

# GÉNIE BIOLOGIQUE

## Livret des enseignements



**CONTACT :**  
Guillaume PIERRE,  
Responsable du département  
[Guillaume.PIERRE@uca.fr](mailto:Guillaume.PIERRE@uca.fr)

## Table des matières

I. GB3A - Troisième Année .....	1
A. Semestre 5 .....	1
1. UE1 Sciences fondamentales 1 .....	1
a. Chimie Organique 1 .....	1
b. Biochimie Structurale et Métabolique 1 .....	1
c. Bioénergétique Biocatalyse .....	2
d. TC Mathématiques 1 .....	2
2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 .....	3
a. Génie des Bioprocédés 1 .....	3
b. Décloisonnement scientifique .....	4
c. Socle informatique .....	5
3. UE3 Sciences Homme et Société 1 .....	6
a. DDRS 1 .....	6
b. Communication 1 .....	7
c. Sciences sociales 1 .....	9
B. Semestre 6 .....	10
1. UE4 Sciences fondamentales 2 .....	10
a. Biochimie Structurale et Métabolique 2 .....	10
b. Biologie moléculaire .....	10
c. Microbiologie 1 .....	11
d. Chimie Organique 2 .....	12
e. Immunologie .....	12
2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 .....	12
a. Techniques de Séparation de Biomolécules .....	12
b. Génie des Bioprocédés 2 .....	13
c. Génie des Bioprocédés 3 .....	14
d. Bioprocédés et Biocatalyse .....	14
e. Projet Tutoré .....	15
f. DDRS GB 1 .....	15
g. Modélisation .....	15
3. UE6 Sciences Homme et Société 2 .....	16
a. Stratégie d'innovation .....	16
b. Hackathon .....	17
c. DDRS2 .....	18
d. Communication 2 .....	18
4. UE7 Stage .....	20
a. Stage Ouvrier en Entreprise .....	21
b. Module Projet Personnel et Professionnel (3P) GB 1 .....	21
II. GB4A - Quatrième Année .....	21
A. Semestre 7 .....	21
1. UE1 Sciences fondamentales 1 .....	21
a. Génétique .....	21
b. Biotechnologies Végétales .....	22
c. TP Génie Génétique .....	23
d. Génie Génétique - Bioinformatique .....	23
2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 .....	24
a. Génie des Bioprocédés 4 .....	24
b. Microbiologie 2 .....	24
c. Synthèse de Biomolécules .....	25
d. Génie des Bioprocédés 5 .....	25
e. Projet Tutoré .....	25
f. DDRS GB 2 .....	26
g. TP "Mon module 4A" .....	26
3. UE3 Sciences Homme et Société 1 .....	28
a. Langues Vivantes .....	28
b. Gestion .....	28
c. Communication .....	29
d. Management et Sciences Humaines .....	29
B. Semestre 8 .....	30
1. UE7 Stage .....	30
a. Stage d'assistant-ingénieur à l'International .....	30
b. Module Projet Personnel et Professionnel (3P) GB 2 .....	30

2. UE8 Engagement personnel et citoyen .....	31
a. Engagement personnel et citoyen .....	31
III. GB5A - Cinquième Année .....	31
A. Semestre 9 .....	31
1. UE1 Poly'Compétences .....	31
a. Polytech'Imagerie numérique .....	31
b. Polytech'Mon projet 5A .....	31
c. Polytech'Contrat Pro .....	32
d. Polytech'Management .....	32
e. Polytech'Recherche .....	32
f. Polytech'Industrie Cosmétique .....	33
g. Polytech'Entrepreneuriat .....	33
h. Polytech'Mobilité Durable .....	34
2. UE2 Génie Biologique (option 1) .....	34
a. Module optionnel .....	34
b. Module théorique .....	34
3. UE2 Option Energie .....	36
a. Module Énergie et énergétique .....	36
b. Module Énergies Renouvelables .....	38
c. Module Énergies fossiles carbonées et nucléaire .....	41
d. Module Stockage, transport et distribution de l'énergie électrique .....	43
e. Module Maîtrise des consommations d'énergie .....	45
4. UE3 Sciences Homme et Société .....	47
a. Projet .....	47
b. Anglais .....	47
c. Expression et communication .....	48
d. DDRS 3 .....	48
B. Semestre 10 .....	48
1. UE4 Stage ou contrat pro .....	48
a. Stage .....	48
b. Module 3P 3 .....	48
c. Alternant (pour les étudiants qui font un contrat pro) .....	49

## I. GB3A - Troisième Année

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

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

##### a. Chimie Organique 1

Code	37AP5CO1
Coef	3
Objectifs	Acquérir les bases de la structure de la matière organique pour appréhender son comportement selon son environnement
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître la constitution d'une entité chimique organique et maîtriser sa représentation spatiale</li> <li>- Maîtriser la conformation et la configuration des molécules organiques</li> <li>- Comprendre le comportement des édifices organiques chiraux ou prochiraux selon leur environnement</li> <li>- Être capable de déterminer des structures organiques à partir de leur spectre de RMN</li> </ul>
Description	1/ Structure des atomes et molécules 2/ Représentations des molécules organiques 3/ Conformations des molécules organiques 4/ Stéréoisomérisation configurationnelle et prostéréoisomérisation 5/ Analyse par spectroscopie de RMN
Prérequis	Chimie organique de licence N1 et N2
Evaluation	2/3(2/3CE1+1/3CC)+1/3CE2
Horaire encadré	40 h (16 CM + 24 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Responsable	Virgil Helaine
Enseignant	Mounir Traikia

##### b. Biochimie Structurale et Métabolique 1

Code	37AP5BS1
Coef	3
Objectifs	Compréhension de la structure des biomolécules et du métabolisme cellulaire
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre le métabolisme cellulaire (catabolisme et anabolisme) des plantes, animaux et de la plupart des microorganismes pour ces deux classes de biomolécules</li> <li>- Utiliser et maîtriser des grandes voies métaboliques (production de métabolites, bioénergie, ...)</li> <li>- Connaître les structures de composés glucidiques et leur réactivité chimique</li> <li>- Connaître les structures de composés lipidiques et leur réactivité chimique</li> <li>- Connaître des fonctions et utilisations de composés glucidiques dans les industries</li> <li>- Connaître des fonctions et utilisations de composés lipidiques dans les industries</li> <li>- Savoir déterminer la structure d'un polysaccharide à partir de données expérimentales</li> <li>- Savoir manipuler et calculer des données numériques complexes</li> <li>- Savoir traiter et générer des données graphiques</li> </ul>
Description	Compréhension de la structure des glucides et des lipides et de leurs métabolismes cellulaires. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biochimie structurale des glucides (Monosaccharides, osides, Propriétés chimiques, Applications)</li> <li>2. Lipides et membranes (Structure des lipides, Métabolisme des acides gras, Corps cétoniques, Membranes et biomembranes)</li> <li>3. Métabolisme des glucides (Glycolyse, Cycle de l'acide citrique, Néoglucogénèse, Voie des pentoses phosphates, Métabolisme du glycogène)</li> </ol>
Prérequis	37AP5BBC
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	31 h (23 CM + 8 TD + 0 TP)
Travail personnel	12 h

Responsable	Philippe Michaud
Enseignants	Cédric Delattre, Philippe Michaud, Guillaume Pierre

### c. Bioénergétique Biocatalyse

Code	37AP5BBC
Coef	3
Objectifs	Acquérir les connaissances de bases dans les domaines de la bioénergétique et de la biocatalyse
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les principes généraux de la bioénergétique</li> <li>- Comprendre des phénomènes énergétiques contrôlant les réactions biologiques</li> <li>- Connaître la structure des protéines et l'importance des relations structure-fonctions</li> <li>- Maîtriser la pHmétrie et les réactions d'oxydoréduction appliquées aux milieux biologiques</li> <li>- Mettre en oeuvre et maîtriser l'enzymologie michaélienne en milieu conventionnel</li> <li>- Maîtriser l'enzymologie allostérique en milieu conventionnel</li> <li>- Être capable d'étudier des biocatalyseurs industriels via des études cinétiques enzymatiques et manipuler des données pHmétriques</li> <li>- Savoir manipuler et calculer des données numériques complexes</li> <li>- Savoir traiter et générer des données graphiques</li> </ul>
Description	<p>Acquérir les connaissances de base dans les domaines de la bioénergétique et de la biocatalyse (enzymes et coenzymes). Un rappel de biochimie structurale relatif aux acides aminés et aux différents niveaux de structure des protéines vient en appui de la partie biocatalyse.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bioénergétique (Thermodynamique, Potentiels redox, Voies de communication)</li> <li>2. Structure des protéines (Acides aminés, Peptides et protéines, Structure des protéines, Relation structure/fonction)</li> <li>3. Enzymologie (Etat de transition et énergie d'activation, Cofacteurs, Cinétique enzymatique, Classification)</li> <li>4. Travaux pratiques : Vm, Km, pH, dosage protéine sur différents modèles enzymatiques (incluant mesure et calcul d'AS, Kcat, Eff enz, inhibition excès S, etc.)</li> </ol>
Prérequis	Aucun
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	33 h (19 CM + 10 TD + 4 TP)
Travail personnel	11 h
Responsable	Philippe Michaud
Enseignants	Cédric Delattre, Céline Laroche, Philippe Michaud, Guillaume Pierre

### d. TC Mathématiques 1

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

#### d.1. Fondamentaux mathématiques

Code	370N5MA
Coef	2
Objectifs	<p>Décider si une matrice est diagonalisable et donner sa diagonalisation le cas échéant.</p> <p>Utiliser la dérivée partielle et les opérateurs d'analyse vectorielle pour les fonctions de 2 ou 3 variables réelles.</p> <p>Résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre</p>
Acquis	<p>Problèmes linéaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* savoir les reconnaître, les mettre sous forme matricielle</li> <li>* savoir les résoudre</li> <li>* savoir déterminer les valeurs propres d'une matrice de taille 2 à 4</li> </ul> <p>Analyse dans <math>\mathbb{R}^3</math> :</p>

	<p>* savoir utiliser et caractériser le produit vectoriel et le produit scalaire          * calculer une dérivée partielle d'ordre 1 ou 2          * calculer le gradient, le rotationnel et la divergence de produits de fonctions</p> <p>Analyse dans R :          * reconnaître les primitives usuelles          * intégrer par parties ou en faisant un changement de variables          * résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre</p> <p>Dans ce module, il est demandé de savoir calculer en tenant compte des résultats théoriques et de savoir calculer avec des nombres complexes.</p>
Description	<p>Chapitres de ce cours :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fonctions de plusieurs variables réelles</li> <li>2. Espace vectoriel, produits de vecteurs</li> <li>3. Analyse vectorielle</li> <li>4. Primitives</li> <li>5. Équations différentielles</li> <li>6. Produit de matrices, systèmes linéaires</li> <li>7. Bases de <math>\mathbb{R}^n</math></li> <li>8. Déterminant d'une matrice carrée</li> <li>9. Inversibilité d'une matrice, matrices semblables</li> <li>10. Diagonalisation d'une matrice</li> </ol>
Prérequis	L1-L2 (fonctions usuelles de la variable réelle)
Références bibliographiques	Chaîne Math adultes de Gilles Bailly-Maître Site OpenING
Evaluation	CC
Horaire encadré	46 h (20 CM + 26 TD + 0 TP)
Travail personnel	16 h
Responsables	Adeline Augier, Claire Schenkel
Enseignants	Adeline Augier, Claire Schenkel

## d.2. Statistiques et probabilités

Code	370NP5STA
Coef	1
Objectifs	Former aux méthodes classiques en probabilités et statistique inférentielle.
Acquis	Savoir manipuler les variables aléatoires classiques Savoir déterminer un estimateur sans biais et calculer son EQM, construire un intervalle de confiance et un test paramétrique .
Description	<p>Partie 1 : Probabilités</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dénombrements</li> <li>- Événements, espaces probabilisés</li> <li>- Calcul de probabilités, probabilités conditionnelles, formules des probabilités totales et de Bayes</li> <li>- Variables aléatoires : définitions, propriétés, espérance, variance</li> <li>- Construction de certaines lois classiques (normale, binomiale...)</li> </ul> <p>Partie 2 : Statistiques inférentielle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modèle statistique.</li> <li>- Estimation, intervalles de confiance.</li> <li>- Tests d'hypothèses</li> </ul>
Références bibliographiques	Pratique moderne des probabilités, Radix JC, Lavoisier, Paris 1991 Probabilités, analyse des données et statistique, Saporta G, Ed. technips 1990
Evaluation	CC
Horaire encadré	16 h (0 CM + 16 TD + 0 TP)
Travail personnel	6 h
Responsable	Stéphanie Léger
Enseignants	Adeline Augier, Laurent Beaudou, Stéphanie Léger, Claire Schenkel, Martin Metodiev

