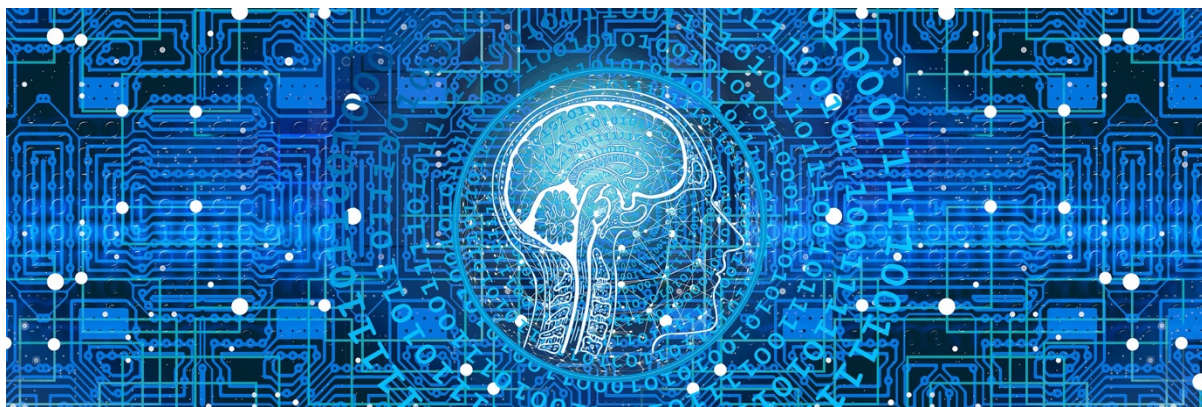




**POLYTECH<sup>®</sup>**  
**CLERMONT**

# INGENIERIE MATHEMATIQUE ET DATA SCIENCE :

## Livret des enseignements



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

**POLYTECH CLERMONT-FERRAND**  
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.	Semestre 5 (30 ECTS)	6
A.	UE1 SCIENCES FONDAMENTALES 1 (12 ECTS)	6
1.	Mathématiques 1	6
a.	Mathématiques générales	6
b.	Statistique et probabilités	6
2.	Mathématiques approfondies 1	7
a.	Mesures et intégration	7
b.	Analyse	7
3.	Statistiques 1	8
a.	Statistiques exploratoires multidimensionnelles	8
b.	Méthodes statistiques	8
4.	Probabilités	9
B.	UE2 SCIENCES ET TECHNIQUES INFORMATION ET INGENIERIE 1 (9 ECTS)	9
1.	Socle informatique	9
a.	Algorithmique	10
b.	Langage de programmation	10
c.	Architecture des ordinateurs / Linux	11
2.	Analyse numérique matricielle	11
a.	Analyse Numérique Matricielle	12
b.	Programmation numérique en langage Python	12
3.	Informatique 1	12
a.	Python 1	13
b.	Langage C 1	13
C.	UE3 Sciences Humaines et Sociales 1 (9 ECTS)	14
1.	Communication 1	14
a.	E2C 1	14
b.	Anglais 1	14
2.	DDRS 1	15
3.	Sciences sociales 1	15
a.	Droit	15
b.	Économie	15
II.	Semestre 6 (30 ECTS)	16
A.	UE4 SCIENCES FONDAMENTALES 2 (12 ECTS)	16
1.	Mathématiques 2	16



2.	Calcul différentiel.....	16
3.	Optimisation pour le machine learning .....	17
4.	Méthode de Monté Carlo .....	17
5.	Statistique inférentielle .....	17
B.	UE5 SC. TECH. INFORMATION et INGENIERIE 2 (11 ECTS).....	18
1.	Modélisation.....	18
a.	Analyse numérique.....	18
b.	Bases de données .....	18
2.	Machine Learning 1 .....	19
3.	Informatique 2.....	19
a.	Algorithmique.....	19
b.	Langage C 2.....	20
C.	UE6 Sciences Humaines et Sociales 2 (5 5CTS).....	20
1.	Communication 2 .....	20
a.	E2C 2 .....	21
b.	Anglais 2.....	21
c.	Seconde langue.....	21
d.	Français renforcé .....	22
2.	DDRS 2 .....	22
3.	Sciences sociales 2 .....	22
a.	Ouverture projet.....	23
b.	Ouverture responsable d'association .....	23
c.	Ouverture SHBN .....	23
4.	Stratégie d'innovation .....	23
D.	UE7 Stage (2 ECTS).....	24
III.	Semestre 7 (30 ECTS).....	25
A.	UE1 SCIENCES FONDAMENTALES 1 (10 ECTS) .....	25
1.	Méthodes numériques et simulation 1 .....	25
2.	Méthodes numériques et simulation 2 .....	25
3.	Modèles de régression .....	26
4.	Machine learning 2 .....	26
5.	Deep learning 1.....	26
B.	UE2 SC. TECH. INFORMATION et INGENIERIE 1 (12 ECTS).....	27
1.	C++.....	27
2.	Bases de données relationnelles .....	28



3.	Génie logiciel UML.....	28
4.	Python avancé .....	29
5.	Java 1 .....	30
6.	Informatique avancée.....	30
7.	Projet .....	30
C.	UE3 Sciences Humaines et Sociales 1 (7 ECTS) .....	30
1.	Choix langue .....	30
a.	Anglais LV1.....	31
b.	Seconde langue.....	31
2.	Gestion.....	31
3.	Droit.....	32
4.	Communication .....	32
5.	Management & Sciences Humaines .....	32
D.	UE4 Engagement personnel et citoyen (1 ECTS) .....	33
IV.	Semestre 8 (30 ECTS).....	34
A.	UE5 Stage (30 ECTS).....	34
V.	Semestre 9 (30 ECTS).....	35
A.	UE1 Poly'Compétences (6 ECTS).....	35
a.	Polytech'Imagerie numérique .....	35
b.	Polytech'Recherche .....	35
c.	Polytech'Entrepreneuriat .....	36
d.	Polytech'Gestion environnementale .....	37
e.	Polytech'Management .....	37
f.	Polytech'Mon projet 5A.....	37
g.	Polytech'Contrat Pro .....	38
B.	UE2 Modules IMDS5 (16 ECTS).....	38
1.	Optimisation et simulation .....	38
a.	Deep learning 2.....	39
b.	Deep learning appliqué à la finance .....	39
c.	Programmation parallèle.....	40
d.	Java avancé.....	40
2.	Apprentissage statistique .....	40
a.	Hadoop et Spark .....	40
b.	Modèles Mixtes et Plans d'Expérience .....	41
c.	Apprentissage à noyaux en Python .....	41



3.	Big data et intelligence artificielle .....	41
a.	Bases de données NoSQL .....	42
b.	? .....	42
c.	Entrepôts de données.....	42
4.	Modélisation par apprentissage et applications dans un contexte industriel.....	43
a.	Prédiction par apprentissage.....	43
b.	Réduction de modèle par apprentissage de simulations HF .....	43
c.	Transfer learning appliqué à la vision artificielle .....	44
d.	L'IA au service de l'optimisation .....	44
5.	Recherche opérationnelle .....	44
a.	Programmation par contraintes .....	45
b.	Optimisation combinatoire.....	45
c.	Ordonnancement de la production et du transport.....	45
6.	Mécanique des fluides.....	46
a.	Algorithmes génétiques.....	46
b.	Méthodes numériques pour la mécanique des fluides .....	46
c.	TP Méthodes numériques pour la mécanique des fluides .....	47
7.	Biostat.....	47
8.	Projet .....	47
C.	UE3 Sciences Humaines et Sociales (8 ECTS) .....	47
a.	Expression et communication .....	48
b.	Anglais .....	48
c.	Insertion Professionnelle .....	48
d.	Projet .....	49
VI.	Semestre 10 (30 ECTS).....	49
A.	UE Stage.....	49
VII.	Annexes 1 : Validation UE8 Engagement personnel et citoyen.....	50



## I. Semestre 5 (30 ECTS)

### A. UE1 SCIENCES FONDAMENTALES 1 (12 ECTS)

#### 1. Mathématiques 1

ECTS	3
Objectifs	Consolider les connaissances des outils mathématiques indispensables au métier d'ingénieur
Éléments de cours	Mathématiques générales Statistiques et probabilités
Horaire encadré	46h
Travail personnel	14h
Connaissance préalables	L2 (algèbre linéaire de base et éléments d'analyse)
Responsable	CHAUVIÈRE Cédric

##### a. Mathématiques générales

Coefficient	2
Objectifs	Réduction des matrices, résolution de systèmes différentiels
Acquis de l'apprentissage	Problèmes linéaires : savoir les reconnaître, les mettre sous forme matricielle et les résoudre (M) Savoir calculer en tenant compte des résultats théoriques (M) Savoir manipuler la transformée de Laplace (A)
Description	Réduction des matrices Applications : résolution de systèmes différentiels linéaires homogènes à coefficients constants Résolution de systèmes différentiels linéaires avec second membre Résolutions d'équations différentielles linéaires avec la transformée de Laplace
Horaire encadré	32h
Évaluation	Examen final
Références bibliographiques	Algèbre linéaire, Grifone J, Cepadues edt
Connaissances préalables	Espaces vectoriels de dimension finie, calcul matriciel
Enseignants	SCHENKEL Claire, AUGIER Adeline
Responsable	SCHENKEL Claire, AUGIER Adeline

##### b. Statistique et probabilités

Coefficient	1
Objectifs	Former aux méthodes classiques en probabilités et statistique inférentielle.
Acquis de l'apprentissage	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 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dénombrements</li> <li>• Événements, espaces probabilisés</li> <li>• Calcul de probabilités, probabilités conditionnelles, formules des probabilités totales et de Bayes</li> <li>• Variables aléatoires : définitions, propriétés, espérance, variance</li> <li>• Construction de certaines lois classiques (normale, binomiale...)</li> </ul> Partie 2 : Statistiques inférentielle <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modèle statistique.</li> <li>• Estimation, intervalles de confiance.</li> <li>• Tests d'hypothèses</li> </ul>
Horaire encadré	14h
Évaluation	Examen final



