



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

## **INGENIERIE MATHEMATIQUE ET DATA SCIENCE**

# **Livret des enseignements du diplôme intitulé Mathématiques Appliquées**



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

**POLYTECH CLERMONT**

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



## Table des matières

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| I. Première année                                                   | 1  |
| A. Semestre 5                                                       | 1  |
| 1. UE1 Sciences fondamentales 1                                     | 1  |
| a. Probabilités                                                     | 1  |
| b. TC Mathématiques 1                                               | 1  |
| c. Mathématiques approfondies 1                                     | 2  |
| d. Statistiques 1                                                   | 3  |
| 2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 | 4  |
| a. Socle informatique                                               | 4  |
| b. Analyse numérique matricielle                                    | 6  |
| c. Informatique 1                                                   | 7  |
| 3. UE3 Sciences Homme et Société 1                                  | 8  |
| a. DRS 1                                                            | 8  |
| b. Communication 1                                                  | 8  |
| c. Sciences sociales 1                                              | 9  |
| B. Semestre 6                                                       | 10 |
| 1. UE4 Sciences fondamentales 2                                     | 10 |
| a. Mathématiques 2                                                  | 10 |
| b. Calcul différentiel                                              | 11 |
| c. Optimisation pour le machine learning                            | 11 |
| d. Méthodes de Monte-Carlo                                          | 12 |
| e. Statistique inférentielle                                        | 12 |
| 2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 | 12 |
| a. Machine Learning 1                                               | 12 |
| b. Modélisation                                                     | 13 |
| c. Informatique 2                                                   | 13 |
| 3. UE6 Sciences Homme et Société 2                                  | 14 |
| a. DRS2                                                             | 15 |
| b. Stratégie d'innovation                                           | 15 |
| c. Communication 2                                                  | 15 |
| d. Sciences sociales 2                                              | 17 |
| 4. UE7 Stage                                                        | 18 |
| a. Stage de découverte de l'entreprise                              | 18 |
| II. Deuxième année                                                  | 18 |
| A. Semestre 7                                                       | 18 |
| 1. UE1 Sciences fondamentales                                       | 18 |
| a. Méthodes Numériques et Simulation 1                              | 19 |
| b. Méthodes Numériques et Simulation 2                              | 19 |
| c. Modèles de régression                                            | 19 |
| d. Machine Learning 2                                               | 20 |
| e. Deep Learning                                                    | 20 |
| 2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 | 21 |
| a. Langage C++                                                      | 21 |
| b. Bases de données relationnelles                                  | 21 |
| c. Génie logiciel et UML                                            | 22 |
| d. Python 2                                                         | 22 |
| e. Java 1                                                           | 23 |
| f. Projet                                                           | 23 |
| g. Informatique avancée                                             | 23 |
| 3. UE3 Sciences Homme et Société 1                                  | 24 |
| a. Anglais                                                          | 24 |
| b. Gestion                                                          | 25 |
| c. Droit                                                            | 25 |
| d. Communication                                                    | 25 |
| e. Management & sciences humaines                                   | 26 |
| B. Semestre 8                                                       | 27 |
| 1. UE7 Stage                                                        | 27 |
| a. Stage 4A                                                         | 27 |
| 2. UE8 Engagement personnel et citoyen                              | 27 |
| a. Engagement personnel et citoyen                                  | 27 |
| III. Troisième année                                                | 27 |
| A. Semestre 9                                                       | 27 |

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

## I. Première année

### A. Semestre 5 [30 ECTS | 30 Coef]

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

##### a. Probabilités

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

##### b. TC Mathématiques 1

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

##### b.1. Fondamentaux mathématiques

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

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

## b.2. Statistiques et probabilités

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

## c. Mathématiques approfondies 1

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Objectifs         | Apprendre les outils fondamentaux du calcul intégral, en particulier l'intégrale de Lebesgue et la notion de mesure.<br>Application de ces outils à la mécanique du solide indéformable à travers l'apprentissage des concepts fondamentaux de cette discipline.<br>Maîtriser les outils fondamentaux des mathématiques de l'ingénieur intervenant en modélisation (dérivation, différentiation).<br>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, ...). |
| Eléments de cours | Mesures et intégration<br>Analyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Prérequis         | Mathématiques du tronc commun                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Horaire encadré   | 46 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Responsables      | Augier Adeline, Schenkel Claire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