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

### a. Génie des Bioprocédés 1

Code	37AP5GB1
------	----------

Coef	3
Objectifs	Acquérir les bases du Génie des bioprocédés : écriture des bilans matière et énergie à toutes les échelles de description des procédés. Résolution de ces bilans
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Être capable de calculer les bilans sur une opération unitaire ou sur une usine (chaleur, matière et quantité de mouvement)</li> <li>- Être capable de concevoir des appareils afin de réaliser une réaction ou une série de réactions chimiques, biochimiques ou microbiologiques</li> <li>- Être capable de mettre en oeuvre des appareils afin de réaliser une réaction ou une série de réactions chimiques, biochimiques ou microbiologiques</li> <li>- Maitriser l'élaboration et la mise en oeuvre de procédés fermentaires</li> </ul>
Description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction</li> <li>2. Bilans matière : global et macroscopique</li> <li>3. Bilans énergiques : global et macroscopique</li> <li>4. Bilan de quantité de mouvement</li> <li>5. Bilan sur les procédés de fermentation</li> </ol>
Prérequis	Aucun
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	26 h (8.5 CM + 17.5 TD + 0 TP)
Travail personnel	12 h
Responsable	Samir Taha
Enseignant	Samir Taha

## b. Décloisonnement scientifique

Code	37AX5DSC
Coef	2
Objectifs	Vise à favoriser l'interdisciplinarité en permettant aux étudiants en Génie Biologique d'acquérir des compétences fondamentales dans d'autres Génies. Il s'inscrit dans une démarche de decloisonnement des disciplines afin de leur fournir des outils scientifiques et techniques complémentaires pour une meilleure compréhension des phénomènes physiques sous-jacents aux systèmes biologiques et biotechnologiques
Eléments de cours	Energétique Matière Matériaux
Horaire encadré	26.5 h (16.5 CM + 10 TD + 0 TP)
Responsable	Fabrice Audonnet

### b.1. Energétique

Code	370N5NRG
Coef	1
Objectifs	Maîtrise des principes de base de la thermodynamique et de l'énergétique des systèmes
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre les principes de la thermodynamique</li> <li>- Savoir écrire un bilan de conservation de la masse et de l'énergie et un bilan entropique</li> <li>- Être capable de modéliser les lois d'équilibre des corps purs et de l'air humide</li> </ul>
Description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Qu'est ce que l'énergie ?</li> <li>2. Lois de conservation et bilans</li> <li>3. Propriétés thermodynamiques des corps purs</li> </ol>
Prérequis	Aucun
Evaluation	C
Horaire encadré	13.5 h (7.5 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	7.5 h
Enseignant	Christophe Vial

### b.2. Matière Matériaux

Code	370N5MAM
Coef	1
Objectifs	Donner une vision globale de la constitution de la matière (protons, neutrons, électrons) jusqu'aux propriétés des matériaux
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre/prédire les propriétés d'usage des matériaux</li> <li>- Être apte à dialoguer/faire l'interface avec des spécialistes dans des domaines variés</li> </ul>

Description	-L'ingénieur et la chimie À partir du fil conducteur de la classification périodique des éléments sont présentées les parties suivantes : - Configuration électronique et structure de Lewis Modèle VSEPR - Orbitales atomiques et moléculaires - Des atomes aux molécules; relation entre propriétés microscopiques et macroscopiques - Les formes cristallines - Les matériaux polymères
Références bibliographiques	Les cours de Paul Arnaud, Cours avec 350 questions et exercices corrigés, Françoise Rouquérol, Gilberte Chambaud, Roland Lissillour, Dunod, 6° édition, 2007, Arnaud Paul Chemistry, The Central Science, Brown TT, LeMay HE, Burste BE, Prentice-Hall International New York, 1997 Introduction à la chimie pour ingénieurs, Javet PA, Lerch P, Plattner E, PPUR Editions, Lausanne 1992 Atkins' Physical Chemistry, Oxford, 9th edition, 2010, Peter Atkins, Julio de Paula
Evaluation	C
Horaire encadré	13 h (9 CM + 4 TD + 0 TP)
Enseignant	Fabrice Audonnet

### c. Socle informatique

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

#### c.1. Algorithmique

Code	370N5SI
Coef	2
Objectifs	Être capable d'écrire des algorithmes simples Être capable d'interagir avec des développeurs
Acquis	Être capable de manipuler des concepts abstraits pour comprendre et d'échanger avec des développeurs Être capable d'appréhender les actions séquentielles, répétitives et leur imbrication . Être capable de valider à chaque étape du développement et de réceptionner un outil informatique (logiciels) . Être en mesure de transposer cette organisation hiérarchique de développement (besoin/solution/validation) à d'autres domaines que l'informatique . Être capable d'intégrer un système validé dans un système plus complexe en respectant les contraintes entrées/sorties et les protocoles et interfaces .



	Être capable d'utiliser un langage commun (pseudo-langage) pour formaliser un cahier des charges, appréhender un système/contexte inconnu pour le faire évoluer de manière à garantir des objectifs
Description	Variable et opération - Types simples et structurés - Expression Structures de contrôle conditionnelles et itératives (boucle) : pré-test, post-test, prédéfinie Sous-programme - Passage de paramètres, entrée/sortie-Notion de bloc fonctionnel La récursivité est introduite sur exemple Les fichiers
Références bibliographiques	Programmation structurée et structures de données élémentaires, Courtin Jacques, Kowarski Irène, Dunod, 1989 Initiation à la programmation, Delannoy, Claude, Eyrolles 1997
Evaluation	CC
Horaire encadré	14 h (8 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	5 h
Responsable	Christophe de Vault
Enseignants	Christophe de Vault, Nancy El Rachkidy, Laurent Poughon, Mathilde Morvan

### c.2. Langage de programmation

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

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

#### a. DRS 1

Code	370X5D1
Coef	2
Objectifs	Sensibiliser nos élèves ingénieurs aux enjeux de la transition écologique et du développement durable
Description	L'équilibre et les limites de notre monde par une approche systémique sont étudiés. Les étudiants sont amenés à comprendre les ordres de grandeur et incertitudes par une analyse prospective et à co-construire des diagnostics et solutions. Pour cela ils ont recours à des modèles dont la structure (diagramme de causalité, boucles) est analysée au moyen d'outils (ex : Vensim) pour quantifier les évolutions.  Présentation : - des enjeux climatiques - des limites planétaires - des transitions écologiques et énergétique - de l'écoconception - Fresque du climat

	+ Polytest : Ce test est créé par le Réseau Polytech et s'inspire du Sulitest. Il s'appuie sur les 17 ODD de l'ONU. Il permet aux étudiants de se positionner et d'améliorer leurs connaissances sur la compréhension des grands défis de notre monde en pleine transition pour un futur soutenable.  + Présentations faites par des industriels
Evaluation	CC
Horaire encadré	22 h (14 CM + 8 TD + 0 TP)
Travail personnel	5 h
Responsable	Arnaud Diemer
Enseignants	Marinette Bouet, Stéphanie Léger, Arnaud Diemer, Alexandre Cabagnols, Catherine Creuly, Gaëlle Baudouin

## b. Communication 1

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

### b.1. E2C 1

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

### b.1. Langue vivante 1

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

#### b.1.1. Anglais 1

Code	370N5AN1
Coef	1
Objectifs	Obtention du niveau B2 du Cadre Européen de Référence pour les langues : TOEIC 800
Acquis	Être capable de comprendre le contenu essentiel d'une discussion dans un cadre professionnel Être capable de s'exprimer avec aisance dans un cadre professionnel Être capable de comprendre le contenu d'un texte technique ou d'ordre général Être capable de s'exprimer correctement à l'écrit dans un contexte professionnel
Description	Remise à niveau et approfondissement grammatical et lexical Discussion à deux et en groupe Compréhension de documents oraux courts et longs, Introduction au test TOEIC Amélioration de la compréhension et de la réactivité surtout à l'oral
Evaluation	CC
Horaire encadré	26 h (0 CM + 26 TD + 0 TP)
Travail personnel	20 h
Responsable	Michelle Didier
Enseignants	Bénédicte Bousset, Michelle Didier, Bertrand Maillet

### b.1.1. Seconde langue 1 (facultative)

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

#### b.1.1.1. Espagnol

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

#### b.1.1.2. Allemand

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

#### b.1.1.3. Italien

Coef	1
------	---

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

### c. Sciences sociales 1

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

#### c.1. Droit

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

#### c.2. Economie

Code	370N5ECO
Coef	1
Objectifs	Comprendre la dimension systémique du fonctionnement de l'économie tant à l'échelle micro-économique (interactions stratégiques) que macroéconomique (transmission internationale des conjonctures et des politiques économique)
Acquis	Savoir ce qu'est l'économie et ce qui la distingue de la gestion Développer une vision systémique du fonctionnement de l'économie Comprendre les spécificités politiques des systèmes de régulation libéraux et de marché Savoir calculer une courbe d'offre et une courbe de demande à partir d'un carnet d'ordre Comprendre les mécanismes de formation des prix sur les marchés de gré à gré et centralisés Savoir comment se calcule le PIB et quelle est sa signification en termes de production de richesse, de distribution de revenus et de consommation Aborder les questions macro-économiques dans une perspective géopolitique

	Prévoir les conséquences des décisions nationales de politique économique sur les grandeurs macroéconomiques (PIB, consommation, emploi, taux d'intérêt, taux de change, balance commerciale)
Description	Qu'est-ce que l'économie ? Les différentes branches de l'économie. Economies libérales capitalistes de marchés : définition et spécificités Fonctionnement des marchés : offre, demande, calcul du prix et des quantités d'équilibre sur des marchés de gré à gré vs centralisés Comportements du consommateur et de l'entrepreneur, confrontation offre demande sur les marchés, interactions stratégiques Mesure de l'enrichissement à l'échelle de l'entreprise : le résultat Mesure de la richesse produite à l'échelle d'un pays et calcul du PIB Equilibre consommation - épargne et flux financiers internationaux Représenter le système macro-économique : le modèle IS/LM en économie fermée Représenter les interactions internationales : Le modèle IS/LM en économie ouverte
Références bibliographiques	BLANCHARD, Olivier. Macroéconomie 8e + Quizz. 8e édition. Montreuil: PEARSON, 2020.
Evaluation	CC
Horaire encadré	30.5 h (30.5 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	30 h
Responsable	Alexandre Cabagnols
Enseignant	Alexandre Cabagnols

## B. Semestre 6 [30 ECTS | 31 Coef]

### 1. UE4 Sciences fondamentales 2 [11 ECTS | 11 Coef]

#### a. Biochimie Structurale et Métabolique 2

Code	37AP6BS2
Coef	2
Objectifs	Compréhension de la structure des biomolécules et du métabolisme cellulaire
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les structures et le métabolisme des acides aminés et des acides nucléiques</li> <li>- Connaître les systèmes transporteurs d'électrons (mitochondrie et chloroplastes)</li> <li>- Savoir mettre en oeuvre les systèmes transporteurs d'électrons dans les phénomènes de respiration et de photosynthèse</li> <li>- Être capable d'étudier et/ou utiliser des composés azotés en fonction de leur structure et de leur potentiel d'application en industrie</li> <li>- Être capable d'utiliser et maîtriser des grandes voies métaboliques (production de métabolites, bioénergie, ...)</li> <li>- Savoir manipuler et calculer des données numériques complexes</li> <li>- Savoir traiter et générer des données graphiques</li> </ul>
Description	<p>Compréhension de la structure des acides nucléiques et du métabolisme cellulaire (anabolisme et catabolisme) des substances azotées (cycle de l'azote, cycle de l'urée, acides aminés et acides nucléiques).</p> <p>1. Métabolisme des acides aminés, cycle de l'urée, structure et métabolisme des nucléotides, cycle de l'azote</p> <p>2. Systèmes transporteurs d'électrons, membranes et transport, intégration métabolique</p>
Prérequis	37AP5BBC 37AP5BS1
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	27 h (19 CM + 8 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Responsable	Philippe Michaud
Enseignants	Cédric Delattre, Philippe Michaud, Guillaume Pierre

#### b. Biologie moléculaire

Code	37AP6BML
Coef	2

Objectifs	Acquérir les connaissances de bases dans le domaine de la biologie moléculaire et des technologies associées
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les principes fondamentaux structuraux et fonctionnels des acides nucléiques</li> <li>- Maîtriser les technologies de bases et à haut débit associées à l'exploitation des acides nucléiques et de l'information génétique</li> <li>- Savoir extrapoler et intégrer les technologies de la biologie moléculaire à d'autres disciplines (microbiologie, bioprocédés, ...)</li> <li>- Savoir manipuler et calculer des données numériques complexes</li> <li>- Savoir traiter et générer des données graphiques</li> <li>- Capacité à s'organiser, travailler en groupe, respecter les consignes</li> </ul>
Description	<p>Acquérir et maîtriser les connaissances fondamentales de la structure des acides nucléiques (ADN, ARN et autres) et leur fonctions cellulaires. Acquérir les grandes fonctions réplication, transcription et traduction. Savoir identifier les acteurs enzymatiques, découlant de la connaissance des mécanismes réplicatifs, transcriptionnels et traductionnels, dans le développement et l'exploitation de technologies de biologie moléculaires.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Structure et fonctions des acides nucléiques : applications technologiques</li> <li>2. Les technologies haut débit / les technologies appliquées au secteur industriel (agroalimentaire, pharmaceutique, environnement)</li> <li>3. Démarche de production de protéines recombinantes (Enzymes et protéines diverses): les différents systèmes procaryotiques et eucaryotiques</li> <li>4. Travaux Pratiques: Extraction d'ADN génomique- Établissement de carte de restriction</li> </ol>
Prérequis	Aucun
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	39 h (25.5 CM + 8 TD + 5.5 TP)
Travail personnel	15 h
Responsable	Pascal Dubessay
Enseignants	Pascal Dubessay, Sébastien Lageix