Références bibliographiques	Pratique moderne des probabilités, Radix JC, Lavoisier, Paris 1991 Probabilités, analyse des données et statistique, Saporta G, Ed. technips 1990
Enseignants	LEGER Stéphanie, SCHENKEL Claire, AUGIER Adeline, BEAUDOU Laurent
Responsable	LEGER Stéphanie

## 2. Mathématiques approfondies 1

ECTS	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
Horaire encadré	46h
Travail personnel	17h
Connaissance préalables	Mathématiques du tronc commun
Responsable	BOUCHON François

### a. Mesures et intégration

Coefficient	1
Objectifs	Apprendre les principes et techniques de base de la théorie de la mesure et de l'intégration.
Acquis de l'apprentissage	Maîtriser et appliquer les résultats de base de l'intégrale de Lebesgue (M,A) Acquérir une connaissance élémentaire de la théorie de la mesure (N)
Description	Notion de mesure Intégration par rapport à une mesure Compléments sur l'intégrale de Lebesgue Produit de mesures et théorème de Fubini Les espaces $L_p$
Horaire encadré	20h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Mesure et intégration, Revuz D, Hermann, Paris (1994)
Connaissances préalables	Connaissance des principaux résultats sur l'intégrale de Riemann Connaissances de base en analyse
Enseignants	BOUCHON François
Responsable	BOUCHON François

### b. Analyse

Coefficient	2
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 de l'apprentissage	Savoir expliquer sa démarche et être cohérent dans ce que l'on rédige (A) Savoir illustrer les résultats par des exemples, des dessins (A) Acquérir le vocabulaire de topologie et d'analyse (ouvert, fermé, limite, continuité, convergence...) (A) Analyser une situation : savoir ce qui est valide ou ne l'est pas (A)
Description	Normes sur un espace vectoriel et éléments de topologie Continuité des fonctions, des applications linéaires, des applications n-linéaires Suites et espaces complets Théorème de projection dans les espaces préhilbertiens



Horaire encadré	26h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignants	SCHENKEL Claire
Responsable	SCHENKEL Claire

### 3. Statistiques 1

ECTS	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
Éléments de cours	Statistiques exploratoires multidimensionnelles Méthodes statistiques
Horaire encadré	49h
Travail personnel	14h
Connaissance préalables	Mathématiques et probabilité du tronc commun
Responsable	LEGER Stéphanie

#### a. Statistiques exploratoires multidimensionnelles

ECTS	2
Objectifs	Comprendre et interpréter les analyses multidimensionnelles descriptives Comprendre et interpréter une classification Connaître les principales techniques de régressions sur variables continues Mettre en œuvre ces techniques sur des données réelles
Acquis de l'apprentissage	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) Savoir expliquer et prédire une variable quantitative par des variables exogènes.(E)
Description	Analyse en Composantes Principales Classification hiérarchique ascendante Analyse Factorielle des correspondances simple et multiple Analyse Factorielle Discriminante Régression linéaire multiple, RCP, Ridge, PLS Analyse de variance et comparaisons multiples de moyennes Initiation à R Mise en place sous R des différentes analyses sur des jeux de données concrets
Horaire encadré	36 h
Evaluation	Contrôle continu
Enseignants	LEGER Stéphanie
Responsable	LEGER Stéphanie

#### b. Méthodes statistiques

Coefficient	1
Objectifs	Savoir réaliser une analyse uni et bivariée Savoir mettre en œuvre et interpréter des tests statistiques sur des exemples concrets usuels en utilisant le logiciel R
Acquis de l'apprentissage	Analyse descriptive uni et bivariée: 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) Analyse de la variance à un facteur(M)
Description	I - Statistiques descriptives Définition des variables quantitatives et qualitatives <ul style="list-style-type: none"> <li>• Représentations graphiques associées à chaque type de variables</li> <li>• Indicateurs de tendance centrale (moyenne, médiane...)</li> <li>• Indicateur de dispersion</li> </ul> II – Analyse bivariable <ul style="list-style-type: none"> <li>• Représentations graphiques associées à chaque type de couple de variables</li> <li>• Mesure de corrélation (coefficient de corrélation linéaire, rapport de corrélation, V de Cramer)</li> </ul> III- Les tests statistiques III.1 Rappel des notions générales sur les tests statistiques <ul style="list-style-type: none"> <li>• Différentes catégories de tests statistiques</li> <li>• Test entre deux hypothèses simples et méthode de Neyman et Pearson</li> <li>• Test entre deux hypothèses composites</li> </ul> III.2 - Test de comparaison <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test sur une valeur particulière</li> <li>• Test de comparaison d'échantillons</li> </ul> III.3 Test d'indépendance entre deux variables qualitatives <ul style="list-style-type: none"> <li>• IV – Initiation à R et Application sur des jeux de données concrets.</li> </ul>
Horaire encadré	13 h
Évaluation	Examen terminal
Responsable	LEGER Stéphanie

#### 4. Probabilités

ECTS	3
Objectifs	Maîtriser les différentes composantes du modèle probabiliste Savoir manipuler les variables aléatoires et connaître les lois de probabilités usuelles
Acquis de l'apprentissage	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 Les divers types de convergences Les vecteurs gaussiens Lois et espérances conditionnelles Changement de variable
Horaire encadré	53h
Evaluation	Contrôle continu
Enseignants	LEGER Stéphanie, SCHENKEL Claire
Responsable	LEGER Stéphanie

### B. UE2 SCIENCES ET TECHNIQUES INFORMATION ET INGENIERIE 1 (9 ECTS)

#### 1. Socle informatique

ECTS	4
Objectifs	Maîtriser les principes de l'outil informatique

	<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 Architecture des ordinateurs / Linux
Horaire encadré	42,5h
Travail personnel	26h
Responsable	DE VAULX Christophe

### a. Algorithmique

Objectifs	Être capable d'écrire des algorithmes simples Être capable d'interagir avec des développeurs
Acquis de l'apprentissage	Être capable de manipuler des concepts abstraits pour comprendre et d'échanger avec des développeurs (A) Être capable d'appréhender les actions séquentielles, répétitives et leur imbrication (A). Être capable de valider à chaque étape du développement et de réceptionner un outil informatique (logiciels) (A). Être en mesure de transposer cette organisation hiérarchique de développement (besoin/solution/validation) à d'autres domaines que l'informatique (A). Être capable d'intégrer un système validé dans un système plus complexe en respectant les contraintes entrées/sorties et les protocoles et interfaces (A). 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)
Description	Variable et opération - Types simples et structurés - Expression Structures de contrôle conditionnelles et itératives (boucle) : pré-test, post-test, prédéfinie Sous-programme - Passage de paramètres, entrée/sortie-Notion de bloc fonctionnel La récursivité est introduite sur exemple Les fichiers
Horaire encadré	16 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Programmation structurée et structures de données élémentaires, Courtin Jacques, Kowarski Irène, Dunod, 1989 Initiation à la programmation, Delannoy, Claude, Eyrolles1997
Prérequis	Architecture des ordinateurs / Linux
Enseignants	DE VAULX Christophe, POUGHON Laurent, EL RACHKIDY Nancy, LANDRAULT Alexis, MORVAN Mathilde
Responsable	DE VAULX Christophe

### b. Langage de programmation



Objectifs	Apprendre la syntaxe d'un langage de programmation structuré afin de mettre en œuvre les algorithmes
Acquis de l'apprentissage	Savoir écrire des petits programmes (A). Être capable d'assembler des composants logiciels existants (A).
Description	Types simple et composé Structures de contrôles Sous-programmes Fichiers
Horaire encadré	26,5 h
Évaluation	Contrôle continu
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
Enseignants	DE VAULX Christophe, POUGHON Laurent, EL RACHKIDY Nancy, LANDRAULT Alexis, MORVAN Mathilde, BOUET Marinette
Responsable	DE VAULX Christophe

### c. Architecture des ordinateurs / Linux

Objectifs	Comprendre les principes de bases de l'architecture des ordinateurs Savoir utiliser le système Linux
Acquis de l'apprentissage	Savoir distinguer les principaux composants d'un ordinateur (A) Savoir comment les données sont stockées dans la mémoire d'un ordinateur (A) Être capable d'utiliser le système Linux en mode graphique et en ligne de commande (A)
Description	Les différents composants d'un ordinateur Les mémoires (rôle, types, organisation, systèmes de mesures) Les différents types de systèmes d'exploitation Le système Linux (généralités, système de fichiers, commandes)
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Systèmes d'exploitation, Tanenbaum, Andrew, Pearson Education
Responsable	DE VAULX Christophe

Responsable	BOUET Marinette
-------------	-----------------

## 2. Analyse numérique matricielle

ECTS	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
Horaire encadré	47h
Travail personnel	15h
Connaissance préalables	Mathématiques du tronc commun
Responsable	BOUCHON François

a. Analyse Numérique Matricielle

Coefficient	2
Objectifs	Présentation d'algorithmes pour la résolution de systèmes linéaires, la diagonalisation de matrices et l'orthogonalisation.
Acquis de l'apprentissage	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
Horaire encadré	30h
Évaluation	Contrôle continu
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)
Enseignants	BOUCHON François
Responsable	BOUCHON François

b. Programmation numérique en langage Python

Coefficient	1
Objectifs	Initiation à la programmation numérique en Python, implémentation d'algorithmes d'analyse numérique.
Acquis de l'apprentissage	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.
Horaire encadré	17h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	<a href="https://numpy.org/">https://numpy.org/</a> <a href="https://docs.scipy.org/doc/">https://docs.scipy.org/doc/</a>
Enseignants	BOUCHON François
Responsable	BOUCHON François

3. Informatique 1

ECTS	2,5
Objectifs	Compléments en algorithmique et programmation C.
Acquis de l'apprentissage	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).



