



## GÉNIE CIVIL

# Livret des enseignements



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



**POLYTECH Clermont**  
Campus universitaire des Cézeaux  
2 av. Blaise Pascal  
63178 AUBIÈRE cedex

[www.polytech-clermont.fr](http://www.polytech-clermont.fr)  
Tél. (33) 04 73 40 75 00



## Table des matières

I. Troisième année option Ingénierie et Architecture .....	1
A. Semestre 5 .....	1
1. UE1 Sciences fondamentales 1 .....	1
a. Mécanique des milieux continus .....	1
b. Matériaux 1 .....	1
c. Actions et résistances des matériaux 1 .....	1
d. TC Mathématiques 1 .....	2
2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 .....	4
a. Architecture 1 .....	4
b. Socle informatique .....	5
c. Technologies et méthodes 1 .....	7
3. UE3 Sciences Homme et Société 1 .....	8
a. DDRS 1 .....	8
b. Communication 1 .....	8
c. Sciences sociales 1 .....	10
B. Semestre 6 .....	12
1. UE4 Sciences fondamentales 2 .....	12
a. Résistance des matériaux 2 .....	12
b. Matériaux 2 .....	12
c. Hydraulique .....	12
d. Mathématiques 2 .....	13
e. Mécanique des sols et Géologie .....	14
2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 .....	15
a. Atelier d'architecture 1 .....	15
b. Technologies et méthodes 2 .....	15
c. Architecture 2 .....	17
d. Modélisation .....	20
3. UE6 Sciences Homme et Société 2 .....	20
a. Stratégie d'innovation .....	21
b. Hackathon .....	21
c. DDRS2 .....	22
d. Communication 2 .....	23
4. UE7 Stage .....	25
a. Stage de découverte de l'entreprise .....	25
II. Troisième année option Structures et Ouvrages .....	25
A. Semestre 5 .....	25
1. UE1 Sciences fondamentales 1 .....	25
a. Matériaux 1 .....	25
b. Mécanique des milieux continus .....	25
c. Actions et résistances des matériaux 1 .....	26
d. TC Mathématiques 1 .....	26
2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 .....	28
a. Béton armé 1 .....	28
b. Socle informatique .....	28
c. Technologies et méthodes 1 .....	30
3. UE3 Sciences Homme et Société 1 .....	31
a. DDRS 1 .....	31
b. Communication 1 .....	32
c. Sciences sociales 1 .....	34
B. Semestre 6 .....	35
1. UE4 Sciences fondamentales 2 .....	35
a. Mécanique des fluides .....	35
b. Résistance des matériaux 2 .....	35
c. Matériaux 2 .....	36
d. Mathématiques 2 .....	36
e. Mécanique des sols et Géologie .....	37
2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 .....	38
a. Béton armé 2 .....	38
b. Génie climatique .....	38
c. Modélisation .....	39
d. Technologies et méthodes 2 .....	40
3. UE6 Sciences Homme et Société 2 .....	42

a. Stratégie d'innovation .....	42
b. Hackathon .....	43
c. DDRS2 .....	44
d. Communication 2 .....	44
4. UE7 Stage .....	46
a. Stage de découverte de l'entreprise .....	46
III. Quatrième année option Ingénierie et Architecture .....	46
A. Semestre 7 .....	47
1. UE1 Sciences fondamentales 1 .....	47
a. Géotechnique .....	47
b. Energie du bâtiment 1 .....	47
c. Construction métallique .....	48
d. Béton armé et précontraint .....	48
2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 .....	49
a. Atelier d'architecture 2 .....	49
b. Technologies et méthodes 3 .....	50
3. UE3 Sciences Homme et Société 1 .....	52
a. Gestion .....	52
b. Droit .....	52
c. Anglais .....	52
B. Semestre 8 .....	52
1. UE4 Sciences fondamentales 2 .....	52
a. Bois .....	53
b. Béton armé et précontraint 2 .....	53
c. Pathologie conception .....	54
d. Energie du bâtiment 2 .....	54
2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 .....	55
a. Acoustique .....	55
b. Atelier d'architecture 3 .....	56
c. Initiation au BIM 3 .....	56
d. Projets .....	57
3. UE6 Sciences Homme et Société 2 .....	57
a. Anglais .....	57
b. Gestion des ressources humaines .....	58
4. UE7 Stage .....	59
a. Stage 4A .....	59
5. UE8 Engagement personnel et citoyen .....	59
a. Engagement personnel et citoyen .....	59
IV. Quatrième année option Structures et Ouvrages .....	59
A. Semestre 7 .....	59
1. UE1 Sciences fondamentales 1 .....	59
a. Géotechnique .....	59
b. Calcul des structures .....	60
c. Béton armé et précontraint .....	62
2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 .....	63
a. Infrastructures .....	63
b. Technologies et méthodes 3 .....	64
3. UE3 Sciences Homme et Société 1 .....	66
a. Anglais .....	66
b. Droit .....	66
c. Gestion .....	66
B. Semestre 8 .....	67
1. UE4 Sciences fondamentales 2 .....	67
a. Construction métallique .....	67
b. Bois .....	67
c. Compléments scientifiques .....	68
2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 .....	69
a. Acoustique .....	69
b. Pathologie conception .....	69
c. Initiation au BIM 3 .....	70
d. Projets .....	70
3. UE6 Sciences Homme et Société 2 .....	72
a. Anglais .....	72

b. Gestion des ressources humaines .....	72
4. UE7 Stage .....	73
a. Stage 4A .....	73
5. UE8 Engagement personnel et citoyen .....	73
a. Engagement personnel et citoyen .....	73
V. Cinquième année .....	73
A. Semestre 9 .....	74
1. UE1 Poly'Compétences .....	74
a. Polytech'Contrat Pro .....	74
b. Polytech'Management .....	74
c. Polytech'Recherche .....	74
d. Polytech'Entrepreneuriat .....	74
e. Polytech'Mobilité Durable .....	75
f. Polytech'Urbanisme .....	76
g. Polytech'Archistrustructure .....	76
h. Polytech'Ressources Humaines .....	76
2. UE2 Option Architecture et ingénierie .....	77
a. Projet d'architecture .....	77
b. Unités pédagogiques optionnelles .....	77
c. Projet de synthèse .....	79
3. UE2 Option Structures et ouvrages .....	79
a. Projet de synthèse .....	79
b. Unités pédagogiques optionnelles .....	79
c. Option technique .....	81
4. UE2 Option Energie .....	83
a. Module Énergie et énergétique .....	83
b. Module Énergies Renouvelables .....	86
c. Module Énergies fossiles carbonées et nucléaire .....	89
d. Module Stockage, transport et distribution de l'énergie électrique .....	90
e. Module Maîtrise des consommations d'énergie .....	92
5. UE3 Science Hommes et Société .....	94
a. Préparation bibliographique du Projet de Recherche et Développement .....	94
6. UE3 Science Hommes et Société option Energie .....	94
a. Expression et communication .....	94
b. Anglais .....	95
c. Insertion professionnelle .....	95
d. Projet transversal .....	96
B. Semestre 10 .....	96
1. UE4 Stage ou contrat pro .....	96
a. Stage .....	96
b. Alternant (pour les étudiants qui font un contrat pro) .....	97

## I. Troisième année option Ingénierie et Architecture

### A. Semestre 5 [30 ECTS | 28 Coef]

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

##### a. Mécanique des milieux continus

Code	37BP5MEC
Coef	3
Objectifs	Acquérir les bases de la mécanique des milieux continus, état de contraintes, état de déformations, champs de déplacements, loi de l'élasticité linéaire, les méthodes de résolution, les critères limites d'élasticité.
Acquis	Savoir exprimer les conditions limites d'un problème simple d'élasticité linéaire. Savoir mettre en oeuvre une méthode de résolution. Savoir représenter et analyser les états de contraintes/déformations dans des cas élémentaires. Savoir mettre en oeuvre des critères de limite d'élasticité.
Description	Cet enseignement intègre : - Etats de contrainte, - Etat de déformation, champs de déplacements, - Théorie de l'élasticité linéaire, - Critères de limite d'élasticité.
Prérequis	Algèbre linéaire
Horaire encadré	35 h (15 CM + 20 TD + 0 TP)
Travail personnel	30 h
Enseignants	Mathilde Morvan, Omayma Homoro, Evelyne Toussaint

##### b. Matériaux 1

Code	37BP5MAT
Coef	1
Objectifs	Connaître les principales propriétés des matériaux de construction.
Acquis	Acquérir une culture générale sur les matériaux permettant de choisir en fonction de leur destination et de leur fonction le matériau le mieux adapté. Acquérir les connaissances sur l'analyse de cycle de vie appliquée au secteur de la construction, en particulier les critères de choix des matériaux.
Description	Cet enseignement intègre l'étude des matériaux du Génie Civil (béton, bois, acier, verre, plâtre, polymères, peinture, matériaux isolants, matériaux bio et géo sourcés) : - Élaboration et composition, - Propriétés physico-chimiques et mécaniques, applications, - Approche développement durable.
Prérequis	Niveau L2
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	14 h (12 CM + 2 TD + 0 TP)
Travail personnel	6 h
Enseignants	Gaëlle Baudouin, Nicolas Sauvat

##### c. Actions et résistances des matériaux 1

Code	37BP5RDM
Coef	4
Éléments de cours	Actions Résistance des matériaux
Horaire encadré	85.5 h (25.5 CM + 36 TD + 24 TP)

##### c.1. Actions

Code	37BS5ACT
Coef	1

Objectifs	Connaître, comprendre et être capable d'évaluer les actions sur les ouvrages du génie civil en s'appuyant sur les Eurocodes 0 et 1 et des Annexes Nationales (si elles existent), selon le type du matériau de la structure (bois, acier ou béton).
Acquis	Notions sur le calcul semi probabiliste. Estimer les charges permanentes de l'ouvrage. Evaluer les charges d'exploitation selon la destination de l'ouvrage. Evaluer les charges climatiques (neige et vent). Maîtrises des combinaisons d'action aux différents états limites.
Description	Cet enseignement intègre :  Introduction au calcul semi probabiliste et définition des états limites, Charges permanentes, charges d'exploitation, charges climatiques, Combinaison de charges.
Prérequis	L2, Prépa PEIP, Prépas, DUT
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	18.5 h (4.5 CM + 6 TD + 8 TP)
Enseignants	Sébastien Durif, Khaled El Tawil

### c.2. Résistance des matériaux

Code	37BS5RDM
Coef	3
Objectifs	Maîtriser en statique le calcul élastique des structures de type poutre, isostatiques (équilibre, éléments de réduction du torseur de la RdM, contraintes, déplacements, flambement...). Des applications sont faites sur Robot
Acquis	Maîtriser en statique le calcul élastique des structures de type poutre, isostatiques (équilibre, éléments de réduction du torseur de la RdM, contraintes, déplacements, flambement...).
Description	Cet enseignement intègre : - Théorie des poutres : hypothèses, principes, modélisation, mise en équation, équilibres des sections, déplacements sous sollicitations multiples, calcul des contraintes (normales, cisaillement, Torsion,...) - Approche énergétique : principe des Travaux virtuels (PTV) et différents théorèmes induits. - TP Robot : La première séance est consacrée à la découverte et la prise en main des fonctions de base de modélisation du logiciel (dessin des structures, définition des appuis et du chargement). Puis dans un second temps les étudiants apprennent à se servir de l'outil de calcul sectoriel qui permet de définir des sections particulières La deuxième séance vise à appliquer les acquis de la première séance sur des exemples pratiques issus de leurs TD de résistance des matériaux. De ce fait, les étudiants sont amenés à valider leurs modélisations sur la base des résultats théoriques obtenus en cours et TD.
Prérequis	Niveau BAC+2
Références bibliographiques	Résistance des matériaux, tome 1, Courbon J Résistance des matériaux, tomes 1 et 2, Roux J
Evaluation	contrôle écrit
Horaire encadré	67 h (21 CM + 30 TD + 16 TP)
Enseignants	Sébastien Durif, Rostand Moutou Pitti, Evelyne Toussaint, Chaimaa Jaafari

### 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	Décider si une matrice est diagonalisable et donner sa diagonalisation le cas échéant. Utiliser la dérivée partielle et les opérateurs d'analyse vectorielle pour les fonctions de 2 ou 3 variables réelles. Résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre
Acquis	Problèmes linéaires : * savoir les reconnaître, les mettre sous forme matricielle * savoir les résoudre * savoir déterminer les valeurs propres d'une matrice de taille 2 à 4  Analyse dans $\mathbb{R}^3$ : * savoir utiliser et caractériser le produit vectoriel et le produit scalaire * calculer une dérivée partielle d'ordre 1 ou 2 * calculer le gradient, le rotationnel et la divergence de produits de fonctions  Analyse dans $\mathbb{R}$ : * reconnaître les primitives usuelles * intégrer par parties ou en faisant un changement de variables * résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre Dans ce module, il est demandé de savoir calculer en tenant compte des résultats théoriques et de savoir calculer avec des nombres complexes.
Description	Chapitres de ce cours : 1. Fonctions de plusieurs variables réelles 2. Espace vectoriel, produits de vecteurs 3. Analyse vectorielle 4. Primitives 5. Équations différentielles 6. Produit de matrices, systèmes linéaires 7. Bases de $\mathbb{R}^n$ 8. Déterminant d'une matrice carrée 9. Inversibilité d'une matrice, matrices semblables 10. Diagonalisation d'une matrice
Prérequis	L1-L2 (fonctions usuelles de la variable réelle)
Références bibliographiques	Chaîne Math adultes de Gilles Bailly-Maître Site OpenING
Evaluation	CC
Horaire encadré	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	Partie 1 : Probabilités - Dénombrements - Événements, espaces probabilisés - Calcul de probabilités, probabilités conditionnelles, formules des probabilités totales et de Bayes - Variables aléatoires : définitions, propriétés, espérance, variance - Construction de certaines lois classiques (normale, binomiale...) Partie 2 : Statistiques inférentielle - Modèle statistique. - Estimation, intervalles de confiance. - Tests d'hypothèses
Références bibliographiques	Pratique moderne des probabilités, Radix JC, Lavoisier, Paris 1991 Probabilités, analyse des données et statistique, Saporta G, Ed. technips 1990
Evaluation	CC

Horaire encadré	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 [10 ECTS | 8 Coef]

### a. Architecture 1

Coef	3
Eléments de cours	Dessin d'art Histoire de l'architecture
Horaire encadré	64 h (6 CM + 34 TD + 24 TP)
Responsable	Gaëlle Baudouin

#### a.1. Dessin d'art

Coef	1
Objectifs	Appréhender le dessin d'observation à main levée.
Acquis	Développer la sensibilité de l'étudiant comme base de sa capacité à projeter.
Description	Initiation aux bases fondamentales du dessin d'observation en particulier : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le dessin de construction,</li> <li>- Le modelé ou l'illusion de la troisième dimension (les contrastes ombre / lumière, la texture),</li> <li>- Les relations couleur/volume/matière.</li> </ul> <p>Cela est abordé au moyen d'exercices et de techniques à difficultés progressives allant de volumes simples (cube, cylindre, sphère) à des sujets plus complexes comme le modèle vivant.</p>
Prérequis	Niveau L2.
Evaluation	Contrôle continu
Horaire encadré	40 h (0 CM + 16 TD + 24 TP)
Enseignants	Marc Brunier Mestas, Laurent Savoie

#### a.2. Histoire de l'architecture

Coef	1
Objectifs	<p>L'histoire de la construction est abordée ici sous l'angle de l'art d'édifier tel que Leon Battista Alberti a pu le définir dans son traité <i>De re aedificatoria</i> qui établit à la Renaissance le métier d'architecte.</p> <p>Figure incontournable de la pensée humaniste, cet ouvrage demeure aujourd'hui encore fondamental et d'actualité (Choay 2004) pour comprendre, dans un monde contemporain en mutation, le rôle des acteurs de la construction et leurs liens intrinsèques avec l'acte d'édifier et la conception du projet d'architecture.</p> <p>Dans ce cadre intellectuel, la dimension constructive de l'architecture prend toute sa place et l'exploration des liens entre matière, matériaux, et savoir-faire attachés à la mise en oeuvre permettent de positionner la construction non pas comme une pensée technique (Nègre 2016) soumise à la conception de la forme mais comme un des acteurs du processus de conception architecturale.</p> <p>Cet enseignement établit par ailleurs des liens avec les cours d'histoire de l'architecture, de perspective et de maquette. Certains édifices examinés en cours seront retenus dans la mesure du possible pour servir de support aux travaux pratiques développés dans le cadre des deux modules de représentation de l'architecture. L'objectif recherché est celui de mettre en avant la nécessité de savoir articuler un propos critique à une représentation choisie pour asseoir la démonstration.</p>

Description	<p>L'enseignement est développé sous forme de cours magistraux (5 séances/4h) construits en interaction avec les références bibliographiques. Diaporamas et vidéos illustrent le cours et contribuent à le mettre en question dans une perspective dynamique d'échanges croisés avec les étudiants. Les références convoquées relèvent à la fois d'exemples emblématiques nationaux ou internationaux ou bien de choix opérés parmi le corpus local (Massif Central et Puy-de-Dôme). Les références sont savantes ou mineures, ceci pour permettre d'appréhender les enjeux à différentes échelles.</p> <p>Evaluations : Élaboration en binôme d'étudiants d'un document commun partagé comportant une présentation-description de l'édifice (2500/5000 mots), une mise en perspective critique de l'édifice (2500/5000 mots) à associer à la production de documents graphiques décrivant et analysant l'édifice sous ses dimensions esthétiques, concrètes et matérielles. Les documents produits dans le cadre des modules de représentations (perspective et maquette) seront utilisés à cette fin. L'ensemble sera organisé et mis en page sous la forme d'un dossier pouvant être intégré à terme dans un portfolio général.</p>
Prérequis	Comprendre la pensée technique des édifices et ses interactions avec l'espace et le temps
Références bibliographiques	<p>L'urbanisme, utopies et réalités. Une anthologie, CHOAY Françoise, coll. Points Essais, Paris, Seuil, 1965, coll. Points, 1979, 448 p.</p> <p>L'architecture moderne, une histoire critique, FRAMPTON Kenneth, éd. Thames &amp; Hudson sarl, Paris, 2006, La ville, entre représentations et réalité, LOUPIAC Claude, coll. Patrimoine références, Scéren-C.N.D.P., 2005, 397 pages.</p> <p>Histoire de l'architecture, MONNIER Gérard, coll. Que sais-je ?, n° 18, Paris, P.U.F., 1996 (1ère éd. 1994), 128 pages.</p> <p>L'architecture du XXe siècle, MONNIER Gérard, coll. Que sais-je ? PUF, Paris, 1997, 128 pages Principes d'analyse scientifique, Architecture, description et vocabulaire méthodiques, PÉROUSE de MONTCLOS Jean-Marie, éd. du Patrimoine, Centre des monuments nationaux, Paris, 2011 (1ère édition 1972, vol. 1, textes, 234 pages, vol. 2, illustrations, 200 pages) 672 pages.</p> <p>Les sources de l'architecture moderne et du design, PEVSNER Nikolaus, coll. L'Univers de l'Art n° 32, éd. Thames &amp; Hudson sarl, Paris, 1993</p> <p>Histoire de l'architecture et de l'urbanisme modernes, tome I : Idéologies et pionniers, 1800-1910, 378 pages, tome II : Pratiques et méthodes 1911-1971, RAGON Michel, Paris, Casterman, nouvelle éd. augm. 1985, nouvelle mise à jour, coll. Points Essais Seuil, 1991.</p> <p>L'architecture occidentale de la Grèce antique à nos jours, SUTTON Ian, coll. L'Univers de l'Art n° 91, Thames &amp; Hudson, Paris, 2001</p> <p>Dictionnaire général du bâtiment, VIGAN Jean de, Dicobat., éd. Arcature, Ris-Orangis, 2011 (1ère édition 1993), 1.214 pages.</p> <p>Les dix livres d'architecture, VITRUVÉ, éd. Balland, Paris, 1979 (traduction intégrale de Claude Perrault, 1673), 350 pages.</p> <p>Apprendre à voir l'architecture, ZEVI Bruno, éditions de Minuit, 1959</p>
Evaluation	Contrôle écrit et mémoire
Horaire encadré	24 h (6 CM + 18 TD + 0 TP)
Travail personnel	5 h
Enseignant	Gwen Gayet-Kerguiduff