### c.1. Mesures et intégration

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

## c.2. Analyse

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

## d. Statistiques 1

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

### d.1. Statistiques exploratoires multidimensionnelles

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

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

## d.2. Méthodes statistiques

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

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

### a. Socle informatique

|      |   |
|------|---|
| Coef | 4 |
|------|---|



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

#### a.1. Algorithmique

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

#### a.2. Langage de programmation

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



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

## b. Analyse numérique matricielle

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef              | 2.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Objectifs         | Maîtriser les outils mathématiques et informatiques nécessaires au développement et à l'implémentation d'algorithmes dédiés aux matrices.<br>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.<br>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<br>Programmation numérique en langage Python                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Prérequis         | Pas de prérequis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Horaire encadré   | 47 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Responsable       | Bouchon François                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

### b.1. Analyse Numérique Matricielle

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

### b.2. Programmation numérique en langage Python

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

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

### c. Informatique 1

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

#### c.1. Python 1

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

#### c.2. Introduction aux graphes

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

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

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

#### a. DRS 1

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

#### b. Communication 1

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

#### b.1. E2C 1

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

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| Responsable | Bousset Bénédicte |
| Enseignant  | Bousset Bénédicte |

## b.2. Anglais 1

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

## c. Sciences sociales 1

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

### c.1. Droit

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

### c.2. Economie

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

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

B. Semestre 6 [30 ECTS | 29 Coef]

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

a. Mathématiques 2

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

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description     | <p>Les chapitres de ce cours sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Diagonalisation des matrices symétriques et formes quadratiques</li> <li>* Optimisation</li> <li>* Séries de Fourier</li> <li>* Transformée de Fourier</li> </ul> <p>Filières IMDS/GE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Distributions</li> <li>* Introduction à l'échantillonnage</li> </ul> <p>Filières GC/GP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Intégrales doubles</li> <li>* EDP de la corde</li> </ul> |
| Prérequis       | Mathématiques 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Evaluation      | CC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Horaire encadré | 50 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Responsables    | Augier Adeline, Schenkel Claire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Enseignants     | Augier Adeline, Schenkel Claire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

b. Calcul différentiel

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef            | 2.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Objectifs       | <p>Maîtriser les outils fondamentaux des mathématiques de l'ingénieur intervenant en modélisation (dérivation, différentiation).</p> <p>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, ...).</p> <p>Optimisation sous contrainte.</p> |
| Acquis          | <p>Connaître la différentiabilité des fonctions de plusieurs variables : techniques de calcul</p> <p>Acquérir les techniques d'analyse mathématique permettant de prouver l'existence et/ou l'unicité de la solution d'un problème différentiel</p> <p>Optimisation sous contraintes</p>                                                                                                                                                   |
| Description     | <p>Les chapitres de ce cours sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Dérivabilité d'une fonction de la variable réelles</li> <li>* Dérivées partielles d'une fonction de plusieurs variable réelles</li> <li>* Différentiabilité d'une fonction en un point</li> <li>* Optimisation</li> <li>* Théorème des fonctions implicites</li> <li>* Problème de Cauchy</li> </ul>                                                      |
| Prérequis       | Analyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Evaluation      | CC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Horaire encadré | 40 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Responsables    | Augier Adeline, Schenkel Claire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Enseignants     | Augier Adeline, Schenkel Claire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

c. Optimisation pour le machine learning

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef                        | 1.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Objectifs                   | <p>Comprendre et appliquer des méthodes numériques de descente de gradient pour résoudre des problèmes d'optimisation multi dimensionnels sans contrainte.</p> <p>Se familiariser avec le vocabulaire et les problématiques spécifiques au machine learning et utiliser ces méthodes d'optimisation pour effectuer l'apprentissage.</p>                                   |
| Acquis                      | <p>Savoir utiliser et comprendre différentes méthodes numériques pour résoudre un problème d'optimisation et l'appliquer dans le cadre de modèles simples (régression linéaire, régression logistique, réseau de neurones simple).</p>                                                                                                                                    |
| Description                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- introduction à l'optimisation continue</li> <li>- méthode du gradient à pas fixe (théorie et applications)</li> <li>- application dans le domaine du machine learning</li> <li>- méthodes spécifiques aux réseaux de neurones: backpropagation, gradient stochastique, gradient stochastique avec mini-lots, RMSprop.</li> </ul> |
| Prérequis                   | Bonne maîtrise de Python + mathématiques générales niveau bac + 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Références bibliographiques | <p>Neural Networks and Deep Learning, Michael Nielsen</p> <p><a href="http://neuralnetworksanddeeplearning.com">http://neuralnetworksanddeeplearning.com</a></p>                                                                                                                                                                                                          |
| Evaluation                  | CC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| Horaire encadré | 24 h             |
| Responsable     | Chauvière Cédric |
| Enseignant      | Chauvière Cédric |

