsi que leur interrogation via des connecteurs et leur exploitation dans un programme informatique

- **Compétences acquises**

- Concevoir une base de données relationnelle
- Mettre en oeuvre et exploiter une base de données relationnelle ou NoSQL

- **Prérequis**

Algorithmes et programmation 1A

- **Programme pédagogique**      **CM : 6**      **TD : 3**      **TP : 9**

**Cours magistraux :**

- Introduction générale : Données, Bases de données et Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD).
- Le modèle Entité/Association : Entités, associations (binaires et généralisées), attributs et identifiants.
- Le modèle relationnel : Définition d'un schéma relationnel. Passage d'un schéma E/A à un schéma relationnel.
- Le langage SQL : Requêtes simples, requêtes sur plusieurs tables, requêtes imbriquées. Agrégation. Mise à jour.
- Introduction aux bases de données NoSQL et MongoDB

**Travaux dirigés :**

- Modélisation d'une base de données, passage au schéma relationnel et normalisation
- Algèbre relationnelle et requêtes SQL

**Travaux pratiques :**

- Conception et mise en oeuvre d'une base de données sous MySQL et son interrogation en SQL
- Programmation d'une application Python pour interroger une base de données
- Mise en oeuvre et interrogation d'une base MongoDB

- **Evaluation**

- Savoir concevoir et exploiter une base de données relationnelle ou NoSQL (MongoDB)

Modalités d'évaluation : contrôle continu (test pratique), examen écrit

**UE – Informatique**

**Ye-Qiong SONG**

**EC – Algorithmique et structures de données**

**Ye-Qiong SONG**

- **Objectifs**

- Connaissances et techniques avancées en programmation, structures de données dynamiques et conception d'algorithmes.  
- Compétences en développement en java (utilisation du langage java comme support de cours).

- **Compétences acquises**

Autonomie en conception d'algorithmes efficaces et développement de logiciels modulaires.  
Maitrise de la programmation orientée objet en Java

- **Prérequis**

Connaissances en algorithmique et programmation orientée objet.

- **Programme pédagogique**      **CM : 9**      **TD : 6**      **TP : 12**

Cours :

1. Introduction à la programmation orientée objet en java
2. Structures de données dynamiques (liste, pile, file, graphe, arbre, tas, dictionnaire et table de hachage)
3. Principe de conception d'algorithmes (Force brute, backtracking, ...)
4. Vérification et test unitaire

Tutorats :

- Tutorat1 : Programmation en java (sous eclipse)  
Tutorat2 : Programmation orientée objet en java (sous eclipse)  
Tutorat3 : Liste chaînée et graphe (Dijkstra)  
Tutorat4 : Arbres et tas  
Tutorat5 : conception d'algorithmes de backtracking  
Tutorat6 : Test unitaire (JUnit)

TP :

- TP1 : Programmation orientée objet en java (simulation d'un distributeur)  
TP2 : Graphe et Dijkstra (itinéraires de bus)  
TP3 : Algorithmes sur Arbres (gestion d'un annuaire)  
TP4 : Backtracking (problème de n reines)

- **Evaluation**

Les compétences en conception d'algorithmes et utilisation de structures de données dynamiques, ainsi qu'en programmation java sont évaluées par le contrôle continu et un test pratique final.

**UE – Langues 2**

S. Gallaire

**EC – Anglais**

**C. Corringer**

- **Objectifs**

Ce module a pour objectif de consolider le niveau B1 des élèves les plus faibles, et d'atteindre B2+ /C1 pour les plus forts, de développer les compétences d'expression orale et de commencer la préparation au TOEIC.

- **Compétences acquises**

-Savoir-être et savoir-faire professionnels.  
-Compréhension de l'écrit et de l'oral, production orale (en continu et en interaction) en langue étrangère.

- **Prérequis**

Pour tous les élèves : avoir suivi un enseignement dans cette langue, en LV1 ou LV2, au cours de ses études secondaires, soit 5 années au minimum. Avoir au minimum le niveau B1.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 24**      **TP : 00**

Poursuite du travail de perfectionnement de l'oral afin de pouvoir :

- s'exprimer sur des sujets complexes de façon claire et bien structurée, émettre un avis sur un problème, utiliser la langue de façon efficace et souple dans sa vie académique, professionnelle et sociale, comprendre une discussion spécialisée dans son domaine professionnel, comprendre le contenu de sujets concrets ou abstraits - dans un texte, un programme audio et/ou vidéo - utilisant une langue « standard ».
- restituer dans ses grandes lignes tout document écrit et oral authentique (ex : articles de presse, News chaînes anglo-saxonnes, programmes audio) portant sur divers domaines : vie sociale, culturelle, professionnelle.

Initiation au test TOEIC.  
Approche actionnelle : les activités et supports utilisés en cours relient les compétences aux tâches communicatives et à la préparation du test TOEIC.  
Les supports et les méthodes sont adaptés selon les niveaux.

- **Evaluation**

Contrôle continu: évaluations diagnostiques, formatives et sommatives (vocabulaire, compréhension orale/écrite type TOEIC, et oraux en continu ou en interaction).

<b>UE – Nom de l'Unité d'Enseignement ou Bloc</b>	<b>Stéphanie Gallaire</b>
<b>EC – Nom de l'Elément Constitutif</b>	<b>Claire Cuisinier</b>

- **Objectifs**

Les élèves sont répartis en groupes selon leur niveau de compétence.  
 Atteindre, renforcer ou dépasser le niveau B1 tel que décrit dans le CECRL. Renforcement des bases, langue générale.  
 Remise à niveau dans les 5 compétences en vue d'atteindre le niveau B1 à la fin du S6, ou d'aller au-delà pour les étudiants les plus avancés  
 Pour les débutants : atteindre le niveau A1 tel que décrit dans le CECRL.

- **Compétences acquises**

Développement de la capacité à communiquer, à échanger. Confiance en soi en langue étrangère.  
 Compréhension de l'écrit et de l'oral, production écrite et orale (en continu et en interaction) en langue étrangère.  
 Savoir se fixer des objectifs, apprendre à apprendre.

- **Prérequis**

Avoir suivi la langue étudiée en LV1, LV2 ou LV3 dans le secondaire.  
 Pour les débutants: engagement à suivre la formation dans la LV2 choisie tout au long de sa scolarité à l'ENSEM.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 24**      **TP : 00**

Langue générale et quotidienne, thèmes, supports et mise en œuvre les plus variés possibles.  
 Thèmes : parler de soi-même, étudier, sport et loisirs, santé, travail, entreprise, vivre à l'étranger, habiter, vie quotidienne et traditions.  
 A chaque cours, travail des 5 compétences (compréhension écrite et orale, interaction orale, expression écrite et orale).  
 Enrichissement systématique du vocabulaire actif (jeux, etc.).  
 Utilisation des ressources en ligne pour un travail intensif de la compréhension orale et de la langue.  
 Entraînement systématique de la compréhension orale à travers documents audio et vidéo authentiques.  
 Entraînement de la compréhension écrite à travers des articles de presse et autres textes.  
 Production orale : débats, échanges, comptes rendus, jeux de rôle, présentations, entraînement de la prononciation, etc.  
 Production écrite : productions écrites en rapport avec les points développés dans les autres compétences, rédaction de mail, prise de position, synthèse, etc.

- **Evaluation**

Contrôle continu (50%): tests réguliers en cours de semestre ; note sanctionnant la participation en cours.  
 Examen écrit (50%).

ISN	S6	Fr
-----	----	----

<b>UE – Sciences humaines</b>	<b>Stéphanie Gallaire</b>
<b>EC – Quitus de langue française</b>	<b>Claire Cuisinier</b>

- **Objectifs**

Pour les élèves dont le français n'est pas la langue maternelle : validation à 100% du niveau 2 à la fin du semestre 6.

Pour les élèves de langue maternelle française : validation à 100% du niveau 3 à la fin du semestre 6.

- **Compétences acquises**

Amélioration de la langue française avec obtention d'un niveau précis (2 ou 3 en fonction de la langue maternelle).

Possibilité d'aller au-delà de l'objectif imposé, jusqu'à 100% du niveau 4.

Diminution, voire disparition des fautes commises par l'élève en grammaire et en orthographe.

Entraînement de la capacité à travailler en autonomie et avec régularité, à raison d'une heure hebdomadaire.

- **Prérequis**

Avoir un niveau A2 en français si le français n'est pas la langue maternelle.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 24**      **TP : 00**

Travail autonome sur la grammaire et l'orthographe françaises sur la plateforme e-learning Orthodidacte.

Évaluation diagnostique réalisée par chaque élève en début d'année sur la plateforme.

Sur la base de cette évaluation, un parcours personnalisé est établi.

Révision des règles et éradication progressive des erreurs en suivant la progression établie par la plateforme.

Progression continue jusqu'à l'atteinte de l'objectif fixé, voire au-delà.

- **Evaluation**

Quitus de langue française indexé à l'obtention de 100% du niveau 2 ou 3, selon la langue maternelle. Quitus semestriel qui conditionne l'obtention de l'UE Sciences humaines.

<b>UE – formation générale 1</b>	<b>Benjamin Remy</b>
<b>EC – projet de 1ere année</b>	<b>Jean-Christophe Marpeau</b>

- **Objectifs**

Au travers d'une étude de grande ampleur de type ingénierie de conception, il s'agit d'entrevoir la multiplicité des savoir-faire requis pour mener à bien un projet d'ingénierie s'inscrivant dans le profil ingénieur ENSEM.

- **Compétences acquises**

Gestion de projet, aptitude au travail collectif dans un projet pluri-disciplinaire

- **Prérequis**

Compétences scientifiques et techniques de niveau CPGE, du bon sens, de l'ouverture d'esprit et une aptitude à travailler en équipe et de manière autonome.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 00**      **TP : 20**

Le sujet posé par les enseignants, traite d'un problème d'ingénierie de large ampleur, de nature pluridisciplinaire de préférence et possédant une teinte d'innovation.

Il offre des possibilités d'études multiples : étude scientifique (modélisation, simulation), étude technique (capteurs, actionneurs, matériaux, dimensionnement), étude des coûts, etc. Il s'agit pour l'élève d'en étudier la faisabilité globale et d'explorer en détails quelques uns de ses aspects spécifiques.

Certaines études peuvent aboutir à une réalisation technique mais cela ne constitue pas l'objectif essentiel. Des problèmes industriels en liaison avec des entreprises sont aussi proposés, à condition de respecter l'esprit du projet et de régler les aspects de confidentialité.

Les groupes projets travaillent en totale autonomie (sous la responsabilité d'un tuteur qui assure le rôle de client).

Un suivi régulier de l'avancement du projet est fourni par le groupe à travers la fourniture de compte-rendus réguliers mais aussi de différents documents :

- Rapport d'avant-projet
- Rapport à mi-parcours
- Rapport final

- **Evaluation**

Évaluation sur la base de la fourniture d'un rapport à mi-parcours et d'un rapport final du projet (qualité du livrable, respect du cahier des charges, éléments de gestion du projet,..)

Présentation de l'ensemble des travaux dans la cadre d'une soutenance (soutenance, structuration des documents, motivation,...)

**UE – formation générale 1**

**Benjamin Remy**

**EC – Communication**

**Annick Thimon**

- **Objectifs**

Prise de parole devant un groupe .  
Etablir un support visuel et un poster  
La gestuelle , placer sa voix....  
Soutenance de stage ouvrier.

- **Compétences acquises**

- Acquérir une aisance verbale pour présenter un exposé , faire une soutenance de stage.
- Savoir faire un support visuel et un poster efficace .
- Marketing de projet.
- Savoir présenter une soutenance de stage ouvrier en 10 minutes et répondre de façon concise à des questions.

- **Prérequis**

Maîtrise correcte de la langue française.

- **Programme pédagogique**      **CM : 2**      **TD : 10**      **TP : 00**

- Techniques d'expression orale, notamment préparation à la soutenance de projet et du stage ouvrier..
- Importance de la gestuelle, de l'intonation, de l'utilisation de l'espace.
- Structuration de l'exposé ( techniques de l'introduction, de la conclusion, différents types de plan....)
- Marketing de projet. .
- Organisation et structuration d'un poster.
- Préparation à la soutenance du stage ouvrier..

- **Evaluation**

Evaluation orale 50% , évaluation écrite 50%.

**UE – formation générale 1**

**Benjamin Remy**

**EC – Connaissance de l'entreprise**

**Nathalie Charpentier**

• **Objectifs**

Comprendre ce qu'est une entreprise ainsi que son mode de fonctionnement. Donner aux étudiants les outils pour savoir créer leur propre entreprise en s'appuyant sur une bonne connaissance du milieu économique.

• **Compétences acquises**

A l'issue de cet EC, les étudiants seront capables d'identifier le type de structure d'entreprise et d'en dégager ses caractéristiques. Ils seront capables de qualifier juridiquement un contrat et d'en apprécier les conditions de validité dans une situation donnée.

• **Prérequis**

Aucun

• **Programme pédagogique**      **CM : 12**      **TD : 06**      **TP : 00**

**Typologie des entreprises**

- Classification économique (chiffre d'affaires, valeur ajoutée...)
- Classification juridique (statuts)

**La diversité des structures de l'entreprise**

- Les différents types de structure et leurs principales caractéristiques
- Les configurations structurelles

**La culture d'entreprise**

- Les caractéristiques de la culture
- Performance de l'entreprise et culture

**-L'éthique dans l'entreprise**

- Les attentes à l'égard des entreprises
- L'éthique des affaires et responsabilité sociétale des entreprises (RSE)

**Le télétravail**

- Le télétravail : enjeux et perspectives
- Les centres d'affaires, les bureaux satellites, le travail à domicile
- Les avantages et les inconvénients du télétravail
- Les interrogations juridiques sur le télétravail

**Droit des contrats**

- Définition du contrat    Classification des contrats    La formation et l'exécution du contrat

**TD : Mise ne application des concepts**

• **Evaluation**

**Examen :**

**QCM et cas pratique**

**UE – formation générale 1**

**Benjamin Remy**

**EC – Habilitation électrique et santé au travail**

**Thierry Boileau**

- **Objectifs**

L'objectif de ce module est de valider la partie pratique de l'habilitation au niveau "BE Essai"

- **Compétences acquises**

Avoir un comportement approprié en présence de tension électrique.  
Savoir prendre les mesures nécessaires afin d'éviter de se mettre en danger en présence de tension électrique.  
Réagir de façon adaptée en cas d'accident d'origine électrique.  
Savoir mettre en oeuvre les compétences théorique acquise lors de la partie théorique du module habilitation électrique.

- **Prérequis**

Cours théorique d'Habilitation du S5

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 00**      **TP : 0,5**

TP Evaluation pratique pour l'habilitation "BE Essai", réalisation d'une manipulation d'ordre électrique donnée par un cahier des charges

- **Evaluation**

Evaluation individuelle, par vérification de la bonne mise en œuvre des consignes de sécurité adaptées lors de la réalisation du TP proposé

**UE – UE Formation générale 2**

**B. Rémy**

**EC – Egalité Diversité et inclusion**

**Valérie Louis Dorr**

- **Objectifs**

L'objectif est de sensibiliser les étudiants aux thématiques du vivre-ensemble dans le respect mutuel et l'acceptation des différences, ainsi qu'à la lutte contre les violences sexistes et sexuelles et toutes les formes de discriminations. Ces thématiques sont regroupées sous un tryptique égalité - diversité - inclusion, et l'objectif du cours est de découvrir les différentes problématiques qui y sont associées et les leviers d'actions permettant de les prévenir.

- **Compétences acquises**

Comprendre le concept de diversité et d'inclusion et ses implications  
 Apprécier la diversité culturelle et le respect des différences  
 Identifier des pratiques discriminatoires et des comportements non inclusifs  
 Connaître les dispositifs d'alerte et savoir réagir

- **Prérequis**

Sans prérequis  
 Toutefois les prérequis intéressants sont de l'ordre des qualités personnelles sur l'ouverture d'esprit !

- **Programme pédagogique**      **CM : 04**      **TD : 00**      **TP : 00**

Théâtre Forum de sensibilisation aux violences sexuelles et sexistes (VSS) par la troupe synergie  
 Le principe : une courte scène traitant du sexisme, du cyberharcèlement et d'une agression dans un environnement étudiant est jouée par les acteurs. La scène est ensuite rejouée en mettant cette fois-ci les étudiants à contribution.  
 L'idée est de leur permettre de jouer le rôle de la protagoniste principale et de réagir aux outrages dont elle est victime.  
 Ce théâtre d'improvisation débouche ensuite sur une réflexion collective sur les différences entre outrage sexiste, harcèlement sexuel et la notion de consentement, souvent méconnues des étudiants Rappel de la loi.  
 Conférence prévention des conduites à risques, notamment en suite aux différentes formes d'addictions  
 Témoignage d'étudiant sur une agression sexiste et sexuelle  
 Formation asynchrone sous forme de vidéos de sensibilisation et d'information  
 Quiz sur l'inclusion et l'exclusion  
 Quiz sur la diversité

- **Evaluation**

La participation au Théâtre Forum et aux différentes conférences, ainsi que la participation aux quizzes en ligne, constituent un quitus obligatoire au sein du syllabus.

**UE – Formation Générale**

**Benjamin Rémy**

**EC – Innovation et entrepreneuriat**

**Stéphanie Gallaire**

- **Objectifs**

L'objectif de cet EC en collaboration avec le PeeL est de sensibiliser les étudiants Ensem pendant 2 jours à la culture entrepreneuriale en leur permettant de concevoir un scénario en lien avec l'entrepreneuriat et d'évaluer sa cohérence.

- **Compétences acquises**

Transformer une idée en une opportunité d'affaire  
Travailler et mobiliser des notions concernant la propriété intellectuelle, la comptabilité et les statuts juridiques, le marketing de projet  
Prise de parole en public

- **Prérequis**

L'outil de formation Peel IDéo© utilisé vise le public étudiant dans son ensemble – pas de prérequis demandés.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 12**      **TP : 00**

Après une formation initiale, les étudiants sont répartis en groupes de projet  
Tout au long des 3 premières demi-journées ils assisteront en groupe à des ateliers thématiques (méthode IDéo©, analyse financière, marketing de projet) et construiront un scénario entrepreneurial à partir d'une idée innovante. Lors de la dernière demi-journée ils prépareront le pitch de leur projet (5mns/projet) qu'ils présenteront devant un jury et un public qui éliront le meilleur pitch.

- **Evaluation**

Les étudiants seront évalués sur leur participation et travail sur les différents ateliers ainsi que sur la qualité de leur pitch final.

Unité d'Enseignement (UE) Eléments Constitutifs (EC)	Responsable	Section CNU de l'EC
---	-------------	---------------------------

CM	TD	TP	Volume horaire	Coeff.	ECTS	Barre UE
----	----	----	-------------------	--------	------	----------

## ENSEM DIPLÔME ISN 2A- Semestre 7

### *UE Optimisation/ SED*

*J.F. Pétin*

Modélisation des Systèmes à Evénements Discrets	Jean-François Pétin	61
Optimisation Statique	Pierre Riedinger	26,61

12	8	16	36	3,2	5	10
8	4	6	18	1,8		

### *UE Automatique & Analyse de données*

*D. Maquin*

Systèmes non linéaires et Robustesse	J. Daafouz	61
Optimisation Dynamique	Pierre Riedinger	61
Analyse de données	Didier Maquin	61

20	6	8	34	2,5	5	10
8	6	4	18	1,25		
8	8	0	16	1,25		

### *UE Informatique*

*V. Chevrier*

Analyse et Conception de Logiciel	Horatiu Cirstea	27
Algorithmique et complexité	Vincent Chevrier	27

20	6	14	40	3,5	5	10
10	10	0	20	1,5		

### *UE Traitement du signal et de l'information*

*V. Louis-Dorr*

Transmission de l'Information	V. Louis-Dorr	61
Traitement du Signal	Didier Wolf	61

18	2	16	36	2,5	5	10
20	12	4	36	2,5		

### *UE Systèmes et réseaux*

*Y.Q. Song*

Réseaux informatiques	Y.Q. Song	27
Programmation système et langage C	A. Lahmadi	27

8	0	10	18	2,5	5	12
6	0	12	18	2,5		

*UE Formation Générale 4*

*S. Gallaire*

Développement Durable & Responsabilité Sociétale	B. Rémy	11
Egalité - Diversité - Inclusion	V. Louis-Dorr	
Communication et insertion professionnelle	Frederic Edelson	71
Gestion comptable et financière	Julien Binet	6
Anglais	Celine Corringer	11
Langue vivante 2	Claire Cuisinier	12,14, 09

20	0	0	20	Quitus	5	10
4	0	0	4	Quitus		
6	8	0	14	0,75		
8	12	0	20	1,25		
0	24	0	24	1,5		
0	24	0	24	1,5		

**TOTAL**

<b>396</b>		<b>30</b>
------------	--	-----------

EC Mutualisés avec le diplôme NRJ

**Optimisation / SED**

**J.F. Pétin**

**EC – Modélisation des Systèmes à Evénements Discrets**

**J.F Pétin**

- **Objectifs**

Le comportement dynamique des systèmes (SED) à événements discrets se caractérise par variables d'états discrètes et des évolutions provoquées par des stimuli externes. Ils sont donc présents dans de nombreuses applications industrielles telles que les systèmes de transport, les systèmes de production, les systèmes informatiques, les systèmes de communication, ... Cet EC donne les bases scientifiques pour la modélisation et l'analyse des SED.