## b. Socle informatique

Code	370N5SI
Coef	4
Objectifs	<p>Maîtriser les principes de l'outil informatique</p> <p>Pour un étudiant ingénieur non informaticien il s'agit d'être capable d'être donneur d'ordre (maître d'ouvrage) sur des projets à caractère informatique et donc de les conduire à terme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- depuis l'établissement du cahier des charges fonctionnel (définir le besoin),</li> <li>- le choix et la validation de solutions justifiées préexistantes ou développées spécifiquement</li> <li>- jusqu'à la réception et l'exploitation des matériels et logiciels.</li> </ul>

	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

### b.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

### b.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

### c. Technologies et méthodes 1

Coef	1
Eléments de cours	Organisation de chantier Technologies Conférence BIM Autocad
Horaire encadré	23 h (9 CM + 14 TD + 0 TP)
Responsable	Aurélie Talon

#### c.1. Organisation de chantier

Code	37BP5TEC
Coef	3
Objectifs	Connaissances de base en technologie de la construction et en organisation de la réalisation.
Acquis	Connaître l'organisation d'une opération de construction (qui fait quoi, quand, comment, avec quels moyens et quelles contraintes ?) (M) Être capable de lire un plan technique et d'en comprendre les informations contenues en fonction de la phase de réalisation du projet (M) Savoir réaliser le quantitatif d'un ouvrage (métré et temps) (M) Savoir réaliser une préparation de chantier (organisation, planning de réalisation, organisation des équipes) (M) Savoir réaliser un Plan Particulier de Sécurité et de Prévention de la Santé (PPSPS) (M)
Description	Cet enseignement intègre : 1.- une partie ordonnancement où sont abordés : les intervenants, les documents contractuels, les modes constructifs, les métrés, la planification des travaux et la composition des équipes, l'optimisation des moyens par nivellement et lissage et la préparation de chantier (démarche et formalités), 2.- Une séance d'analyse et de lecture de plans pour connaître les informations contenues sur les plans en fonction de la phase de développement du projet ; 3.- une partie installation de chantier permettant de savoir réaliser un plan d'installation de chantier, 4.- une partie sécurité où sont détaillés : les enjeux, les intervenants de la prévention, les documents contractuels.  Dans le cadre de cet enseignement, sont présentés : les apports du BIM à l'organisation de chantier (quantitatifs, planification de chantier, plan d'installation de chantier, suivi de la réalisation), une sensibilisation à l'impact environnementaux des chantiers et la plus-value apportée par l'économie circulaire.
Prérequis	Niveau L2
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	23 h (9 CM + 14 TD + 0 TP)
Enseignants	Aurélie Talon, Dorian Chassaniol

#### c.2. Technologies

Objectifs	Connaissances de base en technologie de la construction.
Acquis	Connaître le vocabulaire technique, les méthodologies et les techniques de construction. (A)
Description	Cet enseignement est consacré à l'étude des principes de base de la construction : - Acteurs, phases, documents contractuels - Terrassements, fondations, Voirie Réseaux Divers - Éléments verticaux - Éléments horizontaux

	- Toiture-terrasse, Charpente et Couverture, - Équipements techniques, - Ouvrages d'art.  A l'issue d'une séance de présentation, cet enseignement est suivi en e-learning.
Prérequis	Niveau L2
Horaire encadré	1.5 h (0 CM + 1.5 TD + 0 TP)
Enseignant	Aurélie Talon

### c.3. Conférence BIM

Objectifs	Concepts et usages du BIM
Acquis	Connaître les concepts, le vocabulaire, les organismes, les documents contractuels, les usages et les atouts du BIM. (A)
Description	Cette conférence présente les concepts, le vocabulaire, l'historique de développement, les organismes structurant le BIM et l'interopérabilité, les différents types de logiciels (modélisation, métier, plateforme collaborative, viewers, etc.), les usages, l'interopérabilité, les documents contractuels et les atouts du BIM.
Prérequis	Niveau L2
Horaire encadré	2 h (2 CM + 0 TD + 0 TP)
Enseignant	F. Grand

### c.4. Autocad

Objectifs	Prise en main du logiciel de DAO Autocad
Horaire encadré	8 h (0 CM + 0 TD + 8 TP)
Enseignant	Florent Prulhière

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

### a. DDRS 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.
Eléments 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'imprégner 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 | 30 Coef]

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

#### a. Résistance des matériaux 2

Code	37BP6RDM
Coef	3
Objectifs	Acquérir les bases de calcul, en statique, des efforts de la résistance des matériaux, des contraintes et des déformées d'une poutre ou structure hyperstatique de forme quelconque avec un comportement élastique linéaire.
Acquis	Maîtriser en statique le calcul élastique des structures de type poutre, hyperstatiques (équilibre, éléments de réduction du torseur de la RdM, contraintes, déplacements, flambement...).
Description	Cet enseignement intègre : - Calcul au flambement - Application du principe des travaux virtuels (PTV) et différents théorèmes induits aux systèmes hyperstatiques (portiques, poutres continues, lignes d'influence...), - Poutres sur appuis élastiques (discrets et continus). Cet enseignement comprend des cours magistraux, des travaux dirigés, des séances d'approfondissement et des travaux pratiques.
Prérequis	Niveau BAC+2 en Mathématiques, Mécanique des milieux continus, Résistance des matériaux 1.
Références bibliographiques	Résistance des matériaux, tome 1, Courbon J Résistance des matériaux, tomes 1 et 2, Roux J
Evaluation	Contrôle écrit et comptes rendus de TP
Horaire encadré	47 h (15 CM + 16 TD + 16 TP)
Travail personnel	20 h
Enseignants	Abdelhamid Bouchaïr, Sébastien Durif, Omayma Homoro

#### b. Matériaux 2

Code	37BP6MAT
Coef	2
Objectifs	Connaître les propriétés et comportement des principaux matériaux du génie civil. Acquérir les bases de la mécanique des corps déformables (solides et fluides).
Acquis	Acquérir une culture générale sur les matériaux permettant de choisir en fonction de leur destination et de leur fonction le matériau le mieux adapté. Acquérir les connaissances sur l'analyse de cycle de vie appliquée au secteur de la construction, en particulier les critères de choix des matériaux.
Description	Cet enseignement concerne l'étude des matériaux du génie civil (béton, bois, acier, verre, plâtre, polymères, peinture, matériaux isolants, matériaux bio et géo sourcés) : - Élaboration et composition, - Propriétés physico-chimiques et mécaniques, Applications, - Approche développement durable, - Travaux pratiques : fabrication et étude du comportement mécanique du béton, essais de caractérisation mécanique sur acier, terre crue et bois.
Références bibliographiques	Civil engineering materials, Dhir J, Ed. Macmillan Education Nouveau guide du béton, Dreux G, Ed. Eyrolles
Evaluation	Contrôle écrit et rapports de TP
Horaire encadré	30 h (18 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	12 h
Enseignants	Gaëlle Baudouin, Nicolas Sauvat, Vincent Piotte

#### c. Hydraulique

Code	37BR6HYD
Coef	1
Objectifs	Appréhender les bases des écoulements dans les canalisations en charge, en application au transport de l'eau potable.
Acquis	Comprendre les lois régissant les écoulements dans les conduites en charge et à surface libre (théorème de Bernoulli, notions de charge hydraulique et de pertes de charges). Être capable d'analyser un problème d'hydraulique et de le résoudre de manière graphique.
Description	1. Hydraulique générale : Propriétés des fluides, Rappels d'hydrostatique, Rappels d'hydrodynamique : théorème de Bernoulli, Fluides réels, régimes d'écoulement, pertes de charges.  2. Hydraulique appliquée à l'adduction d'eau potable : Différents types de problèmes d'hydraulique, Résolution graphique des problèmes d'hydrauliques, courbes caractéristiques de canalisation, Résolution des problèmes de type réseau hydraulique : réseaux maillés et réseaux ramifiés, Les pompes.
Prérequis	Matériaux, mécanique des milieux continus
Evaluation	contrôle écrit et comptes rendus de TP
Horaire encadré	18 h (5 CM + 5 TD + 8 TP)
Travail personnel	5 h
Enseignant	Bastien Chevalier

#### d. Mathématiques 2

Code	37ON6MA2
Coef	3
Objectifs	Optimisation sans contrainte de fonctions de 2 à 3 variables. Analyse de Fourier Selon la filière : * distributions et applications IMDS/GE * intégrales doubles ; résolution d'une EDP (corde vibrante) GC/GP
Acquis	Savoir réduire des matrices symétriques réelles dans une base orthonormée. Ecrire le développement de Taylor d'une fonction de une à deux variables réelles. Déterminer une limite en utilisant un DL. Déterminer les points critiques d'une fonction de 2 ou 3 variables et en déduire leur nature. Utiliser les propriétés classiques (parité, intégrale de fonction trigonométrique) du calcul intégral. Déterminer la série de Fourier d'une fonction périodique. Utiliser les théorèmes de Dirichlet et Parseval calculer la valeur d'une série numérique. Comprendre et utiliser la transformée de Fourier des fonctions Démontrer les propriétés de la transformée de Fourier. Filière IMDS/GE : * Connaître les distributions usuelles (peigne et impulsion de Dirac, distributions issues de fonctions localement intégrables). * Savoir dériver et convoluer des distributions classiques. * Retrouver un signal temporel à partir de son spectre périodique. Filière GC/GP * Savoir représenter une courbe du plan à partir de son équation cartésienne * Savoir décrire une forme simple (triangle, rectangle, ellipse) du plan * Savoir calculer une intégrale double sur une forme simple, si besoin en faisant un changement de variable * Savoir résoudre l'équation de la corde en utilisant les séries de Fourier
Description	Les chapitres de ce cours sont : * Diagonalisation des matrices symétriques et formes quadratiques * Optimisation

	* Séries de Fourier * Transformée de Fourier Filières IMDS/GE * Distributions * Introduction à l'échantillonnage Filières GC/GP * Intégrales doubles * EDP de la corde
Prérequis	Mathématiques 1
Evaluation	CC
Horaire encadré	48 h (20 CM + 28 TD + 0 TP)
Travail personnel	17 h
Responsables	Adeline Augier, Claire Schenkel
Enseignants	Adeline Augier, Claire Schenkel

### e. Mécanique des sols et Géologie

Code	37BP6GET
Coef	3
Objectifs	Maîtriser les connaissances fondamentales de la mécanique des sols et les méthodes de reconnaissance. Maîtriser la nature des sols et roches indispensable pour les métiers du Génie Civil (réalisation des fondations des ouvrages, valorisation des matériaux naturels).
Éléments de cours	Géologie Mécanique des sols
Prérequis	Mécanique des milieux continus, Mécanique des fluides, Matériaux 1
Horaire encadré	52.5 h (16.5 CM + 20 TD + 16 TP)
Responsable	Nathanaël Savalle

#### e.1. Géologie

Code	37BS6GEO
Coef	1
Objectifs	Maîtriser la nature des sols et roches indispensable pour les métiers du Génie Civil (réalisation des fondations des ouvrages, valorisation des matériaux naturels).
Acquis	Connaître la nature des sols et roches indispensable pour les métiers du génie civil (réalisation des fondations des ouvrages, valorisation des matériaux naturels).
Description	Cet enseignement intègre : - Les objectifs d'une étude géologique et géotechnique. - Les connaissances des principaux sols et roches au travers d'exemples (partie principale). Le lien entre la nature des formations et certaines propriétés physiques et mécaniques (utilisées plus tard dans le cadre des enseignements de géotechnique). - Les notions d'aquifères et de nappes phréatiques dans les formations géologiques. - L'illustration du cours : TD de pétrographie sur la connaissance des roches et cartographie (lecture de cartes géologiques et réalisation de coupes). - L'illustration par une sortie de terrain pour visualiser quelques contextes géologiques étudiés en cours.
Prérequis	Niveau L2
Références bibliographiques	Géologie des formations superficielles, Campy Macaire, Ed. Masson
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	19.5 h (7.5 CM + 8 TD + 4 TP)
Travail personnel	4 h
Enseignants	Benoît Nagel, Lucia Gurioli, Séverine Jessop

#### e.2. Mécanique des sols

Code	37BS6MSO
Coef	3
Objectifs	Maîtriser les connaissances fondamentales de la mécanique des sols.
Acquis	Proposer des ordres de grandeurs réalistes des propriétés physiques et mécaniques des sols

	Calculer les contraintes, les états de contraintes limites, les tassements et le temps de consolidation d'un massif de sol Réaliser et analyser les essais de laboratoire de mécanique des sols Calculer les débits d'écoulement d'eau dans un massif de sol
Description	Cet enseignement développe : - Les propriétés physiques et la caractérisation en laboratoire des sols, - L'hydraulique des sols, - La consolidation et la compressibilité des sols, - Le comportement mécanique et la résistance au cisaillement des sols,  Les travaux pratiques mettent en application les acquis des enseignements de mécanique des sols à travers l'étude de la compressibilité des sols, du cisaillement de sables, de l'identification des sols fins, et de l'hydraulique des sols.
Prérequis	Géologie, Mécanique des milieux continus, Mécanique des fluides, Matériaux 1
Références bibliographiques	Mécanique des sols : aide-mémoire : concepts, applications (Yves Berthaud, Patrick de Buhan, Nicolas Schmitt)
Evaluation	Examen final écrit, Comptes rendus de TP, Tests en ligne
Horaire encadré	33 h (9 CM + 12 TD + 12 TP)
Travail personnel	15 h
Enseignants	Mathilde Morvan, Bastien Chevalier, Nathanaël Savalle, Mathilde Lefebvre

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

### a. Atelier d'architecture 1

Code	37BP6ATE
Coef	4
Objectifs	Acquérir les bases fondamentales d'un projet architectural. Développer la sensibilité de l'étudiant comme base de sa capacité à projeter. Apprendre à penser l'espace et à comprendre les processus de conception architecturale.
Acquis	Concevoir des constructions en fonction du site géographique, de l'environnement historique, de l'environnement fonctionnel et des aspects architectural et structurel.
Description	Cet enseignement développe : - Analyse d'une conception architecturale, - Mode de représentation, - Relations et allocations spatiales, - Organisation et principes de composition, - Composition et détails, - Application : Composition personnelle sur un programme simple et utilisation d'un logiciel de modélisation numérique.
Prérequis	Architectures 1 et 2.
Evaluation	Contrôle continu
Horaire encadré	60 h (0 CM + 56 TD + 4 TP)
Travail personnel	30 h
Enseignant	Pierre Pena

### b. Technologies et méthodes 2

Code	37BP6TEC
Coef	2
Eléments de cours	Procédés généraux de construction Projet d'organisation de chantier Visites de chantier Voyage pédagogique Initiation au BIM 1
Horaire encadré	22 h (0 CM + 22 TD + 0 TP)

#### b.1. Procédés généraux de construction

Code	37BS6MGC
Coef	1

Objectifs	Acquérir ou compléter des connaissances dans le domaine technologique (le contenu) Réaliser un document de synthèse sur un sujet ciblé concernant un procédé général de construction (exercices de rédaction), Présenter publiquement ce travail de synthèse (exercice de présentation et de communication), Prendre en compte les enjeux environnementaux dans les procédés de construction.
Acquis	Acquérir une culture générale dans le domaine de la construction et de ces procédés. (N) Réaliser une étude bibliographique sur un sujet. (N) Réaliser un travail de synthèse documentaire sur un sujet. (N)
Description	Cet enseignement intègre : - Des cours d'aide à la rédaction et à la présentation orale d'un mémoire technique, - Travail de recherche bibliographique par groupes de trois sur un sujet technique, les étudiants étant répartis de manière aléatoire parmi les groupes, - Réalisation d'un rapport de synthèse (40 pages maximum hors annexes), - Exposé du travail pendant une heure avec supports audiovisuels (tableau, papier, transparents, vidéo, etc.).
Prérequis	Technologies et méthodes 1
Evaluation	Mémoire et présentation orale
Horaire encadré	6 h (0 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	30 h
Enseignants	Bénédicte Bousset, Mathilde Morvan, Véronique Quanquin, Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Bastien Chevalier, Michelle Didier, Nicolas Sauvat, Nathanaël Savalle, Myriam Doghmi, Sabine Carenou, Catherine Hansen

### b.2. Projet d'organisation de chantier

Code	37BS6PRO
Coef	1
Objectifs	Mettre en application sur un projet réel, les compétences acquises en technologie de la construction et en organisation de la réalisation.
Acquis	Outils d'organisation de chantier (quantitatif, temps unitaires, plannings...). (A) Démarche d'installation de chantier, l'environnement global d'un projet de génie civil, la sécurité sur les chantiers : qui, quoi, comment ? (A)
Description	Sur la base d'un projet réel, les élèves ingénieurs en groupe traitent : - Mise en place d'une gestion de projet de manière collaborative, - Analyse des modes constructifs, - Réalisation des métrés et des quantitatifs horaires, - Planification de la réalisation d'un bâtiment, - Réalisation d'un plan d'installation de chantier, - Analyse de la sécurité sur le chantier.
Prérequis	Technologies et méthodes 1
Evaluation	Mémoire
Horaire encadré	16 h (0 CM + 16 TD + 0 TP)
Travail personnel	8 h
Enseignants	Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Mathieu Amblard, Dorian Chassaniol