d. Méthodes de Monte-Carlo

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

e. Statistique inférentielle

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

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

a. Machine Learning 1

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Objectifs   | Apprendre les bases du machine learning                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Acquis      | Savoir quel modèle utiliser en fonction du problème posé.                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Description | <p>Linear regression with one variable</p> <p>Linear regression with multiple variables</p> <p>Logistic regression</p> <p>Regularization</p> <p>Neural network: learning</p> <p>Support vector machine</p> <p>Unsupervised learning</p> <p>Dimensionality reduction</p> <p>Anomaly detection</p> <p>Recommender system</p> |
| Prérequis   | Optimisation, Python                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



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

## b. Modélisation

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

### b.1. Analyse numérique

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

### b.2. Bases de données

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

## c. Informatique 2

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

### c.1. Algorithmique

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

### c.2. Langage C 2

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

### c.3. Soutien Langage C 2

|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| Horaire encadré | 8 h             |
| Responsable     | Beaudou Laurent |

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

a. DRS2

|                 |                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef            | 1                                                                                                                                                                                                                                         |
| Objectifs       | Sensibiliser nos élèves ingénieurs aux enjeux sociétaux                                                                                                                                                                                   |
| Description     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- définition de la RSE</li> <li>- qui est concerné par la RSE</li> <li>- but de la RSE</li> <li>- les piliers de la RSE</li> <li>- mise en place d'une démarche RSE dans une entreprise</li> </ul> |
| Evaluation      | CC                                                                                                                                                                                                                                        |
| Horaire encadré | 4 h                                                                                                                                                                                                                                       |
| Responsables    | Bouet Marinette, Diemer Arnaud                                                                                                                                                                                                            |
| Enseignants     | Bouet Marinette, Diemer Arnaud                                                                                                                                                                                                            |

b. Stratégie d'innovation

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

c. Communication 2

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

c.1. E2C 2

|      |   |
|------|---|
| Coef | 1 |
|------|---|

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

## c.2. Langue vivante 1

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

### c.2.1. Anglais 2

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

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

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

|                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| Eléments de cours | Espagnol<br>Allemand<br>Italien |
| Horaire encadré   | 0 h                             |
| Responsable       | Fontaine Teresa                 |

#### c.2.2.1. Espagnol

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

#### c.2.2.2. Allemand

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

#### c.2.2.3. Italien

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

#### d. Sciences sociales 2

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

##### d.1. Ouverture Français renforcé

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

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

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

#### d.3. Ouverture de projet

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

#### d.4. Ouverture SHBN

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

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

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

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

## II. Deuxième année

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

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

a. Méthodes Numériques et Simulation 1

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

b. Méthodes Numériques et Simulation 2

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

c. Modèles de régression

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



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

d. Machine Learning 2

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

e. Deep Learning

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef        | 2.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Objectifs   | Savoir construire un modèle de classification ou de régression dans les règles de l'art en utilisant une librairie d'apprentissage profond. Comprendre et utiliser la fonction coût adaptée au problème.                                                                                                             |
| Acquis      | Savoir utiliser des bibliothèques Python (Keras/TensorFlow) pour la résolution de problèmes de machine learning avec des algorithmes d'apprentissage profond. Connaître les différents types de réseaux de neurones et savoir dans quel contexte les utiliser. Savoir détecter et traiter le sous/sur apprentissage. |
| Description | <ul style="list-style-type: none"> <li>- rappel sur les réseaux de neurones, le principe d'apprentissage, le sur/sous apprentissage, la fonction coût</li> <li>- les couches denses, convolutionnelles et LSTM</li> <li>- introduction au NLP et aux transformers</li> </ul>                                         |

