



**POLYTECH<sup>®</sup>**  
**CLERMONT**

## INGENIERIE MATHÉMATIQUE ET DATA SCIENCE

# Livret des enseignements du diplôme intitulé Mathématiques Appliquées



**CONTACT : responsable du département**  
[christophe.de\\_vaulx@uca.fr](mailto:christophe.de_vaulx@uca.fr)

**POLYTECH CLERMONT**

Campus universitaire des Cézeaux  
2, av. Blaise Pascal - TSA 20206 - CS 60026 - 63178 AUBIÈRE cedex - FRANCE  
Tél. : (33) 4 73 40 75 00 // [www.polytech-clermont.fr](http://www.polytech-clermont.fr)



Table des matières

I. Première année .....	1
A. Semestre 5 .....	1
1. UE1 Sciences fondamentales 1 .....	1
a. Probabilités .....	1
b. TC Mathématiques 1 .....	1
c. Mathématiques approfondies 1 .....	2
d. Statistiques 1 .....	3
2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 .....	4
a. Socle informatique .....	4
b. Analyse numérique matricielle .....	6
c. Informatique 1 .....	7
3. UE3 Sciences Homme et Société 1 .....	8
a. DDRS 1 .....	8
b. Communication 1 .....	8
c. Sciences sociales 1 .....	9
B. Semestre 6 .....	10
1. UE4 Sciences fondamentales 2 .....	10
a. Mathématiques 2 .....	10
b. Calcul différentiel .....	11
c. Optimisation pour le machine learning .....	11
d. Méthodes de Monte-Carlo .....	12
e. Statistique inférentielle .....	12
2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 .....	12
a. Machine Learning 1 .....	12
b. Modélisation .....	13
c. Informatique 2 .....	13
3. UE6 Sciences Homme et Société 2 .....	14
a. DDRS2 .....	15
b. Stratégie d'innovation .....	15
c. Communication 2 .....	15
d. Sciences sociales 2 .....	17
4. UE7 Stage .....	18
a. Stage de découverte de l'entreprise .....	18
II. Deuxième année .....	18
A. Semestre 7 .....	18
1. UE1 Sciences fondamentales .....	18
a. Méthodes Numériques et Simulation 1 .....	19
b. Méthodes Numériques et Simulation 2 .....	19
c. Modèles de régression .....	19
d. Machine Learning 2 .....	20
e. Deep Learning .....	20
2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 .....	21
a. Langage C++ .....	21
b. Bases de données relationnelles .....	21
c. Génie logiciel et UML .....	22
d. Python 2 .....	22
e. Java 1 .....	23
f. Projet .....	23
g. Informatique avancée .....	23
3. UE3 Sciences Homme et Société 1 .....	24
a. Anglais .....	24
b. Gestion .....	25
c. Droit .....	25
d. Communication .....	25
e. Managment & sciences humaines .....	26
B. Semestre 8 .....	27
1. UE7 Stage .....	27
a. Stage 4A .....	27
2. UE8 Engagement personnel et citoyen .....	27
a. Engagement personnel et citoyen .....	27
III. Troisième année .....	27
A. Semestre 9 .....	27

1. UE1 Poly'Compétences .....	27
a. Polytech'Imagerie numérique .....	27
b. Polytech'Recherche .....	28
c. Polytech'Entrepreneuriat .....	28
d. Polytech'Gestion environnementale .....	29
e. Polytech'Management .....	30
f. Polytech'Mon projet 5A .....	30
g. Polytech'Contrat Pro .....	31
2. UE2 Modules IMDS5 (option 1) .....	31
a. Tronc commun .....	31
b. Modules au choix (2 à choisir parmi les 5 possibles) .....	34
3. UE3 Sciences Humaines et Sociales .....	38
a. Expression et communication .....	38
b. Anglais .....	39
c. Projet .....	39
d. Insertion Professionnelle .....	39
4. UE2 Option Energie (option 2) .....	40
a. Module Énergie et énergétique .....	40
b. Module Énergies Renouvelables .....	42
c. Module Énergies fossiles carbonées et nucléaire .....	46
d. Module Stockage, transport et distribution de l'énergie électrique .....	47
e. Module Maîtrise des consommations d'énergie .....	49
B. Semestre 10 .....	51
1. UE4 Stage ou contrat pro .....	51
a. Stage .....	51
b. Alternant (pour les étudiants qui font un contrat pro) .....	52

I. Première année

A. Semestre 5 [30 ECTS | 30 Coef]

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

a. Probabilités

Coef	3
Objectifs	Maitriser les différentes composantes du modèle probabiliste Savoir manipuler les variables aléatoires et connaître les lois de probabilités usuelles
Acquis	Maîtriser le calcul de probabilités et être capable de modéliser un problème de nature aléatoire (M)
Description	Fondements de l'aléa Variables aléatoires discrètes Variables aléatoires continues Vecteurs aléatoires Les fonctions caractéristiques et fonctions génératrices Les divers types de convergences Les vecteurs gaussiens Lois et espérances conditionnelles Changement de variable
Evaluation	CC
Horaire encadré	53 h
Responsable	Léger Stéphanie
Enseignants	Augier Adeline, Léger Stéphanie

b. TC Mathématiques 1

Coef	3
Objectifs	Acquérir les fondamentaux mathématiques
Eléments de cours	Fondamentaux mathématiques Statistiques et probabilités
Prérequis	L1-L2 (fonctions usuelles de la variable réelle)
Horaire encadré	66 h
Responsables	Augier Adeline, Schenkel Claire

b.1. Fondamentaux mathématiques

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

Description	Chapitres de ce cours : 1. Fonctions de plusieurs variables réelles 2. Espace vectoriel, produits de vecteurs 3. Analyse vectorielle 4. Primitives 5. Équations différentielles 6. Produit de matrices, systèmes linéaires 7. Bases de $\mathbb{R}^n$ 8. Déterminant d'une matrice carrée 9. Inversibilité d'une matrice, matrices semblables 10. Diagonalisation d'une matrice
Prérequis	L1-L2 (fonctions usuelles de la variable réelle)
Références bibliographiques	Chaîne Math adultes de Gilles Bailly-Maître Site OpenING
Evaluation	CC
Horaire encadré	48 h
Responsables	Augier Adeline, Schenkel Claire
Enseignants	Augier Adeline, Schenkel Claire

### b.2. Statistiques et probabilités

Coef	1
Objectifs	Former aux méthodes classiques en probabilités et statistique inférentielle.
Acquis	Savoir manipuler les variables aléatoires classiques (M) Savoir déterminer un estimateur sans biais et calculer son EQM, construire un intervalle de confiance et un test paramétrique (M).
Description	Partie 1 : Probabilités - Dénombrements - Événements, espaces probabilisés - Calcul de probabilités, probabilités conditionnelles, formules des probabilités totales et de Bayes - Variables aléatoires : définitions, propriétés, espérance, variance - Construction de certaines lois classiques (normale, binomiale...) Partie 2 : Statistiques inférentielle - Modèle statistique. - Estimation, intervalles de confiance. - Tests d'hypothèses
Références bibliographiques	Pratique moderne des probabilités, Radix JC, Lavoisier, Paris 1991 Probabilités, analyse des données et statistique, Saporta G, Ed. technips 1990
Evaluation	CC
Horaire encadré	18 h
Responsable	Léger Stéphanie
Enseignants	Augier Adeline, Beaudou Laurent, Léger Stéphanie, Schenkel Claire, Martin Metodiev

### c. Mathématiques approfondies 1

Coef	3
Objectifs	Apprendre les outils fondamentaux du calcul intégral, en particulier l'intégrale de Lebesgue et la notion de mesure. Application de ces outils à la mécanique du solide indéformable à travers l'apprentissage des concepts fondamentaux de cette discipline. Maîtriser les outils fondamentaux des mathématiques de l'ingénieur intervenant en modélisation (dérivation, différentiation). Savoir étudier les aspects théoriques d'équations différentielles et d'équations aux dérivées partielles (existence de solution, unicité) provenant de divers domaines d'application (mécanique, mécanique des fluides, chimie, biologie, finances, ...).
Éléments de cours	Mesures et intégration Analyse
Prérequis	Mathématiques du tronc commun
Horaire encadré	46 h
Responsables	Augier Adeline, Schenkel Claire

#### c.1. Mesures et intégration

Coef	1
Objectifs	Apprendre les principes et techniques de base de la théorie de la mesure et de l'intégration.
Acquis	Maîtriser et appliquer les résultats de base de l'intégrale de Lebesgue Acquérir une connaissance élémentaire de la théorie de la mesure
Description	Introduction aux notions d'espace mesurable et d'espaces mesuré, Intégration par rapport à une mesure (comptage, Lebesgue) Intégrale de Lebesgue
Prérequis	Connaissance des principaux résultats sur l'intégrale de Riemann Connaissances de base en analyse
Références bibliographiques	Mesure et intégration, Revuz D, Hermann, Paris (1994)
Evaluation	CC
Horaire encadré	20 h
Responsable	Augier Adeline
Enseignant	Augier Adeline

### c.2. Analyse

Coef	1
Objectifs	Fournir le cadre adéquat pour faire de l'analyse mathématique dans les espaces vectoriels normés : notions de base nécessaires pour la théorie de la mesure, l'optimisation, les probabilités, le calcul différentiel...
Acquis	Savoir expliquer sa démarche et être cohérent dans ce que l'on rédige Savoir illustrer les résultats par des exemples, des dessins Acquérir le vocabulaire de topologie et d'analyse (ouvert, fermé, limite, continuité, convergence...) Analyser une situation : savoir ce qui est valide ou ne l'est pas
Description	Normes sur un espace vectoriel, éléments de topologie Continuité des fonctions, des applications linéaires, des applications n-linéaires Suites et espaces complets Théorème de projection dans les espaces préhilbertiens
Evaluation	CC
Horaire encadré	26 h
Responsable	Schenkel Claire
Enseignant	Schenkel Claire

### d. Statistiques 1

Coef	3
Objectifs	Mettre en place une analyse univariée et bivariée. Être capable de réaliser le test approprié à la problématique Choisir, mettre en place et interpréter une analyse descriptive multidimensionnelle
Eléments de cours	Statistiques exploratoires multidimensionnelles Méthodes statistiques
Prérequis	Mathématiques et probabilité du tronc commun
Horaire encadré	52 h
Responsable	Léger Stéphanie

#### d.1. Statistiques exploratoires multidimensionnelles

Coef	1
Objectifs	Comprendre et interpréter les analyses multidimensionnelles descriptives Comprendre et interpréter une classification Mettre en oeuvre ces techniques sur des données réelles
Acquis	Aptitude à extraire de l'information pertinente de données statistiques complexes par des méthodes de statistique exploratoire multivarié (M) Connaître des techniques de classifications non supervisées (M) Capacité à produire des graphiques synthétiques et à les interpréter face à un public de professionnel (M)
Description	Analyse en Composantes Principales Classification hiérarchique ascendante Analyse Factorielle des correspondances multiple Mise en place sous R des différentes analyses sur des jeux de données concrets

Evaluation	CC
Horaire encadré	18 h
Responsable	Léger Stéphanie
Enseignant	Manzon Diane

#### d.2. Méthodes statistiques

Coef	2
Objectifs	Savoir réaliser les étapes préliminaires à toute étude statistique Savoir mettre en oeuvre et interpréter des tests statistiques sur des exemples concrets Réaliser une analyse prédictive simple Maîtriser R et ses packages avancés
Acquis	Analyse descriptive uni et bivariable: représentation graphiques, indicateurs de tendance centrale, de dispersions (A) Tests sur une hypothèse relative à la valeur particulière d'un ou plusieurs paramètres ou tests paramétriques (moyenne, variance, proportion...) (M) Tests de comparaison de deux populations (comparaison des moyennes, des variances...) (M) Tests d'indépendance de deux caractères quantitatifs ou qualitatifs (M) Régression linéaire simple (M) Arbre de décision et forêts aléatoires (M) Maîtriser R et les packages tidyverse et ggplot2(M)
Description	I - Statistiques descriptives Définition des variables quantitatives et qualitatives * Représentations graphiques associées à chaque type de variables * Indicateurs de tendance centrale (moyenne, médiane...) * Indicateur de dispersion II - Analyse bivariable * Représentations graphiques associées à chaque type de couple de variables * Mesure de corrélation (coefficient de corrélation linéaire, rapport de corrélation, V de Cramer) III - Les tests statistiques III.1 Rappel des notions générales sur les tests statistiques * Différentes catégories de tests statistiques * Test entre deux hypothèses simples et méthode de Neyman et Pearson * Test entre deux hypothèses composites III.2 - Test de comparaison * Test sur une valeur particulière * Test de comparaison d'échantillons III.3 - Test d'indépendance entre deux variables qualitatives IV - R, tidyverse et ggplot2 et Application sur des jeux de données concrets. V - Régression linéaire simple VI - Arbres de décision et forêts aléatoires
Evaluation	CC
Horaire encadré	34 h
Responsable	Léger Stéphanie
Enseignant	Léger Stéphanie

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

##### a. Socle informatique

Coef	4
------	---

Objectifs	<p>Maîtriser les principes de l'outil informatique</p> <p>Pour un étudiant ingénieur non informaticien il s'agit d'être capable d'être donneur d'ordre (maître d'ouvrage) sur des projets à caractère informatique et donc de les conduire à terme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- depuis l'établissement du cahier des charges fonctionnel (définir le besoin),</li> <li>- le choix et la validation de solutions justifiées préexistantes ou développées spécifiquement</li> <li>- jusqu'à la réception et l'exploitation des matériels et logiciels.</li> </ul> <p>De plus, il doit être capable de tirer profit des outils informatiques : avoir conscience de leurs possibilités, limites et évolution pour l'organisation, la diffusion de l'information et la communication.</p> <p>Il doit donc rester adaptable vis-à-vis des outils (software) et matériels (hardware) : avoir les capacités suffisantes pour s'approprier les outils d'analyse, de simulation et de validation.</p> <p>On note que les compétences et notions du socle informatique sont rencontrées, exploitées et approfondies au travers d'autres modules de la formation qui utilisent les outils logiciels, le réseau etc.</p>
Éléments de cours	Algorithmique Langage de programmation
Horaire encadré	43.5 h
Responsable	de Vault Christophe

#### a.1. Algorithmique

Coef	2
Objectifs	<p>Être capable d'écrire des algorithmes simples</p> <p>Être capable d'interagir avec des développeurs</p>
Acquis	<p>Être capable de manipuler des concepts abstraits pour comprendre et d'échanger avec des développeurs (A)</p> <p>Être capable d'appréhender les actions séquentielles, répétitives et leur imbrication (A).</p> <p>Être capable de valider à chaque étape du développement et de réceptionner un outil informatique (logiciels) (A).</p> <p>Être en mesure de transposer cette organisation hiérarchique de développement (besoin/solution/validation) à d'autres domaines que l'informatique (A).</p> <p>Être capable d'intégrer un système validé dans un système plus complexe en respectant les contraintes entrées/sorties et les protocoles et interfaces (A).</p> <p>Être capable d'utiliser un langage commun (pseudo-langage) pour formaliser un cahier des charges, appréhender un système/contexte inconnu pour le faire évoluer de manière à garantir des objectifs (A)</p>
Description	<p>Variable et opération - Types simples et structurés - Expression</p> <p>Structures de contrôle conditionnelles et itératives (boucle) : pré-test, post-test, prédéfinie</p> <p>Sous-programme - Passage de paramètres, entrée/sortie-Notion de bloc fonctionnel</p> <p>La récursivité est introduite sur exemple</p> <p>Les fichiers</p>
Références bibliographiques	<p>Programmation structurée et structures de données élémentaires, Courtin Jacques, Kowarski Irène, Dunod, 1989</p> <p>Initiation à la programmation, Delannoy, Claude, Eyrolles 1997</p>
Evaluation	CC
Horaire encadré	15.5 h
Responsable	de Vault Christophe
Enseignants	de Vault Christophe, El Rachkidi Nancy, Poughon Laurent, Morvan Mathilde