### c. Microbiologie 1

Code	37AP6MI1
Coef	3
Objectifs	Acquérir les connaissances de base en microbiologie, sur la structure, la physiologie et la classification des microorganismes. Étude et acquisition des connaissances et techniques de base en microbiologie.
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acquérir les connaissances de base en microbiologie, sur la structure, la physiologie et la classification des bactéries</li> <li>- Être capable de définir les composants d'un milieu et les conditions physico-chimiques favorables au développement d'un microorganisme</li> <li>- Être capable de déterminer les paramètres cinétiques de culture</li> <li>- Savoir manipuler en conditions stériles et respecter les bonnes pratiques microbiologiques</li> <li>- Savoir quantifier et caractériser une biomasse bactérienne</li> <li>- Être capable d'identifier et caractériser une bactérie par des tests biochimiques</li> <li>- Savoir manipuler et calculer des données numériques complexes</li> <li>- Savoir traiter et générer des données graphiques</li> </ul>
Description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Description des différents microorganismes : Structures cellulaires, Nutrition, fourniture en énergie, croissance et reproduction</li> <li>2. Méthodes phénotypiques d'identification des bactéries</li> <li>3. Classification et description des bactéries ayant une importance dans les domaines agro-alimentaire, pharmaceutique ou environnement</li> <li>4. Travaux pratiques : Initiation à la manipulation stérile, dénombrements des bactéries viables, techniques d'évaluation de la croissance, calcul de taux de croissance, paramètres cultureux influant la croissance des microorganismes. initiation à la manipulation de levures</li> </ol>
Prérequis	Aucun
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	60 h (18 CM + 4 TD + 38 TP)
Travail personnel	10 h
Responsable	Gwendoline Christophe

Enseignants	Gwendoline Christophe, Sébastien Lageix, Jane Roche
-------------	---

#### d. Chimie Organique 2

Code	37AP6CO2
Coef	2
Objectifs	Acquérir les connaissances de bases de la réactivité en chimie organique pour mieux appréhender la chimie du vivant, acquérir les compétences pratiques en synthèse organique
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maitriser les principes généraux de la réactivité en chimie organique</li> <li>- Maitriser l'écriture des mécanismes réactionnels, transférer sur la chimie en milieu biologique</li> <li>- Maitriser l'analyse des voies de biosynthèse</li> <li>- Maitriser les opérations unitaires expérimentales</li> <li>- Maitrise des BPL, Savoir-Etre</li> <li>- Capacité à s'organiser, travailler en groupe, respecter les consignes</li> <li>- Capacité à rendre des comptes, des résultats et les interpréter rapidement</li> </ul>
Description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principaux mécanismes réactionnels rencontrés en chimie organique</li> <li>2. Analyse de voies de synthèse multi-étapes et de biosynthèse de produits naturels</li> <li>3. Adaptation des l'écriture des mécanismes réactionnels au milieu biologique</li> <li>4. Mise en oeuvre expérimentales de synthèses organiques</li> </ol>
Prérequis	37AP5CO1
Evaluation	1/3 CC (TP) + 2/3 (1/3 CC + 2/3 CE)
Horaire encadré	64 h (18 CM + 14 TD + 32 TP)
Travail personnel	20 h
Responsable	Marielle Lemaire
Enseignants	Catherine Creuly, Marielle Lemaire, Christine Helaine

#### e. Immunologie

Code	37AY6IMM
Coef	2
Objectifs	Acquérir les bases en immunologie et techniques immunologiques. Compréhension des mécanismes en jeu lors de la réponse immunitaire. Connaissance de quelques grandes pathologies connues et des différentes méthodes de détection existantes
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compréhension du système immunitaire : mécanismes et réponses</li> <li>- Aptitude à utiliser son bagage immunologique et les techniques associées</li> <li>- Aptitude au choix de méthodes immunologiques dans un processus biologique</li> <li>- Maitrise des BPL, Savoir-Etre</li> <li>- Capacité à s'organiser, travailler en groupe, respecter les consignes</li> <li>- Capacité à rendre des comptes, des résultats et les interpréter rapidement</li> </ul>
Description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Le système immunitaire</li> <li>2. Immunoglobulines et réponse humorale</li> <li>3. L'immunité innée</li> <li>4. Rejet-tolérance de greffe</li> <li>5. Le complexe majeur d'histocompatibilité</li> </ol> Travaux pratiques : Immunodiffusion double (Ouchterlony), Détection d'antigènes par la méthode des spots (Dot blot), Etude des composants d'un sérum de lapin par Western Blot, Technique ELISA : Système BSA/anti-BSA, Technique SDS-PAGE, Technique VIDAS (bioMérieux)
Prérequis	37AP5BBC 37AP5BS1
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	33.5 h (13.5 CM + 4 TD + 16 TP)
Travail personnel	15 h
Responsable	Philippe Michaud
Enseignants	Philippe Michaud, Guillaume Pierre

## 2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 [12 ECTS | 12 Coef]

### a. Techniques de Séparation de Biomolécules

Code	37AP6TS
------	---------

Coef	2
Objectifs	Comprendre et utiliser les principales techniques nécessaires à la purification et à la caractérisation de biomolécules (ici protéines)
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître des techniques d'extraction, de purification de protéines et leurs principes</li> <li>- Être capable de mesurer et quantifier une activité enzymatique d'extraits protéiques</li> <li>- Être capable d'établir une stratégie en vue de la préparation et de la purification d'un extrait protéique à partir d'une matrice biologique</li> <li>- Maîtriser des méthodes d'analyse, de séparation et de caractérisation de protéines (Électrophorèse, Chromatographie)</li> <li>- Savoir manipuler et calculer des données numériques complexes</li> <li>- Capacité à s'organiser, travailler en groupe, respecter les consignes</li> </ul>
Description	<p>Comprendre et utiliser les principales techniques nécessaires à la purification et à la caractérisation des protéines. Les travaux pratiques permettent aux étudiants d'approfondir et de mettre en pratique les notions vues en cours sur l'extraction et la caractérisation d'extraits protéiques grâce à l'étude d'un cas concret (la lactate déshydrogénase).</p> <p>Préparation d'un extrait protéique (Centrifugation différentielle, Filtration, Osmose inverse, Stabilisation et solubilité des protéines, Dialyse). Séparation par chromatographie (Gel filtration, Echange d'ions, Par affinité, Par interactions hydrophobes). Techniques électrophorétiques (Différents types d'électrophorèse, Les tampons, L'analyse de gels).</p> <p>Travaux pratiques : Extraction et Purification de la lactate déshydrogénase (Broyage des tissus, Précipitation au sulfate d'ammonium, Ultrafiltration, Chromatographie hydrophobe, Chromatographie d'affinité, Électrophorèses native et SDS-Page, Dosages d'activité enzymatique et de protéines, Calculs de bilans de purification).</p>
Prérequis	37AP5BBC 37AP5BSM1
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	36.5 h (8.5 CM + 4 TD + 24 TP)
Travail personnel	14 h
Responsable	Céline Laroche
Enseignants	Cédric Delattre, Céline Laroche, Philippe Michaud, Guillaume Pierre, Jane Roche

## b. Génie des Bioprocédés 2

Code	37AP6GB2
Coef	3
Objectifs	Acquérir les bases du Génie des bioprocédés : assimiler les concepts de la mécanique des fluides visqueux
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les principes généraux de la mécanique des fluides</li> <li>- Écrire et résoudre un bilan d'énergie mécanique (Bernoulli)</li> <li>- Analyser l'importance des phénomènes d'écoulement visqueux dans un bioprocédé</li> <li>- Calcul de pertes de charges, de débit, de puissance de pompe</li> <li>- Pouvoir résoudre des cas simples d'extrapolation appliqués aux opérations unitaires</li> <li>- Organisation autonome du travail en équipe</li> <li>- Gestion et application des consignes de sécurité</li> <li>- Implication intellectuelle et relationnelle dans les activités pratiques</li> </ul>
Description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Théorème de Bernoulli</li> <li>2. La viscosité. Fluides newtoniens et non newtoniens</li> <li>3. Régimes d'écoulement. Nombre de Reynolds. Applications</li> <li>4. Écoulement turbulent. Analyse dimensionnelle. Pertes de pression</li> <li>5. Écoulement autour d'obstacles</li> <li>6. Agitation et mélange - Extrapolation</li> </ol>
Prérequis	37AP5GB1
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	43 h (10.5 CM + 18 TD + 14.5 TP)
Travail personnel	12 h
Responsable	Samir Taha



Enseignants	Catherine Creuly, Pierre Fontanille, Agnès Pons, Samir Taha
-------------	---

### c. Génie des Bioprocédés 3

Code	37AP6GB3
Coef	2
Objectifs	Acquérir les bases du Génie des bioréacteurs : découverte de la culture en bioréacteur batch, suivi, analyses et calculs
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparer un milieu de culture et étalonner le matériel de dosage</li> <li>- Inoculer un bioréacteur, prélever et traiter les prélèvements</li> <li>- Savoir réaliser une dilution, une gamme étalon, mettre en oeuvre un dosage colorimétrique</li> <li>- Être capable d'analyser des résultats expérimentaux, par des calculs de rendements et de bilans élémentaires</li> <li>- Organisation autonome du travail en équipe</li> <li>- Gestion et application des consignes de sécurité</li> <li>- Implication intellectuelle et relationnelle dans les activités pratiques</li> </ul>
Description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Phase préparatoire : milieu de culture et instrumentation</li> <li>2. Phase de suivi : inoculation, prélèvements et traitement</li> <li>3. Phase analytique : dosage des substrats et produits de la culture</li> <li>4. Phase de réflexion : calcul de rendements et de bilans élémentaires</li> </ol>
Prérequis	37AP5GB1 37AP6GB2
Evaluation	CC
Horaire encadré	25.5 h (1.5 CM + 0 TD + 24 TP)
Travail personnel	4 h
Responsable	Agnès Pons
Enseignants	Gwendoline Christophe, Agnès Pons, Jean-Romain Bautista Angeli

### d. Bioprocédés et Biocatalyse

Code	37AY6BB
Coef	2
Objectifs	Acquérir les connaissances de bases dans les domaines de la biocatalyse industrielle (conventionnelle et non-conventionnelle)
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître des techniques d'extraction, de purification des polysaccharides et leurs principes</li> <li>- Connaître des techniques d'extraction, de purification de enzymes et leurs principes</li> <li>- Connaître la structure des protéines et l'importance des relations structure-fonctions</li> <li>- Être capable de mesurer et quantifier une activité enzymatique d'extraits protéiques commerciaux</li> <li>- Mettre en oeuvre et maîtriser l'enzymologie michaëlienne en milieu conventionnel et non conventionnel</li> <li>- Maîtriser l'enzymologie allostérique en milieu conventionnel</li> <li>- Être capable d'étudier des biocatalyseurs industriels via des études cinétiques enzymatiques et manipuler des données de mesure d'absorbance (UV, VIS)</li> <li>- Savoir manipuler et calculer des données numériques complexes</li> <li>- Savoir traiter et générer des données graphiques</li> </ul>
Description	<p>Acquérir les connaissances de base dans les domaines de la biocatalyse industrielle (enzymes et coenzymes) et des techniques d'immobilisation. Un rappel de biochimie structurale relatif aux supports d'immobilisation et au technique chemo-enzymatiques d'immobilisation (et aux différents niveaux de relation structure/fonction des protéines/substrats) vient en appui de la partie biocatalyse industrielle.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biocatalyse industrielle et techniques d'immobilisation des enzymes (conventionnelle et non-conventionnelle)</li> <li>2. Structure des enzymes et des supports d'immobilisation (acides aminés, peptides et protéines, structure des protéines/polysaccharides, relation structure/fonction)</li> <li>3/ Enzymologie (état de transition et énergie d'activation, cofacteurs, cinétique enzymatique, classification)</li> <li>4/ Travaux pratiques : <math>V_m</math>, <math>K_m</math>, dosage protéine sur différents modèles enzymatiques (incluant mesure et calcul d'AS, <math>K_{cat}</math>, Eff enz, inhibition excès S, etc.)</li> </ol>
Prérequis	37AP5BBC

Evaluation	CC
Horaire encadré	19 h (3 CM + 0 TD + 16 TP)
Travail personnel	10 h
Responsable	Cédric Delattre
Enseignants	Cédric Delattre, Philippe Michaud