Horaire encadré	38 H
Enseignants	BOUET Marinette
Responsable	BOUET Marinette

a. Python 1

Coefficient	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 de l'apprentissage	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)
Horaire encadré	24 h
Évaluation	Contrôle continu
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 – 3 <sup>ème</sup> édition, G. Swinnen, Eyrolles (2021)
Prérequis	Algorithmique, programmation structurée
Enseignants	BOUET Marinette
Responsable	BOUET Marinette

b. Langage C 1

Coefficient	1
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 de l'apprentissage	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
Horaire encadré	14 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Programmer en langage C, Delannoy C, Eyrolles (1996) Le Langage C, 2 <sup>nde</sup> édition, Kernighan BW, Ritchie DM, Masson (1990)
Prérequis	Algorithmique
Enseignants	BOUET Marinette
Responsable	BOUET Marinette



## C. UE3 Sciences Humaines et Sociales 1 (9 ECTS)

### 1. Communication 1

ECTS	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
Éléments de cours	Expression-Communication-Culture 1 Anglais 1
Horaire encadré	36 h
Travail personnel	24 h
Responsable	BOUSSET Bénédicte

#### a. E2C 1

Coefficient	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 de l'apprentissage	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.
Horaire encadré	16 h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignants	BOUSSET Bénédicte
Responsable	BOUSSET Bénédicte

#### b. Anglais 1

Coefficient	1
Objectifs	Obtention du niveau B2 du Cadre Européen de Référence pour les langues : TOEIC 800
Acquis de l'apprentissage	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
Horaire encadré	20 h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignants	BOUSSET Bénédicte, FONTAINE Teresa
Responsable	FONTAINE Teresa

## 2. DRS 1

ECTS	2
Objectifs	
Éléments de cours	
Horaire encadré	
Travail personnel	
Responsable	AUDONET Fabrice – BOUET Marinette

## 3. Sciences sociales 1

ECTS	4
Objectifs	Découverte du monde des affaires à travers le prisme de l'économie et du droit.
Éléments de cours	Droit Économie
Horaire encadré	56 h
Travail personnel	18 h
Responsable	CABAGNOLS Alexandre

### a. Droit

Coefficient	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 de l'apprentissage	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
Horaire encadré	26 h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignants	RONCOLATO
Responsable	CABAGNOLS Alexandre

### b. Économie

Coefficient	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 de l'apprentissage	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
Horaire encadré	30 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Macroéconomie, Blanchard O., Cohen D., Pearson Education 2007 Micro-économie: Théories et applications, Picard P, Montchrestien 2007
Enseignants	CABAGNOLS Alexandre
Responsable	CABAGNOLS Alexandre

## II. Semestre 6 (30 ECTS)

### A. UE4 SCIENCES FONDAMENTALES 2 (12 ECTS)

#### 1. Mathématiques 2

ECTS	3
Objectifs	Comprendre et savoir utiliser des outils mathématiques utiles en sciences de l'ingénieur (algèbre bilinéaire, formules de Stokes)
Acquis de l'apprentissage	A partir d'équations ou d'inégalités cartésiennes, savoir reconnaître, dessiner et décrire l'objet géométrique (A) Savoir réduire des matrices symétriques réelles (A) Être capable de calculer des intégrales simples et multiples dans le plan et l'espace (A)
Description	Formes bilinéaires, formes quadratiques réelles Réduction des formes quadratiques, application aux coniques et quadriques Représentations paramétriques des courbes, des surfaces de l'espace Intégration dans le plan ou l'espace, formules de Green, de la divergence
Prérequis	Mathématiques 1
Horaire encadré	49,5h
Enseignants	SCHENKEL Claire, AUGIER Adeline
Responsable	SCHENKEL Claire

#### 2. Calcul différentiel

ECTS	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, ...).
Acquis de l'apprentissage	Connaître la différentiabilité des fonctions de plusieurs variables : techniques de calcul (A) Acquérir les techniques d'analyse mathématique permettant de prouver l'existence et/ou l'unicité de la solution d'un problème différentiel (A)





Description	Dérivation, différentiation Formule de Taylor, recherche d'extrema locaux d'une fonction de $R^n$ dans $R$ Théorèmes classiques du calcul différentiel : théorème des fonctions implicites Étude de problèmes différentiels, problème de Cauchy
Prérequis	Analyse
Horaire encadré	40 h
Enseignants	AUGIER Adeline, SCHENKEL Claire
Responsable	AUGIER Adeline, SCHENKEL Claire

### 3. Optimisation pour le machine learning

ECTS	1,5
Objectifs	Comprendre et appliquer des méthodes numériques de descente de gradient ou de Newton pour résoudre des problèmes d'optimisation uni ou multi dimensionnel sans contrainte. Se familiariser avec le vocabulaire et les problématiques spécifiques au machine learning et utiliser des méthodes d'optimisation pour effectuer l'apprentissage.
Acquis de l'apprentissage	Savoir utiliser et comprendre différentes méthodes numériques pour résoudre un problème d'optimisation et l'appliquer dans le cadre de modèles simples.
Description	Introduction Méthodes analytiques Méthodes numériques sans contraintes unidimensionnel : dichotomie, section dorée Méthodes numériques sans contraintes multidimensionnel : gradient à pas fixe, gradient à pas optimal, méthode de Newton, méthode de quasi-Newton Introduction du vocabulaire propre au machine learning Application de méthodes d'optimisation pour l'apprentissage de modèles simples Traitement du sur-apprentissage par régularisation
Prérequis	Bonne maîtrise de Python + mathématiques générales niveau bac + 2
Horaire encadré	20 h
Enseignants	CHAUVIERE Cédric
Responsable	CHAUVIERE Cédric

### 4. Méthode de Monté Carlo

ECTS	1,5
Objectifs	Comprendre et appliquer la méthode de Monte-Carlo sur différents problèmes aléatoires.
Acquis de l'apprentissage	Savoir utiliser la méthode de Monte-Carlo pour résoudre des problèmes aléatoires.
Description	Méthode de rejet de Monte-Carlo : calcul d'intégrales et génération d'échantillons de densité donnée. Méthode d'échantillonnage moyen Vérification du théorème centrale limite Méthode de la transformée inverse Introduction aux chaînes de Markov discrètes Equation de Chapman-Kolmogorov Introduction au Bootstrap pour calculer des intervalles de confiance
Prérequis	Bonne maîtrise de Python + méthodes statistiques de base
Horaire encadré	20 h
Enseignants	CHAUVIERE Cédric
Responsable	CHAUVIERE Cédric

### 5. Statistique inférentielle

ECTS	3,5
Objectifs	Étudier des modèles statistiques simples, essentiellement dans le cadre iid Maîtriser les méthodes d'inférence : estimation, intervalle de confiance



	Savoir utiliser les approximations asymptotiques et les méthodes Bootstrap Être capable de construire un test statistique, d'en maîtriser l'interprétation. Savoir calculer le nombre d'expériences nécessaire pour obtenir une puissance de test souhaitée.
Acquis de l'apprentissage	L'étudiant a acquis la construction des modèles statistiques simples et sait proposer des méthodes d'inférence adaptées (M) Il sait construire un test statistique et un intervalle de confiance (M) Il sait interpréter des tests et des intervalles de confiances dans des situations courantes (M)
Description	Modèle statistique Théorie de la décision Méthodes d'estimation et intervalles de confiance Construction des tests d'hypothèses, niveau, puissance Approximations asymptotiques et méthodes Bootstrap
Horaire encadré	54 h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignants	DRUILHET Pierre
Responsable	DRUILHET Pierre

## B. UE5 SC. TECH. INFORMATION et INGENIERIE 2 (11 ECTS)

### 1. Modélisation

ECTS	2
Objectifs	Consolider les connaissances des outils mathématiques et informatiques
Éléments de cours	Analyse numérique Bases de données
Références bibliographiques	Optimisation et contrôle des systèmes linéaires, Bergounioux M, Dunod (2001)
Horaire encadré	52,5 h
Travail personnel	25 h
Responsable	AUGIER Adeline

#### a. Analyse numérique

Coefficient	1,5
Objectifs	Résolution de systèmes linéaires
Acquis de l'apprentissage	Être capable d'identifier un problème numérique (M) Savoir choisir une méthode de résolution (A) Être capable d'analyser un résultat (A)
Description	Méthodes directes et itératives de résolution des systèmes linéaires Interpolation et approximation de fonctions Dérivation et intégration numérique Résolution d'équations non-linéaires Résolution numérique d'équations différentielles
Horaire encadré	35 h
Évaluation	Examen final
Références bibliographiques	Analyse numérique, SCHATZMAN M, Inter-éditions, Paris Analyse numérique, J-P. DEMAILLY, EDP sciences, Collection Grenoble Sciences
Enseignants	AUGIER Adeline, FONTAINE Jean-Pierre, CHAUVIERE Cédric, SCHENKEL Claire, POUGHON Laurent
Responsable	AUGIER Adeline

#### b. Bases de données

Coefficient	0,5
Objectifs	Savoir définir et manipuler une base de données relationnelle



Acquis de l'apprentissage	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
Horaire encadré	17,5 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Bases de données, Gardarin G, Ed. Eyrolles - 2002 SQL pour Oracle, 2010, Soutou C., Eyrolles Ed.
Enseignants	DE VAULX Christophe, BOUET Marinette, EL RACHKIDY Nancy
Responsable	BOUET Marinette

## 2. Machine Learning 1

ECTS	2
Objectifs	Apprendre les bases du machine learning
Acquis de l'apprentissage	Savoir quel modèle utiliser en fonction du problème posé.
Description	Linear regression with one variable Linear regression with multiple variables Logistic regression Regularization Neural network: learning Support vector machine Unsupervised learning Dimensionality reduction Anomaly detection Recommender system
Horaire encadré	24 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Cours Stanfore Andrew Ng
Prérequis	Optimisation, Python
Enseignants	CHAUVIERE Cédric, LEGER Stéphanie
Responsable	CHAUVIERE Cédric

## 3. Informatique 2

ECTS	7
Objectifs	Maîtriser le processus complet de résolution de problèmes simples du « monde réel », depuis la modélisation jusqu'à l'implémentation sur machine, en passant par les techniques de l'optimisation linéaire et de l'algorithmique appuyées sur les structures de données de base.
Éléments de cours	Algorithmique Recherche opérationnelle Complément de langage C Les bases du Python Machine Learning
Prérequis	Algorithmique du tronc commun, bases d'algèbre linéaire et de calcul matriciel.
Horaire encadré	134 h
Travail personnel	40 h