#### a.2. Langage de programmation

Coef	1
Objectifs	Apprendre la syntaxe d'un langage de programmation structuré afin de mettre en oeuvre les algorithmes
Acquis	<p>Savoir écrire des petits programmes (A).</p> <p>Être capable d'assembler des composants logiciels existants (A).</p>



Description	Types simple et composé Structures de contrôles Sous-programmes Fichiers
Références bibliographiques	Programmation OpenOffice.org et LibreOffice, Macros OOoBASIC et API, Eyrolles 2011, Bernard Marcelly et Laurent Godard Le langage C, Delannoy, Claude, Eyrolles, 2002 Le Langage C : norme ANSI, Kernighan, Brian W. , Ritchie, Denis M, Masson, 1997
Evaluation	CC
Horaire encadré	28 h
Responsable	de Vaulx Christophe
Enseignants	Bouet Marinette, de Vaulx Christophe, El Rachkidi Nancy, Poughon Laurent, Landrault Alexis, Morvan Mathilde

b. Analyse numérique matricielle

Coef	2.5
Objectifs	Maîtriser les outils mathématiques et informatiques nécessaires au développement et à l'implémentation d'algorithmes dédiés aux matrices. Il s'agit d'acquérir les connaissances en algèbre linéaire (endomorphismes dans $R_n$ ) et bilinéaire (matrices symétriques) permettant de comprendre les algorithmes qui permettent de résoudre des problèmes tels que la résolution de systèmes linéaires, la réduction d'endomorphismes et l'orthogonalisation ; et d'être capable d'implémenter ces algorithmes et de les valider. Les algorithmes classiques devront être assimilés (méthode de Jacobi pour la diagonalisation d'une matrice symétrique, méthode des puissances itérées, orthogonalisation de Gram-Schmidt, méthode de Householder, ...) et l'étudiant devra être capable d'implémenter en langage Python tout nouvel algorithme qui lui serait présenté
Éléments de cours	Analyse Numérique Matricielle Programmation numérique en langage Python
Prérequis	Pas de prérequis
Horaire encadré	47 h
Responsable	Bouchon François

b.1. Analyse Numérique Matricielle

Coef	2
Objectifs	Présentation d'algorithmes pour la résolution de systèmes linéaires, la diagonalisation de matrices et l'orthogonalisation.
Acquis	Acquisition de la capacité à mettre en place les algorithmes classiques d'analyse numérique matricielle, et d'en évaluer la performance. (A) Acquisition de la capacité à choisir l'algorithme le plus adapté à la situation et à la structure de la matrice (symétrique, bande, creuse, ...). (A)
Description	Compléments d'algèbre linéaire et bilinéaire Réduction d'endomorphismes Interprétation géométrique Complexité d'algorithmes
Références bibliographiques	Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation, Ciarlet PG, Masson (1982) Matrix Computations, 3rd edition, Golub GH, Van Loan CF, Johns Hopkins University Press, Baltimore (1996) Analyse Numérique Matricielle Appliquée à l'Art de l'Ingénieur, Tomes 1 et 2, Lascaux P, Théodor R, Masson (1987)
Evaluation	CC
Horaire encadré	32 h
Responsable	Bouchon François
Enseignant	Bouchon François

b.2. Programmation numérique en langage Python

Coef	1
Objectifs	Initiation à la programmation numérique en Python, implémentation d'algorithmes d'analyse numérique.

Acquis	Acquisition de la capacité à écrire dans le langage Python différents programmes permettant de résoudre des problèmes classiques d'analyse numérique (méthode d'Euler pour une équation différentielle, méthode de Newton pour un problème non linéaire, résolution de systèmes linéaires par la méthode du pivot de Gauss, par factorisation LU, ...). (A) Acquisition de la capacité à choisir l'algorithme le plus adapté à la situation et à la structure de la matrice (symétrique, bande, creuse, ...). (A)
Description	Présentation du langage, et en particulier des bibliothèques numpy et scipy. Implémentation d'algorithmes itératifs, tests d'arrêt, Structure de données, tableaux, vecteurs, application à l'analyse numérique matricielle.
Références bibliographiques	<a href="https://numpy.org/">https://numpy.org/</a> <a href="https://docs.scipy.org/doc/">https://docs.scipy.org/doc/</a>
Evaluation	CC
Horaire encadré	15 h
Responsable	Bouchon François
Enseignant	Bouchon François

### c. Informatique 1

Coef	2.5
Objectifs	Introduction au python et compléments de programmation en langage C.
Eléments de cours	Python 1 Introduction aux graphes
Horaire encadré	44 h
Responsable	Bouet Marinette

#### c.1. Python 1

Coef	1.5
Objectifs	Être à l'aise avec la programmation structurée en Python Connaître et savoir manipuler les packages nécessaires à la data science Savoir lire et écrire un programme en langage Python Savoir manipuler Anaconda et Jupyter
Acquis	Analyser et comprendre un problème (M) Analyser et comprendre des données avant toute analyse ou traitement (M) Savoir écrire sa résolution au travers de programmes consistants en Python (M) Outils Anaconda et Jupyter (M)
Description	Itératives, Conditionnelles... Types de base, chaînes de caractères, dictionnaire, liste, tuple, ndarray, dataframe Fonctions, docstring et passage de paramètres Gestion des modules Génération de nombres aléatoires Package numpy (Traitement d'images, Gauss) Package matplotlib Initiation au package pandas (compléments en 4A)
Prérequis	Algorithmique, programmation structurée
Références bibliographiques	Python pour la Data Science - Analysez vos données par la pratique, A. Velt, Expert IT, ENI (2020) Apprendre à programmer avec Python 3 avec 60 pages d'exercices corrigés ? 3ème édition, G. Swinnen, Eyrolles (2021)
Evaluation	CC
Horaire encadré	28 h
Responsable	Bouet Marinette
Enseignant	Bouet Marinette

#### c.2. Introduction aux graphes

Coef	1
Objectifs	Connaître le vocabulaire autour de l'objet graphe Savoir choisir le bon algorithme pour résoudre un problème donné dans un graphe Savoir modéliser un problème dans le formalisme adéquat
Acquis	Analyser et comprendre un problème (M) Vérifier la preuve d'un algorithme

Description	Découverte des graphes via des problématiques classiques et omniprésentes : - Chemins les plus courts (Dijkstra) - Arbres couvrants de Poids Min (Kruskal, Prim) - Planarité (Kuratowski, Jordan, coloration) - Euler, Ramsey, connexité.
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h
Responsable	Beudou Laurent
Enseignant	Beudou Laurent

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

#### a. DRS 1

Coef	2
Objectifs	Sensibiliser nos élèves ingénieurs à la transition écologique
Description	Présentation : - des enjeux climatiques - des limites planétaires - des transitions écologiques et énergétique - de l'écoconception
Evaluation	CC
Horaire encadré	19.5 h
Responsables	Bouet Marinette, Diemer Arnaud
Enseignants	Bouet Marinette, Diemer Arnaud

#### b. Communication 1

Coef	3
Objectifs	Apprendre à s'exprimer à l'oral et à l'écrit en fonction des situations d'énonciation. Comprendre les relations de communications entre les humains. S'ouvrir à divers domaines culturels
Eléments de cours	E2C 1 Anglais 1
Horaire encadré	44 h
Responsable	Bousset Bénédicte

#### b.1. E2C 1

Coef	1
Objectifs	Parfaire son expression en fonction de situations variées. Savoir s'adapter à différents publics. Acquérir et développer des capacités et techniques de communication générale et spécifique. Augmenter ses connaissances en français. Acquérir quelques éléments culturels supplémentaires.
Acquis	Parler avec ou sans note (A) Préparer un diaporama (A) Adapter son niveau de langue à la situation d'énonciation (A) Savoir synthétiser un document (A) Améliorer son niveau culturel (A) Connaître et maîtriser diverses formes d'écrits (A) Savoir chercher de l'information (A) Maîtriser son expression non verbale (A)
Description	Communication : l'école de Palo Alto, l'Analyse Transactionnelle, la communication non verbale. Exposés individuels avec ou sans supports. Prise de parole spontanée ou préparée. Exposés en binôme ou trinôme. Techniques d'écriture (écrit scientifique et technique ; rédaction d'article ; synthèse de document, écriture de fiction...) Revue de presse. Culture générale.
Evaluation	CC
Horaire encadré	17 h

Responsable	Bousset Bénédicte
Enseignant	Bousset Bénédicte

b.2. Anglais 1

Coef	1
Objectifs	Obtention du niveau B2 du Cadre Européen de Référence pour les langues : TOEIC 800
Acquis	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion dans un cadre professionnel (A) Être capable de s'exprimer avec aisance dans un cadre professionnel (N) Être capable de comprendre le contenu d'un texte technique ou d'ordre général (A) Être capable de s'exprimer correctement à l'écrit dans un contexte professionnel (N)
Description	Remise à niveau et approfondissement grammatical et lexical Discussion à deux et en groupe Compréhension de documents oraux courts et longs, Introduction au test TOEIC Amélioration de la compréhension et de la réactivité surtout à l'oral
Evaluation	CC
Horaire encadré	27 h
Responsable	Fontaine Teresa
Enseignants	Bousset Bénédicte, Fontaine Teresa

c. Sciences sociales 1

Coef	4
Objectifs	Découverte du monde des affaires à travers le prisme de l'économie et du droit.
Eléments de cours	Droit Economie
Horaire encadré	52.5 h
Responsable	Cabagnols Alexandre

c.1. Droit

Coef	1
Objectifs	Souligner le fait que l'activité économique des entreprises dépend non seulement de règles économiques "pures" mais aussi de règles sociales. Le droit est un corpus de règles sociales formelles résultant de choix politiques et plus largement de choix de société. A cet égard le droit du travail est un exemple très intéressant : il a des effets non seulement sur la vie professionnelle de tout un chacun mais aussi sur l'activité économique des entreprises et finalement sur les performances en termes d'emploi des pays
Acquis	S'imprégner de connaissances en Droit du Travail (Droit Social), en relation avec le métier d'ingénieur et le fonctionnement de l'entreprise (M).
Description	Le contrat du travail : environnement juridique ; embauche, temps de travail ; exécution, conclusion, rupture du contrat ; représentation salariale dans l'entreprise
Evaluation	CC
Horaire encadré	22 h
Responsable	Cabagnols Alexandre
Enseignant	Roncolato Françoise

c.2. Economie

Coef	1
Objectifs	Comprendre la dimension systémique du fonctionnement de l'économie tant à l'échelle micro-économique (interactions stratégiques) que macroéconomique (transmission internationale des conjonctures et des politiques économique)

Acquis	Identifier les principales problématiques soulevées l'économie et les distinguer des problématiques de gestion (N) Développer une vision systémique du fonctionnement de l'économie (N) Prévoir les conséquences des décisions nationales de politique économique sur les principales grandeurs macroéconomiques (PIB, consommation, emploi, taux d'intérêt, taux de change) (A) Prévoir les conséquences des conjonctures étrangères sur les principales grandeurs macroéconomiques nationales (PIB, consommation, emploi, taux d'intérêt, taux de change) (A)
Description	Qu'est-ce que l'économie ? Les différentes branches de l'économie. Les économies capitalistes de marché : définition Les comportements du consommateur et de l'entrepreneur, confrontation offre demande sur les marchés, interactions stratégiques La mesure de la richesse en économie : mesure à l'échelle de l'entreprise et comptabilité La mesure de la richesse en économie : mesure à l'échelle d'un pays et PIB Représenter le système macro-économique : le modèle IS/LM en économie fermée Représenter les interactions internationales : Le modèle IS/LM en économie ouverte
Evaluation	CC
Horaire encadré	30.5 h
Responsable	Cabagnols Alexandre
Enseignant	Cabagnols Alexandre

B. Semestre 6 [30 ECTS | 29 Coef]

1. UE4 Sciences fondamentales 2 [12 ECTS | 12 Coef]

a. Mathématiques 2

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

Description	Les chapitres de ce cours sont : * Diagonalisation des matrices symétriques et formes quadratiques * Optimisation * Séries de Fourier * Transformée de Fourier Filières IMDS/GE * Distributions * Introduction à l'échantillonnage Filières GC/GP * Intégrales doubles * EDP de la corde
Prérequis	Mathématiques 1
Evaluation	CC
Horaire encadré	50 h
Responsables	Augier Adeline, Schenkel Claire
Enseignants	Augier Adeline, Schenkel Claire

b. Calcul différentiel

Coef	2.5
Objectifs	Maîtriser les outils fondamentaux des mathématiques de l'ingénieur intervenant en modélisation (dérivation, différentiation). Savoir étudier les aspects théoriques d'équations différentielles et d'équations aux dérivées partielles (existence de solution, unicité) provenant de divers domaines d'application (mécanique, mécanique des fluides, chimie, biologie, finances, ...). Optimisation sous contrainte.
Acquis	Connaître la différentiabilité des fonctions de plusieurs variables : techniques de calcul Acquérir les techniques d'analyse mathématique permettant de prouver l'existence et/ou l'unicité de la solution d'un problème différentiel Optimisation sous contraintes
Description	Les chapitres de ce cours sont : * Dérivabilité d'une fonction de la variable réelles * Dérivées partielles d'une fonction de plusieurs variable réelles * Différentiabilité d'une fonction en un point * Optimisation * Théorème des fonctions implicites * Problème de Cauchy
Prérequis	Analyse
Evaluation	CC
Horaire encadré	40 h
Responsables	Augier Adeline, Schenkel Claire
Enseignants	Augier Adeline, Schenkel Claire

c. Optimisation pour le machine learning

Coef	1.5
Objectifs	Comprendre et appliquer des méthodes numériques de descente de gradient pour résoudre des problèmes d'optimisation multi dimensionnels sans contrainte. Se familiariser avec le vocabulaire et les problématiques spécifiques au machine learning et utiliser ces méthodes d'optimisation pour effectuer l'apprentissage.
Acquis	Savoir utiliser et comprendre différentes méthodes numériques pour résoudre un problème d'optimisation et l'appliquer dans le cadre de modèles simples (régression linéaire, régression logistique, réseau de neurones simple).
Description	- introduction à l'optimisation continue - méthode du gradient à pas fixe (théorie et applications) - application dans le domaine du machine learning - méthodes spécifiques aux réseaux de neurones: backpropagation, gradient stochastique, gradient stochastique avec mini-lots, RMSprop.
Prérequis	Bonne maîtrise de Python + mathématiques générales niveau bac + 2
Références bibliographiques	Neural Networks and Deep Learning, Michael Nielsen <a href="http://neuralnetworksanddeeplearning.com">http://neuralnetworksanddeeplearning.com</a>
Evaluation	CC

Horaire encadré	24 h
Responsable	Chauvière Cédric
Enseignant	Chauvière Cédric

d. Méthodes de Monte-Carlo

Coef	1.5
Objectifs	Savoir utiliser les méthodes de Monte-Carlo pour résoudre des problèmes aléatoires.
Acquis	Savoir utiliser les méthodes de Monte-Carlo pour résoudre des problèmes aléatoires.
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction au calcul d'intégrales par MC</li> <li>- Algorithme d'importance sampling</li> <li>- Algorithme de resampled importance sampling</li> <li>- Estimateur de moyenne harmonique <ul style="list-style-type: none"> <li>* Propriétés théoriques</li> <li>* Application à l'estimation de la vraisemblance marginale du modèle linéaire Bayésien pour la sélection de variables</li> </ul> </li> </ul>
Prérequis	Bonne maîtrise de R et Python + mathématiques générales niveau bac + 2
Evaluation	CC
Horaire encadré	18 h
Responsable	Latouche Pierre
Enseignant	Latouche Pierre

e. Statistique inférentielle

Coef	3.5
Objectifs	<p>Etudier des modèles statistiques simples, essentiellement dans le cadre iid</p> <p>Maîtriser les méthodes d'inférence : estimation, intervalle de confiance, test.</p> <p>Savoir calculer le nombre d'expériences nécessaire pour obtenir une puissance de test souhaitée.</p> <p>Savoir utiliser les approximations asymptotiques et les méthodes Bootstrap.</p>
Acquis	<p>L'étudiant a acquis la notion de modèle statistique et sait proposer des méthodes d'inférence adaptées (M)</p> <p>Il sait construire et interpréter un test statistique et un intervalle de confiance dans des situations courantes (M)</p>
Description	<p>Modèle statistique</p> <p>Théorie de la décision</p> <p>Méthodes d'estimation et intervalles de confiance</p> <p>Construction des tests d'hypothèses, niveau, puissance</p> <p>Approximations asymptotiques et méthodes Bootstrap</p>
Evaluation	CC
Horaire encadré	54 h
Responsable	Druilhet Pierre
Enseignant	Druilhet Pierre