- **Compétences acquises**

À l'issue de cet enseignement, les élèves seront capables :

- de modéliser tout système se caractérisant par un comportant de type SED,
- d'analyser ses propriétés, notamment celles ayant trait à la sûreté ou à la vivacité
- de concevoir la commande d'un SED et d'analyser ses performances

- **Prérequis**

Cet EC vient en complément des fondements théoriques acquis dans l'EC Mathématiques Discrètes de 1A (Algèbre de Boole, Théorie des Langages, Automates à états finis).

- **Programme pédagogique**      **CM : 12**      **TD : 8**      **TP : 16**

- Réseaux de Petri Généralisés : syntaxe et sémantique, analyse de propriétés (vivacité, blocage, invariants de marquage et de franchissement), graphe des marquages, arbre et graphe de couverture,
- RdP colorés
- Réseaux de Petri non-autonomes : RdP temporisés (formalisme, régime stationnaire, fréquence moyenne de franchissement, marquage moyen), Réseaux de Petri interprétés
- Evaluation des performances des SED modélisés par des réseaux de Petri colorés (RdPC) - logiciel CPN Tools.
- Grafcet : éléments de syntaxe et de sémantique, modélisation, simulation et intégration d'un système de commande

- **Evaluation**

- Ecrit (connaissances théoriques sur l'analyse des RdP et compétences en modélisation des SED)
- Mise en situation au travers de la modélisation et de l'analyse d'un cas d'étude (soutenance orale du travail réalisé en TP).

UE Optimisation/ SED	Jean-François Pétin
EC- Optimisation Statique	Pierre Riedinger

- **Objectifs**

L'objectif est d'apporter et compléter une culture de base en optimisation numérique sous contrainte en appui aux autres enseignements du diplôme.  
Formulation et méthodes de résolution numérique des principaux problèmes d'optimisation de l'ingénieur: moindres carrés, quasi Newton, Simplexe, programmation quadratique, SQP, optimisation convexe, problème en nombre entier.

- **Compétences acquises**

Connaissance des conditions nécessaires de minimum (KKT) sous contraintes.  
Formulation et traduction d'un problème d'optimisation. Savoir opérer dans le choix d'une méthode numérique de résolution en fonction de la nature du problème et mise en œuvre.

- **Prérequis**

Mathématiques du niveau 1<sup>o</sup> cycle scientifique ou classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques. Calcul différentiel

- **Programme pédagogique**      **CM : 8**      **TD : 4**      **TP : 6**

**Optimisation non contrainte**  
- Conditions Nécessaires et suffisantes de minimum local  
- Principe des méthodes de descente et Critère de convergence  
- Procédure de descente dans une direction donnée  
- Algorithmes : Gradient, Newton, Quasi-Newtoniennes (BFGS, DFP), Moindres carrés : Gauss Newton et Levenberg Marquard, Gradients conjugués.  
**Optimisation contrainte**  
- Multiplieurs de Lagrange et conditions de Kuhn et Tucker  
- Algorithmes :  
- La programmation linéaire  
- La programmation quadratique (Éliminations et Lagrangiennes, contraintes actives)  
- La programmation non linéaire (méthode de pénalisation, SQP)  
**Cas des problèmes convexes**  
- Dualité / Les algorithmes de points intérieurs  
**Cas discret**  
- La programmation en nombre entier (Branch and Bound).

**Plateforme : Problème de Schumacher - Synthèse d'une trajectoire en temps minimal d'un robot mobile.**  
**Objectif : Déterminer la trajectoire et la commande d'un véhicule permettant le parcours d'un circuit en temps minimum et sans glissement. Traduction des contraintes physiques et dynamiques et résolution numérique.**

- **Evaluation**

Examen écrit et compte rendu de plateforme

<b>UE – Automatique et Analyse de données</b>	<b>Didier Maquin</b>
<b>EC – Systèmes non linéaires et Robustesse</b>	<b>Jamal Daafouz</b>

- **Objectifs**

Le pilotage des systèmes physiques nécessite la prise en compte des non linéarités et des incertitudes de modélisation. L'objectif est d'introduire les phénomènes non linéaires principaux et de présenter les méthodes de base pour l'analyse de stabilité des systèmes non linéaires. Sont également présentées des méthodes de synthèse de lois de commande pour de tels systèmes. Les notions et outils nécessaires pour la représentation des incertitudes et leur prise en compte tant dans la phase d'analyse de stabilité que dans la phase de synthèse de lois de commande sont également abordées avec un intérêt particulier porté aux méthodes fondées sur l'optimisation convexe.

- **Compétences acquises**

Analyse de robustesse d'une boucle de régulation, synthèse de lois de commande avec prise en compte des incertitudes, analyse de stabilité et synthèse de lois de commande pour les systèmes non linéaires.

- **Prérequis**

Mathématiques du niveau 1<sup>o</sup> cycle scientifique ou classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques. Cours d'automatique de première année.

- **Programme pédagogique**      **CM : 20**      **TD : 6**      **TP : 8**

Phénomènes non linéaires  
 Analyse de stabilité : méthode de Lyapunov et principe d'invariance de Lasalle  
 Lois de commande non-linéaires  
 Notions d'incertitude  
 Représentation des incertitudes paramétriques  
 Notion de robustesse en stabilité et en performance  
 Inégalités matricielles linéaires et optimisation convexe  
 Approche basée optimisation convexe pour la synthèse de lois de commande robustes

**Bibliographie**

Hassan K. Khalil. « Nonlinear Systems », Prentice Hall  
 Kemin Zhou, John C. Doyle, « Essentials of Robust Control », Prentice Hall.  
 Daniel Alazard, Christelle Cumer, Pierre Apkarian, Michel Gauvrit et Gilles Ferreres. « Robustesse et commande optimale », Cépadués-Editions, Toulouse.

- **Evaluation**

NF : note finale de l'EC, EE : examen écrit , TP : note TP,  
 $NF = (2*EE + TP)/3$

UE Automatique & Analyse de données	D. Maquin
<b>EC- Optimisation Dynamique</b>	<b>Pierre Riedinger</b>

- **Objectifs**

L'objectif de ce cours est de présenter les deux grands principes (Principe de Bellman et Principe du Minimum) à la base de l'optimisation des processus et systèmes dynamiques.  
Ces principes sont appliqués aux problèmes de décision (allocations multiple, plan d'investissement, gestion de stock, ...) mais également aux pilotages et aux contrôles optimaux des systèmes dynamiques avec quelques résultats couramment utilisés en automatique.

- **Compétences acquises**

Application de la programmation non linéaire à des problèmes d'optimisation paramétrique et d'identification.  
Application de la programmation dynamique à des problèmes de décisions et d'optimisation en temps discret.  
Synthèse d'un retour état par l'optimisation d'un critère quadratique (régulateur LQ).

- **Prérequis**

Mathématiques du niveau 1<sup>o</sup> cycle scientifique ou classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques. Calcul différentiel. Cours d'Optimisation Statique.

- **Programme pédagogique**      **CM : 8**      **TD : 6**      **TP : 4**

**Cours :**  
La programmation non linéaire (NLP). Applications à l'optimisation paramétrique et l'identification.  
La programmation dynamique (principe de Bellman). Applications à la recherche de stratégies optimales (gestion de stock, allocations multiples, chemin de poids minimal, ...) et au pilotage des systèmes en temps discret.  
Le principe du minimum : Applications à la commande LQ et en temps minimum des systèmes dynamiques en temps continu.  
Plateforme : Commande Optimale d'un convertisseur de puissance Buck Boost.  
Objectif : Mise en œuvre de l'algorithme « Forward Backward Sweep » sur un problème de pilotage d'un convertisseur DC-DC par optimisation d'un critère quadratique.

- **Evaluation**

Examen écrit et compte rendu de plateforme

**UE – Automatique et Analyse de données**

**B. REMY**

**EC – Analyse de données**

**D. MAQUIN**

- **Objectifs**

L'analyse des données est une famille de méthodes statistiques dont les principales caractéristiques sont d'être multidimensionnelles et descriptives. Certaines méthodes, pour la plupart géométriques, aident à faire ressortir les relations pouvant exister entre les différentes données et à en tirer une information statistique qui permet de décrire de façon plus succincte les principales informations contenues dans ces données. D'autres techniques permettent de regrouper les données de façon à faire apparaître clairement ce qui les rend homogènes, et ainsi mieux les connaître.

- **Compétences acquises**

Savoir extraire les informations importantes d'un jeu de données et interpréter les résultats. Savoir classer les données, soit en utilisant des techniques supervisées quand l'information est disponible, soit en mettant en évidence des séparations naturelles entre les classes (clustering).

- **Prérequis**

Statistiques de base, calcul matriciel

- **Programme pédagogique**      **CM : 08**      **TD : 08**      **TP : 0**

Cours

- Introduction aux analyses factorielles
- Analyse en composantes principales normées
- Classification supervisée 1 : analyse discriminante linéaire et quadratique
- Classification supervisée 2 : séparateurs à vaste marge
- Classification non-supervisée, clustering (distances et méthodes d'agrégation, dendrogramme, méthodes des nuées dynamiques, k-means)

Travaux Dirigés s'appuyant sur Matlab

- Analyse en composantes principales normées
- Analyse discriminante (les iris de Fisher)
- Programmation des fonctions élémentaires et utilisation de la boîte à outils « Statistiques » de Matlab
- Séparateurs à vaste marge (données séparables linéairement et marge souples)

- **Evaluation**

Notation de compte-rendus de séances de Travaux Dirigés

**UE - Informatique**

**V. CHEVRIER**

**EC - Analyse et conception de logiciels**

**H. CIRSTEA**

- **Objectifs**

Maîtriser les bonnes pratiques en programmation orientée objet. Maîtriser les principes et les outils de gestion de versions et d'automatisation de construction. Maîtriser les techniques de test unitaire. Connaître les autres types de tests. Connaître les principaux modèles de développement logiciel et leurs activités. Maîtriser les méthodes, techniques et langages (UML) de modélisation orientés objet. Concevoir un logiciel orienté objet en appliquant un ensemble de principes et des méthodes de génie logiciel.

- **Compétences acquises**

Analyse et conception objet d'une application. Implémentation et tests dans un langage objet. Versionnage et construction automatique. Travail en équipe.

- **Prérequis**

Maîtrise des techniques de base en programmation orientée objet. Savoir utiliser les environnements de programmation intégrés.

- **Programme pédagogique**      **CM : 08**      **TD : 12**      **TP : 00**

- Rappel des concepts fondamentaux du paradigme orienté objet. Bonnes pratiques pour la programmation objet (classes et interfaces, création d'objets, méthodes usuelles, etc.).
- Méthodologie et techniques de test ; tests unitaires et bouchons.
- Intégration continue. Techniques et outils de gestion de versions. Techniques et outils d'automatisation de construction de logiciels.
- Introduction au processus de développement logiciel : modèles du processus de développement logiciel, les activités du processus de développement logiciel. Introduction aux méthodes agiles.
- Utilisation des diagrammes (UML) dans le processus de développement. Modélisation interactions (diagrammes cas d'utilisation, diagrammes de séquence, diagrammes de communication). Modélisation comportementale (diagrammes d'activités, diagrammes d'états). - Modélisation structurelle (diagrammes de classes, diagrammes de packages, diagrammes de composants, diagrammes de déploiement).

- **Evaluation**

NF : note finale de l'EC  
 EE : examen écrit  
 ETP : examen de travaux pratiques  
 NF = EE \* 0,7 + ETP \* 0,3

**UE – Informatique**

Chevrier

EC – Algorithmique et complexité

Chevrier

- **Objectifs**

Comprendre la complexité algorithmique et ses grandes classes,  
Etudier des algorithmes efficaces sur des problèmes prototypiques,  
Etudier des stratégies de construction d'algorithmes  
**Mettre en œuvre ces concepts sur des exemples prototypiques**

- **Compétences acquises**

Savoir reconnaître les grandes classes de complexité, Etudier des algorithmes efficaces face à des problèmes prototypiques (tri, recherche, etc..)  
Connaître et savoir appliquer les stratégies de construction d'algorithmes

- **Prérequis**

Algorithmique et programmation (objet) 1A

- **Programme pédagogique**      **CM : 10**      **TD : 10**      **TP : 00**

**Le cours est construit autour de 5 stratégies de constructions d'algorithmes : algorithmes gloutons, diviser pour régner, programmation dynamique, force brute, retour arrière. Le cours est précédé d'un travail personnel de réflexion et lecture permettant d'introduire les problèmes traités. Il est suivi d'exercices de mise en œuvre et d'un travail personnel individuel.**

- **Evaluation**

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**UE – Traitement du signal et de l'information**

**Valérie Louis Dorr**

**EC – Transmission de l'Information**

**Valérie Louis Dorr**

- **Objectifs**

Comprendre les fondements de la théorie de l'information et leurs mises en œuvre dans les transmission de données numérique, en bande de base, et transposée quadrature à x états xQAM,. La modélisation des supports de transmission est traitée ainsi que le format et le codage de données  
Quantité d'information, entropie d'une source, entropie conjointe de 2 sources, entropie de sources Markovienne  
Codage de source notions de compression, adaptation de la source au canal

- **Compétences acquises**

**Aptitude** à appréhender les concepts et outils de la transmission de l'information de données numériques selon tous les supports de la couche physiques. Il aborde également la notion de la mesure de l'information

- **Prérequis**

Les cours d'électronique analogique et numérique de 1ère année et de traitement du signal de 2A

- **Programme pédagogique**      **CM : 18**      **TD : 2**      **TP : 16h**

**CM1 à CM8** Quantité d'information, entropie d'une source, entropie conjointe de 2 sources, entropie de sources Markovienne

Codage de source : technique de codage , notions de compression, adaptation de la source au canal

Codage de canal : technique de codage

**CM 9 à CM18** Modélisation des supports de transmission

Quantification non linéaire

Format et codage de données Valence, Vitesse de modulation, débit

Densité spectrale de puissance des transmissions numériques Interférences inter symbole, filtre de Nyquist, trajectoire de phase,

modulation à x états xQAM,

**TD :** Codage de Huffman

Travaux pratiques

**TP 1** Codage de Huffman

**TP 2** Transmission en bande de base

**TP 3 & 4** Modulation QAM 16 dans un canal de transmission hertzien avec bruit: simulation et application réelle

- **Evaluation**

Evaluation des compétences d'une part théoriques sur l'aptitude à exploiter les outils de conception et d'analyse de la transmission et pratique sur la mise en œuvre de ces outils

**UE – Traitement du signal et de l'information 3**

**Valérie Louis-Dorr**

**EC – Traitement du signal**

**Didier Wolf**

- **Objectifs**

Maîtriser les outils classiques de traitement du signal pour l'analyse des signaux continus et numériques sans bruit et avec bruit.

- **Compétences acquises**

Analyse spectrale sur ordinateur  
 Echantillonnage  
 Filtrage linéaire des signaux numériques  
 Caractérisation et analyse des signaux aléatoires

- **Prérequis**

Analyse fonctionnelle, notions de distribution, notions de signaux, transformée de Fourier, probabilités

- **Programme pédagogique**      **CM : 20**      **TD : 12**      **TP : 04**

**Signaux continus et analyse de Fourier :**  
 Représentation fréquentielle des signaux  
 Convolution  
 Opérateurs de convolution en physique  
 Transformée de Fourier des fonctions  
 Transformée de Fourier des distributions tempérées  
 Echantillonnage et séries  
**Propriétés énergétiques et transformée de Fourier**  
 Limites de l'analyse de Fourier  
**Signaux et traitements numériques :**  
 Signaux numériques et convolution numérique  
**Transformée en z**  
 Transmittance en z des filtres numériques  
 Analyse fréquentielle des filtres numériques  
 Synthèse des filtres sous la forme RII, synthèse des filtres sous la forme RIF  
**Signaux aléatoires :**  
 Rappels sur les variables aléatoires  
 Description des processus aléatoires (densité de probabilité à l'ordre 1 et 2, moments)  
 Densités spectrales, fonctions de corrélation, représentations temporelle et fréquentielle  
 Définitions du rapport signal à bruit, du bruit blanc

- **Evaluation**

Examen de 2h, 2 tests, 1 compte-rendu de TD et 1 compte-rendu de TP

UE – Systèmes et réseaux

Ye-Qiong SONG

EC – Réseaux informatiques

Ye-Qiong SONG

- **Objectifs**

**Ce cours présente les concepts fondamentaux des réseaux informatiques sur lesquels est bâti la technologie de l'Internet : le modèle OSI, les réseaux locaux (e.g., Ethernet), les protocoles de l'Internet (IP, ICMP, ARP DHCP, TCP, UDP, DNS), les principes d'interconnexion des réseaux avec la pratique sur des équipements réseaux : hub, commutateur et routeur. La mise en œuvre consiste à installer des réseaux commutés et routés, ainsi que le développement des applications communicantes (client-serveur) via les sockets en langage C.**

- **Compétences acquises**

- Connaissance des principes du fonctionnement de l'Internet
- Savoir configurer les commutateurs et routeurs et installer un réseau
- Savoir développer des applications communicantes selon le modèle client-serveur

- **Prérequis**

**Théorie de l'information, Transmission et codage de l'information, Algorithmique et programmation (langage C).**

- **Programme pédagogique**      **CM : 8**      **TD : 00**      **TP : 10**

**Cours:**

- Modèle OSI, encapsulation, principe de la détection des erreurs
- Protocoles MAC (e.g., ALOHA, CSMA, Ethernet)
- Protocoles de l'Internet (IP, ICMP, ARP, DHCP, DNS, TCP/UDP)
- Interconnexion des réseaux (commutation Ethernet, routage IP)
- Applications communicantes en client-serveur avec socket (langage C)

**Travaux pratiques:**

- Analyse de protocoles avec Wireshark
- Programmation socket
- Routage IP
- Commutation Ethernet

- **Evaluation**

**Les compétences acquises sont évaluées par un examen écrit pour ce qui concerne les concepts fondamentaux des réseaux d'une part, et par un projet individuel sur la maîtrise du développement d'applications communicantes d'autre part.**

UE – Systèmes et réseaux

YQ. SONG

EC – Programmation système et langage C

A. Lahmadi

- **Objectifs**

L'objectif de cet EC est d'introduire les bases de la programmation en langage C (types primitifs, tableaux, pointeurs et structures) et les applications multi-tâches : threads, synchronisation et gestion des sémaphores.

- **Compétences acquises**

- Mettre en œuvre des programmes en langage C et des application multi-threads

- **Prérequis**

Algorithmes et programmation 1A

- **Programme pédagogique**      **CM : 6**      **TD : 00**      **TP : 12**

Cours :

- Programmation C : éléments du langage
- Pointeurs et structures
- Les threads et les sémaphores

Travaux pratiques:

- Premiers programmes en langage C
- Programmation du projet puissance 4 en C
- Programmation des threads et des sémaphores

Mini-Projet individuel : programmation en C d'un programme avancé et communication (en lien avec l'EC Réseaux informatiques de S7)

- **Evaluation**

- Savoir mettre en œuvre un programme en langage C et avec des threads pour un problème donné

Modalités d'évaluation : note mini-projet, examen écrit

<b>UE – UE Formation générale 2</b>	<b>B. REMY</b>
<b>EC – Développement Durable &amp; Responsabilité Sociétale</b>	<b>B. REMY</b>

- **Objectifs**

L'objectif est de sensibiliser les étudiants aux thématiques du Développement Durable & Responsabilité Sociétale à travers une série de conférences et la Fresques du climat.

- **Compétences acquises**

Acquérir une sensibilité au :

- Développement Durable
- Responsabilité Sociétale
- Impact Carbone des activités humaines et industrielles
- Ethique

- **Prérequis**

Sans prérequis

- **Programme pédagogique**      **CM : 20**      **TD : 00**      **TP : 00**

Contenu du module DDRS

- 1) Les enjeux de la transition énergétique / l'anthropocène (Conf. Débat)
- 2) Shift Project – Impact Carbone – Sobriété numérique
- 3) Développement Durable – Solution (Sobriété, efficacité et acceptabilité) (ENEDIS)
- 4) Rapport du GIEC / RTE – Mix Énergétique (RTE). Le Mix énergétique et le futur énergétique.
- 5) Argumenter les avantages et les inconvénients de la consommation d'énergie fossile et/ou nucléaire par rapport à la consommation d'énergie renouvelable
- 6) ACV (Ressources) et Ecologie industrielle
- 7) LE DDRS au sein de l'entreprise + Normes (Conseil de perfectionnement - Arcelor) - Table Ronde.
- 8) Limites planétaires (Cycles de l'eau, phosphore, couche d'ozone, azote, ...)
- 9) Évaluer l'impact des politiques énergétiques dans l'économie
- 10) Ethique et acceptabilité (Philosophie) vs précarité énergétique

+ Fresque du Climat

- **Evaluation**

L'évaluation se fait via la participation à la Fresque du Climat et à un cycle de conférences scientifiques et sciences des humanités. Chaque conférence sera évaluée par un Quizz d'une dizaine de question sur la thématique abordée.

<b>UE – UE Formation générale 2</b>	<b>B. Rémy</b>
<b>EC – Egalité Diversité et inclusion</b>	<b>Valérie Louis Dorr</b>

- **Objectifs**

L'objectif est de sensibiliser les étudiants aux thématiques du vivre-ensemble dans le respect mutuel et l'acceptation des différences, ainsi qu'à la lutte contre les violences sexistes et sexuelles et toutes les formes de discriminations. Ces thématiques sont regroupées sous un tryptique égalité - diversité - inclusion, et l'objectif du cours est de découvrir les différentes problématiques qui y sont associées et les leviers d'actions permettant de les prévenir.