### b.3. Visites de chantier

Objectifs	Acquérir le vocabulaire, les méthodologies et l'organisation d'une opération de construction.
Acquis	Connaître le vocabulaire technique, les méthodologies et les techniques de construction. (A) Comprendre la démarche pour l'installation de chantier, l'environnement global d'un projet de génie civil, la sécurité sur les chantiers. (A) Rédiger un compte rendu de visite. (M)
Description	Visites de chantier de bâtiment ou de travaux publics durant la phase de réalisation du gros oeuvre et du second oeuvre.
Prérequis	Technologies et méthodes 1
Horaire encadré	8 h (0 CM + 0 TD + 8 TP)
Responsable	Omayma Homoro

### b.4. Voyage pédagogique

Objectifs	Acquérir le vocabulaire, les méthodologies et l'organisation d'une opération de construction.
Acquis	Connaître le vocabulaire technique, les méthodologies et les techniques de construction. (A) Comprendre la démarche pour l'installation de chantier, l'environnement global d'un projet de génie civil, la sécurité sur les chantiers. (A) Rédiger un compte rendu de visite. (M)
Description	Ce voyage d'étude pédagogique organisé avec le parrain de la promotion permet de mieux appréhender le contexte professionnel du domaine du génie civil : - Visites de chantier, - Présentations des métiers du parrain de promotion à travers des conférences techniques.
Prérequis	Technologies et méthodes 1
Horaire encadré	10 h (0 CM + 10 TD + 0 TP)
Responsable	Omayma Homoro
Enseignants	Mathilde Morvan, Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Abdelhamid Bouchaïr, Pierre Breul, Bastien Chevalier, Sébastien Durif, Omayma Homoro, Rostand Moutou Pitti, Nicolas Sauvat, Nathanaël Savalle, Evelyne Toussaint, Sofiane Amziane, Hakim Arbaoui, Chaimaa Jaafari, Khaled El Tawil

### b.5. Initiation au BIM 1

Objectifs	Prise en main d'un logiciel de modélisation d'une maquette numérique (REVIT) Prise en main d'un logiciel de visualisation et de consultation d'une maquette numérique Connaissance des applications métiers du BIM
Acquis	Savoir modéliser une construction à l'aide d'un logiciel de modélisation de maquette numérique (A) Savoir réaliser un quantitatif à l'aide d'un logiciel de modélisation (A) Savoir réaliser un phasage à l'aide d'un logiciel de modélisation (A) Comprendre la structuration d'un IFC (A) Savoir rechercher des informations et alimenter un IFC à partir d'un viewer (A) Connaître les applications métiers du BIM (A)
Description	Cet enseignement regroupe : 1.- Une initiation, sous forme de travaux pratiques, à un logiciel de modélisation de maquette numérique (REVIT). Les différentes méthodes de modélisation sont abordées, ainsi que la réalisation des quantitatifs, des coupes, des annotations, et le phasage de la construction réalisée. 2.- Une initiation, sous forme de travaux pratiques, à des logiciels de visualisation et de consultation de maquette (eveBIM, Trimble Connect, etc.). Après avoir généré un IFC à partir d'un logiciel de modélisation, ce fichier est ouvert dans un viewer afin d'en comprendre la structuration, d'en extraire des informations et d'ajouter des données. 3.- Deux conférences dédiées à l'utilisation du BIM (organisation des équipes, démarche et exemples de réalisation) pour le domaine du bâtiment d'une part et des ouvrages d'art d'autre part.
Prérequis	Technologie et méthodes 1
Horaire encadré	8 h (0 CM + 0 TD + 8 TP)
Enseignants	Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Jean Behar, D. Duresseix

### c. Architecture 2

Code	37BP6HAR
Coef	3
Éléments de cours	Histoire des constructions Perspectives Maquettes
Horaire encadré	52 h (6 CM + 34 TD + 12 TP)
Responsable	Gaëlle Baudouin

#### c.1. Histoire des constructions

Coef	1
------	---

Objectifs	L'architecture a toujours constitué une discipline frontière entre art et technique. Ce statut ambigu rend son abord plus complexe que pour d'autres disciplines. La construction proprement dite constitue l'une des dimensions essentielles de l'oeuvre architecturale. La construction est synonyme de lutte contre la pesanteur. La stabilité des édifices s'apparente à une conquête qui peut prendre des formes très différentes selon les lieux et les époques. Spectaculaires ou modestes, les constructions peuvent presque toutes être appréhendées en termes de structure, même si la notion de structure n'apparaît qu'au XVIIIe siècle.
Acquis	Comprendre le sens architectural des constructions dans le temps, dans l'espace géométrique et dans l'espace socioculturel. Histoire des constructions.
Description	Cours : techniques de construction traditionnelle et vernaculaire. TD : mise en page d'un élément de construction. Dessin d'une fenêtre et son contexte (maçonnerie ou ossature) en vue d'ensemble, image de localisation, plan, coupe, élévation extérieure, élévation intérieure, isométrie plongeant (30°-30°). Il s'agit de dessiner sur un format A1 (avec cadre, en-tête et pied de page communs), un élément de construction (la fenêtre) d'un moment de l'histoire, issu du monument étudié dans la monographie d'architecture du premier semestre. Les échelles de ces dessins sont les mêmes pour tout le groupe, pour comparaison. Bien entendu, les documents graphiques sont annotés ou légendés et les codes de représentation sont homogènes entre tous pour chaque matériau (bois, acier béton, vitrage, isolant, ...) pour que les comparaisons soient fructueuses. Objets architecturaux, procédés de construction et statuts des bâtisseurs. Caractéristiques de chaque époque. Habitat et projets urbains d'ensemble, typologie selon les réglementations urbaines. Visites de sites architecturaux.
Prérequis	Architecture 1.
Références bibliographiques	La construction romaine, matériaux et techniques, ADAM Jean Pierre, coll. Grands Manuels Picard, éd. Picard, Paris, 4e éd. 2005 (1ère édition 1984), 367 pages. Les cimets de l'Isère, deux siècles d'innovation, AVENIER Cédric, Le Dauphiné éd., coll. les patrimoines, Veurey, 2010, 50 pages. Traité de constructions civiles, BARBEROT E., rééd. Godefroy/SELD, Paris, 1998. De l'outil à la machine, histoire des techniques jusqu'en 1800, BAUDET Jean, éd. Vuibert, Paris, 2003, 346 pages. Du fer à l'acier, BELHOSTE J.F, RICHARD F, GATIER P.A, PEROT A.C, Revue Monumental 2003, pages 206-223. Maisons paysannes et vie traditionnelle en Auvergne, BREUILLÉ Luc et alii, éd. Créer, Nonette, 1980, 486 pages. La tuile mécanique, une technologie du XIXe siècle, CARTIER Jean, in revue Monumental n° 15, 1996, pages 26-31. Architecture et industrie, passé et avenir d'un mariage de raison, COLLECTIF, catalogue d'exposition, Centre Pompidou (27 octobre 1983 - 23 janvier 1984) Béton et patrimoine, COLLECTIF, Le Havre, - décembre 1996, Les cahiers de la section française de l'ICOMOS, n° 18, 1995, 204 pages. Fer, architecture et restauration, COLLECTIF, revue Monumental n° 13, juin 1996, Ministère de la Culture, pages 1-87. Fontes, fers et aciers dans l'architecture, étude, détection et conservation des métaux ferreux dans les bâtiments, COLLECTIF, Nancy, 16-18 novembre 1995, Les cahiers de la section française de l'ICOMOS, n° 17, 1995, 144 pages Le béton et les Monuments historiques, COLLECTIF, revue Monumental n° 16, 1997, 96 pages Le métal dans l'architecture, COLLECTIF, in revue Monumental 2007-2, Ministère de la Culture, pages 90-112. Les couvertures métalliques, COLLECTIF, in revue Monumental 2009-2, Ministère de la Culture, pages 92-115. «Béton» beau masque, COLLECTIF, Revue des Monuments Historiques, Paris n° 140, août-septembre 1985, pages 1-105. Guide pratique du constructeur, maçonnerie, DEMANET A, Librairie scientifique, industrielle et agricole, Eugène Lacroix éd., Paris, 1864, rééd. fac-similé Maxtor, 2011, 252 pages + XX planches.

	<p>Bâtir la ville, révolutions industrielles dans les matériaux de construction, France-Grande-Bretagne (1760-1840), GUILLERME André, éd. Champ Vallon, 1995, 320 pages.</p> <p>Petit manuel de la conception durable, JOURDA Françoise-Hélène, éd. Archibooks, Paris, 2009, 96 pages.</p> <p>La manufacture de papiers peints Leroy, LACOUR Virginie, DIDIER Marie-Hélène, PROST Philippe, in revue Monumental, 2011-2, pages 74-79.</p> <p>Les carnets d'architecture, LAPRADE Albert, réalisés entre 1902 et la Seconde guerre mondiale, réédités en 2 volumes, Kubik, Paris, 2006, 480 pages et 2008, 256 pages.</p> <p>L'architecture du fer, France, XIXe siècle, LEMOINE Bertrand, éd. Champ Vallon, 1986, 328 pages. Des histoires de bois, MARREY Bernard, à l'occasion de l'exposition Le bois, essence et sens de Paris janvier - avril 1994), éd. Pavillon de l'Arsenal - Picard éd., Paris, 1994, 200 pages</p> <p>Louis Vicat 1786-1861, MERCERON-VICAT Jacques (préface), éd. 2011, 56 pages.</p> <p>1817 Louis Vicat invente le ciment artificiel, MERCERON-VICAT Maurice, éd. 2000 (éd. originale Louis Vicat, sa vie et ses travaux, 1903), 190 p.</p> <p>Un Conservatoire pour les Arts et Métiers, MERCIER Alain, Découvertes Gallimard n° 222, 1994, 128 pages. Construire en fer, histoire et esthétique, MEYER Alfred Gotthold, éd. Infolio, 2005 (traduit de l'allemand, Eisenbauten, ihre Geschichte und Ästhetik, 1907), 288 p.</p> <p>L'art des structures, MUTTONI Aurelio, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004 (traduit de l'italien par Pierre-Alain Croset, Structure, 2004), 272 pages</p> <p>L'âge du verre, RICHET Pascal, Découvertes Gallimard n° 399, 2000, 160 pages.</p> <p>Comment ça tient ?, SALVADORI Mario, éd. Parenthèses, 2005</p> <p>Pourquoi ça tombe ?, SALVADORI Mario, LEVY Matthys, éd. Parenthèses, 2009</p> <p>Le béton, histoire d'un matériau, SIMONNET Cyrille, éd. Parenthèses, 2005, 222 pages.</p> <p>Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle, 1854-1868,, VIOLLET-LE-DUC Eugène, Encyclopédie médiévale, tome I : architecture, tome II : architecture et mobilier, rééd. Bibliothèque de l'Image, Paris, 1996.</p>
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	20 h (6 CM + 10 TD + 4 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignant	Mathilde Lavenu

### c.2. Perspectives

Coef	1
Objectifs	Savoir dessiner à la main les 3 perspectives suivantes : cavalière, isométrique, conique à 2 points de fuite.
Acquis	Dessin en perspective à la main, vision de l'espace, cohérence du choix (point de vue).
Description	Trois séances, chacune d'elle introduite par un cours puis exercice de mise en pratique du dessin de la perspective vue (en relation avec la maison choisie en cours d'histoire de l'architecture).
Prérequis	Dessin à main levée, Architecture 1.
Evaluation	Contrôle continu
Horaire encadré	16 h (0 CM + 12 TD + 4 TP)
Travail personnel	8 h
Enseignant	Marc Brunier Mestas

### c.3. Maquettes

Coef	1
Objectifs	Concevoir des maquettes de projet à l'échelle réduite (sur la base de la maison étudiée en histoire de l'architecture)
Acquis	Justesse d'exécution, choix des matériaux, qualité de finition, cohérence entre échelle et matière.
Description	Quatre séances : cours introductif sur la maquette, choix des matériaux, mise à l'échelle et exécution.
Evaluation	Rendu final

Horaire encadré	16 h (0 CM + 12 TD + 4 TP)
Enseignant	Marc Brunier Mestas

#### d. Modélisation

Code	370N6MAB
Coef	2
Objectifs	Consolider les connaissances des outils mathématiques et informatiques
Eléments de cours	Analyse numérique Bases de données
Horaire encadré	50 h (16 CM + 18 TD + 16 TP)
Responsables	Adeline Augier, Marinette Bouet

#### d.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

#### d.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" : - Découper le projet en jalon et identifier les livrables - Réaliser un Gantt - Répartir les tâches - Gérer un budget temp - Animer un collectif de travail et gérer les conflits - Protéger l'information stratégique - Communiquer sur le projet  Volet veille externe : - Réaliser une veille socio-économique généraliste de type PESTELE

	<ul style="list-style-type: none"> <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 gestionnaire 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>

	+ présentations faites par des industriels
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
Éléments 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 | 1 Coef]

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

Coef	1
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)
Responsable	Omayma Homoro

## II. Troisième année option Structures et Ouvrages

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

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

##### a. Matériaux 1

Code	37BP5MAT
Coef	1
Objectifs	Connaître les principales propriétés des matériaux de construction.
Acquis	Acquérir une culture générale sur les matériaux permettant de choisir en fonction de leur destination et de leur fonction le matériau le mieux adapté. Acquérir les connaissances sur l'analyse de cycle de vie appliquée au secteur de la construction, en particulier les critères de choix des matériaux.
Description	Cet enseignement intègre l'étude des matériaux du Génie Civil (béton, bois, acier, verre, plâtre, polymères, peinture, matériaux isolants, matériaux bio et géo sourcés) : - Élaboration et composition, - Propriétés physico-chimiques et mécaniques, applications, - Approche développement durable.
Prérequis	Niveau L2
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	14 h (12 CM + 2 TD + 0 TP)
Travail personnel	6 h
Enseignants	Gaëlle Baudouin, Nicolas Sauvat

##### b. Mécanique des milieux continus

Code	37BP5MEC
Coef	3
Objectifs	Acquérir les bases de la mécanique des milieux continus, état de contraintes, état de déformations, champs de déplacements, loi de l'élasticité linéaire, les méthodes de résolution, les critères limites d'élasticité.
Acquis	Savoir exprimer les conditions limites d'un problème simple d'élasticité linéaire. Savoir mettre en oeuvre une méthode de résolution. Savoir représenter et analyser les états de contraintes/déformations dans des cas élémentaires. Savoir mettre en oeuvre des critères de limite d'élasticité.
Description	Cet enseignement intègre : - Etats de contrainte, - Etat de déformation, champs de déplacements, - Théorie de l'élasticité linéaire, - Critères de limite d'élasticité.
Prérequis	Algèbre linéaire
Horaire encadré	35 h (15 CM + 20 TD + 0 TP)

Travail personnel	30 h
Enseignants	Mathilde Morvan, Omayma Homoro, Evelyne Toussaint

### c. Actions et résistances des matériaux 1

Code	37BP5RDM
Coef	4
Eléments de cours	Actions Résistance des matériaux
Horaire encadré	85.5 h (25.5 CM + 36 TD + 24 TP)

#### c.1. Actions

Code	37BS5ACT
Coef	1
Objectifs	Connaître, comprendre et être capable d'évaluer les actions sur les ouvrages du génie civil en s'appuyant sur les Eurocodes 0 et 1 et des Annexes Nationales (si elles existent), selon le type du matériau de la structure (bois, acier ou béton).
Acquis	Notions sur le calcul semi probabiliste. Estimer les charges permanentes de l'ouvrage. Evaluer les charges d'exploitation selon la destination de l'ouvrage. Evaluer les charges climatiques (neige et vent). Maîtrises des combinaisons d'action aux différents états limites.
Description	Cet enseignement intègre :  Introduction au calcul semi probabiliste et définition des états limites, Charges permanentes, charges d'exploitation, charges climatiques, Combinaison de charges.
Prérequis	L2, Prépa PEIP, Prépas, DUT
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	18.5 h (4.5 CM + 6 TD + 8 TP)
Enseignants	Sébastien Durif, Khaled El Tawil

#### c.2. Résistance des matériaux

Code	37BS5RDM
Coef	3
Objectifs	Maîtriser en statique le calcul élastique des structures de type poutre, isostatiques (équilibre, éléments de réduction du torseur de la RdM, contraintes, déplacements, flambement...). Des applications sont faites sur Robot
Acquis	Maîtriser en statique le calcul élastique des structures de type poutre, isostatiques (équilibre, éléments de réduction du torseur de la RdM, contraintes, déplacements, flambement...).
Description	Cet enseignement intègre : - Théorie des poutres : hypothèses, principes, modélisation, mise en équation, équilibres des sections, déplacements sous sollicitations multiples, calcul des contraintes (normales, cisaillement, Torsion,...) - Approche énergétique : principe des Travaux virtuels (PTV) et différents théorèmes induits. - TP Robot : La première séance est consacrée à la découverte et la prise en main des fonctions de base de modélisation du logiciel (dessin des structures, définition des appuis et du chargement). Puis dans un second temps les étudiants apprennent à se servir de l'outil de calcul sectoriel qui permet de définir des sections particulières La deuxième séance vise à appliquer les acquis de la première séance sur des exemples pratiques issus de leurs TD de résistance des matériaux. De ce fait, les étudiants sont amenés à valider leurs modélisations sur la base des résultats théoriques obtenus en cours et TD.
Prérequis	Niveau BAC+2
Références bibliographiques	Résistance des matériaux, tome 1, Courbon J Résistance des matériaux, tomes 1 et 2, Roux J
Evaluation	contrôle écrit
Horaire encadré	67 h (21 CM + 30 TD + 16 TP)
Enseignants	Sébastien Durif, Rostand Moutou Pitti, Evelyne Toussaint, Chaimaa Jaafari