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

a. Machine Learning 1

Coef	2
Objectifs	Apprendre les bases du machine learning
Acquis	Savoir quel modèle utiliser en fonction du problème posé.
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>Linear regression with one variable</li> <li>Linear regression with multiple variables</li> <li>Logistic regression</li> <li>Regularization</li> <li>Neural network: learning</li> <li>Support vector machine</li> <li>Unsupervised learning</li> <li>Dimensionality reduction</li> <li>Anomaly detection</li> <li>Recommender system</li> </ul>
Prérequis	Optimisation, Python

Références bibliographiques	Cours Stanfore Andrew Ng
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h
Responsable	Chauvière Cédric
Enseignants	Chauvière Cédric, Léger Stéphanie

b. Modélisation

Coef	2
Objectifs	Consolider les connaissances des outils mathématiques et informatiques
Eléments de cours	Analyse numérique Bases de données
Horaire encadré	53.5 h
Responsables	Augier Adeline, Bouet Marinette

b.1. Analyse numérique

Coef	2
Objectifs	Résolution de systèmes linéaires
Acquis	Résoudre un système linéaire par une factorisation LU ou de façon itérative (Jacobi et Gauss Seidel) Écrire l'algorithme associé à la méthode choisie et donner un ordre de grandeur de sa complexité Approcher un nuage de points par la méthode des moindres carrés. Résoudre un problème de Cauchy via une méthode numérique usuelle (Euler explicite ou implicite, Crank-Nicholson) Calculer de façon approchée une intégrale. Déterminer numériquement les zéros d'une fonction par dichotomie, ou la méthode de Newton.
Description	Méthodes directes et itératives de résolution des systèmes linéaires Méthode des moindres carrés Intégration numérique Résolution d'équations non-linéaires Résolution numérique d'équations différentielles
Références bibliographiques	Analyse numérique, SCHATZMAN M, Inter-éditions, Paris Analyse numérique, J-P. DEMAILLY, EDP sciences, Collection Grenoble Sciences Optimisation et contrôle des systèmes linéaires, Bergounioux M, Dunod (2001)
Evaluation	CC
Horaire encadré	36 h
Travail personnel	25 h
Responsable	Augier Adeline
Enseignants	Augier Adeline, Schenkel Claire, Fontaine Jean-Pierre, Dubois Thierry, Vecil Francesco

b.2. Bases de données

Coef	1
Objectifs	Savoir définir et manipuler une base de données relationnelle
Acquis	Interroger une base de données relationnelle (A) Créer ou faire évoluer une base de données relationnelle (A) Appréhender un modèle Entité/Association (N)
Description	Motivations Présentation générale Modèle Entité/Association Modèle relationnel Langage SQL
Références bibliographiques	Bases de données, Gardarin G, Ed. Eyrolles - 2002 SQL pour Oracle, 2010, Soutou C., Eyrolles Ed.
Evaluation	CC
Horaire encadré	17.5 h
Responsable	Bouet Marinette
Enseignant	Bouet Marinette

c. Informatique 2



Coef	7
Objectifs	Être capable de comprendre un algorithme itératif existant (M). Savoir transformer un problème à résolution itérative et possédant des paramètres en algorithmes formels (A). Savoir coder en langage C à l'aide de procédures ou de fonctions (A).
Éléments de cours	Algorithmique Langage C 2 Soutien Langage C 2
Prérequis	Socle informatique, informatique 1.
Horaire encadré	88 h

### c.1. Algorithmique

Coef	9
Objectifs	Comprendre les Type Abstrait de Données (TAD) Connaitre les TAD conteneurs Acquérir une culture générale informatique
Acquis	Connaitre et savoir utiliser les principales structures de données (M) Être capable d'identifier les types et de découper un problème algorithmique afin de le résoudre efficacement (M)
Description	Rappels (structures, récursivité...) Types Abstrait de Données Complexité d'un algorithme, complexité d'un problème Programmation dynamique Quelques algorithmes importants : Dijkstra, FFT, tris par tas
Références bibliographiques	Introduction to algorithms, 2 nd edition, Cormen TH, Leiserson CE, Rivest RL, Stein Clifford, McGraw-Hill Book Company (2001) Algorithms, Sedgewick.
Evaluation	CC
Horaire encadré	52 h
Responsable	Beudou Laurent
Enseignant	Beudou Laurent

### c.2. Langage C 2

Coef	5
Objectifs	Acquérir une bonne démarche d'élaboration d'application informatique Être à l'aise avec la programmation structurée Savoir lire et écrire un programme en langage C
Acquis	Analyser et comprendre un problème (M) Savoir écrire sa résolution au travers de programmes consistants en langage C (M).
Description	Fonctions et passage de paramètres Tableaux et tris Récursivité Pointeurs Gestion dynamique de la mémoire (programmation de listes chaînées) Préprocesseur et programmation modulaire Compilation séparée Fichiers Génération de nombres aléatoires
Prérequis	Algorithmique
Références bibliographiques	Programmer en langage C, Delannoy C, Eyrolles (1996) Le Langage C, 2nde édition, Kernighan BW, Ritchie DM, Masson (1990)
Evaluation	CC
Horaire encadré	28 h
Responsable	Bouet Marinette
Enseignant	Bouet Marinette

### c.3. Soutien Langage C 2

Horaire encadré	8 h
Responsable	Beudou Laurent

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

a. DDRS2

Coef	1
Objectifs	Sensibiliser nos élèves ingénieurs aux enjeux sociétaux
Description	- définition de la RSE - qui est concerné par la RSE - but de la RSE - les piliers de la RSE - mise en place d'une démarche RSE dans une entreprise
Evaluation	CC
Horaire encadré	4 h
Responsables	Bouet Marinette, Diemer Arnaud
Enseignants	Bouet Marinette, Diemer Arnaud

b. Stratégie d'innovation

Coef	1
Objectifs	Comprendre l'articulation entre intelligence économique et activités de veille (N) Connaître les différentes catégories de veille en entreprise (N) Gérer un projet de veille : l'organiser et le réaliser efficacement (A) Utiliser des outils informatiques collaboratifs pour mener son projet de veille (A) Synthétiser l'information : Produire un compte rendu cohérent du travail de veille (A) Analyser l'information : Faire un état des lieux stratégique à partir d'une veille (A) Être force de proposition : Faire des recommandations stratégiques à partir d'un travail de veille (A)
Description	Intelligence économique et veille Veille sociétale, veille scientifique, veille technologique et brevets Initiation à la gestion de projet Outils de travail collaboratif sur le web Veille concurrentielle (aspects stratégiques, organisationnels et marketings) Réalisation d'une étude de cas autour d'un produit innovant développé par une start-up
Références bibliographiques	La veille technologique et l'intelligence économique, Édition : 5 (Paris: Presses Universitaires de France - PUF, 2010), Daniel Rouach, L'intelligence économique?: Techniques & outils, Édition : 2e édition (Paris: Eyrolles, 2009)., François Jakobiak La boîte à outils de l'intelligence économique (Dunod, 2011), Nicolas Moinet et Christophe Deschamps Organiser sa veille sur Internet?: Au-dela de Google... Outils et astuces pour le professionnel, Édition : 2e édition (Paris: Eyrolles, 2014, Xavier Delengaigne
Evaluation	CC
Horaire encadré	16.5 h
Responsable	Cabagnols Alexandre
Enseignant	Cabagnols Alexandre

c. Communication 2

Coef	3
Objectifs	Améliorer les compétences en communication, développer la confiance et l'autonomie en français et en langues étrangères
Éléments de cours	E2C 2 Langue vivante 1
Horaire encadré	42 h
Responsable	Bousset Bénédicte

c.1. E2C 2

Coef	1
------	---

Objectifs	Parfaire son expression en fonction de situations variées. Savoir s'adapter à différents publics. Acquérir et développer des capacités et techniques de communication générale et spécifique. Augmenter ses connaissances en français. Acquérir quelques éléments culturels supplémentaires
Acquis	Parler avec ou sans note (M) Préparer un diaporama (M) Adapter son niveau de langue à la situation d'énonciation (M) Savoir synthétiser un document (M) Améliorer son niveau culturel (M) Connaître et maîtriser diverses formes d'écrits (M) Savoir chercher de l'information (M) Maîtriser son expression non verbale (A)
Description	Communication : l'école de Palo Alto, l'Analyse Transactionnelle, la communication non verbale. Exposés individuels avec ou sans supports. Prise de parole spontanée ou préparée. Exposés en binôme ou trinôme. Techniques d'écriture (écrit scientifique et technique ; rédaction d'article ; synthèse de document, écriture de fiction...) Revue de presse. Culture générale.
Evaluation	CC
Horaire encadré	17 h
Responsable	Bousset Bénédicte
Enseignant	Bousset Bénédicte

## c.2. Langue vivante 1

Coef	1
Eléments de cours	Anglais 2 Seconde langue (facultative)
Horaire encadré	25 h
Responsables	Bousset Bénédicte, Fontaine Teresa

### c.2.1. Anglais 2

Coef	1
Objectifs	Obtention du niveau B2 du Cadre Européen de Référence pour les langues : TOEIC 800
Acquis	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion dans un cadre professionnel (M) Être capable de s'exprimer avec aisance dans un cadre professionnel (A) Être capable de comprendre le contenu d'un texte technique ou d'ordre général (M) Être capable de s'exprimer correctement à l'écrit dans un contexte professionnel (A)
Description	Remise à niveau et approfondissement grammatical et lexical Discussion à deux et en groupe Compréhension de documents oraux courts et longs, Introduction au test TOEIC Amélioration de la compréhension et de la réactivité surtout à l'oral
Evaluation	CC
Horaire encadré	25 h
Responsable	Bousset Bénédicte
Enseignants	Bousset Bénédicte, Fontaine Jean-Pierre

### c.2.2. Seconde langue (facultative)

Coef	1
Objectifs	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion (A) Être capable de s'exprimer selon son niveau dans un contexte spécifique (A) Être capable de comprendre un document d'un ordre général (A) Être capable d'écrire correctement dans un contexte personnel (N)

Eléments de cours	Espagnol Allemand Italien
Horaire encadré	0 h
Responsable	Fontaine Teresa

c.2.2.1. Espagnol

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

c.2.2.2. Allemand

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

c.2.2.3. Italien

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

d. Sciences sociales 2

Coef	1
Objectifs	Approfondir certains aspects des Sciences Humaines et Sociales en fonction de ses propres centres d'intérêt ; valoriser au niveau Universitaire un champ d'investissement personnel à travers une "UE libre" ; améliorer sa communication par une meilleure maîtrise des outils bureautiques. L'enseignement de stratégie d'innovation est obligatoire, l'élève choisit ensuite en plus un module d'ouverture personnelle
Eléments de cours	Ouverture Français renforcé Ouverture responsable d'association Ouverture de projet Ouverture SHBN
Horaire encadré	16 h
Responsable	Cabagnols Alexandre

d.1. Ouverture Français renforcé

Coef	1
Objectifs	Renforcer les connaissances en orthographe et réviser le fonctionnement grammatical de la phrase
Acquis	Savoir reconnaître les natures de mots et des fonctions essentielles dans la phrase (sujet, COD, COI) (M) Connaître les accords dans le groupe nominal (M) Connaître les accords verbaux (M)
Description	Mots variables, et invariables Groupe nominal : adjectif, déterminant, complément du nom, relative Groupe verbal : accord du verbe avec le sujet, accord du participe passé Passif
Horaire encadré	15 h
Responsable	Quanquin Véronique

#### d.2. Ouverture responsable d'association

Coef	1
Objectifs	Valider les activités associatives des responsables
Acquis	Être capable de manager une équipe (A) Savoir gérer un budget (M) Savoir communiquer pour accroître la lisibilité de son action (M)
Description	Seuls sont autorisés à s'inscrire dans ce module les responsables des associations : BDE, BDA, BDS, IDP ingénierie, Asso GALA, PSF et sur demande auprès de la direction des études
Horaire encadré	16 h
Responsable	Creuly Catherine

#### d.3. Ouverture de projet

Coef	1
Objectifs	Partant d'une entreprise ayant développé un produit innovant, réaliser en groupe une veille stratégique complète visant à déterminer les possibilités d'entrée sur ce marché d'une start-up
Acquis	Savoir travailler en groupe (M)
Description	Gestion de projet tutoré
Horaire encadré	2.4 h
Responsable	Cabagnols Alexandre
Enseignant	Cabagnols Alexandre

#### d.4. Ouverture SHBN

Coef	1
Objectifs	Valider les activités des sportifs de haut et bon niveau
Acquis	Savoir gérer un planning (M) Être capable de se mobiliser quels que soient les objectifs (E) Être à l'écoute de ses partenaires (E)
Description	Cette activité n'est autorisée qu'aux SHBN inscrits sur les listes de l'Université
Horaire encadré	15 h
Responsable	Creuly Catherine

### 4. UE7 Stage [2 ECTS | 0 Coef]

#### a. Stage de découverte de l'entreprise

Description	Stage de découverte de l'entreprise d'une durée minimale de 4 semaines. Cette expérience peut avoir eu lieu pendant le cycle préparatoire (PeiP, IUT, CPGE).
Horaire encadré	0 h
Responsable	Léger Stéphanie

## II. Deuxième année

### A. Semestre 7 [30 ECTS | 30 Coef]

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

a. Méthodes Numériques et Simulation 1

Coef	3
Objectifs	Présentation des principales familles d'équations aux dérivées partielles, analyse et discrétisation par des méthodes aux différences finies.
Acquis	L'étudiant a acquis les capacités de dérivation de schémas numériques pour différents types d'équations aux dérivées partielles (N). L'étudiant a acquis les techniques d'analyse de convergence et de stabilité de schémas aux différences finies (M). L'étudiant a acquis la capacité à implémenter efficacement ces méthodes.
Description	Équations aux dérivées partielles elliptiques, paraboliques, hyperboliques : - Discrétisation d'une dérivée première, d'une dérivée seconde. - Stabilité et consistance d'un schéma numérique. - Analyse de convergence d'un schéma numérique. - Implémentation en python.
Références bibliographiques	Numerical Solution of Partial Differential Equations, Morton KW, Mayers DF, Cambridge University Press (1994)
Evaluation	CC
Horaire encadré	52 h
Responsable	Bouchon François
Enseignant	Bouchon François

b. Méthodes Numériques et Simulation 2

Coef	2.5
Objectifs	Introduction à l'approximation des équations aux dérivées partielles elliptiques par la méthode des éléments finis. Méthodes mathématiques pour l'étude des problèmes issus de la physique. Le but est de maîtriser les outils mathématiques de base préalables à l'étude des équations aux dérivées partielles et à leur approximation.
Acquis	L'étudiant sait mettre sous forme variationnelle une EDP elliptique et maîtrise l'approximation par éléments finis.(M) L'étudiant maîtrise la notion de dérivation au sens des distributions (M) L'étudiant comprend la structure des espaces dans lesquels on cherche les solutions de ces problèmes (A)
Description	Formulation variationnelle des problèmes elliptiques. Approximation par éléments finis. Ordre de convergence en dimensions 1 et 2 pour les éléments finis triangulaires Implementation ? initiation à FreeFem Compléments de théorie des distributions. Topologies, convergences faible et forte. Analyse dans les espaces de Sobolev. Inégalité de Poincaré.
Références bibliographiques	Équations aux dérivées partielles et leurs approximations, Lucquin B, Ellipses, Paris (2004) Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles, Raviart PA, Thomas JM, Masson (1983) Introduction au Calcul scientifique, Sainsaulieu L, Masson, Paris (1997)
Evaluation	CC
Horaire encadré	50 h
Travail personnel	20 h
Responsable	Bouchon François
Enseignant	Bouchon François

c. Modèles de régression

Coef	2
Objectifs	Connaître les principales techniques de régression sur variables discrètes, en particulier les variables binaires et de comptage. Utilisation de la courbe de ROC dans un but décisionnel.
Acquis	Savoir expliquer et prédire une variable continue ou discrète par des variables exogènes (E) Savoir évaluer la performance prédictive d'un modèle (E)