### a. Algorithmique

Coefficient	4,5
Objectifs	Comprendre les Type Abstrait de Données (TAD)



	Connaître les TAD conteneurs Savoir utiliser les connaissances dans le cadre d'un projet grandeur nature réaliser en groupe Acquérir une culture générale informatique
Acquis de l'apprentissage	Connaître 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 Abstraits de Données TAD conteneurs linéaires (listes) TAD conteneurs hiérarchiques (arbres et graphes)
Horaire encadré	52 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Introduction to algorithms, 2 nd edition, Cormen TH, Leiserson CE, Rivest RL, Stein Clifford, McGraw-Hill Book Company (2001)
Enseignants	BEAUDOU Laurent
Responsable	BEAUDOU Laurent

### b. Langage C 2

Coefficient	2,5
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 de l'apprentissage	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
Horaire encadré	28 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Programmer en langage C, Delannoy C, Eyrolles (1996) Le Langage C, 2nde édition, Kernighan BW, Ritchie DM, Masson (1990)
Prérequis	Algorithmique
Enseignants	BOUET Marinette
Responsable	BOUET Marinette

## C. UE6 Sciences Humaines et Sociales 2 (5 5CTS)

### 1. Communication 2

Coefficient	3
Objectifs	Améliorer les compétences en communication, développer la confiance et l'autonomie en français et en langues étrangères
Éléments de cours	Expression-Communication-Culture 2 Anglais 2 Seconde langue



	Français renforcé
Horaire encadré	82 h
Travail personnel	24 h
Responsable	BOUSSET Bénédicte

a. E2C 2

Coefficient	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 de l'apprentissage	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.
Horaire encadré	16 h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignants	BOUSSET Bénédicte
Responsable	BOUSSET Bénédicte

b. Anglais 2

Coefficient	1
Objectifs	Obtention du niveau B2 du Cadre Européen de Référence pour les langues : TOEIC 800
Acquis de l'apprentissage	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
Horaire encadré	20 h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignants	BOUSSET Bénédicte, FONTAINE Teresa,
Responsable	BOUSSET Bénédicte

c. Seconde langue



Objectifs	Conforter le niveau en seconde langue
Acquis de l'apprentissage	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	Espagnol : <ul style="list-style-type: none"> <li>Géographie, économie, institution de L'Espagne et des pays d'Amérique Latine ; spécificités</li> <li>Points grammaticaux sur les spécificités de la langue</li> </ul> Allemand : <ul style="list-style-type: none"> <li>Compréhension et expression écrite</li> <li>Compte-rendu de documents audio et vidéo, débats</li> <li>Reprise des points grammaticaux en fonction des besoins</li> </ul> Italien : <ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction à la langue : grammaire, vocabulaire et spécificités culturelles pour niveau débutant.</li> <li>Compréhension et expression écrite pour niveaux avancés.</li> <li>Reprise des points grammaticaux pour les niveaux plus avancés</li> <li>Culture générale, politique, éducation, histoire pour tous</li> </ul>
Enseignants	FONTAINE Teresa, LEHNER Susanne, COLINA, Zulimar
Responsable	FONTAINE Teresa

#### d. Français renforcé

Objectifs	Renforcer les connaissances en orthographe et réviser le fonctionnement grammatical de la phrase
Acquis de l'apprentissage	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	14 h
Responsable	QUANQUIN Véronique

## 2. DDRS 2

Coefficient	1
Objectifs	
Éléments de cours	
Horaire encadré	
Travail personnel	
Responsable	AUDONET Fabrice – BOUET Marinette

## 3. Sciences sociales 2

Coefficient	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
Éléments de cours	Ouverture : projet Ouverture : responsable d'association



	Ouverture : SHBN
Horaire encadré	14 h
Responsable	CABAGNOLS Alexandre

a. Ouverture projet

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 de l'apprentissage	Savoir travailler en groupe (M)
Description	Gestion de projet tutoré
Horaire encadré	2,4 h
Responsable	CABAGNOLS Alexandre

b. Ouverture responsable d'association

Objectifs	Valider les activités associatives des responsables
Acquis de l'apprentissage	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	14 h
Enseignants	CREULY Catherine
Responsable	CREULY Catherine

c. Ouverture SHBN

Objectifs	Valider les activités des sportifs de haut et bon niveau
Acquis de l'apprentissage	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	14 h
Responsable	CREULY Catherine

## 4. Stratégie d'innovation

Coefficient	1
Acquis de l'apprentissage	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)
Descriptif	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
Horaire encadré	16,5 h



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
Responsable	CABAGNOLS Alexandre

## D. UE7 Stage (2 ECTS)

ECTS	2
Objectifs	Effectuer un stage pour découvrir le monde de l'entreprise
Responsable	LEGER Stéphanie



### III. Semestre 7 (30 ECTS)

#### A. UE1 SCIENCES FONDAMENTALES 1 (10 ECTS)

##### 1. Méthodes numériques et simulation 1

ECTS	2,5
Objectifs	Présentation des principales familles d'équations aux dérivées partielles, analyse et discrétisation par des méthodes aux différences finies.
Acquis de l'apprentissage	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 stabilités 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 : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discrétisation d'une dérivée première, d'une dérivée seconde.</li> <li>• Stabilité et consistance d'un schéma numérique.</li> <li>• Analyse de convergence d'un schéma numérique.</li> <li>• Implémentation en python.</li> </ul>
Horaire encadré	56 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Numerical Solution of Partial Differential Equations, Morton KW, Mayers DF, Cambridge University Press (1994)
Enseignants	BOUCHON François
Responsable	BOUCHON François

##### 2. Méthodes numériques et simulation 2

ECTS	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 de l'apprentissage	L'étudiant sait mettre sous forme variationnelle une EDP elliptique et maîtrise l'approximation par éléments finis.(M) L'étudiant maîtrise a 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, théorèmes de trace et de compacité. 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)
Évaluation	Contrôle continu
Horaire encadré	46 h
Travail personnel	20 h
Enseignants	BOUCHON François
Responsable	BOUCHON François

### 3. Modèles de régression

Coefficient	1,5
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 de l'apprentissage	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) Évaluation d'un classifieur (4h) Régression logistique conditionnelle (2h)
Évaluation	Contrôle continu
Horaire encadré	34 h
Références bibliographiques	Azaïs Bardet « Le modèle linéaire par l'exemple » Dunod Agresti, « Catégorical data analysis », Wiley, 2002
Enseignants	DRUILHET Pierre
Responsable	DRUILHET Pierre

### 4. Machine learning 2

Coefficient	1,5
Objectifs	Approfondir les connaissances sur les mécanismes de l'apprentissage statistique Acquérir les méthodes de validation Savoir utiliser les outils standards de Scikit-Learn
Acquis de l'apprentissage	Savoir choisir et mettre en œuvre une méthode d'apprentissage statistique classique (A)
Description	Introduction à l'apprentissage Prise en main de Scikit-Learn Clustering (Kmeans et rappel CHA) Étude de la corrélation Méthodes de discrétisation Arbre de décision K plus proches voisins
Évaluation	Contrôle continu
Horaire encadré	28 h
Enseignants	LEGER Stéphanie
Responsable	LEGER Stéphanie

### 5. Deep learning 1

Coefficient	2
Objectifs	Coder un réseau de neurones simple utilisant des méthodes d'optimisation modernes pour faire l'apprentissage. Ceci doit permettre de comprendre le rôle des différents hyper-paramètres qui devront être définis lors de l'utilisation de la librairie Keras/TensorFlow.
Acquis de l'apprentissage	Savoir utiliser des bibliothèques Python (Keras/TensorFlow) pour la résolution de problèmes de machine learning avec des algorithmes d'apprentissage profond.



	Connaître les différents types de réseaux de neurones et savoir dans quel contexte les utiliser. Savoir détecter et traiter le sous/sur apprentissage.
Description	<p>Rappels de ce qu'est un réseau de neurone dense. Codage « à la main » d'un réseau de neurones dense et de différentes méthodes d'optimisation pour faire l'apprentissage : calcul du gradient par backpropagation, gradient stochastique avec mini-lots, momentum, Adam, RMSprop...</p> <p>Implémentation avec Keras de différents types de réseaux de neurones pour faire de la régression ou de la classification :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- réseau de neurones denses</li> <li>- réseaux de neurones convolutionnels</li> <li>- réseaux de neurones LSTM et GRU</li> <li>- réseaux de neurones récurrents</li> <li>- autoencodeurs</li> </ul> <p>Régularisation L1, L2, dropout. Utilisation de l'API Keras pour construire des réseaux de neurones complexes (multi-entrées/multi sorties).</p>
Prérequis	Bonne maîtrise de Python + cours « Optimisation pour le machine learning »
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	<p>Neural Networks and Deep Learning, Michael Nielsen <a href="http://neuralnetworksanddeeplearning.com">http://neuralnetworksanddeeplearning.com</a> Deep Learning with Python, François Chollet, Manning.</p>
Horaire encadré	42 h
Enseignants	CHAUVIERE Cédric
Responsable	CHAUVIERE Cédric

## B. UE2 SC. TECH. INFORMATION et INGENIERIE 1 (12 ECTS)

### 1. C++

ECTS	1,5
Objectifs	<p>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</p>
Acquis de l'apprentissage	<p>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.</p>
Description	<p>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</p>
Horaire encadré	40 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Le langage C++, 4e édition, Stroustrup B, Pearson Education France (2003)
Prérequis	Génie logiciel / UML
Enseignants	DE VAULX Christophe
Responsable	DE VAULX Christophe