- **Compétences acquises**

Comprendre le concept de diversité et d'inclusion et ses implications  
 Apprécier la diversité culturelle et le respect des différences  
 Identifier des pratiques discriminatoires et des comportements non inclusifs  
 Connaître les dispositifs d'alerte et savoir réagir

- **Prérequis**

Sans prérequis  
 Toutefois les prérequis intéressants sont de l'ordre des qualités personnelles sur l'ouverture d'esprit !

- **Programme pédagogique**      **CM : 4**      **TD : 00**      **TP : 00**

**Fresque de la diversité** : La Fresque de la Diversité est un outil de sensibilisation qui permet de susciter efficacement des prises de conscience et questionnements sur les enjeux de discriminations et d'inclusion au sein des organisations. elle prend la forme d'un atelier d'intelligence collective réunissant une dizaine de personnes et un animateur ou une animatrice.

**Théâtre Forum de sensibilisation aux violences sexuelles et sexistes (VSS) par la troupe synergie**

Le principe : une courte scène traitant du sexisme, du cyberharcèlement et d'une agression dans un environnement étudiant est jouée par les acteurs. La scène est ensuite rejouée en mettant cette fois-ci les étudiants à contribution. L'idée est de leur permettre de jouer le rôle de la protagoniste principale et de réagir aux outrages dont elle est victime. Ce théâtre d'improvisation débouche ensuite sur une réflexion collective sur les différences entre outrage sexiste, harcèlement sexuel et la notion de consentement, souvent méconnues des étudiants Rappel de la loi.

**Conférence prévention des conduites à risques, notamment en suite aux différentes formes d'addictions**

**Témoignage d'étudiant sur une agression sexiste et sexuelle**

**Formation asynchrone sous forme de vidéos de sensibilisation et d'information**

**Quiz sur l'inclusion et l'exclusion**

**Quiz sur la diversité**

- **Evaluation**

La participation au Théâtre Forum et aux différentes conférences, ainsi que la participation aux quizzes en ligne, constituent une sensibilisation aux problématiques sociétales EDI et constitue un quitus obligatoire au sein du syllabus.

<b>UE – Formation générale 3</b>	<b>Stéphanie GALLAIRE</b>
<b>EC – Communication et insertion professionnelle</b>	<b>Frédéric EDELSON</b>

- **Objectifs**

Donner aux étudiants les moyens et quelques pistes afin d'affiner leur projet professionnel en les obligeant à s'auto-analyser et à se comparer

- **Compétences acquises**

Les étudiants vont savoir comment établir leur propre bilan de compétences, et vont pouvoir s'orienter plus facilement pour la suite de leur parcours EnseM ainsi que dans leur futur métier

- **Prérequis**

Maîtriser les cours de communications de 1A.

- **Programme pédagogique**      **CM : 06**      **TD : 08**      **TP : 00**

**Cours magistraux**  
CM1 : Intervention extérieur d'un ingénieur en production  
CM2 : Intervention extérieur d'un ingénieur en RetD  
CM3 : Intervention extérieur d'un ingénieur Chargé d'affaires

**Travaux Dirigés**  
TD 1 : Rappel sur la soutenance de rapport de stage  
TD 2 :    1. Définition d'un projet professionnel  
          2. A quoi sert le projet professionnel  
- TD 3 : Comment construire un projet professionnel  
Faire le point sur vos acquis professionnels  
Faire le point sur votre situation actuelle  
Réfléchir à ses envies professionnelles  
Réfléchir à la mise en œuvre de son projet professionnel  
TD 4 : Bilan des présentations et auto-analyse

- **Evaluation**

- Rapport de stage 1A : Note sur 20, soutenance de rapport de stage 1A : Note sur 20. La moyenne de ces deux notes compte 75% de la note finale  
- Interview d'un professionnel par l'intermédiaire d'une enquête métier à rendre, E-portfolio à rendre, projet pro autour des choix de blocs de compétences. Note sur 20. La moyenne de ses 3 notes compte pour 25% de la note finale.

<b>UE – formation générale 3</b>	<b>Benjamin Remy</b>
<b>EC – Gestion comptable et financière</b>	<b>Julien Binet</b>

- **Objectifs**

Comprendre les concepts, principes de réalisation et le contenu des documents de synthèse de la gestion d'une entreprise  
 Appréhender les mécanismes financiers de fonctionnement des entreprises  
 Etre sensibilisé aux conséquences financières des décisions de gestion des entreprises

- **Compétences acquises**

Etre sensibilisé aux aspects financiers de la gestion d'une entreprise  
 Comprendre les conséquences financières des décisions pour gérer une entreprise  
 Restructurer et réorganiser les états financiers pour comprendre de manière simplifiée les aspects financiers de gestion d'une entreprise (ou d'une équipe de travail). Comprendre comment comprendre et interpréter les états financiers d'une entreprise, voir comment corriger une situation qui nécessite une attention  
 La simulation de gestion complète avec la mise en pratique des concepts

- **Prérequis**

Aucun

- **Programme pédagogique**      **CM : 08**      **TD : 12**      **TP : 00**

Présentation des documents de synthèse, contenu et compréhension du contenu de chacun des documents et lien avec l'entreprise et sa stratégie  
 Processus de construction des documents  
 Approche fonctionnelle du bilan  
 Décomposition du compte de résultat au travers des soldes intermédiaires de gestion  
 Approche synthétique de la rentabilité d'une entreprise au travers du compte de résultat différentiel

TD : mise en application concrète de chaque outil, avec l'interprétation

- **Evaluation**

Un contrôle écrit terminal

<b>UE – Formation générale 3</b>	<b>S. Gallaire</b>
<b>EC – Anglais</b>	<b>C. Corringer</b>

- **Objectifs**

L'objectif de ce module est de préparer les étudiants à la certification externe correspondant à leur niveau et à leur besoins.

Les certifications préparées sont les suivantes :

-TOEIC score minimal à atteindre 785 (niveau B2)

-IELTS score minimal à atteindre 6 (B2)

-DET (Duolingo English Test) score minimal à atteindre 100 (B2)

Le IELTS et le DET sont des certifications demandées par les universités partenaires pour des double-

- **Compétences acquises**

Compétences telles que définies par le CECRL en niveau B2 ou C1

- **Prérequis**

Avoir consolidé son niveau B1.

Avoir suivi l'initiation au test TOEIC de S6.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 24**      **TP : 00**

Travail sur les stratégies, les formats à maîtriser et consolidation des bases grammaticales et lexicales afin d'être plus efficace aux tests TOEIC/IELTS/DET.

TOEIC : Utilisation du manuel Preparation to the TOEIC test, Bruce Rogers. Exercices types, méthodologie, entraînement sur tests complets.

IELTS: Exercices types, méthodologie, entraînement sur tests complets.

DET : Exercices types, méthodologie.

- **Evaluation**

Contrôle continu: évaluations diagnostiques, formatives et sommatives (vocabulaire, compréhension orale/écrite type TOEIC/IELTS/DET, productions écrites de type IELTS et/ou DET et oraux en continu ou en interaction) + Evaluation finale de type TOEIC ou IELTS en compréhension orale et écrite.

<b>UE – Nom de l'Unité d'Enseignement ou Bloc</b>	<b>Stéphanie Gallaire</b>
<b>EC – Nom de l'Elément Constitutif</b>	<b>Claire Cuisinier</b>

- **Objectifs**

Pour les débutants: compétences telles que décrites par le CECRL en niveau A2 ou B1.  
 Pour les non-débutants: compétences telles que décrites par le CECRL pour le niveau B1, B2, ou C1 selon le groupe de niveau. Savoir-être et savoir- faire professionnels. Entraînement à des certifications externes (les étudiants peuvent passer une certification s'ils le souhaitent). Développement de compétences professionnelles, y compris à travers des modules à visée scientifique et culturelle. Découverte ou approfondissement du vocabulaire de spécialité et la langue de l'ingénieur

- **Compétences acquises**

Développement de la capacité à communiquer, à échanger. Confiance en soi en langue étrangère.  
 Compréhension de l'écrit et de l'oral, production écrite et orale (en continu et en interaction) en langue étrangère.  
 Savoir se fixer des objectifs, apprendre à apprendre.

- **Prérequis**

Pour les non-débutants: avoir un niveau B1.  
 Pour les débutants avoir un niveau A2.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 24**      **TP : 00**

A chaque cours, travail des 5 compétences (compréhension écrite et orale, interaction orale, expression écrite et orale). Utilisation des ressources en ligne pour un travail intensif de la compréhension orale et de l'expression orale.  
 Travail sur la langue et développement des compétences professionnelles à travers des modules à visée culturelle et scientifique.  
 Entraînement systématique de la compréhension orale à travers documents audio et vidéo authentiques.  
 Entraînement de la compréhension écrite à travers des articles de presse et autres textes.  
 Production orale : débats, échanges, comptes rendus, jeux de rôle, présentations, entraînement de la prononciation, etc.  
 Production écrite : productions écrites en rapport avec les points développés dans les autres compétences, rédaction de mail, prise de position, synthèse, etc.  
 Module à visée scientifique: travail sur des thématiques et documents en lien avec le domaine de l'ingénierie. Le métier d'ingénieur, préparation à la rédaction de synthèses, de rapports, entraînement aux débats, simulation de réunions, étude de documents en lien avec les domaines phares de l'ingénierie ; savoir décrire le fonctionnement de machines, des procédés, etc... Préparation à des visites de laboratoires ou d'entreprises.  
 Thèmes: le métier d'ingénieur, les procédés de fabrication, la mécanique, l'électricité, l'énergie, etc.  
 Module culturel: travail sur des événements ou courants culturels marquants. L'accent sera placé sur la diversité des supports utilisés. Les étudiants seront amenés à travailler en groupe et par projet. Des intervenants extérieurs en lien avec les thématiques traitées pourront intervenir en cours (ex: étudiants en échange international à l'ENSEM, membres d'associations, etc.)  
 Thèmes: traditions, interculturalité, monde des arts, cinéma, histoire, etc. Modulable en fonction des intérêts de chaque groupe.

- **Evaluation**

Contrôle continu (50%): tests réguliers en cours de semestre ; note sanctionnant la participation en cours.  
 Examen écrit (50%).

Unité d'Enseignement (UE) Eléments Constitutifs (EC)	Responsable	Section CNU de l'EC
---	-------------	------------------------

## ENSEM DIPLÔME ISN 2A- Semestre 8

### Parcours systèmes autonomes (ENSEM ISN)

#### B8 - SA - 01 - Résolution et analyse des EDP (80h)

*B. Rémy*

Simulation numérique des EDP	B. Rémy	60-62
Analyse des EDP	Alexandre Munnier	26
Equations Macroscopiques de la Physique Classique : fondamentaux	Gérard Vinsard	63,62

#### B8 - SA - 02 - Apprentissage et identification (60h)

*S. Le Cam*

Méthodes d'Apprentissage	S. Le Cam	61
Bureau d'étude vision par ordinateur (Twizzy)	A. Lahmadi	61, 27
Identification des Systèmes	J. Daafouz	61

#### B8 - SA - 03 - Conception et développement de systèmes numériques (80h)

*M. Kallas*

Commande Numérique	M. Jungers - J. Daafouz	61
Conception de systèmes numériques	Maya Kallas	61
Equations Macroscopiques de la Physique Classique : applications	Gérard Vinsard	63,62

#### B8 - SA - 04 - Sûreté des systèmes (60h)

*N. Brinzei*

Sûreté de Fonctionnement	N. Brinzei	61
Ingénierie Système	E. Levrat	61

#### UE Formation générale 4

*S. Gallaire*

Anglais	Celine Corringer	11
Langue vivante 2	Claire Cuisinier	12,14, 09
Egalité - Diversité - Inclusion	V. Louis-Dorr	
Stratégie Marketing & simulation d'entreprise	Jean-Christophe Marpeau	6

CM	TD	TP	Volume horaire	Coeff.	ECTS	Barre UE
----	----	----	-------------------	--------	------	-------------

6	4	24	34	3	6	10
12	16	0	28	1,8		
12	6	0	18	1,2		

80

10	8	0	18	1,8	6	10
0	0	24	24	2,4		
8	0	10	18	1,8		

60

10	10	16	36	2,7	6	10
6	4	16	26	2		
6	12	0	18	1,3		

80

20	2	18	40	4	6	10
8	12	0	20	2		

60

0	24	0	24	2	6	10
0	24	0	24	2		
4	0	0	4	Quitus		
6	24	0	30	2		

**TOTAL**

**362**

**30**

projet (étudiants internationaux)

25

<b>UE - Résolution et analyse des EDP</b>	<b>B. REMY</b>
<b>EC - Simulation numérique des EDP</b>	<b>B. REMY</b>

- **Objectifs**

Le but de cet enseignement est d'acquérir les connaissances fondamentales en calcul numérique (méthodes et schémas numériques) nécessaires pour la résolution de problème en Mécanique (Thermique, fluide et mécanique). Il comprend une première partie de Mathématiques appliquées relative aux Distributions et à l'Analyse variationnelle des EDP qui est un prérequis pour pouvoir ensuite mettre en œuvre la méthode des éléments finis, étudier l'existence et l'unicité de problèmes elliptiques. La seconde partie sera consacrée aux méthodes et schémas numériques (DF, VF et EF) et à leur mise en œuvre pratique.

- **Compétences acquises**

Modéliser un problème physique par des EDP, étudier l'existence et l'unicité de la solution, le discrétiser par les 3 méthodes étudiées (DF, VF et EF) et enfin, le résoudre.

- **Prérequis**

Cours d'analyse numérique de base 1A.

- **Programme pédagogique**      **CM : 06**      **TD : 04**      **TP : 24**

Méthode variationnelles : étude de l'existence et unicité de problèmes elliptiques de type Dirichlet et Neumann.

Différences finies :

- Schémas pour les problèmes elliptiques et paraboliques
- Evaluation de l'erreur d'approximation en espace et en temps
- Stabilité, consistance, convergence de schémas

Volumes finis :

- Formulation et discrétisation des flux conductif et convectif (linéaire, Upwind et Quick)
- Résolution de l'équation de Navier Stokes 2D par schéma SIMPLE
- Eléments de théorie des EDP

Eléments finis :

- Formulation Variationnelle Faible (Projection, meilleure approximation dans  $H^1$ )
- Minimisation d'une fonctionnelle de minimisation d'énergie
- Eléments P1, P3. Assemblage des matrices de rigidité et de masse

Les séances de travaux dirigés et pratiques consisteront à mettre en œuvre les différents notions de l'analyse variationnelle et les schémas numériques vus en cours en les appliquant à la thermique, à la mécanique des fluides ou à la mécanique du solide élastique (2D). La précision, consistance et stabilité des schémas seront particulièrement étudiés.

- **Evaluation**

Travaux Pratiques (compte-rendus), Test de fin de module.  
 Note finale = (Note TP) \* 1/3 + (Test) \* 2/3

**UE - Résolution et analyse des EDP****B. REMY****EC - Analyse des EDP****A. MUNNIER**

- **Objectifs**

Le but du cours est de donner aux élèves les outils nécessaires à l'analyse des EDP linéaires.

- **Compétences acquises**

- Rudiments de théorie de la mesure.
- Théorie des distributions
- Analyse fonctionnelle (espaces de Sobolev)
- Analyse des EDP elliptiques par l'approche variationnelle.

- **Prérequis**

Bases de l'analyse classique (pour des élèves de 2ème année).

- **Programme pédagogique**      **CM : 12**      **TD : 16**      **TP : 0**

Dans ce cours nous étudierons des équations aux dérivées partielles linéaires, principalement elliptiques. L'approche proposée est celle du livre de Brézis (Analyse fonctionnelle). Le cours comprendra les parties suivantes :

- Quelques méthodes élémentaires de résolution des EDP (séparation des variables, méthode des caractéristiques...)
- Eléments de Théorie de la mesure.
- Intégration sur des sous-variétés.
- Espaces de Sobolev
- Méthode variationnelle pour quelques problèmes elliptiques linéaires (Théorème de Lax-Milgram)
- Théorie des distributions et application aux EDPs linéaires

- **Evaluation**

Contrôle continu.

<b>BC1 : Résolution et Analyse des EDP</b>	<b>B. Remy</b>
<b>Équations Macroscopiques de la Physique Classique : Fondamentaux</b>	<b>G. Vinsard</b>

- **Objectifs**

L'EC introduit les équations macroscopiques de la physique classique. L'objectif est de fournir les éléments minima permettant de comprendre les situations physiques générales qui se décrivent à partir de champs de scalaires, de vecteur et de tenseurs d'ordre 2.

Les applications sont faites dans l'EC correspondante à celle-ci du bloc BC3.

- **Compétences acquises**

Inférence d'un modèle de calcul pour décrire une situation physique ; Manipulation des objets mathématiques de la boîte à outil de la physique (macroscopique) classique.

- **Prérequis**

Connaissances :

- sur les EDPs elliptique, parabolique et dans une moindre mesure hyperbolique ;
- de base en mécanique, électricité et thermodynamique ;

- **Programme pédagogique**      **CM : 12h**      **TD : 6h**      **TP : 00**

- Équations de Diffusion, Advection et propagation en dimension 1 ;
- Géométrie, symétries usuelles et coordonnées ad hoc, Champs de scalaires et de vecteurs ;
- Opérateurs différentiels, Champs de Tenseurs (ordre 2), Décomposition d'Helmholtz ;
- Équation de l'élasticité (Navier-Lamé) ;
- Équation de transport de quantités de mouvement (Navier-Stokes) ;
- Équation des ondes élastiques (dans les solides) et des ondes acoustiques (dans les fluides).

- **Evaluation**

Examen 1h (en commun avec Équation Macroscopiques de la Physique Classique : Applications)

<b>UE - Apprentissage et identification</b>	<b>S. LE CAM</b>
<b>EC - Méthodes d'Apprentissage</b>	<b>S. LE CAM</b>

- **Objectifs**

Introduction aux concepts et aux outils fondamentaux du Machine Learning. Présentation des paradigmes permettant l'apprentissage et la généralisation par la machine, aperçu des champs d'application de ces méthodes. Sensibilisation aux problèmes d'under/over-fitting, de dimensionnalité, de sélection de modèles. Ouverture au deep learning et réseaux de neurones.

- **Compétences acquises**

Savoir identifier les différents types de problèmes classiques de ML (regression, classification/clustering, reconnaissance de formes), savoir modéliser des problèmes concrets et mettre en oeuvre des algorithmes d'apprentissage.

- **Prérequis**

Ce cours nécessite des connaissances de base en probabilités, statistiques, optimisation numérique, analyse de données.

- **Programme pédagogique**      **CM : 10**      **TD : 08**      **TP : 0**

Cours magistraux :

- Introduction générale : prédiction (regression) / décision (classification), apprentissage automatique : supervisée vs non supervisée, problème du sur-apprentissage/de la dimensionnalité
- Regression linéaire, moindre carrés et Maximum de Vraisemblance, régularisation, approche Bayésienne
- Classification/Clustering, retour sur l'analyse discriminante, plus proches voisins, introduction aux méthodes de classification non supervisées (K-means, GMM et EM).
- Introduction aux réseaux de neurones, perceptron, réseaux multicouches – rétropropagation, réseaux convolutifs,...

TD sur PC :

Mini-projet de 8 heures. L'objectif est de prendre en main un jeu de données réaliste et d'appliquer les différentes approches présentées dans le cours. Le rapport sera rendu à la fin de la dernière séance.

- **Evaluation**

Évaluation de mini-projet avec remise d'un compte-rendu

<b>UE – Apprentissage et identification</b>	<b>S. Le Cam</b>
<b>EC – Bureau d'étude vision par ordinateur (Twizzy)</b>	<b>A. Lahmadi</b>

- **Objectifs**

L'objectif de ce bureau d'étude est d'appliquer la pédagogie par projet pour concevoir, développer et expérimenter une solution numérique. Il permet aussi aux élèves d'apprendre par la pratique la gestion d'un projet, développer de l'autonomie et appliquer par la pratique les cours de S5, S6 et S7. Il est consacré au développement d'une application de vision par ordinateur pour la détection et la reconnaissance de panneaux de signalisation routière dans des images 2D et flux vidéo

- **Compétences acquises**

- Connaître et appliquer certaines techniques de la vision par ordinateur et la reconnaissance des objets dans des images  
- Mettre en œuvre une application de détection et reconnaissances des objets

- **Prérequis**

Programmation et algorithmes, programmation matlab, programmation orientée objet, analyse et conception des logiciels, structures de données, méthodes d'apprentissage automatique

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 00**      **TP : 24**

- Définition du cahier des charges de la solution  
- Techniques de traitement d'images en utilisant OpenCV et Matlab : Filtrage et débruitage des images, Segmentation et seuillage (couleurs), Détection de contours (filtre de Canny), Extraction de caractéristiques pour la reconnaissance de formes, Algorithmes de template matching (SIFT, ORB)  
- Développement logiciel de la solution : Acquisition d'images, Détection des objets, Reconnaissance des objets  
- Tests unitaires et intégration  
- Validation et évaluation de la solution : taux de précision  
- Démonstration de la solution

- **Evaluation**

- Savoir appliquer les techniques de traitements d'images et de l'apprentissage automatique pour la détection et la reconnaissance d'objets

Modalités d'évaluation : note projet

<b>UE – Apprentissage et Identification</b>	<b>Steven Le Cam</b>
<b>EC – Identification</b>	<b>Jamal Daafouz</b>

- **Objectifs**

Le pilotage des systèmes dynamiques nécessite un modèle dont l'identification est réalisée à partir de mesures expérimentales sur le système en fonctionnement, généralement soumis à des perturbations. L'objectif de ce cours est d'introduire les notions et les outils nécessaires à la maîtrise des techniques de base de l'identification des systèmes dynamiques.