Description	Modèle linéaire, (2h) Régression linéaire, (4h) Analyse de la variance, (4h) Sélection de variables (2h) Modèle linéaire généralisé (2h) Régression logistique (6h) Evaluation d'un classifieur (4h) Régression logistique conditionnelle (2h)
Références bibliographiques	Azaïs, Bardet « Le modèle linéaire par l'exemple » Dunod , 2012 Agresti, « Categorical data analysis », Wiley, 2002
Evaluation	CC
Horaire encadré	34 h
Responsable	Druilhet Pierre
Enseignant	Druilhet Pierre

d. Machine Learning 2

Coef	2
Objectifs	Connaitre les modèles de mélange Gaussien, Connaitre les méthodes probabilistes de réduction de la dimension, Connaitre les approches Bayésiennes, Connaitre les Processus Gaussiens. Connaitre les stratégies d'inférence associées.
Acquis	Connaitre les modèles de mélange Gaussien, Connaitre les méthodes probabilistes de réduction de la dimension, Connaitre les approches Bayésiennes, Connaitre les Processus Gaussiens. Connaitre les stratégies d'inférence associées. Savoir utiliser ces outils sur données réelles.
Description	- Approches standards pour le clustering * kmeans * CAH - Approches génératives pour le clustering * Modèles de mélange Gaussien * Inférence à l'aide de l'algorithme EM * Sélection de modèles avec BIC - Approches génératives pour la réduction de la dimension * Le modèle d'ACP probabiliste * Inférence à l'aide de l'algorithme EM - Du modèle linéaire Gaussien aux processus Gaussiens * Retour sur le modèle linéaire * Le modèle linéaire Bayésien * Inférence à l'aide de l'algorithme EM * Lien avec les processus Gaussiens * Inférence dans les processus Gaussiens * Lien avec les approches par noyaux * Prédiction dans les processus Gaussiens
Evaluation	CC
Horaire encadré	40 h
Responsable	Latouche Pierre
Enseignant	Latouche Pierre

e. Deep Learning

Coef	2.5
Objectifs	Savoir construire un modèle de classification ou de régression dans les règles de l'art en utilisant une librairie d'apprentissage profond. Comprendre et utiliser la fonction coût adaptée au problème.
Acquis	Savoir utiliser des bibliothèques Python (Keras/TensorFlow) pour la résolution de problèmes de machine learning avec des algorithmes d'apprentissage profond. Connaitre les différents types de réseaux de neurones et savoir dans quel contexte les utiliser. Savoir détecter et traiter le sous/sur apprentissage.
Description	- rappel sur les réseaux de neurones, le principe d'apprentissage, le sur/sous apprentissage, la fonction coût - les couches denses, convolutionnelles et LSTM - introduction au NLP et aux transformers

Prérequis	Bonne maîtrise de Python + cours « Optimisation pour le machine learning »
Références bibliographiques	Deep Learning with Python, François Chollet, Manning
Evaluation	CC
Horaire encadré	40 h
Responsable	Chauvière Cédric
Enseignant	Chauvière Cédric

2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 [11 ECTS | 11 Coef]

a. Langage C++

Coef	1.5
Objectifs	Savoir lire et écrire un programme en langage C++ Appliquer les principaux concepts de la programmation orienté objet au travers du langage C++ Savoir utiliser une bibliothèque graphique (Qt) pour concevoir une interface graphique
Acquis	Être capable d'écrire un programme en C++ pour résoudre des problèmes de nature scientifique (M). Être capable de définir et de réaliser une IHM.
Description	Un C amélioré Classes et objets Polymorphisme (surcharge) Généricité et Exceptions Héritage Polymorphisme (redéfinition) Fichiers STL Introduction à la programmation événementielle La bibliothèque graphique Qt Développement d'une application avec Qt Creator et Qt Designer Tracés graphiques 2D avec QPainter
Prérequis	Génie logiciel + UML
Références bibliographiques	Le langage C++, 4e édition, Stroustrup B, Pearson Education France (2003)
Evaluation	CC
Horaire encadré	40 h
Responsable	de Vaulx Christophe
Enseignant	de Vaulx Christophe

b. Bases de données relationnelles

Coef	2
Objectifs	Être à l'aise avec la manipulation de bases de données relationnelles Acquérir une bonne démarche de conception et de mise en place d'une base de données Savoir lire et réaliser un modèle de base de données tant au niveau conceptuel (formalisme E/A) qu'au niveau logique (théorie de la normalisation) Savoir créer et faire évoluer une base de données Savoir interroger une base de données Connaître et savoir écrire un programme PL/SQL Notion de déclencheur (trigger) Qu'est-ce que l'intégration de bases de données ? Accès à des bases de données distantes
Acquis	Concevoir une base de données relationnelles (M) Implémenter et interroger une base de données relationnelles (M) Langage PL/SQL Ecriture de trigger Exécution de requêtes sur une base de données distante à partir d'une base de données locale



Description	Présentation générale (principes des SGBDs, mode de fonctionnement...) Modèle relationnel et langages relationnels (concepts, Algèbre relationnelle, calcul relationnel) Langage SQL (LDD, LMD, LCT, LCD) Modèle conceptuel : Entité/Association étendu Théorie de la normalisation Langage PL/SQL : syntaxe, bloc, curseur, procédure, fonction, trigger... Exécution de requêtes sur une base de données distante à partir d'une base de données locale : liens, synonymes...
Prérequis	Bases de données Tronc Commun (1ère année)
Références bibliographiques	Bases de données, Gardarin G, Eyrolles (2002) Modélisation objet avec UML, 2nde édition, Muller PA, Gaertner N, Eyrolles (2000) SQL pour Oracle, Soutou C, Eyrolles (2004)
Evaluation	CC
Horaire encadré	52 h
Responsable	Bouet Marinette
Enseignant	Bouet Marinette

c. Génie logiciel et UML

Coef	1.5
Objectifs	Connaître le contexte et les usages de développement informatique Savoir utiliser les diagrammes de classes UML Savoir rédiger la documentation liée au développement d'un logiciel (manuel développeur) Savoir travailler en équipe Savoir gérer une équipe Être à l'aise avec l'orienté objet (conception et programmation) Savoir rédiger la documentation liée au développement d'une application informatique (manuel utilisateur et manuel développeur) Savoir travailler en équipe Appliquer les principaux concepts de la conception et de la programmation orientées objet dans le cadre d'un projet de développement informatique
Acquis	Avoir une vision générale sur les processus de développement (N) Être capable d'utiliser UML pour spécifier une application informatique (A) Être capable de définir et de réaliser une IHM et être capable de mener à bien un projet de développement informatique (A).
Description	Génie Logiciel - Définition et objectifs du génie logiciel - Processus de développement - Qualités d'un logiciel (concepts généraux) - Généralités sur les méthodes d'analyse et de conception - Concepts de l'orienté objet UML - Introduction - Vue fonctionnelle et diagrammes associés - Vue statique et diagrammes associés - Vue dynamique et diagrammes associés - Étude de cas
Prérequis	Informatique Tronc Commun, Compléments de langage C Langage C++, Génie logiciel / UML
Références bibliographiques	Précis de génie logiciel, Gaudel MC, Marre B, Schelienger F, Bernot G, Masson (1996) Le génie logiciel orienté objet, Jacobson I, Addison Wesley (1993) Génie logiciel, Sommerville I, Addison Wesley (1992)
Evaluation	CC
Horaire encadré	42 h
Responsable	de Vaulx Christophe
Enseignant	de Vaulx Christophe

d. Python 2

Coef	1
------	---

Objectifs	Être à l'aise avec la programmation objet en Python Connaître et savoir manipuler les packages nécessaires à la data science (pandas approfondissement, scikit-learn) Savoir manipuler les structures de données sous-jacentes à l'apprentissage (dataframe)
Acquis	Analyser et comprendre un problème (M) Analyser et Nettoyer les données avant toute analyse ou traitement (M) Concepts de la POO en Python (M) Bases de données et Python (M) Les bonnes pratiques en Python (M) Savoir écrire sa résolution au travers de programmes consistants en Python (M)
Description	Pandas : dataframe, nettoyage de données... Apprentissage/classification/clustering : K-means, CAH, Arbres de decision (scikit-learn) Orienté objet en python : héritage, classes, polymorphisme, surcharge... Manipulation de bases de données à partir de Python
Prérequis	Les bases de Python, bases de données relationnelles
Références bibliographiques	Python pour la Data Science - Analysez vos données par la pratique, A. Velt, Expert IT, ENI (2020) Apprendre à programmer avec Python 3 avec 60 pages d'exercices corrigés ? 3ème édition, G. Swinnen, Eyrolles (2021) Apprendre la programmation orientée objet avec le langage Python, 2nde édition, V. Boucheny, ENI (2020)
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h
Responsable	Beudou Laurent
Enseignant	Beudou Laurent

e. Java 1

Coef	1
Objectifs	Pouvoir développer de manière autonome des applications Java en mode texte en appliquant les paradigmes objets, à destination de projets scientifiques ou de gestion de données
Acquis	Savoir lire et écrire un programme en langage Java (A) Pouvoir traduire un cahier des charges en application stable et utilisable en situation de production (A)
Description	Les bases du langage et du modèle par virtual machine Traduction des concepts objet en langage Java
Prérequis	Langage C++, Génie logiciel / UML
Horaire encadré	18 h
Responsable	de Vaulx Christophe
Enseignant	de Vaulx Christophe

f. Projet

Coef	3
Objectifs	Le projet annuel permet aux étudiants de travailler sur un sujet appliqué tout au long de l'année, le plus souvent par binôme. Les sujets sont soit proposés par les enseignants, par une entreprise partenaire ou encore par les étudiants eux-mêmes.
Acquis	Assurer une veille technologique sur un jeu (M) S'approprier des méthodes de résolution de problèmes (M) Communiquer de manière claire sur un sujet nouveau (M)
Evaluation	Rapport + soutenance
Horaire encadré	11 h
Travail personnel	70 h
Responsable	Chauvière Cédric
Enseignants	Beudou Laurent, Bouet Marinette, Bouchon François, Chauvière Cédric, Druilhet Pierre, de Vaulx Christophe, Cabagnols Alexandre, Stos Andrzej

g. Informatique avancée

Coef	1
------	---

Objectifs	Former les élèves ingénieurs aux outils informatiques utilisés en entreprise dans les domaines de la data science et du développement logiciel
Eléments de cours	Cloud computing et Power BI GIT Conférences industrielles
Horaire encadré	42 h
Responsable	de Vaulx Christophe

### g.1. Cloud computing et Power BI

Coef	1
Objectifs	Initier les étudiants au cloud computing et à Power BI
Acquis	Savoir utiliser Microsoft Azure Savoir utiliser Power Bi
Description	Introduction au Cloud Computing et présentation Microsoft Azure  Introduction à la BI et aux outils de restitution - Présentation de Microsoft Power BI - Architecture de Power BI - Définition des objets et comparaison  Power BI Desktop - Présentation - Interface - Fonctionnalités et construction - Manipulation et exercices  Power BI Service - Accessibilité - Principe et mise en place - Fonctionnalités  Autres fonctionnalités - Mobile - RLS Row Level Security
Prérequis	Cours d'informatique de 3A
Evaluation	CC
Horaire encadré	30 h
Responsable	de Vaulx Christophe
Enseignant	Thérond Bastien

### g.2. GIT

Coef	1
Objectifs	Initiation à GIT
Acquis	Savoir utiliser GIT
Description	Cours d'initiation à GIT
Evaluation	CC
Horaire encadré	5 h
Responsable	de Vaulx Christophe
Enseignant	El Hali Ayoub

### g.3. Conférences industrielles

Objectifs	Présenter les différents métiers des domaines de l'IA, de la data science, du calcul scientifique et de l'informatique aux étudiants du département IMDS.
Horaire encadré	7 h
Responsable	de Vaulx Christophe

## 3. UE3 Sciences Homme et Société 1 [7 ECTS | 7 Coef]

### a. Anglais

Coef	2
------	---

Acquis	Être capable de suivre et comprendre un exposé scientifique et des conversations et situations de la vie courante (E) Être capable de s'exprimer avec aisance dans la vie courante et dans un contexte professionnel (stage) Être capable de comprendre un texte de presse ou de spécialité et de s'exprimer à l'écrit convenablement (email, lettres, articles) (E)
Description	Remédiation TOEIC si nécessaire Travail sur textes/vidéos/enregistrements audio dans le domaine de spécialisation Revue de presse/exposés Débats et discussions
Evaluation	CE
Horaire encadré	40 h
Responsable	Bousset Bénédicte
Enseignants	Bousset Bénédicte, Fontaine Teresa

b. Gestion

Coef	1
Objectifs	Initier l'étudiant à la gestion à travers l'étude de sujets qui peuvent donner lieu à l'application de ses connaissances en mathématique et informatique. Connaître les principaux domaines de la gestion
Acquis	L'étudiant est capable de tenir une comptabilité en partie double (A) L'étudiant sait lire et interpréter un bilan et un compte de résultat (A)
Description	Présentation générale de la gestion Introduction à la comptabilité financière et de gestion
Références bibliographiques	La comptabilité facile, Batsch L, Marabout (2007) Introduction générale à la gestion, 3ème ed., Cocula F, col. Topos, Dunod (2005) Finance d'entreprise, Vernimmen P, Dalloz (2007)
Evaluation	CE
Horaire encadré	26.5 h
Responsable	Cabagnols Alexandre
Enseignant	Cabagnols Alexandre

c. Droit

Coef	1
Objectifs	Initiation au droit de la propriété intellectuelle et sensibilisation aux enjeux du sujet pour l'entreprise. Comprendre la structuration du droit de la propriété intellectuelle au niveau national et international Savoir lire et évaluer des brevets sous l'angle juridique Savoir rédiger un brevet Savoir déposer un brevet Savoir défendre un brevet Comprendre les droits attachés aux logiciels
Acquis	Avoir acquis les notions de propriété intellectuelle (M) Avoir assimilé les méthodes de dépôt de brevet (A)
Description	6 cours sur le droit du brevet (national, européen, international) 1 cours sur le droit logiciel
Références bibliographiques	Code de la propriété intellectuelle, <a href="http://www.legifrance.gouv.fr/">http://www.legifrance.gouv.fr/</a> Le droit des brevets, Vivant Michel, Dalloz, 2ème ed. (2005)
Evaluation	CE
Horaire encadré	16 h
Responsable	Cabagnols Alexandre
Enseignant	Masdeu Julie

d. Communication

Coef	1
Objectifs	Aider les étudiants à décrocher un stage / un emploi
Acquis	Savoir rédiger un CV Savoir rédiger une lettre de motivation Être capable de passer un entretien pour un stage/emploi

Description	Rédaction d'un CV Rédiger sa page LinkedIn Rédaction d'une lettre de motivation Simulation test technique Simulation d'entretien
Evaluation	CC
Horaire encadré	18 h
Responsable	de Vaultx Christophe
Enseignants	Grenier Audrey, Lagarigues Eva

e. Managment & sciences humaines

Coef	2
Objectifs	Initiation à la sociologie, à la psychologie et au management. L'objectif principal est d'amener l'étudiant à identifier et à comprendre les mécanismes qui influencent l'Homme afin de faciliter son insertion future dans le monde du travail et de développer des stratégies intégrant cette compréhension de l'humain, développer ses capacités à manager des équipes ou des projets tout en préservant la qualité de vie au travail (QVT).
Acquis	Manager des collaborateurs (management d'équipe) et des groupes d'individus (management transversal) (N) Acquérir les outils psychologiques et sociologiques facilitant la prise de décision, la négociation et l'adaptation de l'ingénieur au monde du travail (A) Gérer sa communication verbale, non verbale et sa posture d'écoute (A) Animer des réunions (A) Gérer les conflits (A) Savoir écouter, négocier (A) Être force de proposition (A)
Description	Plan Introduction : présentation du plan, de l'évaluation et du site du cours en ligne · Initiation à la sociologie Définition et histoire de la sociologie Normes sociales, déviance et socialisation Stratification sociale et déterminismes sociaux Les implicites dans la communication (mise en situation) · Initiation la psychologie Définition et histoire de la psychologie Le conformisme La soumission à l'autorité Engagement et la soumission librement consentie Stéréotypes Les représentations sociales, stéréotypes et discriminations Dynamique de groupe et leadership (mise en situation) · Initiation au management Les fonctions du manager Le management situationnel Les attentes du collaborateur L'entretien professionnel : écoute active, gestion de la posture, questionner, recruter Argumentation et négociation Exercices pratiques de management d'équipe, d'écoute active, d'argumentation, de négociation, de conduite de réunion (réunion de prise de décision, de résolution de problème, de négociation avec les instances représentatives du personnel)  Exercices pratiques de management d'équipe, d'écoute active, d'argumentation, de négociation, de prise de parole en public, de gestion de conflit, de recrutement (en tant que candidat et de recruteur), de conduite de réunion (réunion de prise de décision, de résolution de problème, de négociation avec les instances représentatives du personnel) Exercice pratique : contacter, rencontrer et questionner un manager ou une manageuse exerçant dans le domaine d'activité des étudiants, puis réunis en groupes interdépartements, les étudiants sont invités à synthétiser leur collecte d'informations en proposant des solutions aux écueils identifiés.