## 2. Bases de données relationnelles

ECTS	2
Objectifs	<p>Être à l'aise avec la manipulation de bases de données relationnelles</p> <p>Acquérir une bonne démarche de conception et de mise en place d'une base de données</p> <p>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)</p> <p>Savoir créer et faire évoluer une base de données</p> <p>Savoir interroger une base de données</p> <p>Connaître et savoir écrire un programme PL/SQL</p> <p>Notion de déclencheur (trigger)</p> <p>Qu'est-ce que l'intégration de bases de données ?</p> <p>Accès à des bases de données distantes</p>
Acquis de l'apprentissage	<p>Concevoir une base de données relationnelles (M)</p> <p>Implémenter et interroger une base de données relationnelles (M)</p> <p>Langage PL/SQL</p> <p>Ecriture de trigger</p> <p>Exécution de requêtes sur une base de données distante à partir d'une base de données locale</p>
Description	<p>Présentation générale (principes des SGBDs, mode de fonctionnement...)</p> <p>Modèle relationnel et langages relationnels (concepts, Algèbre relationnelle, calcul relationnel)</p> <p>Langage SQL (LDD, LMD, LCT, LCD)</p> <p>Modèle conceptuel : Entité/Association étendu</p> <p>Théorie de la normalisation</p> <p>Langage PL/SQL : syntaxe, bloc, curseur, procédure, fonction, trigger...</p> <p>Exécution de requêtes sur une base de données distante à partir d'une base de données locale : liens, synonymes...</p>
Horaire encadré	52 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	<p>Bases de données, Gardarin G, Eyrolles (2002)</p> <p>Modélisation objet avec UML, 2nde édition, Muller PA, Gaertner N, Eyrolles (2000)</p> <p>SQL pour Oracle, Soutou C, Eyrolles (2004)</p>
Prérequis	Bases de données Tronc Commun (1ère année)
Enseignants	BOUET Marinette
Responsable	BOUET Marinette

## 3. Génie logiciel UML

ECTS	2,5
Objectifs	<p>Connaître le contexte et les usages de développement informatique</p> <p>Savoir utiliser les diagrammes de classes UML</p> <p>Savoir rédiger la documentation liée au développement d'un logiciel (manuel développeur)</p> <p>Savoir travailler en équipe</p> <p>Savoir gérer une équipe</p> <p>Être à l'aise avec l'orienté objet (conception et programmation)</p> <p>Savoir rédiger la documentation liée au développement d'une application informatique (manuel utilisateur et manuel développeur)</p> <p>Savoir travailler en équipe</p> <p>Appliquer les principaux concepts de la conception et de la programmation orientées objet dans le cadre d'un projet de développement informatique</p>
Acquis de l'apprentissage	<p>Avoir une vision générale sur les processus de développement (N)</p> <p>Être capable d'utiliser UML pour spécifier une application informatique (A)</p> <p>Être capable de définir et de réaliser une IHM et être capable de mener à bien un projet de développement informatique (A).</p>
Description	<p>Génie Logiciel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition et objectifs du génie logiciel</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus de développement</li> <li>• Qualités d'un logiciel (concepts généraux)</li> <li>• Généralités sur les méthodes d'analyse et de conception</li> <li>• Concepts de l'orienté objet</li> </ul> <p>UML</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Vue fonctionnelle et diagrammes associés</li> <li>• Vue statique et diagrammes associés</li> <li>• Vue dynamique et diagrammes associés</li> <li>• Étude de cas</li> </ul>
Horaire encadré	64 h
Évaluation	Contrôle continu
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)
Prérequis	Informatique Tronc Commun, Compléments de langage C Langage C++, Génie logiciel / UML
Enseignants	BOUET Marinette, DE VAULX Christophe
Responsables	BOUET Marinette

#### 4. Python avancé

ECTS	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 de l'apprentissage	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
Horaire encadré	26 h
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 – 3 <sup>ème</sup> édition, G. Swinnen, Eyrolles (2021) Apprendre la programmation orientée objet avec le langage Python, 2 <sup>nde</sup> édition, V. Boucheny, ENI (2020)
Évaluation	Contrôle continu
Prérequis	Les bases de Python, bases de données relationnelles
Enseignants	BOUET Marinette
Responsable	BOUET Marinette



## 5. Java 1

Coefficient	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 de l'apprentissage	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
Évaluation	Contrôle continu
Prérequis	Langage C++, Génie logiciel / UML
Horaire encadré	18 h
Enseignants	DE VAULX Christophe
Responsable	DE VAULX Christophe

## 6. Informatique avancée

Coefficient	1
Objectifs	A définir
Acquis de l'apprentissage	
Description	
Évaluation	Contrôle continu
Prérequis	
Horaire encadré	30 h
Enseignants	DE VAULX Christophe
Responsable	DE VAULX Christophe

## 7. Projet

ECTS	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 de l'apprentissage	Assurer une veille technologique sur un jeux (M) S'approprier des méthodes de résolution de problèmes (M) Communiquer de manière claire sur un sujet nouveau (M)
Horaire encadré	10 h
Travail personnel	70 h
Évaluation	Rapport + soutenance
Responsable	CHAUVIÈRE Cédric

## C. UE3 Sciences Humaines et Sociales 1 (7 ECTS)

### 1. Choix langue

ECTS	2
Éléments de cours	Anglais LV1 Seconde langue



a. Anglais LV1

Coefficient	1
Acquis de l'apprentissage	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)
Descriptif	Remédiation TOEIC si nécessaire Travail sur textes/vidéos/enregistrements audio dans le domaine de spécialisation Revue de presse/exposés Débats et discussions
Horaire encadré	50 h
Évaluation	Contrôle continu
Responsable	BOUSSET Bénédicte
Enseignants	FONTAINE Teresa

b. Seconde langue

Objectifs	Conforter le niveau en seconde langue
Acquis de l'apprentissage	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	Espagnol : <ul style="list-style-type: none"> <li>Géographie, économie, institution de L'Espagne et des pays d'Amérique Latine ; spécificités</li> <li>Points grammaticaux sur les spécificités de la langue</li> </ul> Allemand : <ul style="list-style-type: none"> <li>Compréhension et expression écrite</li> <li>Compte-rendu de documents audio et vidéo, débats</li> <li>Reprise des points grammaticaux en fonction des besoins</li> </ul> Italien : <ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction à la langue : grammaire, vocabulaire et spécificités culturelles pour niveau débutant.</li> <li>Compréhension et expression écrite pour niveaux avancés.</li> <li>Reprise des points grammaticaux pour les niveaux plus avancés</li> <li>Culture générale, politique, éducation, histoire pour tous</li> </ul>
Enseignants	FONTAINE Teresa, LEHNER Susanne, COLINA, Zulimar
Responsable	FONTAINE Teresa

2. Gestion

Coefficient	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 de l'apprentissage	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
Horaire encadré	26,5 h
Évaluation	Contrôle continu
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)



Enseignants	CABAGNOLS Alexandre
Responsable	CABAGNOLS Alexandre

### 3. Droit

Coefficient	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 de l'apprentissage	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
Horaire encadré	16 h
Évaluation	Contrôle continu
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)
Enseignants	MASDEU Julie
Responsable	MASDEU Julie

### 4. Communication

Coefficient	1
Objectifs	Initier la recherche d'emploi, acquérir les techniques de rapport de projet, de stage et de soutenance, acquérir des capacités et techniques de communication spécifiques et initiation au monde du travail
Acquis de l'apprentissage	Être capable de faire un CV, écrire une lettre de demande de stage (connaissance de soi en termes de savoirs, savoir-faire, savoir être ? apprendre à mettre en mots, illustrer et argumenter) (A) Être capable de communiquer de manière spécifique (Rapport de stage, de projet) (M) Être capable de s'exprimer avec aisance dans la vie courante et dans un contexte professionnel (stage) et savoir rendre compte d'un travail à l'oral (soutenance de stage et de projet) (M)
Description	Projet Personnel et professionnel (connaissance de soi et recherche d'emploi) Revue de presse culturelles et exposés sur le monde du travail Débats et discussions Rapport de projet/stage et soutenance : cours théorique, exemples analysés en groupe, travaux sur des points spécifiques comme l'introduction, conclusion, expression de la problématique
Horaire encadré	18 h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignants	BOUSSET Bénédicte
Responsable	BOUSSET Bénédicte

### 5. Management & Sciences Humaines

ECTS	1,5
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 de l'apprentissage	<p>Manager des collaborateurs (management d'équipe) et des groupes d'individus (management transversal) (N)</p> <p>Acquérir les outils psychologiques et sociologiques facilitant la prise de décision, la négociation et l'adaptation de l'ingénieur au monde du travail (A)</p> <p>Gérer sa communication verbale, non verbale et sa posture d'écoute (A)</p> <p>Animer des réunions (A)</p> <p>Gérer les conflits (A)</p> <p>Savoir écouter, négocier (A)</p> <p>Être force de proposition (A)</p>
Descriptif	<p>Plan</p> <p>Introduction : présentation du plan, de l'évaluation et du site du cours en ligne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Initiation à la sociologie</li> </ul> <p>Définition et histoire de la sociologie</p> <p>Normes sociales, déviance et socialisation</p> <p>Stratification sociale et déterminismes sociaux</p> <p>Les implicites dans la communication (mise en situation)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Initiation la psychologie</li> </ul> <p>Définition et histoire de la psychologie</p> <p>Le conformisme</p> <p>La soumission à l'autorité</p> <p>Engagement et la soumission librement consentie</p> <p>Stéréotypes</p> <p>Les représentations sociales, stéréotypes et discriminations</p> <p>Dynamique de groupe et leadership (mise en situation)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Initiation au management</li> </ul> <p>Les fonctions du manager</p> <p>Le management situationnel</p> <p>Les attentes du collaborateur</p> <p>L'entretien professionnel : écoute active, gestion de la posture, questionner, recruter</p> <p>Argumentation et négociation</p> <p>Exercices pratiques de management d'équipe, d'écoute active, d'argumentation, de négociation, de conduite de réunion (réunion de prise de décision, de résolution de problème, de négociation avec les instances représentatives du personnel)</p> <p>Exercices pratiques de management d'équipe, d'écoute active, d'argumentation, de négociation, de prise de parole en public, de gestion de conflit, de recrutement (en tant que candidat et de recruteur), de conduite de réunion (réunion de prise de décision, de résolution de problème, de négociation avec les instances représentatives du personnel)</p> <p>Exercice pratique : contacter, rencontrer et questionner un manager ou une manageuse exerçant dans le domaine d'activité des étudiants, puis réunis en groupes interdépartements, les étudiants sont invités à synthétiser leur collecte d'informations en proposant des solutions aux écueils identifiés.</p>
Horaire encadré	36 h
Travail personnel	20 h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignants	SAUVAYRE Romy
Responsable	SAUVAYRE Romy

## D. UE4 Engagement personnel et citoyen (1 ECTS)

Voir annexes 1.