- **Compétences acquises**

Savoir identifier un modèle à partir de données expérimentales

- **Prérequis**

Cours de mathématiques et optimisation, cours d'automatique de première année et deuxième année et cours de traitement du signal de deuxième année

- **Programme pédagogique**      **CM : 8h**      **TD : 00**      **TP : 10h**

**Introduction : Définition et objectifs de l'identification**

**Structures de modèle :**

Principe de parcimonie, Identifiabilité

Modèles déterministes et modèles stochastiques

**Méthodes classiques d'identification**

Méthodes graphiques

Méthodes des moindres carrés

Méthodes des variables instrumentales

Méthodes basées optimisation

**Mise en œuvre et validation**

Choix des signaux d'entrées

Validation

**Bibliographie**

T. Soderstrom and P. Stoica. System Identification. Prentice Hall, 1989.

Y. Landau, Identification des systèmes, Editions Hermes, 1998

- **Evaluation**

Identification d'un système sur ordinateur à partir de mesures expérimentales

<b>UE – Contrôle et conception des systèmes numériques</b>	<b>Jamal DAAFOUZ</b>
<b>EC – Commande numérique</b>	<b>Jamal DAAFOUZ</b>

- **Objectifs**

Ce cours est dédié à la modélisation, l'analyse et le contrôle des systèmes dynamiques en temps discret. L'objectif est d'introduire les concepts et techniques de base de synthèse de lois de contrôle numériques et de comprendre les enjeux liés à la mise en oeuvre numérique. L'accent est mis sur l'approche espace d'état et les méthodologies modernes de conception de lois de commandes numériques. Les notions introduites seront illustrées sur des exemples académiques en TD et mises en oeuvre sur un robot Lego en simulation puis validation expérimentale.

- **Compétences acquises**

Maîtriser les notions de base de la régulation numérique. Comprendre les phénomènes spécifiques à la commande numérique. Savoir concevoir une régulation numérique et analyser ses performances.

- **Prérequis**

Cours d'automatique de première année, mathématiques pour l'ingénieur, notions de base de traitement du signal (échantillonnage, transformée en z).

- **Programme pédagogique**      **CM : 10h**      **TD : 8h**      **TP : 12h**

**Contenu :**

- Introduction : problématiques liées à la commande numérique
- Modélisation et représentations des systèmes à temps discret et des systèmes échantillonnés
- Analyse de stabilité et propriétés structurelles
- Synthèse de correcteurs en temps discret : émulation, synthèse directe, approche polynomiale.
- Aspects mise en oeuvre d'une commande numérique.

**Références :**

K. J. Astrom, B. Wittenmark, Computer-Controlled Systems: Theory and Design, Prentice Hall.  
Katsuhiko Ogata, Discrete-time control systems, Prentice Hall.

- **Evaluation**

Examen écrit et TP long de mise en oeuvre d'une commande numérique

<b>UE – Conception et développement de systèmes numériques</b>	<b>Maya KALLAS</b>
<b>EC – Conception des systèmes numériques</b>	<b>Maya KALLAS</b>

- **Objectifs**

Donner aux étudiants une maîtrise des outils de la conception des systèmes numériques et les moyens de concevoir des circuits de moyenne complexité (quelques milliers de portes logiques) sur des circuits configurables (FPGA)

- **Compétences acquises**

Les étudiants obtiennent des compétences en modélisation des systèmes d'intégration numériques sur des cibles reconfigurables FPGA. Le savoir-faire est dans le domaine de la conception de systèmes numériques que ça soit combinatoires et/ou séquentiels.

- **Prérequis**

Les connaissances acquises en formation de tronc commun ENSEM 1A et 2A :

- Architecture des machines
- Codage des nombres numériques

- **Programme pédagogique**      **CM : 6h**      **TD : 4h**      **TP : 16h**

**Cours magistraux :**

- Classification des cibles d'intégration : comparaison des solutions programmées et câblées
- Rappel sur l'algèbre de Boole
- Modélisation des composants logiques, simulation logique et modélisation VHDL
- Méthodes de description des systèmes combinatoires et séquentiels
- Conception et mise en équation de systèmes combinatoires et modélisation VHDL
- Conception et mise en équation de systèmes séquentiels jusqu'à la machine à états finis et modélisation VHDL

**Travaux dirigés :**

- Algèbre de Boole et codage VHDL
- Conception et mise en équation de systèmes combinatoires
- Conception et mise en équation de systèmes séquentiels

**Travaux pratiques:**

- Prise en main du logiciel Quartus, déclaration d'un projet et description graphique, analyse fonctionnelle et implémentation sur la cible matérielle.
- Description VHDL de solutions combinatoires puis câblages de cible FPGA, analyse fonctionnelle : additionneur de 4 bits, étude d'un simulateur professionnel (MODELSIM), utilisation d'un programme de tests (testbench)
- Description VHDL de solutions séquentielles puis câblages de cible FPGA, analyse fonctionnelle, couverture de code : horloges, compteurs

- **Evaluation**

Les étudiants sont évalués par les enseignants dans chacun des TP (NP) et par un examen écrit d'1h30 (NT).

La note finale est calculée telle que :  $NF = 40\%NP + 60\%NT$

ISN	S8	Fr
-----	----	----

<b>BC3 : Conception et développement de système numériques</b>	<b>M. Kallas</b>
<b>Équations Macroscopiques de la Physique Classique : Applications</b>	<b>G. Vinsard</b>

- **Objectifs**

l'EC reprend les équations de bilans locaux introduites dans l'EC de BC1 et les approprie à des situations physiques particulières pour en déduire les coefficients des comportements globaux.

- **Compétences acquises**

- approximations usuelles à base d'analyse dimensionnelles ;  
- exploitation des solutions de bilans locaux pour trouver des bilans globaux.

- **Prérequis**

EC éponyme du bloc BC1.

- **Programme pédagogique**      **CM : 6h**      **TD : 12h**      **TP : 00**

- Transfert de chaleur et d'espèces :  
**\*\* Advection/Diffusion d'une concentration dans un canal (1d puis 3d en géométrie axisymétrique) ;**  
**\*\* Équation de l'ailette instationnaire ; Approximation des petits corps ;**  
- Transfert de quantité de mouvement :  
**\*\* Écoulement dans un canal à section circulaire (pertes de charge : régime laminaire et quelques indications sur le régime turbulent) ;**  
**\*\* Écoulement le long d'un plan incliné (avec surface libre).**  
- Élasticité et Vibrations :  
**\*\* Torsion d'une éprouvette élastique ; Tuyau sous pression (limite d'élasticité pour décrire l'endommagement) ;**  
**\*\* Onde de Rayleigh (en 2d) ; Vibrations transverses de membranes ;**

- **Evaluation**

Examen 1h (en commun avec Équation Macroscopiques de la Physique Classique : Fondamentaux)

<b>Sûreté des systèmes</b>	Nicolae Brinzei
<b>Sûreté de fonctionnement</b>	Nicolae Brinzei

- **Objectifs**

Les systèmes numériques utilisés pour commander ou améliorer les performances des systèmes industriels doivent répondre à des exigences de fiabilité et/ou disponibilité afin d'être sûrs dans leur fonctionnement.

Cet EC introduit les concepts fondamentaux de la Sûreté de Fonctionnement (SdF) et montre à tout ingénieur que la défaillance d'un système n'est pas une fatalité et qu'il est possible de déterminer les causes de défaillances, d'en évaluer leur impact sur les performances. L'EC aborde la modélisation et l'analyse de la SdF des systèmes et de leurs composants à l'aide des différents formalismes en soulignant

- **Compétences acquises**

A l'issue de cet EC, les élèves seront capables :

- d'analyser du point de vue dysfonctionnel un système
- d'évaluer la fiabilité des composants
- de modéliser des systèmes afin d'évaluer de manière probabiliste leur sûreté de fonctionnement

- **Prérequis**

- Probabilités & statistiques (S6)
- Modélisation des Systèmes à Evénements Discrets (S7)

- **Programme pédagogique**      **CM : 20**      **TD : 2**      **TP : 18**

Cours magistraux :

- Concepts et définitions : fiabilité, disponibilité, maintenabilité, sécurité (RAMS), MTTF, MTBF, MTTR
- Fiabilité de composants
- Approches qualitatives pour l'analyse des risques : APR, AMDEC, HAZOP
- Approches combinatoires pour la modélisation et l'évaluation de la SdF des systèmes :
  - bloc-diagrammes de fiabilité (RBD)
  - arbres des défaillances (AdD)
- Approches états-transitions pour la modélisation et l'évaluation de la SdF des systèmes :
  - approches analytiques: chaînes de Markov (CdM), réseaux de Petri stochastiques (RdPS)
  - approches par simulation: Stochastic Activity Networks (SAN)
- Sécurité fonctionnelle: étude et analyse des Systèmes Instrumentés de Sécurité (SIS) conformément aux normes et standards en vigueur (IEC 61508); niveaux d'intégrité de la sécurité SIL

Travaux dirigés:

- modélisation des systèmes par SAN

Travaux pratiques :

- modélisation et évaluation probabiliste des systèmes binaires et non-réparables par RBD et AdD (logiciel GRIF)
- modélisation et évaluation probabiliste des systèmes multi-états réparables/reconfigurables par CdM et RdPS (logiciel GRIF)
- modélisation et évaluation du niveau SIL des SIS (logiciel GRIF)

- **Evaluation**

- examen pour évaluer le niveau de connaissance théorique des approches de modélisation et d'évaluation de la sûreté de fonctionnement des systèmes, pour évaluer la mise en œuvre de ces approches
- contrôle continu en TD et TP pour évaluer la capacité à modéliser, évaluer et analyser la sûreté de fonctionnement des systèmes industriels critiques

<b>UE - Sûreté des systèmes</b>	<b>N. BRINZEI</b>
<b>EC - Ingénierie Système</b>	<b>E. LEVRAT</b>

- **Objectifs**

Initier aux bonnes pratiques de l'ingénierie système dans l'objectif de les appliquer à travers les projets et les études de cas proposées tout au long de la formation.

- **Compétences acquises**

Aptitude à analyser les exigences des parties prenantes pour en déterminer les exigences systèmes, à en définir les architectures fonctionnelles, organiques et comportementales d'un système.

- **Prérequis**

Modélisation orientée objet (UML)

- **Programme pédagogique**      **CM : 08**      **TD : 12**      **TP : 00**

Introduction à la pensée système et à l'Ingénierie Système

Ingénierie Système guidée par les de la norme ISO/IEC 15288:

- processus techniques (définition des exigences, analyse des exigences, conception des architectures fonctionnelles et organiques, ...)
- processus de projet (pilotage, décision, management de l'information, définition des tâches d'ingénierie)
- procédé de modélisation itératif et collaboratif en ingénierie de systèmes (bonnes pratiques de spécification, visions boîte noire/boîte blanche, description/prescription problème/solutions, ...).

Ingénierie Système basée sur les Modèles MBSE

- Approche objet basée sur le langage de modélisation SysML : diagrammes des exigences et de cas d'utilisation, diagrammes structurels (block, paramétriques), diagrammes comportementaux (activité, séquences, statecharts)
- Spécification exécutable, Environnement de spécification et simulation IBM Rhapsody

- **Evaluation**

Examen écrit et étude de cas

**UE – Formation générale 4****S. Gallaire****EC – Anglais****C. Corringer**

- **Objectifs**

Semestre axé sur l'anglais oral. L'objectif est d'amener les étudiants à faire une présentation de projet, claire et structurée devant un public en utilisant efficacement des techniques de communication. Les étudiants travailleront régulièrement en groupe et seront amenés à analyser leurs prestations.

- **Compétences acquises**

Techniques de communication.  
Utilisation optimisée de différents outils de présentation (PPT, PREZI )

- **Prérequis**

Avoir atteint un niveau B2

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 24**      **TP : 00**

Préparation à la prise de parole en continu en public :

- exploitation de documents (écrits et audio) afin de travailler la structure, les expressions nécessaires au guidage (signposting)
- optimisation du contenu et de l'utilisation des slides sur powerpoint ou Prezi
- gestion du non-verbal
- travail sur la prononciation, le rythme, le placement de voix
- travail sur les techniques de communication (impact techniques, rapport building)
- travail sur des techniques de marketing (elevator pitch, sales speech)

- **Evaluation**

Contrôle continu: évaluations orales régulières formatives et/ou sommatives (sous forme d'enregistrements et en public, individuelles et en groupe) et évaluation orale finale.

<b>UE – Nom de l'Unité d'Enseignement ou Bloc</b>	<b>Stéphanie Gallaire</b>
<b>EC – Nom de l'Elément Constitutif</b>	<b>Claire Cuisinier</b>

- **Objectifs**

Pour les débutants: compétences telles que décrites par le CECRL en niveau A2 ou B1.  
 Pour les non-débutants: compétences telles que décrites par le CECRL pour le niveau B1, B2, ou C1 selon le groupe de niveau. Savoir-être et savoir- faire professionnels. Entraînement à des certifications externes (les étudiants peuvent passer une certification s'ils le souhaitent). Développement de compétences professionnelles, y compris à travers des modules à visée scientifique et culturelle. Découverte ou approfondissement du vocabulaire de spécialité et la langue de l'ingénieur

- **Compétences acquises**

Développement de la capacité à communiquer, à échanger. Confiance en soi en langue étrangère.  
 Compréhension de l'écrit et de l'oral, production écrite et orale (en continu et en interaction) en langue étrangère.  
 Savoir se fixer des objectifs, apprendre à apprendre.

- **Prérequis**

Pour les non-débutants: avoir un niveau B1.  
 Pour les débutants avoir un niveau A2.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 24**      **TP : 00**

A chaque cours, travail des 5 compétences (compréhension écrite et orale, interaction orale, expression écrite et orale).  
 Utilisation des ressources en ligne pour un travail intensif de la compréhension orale et de l'expression orale.  
 Travail sur la langue et développement des compétences professionnelles à travers des modules à visée culturelle et scientifique.  
 Entraînement systématique de la compréhension orale à travers documents audio et vidéo authentiques.  
 Entraînement de la compréhension écrite à travers des articles de presse et autres textes.  
 Production orale : débats, échanges, comptes rendus, jeux de rôle, présentations, entraînement de la prononciation, etc.  
 Production écrite : productions écrites en rapport avec les points développés dans les autres compétences, rédaction de mail, prise de position, synthèse, etc.  
 Module à visée scientifique: travail sur des thématiques et documents en lien avec le domaine de l'ingénierie. Le métier d'ingénieur, préparation à la rédaction de synthèses, de rapports, entraînement aux débats, simulation de réunions, étude de documents en lien avec les domaines phares de l'ingénierie ; savoir décrire le fonctionnement de machines, des procédés, etc... Préparation à des visites de laboratoires ou d'entreprises.  
 Thèmes: le métier d'ingénieur, les procédés de fabrication, la mécanique, l'électricité, l'énergie, etc.  
 Module culturel: travail sur des événements ou courants culturels marquants. L'accent sera placé sur la diversité des supports utilisés. Les étudiants seront amenés à travailler en groupe et par projet. Des intervenants extérieurs en lien avec les thématiques traitées pourront intervenir en cours (ex: étudiants en échange international à l'ENSEM, membres d'associations, etc.)  
 Thèmes: traditions, interculturalité, monde des arts, cinéma, histoire, etc. Modulable en fonction des intérêts de chaque groupe.

- **Evaluation**

Contrôle continu (50%): tests réguliers en cours de semestre ; note sanctionnant la participation en cours.  
 Examen écrit (50%).

<b>UE – UE Formation générale 2</b>	<b>B. Rémy</b>
<b>EC – Egalité Diversité et inclusion</b>	<b>Valérie Louis Dorr</b>

- **Objectifs**

L'objectif est de sensibiliser les étudiants aux thématiques du vivre-ensemble dans le respect mutuel et l'acceptation des différences, ainsi qu'à la lutte contre les violences sexistes et sexuelles et toutes les formes de discriminations. Ces thématiques sont regroupées sous un tryptique égalité - diversité - inclusion, et l'objectif du cours est de découvrir les différentes problématiques qui y sont associées et les leviers d'actions permettant de les prévenir.

- **Compétences acquises**

Comprendre le concept de diversité et d'inclusion et ses implications  
 Apprécier la diversité culturelle et le respect des différences  
 Identifier des pratiques discriminatoires et des comportements non inclusifs  
 Connaître les dispositifs d'alerte et savoir réagir

- **Prérequis**

Sans prérequis  
 Toutefois les prérequis intéressants sont de l'ordre des qualités personnelles sur l'ouverture d'esprit !

- **Programme pédagogique**      **CM : 4**      **TD : 00**      **TP : 00**

**Fresque de la diversité** : La Fresque de la Diversité est un outil de sensibilisation qui permet de susciter efficacement des prises de conscience et questionnements sur les enjeux de discriminations et d'inclusion au sein des organisations. elle prend la forme d'un atelier d'intelligence collective réunissant une dizaine de personnes et un animateur ou une animatrice.

**Théâtre Forum de sensibilisation aux violences sexuelles et sexistes (VSS) par la troupe synergie**

Le principe : une courte scène traitant du sexisme, du cyberharcèlement et d'une agression dans un environnement étudiant est jouée par les acteurs. La scène est ensuite rejouée en mettant cette fois-ci les étudiants à contribution. L'idée est de leur permettre de jouer le rôle de la protagoniste principale et de réagir aux outrages dont elle est victime. Ce théâtre d'improvisation débouche ensuite sur une réflexion collective sur les différences entre outrage sexiste, harcèlement sexuel et la notion de consentement, souvent méconnues des étudiants Rappel de la loi.

**Conférence prévention des conduites à risques, notamment en suite aux différentes formes d'addictions**

**Témoignage d'étudiant sur une agression sexiste et sexuelle**

**Formation asynchrone sous forme de vidéos de sensibilisation et d'information**

**Quiz sur l'inclusion et l'exclusion**

**Quiz sur la diversité**

- **Evaluation**

La participation au Théâtre Forum et aux différentes conférences, ainsi que la participation aux quizzes en ligne, constituent une sensibilisation aux problématiques sociétales EDI et constitue un quitus obligatoire au sein du syllabus.

**UE – formation générale 4**

**Stéphanie Gallaire**

**EC – Stratégie marketing et simulation d'entreprise**

**Jean-Christophe Marpeau**

- **Objectifs**

Mettre les élèves en situation de gestion d'entreprise au travers d'une simulation de gestion d'entreprise (jeu d'entreprise) basée sur un scénario de marché compétitif. Application des notions apprises en gestion, en marketing, en finance, en production de biens et gestion de projets

- **Compétences acquises**

Capacité à s'intégrer dans une organisation d'entreprise et d'en comprendre les rouages.

- **Prérequis**

Cours 1A de connaissance de l'entreprise, stratégie et gestion de projets

- **Programme pédagogique**      **CM : 06**      **TD : 12**      **TP : 00**

**CM :**

- Bases de comptabilité et analyse financière
- Stratégie d'entreprise

**TD : Sous la forme d'une simulation de gestion d'une entreprise**

Fondé sur un travail de groupe, cette simulation de gestion d'une d'entreprise offre un moyen efficace pour appréhender concrètement l'imbrication des décisions commerciales, financières, humaines, techniques et les relations de l'entreprise avec son environnement. Il donne à chacun la possibilité de tester ses aptitudes à réagir aux aléas de la conjoncture, aux coups de boutoir de la concurrence, à partir d'informations imparfaites et en temps forcément limité.

- **Evaluation**

Evaluation sur la base des retours suite au TD de simulation de gestion d'une entreprise (stratégie, finances et gestion de projet). Restitution des résultats sous la forme d'une présentation orale.

Unité d'Enseignement (UE) Eléments Constitutifs (EC)	Responsable	Section CNU de l'EC
---	-------------	------------------------

CM	TD	TP	Volume horaire	Coeff.	ECTS	Barre UE
----	----	----	-------------------	--------	------	-------------

## ENSEM DIPLÔME ISN 2A- Semestre 8

### Parcours systèmes et logiciels embarqués (TNCY/ENSEM ISN)

<i>B8 - SLE - 01 - préparatoire</i>		<i>S. Le Cam</i>	
Taitement d'images (1)		S. Le Cam	61
Sensibilisation cybersécurité (1)		R. Badonnel	27
Automatique (2)		M. Tomczak	61

8	8	4	20	3	6	10
12	4	4	20	3		
20	20	0	40	-		

<i>B8 - SLE - 02 - systèmes embarqués et temps réel</i>		<i>V. Bombardier</i>	
Systèmes temps réel		V. Bombardier	27,61
Système avancé		M. Maimour/R. Badonnel	61, 27

8	16	16	40	3	6	10
20	16	12	48	3		

<i>B8 - SLE - 03 - Contrôle et conception de systèmes numériques</i>		<i>J. Daafouz</i>	
Commande Numérique		J. Daafouz	61
Conception de systèmes numériques		M. Kallas	61

10	8	12	30	3	6	10
6	4	20	30	3		

<i>B8 - SLE - 04 - Ingénierie et sûreté des systèmes</i>		<i>N. Brinzei</i>	
Sûreté de Fonctionnement		N. Brinzei	61
Ingénierie Système		E. Levrat	61
Vérification Formelle		D. Mery	61,27

20	2	18	40	2,4	6	10
8	12	0	20	1,2		
20	20	0	40	2,4		

<b>UE Formation générale 4</b>		<i>S. Gallaire</i>	
Anglais (1)	Celine Corringer	11	
Langue vivante 2 (1)	Claire Cuisinier	12,14, 09	
Egalité - Diversité - Inclusion	V. Louis-Dorr		
Stratégie Marketing & simulation d'entreprise (1)	Jean-Christophe Marpeau	6	

0	24	0	24	2	6	10
0	24	0	24	2		
4	0	0	4	Quitus		
6	24	0	30	2		
<b>TOTAL</b>					370	30

EC Mutualisés avec le diplôme NRJ

EC assuré par TNCY

EC assuré par ENSEM

EC assuré par TNCY et ENSEM

(1) EC dispensé seulement pour les élèves de l'ENSEM

(2) EC dispensé seulement pour les élèves de TNCY

<b>UE – BC0 préparatoire</b>	<b>Steven Le Cam</b>
<b>EC – Traitement d'images</b>	<b>Steven Le Cam</b>

- **Objectifs**

L'objectif est d'offrir aux élèves une base de connaissances sur l'imagerie numérique et sur son utilisation potentielle.