Evaluation	CC
Horaire encadré	36 h
Travail personnel	20 h
Responsable	Sauvayre Romy
Enseignant	Sauvayre Romy

B. Semestre 8 [30 ECTS | 30 Coef]

1. UE7 Stage [29 ECTS | 30 Coef]

a. Stage 4A

Coef	30
Objectifs	Effectuer un stage à l'étranger dans une entreprise ou un laboratoire sur un sujet en rapport avec le cursus du département Ingénierie Mathématique et Data Science
Acquis	Savoir s'adapter à un environnement culturel et linguistique nouveau (M) Savoir mener à bien un projet industriel ou de recherche dans des contraintes spécifiques au lieu de stage. (M)
Evaluation	Rapport + soutenance
Horaire encadré	1 h
Responsable	Druilhet Pierre
Enseignants	Augier Adeline, Beaudou Laurent, Bouet Marinette, Bouchon François, Chauvière Cédric, Druilhet Pierre, Latouche Pierre, Léger Stéphanie, de Vaulx Christophe

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

a. Engagement personnel et citoyen

Objectifs	Permettre aux étudiants de valoriser leur engagement associatif
Description	Voir annexe 1
Horaire encadré	0 h

III. Troisième année

A. Semestre 9 [30 ECTS | 30 Coef]

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

a. Polytech'Imagerie numérique

Coef	6
Objectifs	Introduire les concepts et techniques élémentaires permettant de comprendre, d'analyser et de mettre en œuvre des applications de traitement des images numériques et, plus généralement, de vision artificielle.
Acquis	Connaître les bases mathématiques et physiques du traitement d'images et de la vision par ordinateur (A) Connaître les principales applications du traitement d'images et de la vision par ordinateur (A) Savoir développer une application de traitement d'images (A)

Description	<p>Cours Introduction au traitement d'images et à la vision par ordinateur [14 h]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Image Coding and Processing</li> <li>- Detectors and Descriptors</li> <li>- Introduction to Deep Learning</li> </ul> <p>Note : tous les supports sont en anglais, le cours peut aussi être dispensé en anglais</p> <p>Cours / séminaires / conférences spécialisés et/ou orientés application [16 h]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vision Industrielle (Michelin, Optomachine...)</li> <li>- Perception pour la conduite autonome (Sherpa)</li> <li>- Imagerie médicale</li> <li>- Apprentissage profond pour la vision</li> </ul> <p>TP Introduction au traitement d'images et à la vision par ordinateur [12 h]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Amélioration d'image par des techniques d'histogramme et modification de couleurs, - systèmes stéréoscopiques et modèles de caméras</li> <li>- Détecteurs de points d'intérêt</li> <li>- stéréo-vision</li> </ul> <p>Projet [ 32 h]</p> <p>Chaque année, plusieurs sujets, adressant un ou plusieurs aspects du cours seront proposés. Le travail sur ces projets se fera en binôme et mettra à contribution les différents aspects de la formation.</p> <p>Exemples de sujets</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Isuivi multi-objets,</li> <li>- Détection d'objets par apprentissage profond,</li> <li>- Localisation planaire pour la réalité augmentée</li> </ul>
Evaluation	CC
Horaire encadré	72 h

b. Polytech'Recherche

Coef	6
Objectifs	Découvrir les métiers de la recherche par un suivi en parallèle d'un Master de l'Université Clermont Auvergne
Acquis	Acquérir des compétences spécifiques dans un domaine scientifique précis (M) Être capable de mettre en place un projet de recherche (M)
Description	<p>MASTER accessibles en 2023/2024 :</p> <p>Génie Biologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Master 2 mention Microbiologie</li> <li>- Master 2 mention Chimie</li> </ul> <p>Génie Civil :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Master Génie Civil</li> </ul> <p>Génie Électrique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Master 2 EEA, parcours Compatibilité Electromagnétique (CEM)</li> <li>- Master 2 EEA, parcours Energie</li> <li>- Master 2 Automatique, Robotique, parcours Perception artificielle et robotique (PAR)</li> <li>- Master 2 Systèmes Embarqués pour le Traitement du Signal, des Images et du Son (SETSYS)</li> </ul> <p>Ingénierie Mathématique et Data Science :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Master 2 mention Mathématiques</li> <li>- Master 2 mention Informatique parcours ICS (international of computer science)</li> </ul> <p>Génie Physique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Master 2 EEA, parcours Énergie</li> <li>- Master 2 mention Physique Fondamentale et Applications, parcours NanoPhysique</li> <li>- Master 2 Physique et Technologies des Rayonnements pour l'Industrie et la Physique Médicale (PTR-IPM)</li> </ul>
Evaluation	CC
Horaire encadré	75 h
Responsable	Chauvière Cédric

c. Polytech'Entrepreneuriat

Coef	6
------	---

Objectifs	Au coeur de l'activité de création d'entreprise, il y a la capacité du créateur à faire vivre un projet et à le traiter dans ses dimensions technologique, humaine, marketing et financière. Dans un contexte d'innovation permanente, ce sont ces mêmes compétences que les entreprises attendent de leurs chefs de projets. Cette Polycompétence doit donner des outils pratiques permettant à l'élève ingénieur d'articuler efficacement des compétences technologiques et économiques
Acquis	Concevoir, administrer et traiter une étude de marché (A) Proposer une stratégie marketing, concevoir un business model (A) Concevoir une politique marketing et la programmer (A) Articuler prévisions marketings et prévisions financières (A) Établir les principaux documents financiers prévisionnels (A) Choisir des statuts juridiques (dans le cas de la création) (A) Choisir des modes de financement adaptés (N) Rédiger et présenter un business plan (A)
Description	3 parcours sont proposés au choix : - Etudiants souhaitant s'initier à l'entrepreneuriat et au montage de projets innovants. Sur la base d'un projet réel ou fictif réalisé seul ou en groupe l'étudiant apprend à réaliser : une étude de marché, la première version d'un produit/service, un plan financier et un business plan (partenariat PEPITE) - Etudiants souhaitant consolider leur culture générale en gestion afin d'accéder plus facilement à des postes d'encadrement et de conduite de projets. Toutes les fonctions fondamentales de la gestion sont abordées : finance, production, marketing, ressources humaines, stratégie (Master MAE Management et administration des entreprises) - Etudiants souhaitant s'orienter vers la création d'entreprise et/ou qui souhaitent accéder à des fonctions de management de projets innovants. Les projets innovants sont étudiés dans leurs dimensions organisationnelle, financière, marketing et stratégique (Master EISSQ Entrepreneuriat, Innovation, Santé, Sport, Qualité de la vie)
Références bibliographiques	Business Model: Nouvelle Génération (Paris: Pearson, 2011), Alexander Osterwalder et Yves Pigneur Le marketing de l'innovation - 2e édition - De la création au lancement de nouveaux produits, 2e édition (Dunod, 2011), Emmanuelle Le Nagard-Assayag et Delphine Manceau, Entrepreneuriat (Pearson Education, 2009), Michel Coster Stratégie et marketing de l'innovation technologique - 3ème édition Lancer avec succès des produits qui n'existent pas sur des marchés qui n'existent pas encore, 3e édition (Dunod, 2011), Paul Millier Effectuation: Les principes de l'entrepreneuriat pour tous (Paris: Pearson, 2014), Philippe Silberzahn et Frédéric Mazzella Finance d'entreprise 2014, Pierre Vernimmen, Pascal Quiry, et Yann Le Fur
Evaluation	CC
Horaire encadré	75 h
Travail personnel	30 h
Responsable	Cabagnols Alexandre
Enseignant	Cabagnols Alexandre

d. Polytech/Gestion environnementale

Coef	6
Objectifs	Sensibiliser au développement durable. Maîtriser la qualité totale
Acquis	Maîtriser la qualité totale, en prenant en compte tous les secteurs : la sécurité, l'hygiène et la sauvegarde de l'environnement, lors de l'élaboration d'un process industriel (A). Sensibilisation forte à la thématique du développement durable : divers aspects concernés (scientifiques, technologiques, normatifs, sociétaux)., méthodologie adaptée (M)



Description	Qualité : définition, généralités, démarche qualité et méthodologie de résolution des problèmes, normes qualité industrie automobile et aéronautique. Hygiène et sécurité : prévention des risques professionnels, ergonomie, paramétrage physique de la sécurité. Environnement et développement durable : Législation des installations classées, maîtrise de l'énergie, système de management environnemental et développement durable. Plusieurs conférences sur les thèmes cités ci-dessus. Conférences : CEP Industrie, Alcan, Aubert & Duval
Evaluation	CC
Horaire encadré	0 h
Travail personnel	30 h
Responsable	Batier Lionel
Enseignant	Batier Lionel

e. Polytech'Management

Coef	6
Acquis	Savoir manager, accompagner, motiver, communiquer, négocier et constituer son équipe (M) Animer des réunions (A) Gérer les conflits (A) Savoir écouter, négocier (A) Être force de proposition (A) Identifier les risques psychosociaux et le stress au travail (N)
Description	Description des différents modèles d'organisation et de leurs effets sur le salarié La motivation au travail ou comment amener un salarié à s'investir dans son travail Gestion de la qualité de vie au travail Management situationnel, intergénérationnel, interculturel Conduite de réunion, animation d'équipe, gestion des conflits Les risques psychosociaux et le stress au travail La conduite du changement Le recrutement La négociation Les études de cas Les entretiens avec des professionnels
Evaluation	CC
Horaire encadré	50 h
Travail personnel	25 h
Responsable	Sauvayre Romy
Enseignant	Sauvayre Romy

f. Polytech'Mon projet 5A

Coef	6
Acquis	Savoir mener un projet : proposition et défense du sujet, planning, gestion de groupe, choix stratégiques dans la réalisation, présentation des résultats et bilan (M) Savoir travailler en équipe pluridisciplinaire : échanger et travailler ensemble avec un objectif commun (M) Savoir mettre en pratique les connaissances acquises pour atteindre l'objectif de réalisation initial (A)
Description	Au cours du S8 : - Constitution d'un groupe (constitué par des étudiants d'au moins 2 spécialités différentes) autour du porteur de projet Le projet résulte d'une démarche personnelle de la part du porteur de projet. - Présentation/défense du sujet devant un jury qui valide ou non le projet comme étant éligible à la Polycompétence "Polytech'Mon projet 5A" Au cours du S9 - Réalisation du projet sous la tutelle d'un enseignant référent - Présentation des résultats et bilan par rapport aux objectifs initiaux
Evaluation	CC
Horaire encadré	10 h
Travail personnel	60 h

Responsable	Poughon Laurent
Enseignant	Poughon Laurent

g. Polytech'Contrat Pro

Coef	6
Objectifs	La polycompétence « Contrat de Professionnalisation » consiste en une formation par alternance entre une entreprise d'accueil et Polytech. Elle permet donc aux étudiants ingénieur de mettre un pied dans le monde professionnel dès le début de leur 5ème année. Il est à noter que l'étudiant possède alors le statut de salarié, reçoit une rémunération et est chargé de mener à bien une mission liée à une problématique d'entreprise ayant un caractère novateur pour l'entreprise.
Acquis	Apprentissage du monde de l'entreprise, Montée en compétences, Autonomie ?
Description	Lié à la problématique de l'entreprise.
Evaluation	CC
Horaire encadré	10 h
Travail personnel	15 h
Responsable	Bouet Marinette

2. UE2 Modules IMDS5 (option 1) [16 ECTS | 16 Coef]

a. Tronc commun

Coef	8
Objectifs	Ce module contient les derniers éléments de tronc commun à tous les étudiants du département
Éléments de cours	Apprentissage par renforcement Hadoop et Spark Entrepôts de données Transformers Modélisation par apprentissage et applications dans un contexte industriel
Horaire encadré	130 h
Responsable	Bouchon François

a.1. Apprentissage par renforcement

Coef	1
Objectifs	Présenter une vision d'ensemble sur les aspects généraux et théoriques du RL afin de contextualiser les travaux et de ne pas tomber dans un minima local. Mettre en place un cadre de travaux pratiques conçus pour augmenter la sensibilité des étudiants à la formalisation de fonction de récompenses et aux implémentations des différents algorithmes.
Description	Bloc théorique - Paysage moderne de l'IA / RL (1h) - Model-free on-policy / off-policy(2h) - Model-free offline / Model-based (2h) - Extensions, ouvertures et perspectives (2h) ?  Bloc pratique - Implementation simple : DQN (2h) - Implementation simple : Reinforce (2h) - Implémentation incrémentales : De Reinforce vers PPO (3h) - Reward engineering multi-agents (3h) - (À ajuster en fonction du temps) Utilisation du RL avec les modèles de langage
Evaluation	CC
Horaire encadré	18 h
Responsable	Bouchon François
Enseignant	Mounsif Medhi

a.2. Hadoop et Spark

Coef	1
------	---

Objectifs	<p>Comprendre les enjeux sur le Big data, et comment traiter le Big Data avec un système de stockage distribué comme Hadoop et un framework de calcul distribué comme Spark.</p> <p>Comprendre la différence entre le scaling horizontal et le scaling vertical.</p> <p>Comprendre la différence entre MapReduce et Spark.</p> <p>Faire des exercices de lecture et transformation de la donnée avec Spark SQL et Pyspark</p> <p>Faire des exercices en Machine Learning avec Spark ML Lib.</p>
Acquis	Maîtrise des techniques de mise en ?uvre de la transformation de la data en utilisant Spark SQL, Pyspark et Spark ML Lib.
Description	Introduction au Big Data avec Spark et Hadoop. Mise en ?uvre sous Databricks et Anaconda.
Evaluation	CC
Horaire encadré	20 h
Responsable	Bouchon François
Enseignant	Bolland Matthéo

a.3. Entrepôts de données

Coef	1
Objectifs	Être en mesure d'intervenir sur n'importe quelle étape de mise en ?uvre d'un entrepôt de données (modélisation, ETL, OLAP)
Acquis	Capacité à intervenir sur n'importe quelle étape de mise en ?uvre d'un entrepôt de données (modélisation, ETL, OLAP) (A)
Description	<p>Introduction à l'informatique décisionnelle</p> <p>Modélisation et conception de systèmes multidimensionnels</p> <p>Le processus ETL</p> <p>Approches OLAP</p> <p>Performances</p>
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h
Responsable	Bouet Marinette
Enseignant	De Sousa Gil

a.4. Transformers

Coef	1
Objectifs	Permettre aux étudiants de découvrir les nouvelles architectures de type transformers, avec un focus sur le traitement du langage naturel (NLP) et la vision par ordinateur.