#### e. Projet Tutoré

Code	37AY6PT
Objectifs	Projet bibliographique avec un éventuel support expérimental sur un sujet proposé par un industriel partenaire
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité à sélectionner l'information et à orienter un travail à partir de l'information recueillie</li> <li>- Capacité à synthétiser le résultat de la collecte d'information</li> <li>- Capacité à s'organiser, travailler en groupe, respecter les consignes</li> <li>- Capacité à rendre des comptes, choisir le format et présenter le travail réalisé</li> </ul>
Description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Répondre à une problématique industrielle</li> <li>2. Acquérir et gérer des informations variées dans un domaine scientifique ou technique ciblé</li> <li>3. Apprendre à organiser le travail en équipe. Notion de date limite</li> <li>4. Présentation orale et écrite du travail effectué Acquisition de notion de gestion de projet</li> </ol>
Prérequis	370N5CO1 370N5SS 370N6CO2
Evaluation	Livrable intermédiaire à 6 mois (non évalué)
Horaire encadré	9 h (0 CM + 5 TD + 4 TP)
Travail personnel	25 h
Responsables	Laurent Poughon, Sébastien Lageix
Enseignants	Laurent Poughon, Catherine Creuly, Gwendoline Christophe, Cédric Delattre, Pascal Dubessay, Pierre Fontanille, Sébastien Lageix, Céline Laroche, Philippe Michaud, Guillaume Pierre, Agnès Pons, Jane Roche, Jean-Romain Bautista Angeli, Samir Taha

#### f. DDRS GB 1

Code	37AY6DDR
Coef	1
Objectifs	<p>A travers plusieurs conférences-débats et la réalisation d'actions en lien avec le Développement Durable et la Responsabilité Sociétale (DDRS), sensibiliser les élèves-ingénieurs à la transition écologique et sociétale (TES) et promouvoir la diversité, accepter et accompagner la différence pour l'ensemble des parties prenantes.</p> <p>Action 1 : Réfléchir à son empreinte carbone individuelle en associant et comparant ses bilans individuels au cours de sa formation</p> <p>Action 2 : Réaliser une des activités proposées, en binôme ou individuellement</p>
Description	<p>Action 1 : Outil "Mon Empreinte Étudiante". Produire un document faisant apparaître les deux empreintes carbone (binômes des parrainages 3A/4A). Développer sur ce même document des pistes de réduction de vos empreintes carbone individuelles</p> <p>Action 2 : Réaliser au moins une des activités et produire une affiche sous format A4 pour promouvoir l'intérêt de cette écoute : "Réveilleur", "The Big Shift ! Ecologie", "Le climat en question de Cécile Ramstein", "Vert le média", "Bon Pote", "Novethic, l'économie responsable et la finance durable"</p>
Prérequis	Aucun
Evaluation	CC
Horaire encadré	3 h (3 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	5 h
Responsable	Catherine Creuly

#### g. Modélisation

Code	370N6MAB
Coef	2
Objectifs	Consolider les connaissances des outils mathématiques et informatiques

Éléments de cours	Analyse numérique Bases de données
Horaire encadré	50 h (16 CM + 18 TD + 16 TP)
Responsables	Adeline Augier, Marinette Bouet

### g.1. Analyse numérique

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

### g.2. Bases de données

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

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

### a. Stratégie d'innovation

Code	370N6INN
Coef	1
Objectifs	Savoir réaliser une étude d'opportunité dans le cadre d'un projet d'innovation.

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

## b. Hackathon

Coef	1
Objectifs	Hackathon animé en partenariat avec le PEPITE Auvergne  A partir d'un projet d'innovation l'objectif est de réaliser en équipe une étude d'opportunité et de proposer une stratégie d'entrée techniquement réalisable et économiquement viable.
Acquis	Volet gestion de "projet finalisé" : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Découper le projet en jalon et identifier les livrables</li> <li>- Réaliser un Gantt</li> <li>- Répartir les tâches</li> <li>- Gérer un budget temp</li> <li>- Animer un collectif de travail et gérer les conflits</li> <li>- Protéger l'information stratégique</li> <li>- Communiquer sur le projet</li> </ul> Volet veille externe : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser une veille socio-économique généraliste de type PESTELE</li> <li>- Réaliser une veille scientifique et technique</li> <li>- Réaliser une veille concurrentielle, marketing et commerciale</li> <li>- Synthétiser les résultats en appliquant une approche VUCA</li> <li>- Faire de la prospective pour identifier les principales tendances futures</li> <li>- Utiliser un questionnaire de bibliographie, utiliser des outils de recherche d'information adaptés au type de veille, ne pas laisser de traces de ses recherches.</li> </ul>

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

### c. DDRS2

Code	370X6D2
Coef	1
Objectifs	<p>Sensibiliser nos élèves ingénieurs aux enjeux sociétaux</p> <p>Sensibiliser les étudiants à la RSE</p>
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Origine de la RSE</li> <li>- Qu'est-ce que la RSE ?</li> <li>- Cadre normatif</li> <li>- Volet social : Santé et gestion des risques au travail (en lien avec le référentiel BES&amp;ST (Bases Essentielles en Santé &amp; Sécurité au Travail))</li> <li>- Etude de la maturité d'une entreprise en S&amp;ST</li> <li>- Serious game consacré aux notions essentielles en santé et sécurité au travail (Autoformation INRS).</li> </ul> <p>+ présentations faites par des industriels</p>
Evaluation	CC
Horaire encadré	6 h (2 CM + 4 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Responsable	Marinette Bouet
Enseignants	Marinette Bouet, Stéphanie Léger, Catherine Creuly

### d. Communication 2

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

#### d.1. E2C 2

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

#### d.1. Langue vivante 2

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

##### d.1.1. Anglais 2

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

Horaire encadré	24 h (0 CM + 24 TD + 0 TP)
Travail personnel	18 h
Responsable	Michelle Didier
Enseignants	Bénédicte Bousset, Michelle Didier, Bertrand Maillet

#### d.1.1. Seconde langue 2 (facultative)

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

##### d.1.1.1. Espagnol

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

##### d.1.1.2. Allemand

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

##### d.1.1.3. Italien

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

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

### a. Stage Ouvrier en Entreprise

Code	370U6ST
Coef	2
Objectifs	Stage ouvrier d'une durée minimale de 4 semaines
Acquis	En accord avec les compétences évaluées dans des situations représentatives du poste confié et de l'année d'étude ; en s'appuyant sur les fiches d'appréciation de stage. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maîtrise des domaines scientifiques et techniques</li> <li>- Maîtrise des méthodes et des outils de l'ingénieur</li> <li>- Conduite de l'action et prise de décision</li> <li>- Intégration dans une organisation et capacité d'animation</li> <li>- Respect des valeurs sociétales, sociales et environnementales</li> </ul>
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stage d'une durée minimale de 4 semaines</li> <li>- Se déroule obligatoirement en entreprise</li> <li>- Validation possible d'une expérience préalable de même durée et de même type</li> <li>- Rédaction d'un livrable bilan de compétences et projet professionnel avant et après le retour de stage</li> </ul>
Prérequis	Aucun
Evaluation	CC
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	25 h
Responsable	Samir Taha
Enseignants	Laurent Poughon, Samir Taha

### b. Module Projet Personnel et Professionnel (3P) GB 1

Code	37AP6PP1
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparer sa recherche de stage, d'emploi ou sa poursuite d'étude</li> <li>- Adapter ses recherches et réflexions selon ses capacités et besoins</li> <li>- Connaître et comprendre les métiers ou secteurs d'activités</li> </ul>
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître le marché de l'emploi et les secteurs d'activités</li> <li>- Identifier des métiers, des emplois</li> <li>- Rencontrer des professionnels ciblés</li> <li>- Commencer à tisser son réseau et savoir argumenter sur son parcours formant</li> <li>- Bien se connaître</li> </ul>
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cycle de 3 ou plus conférences-débats et/ou rencontres avec des professionnels de différents secteurs d'activités</li> <li>- Rencontres variées et partage d'expérience (entreprise, académique, entrepreneuriat, thèse, ...), notamment avec des ALUMNI</li> <li>- Délivrance d'un bilan de compétences et d'un projet professionnel avant et après chaque période de stage (3A, 4A et 5A)</li> </ul>
Prérequis	Aucun
Evaluation	Livrable (bilan compétences et projet professionnel) avant et après retour de stage
Horaire encadré	4.5 h (4.5 CM + 0 TD + 0 TP)
Responsables	Laurent Poughon, Catherine Creuly, Samir Taha

## II. GB4A - Quatrième Année

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

#### 1. UE1 Sciences fondamentales 1 [11 ECTS | 9 Coef]

##### a. Génétique

Code	47AP7GNT
Coef	2.5
Objectifs	Maîtriser la compréhension des mécanismes de transmission de l'information génétique chez les procaryotes et les eucaryotes, et des mécanismes qui contrôlent cette information génétique
Acquis	- Analyser et interpréter des données génétique



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concevoir et exécuter des expériences génétiques</li> <li>- Utiliser les outils de bio-informatique dans l'analyse de données génétiques</li> <li>- Savoir les méthodes de séquençage et d'annotation des génomes</li> <li>- Savoir les méthodes utilisées pour connaître la fonction des gènes</li> <li>- Capacité à communiquer (bilan / transmission de l'information)</li> </ul>
Description	<p>Génomique : ce cours traite des méthodes utilisées pour séquencer et annoter des génomes, ainsi que de l'analyse de données génomiques pour identifier les gènes impliqués dans des processus biologiques spécifiques.</p> <p>Génomique fonctionnelle : ce cours traite des méthodes utilisées pour étudier la fonction des gènes, y compris l'analyse de l'expression génique, les expériences de perte de fonction et les expériences de gain de fonction.</p> <p>Réglementation et éthique en génétique : ce cours traite des réglementations en matière de manipulation génétique, de sécurité biologique et de protection de l'environnement, ainsi que des considérations éthiques liées à la génétique et aux technologies de manipulation génétique.</p> <p>Projets de recherche en génétique : les étudiants ont l'opportunité de réaliser des projets de recherche en génétique permettant ainsi une application pratique des connaissances acquises dans les cours.</p>
Prérequis	<p>37AP6BML 37ON5SI 47AP7GGN 47AP7PHV 37ON5CO1 37ON5CO2</p>
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	42 h (16.5 CM + 10 TD + 15.5 TP)
Travail personnel	9 h
Responsable	Sébastien Lageix
Enseignants	Sébastien Lageix, Christiane Forestier

## b. Biotechnologies Végétales

Code	47AP7PHV
Coef	2
Objectifs	Acquérir les connaissances de base dans le domaine de la physiologie, des technologies de manipulations végétales et des voies de signalisation associées
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les principes de physiologie végétale et techniques de transformation génétique des plantes</li> <li>- Savoir utiliser les connaissances acquises en physiologie végétale pour comprendre et analyser des articles scientifiques dans le domaine</li> <li>- Maîtriser les concepts et les éléments déterminants pour la réalisation de constructions génétiques</li> <li>- Savoir manipuler en conditions stériles (Culture in vitro)</li> <li>- Savoir manipuler et calculer des données numériques complexes</li> <li>- Savoir traiter et générer des données graphiques</li> <li>- Savoir traiter statistiquement des données</li> <li>- Organisation/réalisation d'un projet/missions en groupe restreint</li> <li>- Capacité à communiquer (bilan / transmission de l'information)</li> </ul>
Description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Physiologie végétale et réponses des plantes au stress: écophysiologie et signalisation moléculaire</li> <li>2. Principes et utilisations des biotechnologies végétales associées d'exemples concrets</li> <li>3. Travaux dirigés de botanique regroupant les grandes familles du règne végétal: Illustration à partir d'applications dans l'industrie</li> <li>4. Travaux pratiques : Cultures de plantes in vitro, démonstration de l'action des gibberellines dans la germination des graines d'orge, étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles, analyse de la composition de l'huile essentielle de menthe, interactions plantes-microorganismes, extraction de carraghénanes à partir d'une algue rouge : Eucheuma Cottonii, transformation des plantes de tabac avec Agrobacterium tumefaciens,</li> </ol>
Prérequis	Aucun
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	43.5 h (13.5 CM + 4 TD + 26 TP)

Travail personnel	20 h
Responsable	Jane Roche
Enseignant	Said Mouzeyar

### c. TP Génie Génétique

Code	47AP7GGN
Coef	2
Objectifs	Maîtriser les techniques de Biologie moléculaire et des procédés liés à l'expression et purification de protéines recombinantes
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir utiliser et identifier les techniques de base en biologie moléculaire (Clonage, PCR électrophorèse,?)</li> <li>- Savoir établir ou apporter des actions correctives d' un plan expérimental</li> <li>- Savoir communiquer au sein d'un groupe de travail</li> </ul>
Description	<p>Acquérir et maîtriser les techniques de biologie moléculaire et leur application pour la production de protéines en systèmes hétérologues.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construction de vecteurs d'expression</li> <li>2. Transformation de souches bactériennes</li> <li>3. Production et purification de protéines recombinantes</li> <li>4. Analyse enzymatiques et détermination des paramètres cinétiques</li> </ol>
Prérequis	37AP6BML
Evaluation	CC
Horaire encadré	32 h (0 CM + 0 TD + 32 TP)
Travail personnel	15 h
Responsable	Pascal Dubessay
Enseignants	Pascal Dubessay, Sébastien Lageix