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

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

### a. Langage C++

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

### b. Bases de données relationnelles

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Objectifs | Être à l'aise avec la manipulation de bases de données relationnelles<br>Acquérir une bonne démarche de conception et de mise en place d'une base de données<br>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)<br>Savoir créer et faire évoluer une base de données<br>Savoir interroger une base de données<br>Connaître et savoir écrire un programme PL/SQL<br>Notion de déclencheur (trigger)<br>Qu'est-ce que l'intégration de bases de données ?<br>Accès à des bases de données distantes |
| Acquis    | Concevoir une base de données relationnelles (M)<br>Implémenter et interroger une base de données relationnelles (M)<br>Langage PL/SQL<br>Ecriture de trigger<br>Exécution de requêtes sur une base de données distante à partir d'une base de données locale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

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

### c. Génie logiciel et UML

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

### d. Python 2

|      |   |
|------|---|
| Coef | 1 |
|------|---|

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

e. Java 1

|                 |                                                                                                                                                                                 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef            | 1                                                                                                                                                                               |
| Objectifs       | Pouvoir développer de manière autonome des applications Java en mode texte en appliquant les paradigmes objets, à destination de projets scientifiques ou de gestion de données |
| Acquis          | Savoir lire et écrire un programme en langage Java (A)<br>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<br>Traduction des concepts objet en langage Java                                                                          |
| Prérequis       | Langage C++, Génie logiciel / UML                                                                                                                                               |
| Horaire encadré | 18 h                                                                                                                                                                            |
| Responsable     | de Vault Christophe                                                                                                                                                             |
| Enseignant      | de Vault Christophe                                                                                                                                                             |

f. Projet

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

g. Informatique avancée

|      |   |
|------|---|
| Coef | 1 |
|------|---|

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

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

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

#### g.2. GIT

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

#### g.3. Conférences industrielles

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

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

#### a. Anglais

|      |   |
|------|---|
| Coef | 2 |
|------|---|

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

b. Gestion

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

c. Droit

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

d. Communication

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

|                  |                                                                                                                                              |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Description      | Rédaction d'un CV<br>Rédiger sa page LinkedIn<br>Rédaction d'une lettre de motivation<br>Simulation test technique<br>Simulation d'entretien |
| Evaluation       | CC                                                                                                                                           |
| Horaires encadré | 18 h                                                                                                                                         |
| Responsable      | de Vault Christophe                                                                                                                          |
| Enseignants      | Grenier Audrey, Lagarigues Eva                                                                                                               |

e. Management & sciences humaines

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



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

B. Semestre 8 [30 ECTS | 30 Coef]

1. UE7 Stage [29 ECTS | 30 Coef]

a. Stage 4A

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

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

a. Engagement personnel et citoyen

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

III. Troisième année

A. Semestre 9 [30 ECTS | 30 Coef]

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

a. Polytech'Imagerie numérique

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

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

b. Polytech'Recherche

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

c. Polytech'Entrepreneuriat

|      |   |
|------|---|
| Coef | 6 |
|------|---|

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Objectifs                   | <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                      | <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Description                 | <p>3 parcours sont proposés au choix :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etudiants souhaitant s'initier à l'entrepreneuriat et au montage de projets innovants. Sur la base d'un projet réel ou fictif réalisé seul ou en groupe l'étudiant apprend à réaliser : une étude de marché, la première version d'un produit/service, un plan financier et un business plan (partenariat PEPITE)</li> <li>- Etudiants souhaitant consolider leur culture générale en gestion afin d'accéder plus facilement à des postes d'encadrement et de conduite de projets. Toutes les fonctions fondamentales de la gestion sont abordées : finance, production, marketing, ressources humaines, stratégie (Master MAE Management et administration des entreprises)</li> <li>- Etudiants souhaitant s'orienter vers la création d'entreprise et/ou qui souhaitent accéder à des fonctions de management de projets innovants. Les projets innovants sont étudiés dans leurs dimensions organisationnelle, financière, marketing et stratégique (Master EISSQ Entrepreneuriat, Innovation, Santé, Sport, Qualité de la vie)</li> </ul> |
| 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> <p>Lancer avec succès des produits qui n'existent pas sur des marchés qui n'existent pas encore, 3e édition (Dunod, 2011), Paul Millier</p> <p>Effectuation: Les principes de l'entrepreneuriat pour tous (Paris: Pearson, 2014), Philippe Silberzahn et Frédéric Mazzella</p> <p>Finance d'entreprise 2014, Pierre Vernimmen, Pascal Quiry, et Yann Le Fur</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Evaluation                  | CC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Horaire encadré             | 75 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Travail personnel           | 30 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Responsable                 | Cabagnols Alexandre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Enseignant                  | Cabagnols Alexandre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