### d. TC Mathématiques 1

Code	370N5MA1
Coef	3
Objectifs	Acquérir les fondamentaux mathématiques
Éléments 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	Décider si une matrice est diagonalisable et donner sa diagonalisation le cas échéant. Utiliser la dérivée partielle et les opérateurs d'analyse vectorielle pour les fonctions de 2 ou 3 variables réelles. Résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre
Acquis	Problèmes linéaires : * savoir les reconnaître, les mettre sous forme matricielle * savoir les résoudre * savoir déterminer les valeurs propres d'une matrice de taille 2 à 4  Analyse dans $\mathbb{R}^3$ : * savoir utiliser et caractériser le produit vectoriel et le produit scalaire * calculer une dérivée partielle d'ordre 1 ou 2 * calculer le gradient, le rotationnel et la divergence de produits de fonctions  Analyse dans $\mathbb{R}$ : * reconnaître les primitives usuelles * intégrer par parties ou en faisant un changement de variables * résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre Dans ce module, il est demandé de savoir calculer en tenant compte des résultats théoriques et de savoir calculer avec des nombres complexes.
Description	Chapitres de ce cours : 1. Fonctions de plusieurs variables réelles 2. Espace vectoriel, produits de vecteurs 3. Analyse vectorielle 4. Primitives 5. Équations différentielles 6. Produit de matrices, systèmes linéaires 7. Bases de $\mathbb{R}^n$ 8. Déterminant d'une matrice carrée 9. Inversibilité d'une matrice, matrices semblables 10. Diagonalisation d'une matrice
Prérequis	L1-L2 (fonctions usuelles de la variable réelle)
Références bibliographiques	Chaîne Math adultes de Gilles Bailly-Maître Site OpenING
Evaluation	CC
Horaire encadré	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	Partie 1 : Probabilités

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dénombrements</li> <li>- Événements, espaces probabilisés</li> <li>- Calcul de probabilités, probabilités conditionnelles, formules des probabilités totales et de Bayes</li> <li>- Variables aléatoires : définitions, propriétés, espérance, variance</li> <li>- Construction de certaines lois classiques (normale, binomiale...)</li> </ul> Partie 2 : Statistiques inférentielle <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modèle statistique.</li> <li>- Estimation, intervalles de confiance.</li> <li>- Tests d'hypothèses</li> </ul>
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 [10 ECTS | 10 Coef]

### a. Béton armé 1

Code	37BP5BAP
Coef	3
Objectifs	Connaître, comprendre et être capable d'appliquer les lois de la mécanique au domaine du béton armé en s'appuyant sur la réglementation « Eurocodes 2 ». A l'issue du cours, l'élève sera en mesure de dimensionner des éléments de base des constructions en béton armé aux états limites en intégrant les aspects fissuration, durabilité et dispositions constructives réglementaires. L'élève sera aussi en mesure de produire des plans de coffrage et de ferrailage de l'élément préalablement dimensionné.
Acquis	Comprendre le principe de fonctionnement du béton armé, dimensionnement et vérification de poutres et poteaux en BA aux sollicitations simples, justification selon les règles de l'Eurocode 2, dispositions constructives et représentation graphique. (N)
Description	Cet enseignement intègre : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principe du béton armé,</li> <li>- Caractéristiques des matériaux béton et acier, Durabilité,</li> <li>- Etats limites de service, Etat limite ultime, Actions,</li> <li>- Adhérence acier/béton, Disposition constructive, Méthodes des pivots, Traction simple (tirant),</li> <li>- Compression simple (sans instabilité), Flexion simple.</li> </ul>
Prérequis	Niveau L2, Matériaux 1, Mécanique des milieux continus, Résistance des matériaux 1.
Références bibliographiques	Eurocode 2 (EN 1992-1) Aide mémoire Béton Armé, Guillemont Pierre, Éditions du Moniteur Le projet de béton armé conforme à l'Eurocode 2, Henry THONIER, Edition 2011 - SEBTP Maîtrise de l'Eurocode 2 : Guide d'application, Jean ROUX, Eyrolles, AFNOR, Eurocode, 338p, 2009 Pratique du béton armé selon l'Eurocode 2, Jean ROUX, Eyrolles - 2007
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	22 h (12 CM + 10 TD + 0 TP)
Travail personnel	20 h
Enseignants	Omayma Homoro, Sofiane Amziane

### b. Socle informatique

Code	370N5SI
Coef	4
Objectifs	Maîtriser les principes de l'outil informatique

	<p>Pour un étudiant ingénieur non informaticien il s'agit d'être capable d'être donneur d'ordre (maître d'ouvrage) sur des projets à caractère informatique et donc de les conduire à terme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- depuis l'établissement du cahier des charges fonctionnel (définir le besoin),</li> <li>- le choix et la validation de solutions justifiées préexistantes ou développées spécifiquement</li> <li>- jusqu'à la réception et l'exploitation des matériels et logiciels.</li> </ul> <p>De plus, il doit être capable de tirer profit des outils informatiques : avoir conscience de leurs possibilités, limites et évolution pour l'organisation, la diffusion de l'information et la communication.</p> <p>Il doit donc rester adaptable vis-à-vis des outils (software) et matériels (hardware) : avoir les capacités suffisantes pour s'approprier les outils d'analyse, de simulation et de validation.</p> <p>On note que les compétences et notions du socle informatique sont rencontrées, exploitées et approfondies au travers d'autres modules de la formation qui utilisent les outils logiciels, le réseau etc.</p>
Eléments de cours	Algorithmique Langage de programmation
Horaire encadré	40.5 h (18.5 CM + 6 TD + 16 TP)
Responsable	Christophe de Vault

### b.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

### b.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

### c. Technologies et méthodes 1

Coef	3
Éléments de cours	Organisation de chantier Technologies Conférence BIM Autocad
Horaire encadré	23 h (9 CM + 14 TD + 0 TP)
Responsable	Aurélie Talon

#### c.1. Organisation de chantier

Code	37BP5TEC
Coef	3
Objectifs	Connaissances de base en technologie de la construction et en organisation de la réalisation.
Acquis	Connaître l'organisation d'une opération de construction (qui fait quoi, quand, comment, avec quels moyens et quelles contraintes ?) (M) Être capable de lire un plan technique et d'en comprendre les informations contenues en fonction de la phase de réalisation du projet (M) Savoir réaliser le quantitatif d'un ouvrage (métré et temps) (M) Savoir réaliser une préparation de chantier (organisation, planning de réalisation, organisation des équipes) (M) Savoir réaliser un Plan Particulier de Sécurité et de Prévention de la Santé (PPSPS) (M)
Description	Cet enseignement intègre : 1.- une partie ordonnancement où sont abordés : les intervenants, les documents contractuels, les modes constructifs, les métrés, la planification des travaux et la composition des équipes, l'optimisation des moyens par nivellement et lissage et la préparation de chantier (démarche et formalités), 2.- Une séance d'analyse et de lecture de plans pour connaître les informations contenues sur les plans en fonction de la phase de développement du projet ; 3.- une partie installation de chantier permettant de savoir réaliser un plan d'installation de chantier, 4.- une partie sécurité où sont détaillés : les enjeux, les intervenants de la prévention, les documents contractuels.  Dans le cadre de cet enseignement, sont présentés : les apports du BIM à l'organisation de chantier (quantitatifs, planification de chantier, plan d'installation de chantier, suivi de la réalisation), une sensibilisation à l'impact environnementaux des chantiers et la plus-value apportée par l'économie circulaire.
Prérequis	Niveau L2
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	23 h (9 CM + 14 TD + 0 TP)
Enseignants	Aurélie Talon, Dorian Chassaniol

#### c.2. Technologies

Objectifs	Connaissances de base en technologie de la construction.
-----------	--

Acquis	Connaître le vocabulaire technique, les méthodologies et les techniques de construction. (A)
Description	Cet enseignement est consacré à l'étude des principes de base de la construction : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acteurs, phases, documents contractuels</li> <li>- Terrassements, fondations, Voirie Réseaux Divers</li> <li>- Éléments verticaux</li> <li>- Éléments horizontaux</li> <li>- Toiture-terrasse, Charpente et Couverture,</li> <li>- Équipements techniques,</li> <li>- Ouvrages d'art.</li> </ul> <p>A l'issue d'une séance de présentation, cet enseignement est suivi en e-learning.</p>
Prérequis	Niveau L2
Horaire encadré	1.5 h (0 CM + 1.5 TD + 0 TP)
Enseignant	Aurélie Talon

### c.3. Conférence BIM

Objectifs	Concepts et usages du BIM
Acquis	Connaître les concepts, le vocabulaire, les organismes, les documents contractuels, les usages et les atouts du BIM. (A)
Description	Cette conférence présente les concepts, le vocabulaire, l'historique de développement, les organismes structurant le BIM et l'interopérabilité, les différents types de logiciels (modélisation, métier, plateforme collaborative, viewers, etc.), les usages, l'interopérabilité, les documents contractuels et les atouts du BIM.
Prérequis	Niveau L2
Horaire encadré	2 h (2 CM + 0 TD + 0 TP)
Enseignant	F. Grand

### c.4. Autocad

Objectifs	Prise en main du logiciel de DAO Autocad
Horaire encadré	8 h (0 CM + 0 TD + 8 TP)
Enseignant	Florent Prulhière

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

### a. DDRS 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 : <ul style="list-style-type: none"> <li>- des enjeux climatiques</li> <li>- des limites planétaires</li> <li>- des transitions écologiques et énergétique</li> <li>- de l'écoconception</li> <li>- Fresque du climat</li> </ul> <p>+ 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.</p> <p>+ Présentations faites par des industriels</p>
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
Éléments 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.
Eléments 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'imprégner 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 | 30 Coef]

### 1. UE4 Sciences fondamentales 2 [13 ECTS | 13 Coef]

#### a. Mécanique des fluides

Code	37BP6MEC
Coef	2
Objectifs	Acquérir les bases de la mécanique des corps déformables (fluides).
Acquis	Analyse d'un problème de mécanique des milieux continus (fluide) et résolution finale en termes de pressions et vitesses au moyen des outils classiques de la mécanique des fluides (loi de Pascal jusqu'aux équations de Navier Stokes).
Description	Cet enseignement intègre : - Propriétés des fluides, Statique des fluides, Cinématique des fluides, - Dynamique des fluides parfaits, - Dynamique des fluides visqueux incompressibles, Introduction à la notion de perte de charges.
Prérequis	Mécanique des milieux continus
Références bibliographiques	Hydraulique générale et appliquée, Carlier M, Eyrolles Mécanique des fluides expérimentale, Comolet Raymond, Editions Dunod
Evaluation	contrôle écrit
Horaire encadré	25.5 h (13.5 CM + 12 TD + 0 TP)
Travail personnel	16 h
Enseignants	Evelyne Toussaint, Khaled El Tawil

#### b. Résistance des matériaux 2

Code	37BP6RDM
Coef	3
Objectifs	Acquérir les bases de calcul, en statique, des efforts de la résistance des matériaux, des contraintes et des déformées d'une poutre ou structure hyperstatique de forme quelconque avec un comportement élastique linéaire.
Acquis	Maîtriser en statique le calcul élastique des structures de type poutre, hyperstatiques (équilibre, éléments de réduction du torseur de la RdM, contraintes, déplacements, flambement...).
Description	Cet enseignement intègre : - Calcul au flambement - Application du principe des travaux virtuels (PTV) et différents théorèmes induits aux systèmes hyperstatiques (portiques, poutres continues, lignes d'influence...), - Poutres sur appuis élastiques (discrets et continus). Cet enseignement comprend des cours magistraux, des travaux dirigés, des séances d'approfondissement et des travaux pratiques.
Prérequis	Niveau BAC+2 en Mathématiques, Mécanique des milieux continus, Résistance des matériaux 1.
Références bibliographiques	Résistance des matériaux, tome 1, Courbon J Résistance des matériaux, tomes 1 et 2, Roux J
Evaluation	Contrôle écrit et comptes rendus de TP

Horaire encadré	47 h (15 CM + 16 TD + 16 TP)
Travail personnel	20 h
Enseignants	Abdelhamid Bouchaïr, Sébastien Durif, Omayma Homoro

### c. Matériaux 2

Code	37BP6MAT
Coef	2
Objectifs	Connaître les propriétés et comportement des principaux matériaux du génie civil. Acquérir les bases de la mécanique des corps déformables (solides et fluides).
Acquis	Acquérir une culture générale sur les matériaux permettant de choisir en fonction de leur destination et de leur fonction le matériau le mieux adapté. Acquérir les connaissances sur l'analyse de cycle de vie appliquée au secteur de la construction, en particulier les critères de choix des matériaux.
Description	Cet enseignement concerne l'étude des matériaux du génie civil (béton, bois, acier, verre, plâtre, polymères, peinture, matériaux isolants, matériaux bio et géo sourcés) : - Élaboration et composition, - Propriétés physico-chimiques et mécaniques, Applications, - Approche développement durable, - Travaux pratiques : fabrication et étude du comportement mécanique du béton, essais de caractérisation mécanique sur acier, terre crue et bois.
Références bibliographiques	Civil engineering materials, Dhir J, Ed. Macmillan Education Nouveau guide du béton, Dreux G, Ed. Eyrolles
Evaluation	Contrôle écrit et rapports de TP
Horaire encadré	30 h (18 CM + 0 TD + 12 TP)
Travail personnel	12 h
Enseignants	Gaëlle Baudouin, Nicolas Sauvat, Vincent Piotte

### d. Mathématiques 2

Code	37ON6MA2
Coef	3
Objectifs	Optimisation sans contrainte de fonctions de 2 à 3 variables. Analyse de Fourier Selon la filière : * distributions et applications IMDS/GE * intégrales doubles ; résolution d'une EDP (corde vibrante) GC/GP
Acquis	Savoir réduire des matrices symétriques réelles dans une base orthonormée. Ecrire le développement de Taylor d'une fonction de une à deux variables réelles. Déterminer une limite en utilisant un DL. Déterminer les points critiques d'une fonction de 2 ou 3 variables et en déduire leur nature. Utiliser les propriétés classiques (parité, intégrale de fonction trigonométrique) du calcul intégral. Déterminer la série de Fourier d'une fonction périodique. Utiliser les théorèmes de Dirichlet et Parseval calculer la valeur d'une série numérique. Comprendre et utiliser la transformée de Fourier des fonctions Démontrer les propriétés de la transformée de Fourier. Filière IMDS/GE : * Connaître les distributions usuelles (peigne et impulsion de Dirac, distributions issues de fonctions localement intégrables). * Savoir dériver et convoluer des distributions classiques. * Retrouver un signal temporel à partir de son spectre périodique. Filière GC/GP * Savoir représenter une courbe du plan à partir de son équation cartésienne * Savoir décrire une forme simple (triangle, rectangle, ellipse) du plan * Savoir calculer une intégrale double sur une forme simple, si besoin en faisant un changement de variable * Savoir résoudre l'équation de la corde en utilisant les séries de Fourier
Description	Les chapitres de ce cours sont : * Diagonalisation des matrices symétriques et formes quadratiques * Optimisation

	* Séries de Fourier * Transformée de Fourier Filières IMDS/GE * Distributions * Introduction à l'échantillonnage Filières GC/GP * Intégrales doubles * EDP de la corde
Prérequis	Mathématiques 1
Evaluation	CC
Horaire encadré	48 h (20 CM + 28 TD + 0 TP)
Travail personnel	17 h
Responsables	Adeline Augier, Claire Schenkel
Enseignants	Adeline Augier, Claire Schenkel

### e. Mécanique des sols et Géologie

Code	37BP6GET
Coef	3
Objectifs	Maîtriser les connaissances fondamentales de la mécanique des sols et les méthodes de reconnaissance. Maîtriser la nature des sols et roches indispensable pour les métiers du Génie Civil (réalisation des fondations des ouvrages, valorisation des matériaux naturels).
Eléments de cours	Mécanique des sols Géologie
Prérequis	Mécanique des milieux continus, Mécanique des fluides, Matériaux 1
Horaire encadré	52.5 h (16.5 CM + 20 TD + 16 TP)
Responsable	Nathanaël Savalle

#### e.1. Mécanique des sols

Code	37BS6MSO
Coef	3
Objectifs	Maîtriser les connaissances fondamentales de la mécanique des sols.
Acquis	Proposer des ordres de grandeurs réalistes des propriétés physiques et mécaniques des sols Calculer les contraintes, les états de contraintes limites, les tassements et le temps de consolidation d'un massif de sol Réaliser et analyser les essais de laboratoire de mécanique des sols Calculer les débits d'écoulement d'eau dans un massif de sol
Description	Cet enseignement développe : - Les propriétés physiques et la caractérisation en laboratoire des sols, - L'hydraulique des sols, - La consolidation et la compressibilité des sols, - Le comportement mécanique et la résistance au cisaillement des sols,  Les travaux pratiques mettent en application les acquis des enseignements de mécanique des sols à travers l'étude de la compressibilité des sols, du cisaillement de sables, de l'identification des sols fins, et de l'hydraulique des sols.
Prérequis	Géologie, Mécanique des milieux continus, Mécanique des fluides, Matériaux 1
Références bibliographiques	Mécanique des sols : aide-mémoire : concepts, applications (Yves Berthaud, Patrick de Buhan, Nicolas Schmitt)
Evaluation	Examen final écrit, Comptes rendus de TP, Tests en ligne
Horaire encadré	33 h (9 CM + 12 TD + 12 TP)
Travail personnel	15 h
Enseignants	Mathilde Morvan, Bastien Chevalier, Nathanaël Savalle, Mathilde Lefebvre

#### e.2. Géologie

Code	37BS6GEO
Coef	1
Objectifs	Maîtriser la nature des sols et roches indispensable pour les métiers du Génie Civil (réalisation des fondations des ouvrages, valorisation des matériaux naturels).