### d. Génie Génétique - Bioinformatique

Code	47AP7BIF
Coef	2.5
Objectifs	Acquérir les connaissances des technologies haut débit de génomiques et post-(génomique (Transcriptomique, protéomique, génome sequencing). Apport de connaissances en génome editing. Apprentissage de l'utilisation des outils de bioinformatique
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir manipuler les logiciels d'analyses de séquences nucléiques et protéiques</li> <li>- Savoir rechercher les données de séquences et les informations associées dans les banques de données</li> <li>- Connaître les principes fondamentaux liés à la Génomique et la post-génomique</li> <li>- Maîtriser les approches liées au génome editing</li> <li>- Maîtriser les technologies à haut débit associées à l'étude des génomes et des transcriptomes</li> <li>- Maîtriser les connaissances associées à la thérapie génique et cellulaire</li> <li>- Savoir mettre en oeuvre une démarche scientifique pour des étude fonctionnelle du génome</li> <li>- Connaître la démarche de production des anticorps thérapeutiques dans le secteur industriel</li> <li>- Avoir la vision de l'exploitation technologique de la biologie moléculaire dans le secteur industriel</li> </ul>
Description	<p>Acquérir et maîtriser les connaissances fondamentales de la génomique, de la post-génomique et de la transcriptomique. Acquérir les connaissance liées à l'étude des génomes et de leur modification (genome editing). Acquérir une connaissance des applications industrielles relative à la thérapie génique, la thérapie cellulaire et la production et l'utilisation des Anticorps thérapeutiques. Maîtriser sur le plan de la bioinformatique les connaissances et compétences pour des applications de recherche et d'analyse de séquences protéiques et nucléiques.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Génomique et post-génomique: définition, techniques d'analyse et applications</li> <li>2. La thérapie génique et cellulaire. Les anticorps thérapeutiques</li> <li>3. Étude bioinformatique de données de séquences: recherche et utilisation de logiciel de prédiction</li> </ol>
Prérequis	36AP6BML 47AP7GGN
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE

Horaire encadré	44.5 h (26.5 CM + 10 TD + 8 TP)
Travail personnel	15 h
Responsable	Pascal Dubessay
Enseignants	Laurent Poughon, Pascal Dubessay, Said Mouzeyar

## 2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 [13 ECTS | 15 Coef]

### a. Génie des Bioprocédés 4

Code	47AP7GB4
Coef	3
Objectifs	Savoir comprendre, décrire et calculer les échanges de chaleur se produisant dans un procédé et les appliquer à des opérations mises en oeuvre dans les bioprocédés
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre les principes physiques associés aux modes de transferts de chaleur</li> <li>- Déterminer des flux de chaleur lors de transfert par conduction, convection et rayonnement</li> <li>- Calculer des barèmes de pasteurisation et de stérilisation</li> <li>- Dimensionner les transfert de chaleur aux opérations de congélation, de séchage et d'évaporation</li> <li>- Pouvoir résoudre des cas simples d'extrapolation appliqués aux opérations unitaires des bioprocédés</li> <li>- Organisation autonome du travail en équipe</li> <li>- Gestion et application des consignes de sécurité</li> <li>- Implication intellectuelle et relationnelle dans les activités pratiques</li> </ul>
Description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lois de transfert de chaleur</li> <li>2. Propriétés thermiques et colligatives de milieux biologiques</li> <li>3. Applications à quelques opérations unitaires</li> </ol>
Prérequis	37AP5GB1 37AP6GB2
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	66 h (20 CM + 26 TD + 20 TP)
Travail personnel	12 h
Responsable	Pierre Fontanille
Enseignants	Catherine Creuly, Pierre Fontanille, Agnès Pons

### b. Microbiologie 2

Code	47AP7MI2
Coef	2
Objectifs	Les micro-organismes au coeur des biotechnologies - Connaître les principaux micro-organismes rencontrés dans le domaine industriel
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acquérir les connaissances sur les microorganismes dans l'industrie (agro, pharma et environnement)</li> <li>- Mise en place de la réglementation sur l'hygiène au niveau industriel et Contrôle de l'environnement permettant la maîtrise du développement de micro-organismes</li> <li>- Analyse et recherche de microorganismes responsables de TIAC</li> <li>- Savoir manipuler en conditions stériles et respecter les bonnes pratiques microbiologiques</li> <li>- Préconiser des méthodes de contrôle et prendre des mesures correctives pour cette maîtrise</li> <li>- Capacité à étudier et exploser un document de référence</li> <li>- Capacité à conduire et rendre compte d'une analyse microbiologique en fonction de la réglementation en hygiène alimentaire</li> </ul>
Description	<p>Les micro-organismes au coeur des biotechnologies.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Les micro-organismes en environnement</li> <li>2. Les microorganismes en santé</li> <li>3. Les microorganismes en alimentaires</li> <li>4. Travaux pratiques : Présentation des normes AFNOR et recherche de microorganismes responsables de TIAC dans les aliments</li> </ol>
Prérequis	37AP6MI1
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	39 h (10.5 CM + 10 TD + 18.5 TP)
Travail personnel	15 h

Responsable	Gwendoline Christophe
Enseignants	Gwendoline Christophe, Jean-Romain Bautista Angeli

### c. Synthèse de Biomolécules

Code	47AP7SMB
Coef	2
Objectifs	Consolider les principes fondamentaux de la chimie et l'approche moléculaire des phénomènes biologiques. Appréhender les contraintes et comprendre les méthodes de synthèse des molécules bioactives
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les structures peptidiques et protéiques - Évaluer leurs propriétés physicochimiques</li> <li>- Être capable de concevoir un schéma simple de synthèse peptidique</li> <li>- Être capable d'analyser un procédé de synthèse de biomolécule</li> <li>- Maîtriser les opérations unitaires expérimentales</li> <li>- Organisation autonome du travail en équipe</li> <li>- Gestion et application des consignes de sécurité</li> <li>- Implication intellectuelle et relationnelle dans les activités pratiques</li> </ul>
Description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Propriétés et application des structures peptidiques</li> <li>2. Méthodes de synthèse peptidique</li> <li>3. Stratégie de synthèse- Synthèse combinatoire</li> <li>4. Peptidomimétiques - applications</li> <li>5. Mise en oeuvre expérimentales de synthèses peptidiques</li> <li>6. Techniques d'immobilisation et de caractérisation enzymatique</li> </ol>
Prérequis	37AP5CO1 37AP6CO2
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	44 h (9 CM + 10 TD + 25 TP)
Travail personnel	10 h
Responsable	Thierry Gefflaut
Enseignants	Catherine Creuly, Christine Helaine, Thierry Gefflaut

### d. Génie des Bioprocédés 5

Code	47AP7GB5
Coef	3
Objectifs	Acquérir les bases du Génie des bioprocédés : caractériser le comportement d'un microorganisme en bioréacteur
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître et utiliser les principaux modèles de croissance et de production de métabolites</li> <li>- Calcul de taux de croissance, de rendements et de bilans sur une culture en bioréacteur</li> <li>- Notion d'étapes limitantes et de transfert de matière</li> <li>- Calcul d'un coefficient de transfert de matière</li> <li>- Aptitude à l'analyse et à la modélisation du comportement des cultures de microorganismes en bioréacteur</li> </ul>
Description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cinétique (Modèles stoechiométriques, modèles de croissance, modèles de production de métabolites)</li> <li>2. Bioréacteurs (Bilans. Transfert entre phases. Cinétique physique ; bioréacteurs en discontinu, continu, semi-continu ; Mesures et métrologie)</li> <li>3. Transfert de matière (Diffusion, transfert entre phases, diffusion et réaction)</li> </ol>
Prérequis	37AP5GB1 37AP6GB2 37AP6GB3 47AP7GB4
Evaluation	1/3 CC + 2/3 CE
Horaire encadré	37 h (15 CM + 22 TD + 0 TP)
Travail personnel	15 h
Responsable	Samir Taha
Enseignants	Laurent Poughon, Agnès Pons, Samir Taha

### e. Projet Tutoré

Code	47AP8PRO
------	----------

Coef	2
Objectifs	Projet bibliographique avec un éventuel support expérimental sur un sujet proposé par un industriel partenaire
Acquis	- Capacité à sélectionner l'information et à orienter un travail à partir de l'information recueillie - Capacité à synthétiser le résultat de la collecte d'information - Capacité à s'organiser, travailler en groupe, respecter les consignes - Capacité à rendre des comptes, choisir le format et présenter le travail réalisé
Description	1. Répondre à une problématique industrielle 2. Acquérir et gérer des informations variées dans un domaine scientifique ou technique ciblé 3. Apprendre à organiser le travail en équipe. Notion de date limite 4. Présentation orale et écrite du travail effectué Acquisition de notion de gestion de projet
Prérequis	370N5CO1 370N5SS 370N6CO2
Evaluation	Livrable intermédiaire à 6 mois
Horaire encadré	5 h (0 CM + 5 TD + 0 TP)
Travail personnel	25 h
Responsable	Sébastien Lageix
Enseignants	Laurent Poughon, Catherine Creuly, Gwendoline Christophe, Cédric Delattre, Pascal Dubessay, Pierre Fontanille, Sébastien Lageix, Céline Laroche, Philippe Michaud, Guillaume Pierre, Agnès Pons, Jane Roche, Jean-Romain Bautista Angeli, Samir Taha

#### f. DDRS GB 2

Code	47AZ7DD
Coef	1
Objectifs	A travers plusieurs conférences-débats et la réalisation d'actions en lien avec le Développement Durable et la Responsabilité Sociétale (DDRS), sensibiliser les élèves-ingénieurs à la transition écologique et sociétale (TES) et promouvoir la diversité, accepter et accompagner la différence pour l'ensemble des parties prenantes. Action 1 : Réfléchir à son empreinte carbone individuelle en associant et comparant ses bilans individuels au cours de sa formation Action 2 : Réaliser une des activités proposées, en binôme ou individuellement
Description	Action 1 : Outil "Mon Empreinte Étudiante". Produire un document faisant apparaître les deux empreintes carbone (binômes des parrainages 3A/4A). Développer sur ce même document des pistes de réduction de vos empreintes carbone individuelles Action 2 : Réaliser au moins une des activités et produire une affiche sous format A4 pour promouvoir l'intérêt de cette écoute : "Réveilleur", "The Big Shift ! Ecologie", "Le climat en question de Cécile Ramstein", "Vert le média", "Bon Pote", "Novethic, l'économie responsable et la finance durable"
Prérequis	37AY6DDR
Evaluation	CC
Horaire encadré	6 h (0 CM + 0 TD + 6 TP)
Travail personnel	4 h
Responsable	Catherine Creuly

#### g. TP "Mon module 4A"

Coef	2
Éléments de cours	Module optionnel : TP Biotechnologies Module optionnel : Microbiologie Industrielle
Horaire encadré	65 h (1.5 CM + 5 TD + 58.5 TP)

#### g.1. Module optionnel : TP Biotechnologies

Code	47AP7GGN
Coef	2
Objectifs	(1 choix parmi 2) - Mise en oeuvre et utilisation des microorganismes et/ou des enzymes en industrie (alimentaire).

	<p>Travaux pratiques 1 : Développement de technologies d'ingénierie métabolique à base de protoplastes de plantes pour la valorisation de molécules actives. Adaptation et création de protocoles de formation de protoplastes pour le bioassay. Production de constructions génétiques à transformer dans les protoplastes en expression transitoire (évolution possible en expression stable : création de lignées transgéniques). Test de luminescence de la luciférase en plaque par spectrophotométrie</p> <p>OU</p> <p>Travaux pratiques 2 : Conduite de procédés de production et d'optimisation de protéines recombinantes</p>
Acquis	<p>TP1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir utiliser les connaissances acquises en physiologie végétale pour développer des projets de recherche</li> <li>- Maîtriser les concepts et les éléments déterminants pour la réalisation de constructions génétiques</li> <li>- Savoir manipuler et calculer des données numériques complexes</li> <li>- Savoir traiter et générer des données graphiques</li> <li>- Organisation/réalisation d'un projet/missions en groupe restreint</li> <li>- Capacité à communiquer (bilan / transmission de l'information)</li> </ul> <p>TP2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir manipuler le systèmes de modélisation 3D de protéines</li> <li>- Savoir identifier à l'appui de séquences protéiques les cibles pour l'optimisation de protéines par mutagenèse</li> <li>- Maitriser en autonomie la production en système bactérien et levure</li> <li>- Maitriser en tout autonomie les techniques de purification par chromatographie d'affinité et de SEC</li> <li>- Savoir exploiter les données expérimentales afin de réorienter des procédés expérimentaux</li> <li>- Savoir établir des rapports d'informations (bilans) et communiquer au sein du groupe de travail</li> </ul>
Description	<p>TP1 : Mise au point d'un bioassay à haut débit (en plaque) permettant de tester l'effet de molécules actives via l'induction de voies métaboliques (hormonales par ex). Ce bioassay repose sur la production de protoplastes de plusieurs espèces végétales et leur transformation par des constructions génétiques. Trois espèces représentatives du règne végétal (unicellulaire et plantes supérieures) et dont les génomes sont connus ont été choisies.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plante modèle : Arabidopsis thaliana</li> <li>2. Plante d'intérêt industriel : la microalgue pophyridium purpureum ou autres microalgues vertes cultivées en bioréacteur</li> <li>3. Plant d'intérêt agronomique : le blé</li> </ol> <p>TP2 : Acquérir la maitrise dans la mise en place d'une démarche de production, purification et analyses associée à la production de molécules (protéines) en système hétérologues.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Production de protéines enzymatiques en systèmes bactériens et levure à l'échelle laboratoire</li> <li>2. Production à l'échelle fermenteur (5L)</li> <li>3. Applications de procédés de purification (Chromatographie d'affinité, SEC, ...)</li> <li>4. Mutagenèse dirigée pour des études fonctionnelles des mécanismes enzymatiques</li> <li>5. Modélisation 3D et études des interactions moléculaires</li> </ol>
Prérequis	<p>TP1:</p> <p>36APBML 47AP7PHV 47AP7GGN 47AP7GNT</p> <p>TP2:</p> <p>36APBML</p>