d. Polytech'Gestion environnementale

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Objectifs | <p>Sensibiliser au développement durable.</p> <p>Maîtriser la qualité totale</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Acquis    | <p>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).</p> <p>Sensibilisation forte à la thématique du développement durable : divers aspects concernés (scientifiques, technologiques, normatifs, sociétaux)., méthodologie adaptée (M)</p> |

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

e. Polytech'Management

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

f. Polytech'Mon projet 5A

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

|             |                 |
|-------------|-----------------|
| Responsable | Poughon Laurent |
| Enseignant  | Poughon Laurent |

g. Polytech'Contrat Pro

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

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

a. Tronc commun

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

a.1. Apprentissage par renforcement

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

a.2. Hadoop et Spark

|      |   |
|------|---|
| Coef | 1 |
|------|---|

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Objectifs       | 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.<br>Comprendre la différence entre le scaling horizontal et le scaling vertical.<br>Comprendre la différence entre MapReduce et Spark.<br>Faire des exercices de lecture et transformation de la donnée avec Spark SQL et Pyspark<br>Faire des exercices en Machine Learning avec Spark ML Lib. |
| Acquis          | Maîtrise des techniques de mise en ?uvre de la transformation de la data en utilisant Spark SQL, Pyspark et Spark ML Lib.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Description     | Introduction au Big Data avec Spark et Hadoop. Mise en ?uvre sous Databricks et Anaconda.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Evaluation      | CC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Horaire encadré | 20 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Responsable     | Bouchon François                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Enseignant      | Bolland Matthéo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

### a.3. Entrepôts de données

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

### a.4. Transformers

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

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

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

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

##### a.5.1. Prédiction par apprentissage

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

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



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

#### a.5.3. Transfer learning appliqué à la vision artificielle

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

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

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

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

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

##### b.1. Module 1 : Intelligence artificielle

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

#### b.1.1. Deep learning avancé

|                 |                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef            | 4                                                                                                                                                                                                                                 |
| Objectifs       | Savoir construire un modèle génératif basé sur les réseaux de neurones.                                                                                                                                                           |
| Acquis          | Avoir une vision probabiliste des réseaux de neurones pour comprendre le fonctionnement d'un modèles génératif et utiliser la fonction coût adaptée.                                                                              |
| Description     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- les autoencodeurs simples et les autoencodeurs variationnels (VAE)</li> <li>- les réseaux GAN</li> <li>- les GAN et les VAE conditionnels</li> <li>- les modèles de diffusion</li> </ul> |
| Prérequis       | Cours « Deep learning » 4A.                                                                                                                                                                                                       |
| Evaluation      | CC                                                                                                                                                                                                                                |
| Horaire encadré | 30 h                                                                                                                                                                                                                              |
| Responsable     | Chauvière Cédric                                                                                                                                                                                                                  |
| Enseignant      | Chauvière Cédric                                                                                                                                                                                                                  |

#### b.1.2. Intelligence artificielle

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef                        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Objectifs                   | Connaître les modèles probabilistes profonds et les stratégies d'inférence associées.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Acquis                      | Connaître les modèles probabilistes profonds et les stratégies d'inférence associées. Utiliser ces outils sur données réelles.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Description                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retour sur les architectures de réseaux de neurones</li> <li>- Réseaux de neurones profonds</li> <li>- Liens vraisemblances / fonctions de perte</li> <li>- Régression linéaire / Régression logistique / régression logistique multinomiale</li> <li>- Optimisation par gradient stochastique</li> <li>- Modèle GMM</li> <li>- Algorithme EM</li> <li>- Les auto-encodeurs variationnels <ul style="list-style-type: none"> <li>* Les modèles génératifs profonds à variables latentes</li> <li>* Modèle graphique</li> <li>* Algorithme variationnel EM + MCMC pour l'inférence</li> </ul> </li> <li>- Les modèles génératifs de réseaux adversaires</li> </ul> |
| Références bibliographiques | Tipping, Michael E., and Christopher M. Bishop. "Probabilistic principal component analysis." <i>Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology</i> 61.3 (1999): 611-622.<br>Kingma, Diederik P., and Max Welling. "Stochastic gradient VB and the variational auto-encoder." <i>Second international conference on learning representations, ICLR</i> . Vol. 19. 2014.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Horaire encadré             | 18 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Responsable                 | Latouche Pierre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Enseignant                  | Latouche Pierre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