Acquis	Connaître la nature des sols et roches indispensable pour les métiers du génie civil (réalisation des fondations des ouvrages, valorisation des matériaux naturels).
Description	Cet enseignement intègre : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les objectifs d'une étude géologique et géotechnique.</li> <li>- Les connaissances des principaux sols et roches au travers d'exemples (partie principale). Le lien entre la nature des formations et certaines propriétés physiques et mécaniques (utilisées plus tard dans le cadre des enseignements de géotechnique).</li> <li>- Les notions d'aquifères et de nappes phréatiques dans les formations géologiques.</li> <li>- L'illustration du cours : TD de pétrographie sur la connaissance des roches et cartographie (lecture de cartes géologiques et réalisation de coupes).</li> <li>- L'illustration par une sortie de terrain pour visualiser quelques contextes géologiques étudiés en cours.</li> </ul>
Prérequis	Niveau L2
Références bibliographiques	Géologie des formations superficielles, Campy Macaire, Ed. Masson
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	19.5 h (7.5 CM + 8 TD + 4 TP)
Travail personnel	4 h
Enseignants	Benoît Nagel, Lucia Gurioli, Séverine Jessop

## 2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 [10 ECTS | 10 Coef]

### a. Béton armé 2

Code	37BP6BAP
Coef	3
Objectifs	Connaître, comprendre et être capable d'appliquer les lois de la mécanique au domaine du béton armé en s'appuyant sur la réglementation « Eurocodes 2 ». A l'issue du cours, l'élève sera en mesure de dimensionner des éléments de base des constructions en béton armé aux états limites en intégrant l'effort tranchant y compris pour les sections en T. L'élève sera aussi en mesure de produire des plans de coffrage et de ferrailage de l'élément préalablement dimensionné et des épures de répartition des barres.
Acquis	Comprendre le principe de fonctionnement du béton armé, Dimensionnement et vérification de poutres et poteaux en BA aux sollicitations simples, Justification selon les règles de l'Eurocode 2, Dispositions constructives et représentation graphique.
Description	Cet enseignement intègre : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexion simple avec armatures comprimées,</li> <li>- Flexion simple d'une section en T,</li> <li>- Effort tranchant, bielles d'inclinaison variable et épure d'arrêt des barres,</li> <li>- Notions de flexion composée.</li> </ul> Les TP se décomposent en : 1 séance de TP expérimental qui consiste à réaliser un essai de flexion quatre points sur une poutre en béton armé, afin d'analyser son comportement mécanique, 2 séances de TP numérique dédiées à la modélisation des éléments de structure à l'aide du logiciel Robot Structural Analysis, 4 séances de dessin de béton armé dont l'objectif est d'apprendre les techniques de dessin des plans de BA (plans de coffrage et plans de ferrailage des éléments porteurs) à partir des plans d'architecture et des notes de calcul.
Prérequis	Niveau L2, Matériaux 1, Mécanique des milieux continus, Résistance des matériaux 1, Béton armé 1.
Références bibliographiques	Aide mémoire Béton Armé, Guillemont Pierre, Éditions du Moniteur Le projet de béton armé conforme à l'Eurocode 2, Henry THONIER, Edition 2011 - SEBTP Maîtrise de l'Eurocode 2 : Guide d'application, Jean ROUX, Eyrolles, AFNOR, Eurocode, 338p, 2009 Pratique du béton armé selon l'Eurocode 2, Jean ROUX, Eyrolles - 2007
Evaluation	Contrôle écrit et comptes rendus de TP
Horaire encadré	46 h (12 CM + 10 TD + 24 TP)
Travail personnel	15 h
Responsable	Omayma Homoro

### b. Génie climatique

Code	37BR6CLI
Coef	3
Objectifs	Rappeler les bases de physique de l'habitat. Donner les connaissances techniques et réglementaires nécessaires pour appréhender les problèmes d'interaction entre contraintes d'équipements et structure porteuse. En projet: Mettre en application les acquis des enseignements d'équipement technique.
Acquis	Acquérir les bases du transfert de chaleur ainsi que les connaissances avancées du transfert de chaleur par conduction. Acquérir les bases de la diffusion de vapeur d'eau dans les systèmes simples du Génie civil. Concevoir et dimensionner des systèmes simples en chauffage, climatisation et ventilation. Choix, conception et dimensionnement des équipements techniques d'un bâtiment.  Appréhender la réglementation thermique. Intégrer les évolutions en matière de développement durable.
Description	Cet enseignement intègre : - Transfert de chaleur et thermique de l'habitat, - Étude des équipements techniques pour l'habitat, - Production et distribution de chaleur, - Notions de climatisation - éléments d'aéraulique, - Développement durable et réglementation. En projet: Mettre en application les connaissances acquises en thermique et énergie du bâtiment pour prédimensionner les équipements techniques (Chauffage, ventilation, eau sanitaire) d'un bâtiment (école, bâtiment tertiaire...) Implanter les réseaux dans les ouvrages (locaux techniques, circulations verticales et horizontales)
Prérequis	Niveau L2.
Références bibliographiques	Guide RE2020 (Min Transition écologique), Rapport Secten, CSTB Génie climatique, Recknagel M Initiation aux transferts thermiques, Sacadura JF, Tech et Doc Lavoisier ; Concevoir des bâtiments bioclimatiques, Fernandez P., Lavigne P.
Evaluation	Contrôle écrit et mémoire
Horaire encadré	34.5 h (10.5 CM + 24 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignant	Nicolas Sauvat

### c. Modélisation

Code	370N6MAB
Coef	2
Objectifs	Consolider les connaissances des outils mathématiques et informatiques
Eléments de cours	Analyse numérique Bases de données
Horaire encadré	50 h (16 CM + 18 TD + 16 TP)
Responsables	Adeline Augier, Marinette Bouet

#### c.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

### c.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

### d. Technologies et méthodes 2

Code	37BP6TEC
Coef	2
Eléments de cours	Procédés généraux de construction Projet d'organisation de chantier Visites de chantier Voyage pédagogique Initiation au BIM 1
Horaire encadré	22 h (0 CM + 22 TD + 0 TP)

#### d.1. Procédés généraux de construction

Code	37BS6MGC
Coef	1
Objectifs	Acquérir ou compléter des connaissances dans le domaine technologique (le contenu) Réaliser un document de synthèse sur un sujet ciblé concernant un procédé général de construction (exercices de rédaction), Présenter publiquement ce travail de synthèse (exercice de présentation et de communication), Prendre en compte les enjeux environnementaux dans les procédés de construction.
Acquis	Acquérir une culture générale dans le domaine de la construction et de ces procédés. (N) Réaliser une étude bibliographique sur un sujet. (N) Réaliser un travail de synthèse documentaire sur un sujet. (N)
Description	Cet enseignement intègre :

	- Des cours d'aide à la rédaction et à la présentation orale d'un mémoire technique, - Travail de recherche bibliographique par groupes de trois sur un sujet technique, les étudiants étant répartis de manière aléatoire parmi les groupes, - Réalisation d'un rapport de synthèse (40 pages maximum hors annexes), - Exposé du travail pendant une heure avec supports audiovisuels (tableau, papier, transparents, vidéo, etc.).
Prérequis	Technologies et méthodes 1
Evaluation	Mémoire et présentation orale
Horaire encadré	6 h (0 CM + 6 TD + 0 TP)
Travail personnel	30 h
Enseignants	Bénédicte Bousset, Mathilde Morvan, Véronique Quanquin, Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Bastien Chevalier, Nicolas Sauvat, Nathanaël Savalle, Khaled El Tawil, Myriam Doghmi, Sabine Carenou, Catherine Hansen

#### d.2. Projet d'organisation de chantier

Code	37BS6PRO
Coef	1
Objectifs	Mettre en application sur un projet réel, les compétences acquises en technologie de la construction et en organisation de la réalisation.
Acquis	Outils d'organisation de chantier (quantitatif, temps unitaires, plannings...). (A) Démarche d'installation de chantier, l'environnement global d'un projet de génie civil, la sécurité sur les chantiers : qui, quoi, comment ? (A)
Description	Sur la base d'un projet réel, les élèves ingénieurs en groupe traitent : - Mise en place d'une gestion de projet de manière collaborative, - Analyse des modes constructifs, - Réalisation des métrés et des quantitatifs horaires, - Planification de la réalisation d'un bâtiment, - Réalisation d'un plan d'installation de chantier, - Analyse de la sécurité sur le chantier.
Prérequis	Technologies et méthodes 1
Evaluation	Mémoire
Horaire encadré	16 h (0 CM + 16 TD + 0 TP)
Travail personnel	8 h
Enseignants	Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Mathieu Amblard, Dorian Chassaniol

#### d.3. Visites de chantier

Objectifs	Acquérir le vocabulaire, les méthodologies et l'organisation d'une opération de construction.
Acquis	Connaître le vocabulaire technique, les méthodologies et les techniques de construction. (A) Comprendre la démarche pour l'installation de chantier, l'environnement global d'un projet de génie civil, la sécurité sur les chantiers. (A) Rédiger un compte rendu de visite. (M)
Description	Visites de chantier de bâtiment ou de travaux publics durant la phase de réalisation du gros oeuvre et du second oeuvre.
Prérequis	Technologies et méthodes 1
Horaire encadré	8 h (0 CM + 0 TD + 8 TP)
Responsable	Omayma Homoro

#### d.4. Voyage pédagogique

Objectifs	Acquérir le vocabulaire, les méthodologies et l'organisation d'une opération de construction.
Acquis	Connaître le vocabulaire technique, les méthodologies et les techniques de construction. (A) Comprendre la démarche pour l'installation de chantier, l'environnement global d'un projet de génie civil, la sécurité sur les chantiers. (A) Rédiger un compte rendu de visite. (M)
Description	Ce voyage d'étude pédagogique organisé avec le parrain de la promotion permet de mieux appréhender le contexte professionnel du domaine du génie civil : - Visites de chantier,

	- Présentations des métiers du parrain de promotion à travers des conférences techniques.
Prérequis	Technologies et méthodes 1
Horaire encadré	10 h (0 CM + 10 TD + 0 TP)
Responsable	Omayma Homoro
Enseignants	Mathilde Morvan, Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Abdelhamid Bouchair, Pierre Breul, Bastien Chevalier, Sébastien Durif, Omayma Homoro, Rostand Moutou Pitti, Nicolas Sauvat, Nathanaël Savalle, Evelyne Toussaint, Sofiane Amziane, Hakim Arbaoui, Chaimaa Jaafari, Khaled El Tawil

#### d.5. Initiation au BIM 1

Objectifs	Prise en main d'un logiciel de modélisation d'une maquette numérique (REVIT) Prise en main d'un logiciel de visualisation et de consultation d'une maquette numérique Connaissance des applications métiers du BIM
Acquis	Savoir modéliser une construction à l'aide d'un logiciel de modélisation de maquette numérique (A) Savoir réaliser un quantitatif à l'aide d'un logiciel de modélisation (A) Savoir réaliser un phasage à l'aide d'un logiciel de modélisation (A) Comprendre la structuration d'un IFC (A) Savoir rechercher des informations et alimenter un IFC à partir d'un viewer (A) Connaître les applications métiers du BIM (A)
Description	Cet enseignement regroupe : 1.- Une initiation, sous forme de travaux pratiques, à un logiciel de modélisation de maquette numérique (REVIT). Les différentes méthodes de modélisation sont abordées, ainsi que la réalisation des quantitatifs, des coupes, des annotations, et le phasage de la construction réalisée. 2.- Une initiation, sous forme de travaux pratiques, à des logiciels de visualisation et de consultation de maquette (eveBIM, Trimble Connect, etc.). Après avoir généré un IFC à partir d'un logiciel de modélisation, ce fichier est ouvert dans un viewer afin d'en comprendre la structuration, d'en extraire des informations et d'ajouter des données. 3.- Deux conférences dédiées à l'utilisation du BIM (organisation des équipes, démarche et exemples de réalisation) pour le domaine du bâtiment d'une part et des ouvrages d'art d'autre part.
Prérequis	Technologie et méthodes 1
Horaire encadré	8 h (0 CM + 0 TD + 8 TP)
Enseignants	Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Jean Behar, D. Duresseix

### 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 gestionnaire de bibliographie, utiliser des outils de recherche d'information adaptés au type de veille, ne pas laisser de traces de ses recherches.</li> </ul> Volet stratégie : <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>ANSS 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 | 1 Coef]

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

Coef	1
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)
Responsable	Omayma Homoro

## III. Quatrième année option Ingénierie et Architecture

## A. Semestre 7 [30 ECTS | 25 Coef]

### 1. UE1 Sciences fondamentales 1 [12 ECTS | 10 Coef]

#### a. Géotechnique

Code	47BP7GET
Coef	3
Objectifs	Maîtriser les connaissances fondamentales de la mécanique des sols et les méthodes de reconnaissance. Appréhender les problèmes géotechniques courants : ouvrages de fondation, de soutènement.
Acquis	Proposer, organiser, réaliser et suivre une campagne d'essais de reconnaissance géotechnique adaptée au problème posé. Interpréter et analyser des résultats d'essais géotechnique et rédiger un rapport de mission géotechnique G1 Savoir calculer un ouvrage géotechnique simple.
Description	Cet enseignement développe : - Les essais de reconnaissances des sols et les missions géotechniques associées. - Les équilibres limites, soutènements, - Les fondations superficielles, - Les fondations profondes.  Les cours et TD sont complétés par: - un TP d'essai in situ qui consiste en une mise en situation de réalisation d'une étude géotechnique sur une journée. Cette journée intègre, notamment, la réalisation d'essais in-situ usuels : tarière, pressiomètre, pénétromètre, scissomètre. - un projet continu visant à mettre en application, sur la base d'un projet réel, les acquis de cet enseignement de géotechnique. - un TP numérique permettant d'utiliser un logiciel métier pour le dimensionnement d'un ouvrage géotechnique.
Prérequis	Mécanique des milieux continus, Matériaux 1 et 2, Mécanique des sols, Géologie
Références bibliographiques	Théorie et pratique de la géotechnique, Claude PLUMELLE, Le Moniteur - Expertise technique Forages, sondages et essais in situ géotechniques, Philippe REIFFSTECK, Daniel LOSSY, Jean BENOÎT, Presses de l'ENPC Fondations et ouvrages en terre, Philipponnat G, Eyrolles
Evaluation	Contrôle écrit et rapport de TP
Horaire encadré	38.5 h (10.5 CM + 14 TD + 14 TP)
Travail personnel	30 h
Enseignants	Pierre Breul, Nathanaël Savalle, Yann Lucas

#### b. Energie du bâtiment 1

Code	47BP7ANR
Coef	3
Objectifs	Acquérir les bases théoriques et réglementaires en thermique, en climatique et en aéraulique du bâtiment. Connaître les principes de dimensionnement des installations de ventilation et de climatisation. Connaître les principes et les limitations des calculs réglementaires appliqués aux bâtiments.
Acquis	Calculer les pertes et les apports de chaleur dans un bâtiment en fonction de l'environnement climatique extérieur. Déterminer l'état thermodynamique d'un air. Sensibiliser à l'optimisation énergétique du bâtiment. Concevoir et dimensionner les installations de climatisation et de ventilation. Connaître et intégrer les enjeux liés à la réglementation thermique et environnementale.
Description	CM et TD : Transferts de chaleur par conduction, par convection et par rayonnement.

	Équilibre thermodynamique de l'air et présentation du diagramme de l'air humide, Transformations thermodynamiques d'un air utilisé en climatisation et en ventilation des bâtiments, Calcul des besoins énergétiques d'un bâtiment en hiver et en été. Principe de dimensionnement réglementaire des installations de ventilation et de climatisation,  TP : Travailler sur des projets réels d'installations thermiques, climatiques et de ventilation des bâtiments, Utilisation des tableurs de calcul numérique et des logiciels professionnels. Découvrir les principaux équipements techniques
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	44 h (16 CM + 16 TD + 12 TP)
Travail personnel	15 h
Enseignants	Gaëlle Baudouin, Nicolas Sauvat, Olivier Breitner, F. Forestier

### c. Construction métallique

Code	47BS7CM
Coef	3
Objectifs	Présenter les méthodes de conception et d'analyse des constructions en acier y compris les aspects technologiques. Revenir sur les grands principes de stabilisations de structures arachnéennes. Présenter aux étudiants de l'option IA les approches plastiques pour les analyses globales de structures et les équilibres de sections en comportement élastoplastique. Etudier les vérifications aux états limites au sens de l'Eurocode 3.
Acquis	Être capable d'identifier ou de concevoir un système de contreventement de structures constituées de poutres. Savoir vérifier des sections de charpente en acier et des assemblages simples.
Description	Cet enseignement intègre l'apprentissage de : - La stabilisation d'un bâtiment enveloppe, La vérification de sections, - La vérification de barres, - Le dimensionnement et la vérification d'assemblages par boulons ordinaires.  TP stabilité Cette séance se décompose en : - Introduction de la stabilité des charpentes, - Illustrations et applications sur les maquettes MOLA, - Travail sur des projets communs avec maquettes 3D.  Projet continu Les étudiants appliquent les enseignements de construction métallique sur la base de mini-projets réels. La continuité entre les différents projets continus permet aux étudiants de mieux appréhender les relations entre les différentes disciplines enseignées du génie civil.
Prérequis	Résistance des matériaux 1 et 2, Mécanique des milieux continus, Matériaux 1 et 2.
Références bibliographiques	Eurocode 3 (EN 1993, parties 1.1 et 1.8) Revue Construction Métallique Construction Métallique et Construction Mixte acier béton, APK, Eyrolles 1996 Les Cahiers de l'APK, APK Structural Steel Design, Dowling Knowles Owens, SCI, Butterworth, 1988 Construction Métallique, Hirt Bez, Traité de Génie Civil de l'EPFL, 1994
Evaluation	Contrôle écrit, compte rendu
Horaire encadré	32 h (10 CM + 15 TD + 7 TP)
Enseignants	Sébastien Durif, Chaimaa Jaafari, Khaled El Tawil

### d. Béton armé et précontraint

Coef	1
Eléments de cours	Béton armé 1 Béton précontraint Projet continu de béton armé et précontraint
Horaire encadré	32 h (12 CM + 17 TD + 3 TP)

#### d.1. Béton armé 1

Coef	1
Objectifs	Acquérir les bases théoriques de calcul de sections réalisées en béton armé aux Etats Limites Ultimes et aux Etats Limites de Service. Vérifier la résistance des sections sous différentes sollicitations internes (traction, compression, flexion) Ferrailer et vérifier des éléments de structure de différentes formes de sections. Dimensionner des poutres de béton armé soumises à des efforts de câbles précontraints.
Acquis	Dimensionnement et vérification de sections d'éléments réalisés en béton armé (A) Calcul et ferrailage de sections de diverses formes en béton (A) Calcul et ferrailage des poutres simples, des poteaux et des dalles réalisés en béton armé (A)
Description	Cet enseignement intègre : - La présentation des matériaux : béton et acier ; - La description de la diffusion des sollicitations internes dans les matériaux ; - Le calcul de sections d'éléments en béton armé aux Etats Limites Ultimes « ELU » ;  - Le calcul de sections d'éléments en béton armé aux Etats Limites de Service « ELS » ; - Le calcul et le dimensionnement d'éléments simples de structures en béton armé.
Prérequis	Résistance des matériaux 1 et 2, Mécanique des milieux continus.
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	18 h (8 CM + 10 TD + 0 TP)
Enseignant	Christophe Roux

### d.2. Béton précontraint

Coef	1
Objectifs	Acquérir les bases théoriques de calcul d'éléments réalisés en béton armé et soumis à des forces de précontrainte. Vérifier la résistance des sections sous différentes sollicitations internes (traction, compression, flexion)
Acquis	Dimensionnement et la vérification d'éléments réalisés en béton armé renforcés par des câbles précontraints. (A)
Description	Cet enseignement intègre : - La présentation des principes d'utilisation des câbles précontraints dans les structures de génie civil ; - La description de la diffusion des sollicitations internes dans les matériaux et les éléments ; - Le calcul et dimensionnement des éléments aux Etats Limites Ultimes « ELU » et aux Etats Limites de Service « ELS ».
Prérequis	Béton armé 1
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	8 h (4 CM + 4 TD + 0 TP)
Enseignant	Christophe Roux