	47AP7GGN
Evaluation	CC
Horaire encadré	65 h (1.5 CM + 5 TD + 58.5 TP)
Travail personnel	15 h
Responsables	Pascal Dubessay, Jane Roche
Enseignants	Pascal Dubessay, Sébastien Lageix, Jane Roche

### g.2. Module optionnel : Microbiologie Industrielle

Code	47AP7MIN
Coef	2
Objectifs	(1 choix parmi 2) - Mise en oeuvre et utilisation des microorganismes et/ou des enzymes en industrie (alimentaire).  Travaux pratiques 1 : Mise en oeuvre d'une nanobrasserie : Analyse Produits ; caractérisation d'une installation ; fermentation ; gestion de groupe  Travaux pratiques 2 : Cultures de microorganismes en bioréacteurs; Mise en place de protocoles; analyse des paramètres de culture; analyse de publication; gestion de projet
Acquis	- Mise en oeuvre de procédés mettant en jeu des microorganismes - Mise en oeuvre et découverte (de nouvelles) méthodes d'analyse - Traitement et analyse de résultats (calculs / manipulation de données / analyse statistique et graphique) - Organisation/réalisation d'un projet/missions en groupe restreint - Capacité à communiquer (bilan / transmission de l'information)
Description	Travaux pratiques 1 : Mise en oeuvre d'une nanobrasserie : Analyse Produits ; caractérisation d'une installation ; fermentation ; gestion de groupe  Travaux pratiques 2 : Cultures de microorganismes en bioréacteurs; Mise en place de protocoles; analyse des paramètres de culture; analyse de publication; gestion de projet
Prérequis	37AP5ST 37AP6MI1 37AP6ST 47AP7ST 47AP8PRO 37ON5CO1 37ON6CO2 47AP7E2C
Evaluation	CC
Horaire encadré	65 h (3 CM + 7 TD + 55 TP)
Travail personnel	10 h
Responsables	Laurent Poughon, Céline Laroche
Enseignants	Laurent Poughon, Céline Laroche

### 3. UE3 Sciences Homme et Société 1 [6 ECTS | 6 Coef]

#### a. Langues Vivantes

Code	47AP7LVU
Coef	2
Evaluation	CC
Horaire encadré	40 h (0 CM + 40 TD + 0 TP)
Travail personnel	30 h

#### b. Gestion

Code	47AP7GES
Coef	2

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

### c. Communication

Code	47AP7E2C
Coef	1
Evaluation	CC
Horaire encadré	18 h (0 CM + 18 TD + 0 TP)
Travail personnel	16 h

### d. Management et Sciences Humaines



Code	47AU8PSY
Coef	1
Evaluation	CC
Horaire encadré	36 h (7 CM + 29 TD + 0 TP)
Travail personnel	5 h

## B. Semestre 8 [13 ECTS | 30 Coef]

### 1. UE7 Stage [12 ECTS | 29 Coef]

#### a. Stage d'assistant-ingénieur à l'International

Code	47AP8STG
Coef	29
Objectifs	Stage d'assistant-ingénieur à l'International d'une durée minimale de 17 semaines
Acquis	<p>En accord avec les compétences évaluées dans des situations représentatives du poste confié et de l'année d'étude ; en s'appuyant sur les fiches d'appréciation de stage.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maitrise des domaines scientifiques et techniques</li> <li>- Maitrise des méthodes et des outils de l'ingénieur</li> <li>- Conduite de l'action et prise de décision</li> <li>- Intégration dans une organisation et capacité d'animation</li> <li>- Respect des valeurs sociétales, sociales et environnementales</li> </ul> <p>Particularités stage 4A :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptation à un environnement de recherche en laboratoire ou entreprise à l'étranger</li> <li>- Renforcement de l'expression anglaise écrite et orale</li> </ul>
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se déroule obligatoirement à l'étranger</li> <li>- Découverte du travail d'ingénieur en entreprise ou en laboratoire universitaire étranger</li> <li>- Adaptation à des contraintes de travail différentes du système français</li> <li>- Amélioration de la communication en anglais</li> <li>- Rédaction d'un livrable bilan de compétences et projet professionnel avant et après le retour de stage</li> </ul>
Prérequis	Aucun
Evaluation	CC
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	150 h
Responsable	Samir Taha

#### b. Module Projet Personnel et Professionnel (3P) GB 2

Code	47AP8PP2
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparer sa recherche de stage, d'emploi ou sa poursuite d'étude</li> <li>- Adapter ses recherches et réflexions selon ses capacités et besoins</li> <li>- Connaître et comprendre les métiers ou secteurs d'activités</li> </ul>
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître le marché de l'emploi et les secteurs d'activités</li> <li>- Identifier des métiers, des emplois</li> <li>- Rencontrer des professionnels ciblés</li> <li>- Commencer à tisser son réseau et savoir argumenter sur son parcours formant</li> <li>- Bien se connaître</li> </ul>
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cycle de 3 ou plus conférences-débats et/ou rencontres avec des professionnels de différents secteurs d'activités</li> <li>- Rencontres variées et partage d'expérience (entreprise, académique, entrepreneuriat, thèse, ...), notamment avec des ALUMNI</li> <li>- Délivrance d'un bilan de compétences et d'un projet professionnel avant et après chaque période de stage (3A, 4A et 5A)</li> </ul>
Prérequis	Aucun
Evaluation	Livrable (bilan compétences et projet professionnel) avant et après retour de stage CC
Horaire encadré	4.5 h (4.5 CM + 0 TD + 0 TP)

Travail personnel	5 h
Responsables	Catherine Creuly, Sébastien Lageix, Samir Taha

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

### a. Engagement personnel et citoyen

Code	470V8EPC
Coef	1
Description	Poly'Actions
Evaluation	CC
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

## III. GB5A - Cinquième Année

### A. Semestre 9 [30 ECTS | 30 Coef]

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

##### a. Polytech'Imagerie numérique

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

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

Code	570P9MOP
Coef	1

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

### c. Polytech'Contrat Pro

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

### d. Polytech'Management

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

### e. Polytech'Recherche

Code	570P9REH
Coef	1
Objectifs	Découvrir les métiers de la recherche par un suivi en parallèle d'un Master de l'Université Clermont Auvergne

Acquis	Acquérir des compétences spécifiques dans un domaine scientifique précis Être capable de mettre en place un projet de recherche
Description	MASTER accessibles en 2024/2025 :  - Master MAE - Master Microbiologie - Master Chimie - Master Biologie Santé / Nutrition - DU Pharmacie
Evaluation	CC
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)

#### f. Polytech'Industrie Cosmétique

Coef	1
Objectifs	Positionner la place de l'ingénieur dans le marché des produits cosmétiques
Acquis	Maîtriser la composition d'un produit cosmétique Connaître les différentes formulations Identifier l'importance du secteur industriel
Description	- Histologie de la peau - Physico-chimie des systèmes dispersés Formulation - Utilisation des plantes en cosmétique Notions sur le conditionnement - Réglementation
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)

#### g. Polytech'Entrepreneuriat

Code	570P9ENT
Coef	1
Objectifs	Donner des outils pratiques permettant de développer un projet d'innovation et/ou de création d'entreprise.
Acquis	Concevoir, administrer et traiter une étude de marché Proposer une stratégie marketing, concevoir un business model Réaliser une étude d'opportunité Concevoir, administrer et traiter une étude marketing Coconcevoir la solution avec les utilisateurs Elaborer une stratégie marketing, concevoir un business model Faire un plan de commercialisation Articuler prévisions marketings et prévisions financières Établir les principaux documents financiers prévisionnels Choisir le statut juridique (dans le cas de la création) Identifier des modes de financement Rédiger et présenter un business plan, pitcher
Description	Le cours se fonde sur une pédagogie par projet qui s'appuie sur une idée de projet réel ou fictif. Le projet peut être réalisé seul ou en équipe. Il permet de mettre en pratique les différentes méthodes présentées en cours. En fin de parcours les étudiants rendent un business plan et font un pitch.  Les cours est structuré comme suit : 1- Analyse de l'environnement 2- Etude marketing et validation de la solution technique 3- Elaboration d'un business model 4- Plan marketing et plan de production 5- Choix des statuts 6- Prévisionnels financiers 7- Identifier des pistes de financement 8- Rédiger un business plan et préparation du pitch
Prérequis	Avoir une idée de projet réel ou fictif sur lequel travailler seul ou en équipe durant le cours qui est tourné vers l'application.
Références bibliographiques	Bland, D.J., Osterwalder, A., 2019. Testing Business Ideas: A Field Guide for Rapid Experimentation. Wiley. Knapp, J., Zeratsky, J., Kowitz, B., 2016. SPRINT: how to solve big problems and test new ideas in just five days. Bantam Press.

	Maurya, A., 2012. Running Lean, Second Edition. O'Reilly. Osterwalder, A., Pigneur, Y., 2010. Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ. Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., Smith, A., Papadakos, T., 2014. Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want. John Wiley & Sons, Hoboken. Ries, E., 2011. The lean startup. Penguin Business.
Evaluation	CC
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Travail personnel	30 h
Responsable	Alexandre Cabagnols
Enseignants	Alexandre Cabagnols, Dieter HILLAIRET, Christian Lingemann

#### h. Polytech'Mobilité Durable

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

## 2. UE2 Génie Biologique (option 1) [16 ECTS | 16 Coef]

### a. Module optionnel

Code	57AU9MO
Coef	3
Objectifs	Acquérir la connaissance des bioprocédés et biotechnologies mis en oeuvre dans les différentes filières de l'industrie, associées aux différents secteurs avec au choix : - Pharmaceutique : TP de cultures de cellules 20h, - Agroalimentaire : TP (4h) et CM (6h) de rhéologie - Environnement : TP analyse de polluants (8h) et CM (14h) sur la gestion de l'eau
Evaluation	Un compte rendu de TP sera demandé
Horaire encadré	20 h (0 CM + 0 TD + 20 TP)
Travail personnel	15 h

### b. Module théorique

Coef	13
Objectifs	- Acquérir la connaissance des bioprocédés et biotechnologies mis en oeuvre dans les différentes filières de l'industries, associées aux secteurs de la Pharmaceutique, l'Agroalimentaire et l'Environnement - Acquérir une vision globale de la production au conditionnement produits - Acquérir des connaissances et compétences dans les secteurs de la qualité, des affaires réglementaires, de la propriété industrielle, de la communication, de la gestion de projet - Préparer son projet professionnel

Eléments de cours	Ingénierie et Procédés : de la production au conditionnement Management de la qualité Gestion de la propriété industrielle et Affaires réglementaires Analyse sectorielle de l'industrie: approches filières et métiers de l'ingénieur
Horaire encadré	209 h (129 CM + 80 TD + 0 TP)
Responsable	Jean-Romain Bautista Angeli

### b.1. Ingénierie et Procédés : de la production au conditionnement

Coef	1
Objectifs	Approfondissement des connaissances sur les aspects technologiques des bioréacteurs à l'échelle industrielle
Acquis	AC1 - Méthodologie d'extrapolation des bioréacteurs industriels AC2 - Analyse technico-économique des bioprocédés AC3 - Automatisation des installations AC4 - Application des biocatalyseurs pour la production de molécules d'intérêt industriel
Description	- Bioréacteurs: conduite et gestion de production - Procédés de séparations et purifications - Conditionnement et qualité Produits - Ingénierie d'installation et de mise en fonctionnement
Horaire encadré	110.5 h (68.5 CM + 42 TD + 0 TP)
Travail personnel	25 h

### b.2. Management de la qualité

Coef	1
Objectifs	Se former aux pratiques de l'assurance qualité, son approche processus et son contexte normatif - Appréhender les processus et les méthodologies associés à l'amélioration continue.
Acquis	AC5 - Être capable d'assister le développement d'une démarche et l'approche processus Qualité AC6 - Appliquer les méthodologies de l'Amélioration Continue (5S, 6sigma, SMED,...) AC7 - Connaître les principaux référentiels qualités associés aux secteurs industriels AC8 Connaître le processus et les principales étapes associés au dépôt de brevet
Description	Plan du cours : - Démarche qualité (AQ/CQ) - Amélioration continue - Certification/ Qualification - Approche processus - Démarche de mise en place d'un système de management de la qualité  Mots clés: Processus qualité - PDCA- ISO 9001 - HACCP- AMM- KAISEN- 5S - Normes - médicaments - Outils - HACCP
Horaire encadré	52 h (23 CM + 29 TD + 0 TP)
Travail personnel	25 h