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

|                   |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| Coef              | 4                                |
| Éléments de cours | Java 2<br>Bases de données NoSQL |
| Horaire encadré   | 36 h                             |
| Responsable       | Bouet Marinette                  |

##### b.2.1. Java 2

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

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

### b.2.2. Bases de données NoSQL

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

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

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

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

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

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

### b.3.2. Machine learning avancé

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

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

|                   |                                                                                    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef              | 4                                                                                  |
| Éléments de cours | Programmation linéaire et optimisation combinatoire<br>Scientific machine learning |
| Horaire encadré   | 48 h                                                                               |
| Responsables      | Beaudou Laurent, Bouchon François                                                  |

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

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef                        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Objectifs                   | Développer une culture générale sur l'optimisation polyédrale<br>Connaître les champs d'applications de ces méthodes<br>Savoir modéliser un problème et le résoudre à l'aide des outils informatiques                                                                                                                                                                                                                                        |
| Acquis                      | Reconnaître, modéliser et résoudre des problèmes classiques<br>Savoir adapter les problèmes classiques à une situation concrète                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Description                 | Introduction à la Programmation Linéaire : simplexe, dualité, Farkas...<br>Programmation linéaire en nombres entiers : complexité, Branch and Bound, plans coupants, relaxation lagrangienne<br>Formulation mathématique (AMPL ou GMPL)<br>Des problèmes qui ont l'air simple mais ne le sont pas : knapsack, ordonnancement, Vertex Cover<br>Deux problèmes qui ont l'air difficiles mais ne le sont pas : flots dans les graphes, matching |
| Références bibliographiques | Combinatorial Optimization, Lex Schrijver                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Evaluation                  | CC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Horaire encadré             | 24 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Responsable                 | Beaudou Laurent                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Enseignant                  | Beaudou Laurent                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

#### b.4.2. Scientific machine learning

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

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Acquis          | Savoir résoudre des EDP avec des réseaux de neurones en implémentant une fonction coût adaptée.                                                                                                                                                                                         |
| Description     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- introduction aux PINNs (Physics Informed Neural Networks)</li> <li>- résolution d'équation différentielles avec des PINNS</li> <li>- résolution de systèmes différentiels avec des PINNS</li> <li>- résolution d'EDP avec des PINNS</li> </ul> |
| Prérequis       | Cours « Méthodes Numériques et Simulation » 4A.<br>Cours « Deep learning » 4A.                                                                                                                                                                                                          |
| Horaire encadré | 24 h                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Responsable     | Chauvière Cédric                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Enseignant      | Chauvière Cédric                                                                                                                                                                                                                                                                        |

#### b.5. Module 5 : Biostatistiques

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

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

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef            | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Objectifs       | <p>Savoir construire et analyser une étude de survie, dans un contexte biomédical ou de fiabilité.</p> <p>Savoir mener une inférence Bayésienne en présence d'information a priori, en particulier dans un contexte biomédical.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Acquis          | <p>Savoir construire et analyser une étude de survie, dans un contexte biomédical ou de fiabilité.</p> <p>Savoir prendre en compte des données censurées dans l'analyse de survie.</p> <p>Être capable de prendre en compte l'information a priori dans l'inférence statistique.</p> <p>Savoir modéliser l'incertitude sur l'inférence à l'aide de lois de probabilités.</p> <p>Savoir paramétrer une méthode MCMC en fonction de divers indicateurs.</p> <p>Application de l'inférence Bayésienne dans le cadre d'essais thérapeutiques séquentiels.</p>                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Description     | <p>Modèles de survie (22h):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notions de données de survies et données censurées</li> <li>- Notion de risque instantané, risque cumulé</li> <li>- Approche non-paramétrique, estimateurs de Kaplan-Meier et de Nelson-Aalen.</li> <li>- Approche paramétrique et semi-paramétriques, modèles de Cox, Weibull, Gamma.</li> </ul> <p>Méthodes Bayésiennes (22h):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lois a priori, lois a posteriori et lois prédictives</li> <li>- Méthodes MCMC</li> <li>- Inférence Bayésienne : estimation, régions de crédibilité, test, prédiction</li> <li>- Modèles hiérarchiques Bayésiens</li> <li>- Application de l'approche Bayésienne aux essais thérapeutiques séquentiels.</li> </ul> <p>Mise en oeuvre avec R ou SAS.</p> |
| Evaluation      | CC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Horaire encadré | 44 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Responsable     | Druilhet Pierre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Enseignant      | Druilhet Pierre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