### d.3. Projet continu de béton armé et précontraint

Objectifs	Mettre en pratique sous la forme d'un projet les enseignements de béton armé et béton précontraint 1.
Acquis	Acquisition par mise en pratique des enseignements de béton armé et béton précontraint 1. (A)
Description	Les étudiants appliquent les enseignements de béton armé et béton précontraint 1 sur la base de mini-projets réels. La continuité entre les différents projets continus permet aux étudiants de mieux appréhender les relations entre les différentes disciplines enseignées du génie civil.
Prérequis	Béton armé 1, Béton précontraint
Horaire encadré	6 h (0 CM + 3 TD + 3 TP)
Enseignant	Christophe Roux

## 2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 [8 ECTS | 5 Coef]

### a. Atelier d'architecture 2

Code	47BP7ATE
Coef	4
Objectifs	Acquérir les bases fondamentales d'un projet architectural. Développer la sensibilité de l'étudiant comme base de sa capacité à projeter. Apprendre à penser l'espace et à comprendre les processus de conception architecturale.
Acquis	Conception des structures de génie civil avec justifications cohérentes des choix architecturaux et techniques. Conception architecturale, calculs technique multi-matériaux (structures, chauffage, ventilation, climatisation, acoustique) et respects des différents règlements techniques (sécurité incendie, accessibilité, développement durable, etc.). Chiffrage des solutions.
Description	Cet enseignement intègre : - Analyse des besoins physiologiques et psychologiques et relation avec l'espace, - Analyse des différents aspects des logements collectifs : programme, schémas de circulation, distribution des fluides, etc., - Principes constructifs et choix des matériaux, Approche financière : construction et fonctionnement, Organisation de l'espace, - Travail individuel et par groupes.
Prérequis	Atelier d'architecture 1
Evaluation	Rendu final et présentation
Horaire encadré	38 h (0 CM + 38 TD + 0 TP)
Travail personnel	30 h
Enseignants	Nathalie Deyrat, Stéphane Breton

## b. Technologies et méthodes 3

Coef	1
Éléments de cours	Organisation de chantier 2 Initiation au BIM 2 Visites de chantier Voyage pédagogique
Horaire encadré	34 h (12 CM + 18 TD + 4 TP)
Responsable	Aurélie Talon

### b.1. Organisation de chantier 2

Coef	1
Objectifs	Connaissance de la gestion financière des opérations : étude de prix, budgétisation, suivi financier, Connaissance de la sécurité sur les chantiers.
Acquis	Réaliser des déboursés secs, des devis clients, des situations, des frais de chantier, des projections. (A) Mettre en place les éléments de protection collective et individuelle sur chantier, connaître les démarches administratives associées aux risques professionnels. (A)
Description	Cet enseignement intègre : - Quantitatifs : matériaux, matériels, main d'oeuvre ; - Construction des prix composés et des sous détails des prix en déboursé sec, - Réaliser des situations de travaux, des situations internes, - Calcul des frais de chantier, - Etablissement du devis client, détermination de la trésorerie, - Montage des tableaux de bord, réalisation de projections, - Description des éléments de protection collective et individuelle sur chantier, - Présentation des risques professionnels et démarches associées.  Dans le cadre d'un projet continu, les étudiants par groupe de 3 à 4, mettent en application sur un projet les enseignements d'organisation de chantier. Partant d'une maquette numérique et d'un mode constructif défini, ils doivent : - Extraire les quantitatifs : métrés et budgets d'heures, - Réaliser les déboursés secs, les frais de chantiers et le devis client, - Proposer une planification, - Réaliser une consultation d'entreprise, - Réaliser les situations, - Préparer les tableaux de bord de la phase exécution,

	- Comparer et analyser les différences en fin d'exécution entre leurs tableaux de bords prévisionnels et des constatations de réalisations fournies. La continuité entre les différents projets continus permet aux étudiants de mieux appréhender les relations entre les différentes disciplines enseignées du génie civil.
Prérequis	Technologies et méthodes 1 et 2
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	34 h (12 CM + 18 TD + 4 TP)
Enseignants	Aurélié Talon, Gaëlle Baudouin, Camille Bacconnet, Pauline Roche

### b.2. Initiation au BIM 2

Objectifs	Prise en main d'un logiciel de modélisation d'une maquette numérique (Tekla Structure). Connaissances des plateformes collaboratives. Connaissance des évolutions juridiques liées au BIM. Connaissance des applications métiers du BIM.
Description	Cet enseignement regroupe : 1.- Une initiation, sous forme de travaux pratiques, à un logiciel de modélisation de maquette numérique (TEKLA). L'organisation du logiciel et les différentes méthodes de modélisation d'un bâtiment en charpente métallique sont abordées, 2.- Une conférence présentant les enjeux, retour d'expériences et bonnes pratiques pour travailler de manière collaborative et interopérable avec les IFC, 3. Une conférence reprenant les manquements de la loi MOP et du Code de la Commande Publique pour la prise en compte des nouvelles méthodes de travail en BIM. Présentation des solutions de contractualisations (dont Charte BIM, Cahier des charges BIM, Conventions BIM, Plan d'exécution BIM, etc.), 4.- Une conférence dédiée aux développements et méthodes de travail en BIM au sein du réseau SNCF.
Prérequis	Initiations au BIM 1
Horaire encadré	6 h (2 CM + 0 TD + 4 TP)
Enseignants	Gaëlle Baudouin, Philippe Escojido, F. Grand, A.M. Bellenger

### b.3. Visites de chantier

Objectifs	Acquérir les méthodologies et l'organisation d'une opération de construction. Appréhender les interactions entre dimensionnement et réalisation.
Acquis	Connaître le vocabulaire technique, les méthodologies et les techniques de construction. (A) Comprendre la démarche pour l'installation de chantier, l'environnement global d'un projet de génie civil, la sécurité sur les chantiers. (A) Rédiger un compte rendu de visite. (M)
Description	Visites de chantier de bâtiment ou de travaux publics durant la phase de réalisation du gros oeuvre et du second oeuvre.
Prérequis	Technologies et méthodes 1 à 3
Horaire encadré	4 h (0 CM + 0 TD + 4 TP)
Responsable	Sébastien Durif

### b.4. Voyage pédagogique

Objectifs	Acquérir les méthodologies et l'organisation d'une opération de construction. Appréhender les interactions entre dimensionnement et réalisation.
Acquis	Connaître le vocabulaire technique, les méthodologies et les techniques de construction. (A) Comprendre la démarche pour l'installation de chantier, l'environnement global d'un projet de génie civil, la sécurité sur les chantiers. (A) Comprendre les interactions entre dimensionnement et réalisation. (M) Comprendre les enjeux financiers, environnementaux, organisationnels et d'économie circulaire lors de la réalisation des constructions. (A)
Description	Ce voyage d'étude pédagogique organisé avec le parrain de la promotion permet de mieux appréhender le contexte professionnel du domaine du génie civil : - Visites de chantier, - Présentations des métiers du parrain de promotion à travers des conférences techniques.
Prérequis	Technologies et méthodes 1 à 3.

Horaire encadré	10 h (0 CM + 0 TD + 10 TP)
Responsable	Sébastien Durif

### 3. UE3 Sciences Homme et Société 1 [10 ECTS | 10 Coef]

#### a. Gestion

Code	47BP7GES
Coef	3
Objectifs	Bases de gestion des entreprises du BTP avec leurs spécificités (en cours, paiements marchés publics...)
Acquis	Introduction aux bases de la gestion des entreprises.
Description	Cet enseignement développe : - Comptabilité analytique, - Gestion comptable.
Prérequis	Cours d'économie de 3ème année.
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	28 h (0 CM + 28 TD + 0 TP)
Travail personnel	14 h
Enseignants	Alexandre Cabagnols, S.W. Dan, M.-A. Nketiah

#### b. Droit

Code	47BP7DRT
Coef	3
Objectifs	Sensibilisation à l'aspect juridique dans le domaine de la construction.
Acquis	Initiation aux aspects juridiques relatifs au domaine de la construction.
Description	Cet enseignement détaille : - Droit des marchés, - Droit de la construction.
Prérequis	Enseignements de Génie Civil de 3ème année.
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	24 h (24 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	6 h
Enseignant	Charles Fribourg

#### c. Anglais

Code	47BP7LVU
Coef	4
Objectifs	Améliorer l'autonomie en Anglais général et de spécialité Aide à la préparation TOEIC
Acquis	Les 4 compétences linguistiques
Description	Cet enseignement consiste en : - Discussion avec supports vidéo/texte/audio authentiques, - Recherche bibliographique et présentation orale suivi de questions et réponses : concours «Viry Challenge» concernant la présentation en anglais d'un ouvrage de Génie Civil au choix de l'étudiant, - Aide à la rédaction de CV et lettre de motivation Approche diagnostique de la révision grammaticale Pièce de théâtre en Anglais (optionnel), - Utilisation individuelle des ressources audio-visuelles mises à disposition par l'école, - Anglais (anglais général et de communication en situation professionnelle - Aide à la préparation au TOEIC)
Prérequis	Anglais de 3ème année
Evaluation	Examen écrit et oral
Horaire encadré	20 h (0 CM + 20 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignants	Bénédicte Bousset, Michelle Didier, Bertrand Maillet

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

### 1. UE4 Sciences fondamentales 2 [8 ECTS | 8 Coef]

a. Bois

Code	47BQ8BOI
Coef	2
Objectifs	Comprendre les règles et techniques de classement mécanique des bois d'oeuvre. Acquérir les bases théoriques de calcul d'éléments de structures réalisés en bois. Conception et dimensionnement des charpentes en bois selon les règles techniques Eurocodes. Conception et dimensionnement des liaisons des structures réalisées en bois selon les Eurocodes.
Acquis	Conception et dimensionnement des structures réalisées en bois. Conception et dimensionnement des assemblages des structures en bois. Optimisation et stabilité mécanique des structures en bois. Mise en oeuvre d'essais destructifs et non destructifs
Description	Cet enseignement intègre : - Description du matériau bois, - Description des systèmes constructifs bois - Calcul et dimensionnement d'éléments en bois sous différentes sollicitations internes (Traction-Compression, Cisaillement, Flexion...), - Conception, calcul et dimensionnement des liaisons (bois-bois, bois-métal) des structures en bois,  La séance de TP comprend : - Reconnaissance d'essences de bois - Application des règles de classement visuel, - Application de méthodes de Contrôle Non Destructifs, - Réalisation d'essais mécaniques Un projet de 4 h permet de mettre en application les connaissances sur le dimensionnement des structures à travers des études de cas sur logiciels de calcul de structure (Robot, Acord)
Prérequis	Résistance des matériaux 1 et 2, Mécanique des milieux continus
Evaluation	Examen écrit, compte rendu de TP , projet
Horaire encadré	28.5 h (10.5 CM + 12 TD + 6 TP)
Travail personnel	20 h
Enseignants	Rostand Moutou Pitti, Nicolas Sauvat, M. Nguedjio

b. Béton armé et précontraint 2

Code	47BS8BAB
Coef	2
Objectifs	Acquérir les bases théoriques de calcul d'éléments de structures de génie civil réalisés en béton armé aux Etats Limites Ultimes et aux Etats Limites de Service. Vérification de la résistance des poutres continues, des poteaux, des dalles, des voiles et des fondations réalisés en béton armé. Ferrailage professionnel des structures en béton armé selon les règles techniques Eurocodes.
Acquis	Dimensionnement et vérification d'éléments de bâtiment réalisés en béton armé. (A) Calcul et ferrailage d'ouvrages réalisés en béton armé. (M) Ferrailage professionnel en tenant compte des recommandations techniques des Eurocodes. (A)
Description	CM et TD : Calcul et ferrailage des poutres continues, Calcul et ferrailage des dalles, Calcul et ferrailage des poteaux et voiles, Calcul et ferrailage des fondations (semelles isolées, semelles continues, semelles sur pieux, ?etc.), Description de la méthode des bielles et tirants.  TP : Etude expérimentale du comportement d'une poutre simple en béton armé, Utilisation de logiciels numériques professionnels de calcul de structures en béton armé,

	Etude expérimentale du comportement des poutres isostatiques et hyperstatiques en béton précontraint.  Projet continu : Les étudiants appliquent les enseignements de béton armé et béton précontraint 2 sur la base de mini-projets réels. La continuité entre les différents projets continus permet aux étudiants de mieux appréhender les relations entre les différentes disciplines enseignées du génie civil.
Prérequis	Béton armé et béton précontraint 1
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	28 h (10 CM + 12 TD + 6 TP)
Enseignant	Hakim Arbaoui

### c. Pathologie conception

Code	47BS8PAC
Coef	2
Objectifs	Connaître les principes généraux de diagnostic des structures de génie civil. Connaître les principes généraux de réhabilitation des structures métalliques Mettre en pratique en TP l'utilisation d'outil de diagnostic non destructif de structures bois et béton.
Acquis	Etre capable d'identifier les sources de désordre possible au sein d'une structure en génie civil. Proposer des solutions de réparation ou de renforcement des structures de génie civil. en béton, bois et construction métallique. Diagnostiquer une structure métallique pour sa réhabilitation
Description	Cet enseignement consiste en : - Principes généraux, - outils de diagnostics - moyens de prévention - moyens de renforcement/réparation Deux conférences sont proposées. TP Les étudiants vont établir le diagnostic d'une poutre en béton armé en se servant d'un fereoscan, d'un scléromètre pour remonter à la résistance attendue de la poutre. De plus il feront une évaluation des propriétés mécanique d'une poutre bois sur la base de résultats issus d'une mesure BING.
Prérequis	Technologies et méthodes 1 à 3, Matériaux 1 et 2, Organisation de chantier 1 et 2, Résistance des matériaux 1 et 2, Béton armé, Construction métallique, Bois.
Evaluation	Comptes rendu
Horaire encadré	22 h (18 CM + 0 TD + 4 TP)
Enseignants	Nicolas Rouzet, Mathilde Lefebvre

### d. Energie du bâtiment 2

Code	47BP8ANR
Coef	2
Eléments de cours	Energies renouvelables Equipements techniques
Horaire encadré	38 h (8 CM + 8 TD + 22 TP)

#### d.1. Energies renouvelables

Code	47BS8EE2
Coef	2
Objectifs	Acquérir les bases fondamentales et technologiques des installations des sources de chaleur naturelle (solaire, éolienne, marine...).
Acquis	Calcul des puissances et des surfaces nécessaires des capteurs solaires. Diagnostic en fonction du site pour utilisation prioritaire des énergies renouvelables.
Description	CM : Description des sources d'énergies naturelles,

	Calcul des prévisions énergétiques naturelles en fonction du site géographique et son environnement, Evaluation financière et prévisions temporelles d'amortissement.  TP : Travaux pratiques sur le rendement énergétique des capteurs solaires et éoliens.
Prérequis	Energie du bâtiment 1
Evaluation	Contrôle écrit et rapport de TP
Horaire encadré	12 h (4 CM + 4 TD + 4 TP)
Travail personnel	4 h
Enseignants	Gaëlle Baudouin, G. Mioche

## d.2. Equipements techniques

Code	47BS8TE2
Coef	2
Objectifs	Acquérir les bases technologiques des installations de chauffage, de ventilation et de climatisation. Choix des procédés et des systèmes en chauffage, en climatisation et en ventilation, en fonction de la classe de service du bâtiment. Dimensionnement des réseaux humides et secs.
Acquis	Calcul des pertes et apports de chaleur par local dans un bâtiment. Choix et mise en place des systèmes de production, des corps de chauffe et du réseau de distribution d'énergie. Calcul et équilibrage des réseaux de distribution en eau et en air. Utilisation de logiciels professionnels spécifiques.
Description	CM et TD : Description des méthodes de calcul et dimensionnement de réseaux secs et humides, Description des méthodes pratiques de choix des éléments de chauffage, de climatisation et de ventilation, Description des méthodes d'équilibrage et d'optimisation des réseaux de distribution.  TP : Travailler sur des projets réels d'installations thermiques, climatiques et de ventilation des bâtiments, Utilisation des tableurs de calcul numérique et des logiciels professionnels
Prérequis	Energies du bâtiment 1
Références bibliographiques	Réglementation thermique
Evaluation	Contrôle écrit et rapport de TP
Horaire encadré	26 h (4 CM + 4 TD + 18 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignants	Gaëlle Baudouin, Nicolas Sauvat, Olivier Breitner

## 2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 [6 ECTS | 7 Coef]

### a. Acoustique

Code	47BS8OAC
Coef	2
Objectifs	Appréhender la problématique de l'acoustique dans le bâtiment.
Acquis	Calculer les temps de réverbération dans les matériaux. (M) Calculer les temps de réverbération dans le bâtiment en fonction du niveau sonore extérieur. (A) Conception et isolation acoustique des bâtiments en respectant les normes techniques de conception. (A)
Description	Bases théoriques : Description du phénomène physique des ondes sonores, Description des propriétés acoustiques en milieu clos, Description de l'intensité sonore dans un bâtiment en fonction de son environnement extérieur, Définition de l'indice d'affaiblissement sonore dans les bâtiments.