Description	<p>Plan du cours :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction et mise en contexte <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation des concepts de base en NLP et vision par ordinateur.</li> <li>- Importance des transformers dans ces domaines.</li> </ul> </li> <li>2. Tokenisation de séquences <ul style="list-style-type: none"> <li>- Techniques de tokenisation.</li> <li>- Prétraitement des données textuelles et visuelles.</li> </ul> </li> <li>3. Architecture des transformers <ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure générale des transformers.</li> <li>- Détails du mécanisme d'attention (self-attention, multi-head attention, masked attention).</li> </ul> </li> <li>4. Introduction à PyTorch <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation de PyTorch.</li> <li>- Travaux pratiques : prise en main de PyTorch.</li> </ul> </li> <li>5. Implémentation d'un transformer de A à Z <ul style="list-style-type: none"> <li>- Travaux pratiques : codage d'un transformer sans librairie externe.</li> </ul> </li> <li>6. Techniques d'entraînement des transformers <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entraînement de transformers à partir de zéro.</li> <li>- Étude des architectures courantes : BERT, GPT, Vision Transformer.</li> </ul> </li> <li>7. Compression de modèles et méthodes avancées , Finetuning et transfer learning <ul style="list-style-type: none"> <li>- Techniques de finetuning.</li> <li>- Transfer learning appliqué aux transformers.</li> <li>- Méthodes LORA et Adapters.</li> </ul> </li> </ol> <p>Évaluation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projets pratique.</li> <li>- Examen final : projet par binôme permettant de finetuner un modèle à base de transformer sur un dataset industriel. La formulation du sujet est ouverte pour favoriser l'appropriation par chaque étudiant des connaissances apprises, tout en encourageant l'esprit de recherche, essentiel dans un domaine aussi changeant que l'apprentissage automatique à base de réseaux de neurones.</li> </ul>
Horaire encadré	22 h
Responsable	Bouchon François
Enseignant	Konate Mohamed Abbas

a.5. Modélisation par apprentissage et applications dans un contexte industriel

Coef	2
Éléments de cours	<p>Prédiction par apprentissage Réduction de modèle par apprentissage de simulations HF Transfer learning appliqué à la vision artificielle L'IA au service de l'optimisation</p>
Horaire encadré	54 h
Responsable	Bouchon François

a.5.1. Prédiction par apprentissage

Coef	1
Objectifs	<p>Acquérir les compétences fréquemment utilisées en entreprises dans le domaine de l'Intelligence et du Machine Learning, et plus particulièrement sur les problématiques de la prédiction par apprentissage (minimisation d'une fonction coût). Mise en oeuvre dans un contexte appliqué sur des données fournies par la société Michelin.</p>
Acquis	<p>Capacité à mettre en place les techniques de bases de l'IA et du ML dans un contexte industriel, plus particulièrement ce qui touche aux aspects apprentissage par minimisation.</p>
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prédiction par apprentissage,</li> <li>- performance prédictive,</li> <li>- analyse de sensibilité.</li> </ul>
Evaluation	Oral
Horaire encadré	18 h
Responsable	Bouchon François
Enseignants	Queguiner Emeline , Linarès Clément

a.5.2. Réduction de modèle par apprentissage de simulations HF

Coef	1
Objectifs	Acquérir les compétences fréquemment utilisées en entreprises dans le domaine de l'Intelligence et du Machine Learning, et plus particulièrement sur les problématiques de la réduction de modèles dans le contexte de données ?HF? (Haute Fidélité?). Mise en oeuvre dans un contexte appliqué sur des données fournies par la société Michelin.
Acquis	Capacité à mettre en place les techniques de bases de l'IA et du ML dans un contexte industriel, plus particulièrement ce qui touche aux aspects réductions de modèles.
Description	- Réduction de modèles, - Technique ?POD? (Proper Orthogonal Decomposition),, - Techniques intrusive et non-intrusive.
Evaluation	Oral
Horaire encadré	12 h
Responsable	Bouchon François
Enseignant	Dairay Thibault

a.5.3. Transfer learning appliqué à la vision artificielle

Coef	1
Objectifs	Acquérir les compétences fréquemment utilisées en entreprises dans le domaine de l'Intelligence et du Machine Learning, et plus particulièrement sur les problématiques du ?transfer learning pour la vision artificielle? Mise en oeuvre dans un contexte appliqué sur des données fournies par la société Michelin.
Acquis	Capacité à mettre en place les techniques de bases de l'IA et du ML dans un contexte industriel, plus particulièrement ce qui touche à la vision artificielle.
Description	- Réseaux de neurones convolutifs et constituants, - classification, détection et segmentation d'images, - transfer learning, hyperparamètres et augmentation de données.
Evaluation	Oral
Horaire encadré	12 h
Responsable	Bouchon François
Enseignant	Arvis Vincent

a.5.4. L'IA au service de l'optimisation

Coef	1
Objectifs	Acquérir les compétences fréquemment utilisées en entreprises dans le domaine de l'Intelligence et du Machine Learning, et plus particulièrement sur les problématiques de l'optimisation. Mise en oeuvre dans un contexte appliqué sur des données fournies par la société Michelin.
Acquis	Capacité à mettre en place les techniques de bases de l'IA et du ML dans un contexte industriel, plus particulièrement ce qui touche aux aspects liés à l'optimisation
Description	- Modèle pneu, - Calibration de modèle - utilisation d'un package d'optimisation bayésienne, - problème de planification de trajectoire.
Evaluation	Oral
Horaire encadré	12 h
Responsable	Bouchon François
Enseignant	Virin Teddy

b. Modules au choix (2 à choisir parmi les 5 possibles)

Coef	8
Eléments de cours	Module 1 : Intelligence artificielle Module 2 : Big data Module 3 : Apprentissage statistique Module 4. : Calcul scientifique et IA Module 5 : Biostatistiques
Horaire encadré	96 h
Responsable	Bouchon François

b.1. Module 1 : Intelligence artificielle

Coef	4
Éléments de cours	Deep learning avancé Intelligence artificielle
Horaire encadré	48 h
Responsables	Chauvière Cédric, Latouche Pierre

### b.1.1. Deep learning avancé

Coef	4
Objectifs	Savoir construire un modèle génératif basé sur les réseaux de neurones.
Acquis	Avoir une vision probabiliste des réseaux de neurones pour comprendre le fonctionnement d'un modèles génératif et utiliser la fonction coût adaptée.
Description	- les autoencodeurs simples et les autoencodeurs variationnels (VAE) - les réseaux GAN - les GAN et les VAE conditionnels - les modèles de diffusion
Prérequis	Cours « Deep learning » 4A.
Evaluation	CC
Horaire encadré	30 h
Responsable	Chauvière Cédric
Enseignant	Chauvière Cédric

### b.1.2. Intelligence artificielle

Coef	1
Objectifs	Connaître les modèles probabilistes profonds et les stratégies d'inférence associées.
Acquis	Connaître les modèles probabilistes profonds et les stratégies d'inférence associées. Utiliser ces outils sur données réelles.
Description	- Retour sur les architectures de réseaux de neurones - Réseaux de neurones profonds - Liens vraisemblances / fonctions de perte - Régression linéaire / Régression logistique / régression logistique multinomiale - Optimisation par gradient stochastique - Modèle GMM - Algorithme EM - Les auto-encodeurs variationnels * Les modèles génératifs profonds à variables latentes * Modèle graphique * Algorithme variationnel EM + MCMC pour l'inférence - Les modèles génératifs de réseaux adversaires
Références bibliographiques	Tipping, Michael E., and Christopher M. Bishop. "Probabilistic principal component analysis." <i>Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology</i> 61.3 (1999): 611-622. Kingma, Diederik P., and Max Welling. "Stochastic gradient VB and the variational auto-encoder." <i>Second international conference on learning representations, ICLR</i> . Vol. 19. 2014.
Horaire encadré	18 h
Responsable	Latouche Pierre
Enseignant	Latouche Pierre

### b.2. Module 2 : Big data

Coef	4
Éléments de cours	Java 2 Bases de données NoSQL
Horaire encadré	36 h
Responsable	Bouet Marinette

#### b.2.1. Java 2

Coef	1
Objectifs	Pouvoir concevoir entièrement une application Java avec interface web ou graphique, avec liaison base de données et interactions avec d'autres applications en réseau

Acquis	Réaliser des interfaces utilisateurs avancées (A) Ouvrir une application au réseau via divers modes de liaison (A) Connecter une application à une base de données de type MySQL
Evaluation	CC
Horaire encadré	14 h
Responsable	de Vaultx Christophe
Enseignant	de Vaultx Christophe

### b.2.2. Bases de données NoSQL

Coef	1
Objectifs	Cet enseignement permet de comprendre les enjeux, les principes, les avantages et les faiblesses des systèmes NoSQL par rapport au modèle relationnel. Chaque famille de SGBD NoSQL (colonne, document, graphe, clé/valeur) est mise en application. Le cours s'achève sur une ouverture sur le BigData avec la présentation de Map/Reduce
Acquis	Capacité à intégrer des projets industriels s'appuyant sur différents types de bases de données (M). Capacité à appréhender les performances d'une base de données (N). Aptitude à être l'interlocuteur privilégié d'un administrateur de bases de données (A).
Description	Nouveaux enjeux des bases de données. Optimisation et exécution de requêtes. Bases de données réparties. Initiation à l'administration de bases de données sous Oracle. Bases de données objets. Bases NoSQL.
Références bibliographiques	Web services concepts, architectures and applications, Alonso G, Casati F, Kuno H, Machiraju V, Springer (2004) Programmation en PHP, Atkinson L, Campus Press (2000) Bases de données, Gardarin G, Eyrolles (2002) Bases de données : objet et relationnel, Gardarin G, Eyrolles (2001) SGBD avancés : bases de données objets, déductives, réparties, Valduriez P, Ozsu MT, Ed. Prentice Hall (1991)
Evaluation	CC
Horaire encadré	22 h
Responsable	Bouet Marinette
Enseignant	Bouet Marinette

### b.3. Module 3 : Apprentissage statistique

Coef	4
Eléments de cours	Modèles Mixtes et Plans d'Expérience Machine learning avancé
Horaire encadré	48 h
Responsables	Druilhet Pierre, Latouche Pierre

#### b.3.1. Modèles Mixtes et Plans d'Expérience

Coef	1
Objectifs	Etre capable d'identifier le caractère fixe ou aléatoire d'un facteur. Construire un modèle incluant différents types de variables. Etre capable d'analyser la structure des variables explicatives d'un modèle. Etre capable de proposer un plan d'expérience en fonction de l'objectif fixé et des contraintes expérimentales.
Acquis	Savoir analyser un modèle à effets mixtes. (E) Savoir planifier une expérience en tenant compte des contraintes expérimentales (E)
Description	Modèles à effets aléatoires ou mixte (6h) Notion de plans optimaux (2h) Plans d'expérience dans le cadre de l'analyse de la variance (4h) Plans avec système de blocage simple ou complexe. (6h), Plans en cross-over, Plans fractionnaires (4h). Plans pour surface de réponse (2h).

Références bibliographiques	Tinsson, W. , construction et analyse de plan d'expérience, Wiley, 2010
Evaluation	CC
Horaire encadré	26 h
Responsable	Druilhet Pierre
Enseignant	Druilhet Pierre

### b.3.2. Machine learning avancé

Coef	1
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualisation de graphes <ul style="list-style-type: none"> <li>* Kamada et Kawai</li> <li>* Fruchterman et Reingold</li> <li>* Force Atlas</li> </ul> </li> <li>- Modèles de graphes aléatoires <ul style="list-style-type: none"> <li>* ER</li> <li>* SBM</li> <li>* LPM / LPCM</li> </ul> </li> <li>- Inference variationnelle <ul style="list-style-type: none"> <li>* Algorithme variationnel EM</li> <li>* Le cas GMM</li> <li>* Dérivation complète dans le cas de SBM</li> </ul> </li> <li>- Sélection de modèles</li> </ul>
Evaluation	CC
Horaire encadré	22 h
Responsable	Latouche Pierre
Enseignant	Latouche Pierre

### b.4. Module 4. : Calcul scientifique et IA

Coef	4
Eléments de cours	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programmation linéaire et optimisation combinatoire</li> <li>Scientific machine learning</li> </ul>
Horaire encadré	48 h
Responsables	Beudou Laurent, Bouchon François

#### b.4.1. Programmation linéaire et optimisation combinatoire

Coef	1
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Développer une culture générale sur l'optimisation polyédrale</li> <li>Connaître les champs d'applications de ces méthodes</li> <li>Savoir modéliser un problème et le résoudre à l'aide des outils informatiques</li> </ul>
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconnaître, modéliser et résoudre des problèmes classiques</li> <li>Savoir adapter les problèmes classiques à une situation concrète</li> </ul>
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction à la Programmation Linéaire : simplexe, dualité, Farkas...</li> <li>Programmation linéaire en nombres entiers : complexité, Branch and Bound, plans coupants, relaxation lagrangienne</li> <li>Formulation mathématique (AMPL ou GMPL)</li> <li>Des problèmes qui ont l'air simple mais ne le sont pas : knapsack, ordonnancement, Vertex Cover</li> <li>Deux problèmes qui ont l'air difficiles mais ne le sont pas : flots dans les graphes, matching</li> </ul>
Références bibliographiques	Combinatorial Optimization, Lex Schrijver
Evaluation	CC
Horaire encadré	24 h
Responsable	Beadou Laurent
Enseignant	Beadou Laurent

#### b.4.2. Scientific machine learning

Coef	1
Objectifs	Comprendre et savoir résoudre des EDP avec des réseaux de neurones.



Acquis	Savoir résoudre des EDP avec des réseaux de neurones en implémentant une fonction coût adaptée.
Description	- introduction aux PINNs (Physics Informed Neural Networks) - résolution d'équation différentielles avec des PINNS - résolution de systèmes différentiels avec des PINNS - résolution d'EDP avec des PINNS
Prérequis	Cours « Méthodes Numériques et Simulation » 4A. Cours « Deep learning » 4A.
Horaire encadré	24 h
Responsable	Chauvière Cédric
Enseignant	Chauvière Cédric

### b.5. Module 5 : Biostatistiques

Coef	4
Éléments de cours	Cours communs avec le master stats
Horaire encadré	44 h
Responsable	Druilhet Pierre

#### b.5.1. Cours communs avec le master stats

Coef	1
Objectifs	Savoir construire et analyser une étude de survie, dans un contexte biomédical ou de fiabilité. Savoir mener une inférence Bayésienne en présence d'information a priori, en particulier dans un contexte biomédical.
Acquis	Savoir construire et analyser une étude de survie, dans un contexte biomédical ou de fiabilité. Savoir prendre en compte des données censurées dans l'analyse de survie.  Être capable de prendre en compte l'information a priori dans l'inférence statistique. Savoir modéliser l'incertitude sur l'inférence à l'aide de lois de probabilités. Savoir paramétrer une méthode MCMC en fonction de divers indicateurs. Application de l'inférence Bayésienne dans le cadre d'essais thérapeutiques séquentiels.
Description	Modèles de survie (22h): - Notions de données de survies et données censurées - Notion de risque instantané, risque cumulé - Approche non-paramétrique, estimateurs de Kaplan-Meier et de Nelson-Aalen. - Approche paramétrique et semi-paramétriques, modèles de Cox, Weibull, Gamma.  Méthodes Bayésiennes (22h): - Lois a priori, lois a posteriori et lois prédictives - Méthodes MCMC - Inférence Bayésienne : estimation, régions de crédibilité, test, prédiction - Modèles hiérarchiques Bayésiens - Application de l'approche Bayésienne aux essais thérapeutiques séquentiels.  Mise en oeuvre avec R ou SAS.
Evaluation	CC
Horaire encadré	44 h
Responsable	Druilhet Pierre
Enseignant	Druilhet Pierre

### 3. UE3 Sciences Humaines et Sociales [8 ECTS | 8 Coef]

#### a. Expression et communication

Coef	2
Objectifs	Affiner la recherche d'emploi dans le cadre du projet personnel et professionnel, Prendre conscience de la communication liée à l'entreprise, Réfléchir et se positionner sur des questions actuelles liées ou non à leur domaine.