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

#### a. Expression et communication

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

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

b. Anglais

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

c. Projet

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

d. Insertion Professionnelle

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

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

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

##### a. Module Énergie et énergétique

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

##### a.1. Notions et ordres de grandeur

|      |   |
|------|---|
| Coef | 1 |
|------|---|



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

## a.2. Analyse énergétique des Systèmes

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

## a.3. Travaux pratiques d'énergétique

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef            | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Objectifs       | L'objectif est la mise en œuvre des connaissances et compétences acquises dans les autres EC du module "Energie et énergétique" : EEI, AES et EFF.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Acquis          | <p>- Acquérir le volet pratique des savoirs acquis dans les EC EEI, AES et EFF du point de vue théorique au moyen d'outils de simulations et de modélisation (M)</p> <p>Le but est d'acquérir les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                         |
| Description     | <p>Cinq installations sont étudiées sur cinq séances parmi :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse énergétique/exergétique d'une machine frigorifique à cycle de compression de vapeur</li> <li>- Analyse énergétique/exergétique d'échangeurs de chaleur à plaques et à tubes/calandre</li> <li>- Thermique : comparaison entre chauffage direct et indirect</li> <li>- Equilibres thermodynamiques: exemple de l'humidification de l'air</li> <li>- Pompage : application à la mesure de la perte de charge et des calculs de puissance de pompes</li> <li>- Compression multi-étagée : étude d'un compresseur et des effets thermiques résultat de la compression des gaz</li> </ul> <p>Evaluation à partir des comptes-rendus écrits des TP.</p> |
| Prérequis       | <p>AES - Analyse énergétique des Systèmes</p> <p>EEI - Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur</p> <p>EFF - Efficacité énergétique et outils d'aide à la décision</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Evaluation      | Contrôle continu, Travail pratique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Horaire encadré | 20 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Responsable     | Vial Christophe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Enseignants     | Vial Christophe, Lafon Pascal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

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

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef                        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Objectifs                   | <p>Les objectifs sont de connaître et savoir utiliser deux outils d'aide à la décision dans le domaine de l'optimisation énergétique que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'analyse exergétique</li> <li>- La méthode du pincement pour le calcul des réseaux de chaleur</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                        |
| Acquis                      | <p>- Optimiser les systèmes énergétiques, en particulier les réseaux de chaleur (A)</p> <p>- Savoir utiliser la notion d'exergie (A)</p> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> </ul>                            |
| Description                 | <p>Cet EC est constitué de cours et de TD en lien avec l'EC de travaux pratiques "TP NRJ".</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le cours sur la méthode du pincement est illustré par un TD utilisant le logiciel Hint</li> <li>- Le cours sur l'analyse exergétique est mis en œuvre dans les travaux pratiques de l'EC "TP NRJ"</li> </ul> <p>L'évaluation des acquis est réalisée en partie par les travaux pratiques de l'EC "TP NRJ" pour le volet "optimisation" et par la remise d'un rapport suite au TD.</p> |
| Prérequis                   | AES - Analyse énergétique des Systèmes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Références bibliographiques | Intégration énergétique et analyse exergétique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Evaluation                  | Contrôle continu, Travail pratique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Horaire encadré             | 6 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Responsable                 | Vial Christophe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Enseignant                  | Vial Christophe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

b. Module Énergies Renouvelables

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

#### b.1. Historique et généralités

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef            | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Objectifs       | <p>L'objectif est de présenter les différents modes de production d'énergies renouvelables (bioénergies, éolien, géothermie, hydraulique, solaire) en les replaçant dans le contexte historique (évolution des connaissances et des technologies) jusqu'à un état de l'art actualisé.</p> |
| Acquis          | <p>- Savoir intégrer les sources renouvelables au côté des énergies conventionnelles (A)</p> <p>Le but est d'acquérir les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <p>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</p>                                    |
| Description     | <p>Cours introductif offrant un panorama des énergies renouvelables, de leurs avantages et de leurs limitations Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables.</p>                                                      |
| Horaire encadré | 4 h                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Responsable     | Batier Lionel                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Enseignant      | Batier Lionel                                                                                                                                                                                                                                                                             |