### b.3. Gestion de la propriété industrielle et Affaires réglementaires

Coef	1
Objectifs	Se former à la propriété industrielle et aux affaires réglementaires: les brevets et leur exploitation, les métiers de la PI.
Acquis	AC9 - Comprendre la structuration du droit de la propriété intellectuelle au niveau national et international AC10 - Comprendre les droits attachés aux logiciels
Description	Plan du cours: - Brevets et liberté d'exploitation - Brevetabilité dans le monde du vivant - Brevets et médicaments - Les métiers et formations liés aux brevets.
Horaire encadré	21 h (21 CM + 0 TD + 0 TP)

Travail personnel	12 h
-------------------	------

#### b.4. Analyse sectorielle de l'industrie: approches filières et métiers de l'ingénieur

Coef	1
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acquérir une vision globale des filières de l'industrie Pharmaceutique, alimentaire et Environnement.</li> <li>- Acquérir la connaissance des métiers et missions de l'ingénieur au sein de ces filières</li> <li>- Être capable d'intégrer les compétences requises pour travailler au sein de différentes filières</li> </ul>
Acquis	AC11 - Être capable d'intégrer les compétences requises pour travailler au sein de différentes filières
Horaire encadré	25.5 h (16.5 CM + 9 TD + 0 TP)
Travail personnel	13 h

### 3. UE2 Option Energie [16 ECTS | 16 Coef]

#### a. Module Énergie et énergétique

Code	570P9NEE
Coef	4
Objectifs	<p>Les objectifs sont de connaître et maîtriser les outils quantitatifs permettant d'estimer les performances des systèmes de production, de conversion et d'utilisation de l'énergie quels que soient les domaines et secteurs considérés.</p> <p>Connaissances :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les sources et les vecteurs d'énergie, ainsi que les procédés de conversion</li> <li>- Les principaux cycles de production d'énergie mécanique (moteurs) et d'électricité les principaux cycles de production de froid et des pompes à chaleur</li> <li>- Les méthodes de cogénération/trigénération (froid, énergie mécanique, électricité. L'analyse exergétique et les outils d'estimation d'efficience</li> </ul> <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 Diagnostiquer les sources de perte et d'irrégularités</li> <li>- Concevoir un système énergétique</li> <li>- Optimiser le fonctionnement d'installation et d'unités existantes Proposer des solutions minimisant les coûts internes et externes</li> </ul> <p>Au niveau de l'option, ceux-ci se traduisent dans les compétences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtementaires ;</li> <li>- Dimensionner un système énergétique et rédiger un cahier des charges technique répondant aux besoins d'un projet ;</li> <li>- Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ;</li> <li>- Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.</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 (0 CM + 62 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial

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

Coef	1
Objectifs	L'objectif est de présenter un panorama des gisements de consommations de

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

### a.2. Analyse énergétique des Systèmes

Coef	2
Objectifs	<p>Les objectifs sont de développer une approche générale permettant l'analyse par les bilans de matière, d'énergie et d'entropie de tout système énergétique. L'approche sera mise en oeuvre et illustrée par des exemples courants et permettre d'appréhender les notions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <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</li> <li>- Diagnostiquer les sources de perte et d'irréversibilités</li> <li>- Concevoir un système énergétique, éventuellement au moyen d'un logiciel dédié</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtementaires ;</li> <li>- Dimensionner un système énergétique et rédiger un cahier des charges technique répondant aux besoins d'un projet ;</li> <li>- Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ;</li> <li>- Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.</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'ensemble du module.</p>
Prérequis	Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur
Evaluation	CC
Horaire encadré	26 h (0 CM + 26 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignant	Christophe Vial

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



Coef	1
Objectifs	L'objectif est la mise en oeuvre des connaissances et compétences acquises dans les autres cours du module Energie et énergétique
Acquis	- Acquérir le volet pratique des savoirs acquis dans les cours précédents du point de vue théorique au moyen d'outils de simulations et de modélisation.  Le but est d'acquérir les compétences spécifiques de l'option que sont :  - Les sources et les vecteurs d'énergie, ainsi que les procédés de conversion - Les principaux cycles de production d'énergie mécanique (moteurs) et d'électricité les principaux cycles de production de froid et des pompes à chaleur - Les méthodes de cogénération/trigénération (froid, énergie mécanique, électricité)
Description	Cinq installations sont étudiées sur cinq séances parmi : - Analyse énergétique/exergétique d'une machine frigorifique à cycle de compression de vapeur - Analyse énergétique/exergétique d'échangeurs de chaleur à plaques et à tubes/calandre Thermique : comparaison entre chauffage direct et indirect - Equilibres thermodynamiques : exemple de l'humidification de l'air - Pompage : application à la mesure de la perte de charge et des calculs de puissance de pompes Compression multi-étagée : étude d'un compresseur et des effets thermiques résultat de la compression des gaz  Evaluation à partir des comptes-rendus écrits des TP.
Prérequis	Analyse énergétique des Systèmes Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur Efficacité énergétique et outils d'aide à la décision
Evaluation	CC
Horaire encadré	20 h (0 CM + 20 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignants	Christophe Vial, Pascal Lafon

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

Coef	1
Objectifs	Les objectifs sont de connaître et savoir utiliser deux outils d'aide à la décision dans le domaine de l'optimisation énergétique que sont : - L'analyse exergétique - La méthode du pincement pour le calcul des réseaux de chaleur
Acquis	- Optimiser les systèmes énergétiques, en particulier les réseaux de chaleur - Savoir utiliser la notion d'exergie.  Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :  - Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtementaires ; - Dimensionner un système énergétique et rédiger un cahier des charges technique répondant aux besoins d'un projet ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.
Description	Cet enseignement constitué de cours et de TD en lien avec les travaux pratiques du module : - Le cours sur la méthode du pincement est illustré par un TD utilisant le logiciel Hint - Le cours sur l'analyse exergétique est mis en oeuvre dans les travaux pratiques  L'évaluation repose sur un examen écrit qui porte également sur l'ensemble du module.
Prérequis	Analyse énergétique des Systèmes
Evaluation	CC
Horaire encadré	6 h (0 CM + 6 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignant	Christophe Vial

#### b. Module Énergies Renouvelables

Code	570P9NER
Coef	3
Objectifs	<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 durables d'écologie industrielle et d'économie circulaire. Les acquis de l'apprentissage incluent un aperçu des méthodes et outils qui permettent de calculer les installations de production correspondant à ces énergies. Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtementaires ;</li> <li>- Dimensionner un système énergétique et rédiger un cahier des charges technique répondant aux besoins d'un projet ;</li> <li>- Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ;</li> <li>- Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques ;</li> <li>- Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.</li> </ul>
Éléments de cours	<p>Historique et généralités            Energie hydraulique et technologies associées            Energie Solaire            Energie Eolienne            Bioénergies NRJ            Développement durable et écologie industrielle</p>
Horaire encadré	42 h (0 CM + 42 TD + 0 TP)
Responsable	Yamina André

### b.1. Historique et généralités

Coef	0.5
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>Le but est d'acquérir les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Améliorer l'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique</li> <li>- Analyser les différents modes de production d'énergie</li> </ul>
Description	<p>Cours introductif offrant un panorama des énergies renouvelables, de leurs avantages et de leurs limitations Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables.</p>
Horaire encadré	4 h (0 CM + 4 TD + 0 TP)
Responsable	Lionel Batier
Enseignant	Lionel Batier

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

Coef	0.5
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. Le cours couvre également :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les aspects technologiques (turbines, pompes, vannerie...)</li> <li>- 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</li> <li>- Connaître les méthodes de calcul d'un réseau hydraulique</li> <li>- Connaître les technologies associées à l'hydraulique (pompage, tuyauterie...)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les différents modes de production de l'énergie ;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ;</li> <li>- Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ;</li> <li>- Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.</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 (0 CM + 10 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignants	Christophe Vial, Jean-Paul CHABARD

### b.3. Energie Solaire

Coef	0.5
Objectifs	L'objectif est de présenter un panorama à l'échelle française et européenne des méthodes de conversion de l'énergie solaire en distinguant solaire thermique et solaire photovoltaïque, puis en s'intéressant au gisement (rayonnement en fonction de l'implantation) ainsi qu'aux matériaux, aux technologies de captage et à leur rendement. Les problématiques de l'intermittence, du stockage et de l'intégration au réseau électrique sont également abordées.
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les méthodes d'estimation de l'énergie solaire reçue</li> <li>- Savoir dimensionner des panneaux solaires pour la thermique ou le photovoltaïque</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les différents modes de production de l'énergie ;</li> <li>- Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ;</li> <li>- Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ;</li> <li>- Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.</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 (0 CM + 6 TD + 0 TP)
Responsable	Yamina André
Enseignants	Yamina André, Manon COTE, Valentin LABRUQUERE

### b.4. Energie Eolienne

Coef	0.5
Objectifs	Il s'agit de fournir un état de l'art concernant l'énergie éolienne. En pratique le contenu couvre les points suivants : <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>- Connaître les différents modes de production de l'énergie ;</li> <li>- Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ;</li> <li>- Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ;</li> <li>- Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.</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 (0 CM + 6 TD + 0 TP)
Responsable	Lionel Batier

Enseignants	Lionel Batier, Manon COTE
-------------	---------------------------

### b.5. Bioénergies NRJ

Coef	0.5
Objectifs	L'objectif est de définir les différentes méthodes de production de bioénergies en partant de la ressource jusqu'au vecteur énergétique et en considérant à la fois les processus, les procédés et les produits. Le cours traitera successivement les points suivants : <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</li> <li>- Savoir intégrer des processus et procédés biologiques dans un système de production d'énergie</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que s nt :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les différents modes de production de l'énergie ;</li> <li>- Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ;</li> <li>- Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ;</li> <li>- Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.</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 (0 CM + 10 TD + 0 TP)
Responsable	Samir Taha
Enseignants	Christophe Vial, Pierre Fontanille, Samir Taha

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

Coef	0.5
Objectifs	L'objectif est de définir les principaux concepts du développement durable, de les intégrer dans une approche "écologie industrielle" et "écologie territoriale" applicable au secteur de l'énergie, puis de décrire les outils permettant de prendre en compte les impacts écologiques et environnementaux des choix technologiques (Analyse du Cycle de Vie, ACV...).
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les concepts de développement durable et d'écologie industrielle</li> <li>- Connaître les outils associés à ces concepts (ACV...)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que s nt :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les différents modes de production de l'énergie ;</li> <li>- Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ;</li> <li>- Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ;</li> <li>- Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.</li> </ul>
Description	Cours assuré par des intervenants extérieurs, en partie dans le cadre du Centre d'Excellence Jean Monnet ERASME sur le développement durable de l'UCA. Evaluation dans le cadre d'un examen global regroupant tous les volets du module sur les énergies renouvelables
Horaire encadré	6 h (0 CM + 6 TD + 0 TP)
Responsable	Arnaud Diemer
Enseignants	Arnaud Diemer, Stéphane LEFEBVRE

### c. Module Énergies fossiles carbonées et nucléaire

Code	570P9NFC
Coef	3

Objectifs	<p>L'objectif est de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 oeuvre 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 CO2. Pour l'énergie nucléaire, il est mis sur la problématique des déchets et celle des réacteurs nucléaires du futur.</p> <p>Ces acquis permettront de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les différents modes de production de l'énergie ;</li> <li>- Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ;</li> <li>- Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ;</li> <li>- Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.</li> </ul>
Eléments de cours	Energies fossiles carbonées Energie Nucléaire
Horaire encadré	50 h (0 CM + 50 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial

### c.1. Energies fossiles carbonées

Coef	2
Objectifs	<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</li> <li>- Connaître les méthodes de la capture, du stockage et du stockage du CO2</li> <li>- Connaître le secteur gazier (exploitation, affaires, technologie)</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les différents modes de production de l'énergie ;</li> <li>- Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ;</li> <li>- Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ;</li> <li>- Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.</li> </ul>
Description	Il s'agit d'un cycle de cours-conférences associant des intervenants académiques et des industriels (GRDF). L'évaluation consiste en un examen écrit.
Evaluation	C
Horaire encadré	19 h (0 CM + 19 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignants	Christophe Vial, Fabrice Audonnet

### c.2. Energie Nucléaire

Coef	1
Objectifs	<p>Les objectifs des cours de base sont de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <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</li> <li>- de la sûreté des installations nucléaires</li> </ul>

	- du démantèlement des centrales L'analyse énergétique quantitative n'est pas abordée, car traitée dans le module « énergie et énergétique ».
Acquis	Les acquis correspondent aux objectifs du cours. Ils permettent d'accéder à des postes d'ingénieur dans le secteur du nucléaire comme <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'exploitation d'une tranche</li> <li>- la maintenance (hydraulique, mécanique, électrique...) de tranche</li> <li>- la formation aux métiers du nucléaire 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>- Connaître les différents modes de production de l'énergie ;</li> <li>- Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ;</li> <li>- Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques.</li> </ul>
Description	Le contenu, essentiellement sous forme de cours-conférences, est assuré exclusivement par des industriels du secteur du nucléaire (EDF, INGEROP, ORANO). Une visite de centrale nucléaire (CNPE) est également proposée chaque année aux étudiants.
Evaluation	Examen final, Écrit
Horaire encadré	31 h (0 CM + 31 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignants	Vincent BOREL, Pierre Chazoule, Christian GLORENNEC, Adam NDAFIDI