Il s'agit de présenter les connaissances nécessaires à la conception et à la mise en œuvre de méthodes de traitement d'images numériques, allant de l'acquisition (base d'optique, numérisation) à la décision (classification et reconnaissance de formes) en passant par la représentation et le traitement de l'image (amélioration, segmentation).

- **Compétences acquises**

Décrire et utiliser les différentes représentations d'une image numérique:

- Analyser l'influence des conditions d'acquisition sur le contenu informationnel d'une image numérique.
- Maîtriser et implémenter les méthodes et outils de base de traitement d'une image (amélioration, segmentation, interprétation, compression, tatouage).
- Sélectionner et mettre en œuvre les méthodes adaptées en fonction du contexte applicatif.
- Maîtriser les méthodes de base de reconnaissance de formes et les mettre en application

- **Prérequis**

Traitement du Signal; Statistiques et Probabilités; Algorithmiques et Programmation

- **Programme pédagogique**      **CM : 08h**      **TD : 08h**      **TP : 04h**

- Introduction à l'image numérique:
  - Définition d'une image (pixels, colorimétrie,..)
  - Notions de base des systèmes d'acquisition (optique, dispositif, numérisation)
- Bases de Traitement d'images :
  - LUT (inversion d'images, rehaussement de contraste,...)
  - Filtrage (lissage, détection de contours, ...)
  - Morphologie mathématique (érosion, dilatation), transformation globale (Fourier, DCT)
  - Segmentation région, contour
- Reconnaissance de formes
  - Extraction de caractéristiques (locales et globales)
  - Clustering (K-means),
  - Classification (Kppv)

- **Evaluation**

Rapport de travaux pratiques et examen sur table

<b>B0 - Préparatoire</b>	<b>S. LE CAM</b>
<b>EC – Sensibilisation Cybersécurité</b>	<b>R. BADONNEL</b>

- **Objectifs**

Ce module permet de sensibiliser et initier les étudiants aux enjeux et problèmes liés à la cyber-sécurité (cf. label CyberEdu).

- **Compétences acquises**

- Comprendre les motivations et le besoin de sécurité des SI,
- Connaître les définitions de base et la typologie des menaces,
- Appréhender et adopter les règles de base pour les organisations et les individus,
- Comprendre les vulnérabilités inhérentes aux mécanismes réseaux et applicatifs couramment utilisés,
- Connaître le panorama des solutions techniques de sécurité,
- Appréhender les méthodes et normes de prise en compte de la sécurité de façon globale et unitaire,
- Comprendre et anticiper les difficultés en gestion de la sécurité,
- Présenter les filières métiers de la cyber-sécurité.

- **Prérequis**

Aucun

- **Programme pédagogique CM : 9 TD : 2 TP : 6**

- Notion de base en cyber-sécurité,
- Règles d'hygiène informatique,
- Aspects réseaux et systèmes liés à la cyber-sécurité,
- Gestion opérationnelle de la cyber-sécurité au sein d'une organisation.

- **Evaluation**

Epreuve Terminale

**B1 - UE1 – Systèmes Embarqués Temps Réels****Vincent BOMBARDIER****EC – Systèmes Temps Réel****Abdelkader LAHMADI****Vincent BOMBARDIER**

- **Objectifs**

Ce module est destiné à approfondir les connaissances des étudiants sur les concepts, méthodes, modèles et outils de mise en œuvre des systèmes temps réel en prenant en compte les contraintes de réactivité et de déterminisme de ces systèmes.

L'objectif est de savoir implémenter un système embarqué sur les principaux exécutifs embarqués ou temps réel de l'industrie.

- **Compétences acquises**

- Utiliser une méthodologie pour la conception d'applications temps-réel
- Décrire et analyser des mécanismes d'ordonnancement temps-réel
- Connaître les méthodologies, modèles et outils utilisés pour la conception d'application embarquées temps réels ou non (modèle sceptre, mécanismes d'ordonnancement temps réel, multi-tasking, compilation croisée, émulation).

- **Prérequis**

Partie Système de RSA

- **Programme pédagogique**    **CM : 08**    **TD : 16**    **TP : 16**

- Méthodologie et modèles utilisés pour la conception d'application TR, (Modèle Sceptre).
- Mécanismes d'Ordonnancement Temps Réel (Rate Monotonic, Earliest Deadline First, Least Laxity First).
- Notion de tâches périodiques et apériodiques, indépendantes ou non (Serveurs Différés, Serveur Sporadiques).
- Gestion de ressources partagées (Exclusion Mutuelle, Synchronisation, Communication).
- Implémentation d'une application temps réel sur une cible (ESP32) fonctionnant avec un noyau temps réel FreeRTOS.
- Gestion d'E/S, UART, I<sup>2</sup>C, SPI, PWM, ADC/DAC (Capteurs température, CO<sub>2</sub>, ultrasons, ...).

- **Evaluation**

- Savoir analyser un ordonnancement temps-réel
- Savoir mettre en œuvre une application embarquée avec un noyau temps réel

**B1 - UE1 – Systèmes Embarqués Temps Réels****Vincent BOMBARDIER**

**EC – Réseau Système Avancé****Moufida MAIMOUR, Rémi  
BADONNEL**

- **Objectifs**

Approfondir et mettre en application les connaissances systèmes et réseaux, décrire les mécanismes essentiels d'un système, analyser de façon détaillée les protocoles de l'Internet.

- **Compétences acquises**

- Énoncer et expliquer la structure générale d'un système informatique ainsi que les principales composantes d'un système d'exploitation
- Décrire, expliquer et comparer les différentes méthodes de conception d'un système d'exploitation
- Identifier les principaux problèmes liés à la gestion de la mémoire
- Décrire, expliquer et comparer différentes méthodes de la gestion de la mémoire ainsi qu'identifier les avantages et inconvénients de chacune
- Expliquer le rôle du matériel et son impact sur les choix de conception des systèmes d'exploitation.
- Calculer des adresses physiques à partir d'adresses logiques
- Identifier quelques problèmes liés à l'implantation des processus et décrire une méthode d'implantation possible.
- Lister, appliquer et comparer les principales méthodes d'ordonnement des processus
- Expliquer les principes du contrôle de congestion mis en œuvre par TCP
- Maîtrise des différents algorithmes associés à TCP
- Programmer une application communicante en C et maîtriser les interfaces et paradigmes avancés associés

- **Prérequis**

Connaissance de bases en réseaux et systèmes

- **Programme pédagogique**    **CM : 20**    **TD : 16**    **TP : 12**

- **Systèmes**
  - Etude approfondie des problèmes d'allocation de ressources réalisation dans un système type Unix, implantation du noyau Linux
- **Réseaux :**
  - Approfondissement du protocole TCP, programmation avancés réseaux (socket raw, multicast, IPv6).

**Evaluation**

Contrôle Continu

**UE – Stabilité, Contrôle et Intégration numérique****J. Daafouz**

**EC – Commande numérique****J. Daafouz**

- **Objectifs**

La prolifération des dispositifs de calcul embarqué a joué un rôle décisif dans la généralisation de l'implémentation numérique des systèmes de contrôle au niveau industriel et scientifique. L'objectif de ce cours est d'introduire les notions de base permettant l'analyse et la conception de lois de commande numériques. Une attention particulière sera accordée à la prise en compte des données échantillonnées et à l'analyse de phénomènes spécifiques à la commande numérique. Les applications en TD/TP mettent l'accent sur les problèmes pratiques d'interfaces numérique / analogique et d'asservissement numérique.

- **Compétences acquises**

Maîtriser les notions de base de la régulation numérique. Comprendre les phénomènes spécifiques à la commande numérique. Savoir concevoir une régulation numérique et analyser ses performances.

- **Prérequis**

Cours d'automatique de première année, notions de base de traitement du signal (échantillonnage, transformée en z) et mathématiques, en particulier l'algèbre linéaire.

- **Programme pédagogique**      **CM : 10**      **TD : 08**      **TP : 12**

Introduction à la commande numérique  
Conversion analogique numérique et numérique analogique

Approche fréquentielle :

Fonction de transfert en z  
Analyse de stabilité  
Discrétisation de correcteurs analogiques  
Synthèse de correcteurs numériques

Approche espace d'état :

Discrétisation exacte.  
Stabilité, contrôlabilité, observabilité.  
Synthèse de lois de commande par retour d'état.

Phénomènes spécifiques à la commande numérique  
Effet de la période d'échantillonnage sur les propriétés structurelles  
Quantification, Filtre anti-repliement

Références :

K. J. Astrom, B. Wittenmark, *Computer-Controlled Systems: Theory and Design*, Prentice Hall.  
Katsuhiko Ogata, *Discrete-time control systems*, Prentice Hall.

**UE – Contrôle et conception des systèmes numériques**

**Jamal DAAFOUZ**

**EC – Conception des systèmes numériques**

**Maya KALLAS**

• **Objectifs**

Donner aux étudiants une maîtrise des outils de la conception des systèmes numériques et les moyens de concevoir des circuits de moyenne complexité (quelques milliers de portes logiques) sur des circuits configurables (FPGA)

• **Compétences acquises**

Les étudiants obtiennent des compétences en modélisation des systèmes d'intégration numériques sur des cibles reconfigurables FPGA. Le savoir-faire est dans le domaine de la conception de systèmes numériques que ça soit combinatoires et/ou séquentiels.

• **Prérequis**

Les connaissances acquises en formation de tronc commun ENSEM 1A et 2A :

- Architecture des machines
- Codage des nombres numériques

• **Programme pédagogique**      **CM : 6h**      **TD : 4h**      **TP : 20h**

**Cours magistraux :**

- Classification des cibles d'intégration : comparaison des solutions programmées et câblées
- Rappel sur l'algèbre de Boole
- Modélisation des composants logiques, simulation logique et modélisation VHDL
- Méthodes de description des systèmes combinatoires et séquentiels
- Conception et mise en équation de systèmes combinatoires et modélisation VHDL
- Conception et mise en équation de systèmes séquentiels jusqu'à la machine à états finis et modélisation VHDL

**Travaux dirigés :**

- Algèbre de Boole et codage VHDL
- Conception et mise en équation de systèmes combinatoires
- Conception et mise en équation de systèmes séquentiels

**Travaux pratiques:**

- Prise en main du logiciel Quartus, déclaration d'un projet et description graphique, analyse fonctionnelle et implémentation sur la cible matérielle.
- Description VHDL de solutions combinatoires puis câblages de cible FPGA, analyse fonctionnelle : additionneur de 4 bits, étude d'un simulateur professionnel (MODELSIM), utilisation d'un programme de tests (testbench)
- Description VHDL de solutions séquentielles puis câblages de cible FPGA, analyse fonctionnelle, couverture de code : horloges, compteurs

• **Evaluation**

Les étudiants sont évalués par les enseignants dans chacun des TP (NP) et par un examen écrit d'1h30 (NT).

La note finale est calculée telle que :  $NF = 40\%NP + 60\%NT$

<b>Sûreté des systèmes</b>	Nicolae Brinzei
<b>Sûreté de fonctionnement</b>	<b>Nicolae Brinzei</b>

- **Objectifs**

Les systèmes numériques utilisés pour commander ou améliorer les performances des systèmes industriels doivent répondre à des exigences de fiabilité et/ou disponibilité afin d'être sûrs dans leur fonctionnement.

Cet EC introduit les concepts fondamentaux de la Sûreté de Fonctionnement (SdF) et montre à tout ingénieur que la défaillance d'un système n'est pas une fatalité et qu'il est possible de déterminer les causes de défaillances, d'en évaluer leur impact sur les performances. L'EC aborde la modélisation et l'analyse de la SdF des systèmes et de leurs composants à l'aide des différents formalismes en soulignant

- **Compétences acquises**

A l'issue de cet EC, les élèves seront capables :

- d'analyser du point de vue dysfonctionnel un système
- d'évaluer la fiabilité des composants
- de modéliser des systèmes afin d'évaluer de manière probabiliste leur sûreté de fonctionnement

- **Prérequis**

- Probabilités & statistiques (S6)
- Modélisation des Systèmes à Evénements Discrets (S7)

- **Programme pédagogique**      **CM : 20**      **TD : 2**      **TP : 18**

Cours magistraux :

- Concepts et définitions : fiabilité, disponibilité, maintenabilité, sécurité (RAMS), MTTF, MTBF, MTTR
- Fiabilité de composants
- Approches qualitatives pour l'analyse des risques : APR, AMDEC, HAZOP
- Approches combinatoires pour la modélisation et l'évaluation de la SdF des systèmes :
  - bloc-diagrammes de fiabilité (RBD)
  - arbres des défaillances (AdD)
- Approches états-transitions pour la modélisation et l'évaluation de la SdF des systèmes :
  - approches analytiques: chaînes de Markov (CdM), réseaux de Petri stochastiques (RdPS)
  - approches par simulation: Stochastic Activity Networks (SAN)
- Sécurité fonctionnelle: étude et analyse des Systèmes Instrumentés de Sécurité (SIS) conformément aux normes et standards en vigueur (IEC 61508); niveaux d'intégrité de la sécurité SIL

Travaux dirigés:

- modélisation des systèmes par SAN

Travaux pratiques :

- modélisation et évaluation probabiliste des systèmes binaires et non-réparables par RBD et AdD (logiciel GRIF)
- modélisation et évaluation probabiliste des systèmes multi-états réparables/reconfigurables par CdM et RdPS (logiciel GRIF)
- modélisation et évaluation du niveau SIL des SIS (logiciel GRIF)

- **Evaluation**

- examen pour évaluer le niveau de connaissance théorique des approches de modélisation et d'évaluation de la sûreté de fonctionnement des systèmes, pour évaluer la mise en œuvre de ces approches
- contrôle continu en TD et TP pour évaluer la capacité à modéliser, évaluer et analyser la sûreté de fonctionnement des systèmes industriels critiques

<b>UE - Sûreté des systèmes</b>	<b>N. BRINZEI</b>
<b>EC - Ingénierie Système</b>	<b>E. LEVRAT</b>

- **Objectifs**

Initier aux bonnes pratiques de l'ingénierie système dans l'objectif de les appliquer à travers les projets et les études de cas proposées tout au long de la formation.

- **Compétences acquises**

Aptitude à analyser les exigences des parties prenantes pour en déterminer les exigences systèmes, à en définir les architectures fonctionnelles, organiques et comportementales d'un système.

- **Prérequis**

Modélisation orientée objet (UML)

- **Programme pédagogique**      **CM : 08**      **TD : 12**      **TP : 00**

Introduction à la pensée système et à l'Ingénierie Système

Ingénierie Système guidée par les de la norme ISO/IEC 15288:

- processus techniques (définition des exigences, analyse des exigences, conception des architectures fonctionnelles et organiques, ...)
- processus de projet (pilotage, décision, management de l'information, définition des tâches d'ingénierie)
- procédé de modélisation itératif et collaboratif en ingénierie de systèmes (bonnes pratiques de spécification, visions boîte noire/boîte blanche, description/prescription problème/solutions, ...).

Ingénierie Système basée sur les Modèles MBSE

- Approche objet basée sur le langage de modélisation SysML : diagrammes des exigences et de cas d'utilisation, diagrammes structurels (block, paramétriques), diagrammes comportementaux (activité, séquences, statecharts)
- Spécification exécutable, Environnement de spécification et simulation IBM Rhapsody

- **Evaluation**

Examen écrit et étude de cas

**B2 – UE3 – Ingénierie et Sûreté d'un Système Embarqué**

?

**EC – Modélisation, Vérification et EXpérimentation des systèmes**

**Dominique MERY**

- **Objectifs**

La conception de systèmes à logiciels prépondérants nécessite la garantie de propriétés de sûreté et de sécurité et les méthodes de conception doivent être enrichies par des techniques de vérification et de validation pour en faire de véritables méthodes formelles outillées. Le module vise à approfondir les concepts de la programmation et à étudier les techniques de validation, de vérification et de modélisation, en utilisant des outils. Il vise à sensibiliser les élèves à la nécessité de définir clairement les exigences, le domaine du problème étudié et à la maîtrise des outils mettant en œuvre les méthodes formelles pour la sûreté des logiciels et des

- **Compétences acquises**

- Maîtriser les techniques de vérification et les concepts associés
- Utiliser un model-checker, un outil d'analyse sémantique et un outil de tests
- Reconnaître les fonctions calculables et des problèmes décidables ou indécidables
- Maîtriser les principes de la sûreté logicielle
- Expliquer et mettre en œuvre la théorie du point-fixe
- Connaître les bases de l'interprétation abstraite

- **Prérequis**

- **Programme pédagogique**    **CM : 20**    **TD : 20**    **TP : 00**

- Modélisation et vérification de systèmes pour les propriétés de sûreté et contrats.
- Propriétés temporelles et temporisées de systèmes.
- Théorie du point fixe et applications.
- Interprétation abstraite.
- Expérimentation d'outils et de techniques d'analyse : model checkers, assistants de preuve, analyse de programmes.

- **Evaluation**

L'évaluation comprend deux écrits e1 et e2 et un TP noté tpn.

Le calcul de la note finale est obtenu par application de la moyenne pondérée suivante :

$$0,4*e1+0,4*e2+0,2*tpn.$$

**UE – Formation générale 4**

**S. Gallaire**

**EC – Anglais**

**C. Corringer**

- **Objectifs**

Semestre axé sur l'anglais oral. L'objectif est d'amener les étudiants à faire une présentation de projet, claire et structurée devant un public en utilisant efficacement des techniques de communication. Les étudiants travailleront régulièrement en groupe et seront amenés à analyser leurs prestations.

- **Compétences acquises**

Techniques de communication.  
Utilisation optimisée de différents outils de présentation (PPT, PREZI )

- **Prérequis**

Avoir atteint un niveau B2

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 24**      **TP : 00**

Préparation à la prise de parole en continu en public :

- exploitation de documents (écrits et audio) afin de travailler la structure, les expressions nécessaires au guidage (signposting)
- optimisation du contenu et de l'utilisation des slides sur powerpoint ou Prezi
- gestion du non-verbal
- travail sur la prononciation, le rythme, le placement de voix
- travail sur les techniques de communication (impact techniques, rapport building)
- travail sur des techniques de marketing (elevator pitch, sales speech)

- **Evaluation**

Contrôle continu: évaluations orales régulières formatives et/ou sommatives (sous forme d'enregistrements et en public, individuelles et en groupe) et évaluation orale finale.

<b>UE – Nom de l'Unité d'Enseignement ou Bloc</b>	<b>Stéphanie Gallaire</b>
<b>EC – Nom de l'Elément Constitutif</b>	<b>Claire Cuisinier</b>

- **Objectifs**

Pour les débutants: compétences telles que décrites par le CECRL en niveau A2 ou B1.  
 Pour les non-débutants: compétences telles que décrites par le CECRL pour le niveau B1, B2, ou C1 selon le groupe de niveau. Savoir-être et savoir- faire professionnels. Entraînement à des certifications externes (les étudiants peuvent passer une certification s'ils le souhaitent). Développement de compétences professionnelles, y compris à travers des modules à visée scientifique et culturelle. Découverte ou approfondissement du vocabulaire de spécialité et la langue de l'ingénieur

- **Compétences acquises**

Développement de la capacité à communiquer, à échanger. Confiance en soi en langue étrangère.  
 Compréhension de l'écrit et de l'oral, production écrite et orale (en continu et en interaction) en langue étrangère.  
 Savoir se fixer des objectifs, apprendre à apprendre.

- **Prérequis**

Pour les non-débutants: avoir un niveau B1.  
 Pour les débutants avoir un niveau A2.

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 24**      **TP : 00**

A chaque cours, travail des 5 compétences (compréhension écrite et orale, interaction orale, expression écrite et orale).  
 Utilisation des ressources en ligne pour un travail intensif de la compréhension orale et de l'expression orale.  
 Travail sur la langue et développement des compétences professionnelles à travers des modules à visée culturelle et scientifique.  
 Entraînement systématique de la compréhension orale à travers documents audio et vidéo authentiques.  
 Entraînement de la compréhension écrite à travers des articles de presse et autres textes.  
 Production orale : débats, échanges, comptes rendus, jeux de rôle, présentations, entraînement de la prononciation, etc.  
 Production écrite : productions écrites en rapport avec les points développés dans les autres compétences, rédaction de mail, prise de position, synthèse, etc.  
 Module à visée scientifique: travail sur des thématiques et documents en lien avec le domaine de l'ingénierie. Le métier d'ingénieur, préparation à la rédaction de synthèses, de rapports, entraînement aux débats, simulation de réunions, étude de documents en lien avec les domaines phares de l'ingénierie ; savoir décrire le fonctionnement de machines, des procédés, etc... Préparation à des visites de laboratoires ou d'entreprises.  
 Thèmes: le métier d'ingénieur, les procédés de fabrication, la mécanique, l'électricité, l'énergie, etc.  
 Module culturel: travail sur des événements ou courants culturels marquants. L'accent sera placé sur la diversité des supports utilisés. Les étudiants seront amenés à travailler en groupe et par projet. Des intervenants extérieurs en lien avec les thématiques traitées pourront intervenir en cours (ex: étudiants en échange international à l'ENSEM, membres d'associations, etc.)  
 Thèmes: traditions, interculturalité, monde des arts, cinéma, histoire, etc. Modulable en fonction des intérêts de chaque groupe.