#### b.2. Energie hydraulique et technologies associées

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

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

### b.3. Energie Solaire

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

### b.4. Energie Eolienne

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

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

#### b.5. Bioénergies NRJ

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

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

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

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Acquis          | <p>- Connaître les concepts de développement durable et d'écologie industrielle (M)<br/>Connaître les outils associés à ces concepts (ACV...) (A)</p> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> <li>- La gestion et conduite de projets dans les secteurs de la production d'énergie, du froid et de la distribution de l'électricité</li> <li>- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> </ul> |
| Description     | <p>Cours assuré par des intervenants extérieurs, en partie dans le cadre du Centre d'Excellence Jean Monnet ERASME sur le développement durable de l'UCA.<br/>Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Horaire encadré | 6 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Responsable     | Diemer Arnaud                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Enseignant      | Diemer Arnaud                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

c. Module Énergies fossiles carbonées et nucléaire

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Objectifs         | <p>L'objectif est de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- connaître les combustibles fossiles carbonés et nucléaires (origine, ressources, traitements, cycles de vie...)</li> <li>- savoir comment et dans quels secteurs ils sont mis en œuvre définir les technologies qui leur sont associées</li> <li>- connaître les enjeux et perspectives les concernant.</li> </ul> <p>Pour les combustibles fossiles, un accent est mis sur le gaz naturel (exploitation du réseau, utilisation dans le cadre de l'efficacité énergétique...) et la capture et le stockage du CO<sub>2</sub>. Pour l'énergie nucléaire, il est mis sur la problématique des déchets et celle des réacteurs nucléaires du futur. Ces acquis permettront de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le management et la maintenance des systèmes énergétiques</li> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> </ul> |
| Éléments de cours | <p>Energies fossiles carbonées<br/>Energie Nucléaire</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Horaire encadré   | 50 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Responsable       | Vial Christophe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

c.1. Energies fossiles carbonées

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coef        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Objectifs   | <p>L'objectif est de connaître les savoir-faire, enjeux et perspectives des secteurs gazier et pétrolier, ainsi que de définir le fonctionnement d'une raffinerie et des principaux procédés pétrochimiques à partir de leurs opérations unitaires. Un accent est mis sur le gaz, ses métiers, son réseau de distribution et ses applications à l'efficacité énergétique au niveau national.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Acquis      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyser un procédé pétrolier, gazier ou pétrochimique à partir de son diagramme process (PID) opérations unitaires qui le constituent (A).</li> <li>- Connaître les méthodes de la capture, du stockage et du stockage du CO<sub>2</sub> (A)</li> <li>- Connaître le secteur gazier (exploitation, affaires, technologie) (N)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le management et la maintenance des systèmes énergétiques</li> <li>- La conception, l'analyse et l'optimisation d'installations énergétiques</li> </ul> |
| Description | <p>Il s'agit d'un cycle de cours-conférences associant des intervenants académiques et des industriels (GRDF). L'évaluation consiste en un examen écrit. Possibilité de visite optionnelle de l'IFP-EN (Institut Français du Pétrole - Energies Nouvelles) et de visite du site d'exploitation de GRDF à Clermont-Fd.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Evaluation  | Examen final, Écrit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

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

## c.2. Energie Nucléaire

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

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

|      |   |
|------|---|
| Coef | 3 |
|------|---|



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

#### d.1. Energie électrique

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

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

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

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

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

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

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

|      |   |
|------|---|
| Coef | 3 |
|------|---|

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

#### e.1. Energie et Société

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

#### e.2. L'énergie dans l'industrie

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

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

### e.3. L'énergie et le bâtiment

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

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

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

#### a. Stage

|      |    |
|------|----|
| Coef | 30 |
|------|----|

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

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

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

b.1. Bilan mi-parcours

|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| Coef            | 3               |
| Evaluation      | Soutenance      |
| Horaire encadré | 0 h             |
| Responsable     | Bouet Marinette |

b.2. Bilan final

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