Acquis	Capacité d'analyser une demande d'entreprise pour un stage ou un projet, et savoir répondre de manière pertinente à cette demande (M). Capacité de valoriser l'expérience professionnelle ou de projet lors d'entretiens (A) Capacité d'analyser la communication liée à l'entreprise en général, et particulièrement en cas de crise ou en rapport avec des questions d'actualité (A)
Description	Recherche d'emploi : réponse à des annonces d'emploi ou de stage, analyse et valorisation de l'expérience de stage Exposés mis en scène, analyse ou simulations de situations de communication Simulation d'entretien pour identifier et acquérir les techniques de valorisation (exemplifier, reformuler synthétiser) Analyses et exposés de problèmes économiques actuels, de problèmes sociaux en entreprise (revues de presse, recherche bibliographique ...)
Evaluation	CE
Horaire encadré	18 h
Responsable	Bousset Bénédicte
Enseignant	Bousset Bénédicte

b. Anglais

Coef	2
Evaluation	CE
Horaire encadré	22 h
Responsable	Fontaine Jean-Pierre
Enseignant	Fontaine Jean-Pierre

c. Projet

Coef	3
Objectifs	A partir d'un thème proposé, l'élève soit de manière autonome s'approprier une problématique et apporter des solutions personnelles.
Acquis	Assurer une veille technologique (M) S'approprier des méthodes de résolution de problèmes (M) Communiquer de manière claire sur un sujet nouveau (M)
Description	Le projet proposé à l'élève consiste généralement en une étude bibliographique sur un sujet de recherche précis et une implémentation et/ou test sur ordinateur d'une méthode numérique.
Evaluation	Rapport
Horaire encadré	20 h
Travail personnel	50 h
Responsable	Bouchon François

d. Insertion Professionnelle

Coef	1
Objectifs	Il s'agit d'une préparation à l'entretien d'embauche. Répondre aux questions que l'étudiant se pose, lui présenter des conseils et le mettre en situation pour qu'il expérimente par lui-même les différentes compétences et préalables requis pour réaliser un bon entretien.
Acquis	Savoir se préparer à l'entretien d'embauche (M) Savoir recruter (M) Mettre en place des stratégies efficaces en fonction du profil du poste et de l'entreprise (A) Savoir gérer ses émotions, sa posture et sa communication non-verbale (M) Savoir exprimer son projet professionnel, ses expériences et ses compétences (M)

Description	<p>Description du processus de recrutement          Les éléments à prendre en compte avant l'entretien d'embauche</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les distances sociales</li> <li>- Positionnement et postures</li> <li>- La communication non-verbale et gestion des émotions</li> <li>- Les représentations que le recruteur se forge du candidat</li> <li>- Le cadre de l'entretien et ses règles</li> </ul> <p>Mises en pratique de l'entretien individuel ou collectif</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adopter le point de vue du recruteur</li> <li>- Jouer son propre rôle de candidat</li> </ul> <p>Les questions types et les questions pièges des recruteurs          Quelques conseils pour bien préparer son entretien</p>
Evaluation	CC
Horaire encadré	10 h
Responsable	Sauvayre Romy
Enseignants	Sauvayre Romy, Médour Mélissa

4. UE2 Option Energie (option 2) [16 ECTS | 16 Coef]

a. Module Énergie et énergétique

Coef	4
Objectifs	<p>Les objectifs sont de connaître et maîtriser les outils quantitatifs permettant d'estimer les performances des systèmes de production, de conversion et d'utilisation de l'énergie quels que soient les domaines et secteurs considérés.</p> <p>Connaissances :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les sources et les vecteurs d'énergie, ainsi que les procédés de conversion</li> <li>- Les principaux cycles de production d'énergie mécanique (moteurs) et d'électricité les principaux cycles de production de froid et des pompes à chaleur</li> <li>- Les méthodes de cogénération/trigénération (froid, énergie mécanique, électricité)</li> </ul> <p>L'analyse exergetique et les outils d'estimation de l'efficience</p> <p>Acquis de l'apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablir un bilan énergétique d'un appareil, d'un atelier ou d'un bâtiment</li> <li>Diagnostiquer les sources de perte et d'irréversibilités</li> <li>- Concevoir un système énergétique</li> <li>- Optimiser le fonctionnement d'installation et d'unités existantes Proposer des solutions minimisant les coûts internes et externes</li> </ul> <p>Au niveau de l'option, ceux-ci se traduisent dans les compétences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception, analyse et optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- Gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> </ul>
Eléments de cours	<p>Notions et ordres de grandeur          Analyse énergétique des Systèmes          Travaux pratiques d'énergétique          Efficacité énergétique et outils d'aide à la décision</p>
Horaire encadré	62 h
Responsable	Vial Christophe

a.1. Notions et ordres de grandeur

Coef	1
------	---

Objectifs	L'objectif est de présenter un panorama des gisements de consommations de l'énergie à l'échelle mondiale européenne et française, et de relier ces gisements aux besoins, aux ressources disponibles et aux capacités de production par voies renouvelables et non-renouvelables en se plaçant dans un contexte à historique, technologique et économique. En parallèle, cette approche sera mise à profit afin de présenter ou de rappeler les unités et ordres de grandeur de l'énergie et de l'entropie, de replacer ces notions dans l'histoire des sciences et de lier ces grandeurs macroscopiques à leur origine microscopique en reliant ces notions aux ruptures technologiques qui ont conduit aux systèmes de production et de conversion d'énergie utilisés de nos jours.
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maîtriser les unités SI et unités d'usage de l'énergie et des grandeurs associées (E)</li> <li>- Maîtriser les ordres de grandeur des consommations d'énergie pour les applications et secteurs usuels (estimation rapide, détection d'erreurs...) (M)</li> <li>- Connaître les différentes ressources primaires et énergies secondaires du mix énergétique (M) Connaître l'origine microscopique des grandeurs macroscopiques de l'énergie (A)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> </ul>
Description	Cycle de trois cours-conférences. L'évaluation des acquis est réalisée dans le cadre d'un examen commun avec l'EC AES et des travaux pratiques (EC TP NRJ) du même module.
Horaire encadré	10 h
Responsable	Vial Christophe
Enseignants	Vecil Francesco, Leymarie Joël

### a.2. Analyse énergétique des Systèmes

Coef	2
Objectifs	<p>Les objectifs sont de développer une approche générale permettant l'analyse par les bilans de matière, d'énergie et d'entropie de tout système énergétique. L'approche sera mise en œuvre et illustrée par des exemples courants et permettra d'appréhender les notions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les sources et les vecteurs d'énergie, ainsi que les procédés de conversion</li> <li>- Les principaux cycles de production d'énergie mécanique (moteurs) et d'électricité les principaux cycles de production de froid et des pompes à chaleur</li> <li>- Les méthodes de cogénération/trigénération (froid, énergie mécanique, électricité)</li> </ul>
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablir un bilan énergétique d'un appareil, d'un atelier ou d'un bâtiment (E)</li> <li>- Diagnostiquer les sources de perte et d'irréversibilités (M)</li> <li>- Concevoir un système énergétique, éventuellement au moyen d'un logiciel dédié (A)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> </ul>
Description	<p>Les cours théoriques sont supportés par des travaux dirigés utilisant des outils de calcul simples (tableurs et autres) des outils de simulation dédiés (Thermosolver, Cyclepad, DWSIM...). L'ensemble sert de support aux modules dans lesquels le bilan d'énergie est utilisé directement ou indirectement.</p> <p>L'évaluation repose sur un examen écrit qui porte également sur l'EC EEI du même module.</p>
Prérequis	EEI - Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur
Evaluation	Examen final, Écrit
Horaire encadré	26 h
Responsable	Vial Christophe
Enseignant	Vial Christophe

### a.3. Travaux pratiques d'énergétique

Coef	1
Objectifs	L'objectif est la mise en œuvre des connaissances et compétences acquises dans les autres EC du module "Energie et énergétique" : EEI, AES et EFF.
Acquis	- Acquérir le volet pratique des savoirs acquis dans les EC EEI, AES et EFF du point de vue théorique au moyen d'outils de simulations et de modélisation (M)  Le but est d'acquérir les compétences spécifiques de l'option que sont :  - La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques - La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité
Description	Cinq installations sont étudiées sur cinq séances parmi :  - Analyse énergétique/exergétique d'une machine frigorifique à cycle de compression de vapeur Analyse énergétique/exergétique d'échangeurs de chaleur à plaques et à tubes/calandre Thermique : comparaison entre chauffage direct et indirect - Equilibres thermodynamiques: exemple de l'humidification de l'air - Pompes : application à la mesure de la perte de charge et des calculs de puissance de pompes Compression multi-étagée : étude d'un compresseur et des effets thermiques résultat de la compression des gaz  Evaluation à partir des comptes-rendus écrits des TP.
Prérequis	AES - Analyse énergétique des Systèmes EEI - Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur EFF - Efficacité énergétique et outils d'aide à la décision
Evaluation	Contrôle continu, Travail pratique
Horaire encadré	20 h
Responsable	Vial Christophe
Enseignants	Vial Christophe, Lafon Pascal

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

Coef	1
Objectifs	Les objectifs sont de connaître et savoir utiliser deux outils d'aide à la décision dans le domaine de l'optimisation énergétique que sont :  - L'analyse exergétique - La méthode du pincement pour le calcul des réseaux de chaleur
Acquis	- Optimiser les systèmes énergétiques, en particulier les réseaux de chaleur (A) - Savoir utiliser la notion d'exergie (A)  Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :  - La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques - La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité
Description	Cet EC est constitué de cours et de TD en lien avec l'EC de travaux pratiques "TP NRJ".  - Le cours sur la méthode du pincement est illustré par un TD utilisant le logiciel Hint - Le cours sur l'analyse exergétique est mis en œuvre dans les travaux pratiques de l'EC "TP NRJ"  L'évaluation des acquis est réalisée en partie par les travaux pratiques de l'EC "TP NRJ" pour le volet "optimisation" et par la remise d'un rapport suite au TD.
Prérequis	AES - Analyse énergétique des Systèmes
Références bibliographiques	Intégration énergétique et analyse exergétique
Evaluation	Contrôle continu, Travail pratique
Horaire encadré	6 h
Responsable	Vial Christophe
Enseignant	Vial Christophe

b. Module Énergies Renouvelables

Coef	3
Objectifs	<p>L'objectif est de présenter les différentes formes des énergies renouvelables :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bioénergies</li> <li>- éolien</li> <li>- hydraulique</li> <li>- solaire,</li> </ul> <p>leurs potentialités respectives et leurs limitations actuelles, ainsi que d'introduire les notions de développement durable, d'écologie industrielle et d'économie circulaire.</p> <p>Les acquis de l'apprentissage incluent un aperçu des méthodes et outils qui permettent de calculer les installations de production correspondant à ces énergies. Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le management et la maintenance des systèmes énergétiques</li> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- la gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> <li>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> </ul>
Eléments de cours	<p>Historique et généralités Energie hydraulique et technologies associées Energie Solaire Energie Eolienne Bioénergies NRJ Développement durable et écologie industrielle</p>
Horaire encadré	42 h
Responsable	André Yamina

b.1. Historique et généralités

Coef	1
Objectifs	<p>L'objectif est de présenter les différents modes de production d'énergies renouvelables (bioénergies, éolien, géothermie, hydraulique, solaire) en les replaçant dans le contexte historique (évolution des connaissances et des technologies) jusqu'à un état de l'art actualisé.</p>
Acquis	<p>- Savoir intégrer les sources renouvelables au côté des énergies conventionnelles (A)</p> <p>Le but est d'acquérir les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> </ul>
Description	<p>Cours introductif offrant un panorama des énergies renouvelables, de leurs avantages et de leurs limitations Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables.</p>
Horaire encadré	4 h
Responsable	Batier Lionel
Enseignant	Batier Lionel

b.2. Energie hydraulique et technologies associées

Coef	1
Objectifs	<p>L'objectif est de rappeler ou de fournir les bases théoriques de la mécanique des fluides nécessaires à l'hydraulique, puis de les appliquer aux centrales hydroélectriques en distinguant grande, petite et hydraulique. L'EC couvre également:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les aspects technologiques (turbines, pompes, vannerie...) les aspects réglementaires</li> </ul>

Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maîtriser les bases de la mécanique des fluides utiles à l'hydraulique (M) Connaître les méthodes de calcul d'un réseau hydraulique (A)</li> <li>- Connaître les technologies associées à l'hydraulique (pompage, tuyauterie...) (A)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le management et la maintenance des systèmes énergétiques</li> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> <li>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> </ul>
Description	Cours d'hydraulique complété par des applications au pompage et mélange en ligne et par une description détaillée des systèmes de production d'hydroélectricité. Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables
Horaire encadré	10 h
Responsable	Vial Christophe
Enseignant	Vial Christophe

### b.3. Energie Solaire

Coef	1
Objectifs	L'objectif est de présenter un panorama à l'échelle française et européenne des méthodes de conversion de l'énergie solaire en distinguant solaire thermique et solaire photovoltaïque, puis en s'intéressant au gisement (rayonnement en fonction de l'implantation) ainsi qu'aux matériaux, aux technologies de captage et à leur rendement. Les problématiques de l'intermittence, du stockage et de l'intégration au réseau électrique sont également abordées.
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les méthodes d'estimation de l'énergie solaire reçue (A)</li> <li>- Savoir dimensionner des panneaux solaires pour la thermique ou le photovoltaïque (A)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le management et la maintenance des systèmes énergétiques</li> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> <li>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> </ul>
Description	Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables.
Horaire encadré	6 h
Responsable	André Yamina
Enseignant	André Yamina

### b.4. Energie Eolienne

Coef	1
Objectifs	<p>Il s'agit de fournir un état de l'art concernant l'énergie éolienne. En pratique le contenu couvre les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gisement et état des lieux</li> <li>- Théorie et technologies de la conversion</li> <li>- Problématique de l'intermittence et du raccordement au réseau Réglementation spécifique</li> <li>- Perspectives de développement</li> </ul>

Acquis	<p>Connaître les méthodes de calcul d'une éolienne ou d'une ferme éolienne en tenant compte des potentialités (exposition...) et des limitations (réglementation, raccordement, besoin en stockage...)</p> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le management et la maintenance des systèmes énergétiques</li> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> <li>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> </ul>
Description	Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables.
Horaire encadré	6 h
Responsable	Batier Lionel
Enseignant	Batier Lionel

#### b.5. Bioénergies NRJ

Coef	1
Objectifs	<p>L'objectif est de définir les différentes méthodes de production de bioénergies en partant de la ressource jusqu'au vecteur énergétique et en considérant à la fois les processus, les procédés et les produits. L'EC traitera successivement les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La biomasse-énergie : les ressources, les processus biologiques et les procédés de conversion La méthanisation et le biogaz</li> <li>- Les biocarburants de 1ère, de 2ème et de 3ème générations par voies biologique et thermochimique.</li> </ul>
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir utiliser la biomasse comme ressource énergétique (A)</li> <li>- Savoir intégrer des processus et procédés biologiques dans un système de production d'énergie (A)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> <li>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> </ul>
Description	Mise à niveau en biologie et bioprocédés par des intervenants du département génie biologique, puis présentation de la ressource biomasse et des voies de production de chaleur, de biogaz et de biocarburants de 2ème et de 3ème générations à partir de cette ressource. Evaluation globale dans le cadre d'un examen regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables. Possibilité de visite optionnelle du méthaniseur du site METHELEC.
Horaire encadré	10 h
Responsable	Fontanille Pierre
Enseignants	Vial Christophe, Fontanille Pierre, Larroche Christian