## IV. Semestre 8 (30 ECTS)

### A. UE5 Stage (30 ECTS)

ECTS	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 de l'apprentissage	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)
Évaluation	Rapport + soutenance
Horaire encadré	5 h
Responsable	AUGIER Adeline

## V. Semestre 9 (30 ECTS)

### A. UE1 Poly'Compétences (6 ECTS)

#### a. Polytech'Imagerie numérique

ECTS	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 de l'apprentissage	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)
Descriptif	<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>• Lsuivi multi-objets,</li> <li>• Détection d'objets par apprentissage profond,</li> <li>• Localisation planaire pour la réalité augmentée</li> </ul>
Horaire encadré	72 h
Enseignants	CHATEAU Thierry, TILMANT Christophe, TOMCZAK Regis
Responsable	CHATEAU Thierry

#### b. Polytech'Recherche

ECTS	6
Objectifs	Découvrir les métiers de la recherche par un suivi en parallèle d'un Master de l'Université Clermont Auvergne
Acquis de l'apprentissage	Acquérir des compétences spécifiques dans un domaine scientifique précis (M) Être capable de mettre en place un projet de recherche (M)
Descriptif	<p>MASTER accessibles en 2020/2021 :</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> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <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>
Horaire encadré	75 h
Responsable	CHAUVIÈRE Cédric

### c. Polytech'Entrepreneuriat

ECTS	6
Objectifs	<p>Au cœur 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.</p> <p>Dans un contexte d'innovation permanente, ce sont ces mêmes compétences que les entreprises attendent de leurs chefs de projets.</p> <p>Cette Polycompétence doit donner des outils pratiques permettant à l'élève ingénieur d'articuler efficacement des compétences technologiques et économiques</p>
Acquis de l'apprentissage	<p>Concevoir, administrer et traiter une étude de marché (A)</p> <p>Proposer une stratégie marketing, concevoir un business model (A)</p> <p>Concevoir une politique marketing et la programmer (A)</p> <p>Articuler prévisions marketings et prévisions financières (A)</p> <p>Établir les principaux documents financiers prévisionnels (A)</p> <p>Choisir des statuts juridiques (dans le cas de la création) (A)</p> <p>Choisir des modes de financement adaptés (N)</p> <p>Rédiger et présenter un business plan (A)</p>
Descriptif	<p>3 parcours sont proposés au choix :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Étudiants 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)</li> <li>• Étudiants 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)</li> <li>• Étudiants 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)</li> </ul>
Horaire encadré	75 h
Travail personnel	30 h
Références Bibliographiques	<p>Business Model: Nouvelle Génération (Paris: Pearson, 2011), Alexander Osterwalder et Yves Pigneur</p> <p>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,</p> <p>Entrepreneuriat (Pearson Education, 2009), Michel Coster</p> <p>Stratégie et marketing de l'innovation technologique - 3ème édition</p>



	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
Enseignants	CABAGNOLS Alexandre
Responsable	CABAGNOLS Alexandre

#### d. Polytech'Gestion environnementale

ECTS	6
Objectifs	Sensibiliser au développement durable. Maîtriser la qualité totale
Acquis de l'apprentissage	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)
Descriptif	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
Travail personnel	30 h
Responsable	BATIER Lionel

#### e. Polytech'Management

ECTS	6
Acquis de l'apprentissage	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)
Descriptif	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
Horaire encadré	50 h
Travail personnel	25 h
Responsable	SAUVAYRE Romy

#### f. Polytech'Mon projet 5A

ECTS	6
------	---



Acquis de l'apprentissage	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)
Descriptif	Au cours du S8 : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Présentation/défense du sujet devant un jury qui valide ou non le projet comme étant éligible à la Polycompétence "Polytech'Mon projet 5A"</li> </ul> Au cours du S9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation du projet sous la tutelle d'un enseignant référent</li> <li>• Présentation des résultats et bilan par rapport aux objectifs initiaux</li> </ul>
Horaire encadré	10 h
Travail personnel	60 h
Responsable	POUGHON Laurent

### g. Polytech'Contrat Pro

ECTS	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 5 <sup>ème</sup> 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 de l'apprentissage	Apprentissage du monde de l'entreprise, Montée en compétences, Autonomie ?
Descriptif	Lié à la problématique de l'entreprise.
Horaire encadré	10h
Travail personnel	15h
Responsable	BOUET Marinette

## B. UE2 Modules IMDS5 (16 ECTS)

ECTS	16
Éléments de cours	Optimisation et simulation Modules aux choix : chaque étudiant choisi 3 modules parmi ceux listés ci-dessous : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apprentissage statistique</li> <li>• Big data et intelligence artificielle</li> <li>• Modélisation par apprentissage et applications dans un contexte industriel</li> <li>• Électromagnétisme</li> <li>• Recherche opérationnelle</li> <li>• Mécanique des fluides</li> <li>• Biostat ou Statistique Bayésienne et analyse de survie</li> </ul> Projet
Responsable	BOUCHON François

### 1. Optimisation et simulation

ECTS	5
Objectifs	Ce module contient les derniers éléments de tronc commun à tous les étudiants du département IMDS :



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présentation des conditions d'optimalité et d'algorithmes pour l'optimisation (en dimension finie) avec contraintes.</li> <li>• Doter l'étudiant des outils de base nécessaires au calcul stochastique numérique, avec application à la simulation des processus et champs aléatoires.</li> <li>• Notions complémentaires du langage Java</li> <li>• Introduction au calcul parallèle</li> </ul>
Éléments de cours	Optimisation Introduction au calcul stochastique Programmation parallèle Java
Horaire encadré	72 h
Travail personnel	15 h
Responsable	BOUCHON François

a. Deep learning 2

Coefficient	1
Objectifs	Savoir traiter les contraintes dans des problèmes d'optimisation modélisés par des réseaux de neurones.
Acquis de l'apprentissage	Savoir reformuler un problème avec contraintes en un problème sans contraintes (méthode des multiplicateurs de Lagrange, méthodes par pénalisation). Savoir pénaliser un réseau de neurones par un autre réseau de neurones.
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Méthodes des multiplicateurs de Lagrange pour traiter les contraintes d'égalité</li> <li>- Exemples analytiques</li> <li>- Application sur des modèles de deep learning</li> <li>- Introduction aux contraintes d'inégalités, contraintes actives, contraintes inactives, conditions KKT</li> <li>- Méthodes de pénalisation</li> <li>- Application sur des modèles de deep learning</li> <li>- Application de contraintes sur un modèle de deep learning en modifiant la fonction coût</li> <li>- Application de contraintes en conditionnant un réseau de neurones par un second réseau de neurones</li> </ul>
Horaire encadré	20 h
Prérequis	Bonne maîtrise de Python + cours « Deep learning 1 »
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Deep Learning with Python, François Chollet, Manning.
Enseignant	CHAUVIÈRE Cédric

b. Deep learning appliqué à la finance

Coefficient	1
Objectifs	Appliquer des algorithmes de deep learning à des problèmes rencontrés en finance
Acquis de l'apprentissage	Savoir choisir un algorithme adapté au problème à résoudre et l'implémenter en respectant les règles de l'art.
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réplication d'indices avec des autoencodeurs</li> <li>- Prédiction de volatilité avec des réseaux de neurones LSTM ou GRU</li> <li>- Allocation d'actifs avec des réseaux de neurones hybrides LSTM/CNN</li> <li>- Utilisation de l'analyse de sentiments dans la finance</li> <li>- Mesure de risque en utilisant des réseaux GAN</li> </ul>
Prérequis	Cours deep learning 1 + deep learning 2
Horaire encadré	18
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Hands on Deep Learning for Finance, L. Troiano, A. Bhandari, E. Mejuto Vila, Packt.
Enseignant	CHAUVIÈRE Cédric

c. Programmation parallèle

Coefficient	1
Objectifs	Acquérir les bases nécessaires à l'écriture de programmes de simulations numériques parallèles à l'aide de la bibliothèque de passage de messages MPI.
Acquis de l'apprentissage	Être capable de mettre en œuvre, à l'aide de communications explicites, des algorithmes parallèles sur des clusters de machines de calcul (M).
Description	Introduction aux architectures parallèles Principes de base et environnement de la bibliothèque de communications MPI Communications point à point Communications collectives Types de données dérivés
Horaire encadré	20 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	MPI: The Complete Reference - 2nd Edition, Volume 2 - The MPI-2 Extensions, Gropp W, Huss-Lederman S, Lumsdaine A, Lusk E, Nitzberg B, Saphir W, Snir M, The MIT Press (1998) Using MPI, 2nd Edition, Gropp W, Lusk E, Skjellum A, The MIT Press (1999)
Enseignant	DUBOIS Thierry

d. Java avancé

Coefficient	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 de l'apprentissage	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
Horaire encadré	14 h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignant	DE VAULX Christophe

2. Apprentissage statistique

ECTS	3
Éléments de cours	Hadoop et Spark Modèles mixtes et plans d'expérience Apprentissage à noyaux en python
Horaire encadré	50 h
Responsable	DRUILHET Pierre

a. Hadoop et Spark

Coefficient	1
Objectifs	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.  Comprendre la différence entre le scaling horizontal et le scaling vertical.  Comprendre la différence entre MapReduce et Spark.  Faire des exercices de lecture et transformation de la donnée avec Spark SQL et Pyspark  Faire des exercices en Machine Learning avec Spark ML Lib.