	Réglementation : Description de l'approche réglementaire pour juger les performances sonores d'un bâtiment, Description des limitations réglementaires en matière de conception acoustique des bâtiments.  TP : Travailler sur des projets réels et utilisation de logiciel numérique professionnel.
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	25.5 h (7.5 CM + 10 TD + 8 TP)
Enseignants	Khaled El Tawil, Benoît Boudour

### b. Atelier d'architecture 3

Code	47BP8ATE
Coef	2
Objectifs	Acquérir les bases fondamentales d'un projet architectural, Développer la sensibilité de l'étudiant comme base de sa capacité à projeter, Apprendre à penser l'espace et à comprendre les processus de conception architecturale.
Acquis	Conception des structures de génie civil avec justifications cohérentes des choix architecturaux et techniques. Conception architecturale, calculs technique multi-matériaux (structures, chauffage, ventilation, climatisation, acoustique) et respects des différents règlements techniques (sécurité incendie, accessibilité, développement durable, etc.). Chiffrage des solutions.
Description	Cet enseignement intègre : - Analyse des besoins physiologiques et psychologiques et relation avec l'espace, - Analyse des différents aspects des logements collectifs : programme, schémas de circulation, distribution des fluides, etc., - Principes constructifs et choix des matériaux, Approche financière : construction et fonctionnement, Organisation de l'espace, - Travail individuel et par groupes.
Prérequis	Ateliers d'architecture 1 et 2.
Evaluation	Rendu final et présentation
Horaire encadré	36 h (0 CM + 18 TD + 18 TP)
Enseignants	Nathalie Deyrat, Stéphane Breton

### c. Initiation au BIM 3

Coef	1
Objectifs	Connaissance des applications métiers BIM en Gestion Exploitation Maintenance, Application de l'interopérabilité entre un logiciel de modélisation numérique (REVIT) et un logiciel de dimensionnement de structure (Robot) Réalisation de scanner 3D à partir d'un scanner fixe. Prise en main d'un logiciel de traitement de nuages de points (Trimble Realworks).
Acquis	Connaître les applications métiers du BIM en Gestion Exploitation Maintenance (A) Savoir intégrer, analyser et modifier une maquette numérique dans un logiciel de dimensionnement de structure (Robot) (A) Savoir réaliser un relevé de construction à partir d'un scanner 3D (A) Savoir nettoyer un nuage de point et l'intégrer dans un logiciel de modélisation de maquette numérique (A)
Description	Cet enseignement regroupe : 1.- Une conférence dédiée à l'intérêt du BIM pour la Gestion Exploitation Maintenance d'un patrimoine construit, au retour d'expérience de l'organisation interne pour intégrer le processus BIM, pour la mise en place d'une charte BIM et la passation de marchés en BIM, 2.- Une séance de TP dédiée à : (a) la modélisation d'une charpente métallique sous REVIT, (b) son intégration sous Robot, (c) la vérification du modèle, la mise en place du chargement, le calcul des déformations sous Robot (d) la modification de la structure et (e) la ré-intégration sous REVIT.

	3 - Une initiation, sous forme de travaux pratiques, à la manipulation d'un scanner 3D pour réaliser le relevé d'un bâtiment et recalcr les stations. Cette séance est suivie d'une initiation au traitement d'un nuage de point en vue de l'intégrer dans un logiciel de modélisation de maquette numérique.
Prérequis	Initiations au BIM 1 et 2
Horaire encadré	14 h (2 CM + 0 TD + 12 TP)
Enseignants	Aurélié Talon, Gaëlle Baudouin, G. Bereta

#### d. Projets

Code	47BP8PR
Coef	2
Eléments de cours	Projet Structures Projet Equipements techniques du bâtiment
Horaire encadré	60 h (0 CM + 60 TD + 0 TP)

##### d.1. Projet Structures

Code	47BS8PR1
Coef	1
Objectifs	Application à des cas réels du dimensionnement des structures et perfectionnement des enseignements de 4ème année.
Acquis	Maîtrise de l'analyse et du dimensionnement de structures de bâtiments courants. (M)
Description	Cet enseignement intègre : - Etude d'un projet réel, - Mise en application des acquis théoriques et réglementaires, - Réalisation de la descente de charges, - Justification des composants de bâtiments en relation avec les textes réglementaires.
Prérequis	Structures 1 et 2.
Evaluation	Mémoire et présentation orale
Horaire encadré	30 h (0 CM + 30 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignants	Sébastien Durif, Hakim Arbaoui, Khaled El Tawil

##### d.2. Projet Equipements techniques du bâtiment

Code	47BS8PR2
Coef	1
Objectifs	Application à des cas réels et perfectionnement des enseignements dispensés en 4ème année.
Acquis	Choix, conception et dimensionnement des équipements techniques d'un bâtiment.
Description	Mettre en application les connaissances acquises en énergies du bâtiment 1 et 2 pour prédimensionner les équipements techniques (Chauffage, ventilation, eau sanitaire) d'un bâtiment (école, bâtiment tertiaire...). Rédaction d'un rapport de synthèse.
Prérequis	Energies du bâtiment 1 et 2.
Evaluation	Mémoire et présentation
Horaire encadré	30 h (0 CM + 30 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Responsable	Nicolas Sauvat
Enseignants	Gaëlle Baudouin, Olivier Breitner

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

#### a. Anglais

Code	47BP7LVU
Coef	2
Objectifs	Améliorer l'autonomie en Anglais général et de spécialité Aide à la préparation TOEIC
Acquis	Les 4 compétences linguistiques
Description	Cet enseignement consiste en :

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussion avec supports vidéo/texte/audio authentiques,</li> <li>- Recherche bibliographique et présentation orale suivi de questions et réponses : concours «Viry Challenge» concernant la présentation en anglais d'un ouvrage de Génie Civil au choix de l'étudiant,</li> <li>- Aide à la rédaction de CV et lettre de motivation Approche diagnostique de la révision grammaticale Pièce de théâtre en Anglais (optionnel),</li> <li>- Utilisation individuelle des ressources audio-visuelles mises à disposition par l'école,</li> <li>- Anglais (anglais général et de communication en situation professionnelle - Aide à la préparation au TOEIC)</li> </ul>
Prérequis	Anglais de 3ème année
Evaluation	Examen écrit et oral
Horaire encadré	20 h (0 CM + 20 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignants	Bénédicte Bousset, Michelle Didier, Bertrand Maillet

### b. Gestion des ressources humaines

Coef	1
Éléments de cours	Gestion de ressources humaines Théâtre
Horaire encadré	8 h (4 CM + 4 TD + 0 TP)

#### b.1. Gestion de ressources humaines

Coef	1
Objectifs	Faire acquérir les grands repères théoriques et méthodologiques de la gestion de ressources humaines Développer les capacités d'écoute, d'analyse et de synthèse au sein d'un collectif.
Acquis	Acquisition des méthodes d'analyse des comportements en milieu professionnel. (A)
Description	Cet enseignement intègre : <ul style="list-style-type: none"> <li>- La relation interpersonnelle,</li> <li>- Le travail en groupe,</li> <li>- Les méthodes d'analyse des situations,</li> <li>- Problèmes.</li> </ul>
Prérequis	Enseignements de sciences humaines et sociales de 3ème année.
Evaluation	Présentation orale
Horaire encadré	8 h (4 CM + 4 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignant	Pascal Fourtin

#### b.2. Théâtre

Objectifs	Travailler la présence et le respect de chacun. Se mettre en situation de communicant en s'appuyant sur les techniques théâtrales. Unir le groupe.
Acquis	Acquisition des méthodes d'analyse des comportements en milieu professionnel. (A)
Description	Cet enseignement intègre : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jeu du prénom : pour se découvrir, se connaître, commencer à se mettre en scène,</li> <li>- Spectacle « la communication » : pour acquérir les bases de la communication en situation,</li> <li>- Brainstorming, déballage d'idées autour d'un thème scientifique : Pour additionner chaque valeur et chaque idée de tous,</li> <li>- Préparation des improvisations : la scénographie, la lumière, le script,</li> <li>- Improvisations : pour se montrer et écouter, pour se mettre en scène et jouer,</li> <li>- Autres regards sur les improvisations : pour reprendre le travail des autres et avoir un regard différent.</li> <li>- Travail sur l'écoute,</li> <li>- Les territoires du moi : improvisations en grands groupes sur le thème,</li> <li>- Matches d'improvisations : deux contre deux sur un sujet tiré au sort,</li> <li>- Je me souviens : seul avec un projecteur de face, je me souviens du stage,</li> <li>- Évaluation du stage : Pour discuter et évoluer.</li> </ul>
Prérequis	Enseignements de sciences humaines et sociales de 3ème année.

Horaire encadré	6 h (0 CM + 6 TD + 0 TP)
Enseignant	Delphine Grept

#### 4. UE7 Stage [12 ECTS | 12 Coef]

##### a. Stage 4A

Coef	12
Objectifs	Mettre en pratique, en entreprise, les acquis des 2 ans de formation.
Acquis	Adaptation à l'environnement et au travail dans une entreprise de Génie Civil. (M) Mise en pratique active des fonctions d'ingénieur (travaux, études...). (M) Acquisition et analyse de compétences de gestion d'équipe, de projets, de planning, de management. (A) Analyse de la responsabilité sociétale des entreprises. (A)
Description	Mise en situation professionnelle de l'étudiant, soit sur un chantier de bâtiments ou de travaux publics, soit en bureau d'études pour une durée de 4 mois. Il s'agit d'un stage d'assistant ingénieur en conduite de travaux, bureau d'étude de prix, bureau d'étude de dimensionnement, bureau d'étude méthodes, contrôle technique ou gestion immobilière.
Prérequis	Enseignements de génie civil de 3ème et 4ème année.
Evaluation	Mémoire et présentation orale
Horaire encadré	3 h (0 CM + 3 TD + 0 TP)
Travail personnel	340 h
Responsable	Evelyne Toussaint
Enseignants	Mathilde Morvan, Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Abdelhamid Bouchaïr, Pierre Breul, Bastien Chevalier, Sébastien Durif, Omayma Homoro, Rostand Moutou Pitti, Nicolas Sauvat, Nathanaël Savalle, Evelyne Toussaint, Sofiane Amziane, Chaimaa Jaafari, Khaled El Tawil

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

##### a. Engagement personnel et citoyen

Objectifs	Permettre aux étudiants de valoriser leur engagement associatif
Description	Voir annexe 1
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

### IV. Quatrième année option Structures et Ouvrages

#### A. Semestre 7 [30 ECTS | 24 Coef]

##### 1. UE1 Sciences fondamentales 1 [11 ECTS | 8 Coef]

##### a. Géotechnique

Code	47BP7GET
Coef	3
Objectifs	Maîtriser les connaissances fondamentales de la mécanique des sols et les méthodes de reconnaissance. Appréhender les problèmes géotechniques courants : ouvrages de fondation, de soutènement.
Acquis	Proposer, organiser, réaliser et suivre une campagne d'essais de reconnaissance géotechnique adaptée au problème posé. Interpréter et analyser des résultats d'essais géotechnique et rédiger un rapport de mission géotechnique G1 Savoir calculer un ouvrage géotechnique simple.
Description	Cet enseignement développe : - Les essais de reconnaissances des sols et les missions géotechniques associées. - Les équilibres limites, soutènements, - Les fondations superficielles, - Les fondations profondes.

	Les cours et TD sont complétés par: - un TP d'essai in situ qui consiste en une mise en situation de réalisation d'une étude géotechnique sur une journée. Cette journée intègre, notamment, la réalisation d'essais in-situ usuels : tarière, pressiomètre, pénétromètre, scissomètre. - un projet continu visant à mettre en application, sur la base d'un projet réel, les acquis de cet enseignement de géotechnique. - un TP numérique permettant d'utiliser un logiciel métier pour le dimensionnement d'un ouvrage géotechnique.
Prérequis	Mécanique des milieux continus, Matériaux 1 et 2, Mécanique des sols, Géologie
Références bibliographiques	Théorie et pratique de la géotechnique, Claude PLUMELLE, Le Moniteur - Expertise technique Forages, sondages et essais in situ géotechniques, Philippe REIFFSTECK, Daniel LOSSY, Jean BENOÎT, Presses de l'ENPC Fondations et ouvrages en terre, Philipponnat G, Eyrolles
Evaluation	Contrôle écrit et rapport de TP
Horaire encadré	38.5 h (10.5 CM + 14 TD + 14 TP)
Travail personnel	30 h
Enseignants	Pierre Breul, Nathanaël Savalle, Yann Lucas

## b. Calcul des structures

Code	47BP7OCS
Coef	4
Éléments de cours	TP Structures Analyse limite Dynamique Plaques
Horaire encadré	81 h (27 CM + 40 TD + 14 TP)

### b.1. TP Structures

Code	47BS7TPS
Coef	3
Objectifs	Appréhender de manière expérimentale des enseignements de calculs des structures.
Acquis	Être capable de mettre en oeuvre les expérimentations (M) Être capable d'analyser les résultats sur la base des enseignements de calculs des structures (A)
Description	Cet enseignement regroupe une séance de TP de dynamique et 1 séance de TP numérique de calcul des structures : ? Simulation numérique d'une structures treillis : utilisation du code de calcul Robot. Analyse de l'influence de la modélisation de la structure sur les résultats et sur les consignes de fabrication, ? Simulation numérique d'une structure plane en flexion : Utilisation du code de calcul ROBOT. Etude de l'état de contrainte dans un milieu bidimensionnel (poutre en flexion : grande hauteur et portées variables), Le TP de dynamique consiste en la détermination expérimentale des caractéristiques dynamiques des réponses libre et forcée appliquée à une poutre console équipée d'un moteur vibrant et d'un amortisseur. Il requiert l'utilisation des tableurs de calcul numérique et des logiciels professionnels.
Prérequis	Calcul des structures.
Références bibliographiques	Mécanique des solides, Théorie des plaques., Maurice Lemaire, ENTPE, 1984 Mécanique des coques, Philippe BISCH, Presses et Ponts, 2013 Théorie des plaques et coques, Timoshenko Woinowsky-Krieger
Evaluation	Compte rendu
Horaire encadré	8 h (0 CM + 0 TD + 8 TP)
Enseignant	Khaled El Tawil

### b.2. Analyse limite

Code	47BS7EAL
Coef	4
Objectifs	Compléter la formation sur les outils de mécanique des structures de Génie Civil en présentant les méthodes d'analyse globale plastique.

Acquis	Maîtrise des règles et principes de dimensionnement en analyse plastique. (M)
Description	Cours et TD : Dimensionnement des structures de génie civil en analyse globale plastique. TP : Illustration du fonctionnement d'une poutre continue soumise à une charge concentrée, en phase élastoplastique, avec des cycles de charge-décharge. Des comparaisons sont à effectuer avec la théorie de l'analyse limite en utilisant les caractéristiques réelles et nominales de la courbe de traction du matériau.
Prérequis	Mécanique des milieux continus, Résistance des matériaux 1 et 2.
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	16 h (6 CM + 8 TD + 2 TP)
Enseignants	Abdelhamid Bouchaïr, Chaimaa Jaafari

### b.3. Dynamique

Code	47BS7EDY
Coef	4
Objectifs	Acquérir les bases théoriques en formulation mécanique transitoire (ou dynamique), Formulation dynamique du comportement des structures unidimensionnelles et multidimensionnelles, Comprendre les différentes phases de l'analyse dynamique (masses et ressorts, temporelle, spectrale appliquée aux structures de génie civil, Introduction aux calculs sismiques des bâtiments.
Acquis	Calcul de la réponse dynamique d'un oscillateur simple en temporel et en fréquentiel.  Décomposition modale et calcul des réponses dynamiques temporelles et fréquentielles des structures multidimensionnelles de génie civil. Simplification de structures de génie civil et calcul des masses et des rigidités des modèles simplifiés. Utilisation de logiciels professionnels pour le calcul des modes et déformées propres de vibration des structures.
Description	Cours et TD : Formulation du comportement dynamique d'un oscillateur simple dans les espaces temporel et fréquentiel, Description des méthodes de décomposition modale des structures et calcul des fréquences et des déformées propres de vibration. Formulation dynamique de structures continues. Description des méthodes de simplification des structures de génie civil. Détermination de l'équation de la dynamique d'un système à nddls discret par la méthode des puissances virtuelles. Résolution de systèmes dynamiques à nddls par la méthode des forces latérales, la méthode modale spectrale, la méthode des superposition, une méthode itérative (Newmark). Projet Continu : Objectifs : Résolution d'un système dynamique à nddls discrets : - Etude du comportement dynamique d'un bâtiment réel avec des modèles simplifiés (modèle brochette, etc.). - Trouver l'équation de la dynamique d'un système à nddls (principe des puissances virtuelles). - Faire une analyse modale analytiquement : Trouver les fréquences propres et les modes propres pour des systèmes souples et rigides. - Faire une analyse modale numérique avec le logiciel Robot Structural Analysis. - Introduction aux notions de régularités géométriques
Prérequis	Résistance des matériaux 1 et 2, Méthodes mathématiques d'analyse.
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	22.5 h (10.5 CM + 10 TD + 2 TP)
Enseignants	Chaimaa Jaafari, Khaled El Tawil

### b.4. Plaques

Code	47BS7EPL
Coef	4

Objectifs	Compléter la formation sur les outils de mécanique des structures de Génie Civil en présentant l'étude des éléments plans fléchis, la méthode des lignes de rupture, le voilement des plaques
Acquis	Être capable de déterminer les états de contraintes dans un élément plan mince fléchi Être capable de déterminer la charge ultime de dalles en BA.
Description	Cet enseignement consiste en : - Equilibre statique des plaques minces, - Théorie des plaques minces isotropes, - Conditions aux limites, - Techniques de résolution, - Méthode des lignes de rupture.  Les étudiants appliquent également les enseignements de ce cours dans le cadre d'un mini-projet réel, mettant en avant des liens avec les autres matières.
Prérequis	Calcul des structures, Mécanique des milieux continus, Résistance des matériaux 1 et 2, Béton armé 1 et 2, Théorie de l'élasticité
Références bibliographiques	Mécanique des solides, Théorie des plaques., Maurice Lemaire, ENTPE, 1984 Mécanique des coques, Philippe BISCH, Presses et Ponts, 2013 Théorie des plaques et coques, Timoshenko Woinowsky-Krieger
Evaluation	contrôle écrit
Horaire encadré	34.5 h (10.5 CM + 22 TD + 2 TP)
Enseignants	Evelyne Toussaint, Khaled El Tawil

### c. Béton armé et précontraint

Coef	1
Eléments de cours	Béton armé 3 Béton précontraint Projet continu béton armé et précontraint
Horaire encadré	46.5 h (22.5 CM + 22 TD + 2 TP)
Responsable	Sofiane Amziane

#### c.1. Béton armé 3

Coef	1
Objectifs	Analyse et dimensionnement des ouvrages courants en béton armé.
Acquis	Maîtrise du dimensionnement des éléments courants en béton armé selon les Eurocodes. (M)
Description	Cet enseignement intègre : - Dimensionnement des poutres continues, - Dimensionnement des portiques, - Dimensionnement des dalles, - Méthode des bielles et tirants, - Fondations superficielles et profondes.
Prérequis	Résistance des Matériaux 1 et 2, Béton armé 1, 2
Références bibliographiques	Eurocode 2 : Calcul des structures en béton, AFNOR, AFNOR - 2005 Pratique du béton armé selon l'Eurocode 2, Jean ROUX, Eyrolles - 2007
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	28.5 h (16.5 CM + 12 TD + 0 TP)
Enseignants	Omayma Homoro, Sofiane Amziane

#### c.2. Béton précontraint

Coef	1
Objectifs	Principes de fonctionnement et dimensionnement des éléments fléchis précontraints.
Acquis	Maîtrise du dimensionnement des poutres simples et continues en béton précontraint selon les Eurocodes (M)
Description	Cet enseignement intègre : - Principes de dimensionnement du béton précontraint, - Poutres simples et continues en béton précontraint.