- **Evaluation**

Contrôle continu (50%): tests réguliers en cours de semestre ; note sanctionnant la participation en cours.  
 Examen écrit (50%).

<b>UE – UE Formation générale 2</b>	<b>B. Rémy</b>
<b>EC – Egalité Diversité et inclusion</b>	<b>Valérie Louis Dorr</b>

- **Objectifs**

L'objectif est de sensibiliser les étudiants aux thématiques du vivre-ensemble dans le respect mutuel et l'acceptation des différences, ainsi qu'à la lutte contre les violences sexistes et sexuelles et toutes les formes de discriminations. Ces thématiques sont regroupées sous un tryptique égalité - diversité - inclusion, et l'objectif du cours est de découvrir les différentes problématiques qui y sont associées et les leviers d'actions permettant de les prévenir.

- **Compétences acquises**

Comprendre le concept de diversité et d'inclusion et ses implications  
 Apprécier la diversité culturelle et le respect des différences  
 Identifier des pratiques discriminatoires et des comportements non inclusifs  
 Connaître les dispositifs d'alerte et savoir réagir

- **Prérequis**

Sans prérequis  
 Toutefois les prérequis intéressants sont de l'ordre des qualités personnelles sur l'ouverture d'esprit !

- **Programme pédagogique**      **CM : 4**      **TD : 00**      **TP : 00**

**Fresque de la diversité** : La Fresque de la Diversité est un outil de sensibilisation qui permet de susciter efficacement des prises de conscience et questionnements sur les enjeux de discriminations et d'inclusion au sein des organisations. elle prend la forme d'un atelier d'intelligence collective réunissant une dizaine de personnes et un animateur ou une animatrice.

**Théâtre Forum de sensibilisation aux violences sexuelles et sexistes (VSS) par la troupe synergie**

Le principe : une courte scène traitant du sexisme, du cyberharcèlement et d'une agression dans un environnement étudiant est jouée par les acteurs. La scène est ensuite rejouée en mettant cette fois-ci les étudiants à contribution. L'idée est de leur permettre de jouer le rôle de la protagoniste principale et de réagir aux outrages dont elle est victime. Ce théâtre d'improvisation débouche ensuite sur une réflexion collective sur les différences entre outrage sexiste, harcèlement sexuel et la notion de consentement, souvent méconnues des étudiants Rappel de la loi.

**Conférence prévention des conduites à risques, notamment en suite aux différentes formes d'addictions**

**Témoignage d'étudiant sur une agression sexiste et sexuelle**

**Formation asynchrone sous forme de vidéos de sensibilisation et d'information**

**Quiz sur l'inclusion et l'exclusion**

**Quiz sur la diversité**

- **Evaluation**

La participation au Théâtre Forum et aux différentes conférences, ainsi que la participation aux quizzes en ligne, constituent une sensibilisation aux problématiques sociétales EDI et constitue un quitus obligatoire au sein du syllabus.

**UE – formation générale 4**

**Stéphanie Gallaire**

**EC – Stratégie marketing et simulation d'entreprise**

**Jean-Christophe Marpeau**

- **Objectifs**

Mettre les élèves en situation de gestion d'entreprise au travers d'une simulation de gestion d'entreprise (jeu d'entreprise) basée sur un scénario de marché compétitif. Application des notions apprises en gestion, en marketing, en finance, en production de biens et gestion de projets

- **Compétences acquises**

Capacité à s'intégrer dans une organisation d'entreprise et d'en comprendre les rouages.

- **Prérequis**

Cours 1A de connaissance de l'entreprise, stratégie et gestion de projets

- **Programme pédagogique**      **CM : 06**      **TD : 12**      **TP : 00**

**CM :**

- Bases de comptabilité et analyse financière
- Stratégie d'entreprise

**TD : Sous la forme d'une simulation de gestion d'une entreprise**

Fondé sur un travail de groupe, cette simulation de gestion d'une d'entreprise offre un moyen efficace pour appréhender concrètement l'imbrication des décisions commerciales, financières, humaines, techniques et les relations de l'entreprise avec son environnement. Il donne à chacun la possibilité de tester ses aptitudes à réagir aux aléas de la conjoncture, aux coups de boutoir de la concurrence, à partir d'informations imparfaites et en temps forcément limité.

- **Evaluation**

Evaluation sur la base des retours suite au TD de simulation de gestion d'une entreprise (stratégie, finances et gestion de projet). Restitution des résultats sous la forme d'une présentation orale.

Unité d'Enseignement (UE) Eléments Constitutifs (EC)	Responsable	Section CNU
---	-------------	-------------

## ENSEM DIPLÔME ISN 3A- Systèmes Autonomes - Semestre 9

### B9 - SA - 01 - Signal et image

Didier Wolf

Base du traitement d'images	Didier Wolf	61
Détection, extraction et reconstruction des signaux	Radu Ranta	61
Signaux et Systèmes Biomédicaux (2)(3)(4)	Didier Wolf	61

CM	TD	TP	Volume horaire	Coeff.	ECTS	Barre UE
----	----	----	----------------	--------	------	----------

16	4	0	20	1,4	4	10
12	0	8	20	1,4		
16	0	0	16	1,2		

### B9 - SA - 02 - Contrôle et pilotage

Pierre Riedinger

Application Aéro (4)	J. Daafouz	61
Vol Autonome d'un drone (4)	Pierre Riedinger	61
Pilotage de Systèmes Multi-Agents (4)	C. Morarescu	61

4	0	12	16	1,4	4	10
8	8	0	16	1,3		
8	8	0	16	1,3		

### B9 - SA - 03 - Sûreté et sécurité

Nicolae Brinzei

Surveillance et diagnostic (4)	Didier Maquin	61
Systèmes Automatisés Sûrs de Fonctionnement (4)	JF Pétin	61
Sécurité des Systèmes Autonomes (1)(4)	A. Lahmadi/J. Daafouz	27,61

12	4	0	16	1,3	4	10
5	0	11	16	1,4		
6	2	8	16	1,3		

### B9 - SA - 04 - Systèmes distribués

Vincent Chevrier

Algorithmes distribués (1)(4)	Abdelkader Lahmadi	27
Systèmes répartis (1)(4)	Vincent Chevrier	27
Systèmes IoT(1)(4)	Ye-Qiong SONG	27

6	2	8	16	1,3	4	10
8	2	6	16	1,3		
5	2	9	16	1,4		

### B9 - SA - 05 - Robotique et Véhicule Autonome

A. Lahmadi

Initiation à la robotique	Didier Wolf	61
Bureau d'étude Vehicule Autonome	A. Lahmadi	61,27

8	0	4	12	1,2	4	10
0	0	28	28	2,8		

### UE Projet de Fin d'Etude

PFE ou PFEI	N. Brinzei	61, 27
-------------	------------	--------

0	0	60	60		5	12
---	---	----	----	--	---	----

**UE Formation Générale 5****S. Gallaire**

1 EC de la banque Anglais	C. Corringer	11
Insertion professionnelle	F. Edelson	11,71
Conférences industrielles (1)(2)(3)(4)	Vincent Chevrier	61,27

0	30	0	30	3	5	10
16	4	0	20	2		
20	0	0	20	Quitus		

**Banque Anglais****C. Corringer**

Anglais	C. Corringer	11
Soutien Niveau B2	C. Corringer	11

0	30	0	30	3
0	30	0	30	3

**TOTAL****370****30****Projet (étudiants étrangers)****25**

- (1) EC obtenus par équivalence pour les élèves ayant une inscription complémentaire en Master Informatique
- (2) EC obtenu par équivalence pour les élèves ayant une inscription complémentaire en Master ISC Parcours SMS-PHM
- (3) EC obtenu par équivalence pour les élèves ayant une inscription complémentaire en Master ISC Parcours INPLIC
- (4) EC obtenus par équivalence pour les élèves ayant une inscription complémentaire en Master IMSD

**300**

EC utilisés comme transférables pour Georgia Tech

EC mutualisé avec NRJ

<b>UE – BC1 Signal et Image</b>	<b>Didier Wolf</b>
<b>EC – Base du traitement d'images</b>	<b>Didier Wolf</b>

- **Objectifs**

Les techniques employées pour extraire l'information jugée utile dans une image font souvent appel à des outils mathématiques spécifiques et des approches propres à la discipline. Ce module vise à présenter les moyens théoriques et les méthodologies les plus intéressants pour traiter et analyser une image.

- **Compétences acquises**

Savoir traiter un problème simple d'analyse et de traitement d'images depuis l'acquisition des données jusqu'à l'extraction des caractéristiques

- **Prérequis**

Cours de traitement du signal de l'ENSEM

- **Programme pédagogique**      **CM : 16**      **TD : 04**      **TP : 00**

Capteurs d'image et systèmes de vision  
Principes et dispositifs de formation des images (différents types de caméras)  
Système de vision : architectures générales et spécialisées  
Traitements ponctuels  
Traitements logiques ou arithmétiques Fonctions de transfert  
Analyse statistique – seuillage  
Filtrage numérique des images  
Etude des signaux 2D continus et discrets  
Approche spatiale linéaire : opération de convolution 2D discrète  
Approche fréquentielle : transformée de Fourier 2D discrète  
Filtrage linéaire numérique des images, synthèse de filtres 2D de type R.I.I et R.I.F  
Filtrage non-linéaire  
Segmentation  
Introduction à la segmentation des images  
Notion de primitives d'image : contours, régions, primitives géométriques, etc  
Techniques de seuillage d'image : méthodes basées sur l'analyse de l'histogramme  
Morphologie mathématique  
Les fondements de la morphologie mathématique  
Les transformations élémentaires  
Définitions ensemblistes et fonctionnelles, propriétés mathématiques  
Les quatre opérateurs élémentaires: érosion, dilatation, ouverture, fermeture  
Morphologie à niveaux de gris : transformée "chapeau haut de forme" TCHF  
Notions de granulométrie  
Filtres morphologiques : filtres alternés séquentiels

- **Evaluation**

Examen de 2h

**UE – Surveillance et sûreté de fonctionnement**

**Didier Maquin**

**EC – Détection, extraction et reconstruction**

**Radu Ranta**

- **Objectifs**

Ce module vise à présenter les outils théoriques et les méthodologies les plus adaptées pour détecter et analyser de manière efficace des signaux non-stationnaires et/ou multidimensionnels en environnement bruité. La première partie du cours porte sur la théorie de la détection. Les méthodes de détection classiques seront présentées, ainsi que les mesures de performance permettant d'évaluer ces détecteurs. Dans un second temps des outils d'extraction et de reconstruction des signaux seront abordés. On s'appuiera ici sur des techniques de décomposition et reconstruction partielle utilisant différents dictionnaires, issus de modèles physique ou estimés à partir des données.

- **Compétences acquises**

Savoir détecter et extraire les informations pertinentes d'un signal ou d'une collection de signaux, après avoir identifié la ou les méthodes les plus adaptées au problème posé ; savoir évaluer les résultats.

- **Prérequis**

Connaissance de base en traitement du signal, algèbre linéaire, probabilités et statistiques ; bases de Matlab

- **Programme pédagogique**      **CM : 08h**      **TD : 00h**      **TP : 08h**

- **Détection:**  
 Détection Bayésienne, courbe de risque  
 Détecteurs MiniMax et Neyman-Pearson  
 Mesure de performances, courbe ROC  
 Application à la détection de saut (Page-Hinkley)

- **Décompositions génériques**  
 Fourier à court terme / spectrogramme,  
 Ondelettes orthogonales, schéma de Mallat,  
 Débruitage et Compression par reconstruction partielle

- **Décompositions sur dictionnaires préétablis**  
 Dictionnaires redondants et régression  
 Reconstruction parcimonieuse, régression itérative

- **Décompositions sur bases issus des données**  
 Rappels d'ACP, blanchiment  
 Éléments de Séparation de sources

- **Evaluation**

Rapport de travaux pratiques

<b>UE – BC1 Signal et Image</b>	<b>Didier Wolf</b>
<b>EC – Signaux et systèmes biomédicaux</b>	<b>Didier Wolf</b>

- **Objectifs**

Le développement très rapide des techniques de traitement du Signal et de l'image a apporté une véritable révolution dans les diagnostics et traitements médicaux. Depuis que les signaux sont numériques, le concept de signal médical a largement évolué.

Ce module présentera les techniques les plus récentes et les spécificités des signaux et systèmes biomédicaux. La problématique et les principales méthodologies utilisées dans le traitement des signaux issus de la médecine nucléaire, du radiodiagnostic, de la radiothérapie, du chimiodiagnostic et de la chimiothérapie seront développées.

- **Compétences acquises**

Les connaissances acquises sur les principes physiques utilisés pour saisir un signal ou une image médicale associées aux traitements computationnels spécifiques permettront aux étudiants de traiter des problèmes d'ingénierie biomédicale leur offrant ainsi la possibilité d'accéder à des emplois de R&D dans ce secteur.

- **Prérequis**

Cours de traitement du signal de l'ENSEM

- **Programme pédagogique**      **CM : 16**      **TD : 00**      **TP : 00**

Problématique spécifique des signaux et systèmes biomédicaux  
Instrumentation médicale, machines de traitement  
Traitement du signal physiologique  
Contrôle commande des systèmes biomédicaux  
Les sources d'images en GBM  
US, X, traceur nucléaire, scanner, DRR, etc.  
Traitement des images médicales  
Analyse de la qualité des images  
Segmentation et quantification d'attributs  
Analyse multimodale et fusion d'images  
Les avancées les plus récentes  
Diagnostic : imagerie nucléaire et notamment multimodale, ECG, radiodiagnostic, photodiagnostic, TEP  
Dosimétrie : modulation d'intensité en radiothérapie, PDT

- **Evaluation**

Examen de 2h

**UE – Contrôle et Pilotage****Pierre Riedinger****EC – Application Aéro****Jamal Daafouz**

- **Objectifs**

L'objectif est d'amener les étudiants à poser un problème de contrôle réaliste inspiré du domaine aéronautique et à le résoudre en utilisant les notions de contrôle et d'optimisation multivariable introduites en cours. Dans ce module, ils seront confrontés à un cahier des charges qui dépasse la cadre académique et ils devront tenir compte des contraintes réelles que l'on rencontre lors de la synthèse d'un pilote automatique pour un avion en phase d'atterrissage (non linéarités, perturbations, retards, panne moteur, échelles de temps multiples, etc).

- **Compétences acquises**

Savoir décomposer un problème de commande complexe en plusieurs problèmes de taille et de complexité raisonnables pour la synthèse d'une loi de pilotage.

- **Prérequis**

Cours d'automatique de première et deuxième année.

- **Programme pédagogique**      **CM : 8**      **TD : 0**      **TP : 8**

- Notions de commande multivariable.
- Systèmes non linaires et découplage
- Synthèse de correcteurs par retour de sortie dynamique
- Modélisation d'un avion civil en phase d'atterrissage
- Décomposition du mouvement longitudinal et du mouvement latéral
- Prise en compte des incertitudes et du domaine de vol
- Synthèse des correcteurs pour chaque mouvement
- Validation de ces correcteurs sur le modèle non linéaire de l'avion
- Evaluation du pilote automatique obtenu selon plusieurs scénarios et dans le cadre de la descente de l'aéroport de Francfort.

- **Evaluation**

Rapport complet sur le problème de pilotage d'un avion en phase d'atterrissage fourni à la fin du module

**UE – Contrôle et pilotage**

**Riedinger pierre**

**EC – Vol Autonome d'un drone**

**Riedinger Pierre**

- **Objectifs**

Sous la forme d'un bureau d'étude, l'objectif de ce module en commande avancée est de parvenir à la conception et au développement en simulation d'une commande basée platitude pour la poursuite de trajectoire d'un drone « Crazyflie ».

Livrable : Un simulateur + compte rendu de synthèse.

Ce travail est préparatoire à une implémentation sur maquette de la plateforme « drone ».

- **Compétences acquises**

Synthèse d'un contrôle de poursuite de trajectoire basée « platitude » et bouclage de sortie stabilisant sur un système non linéaire. Planification de trajectoires.

- **Prérequis**

Cours d'automatique de 1A et 2A. Cours d'Optimisation Dynamique.

- **Programme pédagogique**      **CM : 08**      **TD : 08**      **TP : 00**

Sur la base d'articles scientifiques, étude d'un modèle d'un quadri-coptère et identification des paramètres.

Présentation de la notion de platitude et vérification de la propriété de platitude sur le modèle du drone.

Mise sous forme canonique de commandabilité

Synthèse d'un retour d'état sur l'erreur de poursuite avec effet intégrale.

Adjonction un observateur

Génération des trajectoires de référence

Simulation sur Matlab-Simulink

- **Evaluation**

Note de compte rendu + simulateur.

**UE – Contrôle et pilotage****Riedinger Pierre****EC – Pilotage de Systèmes Multi-Agents****Moraescu Irinel Constantin**

- **Objectifs**

Un système multi-agents est composé d'un ensemble de systèmes interagissant selon certaines règles. La dynamique d'un tel système inclut des comportements continus et discrets, il s'agit donc de l'étude d'une classe de systèmes hybrides. Un objectif de ce module est d'exploiter les propriétés topologiques du graphe d'interactions entre les agents afin de donner des conditions algébriques facile à vérifier pour l'accord global. On va s'intéresser aussi au problème des conditions garantissant une vitesse de convergence au moins égale à une vitesse initialement prévue. Les applications visées concernent le contrôle coopératif de véhicules/robots.

- **Compétences acquises**

Modéliser un ensemble constitué de systèmes autonomes communicant entre eux. En déduire les propriétés qui assurent la commandabilité de cet ensemble. Mise en œuvre d'une stratégie de pilotage décentralisée.

- **Prérequis**

Cours Mathématiques 1A, Automatiques 1A 2A, Théorie des graphes.

- **Programme pédagogique**      **CM : 08**      **TD : 08**      **TP : 00**

Ce module comporte quatre parties :

Théorie algébrique des graphes ;

Théorie spectrale des graphes ;

Protocoles de consensus ;

Applications.

La partie applications se découpe en plusieurs sections :

Synchronisation des oscillateurs ;

Problème de rendez-vous ;

Contrôle décentralisé de formations ;

Flocking (alignement en vitesse) ;

Détection de communautés dans un réseau.

- **Evaluation**

Travail à rendre ou à exposer oralement.

<b>UE – Sûreté et sécurité</b>	<b>N. BRINZEI</b>
<b>EC – Surveillance et diagnostic</b>	<b>D. MAQUIN</b>

- **Objectifs**

Un système dynamique est susceptible d'évoluer selon des modes de fonctionnement normaux ou défectueux suite à l'occurrence de défauts. Le diagnostic est défini comme l'opération permettant de détecter un défaut et de localiser son origine. Effectuer un diagnostic consiste à comparer les informations issues du système à une référence ou un modèle représentant le fonctionnement normal et/ou défectueux. L'objectif du module est de présenter des méthodes permettant de détecter, de localiser et de caractériser des dysfonctionnements de capteurs, d'actionneurs ou du processus lui-même pour des systèmes décrits par un modèle algébrique ou différentiel ou par un SED.

- **Compétences acquises**

A l'issue de cet EC, les élèves seront capables:

- de calculer des indicateurs de défauts à partir des mesures prélevées sur un système (résidus)
- d'analyser (en temps réel) ces résidus de façon à détecter et localiser les défauts le plus précocement possible
- d'estimer l'état d'un SED et de le diagnostiquer.

- **Prérequis**

Eléments de base d'algèbre linéaire et de calcul matriciel, Systèmes dynamiques, Eléments de base de probabilité et de statistiques, Eléments de base de SED.

- **Programme pédagogique**      **CM : 12**      **TD : 4**      **TP : 0**

**Cours magistraux**

**Partie 1 : Systèmes modélisés par des équations algébriques ou différentielles**

- Introduction à la surveillance des systèmes
- Surveillance à base de modèles
- Notion de redondance (redondance matérielle, redondance analytique, méthode de vote)
- Approche de l'espace de parité (cas statique et dynamique linéaire)
- Génération de résidus à l'aide d'observateurs, structuration des résidus
- Techniques statistiques élémentaires d'analyse de résidus

**Partie 2 : Systèmes à événement discrets**

- Notion d'événement non observables
- Estimateur d'état d'un SED décrit par un automate
- Diagnostic d'événements non observables (approches par automates, templates et résidus)

**Travaux dirigés**

**Matlab : génération de résidus pour des systèmes linéaires statiques et dynamiques, mise en œuvre de tests statistiques d'analyse de résidus**

- **Evaluation**

NF : note finale de l'EC  
 EE : note examen écrit  
 NTD : note d'un compte-rendu de TD sur machine informatique  
 NF = (EE x 2/3) + (NTD x 1/3)

**Surveillance et sûreté de fonctionnement**

**D. Maquin**

**EC – Systèmes Automatisés sûrs de fonctionnement**

**J.F Pétin**

- **Objectifs**

Cet EC met en pratique les compétences acquises en automatique pour développer un projet complet d'automatisation (spécification et conception de la commande, architecture d'implantation, évaluation de Performances et notamment ses propriétés de sécurité). Il met en avant l'intérêt de la vérification formelle des propriétés des systèmes programmés critiques en compléments des techniques de simulation.