Acquis de l'apprentissage	Maîtrise des techniques de mise en œuvre 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 œuvre sous Databricks et Anaconda.
Horaire encadré	14 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	
Enseignant	JOSHI Yash

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

Coefficient	2
Objectifs	Etre capable d'identifier le caractère fixe ou aléatoire d'un facteur. 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 de l'apprentissage	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) Plan avec système de blocage simple ou complexe. (6h), Plan en cross-over, Plans fractionnaires (4h). Plan pour surface de réponse (2h).
Horaire encadré	26 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Tinsson, W. , construction et analyse de plan d'expérience, Wiley, 2010
Enseignant	DRUILHET Pierre

### c. Apprentissage à noyaux en Python

Coefficient	1
Objectifs	Comprendre la notion de noyau Maîtriser la validation des modèles Savoir adapter une méthode à noyau au type de problème posé
Acquis de l'apprentissage	Être capable de choisir et mettre en œuvre de manière contrôlée un algorithme de type SVM (A)
Description	Introduction aux noyaux Classification (SVM) Régression (SVR) Détection de nouveauté (One-Class)
Horaire encadré	10 h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignant	BARRA Vincent

## 3. Big data et intelligence artificielle

ECTS	3
Objectifs	Connaitre les grandes phases (stockage, interrogation, exploitation) Avoir manipulé quelques outils principaux de chaque phase
Acquis de l'apprentissage	Être capable de comprendre et de modéliser une chaîne de traitement des grandes données, de leur acquisition à leur exploitation (A)



Description	Le module se découpe en 3 matières, présentant chacune un aspect du big data. Les grandes masses de données requièrent l'utilisation de méthodes dédiées pour leur stockage et leur interrogation, qui sont abordées en Entrepôt de données et en Base de données NoSQL. Par ailleurs, une approche récente et efficace de leur exploitation est le Deep Learning, une famille d'algorithmes d'apprentissages particulièrement adaptée aux grandes dimensions, dont les bases sont présentées dans la matière "Deep Learning".
Éléments de cours	Bases de données NoSQL ? Entrepôts de données
Horaire encadré	49 h
Responsable	BOUET Marinette

a. Bases de données NoSQL

Coefficient	2
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 de l'apprentissage	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.
Horaire encadré	22 h
Évaluation	Contrôle continu
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)
Enseignant	BOUET Marinette

b. ?

Coefficient	1
Objectifs	A définir
Acquis de l'apprentissage	A définir
Description	A définir
Horaire encadré	11 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	A définir
Enseignant	?

c. Entrepôts de données

Coefficient	1
Objectifs	Être en mesure d'intervenir sur n'importe quelle étape de mise en œuvre d'un entrepôt de données (modélisation, ETL, OLAP)



Acquis de l'apprentissage	Capacité à intervenir sur n'importe quelle étape de mise en œuvre d'un entrepôt de données (modélisation, ETL, OLAP) (A)
Description	Introduction à l'informatique décisionnelle Modélisation et conception de systèmes multidimensionnels Le processus ETL Approches OLAP Performances
Horaire encadré	16 h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignants	DE SOUSA Gil

#### 4. Modélisation par apprentissage et applications dans un contexte industriel

ECTS	3
Éléments de cours	Prédiction par apprentissage Réduction de modèle par apprentissage de simulations HF Transfert learning appliqué à la vision artificielle L'IA au service de l'optimisation
Horaire encadré	44 h
Responsable	BOUCHON François

##### a. Prédiction par apprentissage

Coefficient	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 prédiction par apprentissage (minimisation d'une fonction coût). Mise en oeuvre dans un contexte appliqué sur des données fournies par la société Michelin.
Acquis de l'apprentissage	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.
Description	- Prédiction par apprentissage, - performance prédictive, - analyse de sensibilité.
Horaire encadré	16 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	
Enseignant	Emeline Queguiner & Clément Linarès (MICHELIN)

##### b. Réduction de modèle par apprentissage de simulations HF

Coefficient	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 de l'apprentissage	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.
Horaire encadré	10 h



Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	
Enseignant	Thibault DAIRAY (MICHELIN)

c. Transfer learning appliqué à la vision artificielle

Coefficient	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 de l'apprentissage	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.
Horaire encadré	10 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	
Enseignant	Vincent ARVIS (MICHELIN)

d. L'IA au service de l'optimisation

Coefficient	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 de l'apprentissage	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.
Horaire encadré	10 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	
Enseignant	Teddy VIRIN (MICHELIN)

5. Recherche opérationnelle

ECTS	3
Objectifs	Résolution des problèmes n'admettant pas de formulation compacte par la programmation entière par des techniques générales avancées. Recherche opérationnelle pour les problèmes de transport, d'ordonnancement, et de gestion de production.
Éléments de cours	Programmation par contraintes Optimisation combinatoire Ordonnancement de la production et du transport
Horaire encadré	50 h
Responsable	Bouchon François



a. Programmation par contraintes

Coefficient	1
Objectifs	Formulation, modélisation et implémentation des problèmes combinatoires en Programmation Par Contraintes (PPC).
Acquis de l'apprentissage	Capacité à modéliser des problèmes combinatoires industriels en se basant sur les concepts de la Programmation Par Contraintes (PPC). (A) Capacité de modéliser en PPC une stratégie de résolution pouvant mener à une solution quasi-optimale de bonne qualité dans un temps limité (quelques minutes). (A) Capacité de développer un prototype industriel complet en réalisant l'ensemble des étapes : modélisation objet (UML), modélisation du problème combinatoire avec les concepts PPC, programmation de l'application en utilisant Choco (un système PPC écrit entièrement en Java). (A)
Description	Compléments de Recherche Opérationnelle. Étude d'exemples de modèles pour les problèmes d'ordonnement en production court et moyen terme. Formulation en PPC des problèmes de planification des ressources (personnel, machines). Étude des techniques pour modéliser des stratégies - heuristiques pour calculer des solutions de bonne qualité. Étude du langage Choco - Java (open source) Travaux Dirigés : Objets (UML), Java et Eclipse (plateforme Java) pour la réalisation des exemples concrets de problèmes combinatoires issus de l'industrie.
Horaire encadré	12 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Open-source Constraint Programming system Choco, <a href="http://choco.sourceforge.net/">http://choco.sourceforge.net/</a> Solving sports scheduling and timetabling problems with constraint programming. Economics, Management and Optimization in Sports, Aggoun, Vazacopoulos A, Edited by Sergiy Btenko, Jaime Gil-Lafuente, Panos M. Pardalos, Springer (2003). Hybrid Optimization Techniques. In Annals of Operations Research, vol. 130, Jussien N, Laborthe F, Kluwer, Special Issue following CP-AI-OR'02 (2004)
Enseignant	BEAUDOU Laurent

b. Optimisation combinatoire

Coefficient	2
Objectifs	Approfondir la théorie et les méthodes de résolution
Acquis de l'apprentissage	Mettre en œuvre des méthodes de résolution avancée (M)
Description	Méthode des plans coupants (10h de cours) Mise en œuvre de cette méthode sur les stables (10h de TP)
Horaire encadré	22 h
Évaluation	Contrôle continu
Enseignants	Hervé KÉRIVIN

c. Ordonnement de la production et du transport

Coefficient	1
Objectifs	Présentation des outils d'aide à la décision pour les problèmes de gestion de production
Acquis de l'apprentissage	Aptitude à identifier, formaliser et analyser un problème de gestion de production (M).
Description	Présentation de la gestion de production, Problématique de la gestion des stocks, Rappels du cadre actuels (ERP...), Principe de modélisation des problèmes d'ordonnement, graphes disjonctifs, simulation, Étude des problèmes de types Job Shop, Étude des extensions,

	Études des problèmes de type RCPS, Formalisation linéaire des problèmes d'ordonnement.
Horaire encadré	16 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Optimisation Numérique - Aspects théoriques et pratiques, Bonnans JF, Gilbert JC, Lemaréchal C, Sagastizabal CGH, Springer (1987) Programmation mathématique Tomes 1 et 2, Minoux M, Dunod 1983
Enseignants	LACOMME Philippe

## 6. Mécanique des fluides

ECTS	3
Objectifs	Présenter les outils avancés du calcul scientifique, former ainsi des ingénieurs numériques. Les enseignements de ce module, communs avec le master de mathématiques, permettront à l'élève ingénieur d'approfondir ses connaissances dans l'ensemble des domaines touchant au calcul scientifique, et d'assimiler les techniques de programmations modernes.
Éléments de cours	Calcul scientifique avancé Méthodes numériques pour la mécanique des fluides TP Méthodes numériques pour la mécanique des fluides
Horaire encadré	48 h
Responsable	BOUCHON François

### a. Algorithmes génétiques

Coefficient	1
Objectifs	A faire
Acquis de l'apprentissage	A faire
Description	Cadre mathématique de l'optimisation stochastique, différences avec l'optimisation analytique ("continue"), phénomène de l'explosion combinatoire. Techniques d'accélération en Python (Cython, numba, ...) Algorithme de Metropolis-Hastings et le recuit simulé Algorithmes génétiques - différentes stratégies de croisement et sélection - applications mathématiques et industrielles - liens avec l'apprentissage automatique D'autres stratégies évolutives d'optimisation discrète.
Horaire encadré	16 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	A faire
Enseignants	Andrzej Stos

### b. Méthodes numériques pour la mécanique des fluides

Coefficient	1
Objectifs	Introduire les techniques de base nécessaires à l'analyse de stabilité et aux estimations d'erreur de schémas de discrétisation en espace et en temps des équations de Stokes et de Navier-Stokes.
Acquis de l'apprentissage	Être capable de mener une analyse de stabilité et d'erreur de schémas de discrétisation d'équations aux dérivées partielles (M).
Description	Introduction aux équations de la mécanique des fluides, Espaces fonctionnels et résultats d'existence, unicité et régularité, Analyse de schémas de semi-discrétisation en temps, Discrétisation couplée espace-temps, Méthodes de projection.
Horaire encadré	18 h
Évaluation	Contrôle continu
Références bibliographiques	Analyse fonctionnelle, Brézis H, Dunod (1994)



	Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles, Raviart PA, Thomas JM, Masson (1983) The Navier-Stokes equations, Temam R, North-Holland (1977)
Enseignants	DUBOIS Thierry