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

Code	570P9NSD
Coef	3
Objectifs	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 : <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>- Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ;</li> <li>- Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ;</li> <li>- Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ;</li> <li>- Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement ;</li> <li>- Mener une veille technologique sur les méthodes et dispositifs innovants ;</li> <li>- Communiquer à l'écrit ou à l'oral au niveau national ou international.</li> </ul>
Éléments de cours	Energie électrique Transport et distribution de l'électricité Stockage de l'énergie électrique
Horaire encadré	43 h (0 CM + 43 TD + 0 TP)
Responsable	Jean-Pierre Fontaine

##### d.1. Energie électrique

Coef	1
Objectifs	L'objectif est de rappeler les notions de base du génie électrique et de décrire les éléments technologiques indispensables au fonctionnement d'un réseau électrique de transport et de distribution, ou de le faire connaître aux non-spécialistes.
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les bases du génie électrique HT pour non-spécialistes</li> <li>- Connaître les technologies associées aux réseaux électriques de transport et de distribution (transformateur, disjoncteur, sectionneur...)</li> <li>- Connaître les principes de fonctionnement de base d'un réseau électrique</li> </ul>

	Le but est d'intégrer ces aspects afin de développer les compétences spécifiques suivantes parmi celles de l'option : - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement ; - Mener une veille technologique sur les méthodes et dispositifs innovants ; - Communiquer à l'écrit ou à l'oral au niveau national ou international.
Description	Le cours est accompagné d'un projet tutoré qui couvre la totalité du volume de travail collaboratif (pas de TD ou de TP présentiels). Le projet est présenté sous la forme de cours inversé.
Evaluation	CC, présentation + rapport
Horaire encadré	24 h (0 CM + 24 TD + 0 TP)
Enseignant	Pascal Andre

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

Coef	1
Objectifs	L'objectif est de connaître les problématiques suivantes : - la nouvelle organisation du secteur électrique (dérégulation du réseau de distribution français dans marché concurrentiel) - les chemins de l'électricité de la centrale au client (exploitation d'un réseau public de distribution) - la transition énergétique : le raccordement des producteurs d'énergies renouvelables et rôle du réseau électrique - l'analyse de la qualité d'un réseau et les méthodes de planification et études technico-économiques - les outils de gestion et mesure (le smart-metering)
Acquis	- Concevoir et analyser un réseau de distribution de l'électricité - Connaître les méthodes de raccordement des productions renouvelables délocalisées - Connaître les outils technico-économiques de planification de l'évolution d'un réseau - Connaître les outils récents de monitoring  Le but est de développer les compétences spécifiques suivantes : - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électrique.
Description	Cycle de cours-conférences assuré exclusivement par des intervenants industriels dont ENEDIS. Visites de l'ACR (Agence Régionale de Conduite poste source HTA et du Centre d'Appel d'Urgence ENEDIS.
Prérequis	Energie électrique
Horaire encadré	9 h (0 CM + 9 TD + 0 TP)

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

Coef	1
Objectifs	L'objectif est de définir les méthodes et technologies de stockage de l'énergie électrique actuelles ou prospectives. L'essentiel du contenu sera consacré aux avantages et limitations des technologies de stockage électrochimique (piles, batteries, accumulateurs...), ainsi qu'au tandem électrolyse-piles à combustibles dans le cadre du power-gaz, la STEP (stockage hydraulique) étant présentée dans le cas du module sur les Energies Renouvelables). Sur le volet prospectif, l'accent sera mis sur le vecteur Hydrogène.
Acquis	- Connaître les avantages et limitations des différents outils de stockage de l'énergie - Connaître les méthodologies de choix et de dimensionnement des stockages de type batteries, de l'hydrogène et piles à combustibles Le but est de développer les compétences spécifiques suivantes : - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ;

	- Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
Description	Ensemble de cours-conférences par des intervenants académiques et industriels. Evaluation couplée au projet d'énergie électrique du même module.
Prérequis	Energie électrique S9 Energie hydraulique et technologies associées S9
Evaluation	Commune avec Energie Electrique
Horaire encadré	10 h (0 CM + 10 TD + 0 TP)
Responsable	Jean-Pierre Fontaine
Enseignants	Jean-Pierre Fontaine, Fabrice Audonnet, Katia ARAUJO SA SILVA

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

Code	570P9NMC
Coef	3
Objectifs	<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>- Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ;</li> <li>- Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtementaires ;</li> <li>- Analyser les besoins d'un projet industriel dans les domaines liés à la mise en oeuvre des matériaux et de l'énergie</li> <li>- Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ;</li> <li>- Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement ;</li> <li>- Communiquer à l'oral ou à l'écrit au niveau national ou international.</li> </ul>
Éléments de cours	Energie et Société L'énergie dans l'industrie L'énergie et le bâtiment
Horaire encadré	64 h (0 CM + 64 TD + 0 TP)
Responsable	Gaëlle Baudouin

#### e.1. Energie et Société

Coef	1
Objectifs	<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</li> <li>- Savoir définir un cahier des charges et rédiger un appel d'offre dans le cadre d'un contrat énergie</li> </ul> <p>Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement ;</li> </ul>



	- Analyser les besoins d'un projet industriel dans les domaines liés à la mise en oeuvre des matériaux et de l'énergie ; - Communiquer à l'oral ou à l'écrit au niveau national ou international.
Description	Cycle de cours-conférences assuré par intervenants extérieurs (Michelin...). Evaluation en commun avec le cours énergie dans l'Industrie du même module.
Prérequis	Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur S9
Evaluation	Examen final, Écrit
Horaire encadré	18 h (0 CM + 18 TD + 0 TP)
Enseignants	Christophe Vial, Christian Ngô (Edmonium Conseil), Thomas Rey (Michelin), Bruno Gayral (CEA)

### e.2. L'énergie dans l'industrie

Coef	1
Objectifs	- Connaître les problématiques de l'énergie, du froid et de l'eau dans l'industrie Connaître les contraintes réglementaires associées aux utilités - Appliquer les outils de l'énergétique (bilan d'énergie...) - Appliquer les notions d'efficacité énergétique industrielle - Estimer les besoins en énergie avec un logiciel de simulation de procédés - Focus sur l'éclairage et ses méthodes de dimensionnement qui représente 9% de la consommation d'électricité de l'industrie
Acquis	- Etablir les bilans de matière et d'énergie appliqués à l'industrie - Manager la gestion du froid et de la vapeur dans l'industrie - Utiliser des logiciels de simulation comme outils d'aide à la décision - Manager la politique d'efficacité énergétique dans l'industrie  Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtementaires ; - Analyser les besoins d'un projet industriel dans les domaines liés à la mise en oeuvre des matériaux et de l'énergie ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
Description	Cycle de cours-conférences assurés par des intervenants académiques et industriels. Les cours sont supportés par des travaux dirigés informatisés utilisant le logiciel DWSIM. L'évaluation des acquis est couplée à Énergie et société du même module.
Prérequis	Analyse énergétique des Systèmes S9 Énergie et énergétique : notions et ordres de grandeur S9 Énergie électrique S9
Horaire encadré	22 h (0 CM + 22 TD + 0 TP)
Responsable	Christophe Vial
Enseignants	Christophe Vial, Riadh BRAHAM, Thomas ROGER

### e.3. L'énergie et le bâtiment

Coef	1
Objectifs	Donner des notions sur les méthodes d'évaluation des bilans énergétiques (énergie blanche, énergie grise), habitat bioclimatique (solutions de conception novatrices), les apports gratuits (ensoleillement), les matériaux nouveaux en isolation, le confort et confort d'été, la domotique et la gestion centralisée, le monitoring des consommations Utiliser un logiciel de thermique de l'habitat : CLIMAWIN
Acquis	- Etablir des bilan d'énergie appliqués à l'habitat - Utiliser des outils de gestion centralisée et monitoring pour l'efficacité énergétique de l'habitat - Utiliser des outils thermiques de dimensionnement du bâtiment conformes à la RE2020  Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement ;</li> <li>- Analyser les besoins d'un projet industriel dans les domaines liés à la mise en oeuvre des matériaux et de l'énergie ;</li> <li>- Communiquer à l'oral ou à l'écrit au niveau national ou international.</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	CC, présentation + rapport
Horaire encadré	24 h (0 CM + 24 TD + 0 TP)
Responsable	Gaëlle Baudouin
Enseignant	Gaëlle Baudouin

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

##### a. Projet

Code	570Q9PRO
Coef	2
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparer le projet professionnel</li> <li>- Acquérir des informations sur la dynamique et l'économie d'un domaine d'activité ou d'une filière associés aux secteurs industriels de la pharmaceutique de l'Alimentaire ou de l'environnement.</li> <li>- Étudier les perspectives d'intégration des futurs ingénieurs Polytech-Clermont au sein des filières étudiées.</li> <li>- Faire son bilan de compétences</li> <li>- Etre capable de répondre rapidement à une problématique industrielle</li> </ul> <p>Mots clés : projet professionnel - gestion de projet - insertion professionnelle</p>
Acquis	AC12 - Mettre en oeuvre des outils de gestion de projet
Description	<p>Ce module comporte 3 projets :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un qui permet va permettre d'acquérir des connaissances sur la gestion de projet ainsi que les outils utiles à cette gestion</li> <li>- un qui va permettre de prendre du recul sur les compétences acquises jusque-là, en répondant à ces questions Quel est mon projet professionnel ? secteur, domaine? et pourquoi ? Quelles compétences j'ai pour ce que j'ai choisi ? cette partie doit faire référence aux différentes interventions de cette année et des précédentes. Quelles compétences je n'ai pas / je dois acquérir pour arriver à cela ?</li> <li>- le dernier est proposé par un adhérent Végépolys Vallée et l'idée est de faire pencher les étudiants sur un sujet réel pendant 24h.</li> </ul>
Horaire encadré	31 h (12 CM + 19 TD + 0 TP)
Travail personnel	90 h

##### b. Anglais

Code	570Q9ANG
Coef	2
Objectifs	Compréhension du monde professionnel interculturel et amélioration de la pratique de la langue
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Être capable d'exprimer et valoriser une candidature en anglais</li> <li>- Être capable de s'intégrer et travailler professionnellement dans une culture étrangère</li> </ul>
Description	Compréhension du monde professionnel interculturel et amélioration de la pratique de la langue

	Mots clés: Langue anglaise, recherche d'emploi, interculturalité  Plan du cours: - Projet professionnel et personnel (lettre, CV, entretien en anglais) - Négociateur en France et à l'international - Animer une équipe multiculturelle
Horaires encadrés	22 h (0 CM + 22 TD + 0 TP)

### c. Expression et communication

Code	570Q9E2C
Coef	3
Objectifs	Amener l'étudiant à comprendre les exigences du marché du travail et à se positionner en professionnel
Acquis	- Être capable d'exprimer et valoriser un Projet Professionnel et Personne - Être capable de gérer un projet - Être capable de comprendre et gérer une crise - Comprendre l'innovation en entreprise et être en force de proposition
Description	Construire et valoriser son Projet Professionnel et Personne (PPP); acquérir des notions de gestion de crise; travailler la créativité.  Mots clés: Projet professionnel et personnel, expression théâtrale, gestion de projet, gestion de crise  Plan du cours: - Projet Professionnel et Personnel: valorisation du stage, approche compétences, entraînement entretien individuel et collectif - Pratique de l'entretien d'embauche individuel - Présence sur les réseaux sociaux - Expression théâtrale - La créativité en entreprise - Gestion de crise
Horaires encadrés	52 h (0 CM + 52 TD + 0 TP)

### d. DRS 3

Coef	1
Objectifs	Sensibiliser nos élèves ingénieurs à la transition écologique
Description	Présentation : - des enjeux climatiques - des limites planétaires - des transitions écologiques et énergétique - de l'écoconception
Horaires encadrés	3 h (3 CM + 0 TD + 0 TP)

## B. Semestre 10 [30 ECTS | 31 Coef]

### 1. UE4 Stage ou contrat pro [30 ECTS | 31 Coef]

#### a. Stage

Code	57DQ10ST
Coef	30
Objectifs	Stage ingénieur en entreprise - durée 5 à 6 mois Possibilité de faire cette année en contrat de professionnalisation de 1 an
Acquis	Approche du métier et des fonctions d'un ingénieur en entreprise Synthèse écrite et orale d'un projet professionnel de 5 mois minimum
Description	Stage d'ingénieur en entreprise d'une durée minimale de 5 mois
Evaluation	Rapport + soutenance
Horaires encadrés	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	420 h

#### b. Module 3P 3

Code	57AP9PP3
Coef	1
Horaire encadré	4.5 h (4.5 CM + 0 TD + 0 TP)

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

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

**c.1. Bilan mi-parcours**

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

**c.2. Bilan final**

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