- **Compétences acquises**

A l'issue de cet EC, les élèves seront capables:

- de développer un projet d'automatisation d'envergure
- de fournir des preuves de propriétés pour des systèmes automatisés soumis à de fortes exigences normatives en terme de sécurité.

- **Prérequis**

Cet EC vient en complément des fondements théoriques acquis dans les EC "Sûreté de fonctionnement" et "Modélisation des SED" de 2A.

- **Programme pédagogique**      **CM : 2**      **TD : 0**      **TP : 14**

- Approches objet en conception des systèmes automatisés (Component Based Automation) : structuration, commande hiérarchisée, distribuée, IEC 61499, ...
- Modélisation à l'aide d'automates temporisés communicants (formalisme, modélisation des canaux de synchronisation, gestion des horloges, sémantique d'exécution).
- Modélisation des propriétés à l'aide de la logique temporelle CTL (quantificateur de chemin et de temps)
- Principes de base du model-checking (structure de Kripke, exploration de l'espace d'état).
- Application sur les outils ControlBuild (Component Based Automation), UPPAAL (model-checking) et SCADE (conception et vérification formelle).

- **Evaluation**

- Examen sur machine informatique (outil UPPAAL) pour la vérification formelle de propriétés
- Mise en situation au travers de la modélisation et de l'analyse d'un cas d'étude (rapport de TP).

<b>BC-SA – Sûreté et sécurité</b>	<b>Nicolae Brinzei</b>
<b>EC – Sécurité des Systèmes Autonomes</b>	<b>A. Lahmadi/J. Daafouz</b>

- **Objectifs**

Les systèmes autonomes et industriels sont devenus une cible privilégiée des cyber attaques à cause de leur criticité et dans plusieurs situations, ces systèmes ne sont pas suffisamment protégés contre des attaques informatiques.

Dans cet EC, nous identifions les risques en termes d'attaque cyber d'un système autonome et industriel en vue d'identifier et de mettre en place des barrières de protection en utilisant les méthodes cryptographique et les outils de la cyber-sécurité (détection et défense).

- **Compétences acquises**

- Appliquer un système cryptographique pour protéger des données et de l'information
- Analyser les risques des attaques cyber sur une système industriel
- Mettre en œuvre des barrières de défense (périmériques et en profondeur)

- **Prérequis**

Programmation Python, Réseaux de communication

- **Programme pédagogique**      **CM : 6h**      **TD : 2h**      **TP : 8h**

Cours :

- Système cryptographique : chiffrement symétrique, asymétrique, et fonctions de hachage
- Analyse du risque cyber dans les systèmes industriels : attaques et menace
- Système de protection : détection d'intrusion, pare-feu (firewall)

Travaux dirigés :

- Etude des systèmes cryptographique

Travaux pratiques :

- Mise en situation avec un cas applicatif industriel (plate-forme valise Cyber de l'ENSEM) pour identifier et rédemier les attaques sur la commande d'un système industriel et automatisé (SCADA et automates de commande)

- **Evaluation**

- Savoir appliquer et choisir un système cryptographique pour protéger des données et de l'information
- Savoir analyser et identifier les risques d'attaques cyber et mettre en œuvre les barrières de défense dans un cas applicatif industriel.

Modalités d'évaluation : 50% examen écrit + 50% notes travaux pratiques

<b>UE – Informatique avancée</b>	<b>Vicent Chevrier</b>
<b>EC – Algorithmes distribués et blockchain</b>	<b>A. Lahmadi</b>

- **Objectifs**

Les algorithmes distribués sont de grande utilité dans les systèmes numériques en milieu réparti pour garantir leur fonctionnement en absence d'une mémoire partagée et d'un référentiel du temps commun (désynchronisation des horloges physiques ou peu fiables). Ces algorithmes portent essentiellement sur les problèmes inhérents liés à la distribution des fonctions et des données entre les différents composants d'un système. Les méthodes de la résolution de ces problèmes sont principalement l'exclusion mutuelle, les bases de la synchronisation d'horloges et l'intégration des technologies blockchain

- **Compétences acquises**

- Identifier les grandes classe des algorithmes des systèmes distribués
- Mettre en œuvre les solutions et les algorithmes dans une approche intégrative

- **Prérequis**

Algorithmes et programmation, Programmation orientée objet

- **Programme pédagogique**      **CM :6**      **TD : 2**      **TP : 8**

**Cours :**

- Enoncé des problèmes (exclusion, synchronisation du temps, système distribué)
- Temps, ordre et causalité
- Exclusion mutuelle distribuée
- Technologies de Blockchain (structures et composants, mécanisme de consensus)

**Travaux dirigés :**

- Dépendance causale, horloges logiques et exclusion mutuelle en milieu réparti

**Travaux pratiques : développer une application distribuée avec une approche intégrative**

- TP1: partage de calcul sur des tâches distribuées dans une architecture distribuée
- TP2 : Réalisation d'une exclusion mutuelle distribuée
- TP3 : publication des données et exploitation d'un blockchain

- **Evaluation**

- Savoir intégrer et exploiter les algorithmes distribués pour mettre en œuvre une application répartie

Modalités d'évaluation : contrôle continu (notes TPs), examen écrit

**UE – Informatique avancée**

**Chevrier**

**EC – Systèmes répartis**

**Chevrier**

- **Objectifs**

**Ce cours aborde les problèmes fondamentaux rencontrés lorsque une application informatique est construite autour de plusieurs composants autonomes en interaction. Il énonce ceux-ci à partir des concepts qui les caractérisent puis présente différentes techniques permettant la résolution de ces problèmes**

- **Compétences acquises**

**Comprendre et identifier les problèmes fondamentaux des systèmes rapartis (exclusion, synchronisation)  
Maitriser et mettre en œuvre des solutions à ces problèmes.  
Comprendre les bases des services web**

- **Prérequis**

**Conception et programmation orientée objet  
Systèmes et réseaux informatiques**

- **Programme pédagogique**      **CM : 08**      **TD : 02**      **TP : 6**

**Les enseignements aborderont les thèmes d'exclusion mutuelle, de synchronisation d'activités entre processus ; les solutions conceptuelles et les algorithmes classiques (diner des philosophes ..)**

**Les grandes parties du cours sont :**

**Enoncé des problèmes, vocabulaire et concepts associés**

**Solutions conceptuelles et logicielles : algorithmes, outils (sémaphores, moniteurs, message, ..)**

**Enoncés « classiques » et leurs solutions (diner des philosophes, lecteur/rédacteur, producteur consommateur, coiffeur endormi, barrière, écluse, rendez-vous, ..)**

**Le cas des services web**

**Des réalisations pratiques en JAVA ou python seront faites afin de concrétiser au travers de différentes techniques (multi-thread, sémaphore, moniteur, web service, ..) les concepts et solutions vus en cours**

- **Evaluation**

**Examen pratique (1/3) et sur table (2/3)**

**BC – Systèmes distribués**

Vincent Chevrier

**EC – Systèmes IoT**

**Ye-Qiong Song**

- **Objectifs**

Internet des objets ( IoT: Internet of Things) et les réseaux de capteurs sans fils constituent une évolution importante de l'Internet vers les systèmes distribués cyber-physiques. Ce cours vise à présenter l'éco-système IoT en se focalisant à la fois sur les protocoles de transmission de données côté réseaux de capteurs et la distribution des données dans le cloud.

- **Compétences acquises**

Comprendre les concepts des protocoles à faible consommation d'énergie.  
Savoir développer des applications IoT permettant de collecter et transmettre des données de capteurs et les distribués sur Internet/Cloud.

- **Prérequis**

Réseaux informatiques  
Programmation en Python

- **Programme pédagogique**      **CM : 5h**      **TD : 2h**      **TP : 9h**

**CM:**

Eco-systèmes IoT: plateformes embarquées, protocoles de transmission pour les réseaux de capteurs (e.g. WiFi, IEEE802.15.4, Zigbee, LoRa), modèle de distribution de données publisher/subscriber (MQTT), visualisation et traitement de données.

**TD:**

Simulation des réseaux de capteurs.

**TP:**

- Réseaux à courte portée (XBEE)
- Réseaux à longue portée (LoRa)
- Distribution et traitement de données de capteurs (MQTT, Node-Red)

- **Evaluation**

Les acquis en développement des applications IoT seront évalués par la pratique (notes de TP).

<b>UE – BC5 Robotique et Véhicule Autonome</b>	<b>Abdelkader Lahmadi</b>
<b>EC – Initiation à la robotique</b>	<b>Didier Wolf</b>

- **Objectifs**

Acquérir des notions de base de la robotique.

- **Compétences acquises**

Etre capable de construire un cahier des charges d'une installation de robotique en particulier industrielle.

- **Prérequis**

Cours de mécanique du solide de l'ENSEM

- **Programme pédagogique**      **CM : 8**      **TD : 00**      **TP : 04**

Schéma fonctionnel d'un robot  
Classification des robots  
Exemples de robots  
Secteurs d'application

Systèmes mécaniques articulés (SMA)  
Attitude d'un repère dans l'espace  
Modèles Géométriques des SMA  
Génération de Mouvements  
Commande

- **Evaluation**

Examination : 2h

<b>UE-SA – Robotique et Véhicule Autonome</b>	<b>A. Lahmadi</b>
<b>EC – Bureau d'étude Véhicule Autonome</b>	<b>A. Lahmadi</b>

- **Objectifs**

L'objectif de ce bureau d'étude est d'appliquer la pédagogie par projet pour concevoir, développer et expérimenter les technologies et les méthodes associées à la navigation des véhicules autonomes. Il permet aussi aux élèves d'apprendre par la pratique la gestion d'un projet, développer de l'autonomie et appliquer par la pratique les cours de S5, S6, S7 et S8. Il est consacré au développement d'une application de commande et de planification de trajectoire pour la navigation d'un véhicule autonome.

- **Compétences acquises**

- Connaître et appliquer certaines techniques de la commande et planification de trajectoire  
- Mettre en œuvre une application pour la navigation d'un véhicule autonome

- **Prérequis**

Automatique, programmation et algorithmes

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 00**      **TP : 28**

- Définition du cahier des charges de la solution  
- Techniques de commande et de planification de trajectoire : modèles de contrôle, algorithmes de navigation  
- Développement logiciel de la solution sur la plateforme QCar (<https://www.quanser.com/products/qcar/>) et ROS  
- Validation et évaluation de la solution  
- Démonstration de la solution

- **Evaluation**

- Savoir appliquer les techniques de commande et de planification de trajectoire pour la navigation

Modalités d'évaluation : note projet

**UE – Bureau d'étude Mobilté**

**Valérie Louis Dorr**

**EC – Bureau d'étude Mobilté**

**Valérie Louis Dorr**

- **Objectifs**

L'objectif de ce cours est de conduire l'étude d'un système sous la forme d'un bureau d'étude en autonomie par groupe . L'application choisie est la plate forme est Urbanloop. Chaque année le sujet évolue en fonction de l'évolution technique et technologique du circuit expermental ENEDIS Urbanloop et de ses capsules. Les 3 grands axes sont la mécanique du solide et des fluides, la motorisation avec l'aspect électrique et l'électronique et enfin le contrôle commande

- **Compétences acquises**

Etre capable de mettre en œuvre un projet de conception et développement d'un système complexe,et de mettre en œuvre des compétences pluridisciplinaires dans le cadre de la gestion d'un projet collaboratif.

- **Prérequis**

Cours d'electrotechnique de 1A et 2A, de commande de système émergent de 2A, d'automatique de 1A et 2A de mécanique du solide de 1A

- **Programme pédagogique**      **A**      **TD : 00**      **TP : 40h**

**Définition des objectifs du projet**

Spécifications et livrables: Définition du Cahier des charges et résultats attendus

Spécifications fonctionnelles et techniques

Conception et simulation unitaire des différentes parties

Développement et tests unitaires

Validations croisées

Bilan à mi parcours

Prototypage Intégration techniques des processus

Présentation

Démonstration

- **Evaluation**

Nous évaluons l'aptitude à collaborer dans un contexte pluridisciplinaire, restituer un travail effectué en autonomie, Exposer une démarche scientifique constituée de plusieurs phases :modélisation , de développement, de contrôle et de tests

ISN	S9	Fr
-----	----	----

<b>UE – Formation générale 5</b>	<b>S. Gallaire</b>
<b>EC – Banque anglais</b>	<b>C. Corringer</b>

- **Objectifs**

Cette EC est constituée de 2 modules à visée professionnelle: **Interacting Professionally** et **Scientific Communication**. L'objectif de l'EC est de donner aux étudiants des compétences en anglais des affaires et en anglais scientifique.

**OU Soutien B2** : ce module est destiné aux étudiants en difficulté n'ayant pas encore validé le niveau B2. L'objectif est de leur permettre d'atteindre un score minimal de 785 au test TOEIC ou de 100 au DET.

- **Compétences acquises**

-Compétences en expression et compréhension écrite et orale en relation avec la carrière d'ingénieur  
 -Ouverture internationale et culturelle  
 -Travail en équipe

**OU Soutien B2** : compréhension orale et écrite, identifier ses points forts/faibles, savoir se fixer des objectifs, apprendre à apprendre

- **Prérequis**

**Avoir atteint un niveau B2**

**OU Soutien B2** : avoir passé une certification externe et ne pas avoir validé le niveau B2

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 30**      **TP : 00**

Un premier module de 7 séances de 2h : **Interacting Professionally** OU soutien B2  
 Un deuxième module de 8 séances de 2h : **Scientific Communication** OU soutien B2

Le module **Interacting Professionally** a pour but de préparer les étudiants à postuler en anglais à des offres d'emploi internationales (personal branding, CV, job interview), au travail avec des partenaires étrangers (sensibilisation à la notion de communication inter-culturelle) et à la communication professionnelle en langue anglaise (gestion de réunion, présentation de projets, négociation).

Pour le module **Scientific Communication** le focus est sur la communication scientifique à l'écrit (report writing, abstract writing, concise technical English) et à l'oral (describing processes, simplifying / rephrasing technical concepts, 3MT, etc.)

Pour le **Soutien B2**, les étudiants travaillent à l'identification de leurs points forts et de leurs points faibles. Ils établissent un plan de travail afin d'atteindre un score de 785 au TOEIC ou de 100 au DET. Ils cherchent des ressources pertinentes leur permettant de combler les lacunes identifiées. L'enseignant aide les étudiants dans leur travail, les conseille et répond à leurs questions. Des exercices et tests réguliers permettent aux étudiants de structurer et d'évaluer leur progression.

- **Evaluation**

**Contrôle continu** (travaux écrits, participation orale) et **évaluation finale** pour chaque module.

**UE – Formation générale 5**

**Stéphanie GALLAIRE**

**EC – Insertion professionnelle**

**Frédéric EDELSON**

- **Objectifs**

Pendant une semaine en début d'année les étudiants sont préparés à leur recherche de stage par des RH, des industriels, et des professionnels de la communication. Ils bénéficient des témoignages et des conseils d'alumnis.

L'objectif de ce cours est d'amener les étudiants à gérer efficacement une recherche de stage, et d'emploi à travers des ateliers, des conférences et des simulations

- **Compétences acquises**

S'adapter aux différentes situations d'entretiens d'embauche

Etre capable de s'exprimer sur différents supports (oral, numérique, écrit,..)

Etre capable de créer, utiliser et renforcer son réseau professionnel

Mettre en oeuvre une recherche efficace d'emploi

Connaitre et savoir utiliser différents outils pour la recherche de stage et d'emploi

- **Prérequis**

Avoir défini un projet professionnel

Maîtrise avancée de la langue française à l'écrit comme à l'oral

- **Programme pédagogique**      **CM : 10**      **TD : 20**      **TP : 00**

**Jour 1 : Présentation de la semaine et intervention de DRH de différents partenaires de l'ENSEM**

**Jour 2 : Le CV, la lettre de motivation et l'entretien de motivation réalisé par des professionnels du recrutement**

**Jour 3 : Simulation d'entretiens en visio.**

**Jour 4 : Simulation d'entretiens physiques.**

**Jour 5 : Comment se mettre en avant sur les réseaux sociaux, et témoignage des alumni et réflexion autour du projet professionnel.**

être capable de se présenter efficacement

rédaction de CV

décryptage d'offres de stage/emploi, travail sur les mots clés

Gestion de l'entretien d'embauche (en face à face, par téléphone, par visioconférence)

gestion de son réseau professionnel

utilisation des réseaux sociaux pour la recherche d'emploi et les erreurs à ne pas commettre

prise de parole en public

- **Evaluation**

Investissement et CV 10 points et entretiens visio et physique 10 points. Une note sur 20 points

<b>UE – Formation générale 5</b>	<b>Stéphanie GALLAIRE</b>
<b>EC – Conférences industrielles</b>	<b>Vincent CHEVRIER</b>

- **Objectifs**

Appréhender la réalité du métier d'ingénieur et savoir projeter les connaissances acquises en formation dans un cadre métier.

- **Compétences acquises**

Connaissances de l'entreprise et plus généralement du monde du travail (entreprise, R&D, ...) au travers de cas réels et témoignage.

- **Prérequis**

Formation en ingénierie

- **Programme pédagogique**      **CM : 20**      **TD : 00**      **TP : 00**

Intervention de professionnels du monde industriel et de la R&D.

- **Evaluation**

Contrôle continu - Participation aux Conférences

Unité d'Enseignement (UE) Eléments Constitutifs (EC)	Responsable	Section CNU
---	-------------	-------------

CM	TD	TP	Volume horaire	Coeff.	ECTS	Barre UE
----	----	----	----------------	--------	------	----------

## ENSEM DIPLÔME ISN 3A- Systèmes et Logiciels Embarqués ( TNCY/ENSEM ISN) - Semestre 9

### *B9 - SLE - 01 - Systèmes comuniquants intelligents et sécurisés*

*Thibault Cholez*

Applications Mobiles et Internet des Objets (AMIO)	Thibault Cholez	27
Réseaux embarqués industriels	Ye-Qiong SONG	27
Sécurité d'un système embarqué	A. Lahmadi	27

6	8	6	20	2	<b>6</b>	10
8	4	8	20	2		
8	0	12	20	2		

### *B9 - SLE - 02 - Architecture de machines avancées*

*A. Lahmadi*

Systèmes distribués et répartis : Edge/Fog computing	A. Lahmadi	27
Programmation parallèle et distribué	S. Lefebvre/J. Martinez	27
Conception et développement d'un système sur puce	Y. Berviller/S. Lefebvre	27

6	2	12	20	2	<b>8</b>	10
12	12	0	24	2		
4	0	64	68	4		

### *B9 - SLE - 03 - Technologies avancées pour l'embarqué*

*Steven Le Cam*

IA de base	Steven Le Cam	61
BE : capsule Urbanloop	A. Lahmadi/V. Bombardier	27,61

12	8	0	20	2	<b>6</b>	10
0	0	50	50	4		

### *UE Projet de Fin d'Etude*

PFE ou PFEI	N. Brinzei	61, 27
-------------	------------	--------

0	0	60	60	1	<b>5</b>	12
---	---	----	----	---	----------	----

### *UE Formation Générale 5*

*S. Gallaire*

1 EC de la banque Anglais	C. Corringer	11
Insertion professionnelle	F. Edelson	11,71
<b>Conférences industrielles (1)(2)(3)(4)</b>	Vincent Chevrier	61,27

0	30	0	30	3	<b>5</b>	10
16	4	0	20	2		
20	0	0	20	Quitus		

*Banque Anglais*

*C. Corringer*

Anglais	C. Corringer	11
Soutien Niveau B2	C. Corringer	11

0	30	0	30	3
0	30	0	30	3

**TOTAL**

**372**

**30**

**Projet (étudiants étrangers)**

**25**

-  EC utilisés comme transférables pour Georgia Tech
-  EC mutualisé avec NRJ

TN-SLE	S9	Fr
BC1 – Systèmes communiquants intelligents et sécurisés		
EC – Applications Mobiles et Internet des Objets (AMIO)		Thibault CHOLEZ

- **Objectifs**

Ce module présente à la fois les architectures et protocoles permettant la réalisation de services basés sur l'Internet des objets et le développement de services sur terminaux mobiles Android. L'objectif est de familiariser les élèves avec :

- une architecture matérielle (TelosB) et un système d'exploitation (contiki OS) de capteur sans fil
- des protocoles opérant à différents niveaux : 802.15.4 (L2), RPL et 6lowpan (L3), COAP (L4/L5)
- la modification et la compilation de firmware (toolchain, cross-compilation)
- la simulation d'un réseau de capteurs (Cooja) et son déploiement (
- l'architecture du système d'exploitation Android et l'utilisation de son framework de développement
- le développement logiciel sur Android

- **Compétences acquises**

- *Concevoir un service fondé sur l'Internet des objets : de la collecte des données jusqu'à la présentation à l'utilisateur sur terminal mobile*
- *Connaître le fonctionnement des principaux protocoles de l'Internet des Objets*
- *Simuler un réseau de capteurs sans fil*
- *Modifier et compiler le firmware d'un capteur*
- *Déployer et superviser un réseau de capteurs sans fil*
- *Connaître des caractéristiques du système d'exploitation Android et les principaux services du framework de développement*
- *Concevoir et développer une application Android*

- **Prérequis**

Notions de base en réseaux informatiques, programmation en C, programmation en JAVA

- **Programme pédagogique**    *CM : 6H*    *TD : 8H*    *TP : 6H*

- CM1 : Android
- CM2 : Android + Intro IoT
- TDP1 : Android
- TDP2 : Android
- TDP3 : Android
- TDP4 : Android
- CM3 : IoT
- TP1 : IoT
- TP2 : IoT

- **Evaluation**

Evaluation des connaissances de la partie IoT par un examen de type QCM (50%).