### c. TP Méthodes numériques pour la mécanique des fluides

Coefficient	1
Objectifs	Présenter l'outil FreeFem++ Résoudre numériquement sous FreeFem++ plusieurs équations aux dérivées partielles provenant de la mécanique des fluides Illustrer numériquement la convergence des méthodes
Acquis de l'apprentissage	Aptitude à écrire la formulation variationnelle d'une EDP et à implémenter sa résolution sous FreeFem++ (M) Aptitude à écrire et implémenter sous FreeFem++ des schémas de discrétisation en temps pour la résolution numérique des équations différentiels d'évolution (A) Aptitudes de post-traitement des données résultant des simulations numériques (N)
Description	Prise en main de FreeFem++. Équation de Laplace Résolution d'un problème d'évolution : schéma de discrétisation en temps pour l'équation de la chaleur. Équation de Stokes : du stationnaire à une équation d'évolution. Résolution numérique de l'équation de Navier-Stokes. Passage de la dimension deux à la dimension trois
Horaire encadré	14 h
Évaluation	Contrôle continu
Responsable	CINDEA Nicolae

## 7. Biostat

ECTS	3
Objectifs	Savoir construire et analyser une étude de survie, dans un contexte biomédical ou de fiabilité. Être capable de mener une analyse Bayésienne et planifier une expérience. Applications dans le cadre d'essais thérapeutiques.
Horaire encadré	44 h
Responsable	DRUILHET Pierre

## 8. Projet

ECTS	2
Objectifs	A partir d'un thème proposé, l'élève soit de manière autonome s'approprier une problématique et apporter des solutions personnelles.
Acquis de l'apprentissage	Assurer une veille technologique (M) S'approprier des méthodes de résolution de problèmes (M) Communiquer de manière claire sur un sujet nouveau (M)
Descriptif	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.
Horaire encadré	10 h
Travail personnel	50 h
Évaluation	Rapport
Responsable	CHAUVIERE Cédric

## C. UE3 Sciences Humaines et Sociales (8 ECTS)



ECTS	12
Objectifs	Préparation à l'intégration dans le monde de l'entreprise. Prise de conscience de l'importance du comportement et de la communication dans un groupe. Pilotage de projet, management.
Éléments de cours	Expression et communication Anglais Psycho-sociologie
Horaire encadré	60 h
Travail personnel	30 h
Responsable	FONTAINE Teresa

a. Expression et communication

Coefficient	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 de l'apprentissage	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)
Descriptif	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 ...)
Horaire encadré	18 h
Évaluation	Contrôle continu
Responsable	BOUSSET Bénédicte
Enseignants	BOUSSET Bénédicte

b. Anglais

Coefficient	2
Objectifs	Amener l'étudiant à évoluer dans un monde professionnel interculturel
Acquis de l'apprentissage	Être capable d'exprimer et valoriser une candidature en Anglais (M) Être capable de s'intégrer professionnellement dans une culture étrangère (M) Travailler en langue Anglaise (M)
Descriptif	Compréhension du monde professionnel interculturel et amélioration de la pratique de la langue. Projet Professionnel et Personnel (lettre, CV, entretien en anglais) Négocier en France et à l'international Animer une équipe multiculturelle Langue anglaise
Horaire encadré	22 h
Évaluation	Contrôle continu
Responsable	FONTAINE Teresa
Enseignants	FONTAINE Teresa

c. Insertion Professionnelle

Coefficient	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 de l'apprentissage	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)
Descriptif	Description du processus de recrutement Les éléments à prendre en compte avant l'entretien d'embauche <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> Mises en pratique de l'entretien individuel ou collectif <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adopter le point de vue du recruteur</li> <li>• Jouer son propre rôle de candidat</li> </ul> Les questions types et les questions pièges des recruteurs Quelques conseils pour bien préparer son entretien
Horaire encadré	10 h
Évaluation	Contrôle continu
Responsable	SAUVAYRE Romy
Enseignants	SAUVAYRE Romy

#### d. Projet



Coefficient	3
Objectifs	A partir d'un thème proposé, l'élève soit de manière autonome s'approprier une problématique et apporter des solutions personnelles.
Acquis de l'apprentissage	Assurer une veille technologique (M) S'approprier des méthodes de résolution de problèmes (M) Communiquer de manière claire sur un sujet nouveau (M)
Descriptif	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.
Horaire encadré	10 h
Travail personnel	50 h
Évaluation	Rapport
Responsable	CHAUVIERE Cédric

## VI. Semestre 10 (30 ECTS)

### A. UE Stage

ECTS	30
Objectifs	Stage ingénieur en entreprise - durée 5 à 6 mois Possibilité de faire cette année en contrat de professionnalisation de 1 an
Acquis de l'apprentissage	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)
Descriptif	Stage d'ingénieur en entreprise d'une durée minimale de 5 mois
Évaluation	Rapport + soutenance
Horaire encadré	5 h
Responsable	AUGIER Adeline

## VII. Annexes 1 : Validation UE8 Engagement personnel et citoyen

	<b>PROCESSUS</b> <b>FORMATION DES ELEVES</b>	
	Instruction Elèves Validation UE8 Engagement personnel et citoyen	FOR_ITE1_UE8 Page 1 sur 2

La vie associative dans les écoles d'ingénieurs est riche et variée. Ces dernières années et de manière encore plus poussée après la promulgation de la loi relative à l'égalité et à la citoyenneté du 27 janvier 2017, les écoles d'ingénieurs ont souhaité travailler sur les dispositifs permettant de mieux reconnaître et valoriser les activités et l'engagement extracurriculaires de leurs élèves. Ces activités permettent aux élèves d'acquérir un grand nombre de compétences et savoir-faire : elles permettent notamment de développer les compétences comportementales ou *soft skills* (esprit d'équipe, sens des responsabilités, capacité à travailler avec des personnes différentes, capacité à travailler avec et pour les autres, *leadership*, gestion de projets, etc.). Dans un sens plus large, l'élève-ingénieur qui s'engage dans l'associatif développe aussi des compétences utiles pour le management et l'entrepreneuriat, et qui sont essentielles pour sa future carrière professionnelle. C'est donc naturellement dans les missions des écoles d'ingénieurs de valoriser ces compétences comme elles le font pour les compétences acquises au cours du cursus académique.

En 2018, un groupe de travail animé par le Bureau national des élèves-ingénieurs (BNEI), la Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs (CDEFI) et la Commission des titres d'ingénieur (CTI) a été mis en place. Il a notamment conduit à la rédaction d'[un guide pratique sur la valorisation de l'engagement étudiant](#) résultat d'un sondage mené au cours de l'année 2019 et auquel 82 établissements avaient participé.

A Polytech Clermont, cet engagement étudiant est valorisé de façon différente selon le type d'engagement :

- En 3A : les présidents et vice-présidents BDE, BDP, BDA et IDP peuvent substituer leurs activités associatives au projet lié au cours de stratégie d'innovation. Cette possibilité est aussi offerte aux SHBN Inscription auprès de la direction des études avant début mars.
- En 4A : une UE obligatoire valide tous les engagements individuels (descriptifs ci-dessous)
- Sur le supplément au diplôme joint à chaque diplôme d'ingénieur, une mention spéciale détaille ou non le type d'engagement réalisé par l'élève-ingénieur.

### POLYACTIONS

Les Polyactions sont gérées par Isabelle BARDON sur cours en ligne « Polyactions\_année X ». Les actions sont mises en ligne soit par la direction, soit par les enseignants, **soit par les élèves** au fur et à mesure qu'elles sont connues.

Les actions apparaissent soit dans un onglet général soit par spécialité GB, GC, .....



Vous devez vous inscrire en ligne puis contacter le responsable de la Polyaction en amont du démarrage de l'action ....

Le nombre d'élèves par action est limité (priorité par ordre d'inscription). Il est toutefois conseillé de ne pas se précipiter pour autant. **Faites attention aux dates concernées avant de vous inscrire. Certaines actions nécessitent aussi d'avoir une voiture**

Exemples non exhaustifs de Polyactions:

- JPO, Forum entreprise, RDD, Gala
- Forums dans les lycées, IUT
- Forum générique de Lyon puis Infosup à Clermont, Mende, Aurillac, Monistrol.....
- Tutorat d'élèves de lycées, de collèges, cordées de la réussite
- Participation actives aux associations internes BDE, BDA, BDS, IDP mais pas les assos de département
- Banque alimentaire
- AFEV
- Insignis
- Article 1
- **Toute action que vous voulez mettre en place au sein de Polytech mais validée préalablement par la direction des études**



	<b>PROCESSUS</b> <b>FORMATION DES ELEVES</b>	
	Instruction Elèves Validation UE8 Engagement personnel et citoyen	FOR_ITE1_UE8 Page 2 sur 2

**Engagement individuel et citoyen:**

Vous ne devez pas attendre qu'une Polyaction vous convienne mais vous devez être proactif pour créer vous-même votre action. C'est pour cela que les Polypoints sont trop restrictifs et nous devons l'élargir à toute action menée en dehors de l'école depuis le début de vos études supérieures.

- Activité associative externe à l'école en tant que dirigeant ou poste à responsabilité. Exemple : dirigeant entraîneur dans un club de foot mais pas joueur dans une équipe.
- Activité dans une ONG ou association humanitaire
- Activité professionnelle pour les élèves ayant le statut d'étudiant-salarié
- Service civique
- Titulaires du BAFA en activité
- Activité militaire de réserve opérationnelle
- Engagement de sapeur-pompier volontaire
- Volontariat dans les armées
- Autre proposition validée par la direction des études

**Validation de l'UE8 :**

Pour valider l'UE8, vous devez déposer votre justificatif de Polyactions ou d'engagement citoyen dans la rubrique « Validation UE8 ». Ce justificatif doit faire apparaître la preuve que l'action a bien été réalisée et doit développer en quelques lignes les compétences que vous avez acquises et que vous pourrez valoriser lors de votre parcours professionnel

Les Polypoints obtenus en PeiP dans un autre Polytech sont transférables à condition de déposer en ligne un justificatif du Polytech initial associé au document de présentation des compétences acquises.

Lorsque votre demande de validation est examinée si vous voyez apparaître dans l'espace de dépôt :

- La note de 10 : votre engagement personnel doit être complété par une autre action citoyenne
- La note de 20 : l'UE est validée

Cette UE est obligatoire et apparaît sur vos relevés de note comme étant acquise ou non acquise.