#### b.6. Développement durable et écologie industrielle

Coef	1
Objectifs	<p>L'objectif est de définir les principaux concepts du développement durable, de les intégrer dans une approche "écologie industrielle" ou "écologie territoriale" applicable au secteur de l'énergie, puis de décrire les outils permettant de prendre en compte les impacts écologiques et environnementaux des choix technologiques (Analyse du Cycle de Vie, ACV...).</p>



Acquis	- Connaître les concepts de développement durable et d'écologie industrielle (M) Connaître les outils associés à ces concepts (ACV...) (A)  Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :  - La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques - La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité - L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique
Description	Cours assuré par des intervenants extérieurs, en partie dans le cadre du Centre d'Excellence Jean Monnet ERASME sur le développement durable de l'UCA. Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables
Horaire encadré	6 h
Responsable	Diemer Arnaud
Enseignant	Diemer Arnaud

c. Module Énergies fossiles carbonées et nucléaire

Coef	3
Objectifs	L'objectif est de :  - connaître les combustibles fossiles carbonés et nucléaires (origine, ressources, traitements, cycles de vie...) - savoir comment et dans quels secteurs ils sont mis en œuvre définir les technologies qui leur sont associées - connaître les enjeux et perspectives les concernant.  Pour les combustibles fossiles, un accent est mis sur le gaz naturel (exploitation du réseau, utilisation dans le cadre de l'efficacité énergétique...) et la capture et le stockage du CO2. Pour l'énergie nucléaire, il est mis sur la problématique des déchets et celle des réacteurs nucléaires du futur. Ces acquis permettront de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :  - Le management et la maintenance des systèmes énergétiques - La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques
Éléments de cours	Energies fossiles carbonées Energie Nucléaire
Horaire encadré	50 h
Responsable	Vial Christophe

c.1. Energies fossiles carbonées

Coef	2
Objectifs	L'objectif est de connaître les savoir-faire, enjeux et perspectives des secteurs gazier et pétrolier, ainsi que de définir le fonctionnement d'une raffinerie et des principaux procédés pétrochimiques à partir de leurs opérations unitaires. Un accent est mis sur le gaz, ses métiers, son réseau de distribution et ses applications à l'efficacité énergétique au niveau national.
Acquis	- Analyser un procédé pétrolier, gazier ou pétrochimique à partir de son diagramme process (PID) opérations unitaires qui le constituent (A). - Connaître les méthodes de la capture, du stockage et du stockage du CO2 (A) - Connaître le secteur gazier (exploitation, affaires, technologie) (N)  Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :  - Le management et la maintenance des systèmes énergétiques - La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques
Description	Il s'agit d'un cycle de cours-conférences associant des intervenants académiques et des industriels (GRDF). L'évaluation consiste en un examen écrit. Possibilité de visite optionnelle de l'IFP-EN (Institut Français du Pétrole - Energies Nouvelles) et de visite du site d'exploitation de GRDF à Clermont-Fd.
Evaluation	Examen final, Écrit

Horaire encadré	19 h
Responsable	Vial Christophe
Enseignants	Vial Christophe, Audonnet Fabrice

c.2. Energie Nucléaire

Coef	1
Objectifs	<p>Les objectifs des cours de base sont de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir le rôle de l'ingénieur dans le secteur du nucléaire</li> <li>- Rappeler les notions de base sur l'énergie nucléaire (atome, radioactivité et ses applications, les radionucléides et leur période radioactive, les rayonnements, les effets du rayonnement, les unités?)</li> <li>- Définir le fonctionnement d'une centrale nucléaire (les différentes générations de réacteurs, principe fonctionnement du réacteur REP, les périphériques du réacteur...)</li> <li>- Connaître le cycle du combustible</li> <li>- Connaître les risques radiologiques, leurs conséquences et la réglementation spécifique en France</li> </ul> <p>Des cours avancés traitent spécifiquement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- De la gestion quotidienne d'une centrale nucléaire Des réacteurs nucléaires du futur</li> <li>- Des déchets nucléaires et de leur traitement</li> </ul> <p>L'analyse énergétique quantitative n'est pas abordée, car traitée dans le module « énergie et énergétique » de l'EC AES).</p>
Acquis	<p>Les acquis correspondent aux objectifs du cours. Ils permettent d'accéder à des postes d'ingénieur dans le secteur du nucléaire comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'exploitation d'une tranche (N)</li> <li>- la maintenance (hydraulique, mécanique, électrique...) de tranche (N) la formation aux métiers du nucléaire (N) dont le démantèlement et la sûreté</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le management et la maintenance des systèmes énergétiques</li> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> </ul>
Description	<p>Le contenu, essentiellement sous forme de cours-conférences, est assuré exclusivement par des industriels du secteur du nucléaire (CEA, EDF, INGEROP...). Une visite de centrale nucléaire (CNPE est également proposée chaque année aux étudiants. L'évaluation des acquis est assurée par un examen pour chacun des EC)</p>
Evaluation	Examen final, Écrit
Horaire encadré	31 h
Responsable	Vial Christophe

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

Coef	3
------	---

Objectifs	<p>L'objectif est de définir les outils, méthodes et technologies de transport, distribution et stockage de l'énergie électrique, qu'elle soit produite par voie nucléaire, à partir de combustibles fossiles ou de sources renouvelables. L'UE est divisée en trois EC qui traitent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des notions fondamentales du génie électrique</li> <li>- du transport et de la distribution de l'électricité et de leur monitoring des technologies de stockage et de leurs limitations</li> </ul> <p>Les savoirs acquis dans ces EC ont pour but de développer les compétences spécifiques de l'option que sont:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le management et la maintenance des systèmes énergétiques</li> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> <li>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> </ul>
Éléments de cours	<p>Energie électrique Transport et distribution de l'électricité Stockage de l'énergie électrique</p>
Horaire encadré	43 h
Responsable	Fontaine Jean-Pierre

#### d.1. Energie électrique

Coef	1
Objectifs	<p>L'objectif est de rappeler les notions de base du génie électrique et de décrire les éléments technologiques indispensables au fonctionnement d'un réseau électrique de transport et de distribution, ou de le faire connaître aux non-spécialistes.</p>
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les bases du génie électrique HT pour non-spécialistes (A).</li> <li>- Connaître les technologies associées aux réseaux électriques de transport et de distribution (transformateur, disjoncteur, sectionneur...) (A)</li> <li>- Connaître les principes de fonctionnement de base d'un réseau électrique (A)</li> </ul> <p>Le but est d'intégrer ces aspects afin de développer les compétences spécifiques suivantes parmi celles de l'option :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et la conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du transport et de distribution de l'électricité</li> </ul>
Description	<p>Le cours est accompagné d'un projet tutoré qui couvre la totalité du volume de travail collaboratif (pas de TD ou de TP présents). Ce projet porte sur les thèmes de des EC TRD (transport) et SEL (stockage) du module et met en jeu les acquis et compétences développées dans les trois EC. Il sert à l'évaluation des trois EC par la remise d'un rapport écrit et une soutenance orale.</p>
Prérequis	SEL - Stockage de l'énergie électrique TRD - Transport de l'électricité
Evaluation	CC, Mémoire (coeff. 1), Présentation (coeff. 1), Oral (coeff. 1)
Horaire encadré	24 h

#### d.2. Transport et distribution de l'électricité

Coef	1
Objectifs	<p>L'objectif est de connaître les problématiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la nouvelle organisation du secteur électrique (dérégulation du réseau de distribution français dans marché concurrentiel)</li> <li>- les chemins de l'électricité de la centrale au client (exploitation d'un réseau public de distribution)</li> <li>- la transition énergétique : le raccordement des producteurs d'énergies renouvelables et rôle du réseau électrique</li> <li>- l'analyse de la qualité d'un réseau et les méthodes de planification et études technico-économiques</li> <li>- les outils de gestion et mesure (le smart-metering)</li> </ul>

Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concevoir et analyser un réseau de distribution de l'électricité (A)</li> <li>- Connaître les méthodes de raccordement des productions renouvelables délocalisées (A)</li> <li>- Connaître les outils technico-économiques de planification de l'évolution d'un réseau (A)</li> <li>- Connaître les outils récents de monitoring (A)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le management et la maintenance des systèmes énergétiques</li> <li>- La conception, analyse et optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> <li>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> </ul>
Description	Cycle de cours-conférences assuré exclusivement par des intervenants industriels dont ENEDIS. L'évaluation est couplée à l'EC EEL au sein du même module. Visites de l'ACR (Agence Régionale de Conduite poste source HTA et du Centre d'Appel d'Urgence ENEDIS).
Prérequis	EEL - Energie électrique
Horaire encadré	9 h

### d.3. Stockage de l'énergie électrique

Coef	1
Objectifs	L'objectif est de définir les méthodes et technologies de stockage de l'énergie électrique actuelles ou prospectives. L'essentiel du contenu sera consacré aux avantages et limitations des technologies de stockage électrochimique (piles, batteries, accumulateurs...), ainsi qu'au tandem électrolyse-piles à combustibles dans le cadre du power-gaz, la STEP (stockage hydraulique) étant présentée dans le cas du module sur les Energies Renouvelables). Sur le volet prospectif, l'accent sera mis sur le vecteur H2.
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les avantages et limitations des différents outils de stockage de l'énergie (A)</li> <li>- Connaître les méthodologies de choix et de dimensionnement des stockages de type batteries, de l'hydrogène et piles à combustibles (A)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La Gestion et la conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> <li>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> </ul>
Description	Ensemble de cours-conférences par des intervenants académiques et industriels. Evaluation couplée au projet de l'EC EEL du même module.
Prérequis	EEL - Energie électrique HYDRO - Energie hydraulique et technologies associées
Horaire encadré	10 h
Responsable	Fontaine Jean-Pierre
Enseignants	Fontaine Jean-Pierre, Audonnet Fabrice

### e. Module Maîtrise des consommations d'énergie

Coef	3
------	---

Objectifs	<p>L'objectif est d'approfondir deux des grands chapitres de la consommation d'énergie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le bâtiment en général et l'habitat en particulier</li> <li>- l'industrie</li> </ul> <p>Un focus est mis sur le volet "économie de l'énergie" en partant de l'échelle mondiale jusqu'au contrat au niveau de l'entreprise, en passant par une description des marchés de l'énergie. Le but est d'acquérir des savoirs permettant de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le management et la maintenance des systèmes énergétiques</li> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- la gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> <li>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> </ul>
Éléments de cours	<p>Energie et Société L'énergie dans l'industrie L'énergie et le bâtiment</p>
Horaire encadré	64 h
Responsable	Baudoin Gaëlle

### e.1. Energie et Société

Coef	1
Objectifs	<p>Le premier objectif est de présenter le rôle que joue l'énergie sur la Société, de démontrer comment elle a modelé le monde actuel, et en particulier d'analyser les liens entre l'énergie, le réchauffement climatique et le développement durable.</p> <p>Le deuxième objectif est de présenter les marchés de l'énergie d'un point de vue géopolitique et économique en partant de l'état des réserves, des besoins croissants et des différents scénarios d'évolution, puis en faisant un focus sur les marchés de l'énergie, les enjeux et les risques économiques et politiques à l'échelle mondiale.</p> <p>Le troisième objectif est de présenter les procédures de définition et de négociation de contrats appliquées au secteur de l'énergie, en partant des parties prenantes, puis en décrivant le déroulement d'un appel d'offre, ainsi que les techniques de maîtrise des risques, de suivi de prestation, de retour d'expérience et de renégociation.</p>
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les outils de la politique énergétique et les leviers de la transition énergétique (M)</li> <li>- Savoir définir un cahier des charges et rédiger un appel d'offre dans le cadre d'un contrat énergie (M)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> </ul>
Description	<p>Cycle de cours-conférences assuré par intervenants extérieurs (Michelin...).</p> <p>Evaluation en commun avec l'EC ENI du même module.</p>
Prérequis	EEI - Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur
Evaluation	Examen final, Écrit
Horaire encadré	18 h

### e.2. L'énergie dans l'industrie

Coef	1
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les problématiques de l'énergie, du froid et de l'eau dans l'industrie</li> <li>- Connaître les contraintes réglementaires associées aux utilités</li> <li>- Appliquer les outils de l'énergétique (bilan d'énergie...)</li> <li>- Appliquer les notions d'efficacité énergétique industrielle</li> <li>- Estimer les besoins en énergie avec un logiciel de simulation de procédé</li> <li>- Focus sur l'éclairage et ses méthodes de dimensionnement qui représente 9% de la consommation d'électricité de l'industrie</li> </ul>

Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablir les bilans de matière et d'énergie appliqués à l'industrie (M)</li> <li>- Manager la gestion du froid et de la vapeur dans l'industrie (A)</li> <li>- Utiliser des logiciels de simulation comme outils d'aide à la décision (A)</li> <li>- Manager la politique d'efficacité énergétique dans l'industrie (A)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le management et la maintenance des systèmes énergétiques</li> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> </ul>
Description	Cycle de cours-conférences assurés par des intervenants académiques et industriels. Les cours sont supportés par des travaux dirigés informatisés utilisant le logiciel DWSIM. L'évaluation des acquis est couplée à l'EC MCA du même module.
Prérequis	AES - Analyse énergétique des Systèmes EEI - Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur EEL - Energie électrique
Horaire encadré	22 h
Responsable	Vial Christophe
Enseignant	Vial Christophe

### e.3. L'énergie et le bâtiment

Coef	1
Objectifs	<p>Donner des notions sur les méthodes d'évaluation des bilans énergétiques (énergie blanche, énergie grise?), habitat bioclimatique (solutions de conception novatrices), les apports gratuits (ensoleillement?), les matériaux nouveaux en isolation, le confort et confort d'été, la domotique et la gestion centralisée, le monitoring des consommations</p> <p>Utiliser un logiciel de thermique de l'habitat : CLIMAWIN</p>
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablir des bilans d'énergie appliqués à l'habitat (M)</li> <li>- Utiliser des outils de gestion centralisée et monitoring pour l'efficacité énergétique de l'habitat (A)</li> <li>- Utiliser des outils thermiques de dimensionnement du bâtiment conformes à la RT2012 (A)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> </ul>
Description	<p>L'EC comporte des enseignements sous forme de cours magistraux, des TP avec le logiciel CLIMAWIN et une autoformation tutorée au cours de laquelle les étudiants travaillent en groupes par projets qui font l'objet d'un mémoire et d'une présentation orale. Celui-ci correspond à un travail de recherche qui aborde des aspects variés de la gestion de l'énergie, de l'écoconception et du développement durable dans le domaine du bâtiment sur des sujets choisis. Une application sur un cas concret complète le mémoire.</p> <p>L'évaluation des savoirs est réalisée au moyen du mémoire de projet, des comptes-rendus de TP et soit d'une présentation orale, soit d'un examen écrit.</p>
Evaluation	Mémoire (coeff. 3), Examen final, Écrit (coeff. 2), Travail pratique (coeff. 1)
Horaire encadré	24 h
Responsable	Baudoin Gaëlle
Enseignant	Baudoin Gaëlle

## B. Semestre 10 [30 ECTS | 30 Coef]

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

#### a. Stage

Coef	30
------	----

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

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

Coef	30
Eléments de cours	Bilan mi-parcours Bilan final
Horaire encadré	0 h
Responsable	Bouet Marinette

b.1. Bilan mi-parcours

Coef	3
Evaluation	Soutenance
Horaire encadré	0 h
Responsable	Bouet Marinette

b.2. Bilan final

Coef	7
Evaluation	Rapport + soutenance
Horaire encadré	0 h
Responsable	Bouet Marinette