Evaluation des compétences de développement d'application Android par le rendu d'un mini-projet fait en TP

**UE – Systèmes communicants intelligents et sécurisés**

**Abdelkader Lahmadi**

**EC – Réseaux embarqués industriels**

**Ye-Qiong Song**

- **Objectifs**

Les réseaux embarqués dans l'industrie doivent satisfaire des contraintes de temps réel, de sûreté et de sécurité. Ce cours vise à présenter les principaux réseaux embarqués pour des applications industrielles et embarquées: Ethernet temps réel, CAN, Modbus, ...

- **Compétences acquises**

Comprendre le fonctionnement des réseaux industriels.  
Capable de modéliser, valider et développer une application industrielle temps réel distribuée autour d'un réseau embarqué.

- **Prérequis**

Réseaux informatiques  
Programmation

- **Programme pédagogique**      **CM : 8h**      **TD : 4h**      **TP : 8h**

**CM:**

- Ethernet commuté
- CAN (Controller Area Network) et application embarquée automobile
- Modbus

**TD:**

- Protocole CAN
- Méthode de validation temporelle de la messagerie CAN

**TP:**

- Analyse de CAN
- Développement d'une application de supervision sur Modbus

- **Evaluation**

Les acquis en connaissances et capacité du développement seront évalués conjointement par un partiel écrit et la pratique (notes de TP)

<b>BC-SLE – Systèmes communicants intelligents et sécurisés</b>	<b>Tibault Cholez</b>
<b>EC – Sécurité d'un système embarqué</b>	<b>A. Lahmadi</b>

- **Objectifs**

Les systèmes embarqués utilisant des technologies de la radio sans fil (BLE, Zigbee, ZWAVE) sont devenus une cible privilégiée des cyber attaques à cause de leur criticité et dans plusieurs situations, ces systèmes ne sont pas suffisamment protégés contre des attaques informatiques.

Dans cet EC, nous identifions les risques en termes d'attaque cyber d'un système embarqué en vue d'identifier et de mettre en place des barrières de protection en utilisant les méthodes et les outils de la cyber-sécurité.

- **Compétences acquises**

- Analyser les risques des attaques cyber sur un système industriel et embarqué
- Mettre en œuvre des barrières de défense (périphériques et en profondeur)

- **Prérequis**

Programmation Python, Réseaux de communication, initiation cyber-sécurité (2A S8)

- **Programme pédagogique**      **CM : 8h**      **TD : 2h**      **TP : 12h**

**Cours :**

- Analyse du risque cyber et des attaques dans les systèmes embarqués et communicants : attaques et menace
- Etude de la sécurité des protocoles BLE (Bluetooth Low Energy) et ZWAVE
- Méthodes de protection et de défense (cryptographie légère)

**Travaux pratiques :**

- Mise en situation pour analyser la sécurité et évaluer le risque des différents systèmes IoT et objets connectés (ampoules et prises connectées, système industriel) pour identifier et remédier les attaques sur ces systèmes

- **Evaluation**

- Savoir analyser et identifier les risques d'attaques cyber et mettre en œuvre les barrières de défense et de protection pour un système embarqué et communicant
- Modalités d'évaluation : 50% examen écrit + 50% notes travaux pratiques

<b>BC-SLE – Architecture de machines avancées</b>	<b>A. Lahmadi</b>
<b>EC – Systèmes distribués et répartis : Edge/Fog computing</b>	<b>A. Lahmadi</b>

- **Objectifs**

Les algorithmes distribués sont de grande utilité dans les systèmes embarqués en milieu réparti pour garantir leur fonctionnement en absence d'une mémoire partagée et d'un référentiel du temps commun (désynchronisation des horloges physiques ou peu fiables). Ces algorithmes portent essentiellement sur les problèmes inhérents liés à la distribution des fonctions et des données entre les différents composants d'un système. Les méthodes de la résolution de ces problèmes sont principalement l'exclusion mutuelle, les bases de la synchronisation d'horloges et l'intégration des technologies blockchain.

- **Compétences acquises**

- Identifier les grandes classes des algorithmes des systèmes distribués
- Mettre en œuvre les solutions et les algorithmes dans une approche intégrative

- **Prérequis**

Algorithmes et programmation, Réseaux de communication

- **Programme pédagogique**      **CM : 6h**      **TD : 2h**      **TP : 12h**

**Cours :**

- Enoncé des problèmes (exclusion, synchronisation du temps, système distribué)
- Temps, ordre et causalité
- Exclusion mutuelle distribuée
- Technologies de Blockchain (structures et composants, mécanisme de consensus)

**Travaux dirigés :**

- Dépendance causale, horloges logiques et exclusion mutuelle en milieu réparti

**Travaux pratiques : développer une application distribuée avec une approche intégrative**

- TP1: partage de calcul sur des tâches distribuées dans des systèmes embarqués
- TP2 : Réalisation d'une exclusion mutuelle distribuée (synchronisation de tâches)
- TP3 : publication des données et exploitation d'un blockchain et des smart contracts

- **Evaluation**

- Savoir intégrer et exploiter les algorithmes distribués pour mettre en œuvre une application répartie dans un environnement embarqué

Modalités d'évaluation : contrôle continu (notes TPs), examen écrit

TN-SLE	S9	Fr
B3 – EC2 – Architecture des Machines Avancées		Jonas MARTINEZ
EC – Programmation Parallèle Distribuée		Sylvain LEFEBVRE – Jonas MARTINEZ

- **Objectifs**

Ce module de programmation a pour but d'initier les étudiants à la programmation sur architectures GPU parallèles. En particulier, le programme d'études s'articule autour du langage OpenCL pour la programmation parallèle. L'objectif est de permettre aux étudiants de comprendre les mécanismes de base du calcul parallèle, et se familiariser avec les algorithmes les plus fondamentaux, tels que les opérateurs de tri et de réduction.

- **Compétences acquises**

- Comprendre l'architecture OpenCL et le modèle de mémoire. Être capable de mettre en œuvre des programmes simples dans ce contexte.
- Avoir des notions de base de comment obtenir de bonnes performances, notamment via la coalescence des accès à la mémoire.
- Comprendre les différents mécanismes de synchronisation, tels que les opérations atomiques.
- Découvrir les différents algorithmes parallèles de calcul de réduction, de scan, et de tri, et voir des applications pratiques.

- **Prérequis**

Notions de base en algorithmique, programmation en C++

- **Programme pédagogique**    *CM : 12*    *TD : 14*    *TP : 0*

- Implémentation dès le premier jour de classe de programmes OpenCL impliquant du code hôte (C++) et du code noyau (OpenCL).
- Notions fondamentales de file de commande, gestion de « buffers », mémoire globale/locale/privée, structure du calcul parallèle dans les groupes de travail.
- Opérations atomiques et barrières de synchronisation entre noyaux.
- Opérateurs de réduction parallèle (par exemple, la somme ou le maximum de tous les éléments).
- Opérateurs de scan parallèle (somme cumulative).
- Les réseaux de triage tels que le triage bitonique parallèle.

**Evaluation** Être capable de résoudre des problèmes algorithmiques liés au programme d'études en utilisant le langage OpenCL.

1 examen final + note de 3 projets TD.

TN-SLE	S9	Fr
B3 – UE5 – Architecture des Machines Avancées		A. LAHMADI
EC – Conception et Développement de Systèmes sur Puces		Yves BERVILLER Sylvain LEFEBVRE

- **Objectifs**

Ce module permet aux élèves d'approfondir les compétences dans le domaine de la conception des circuits intégrés numériques et plus particulièrement des systèmes sur puce implantés dans un circuit FPGA.

L'objectif est de savoir concevoir, vérifier et tester un système sur puce à base de processeur RISC-V et de coprocesseurs dédiés, implémentés dans un FPGA, puis d'être capable de développer une application logicielle exploitant ce système sur puces.

- **Compétences acquises**

Connaître les fonctions constitutives d'un processeur et d'un système sur puce et plus particulièrement dans le cas de l'architecture d'un système à base de processeur RISC-V.

Savoir utiliser la méthodologie de conception des circuits synchrones pour développer un système sur puce sur FPGA.

Savoir co-simuler un système sur puce à partir d'un banc de test écrit en langage de description de matériel (VHDL).

- **Prérequis**

B3 – UE4 - EC Conception de Systèmes Numériques S8

- **Programme pédagogique**    *CM : 4*        *TD : 00*        *TP : 64*

Présentation de l'architecture d'un processeur

Présentation de l'architecture du processeur RISC-V

Spécification incrémentale en VHDL puis simulation de l'architecture d'un processeur RISC-V RV32I

Spécification incrémentale en VHDL puis simulation d'un système sur puce à base de RISC-V RV32I

Co-simulation logicielle-matérielle du système sur puce

Implantation matérielle et test du système sur puce dans un circuit FPGA

- **Evaluation**

Savoir analyser une description VHDL d'un système sur puce à base de RISC-V

Savoir étendre une description VHDL d'un système sur puce à base de RISC-V

Savoir simuler une description VHDL d'un système sur puce à base de RISC-V

UE – Technologies avancées pour l'embarqué

Steven Le Cam

EC – IA de base

Steven Le Cam

- **Objectifs**

Introduction aux concepts et outils de base de l'apprentissage automatique. Présentation des paradigmes permettant l'apprentissage et la généralisation par une machine, et aperçu des domaines d'application. Introduction aux problèmes de sous/sur-apprentissage, de la malédiction de la dimensionnalité, de sélection de modèles. Introduction à l'apprentissage profond, aux réseaux de neurones artificiels, aux réseaux de neurones convolutifs pour le traitement des images et aux cartes de Kohonen.

- **Compétences acquises**

Être capable d'identifier les différents types de problèmes classiques de Machine Learning (régression, classification/clustering), de modéliser des problèmes concrets et de mettre en œuvre des algorithmes d'apprentissage adaptés aux problèmes posés.

- **Prérequis**

Traitement du Signal; Analyse de données; Optimisation; Statistiques et Probabilités; Algorithmiques et Programmation

- **Programme pédagogique**      **CM : 12h**      **TD : 08h**      **TP : 00h**

- Introduction:  
 Prédiction (régression) / décision (classification)  
 Approche supervisée/non supervisée  
 Problème de sur-apprentissage et de la dimensionnalité

- Régression linéaire  
 Moindre carré et maximum de vraisemblance  
 Méthode de régularisation et approche bayésienne

- Classification/Clustering  
 Apprentissage de loi, analyse discriminante et k-plus proche voisins  
 Clustering (GMM, EM et K-means)

- Introduction aux réseaux de neurones  
 Le perceptron  
 Réseaux multi-couches  
 Réseaux convolutifs  
 Cartes de Kohonen

- **Evaluation**

Rapport de travaux pratiques

<b>UE-SLE –Technologies avancées pour l'embarqué</b>	<b>S. Le Cam</b>
<b>EC – Bureau d'étude Capsule Urbanloop</b>	<b>A. Lahmadi/ V. Bombardier</b>

- **Objectifs**

L'objectif de ce bureau d'étude est de permettre l'exploitation de la plateforme UrbanLoop du site de Brabois pour la réalisation d'une application de détection d'obstacles et de commande d'une capsule en utilisant différents capteurs tels que caméra (mono ou stéréoscopique), Lidar, ultrason, ...L'objectif est concevoir une architecture logicielle et matérielle permettant de mettre en œuvre le déplacement autonome de la capsule et notamment la détection d'obstacles

- **Compétences acquises**

- Connaître et appliquer certaines techniques de détection d'obstacles et la navigation autonome  
- Mettre en œuvre une application pour la navigation autonome d'une capsule Urbanloop

- **Prérequis**

Automatique, FPGA, systèmes temps réel, programmation et algorithmes

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 00**      **TP : 50**

- Définition du cahier des charges de la solution  
- Techniques de détection d'obstacles en utilisant différents capteurs (lidar, ultrason et caméra) et rétroaction sur l'asservissement de la capsule (arrêt si un obstacle est détecté)  
- Développement logiciel de la solution sur la plateforme matérielle d'une capsule et sur une cible numérique (FPGA, Micro-contrôleur)  
- Validation et évaluation de la solution  
- Démonstration de la solution

- **Evaluation**

- Savoir appliquer les techniques de détection d'obstacles et de la navigation autonome

Modalités d'évaluation : note projet

**UE – Bureau d'étude Mobilté**

**Valérie Louis Dorr**

**EC – Bureau d'étude Mobilté**

**Valérie Louis Dorr**

- **Objectifs**

L'objectif de ce cours est de conduire l'étude d'un système sous la forme d'un bureau d'étude en autonomie par groupe . L'application choisie est la plate forme est Urbanloop. Chaque année le sujet évolue en fonction de l'évolution technique et technologique du circuit expermental ENEDIS Urbanloop et de ses capsules. Les 3 grands axes sont la mécanique du solide et des fluides, la motorisation avec l'aspect électrique et l'électronique et enfin le contrôle commande

- **Compétences acquises**

Etre capable de mettre en œuvre un projet de conception et développement d'un système complexe,et de mettre en œuvre des compétences pluridisciplinaires dans le cadre de la gestion d'un projet collaboratif.

- **Prérequis**

Cours d'electrotechnique de 1A et 2A, de commande de système émergent de 2A, d'automatique de 1A et 2A de mécanique du solide de 1A

- **Programme pédagogique**      **A**      **TD : 00**      **TP : 40h**

**Définition des objectifs du projet**

**Spécifications et livrables: Définition du Cahier des charges et résultats attendus**

**Spécifications fonctionnelles et techniques**

**Conception et simulation unitaire des différentes parties**

**Développement et tests unitaires**

**Validations croisées**

**Bilan à mi parcours**

**Prototypage Intégration techniques des processus**

**Présentation**

**Démonstration**

- **Evaluation**

Nous évaluons l'aptitude à collaborer dans un contexte pluridisciplinaire, restituer un travail effectué en autonomie, Exposer une démarche scientifique constituée de plusieurs phases :modélisation , de développement, de contrôle et de tests

<b>UE – Formation générale 5</b>	<b>S. Gallaire</b>
<b>EC – Banque anglais</b>	<b>C. Corringer</b>

- **Objectifs**

Cette EC est constituée de 2 modules à visée professionnelle: **Interacting Professionally** et **Scientific Communication**. L'objectif de l'EC est de donner aux étudiants des compétences en anglais des affaires et en anglais scientifique.

**OU Soutien B2** : ce module est destiné aux étudiants en difficulté n'ayant pas encore validé le niveau B2. L'objectif est de leur permettre d'atteindre un score minimal de 785 au test TOEIC ou de 100 au DET.

- **Compétences acquises**

-Compétences en expression et compréhension écrite et orale en relation avec la carrière d'ingénieur  
 -Ouverture internationale et culturelle  
 -Travail en équipe

**OU Soutien B2** : compréhension orale et écrite, identifier ses points forts/faibles, savoir se fixer des objectifs, apprendre à apprendre

- **Prérequis**

**Avoir atteint un niveau B2**

**OU Soutien B2** : avoir passé une certification externe et ne pas avoir validé le niveau B2

- **Programme pédagogique**      **CM : 00**      **TD : 30**      **TP : 00**

Un premier module de 7 séances de 2h : **Interacting Professionally** OU soutien B2  
 Un deuxième module de 8 séances de 2h : **Scientific Communication** OU soutien B2

Le module **Interacting Professionally** a pour but de préparer les étudiants à postuler en anglais à des offres d'emploi internationales (personal branding, CV, job interview), au travail avec des partenaires étrangers (sensibilisation à la notion de communication inter-culturelle) et à la communication professionnelle en langue anglaise (gestion de réunion, présentation de projets, négociation).

Pour le module **Scientific Communication** le focus est sur la communication scientifique à l'écrit (report writing, abstract writing, concise technical English) et à l'oral (describing processes, simplifying / rephrasing technical concepts, 3MT, etc.)

Pour le **Soutien B2**, les étudiants travaillent à l'identification de leurs points forts et de leurs points faibles. Ils établissent un plan de travail afin d'atteindre un score de 785 au TOEIC ou de 100 au DET. Ils cherchent des ressources pertinentes leur permettant de combler les lacunes identifiées. L'enseignant aide les étudiants dans leur travail, les conseille et répond à leurs questions. Des exercices et tests réguliers permettent aux étudiants de structurer et d'évaluer leur progression.

- **Evaluation**

**Contrôle continu** (travaux écrits, participation orale) et **évaluation finale** pour chaque module.

**UE – Formation générale 5**

**Stéphanie GALLAIRE**

**EC – Insertion professionnelle**

**Frédéric EDELSON**

- **Objectifs**

Pendant une semaine en début d'année les étudiants sont préparés à leur recherche de stage par des RH, des industriels, et des professionnels de la communication. Ils bénéficient des témoignages et des conseils d'alumnis.

L'objectif de ce cours est d'amener les étudiants à gérer efficacement une recherche de stage, et d'emploi à travers des ateliers, des conférences et des simulations

- **Compétences acquises**

S'adapter aux différentes situations d'entretiens d'embauche

Etre capable de s'exprimer sur différents supports (oral, numérique, écrit,..)

Etre capable de créer, utiliser et renforcer son réseau professionnel

Mettre en oeuvre une recherche efficace d'emploi

Connaitre et savoir utiliser différents outils pour la recherche de stage et d'emploi

- **Prérequis**

Avoir défini un projet professionnel

Maîtrise avancée de la langue française à l'écrit comme à l'oral

- **Programme pédagogique**      **CM : 10**      **TD : 20**      **TP : 00**

**Jour 1 : Présentation de la semaine et intervention de DRH de différents partenaires de l'ENSEM**

**Jour 2 : Le CV, la lettre de motivation et l'entretien de motivation réalisé par des professionnels du recrutement**

**Jour 3 : Simulation d'entretiens en visio.**

**Jour 4 : Simulation d'entretiens physiques.**

**Jour 5 : Comment se mettre en avant sur les réseaux sociaux, et témoignage des alumni et réflexion autour du projet professionnel.**

être capable de se présenter efficacement

rédaction de CV

décryptage d'offres de stage/emploi, travail sur les mots clés

Gestion de l'entretien d'embauche (en face à face, par téléphone, par visioconférence)

gestion de son réseau professionnel

utilisation des réseaux sociaux pour la recherche d'emploi et les erreurs à ne pas commettre

prise de parole en public

- **Evaluation**

Investissement et CV 10 points et entretiens visio et physique 10 points. Une note sur 20 points

<b>UE – Formation générale 5</b>	<b>Stéphanie GALLAIRE</b>
<b>EC – Conférences industrielles</b>	<b>Vincent CHEVRIER</b>

- **Objectifs**

Appréhender la réalité du métier d'ingénieur et savoir projeter les connaissances acquises en formation dans un cadre métier.

- **Compétences acquises**

Connaissances de l'entreprise et plus généralement du monde du travail (entreprise, R&D, ...) au travers de cas réels et témoignage.

- **Prérequis**

Formation en ingénierie

- **Programme pédagogique**      **CM : 20**      **TD : 00**      **TP : 00**

Intervention de professionnels du monde industriel et de la R&D.

- **Evaluation**

Contrôle continu - Participation aux Conférences



Unité d'Enseignement (UE) Eléments Constitutifs (EC)	Responsable	Section CNU de l'EC
---	-------------	---------------------

CM	TD	TP	Volume horaire	Coeff.	ECTS	Barre UE
----	----	----	----------------	--------	------	----------

### ENSEM DIPLÔME ISN 3A- Semestre 10

#### ISN S10-UE4 Stage Ingénieur ou R&D

Stage Ingénieur	R. Ranta	27,60,61,62,63
-----------------	----------	----------------

6 mois	30	30	12
--------	----	----	----

Unité d'Enseignement (UE) Eléments Constitutifs (EC)	Responsable	Section CNU de l'EC
---	-------------	---------------------

CM	TD	TP	Volume horaire
----	----	----	----------------

### INSCRIPTION COMPLEMENTAIRE EN MASTER

#### MASTER MATH

*Pascal Molay*

UEs du master de Mathématiques		26
--------------------------------	--	----

-	-	-	275
---	---	---	-----

#### MASTER INFO

*Horatiu Cirstea*

3 UEs d'ossature du master d'Informatique		27
3 UEs d'approfondissement du master d'Informatique		27

72	0	0	72
48	0	0	72
			144

#### MASTER ISC

*Eric Levrat*

1 UEs d'ossature Integration vérification/ validation des systèmes (IS)		61
1 UE Formation à la Recherche		61

16	8	0	24
32	0	0	32

#### Parcours 1 : Parcours SMS-PHM

Pronostic pour la maintenance prédictive -PHM		61
Systèmes de soutien logistique intégré		61

16	8	0	24
16	8	0	24

#### Parcours 2 : Parcours INPLIC

Ingénierie numérique des systèmes		61
Pilotage pour l'industrie connectée		61

16	8	0	24
16	8	0	24

*Total heures Master ISC parcours 1 ou 2*

104

## Bilan Volumes Horaires suivant parcours

### *Master IMSD*

EC Master Math	275
EC ISN	374
EC Compensées (Conf. Indus + EC scientifiques)	244
<i>Total</i>	<b>405</b>

### *Master Info*

EC Master INFO	144
EC ISN	374
EC Compensées (3 EC de 16h + Conf Indus)	68
<i>Total</i>	<b>450</b>

### *Master ISC*

EC Master ISC	104
EC ISN	374
EC Compensée (2 EC de 16h + Conf. Indus)	52
<i>Total</i>	<b>426</b>