	Les cours et TD sont complétés par une TP portant sur l'étude expérimentale du comportement des poutres isostatiques et hyperstatiques en béton précontraint. Des comparaisons sont à effectuer avec la théorie, incluant l'identification des caractéristiques réelles des matériaux.
Prérequis	Résistance des Matériaux 1 et 2, Béton armé 1, 2 et 3
Références bibliographiques	Eurocode 2 : Calcul des structures en béton, AFNOR, AFNOR - 2005 Le projet de béton armé conforme à l'Eurocode 2, Henry THONIER, Edition 2011 - SEBTP Pratique du béton armé selon l'Eurocode 2, Jean ROUX, Eyrolles - 2007
Evaluation	Contrôle écrit et rapport de TP
Horaire encadré	14 h (6 CM + 8 TD + 0 TP)
Enseignants	Sofiane Amziane, Charles Seiffedine

### c.3. Projet continu béton armé et précontraint

Objectifs	Mettre en pratique sous la forme d'un projet les enseignements de béton armé et béton précontraint.
Acquis	Acquisition par mise en pratique des enseignements de béton armé et béton précontraint. (A)
Description	Les étudiants appliquent les enseignements de béton armé et béton précontraint sur la base de mini-projets réels. La continuité entre les différents projets continus permet aux étudiants de mieux appréhender les relations entre les différentes disciplines enseignées du génie civil.
Prérequis	Béton armé 3, Béton précontraint
Horaire encadré	4 h (0 CM + 2 TD + 2 TP)
Enseignant	Khaled El Tawil

## 2. UE2 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 1 [9 ECTS | 6 Coef]

### a. Infrastructures

Code	47BP7OIN
Coef	5
Eléments de cours	Voiries et Réseaux Divers Hydraulique urbaine
Horaire encadré	60 h (30 CM + 16 TD + 14 TP)

#### a.1. Voiries et Réseaux Divers

Code	47BS7VRD
Coef	4
Objectifs	Savoir appréhender un projet routier. Savoir caractériser les différents matériaux composant une chaussée et définir une structure.
Acquis	Connaître les différentes étapes de la conception d'un tracé routier. Être capable d'identifier et classer un matériau, Être capable de concevoir une structure de chaussée, connaître les principaux essais de caractérisation et les matériaux de chaussée.
Description	Cet enseignement consiste en : - Eléments de contexte : réseaux routiers, procédures administratives, donneurs d'ordre, - Reconnaissance de tracé routier, classification des matériaux - Guide des Terrassements Routiers, traitement des sols, - Liants routiers, matériaux de chaussées et granulats, essais de formulation et normes produits, - Conception - Géométrie de la route, - Conception mécanique, catalogue des structures de chaussées, - Pathologie des chaussées et approche entreprise. Les étudiants appliquent les enseignements d'infrastructures sur la base de mini-projets réels.
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	30.5 h (22.5 CM + 4 TD + 4 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignants	Pierre Breul, Philippe Carle, Ana-Paula Fidalgo, Sylvain Moreira, Stéphane Teurio

#### a.2. Hydraulique urbaine

Code	47BS7HYD
Coef	5
Objectifs	Appréhender la problématique de l'adduction d'eau potable et de l'assainissement du point de vue des fonctionnements hydraulique et physique des écoulements. Introduire quelques notions de technologie et de stratégie de dimensionnement des réseaux.
Acquis	Comprendre les lois régissant les écoulements dans les conduites en charge et à surface libre (théorème de Bernoulli, notions de charge hydraulique et de pertes de charges). Être capable d'analyser un problème d'hydraulique et de le résoudre de manière graphique. Être capable d'évaluer les débits d'effluents et de proposer un prédimensionnement de réseau d'assainissement associé.
Description	1. Hydraulique générale : Propriétés des fluides Rappels d'hydrostatique Rappels d'hydrodynamique : théorème de Bernoulli Fluides réels, régimes d'écoulement, pertes de charges  2. Hydraulique appliquée à l'adduction d'eau potable : Différents types de problèmes d'hydraulique Résolution graphique des problèmes d'hydrauliques, courbes caractéristiques de canalisation Résolution des problèmes de type réseau hydraulique : réseaux maillés et réseaux ramifiés Les pompes  3. Hydraulique appliquée à l'assainissement : L'assainissement des zones urbanisées Evaluation des débits d'eaux usées et d'eaux pluviales Les différents types de réseaux et leur dimensionnement  4. Gestion des eaux pluviales : Les bassins de retenues : principes et méthodes de dimensionnement Les techniques alternatives de stockage
Prérequis	Mécanique des fluides
Evaluation	contrôle écrit et compte rendu de TP
Horaire encadré	29.5 h (7.5 CM + 12 TD + 10 TP)
Travail personnel	6 h
Enseignant	Bastien Chevalier

## b. Technologies et méthodes 3

Coef	1
Eléments de cours	Organisation de chantier 2 Initiation au BIM 2 Visites de chantier Voyage pédagogique
Horaire encadré	34 h (12 CM + 18 TD + 4 TP)
Responsable	Aurélie Talon

### b.1. Organisation de chantier 2

Coef	1
Objectifs	Connaissance de la gestion financière des opérations : étude de prix, budgétisation, suivi financier, Connaissance de la sécurité sur les chantiers.
Acquis	Réaliser des déboursés secs, des devis clients, des situations, des frais de chantier, des projections. (A) Mettre en place les éléments de protection collective et individuelle sur chantier, connaître les démarches administratives associées aux risques professionnels. (A)
Description	Cet enseignement intègre : - Quantitatifs : matériaux, matériels, main d'oeuvre ; - Construction des prix composés et des sous détails des prix en déboursé sec, - Réaliser des situations de travaux, des situations internes, - Calcul des frais de chantier, - Etablissement du devis client, détermination de la trésorerie,

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Montage des tableaux de bord, réalisation de projections,</li> <li>- Description des éléments de protection collective et individuelle sur chantier,</li> <li>- Présentation des risques professionnels et démarches associées.</li> </ul> <p>Dans le cadre d'un projet continu, les étudiants par groupe de 3 à 4, mettent en application sur un projet les enseignements d'organisation de chantier. Partant d'une maquette numérique et d'un mode constructif défini, ils doivent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extraire les quantitatifs : métrés et budgets d'heures,</li> <li>- Réaliser les déboursés secs, les frais de chantiers et le devis client,</li> <li>- Proposer une planification,</li> <li>- Réaliser une consultation d'entreprise,</li> <li>- Réaliser les situations,</li> <li>- Préparer les tableaux de bord de la phase exécution,</li> <li>- Comparer et analyser les différences en fin d'exécution entre leurs tableaux de bords prévisionnels et des constatations de réalisations fournies.</li> </ul> <p>La continuité entre les différents projets continus permet aux étudiants de mieux appréhender les relations entre les différentes disciplines enseignées du génie civil.</p>
Prérequis	Technologies et méthodes 1 et 2
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	34 h (12 CM + 18 TD + 4 TP)
Enseignants	Aurélien Talon, Gaëlle Baudouin, Camille Bacconnet, Yann Roche

### b.2. Initiation au BIM 2

Objectifs	<p>Prise en main d'un logiciel de modélisation d'une maquette numérique (Tekla Structure).</p> <p>Connaissances des plateformes collaboratives.</p> <p>Connaissance des évolutions juridiques liées au BIM.</p> <p>Connaissance des applications métiers du BIM.</p>
Description	<p>Cet enseignement regroupe :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Une initiation, sous forme de travaux pratiques, à un logiciel de modélisation de maquette numérique (TEKLA). L'organisation du logiciel et les différentes méthodes de modélisation d'un bâtiment en charpente métallique sont abordées,</li> <li>2.- Une conférence présentant les enjeux, retour d'expériences et bonnes pratiques pour travailler de manière collaborative et interopérable avec les IFC,</li> <li>3. Une conférence reprenant les manquements de la loi MOP et du Code de la Commande Publique pour la prise en compte des nouvelles méthodes de travail en BIM. Présentation des solutions de contractualisations (dont Charte BIM, Cahier des charges BIM, Conventions BIM, Plan d'exécution BIM, etc.),</li> <li>4.- Une conférence dédiée aux développements et méthodes de travail en BIM au sein du réseau SNCF.</li> </ol>
Prérequis	Initiations au BIM 1
Horaire encadré	6 h (2 CM + 0 TD + 4 TP)
Enseignants	Gaëlle Baudouin, Philippe Escojido, F. Grand, J. Dehotin Adounvo, A.M. Bellenger

### b.3. Visites de chantier

Objectifs	<p>Acquérir les méthodologies et l'organisation d'une opération de construction.</p> <p>Appréhender les interactions entre dimensionnement et réalisation.</p>
Acquis	<p>Connaître le vocabulaire technique, les méthodologies et les techniques de construction. (A)</p> <p>Comprendre la démarche pour l'installation de chantier, l'environnement global d'un projet de génie civil, la sécurité sur les chantiers. (A)</p> <p>Rédiger un compte rendu de visite. (M)</p>
Description	<p>Visites de chantier de bâtiment ou de travaux publics durant la phase de réalisation du gros oeuvre et du second oeuvre.</p>
Prérequis	Technologies et méthodes 1 à 3
Horaire encadré	4 h (0 CM + 0 TD + 4 TP)
Responsable	Sébastien Durif

### b.4. Voyage pédagogique

Objectifs	<p>Acquérir les méthodologies et l'organisation d'une opération de construction.</p> <p>Appréhender les interactions entre dimensionnement et réalisation.</p>
-----------	--

Acquis	Connaître le vocabulaire technique, les méthodologies et les techniques de construction. (A) Comprendre la démarche pour l'installation de chantier, l'environnement global d'un projet de génie civil, la sécurité sur les chantiers. (A) Comprendre les interactions entre dimensionnement et réalisation. (M) Comprendre les enjeux financiers, environnementaux, organisationnels et d'économie circulaire lors de la réalisation des constructions. (A)
Description	Ce voyage d'étude pédagogique organisé avec le parrain de la promotion permet de mieux appréhender le contexte professionnel du domaine du génie civil : - Visites de chantier, - Présentations des métiers du parrain de promotion à travers des conférences techniques.
Prérequis	Technologies et méthodes 1 à 3.
Horaire encadré	10 h (0 CM + 0 TD + 10 TP)
Responsable	Sébastien Durif

### 3. UE3 Sciences Homme et Société 1 [10 ECTS | 10 Coef]

#### a. Anglais

Code	47BP7LVU
Coef	4
Objectifs	Améliorer l'autonomie en Anglais général et de spécialité Aide à la préparation TOEIC
Acquis	Les 4 compétences linguistiques
Description	Cet enseignement consiste en : - Discussion avec supports vidéo/texte/audio authentiques, - Recherche bibliographique et présentation orale suivi de questions et réponses : concours «Viry Challenge» concernant la présentation en anglais d'un ouvrage de Génie Civil au choix de l'étudiant, - Aide à la rédaction de CV et lettre de motivation Approche diagnostique de la révision grammaticale Pièce de théâtre en Anglais (optionnel), - Utilisation individuelle des ressources audio-visuelles mises à disposition par l'école, - Anglais (anglais général et de communication en situation professionnelle - Aide à la préparation au TOEIC)
Prérequis	Anglais de 3ème année
Evaluation	Examen écrit et oral
Horaire encadré	20 h (0 CM + 20 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignants	Bénédicte Bousset, Michelle Didier, Bertrand Maillet

#### b. Droit

Code	47BP7DRT
Coef	3
Objectifs	Sensibilisation à l'aspect juridique dans le domaine de la construction.
Acquis	Initiation aux aspects juridiques relatifs au domaine de la construction.
Description	Cet enseignement détaille : - Droit des marchés, - Droit de la construction.
Prérequis	Enseignements de Génie Civil de 3ème année.
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	24 h (24 CM + 0 TD + 0 TP)
Travail personnel	6 h
Enseignant	Charles Fribourg

#### c. Gestion

Code	47BP7GES
Coef	3
Objectifs	Bases de gestion des entreprises du BTP avec leurs spécificités (en cours, paiements marchés publics...)

Acquis	Introduction aux bases de la gestion des entreprises.
Description	Cet enseignement développe : - Comptabilité analytique, - Gestion comptable.
Prérequis	Cours d'économie de 3ème année.
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	28 h (0 CM + 28 TD + 0 TP)
Travail personnel	14 h
Enseignants	Alexandre Cabagnols, S.W. Dan, M.-A. Nketiah

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

### 1. UE4 Sciences fondamentales 2 [8 ECTS | 8 Coef]

#### a. Construction métallique

Code	47BT8OCM
Coef	3
Objectifs	Présenter les méthodes de conception et d'analyse des constructions en acier y compris les aspects technologiques. Revenir sur les grands principes de stabilisations de structures arachnéennes. Présenter aux étudiants de l'option IA les approches plastiques pour les analyses globales de structures et les équilibres de sections en comportement élastoplastique. Etudier les vérifications aux états limites au sens de l'Eurocode 3
Acquis	Être capable d'identifier ou de concevoir un système de contreventement de structures constituées de poutres. (A) Savoir vérifier des sections de charpente en acier et des assemblages simples. (A)
Description	CM et TD : Cet enseignement intègre l'apprentissage de : - La stabilisation d'un bâtiment enveloppe, La vérification de sections, - La vérification de barres, - Le dimensionnement et la vérification d'assemblages par boulons ordinaires. TP Stabilité Cette séance se décompose en : - Introduction de la stabilité des charpentes, - Illustrations et applications sur les maquettes MOLA, - Travail sur des projets communs avec maquettes 3D. Projet continu: Les étudiants appliquent les enseignements de construction métallique sur la base de mini-projets réels. La continuité entre les différents projets continus permet aux étudiants de mieux appréhender les relations entre les différentes disciplines enseignées du génie civil.
Prérequis	Résistance des matériaux 1 et 2, Mécanique des milieux continus, Matériaux 1 et 2.
Références bibliographiques	Eurocode 3 (EN 1993, parties 1.1 et 1.8) Revue Construction Métallique Construction Métallique et Construction Mixte acier béton, APK, Eyrolles 1996 Les Cahiers de l'APK, APK Structural Steel Design, Dowling Knowles Owens, SCI, Butterworth, 1988 Construction Métallique, Hirt Bez, Traité de Génie Civil de l'EPFL, 1994
Evaluation	Contrôle écrit, Comptes rendu
Horaire encadré	55 h (21 CM + 24 TD + 10 TP)
Travail personnel	15 h
Enseignants	Abdelhamid Bouchaïr, Sébastien Durif, Chloé Tixier

#### b. Bois

Code	47BQ8BOI
Coef	2
Objectifs	Comprendre les règles et techniques de classement mécanique des bois d'oeuvre. Acquérir les bases théoriques de calcul d'éléments de structures réalisés en bois. Conception et dimensionnement des charpentes en bois selon les règles techniques Eurocodes.

	Conception et dimensionnement des liaisons des structures réalisées en bois selon les Eurocodes.
Acquis	Conception et dimensionnement des structures réalisées en bois. Conception et dimensionnement des assemblages des structures en bois. Optimisation et stabilité mécanique des structures en bois. Mise en oeuvre d'essais destructifs et non destructifs
Description	Cet enseignement intègre : - Description du matériau bois, - Description des systèmes constructifs bois - Calcul et dimensionnement d'éléments en bois sous différentes sollicitations internes (Traction-Compression, Cisaillement, Flexion...), - Conception, calcul et dimensionnement des liaisons (bois-bois, bois-métal) des structures en bois,  La séance de TP comprend : - Reconnaissance d'essences de bois - Application des règles de classement visuel, - Application de méthodes de Contrôle Non Destructifs, - Réalisation d'essais mécaniques Un projet de 4 h permet de mettre en application les connaissances sur le dimensionnement des structures à travers des études de cas sur logiciels de calcul de structure (Robot, Acord)
Prérequis	Résistance des matériaux 1 et 2, Mécanique des milieux continus
Evaluation	Examen écrit, compte rendu de TP , projet
Horaire encadré	28.5 h (10.5 CM + 12 TD + 6 TP)
Travail personnel	20 h
Enseignants	Rostand Moutou Pitti, Nicolas Sauvat, M. Nguedjio

### c. Compléments scientifiques

Code	47BP8CS
Coef	3
Éléments de cours	Méthode des éléments finis Méthodes de Recherche Opérationnelle
Horaire encadré	62 h (30 CM + 24 TD + 8 TP)

#### c.1. Méthode des éléments finis

Code	47BS8EME
Coef	5
Objectifs	Introduction à la méthode des éléments finis en mécanique des solides.
Acquis	Influence des fonctions d'interpolation, maillage, choix du type de modélisation.
Description	Cet enseignement consiste en : - Introduction - résolution de problèmes d'élasticité, - Formulation, - Etude d'un élément fini simple (TRI3), - Éléments finis isoparamétrique, - Éléments finis de plaque, - Éléments finis et dynamique. - Exemples d'application de calcul des structures Génie civil par la méthode des éléments finis
Prérequis	Mécanique des milieux continus, Résistance des matériaux, Calcul des structures.
Références bibliographiques	Modélisation des structures par Éléments Finis, Batoz Dhatt, Hermès Comprendre les éléments finis, Chateaufort A, Ellipses Analyse des structures et milieux continus : méthode des éléments finis,, FREY F, JIROUSEK J, Traité de Génie civil de l'EPFL, volume 6, 2001 The Finite Element Method, Zienkiewicz OC, Mc Graw Hill
Evaluation	Contrôle écrit, rapport de TP et projet
Horaire encadré	31.5 h (13.5 CM + 12 TD + 6 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignants	Omayma Homoro, Rostand Moutou Pitti

#### c.2. Méthodes de Recherche Opérationnelle

Code	47BS8EMR
Coef	5
Objectifs	Formation à la formalisation et à la résolution de problèmes à données aléatoires, de problèmes d'optimisation et d'aide à la décision dans le domaine du génie civil.
Acquis	Détermination de stratégie de gestion de stocks. Calculs fiabilistes de base. Réalisation de simulation numérique. Résolution de problème d'optimisation et d'aide à la décision multicritère. Notions d'incertitude, d'approche possibiliste, d'analyse de risques.
Description	Cet enseignement intègre : - Gestion de stocks, - Phénomène d'attente, - Fiabilité et durée de vie, - Simulation numérique, - Optimisation, - Aide à la décision.  Les étudiants appliquent les enseignements de recherche opérationnelle sur la base de mini-projets réels dans le domaine du génie civil. Ces applications en TD sont suivies d'un projet continu qui leur permet l'application des méthodes multicritères d'aide à la décision à un projet concret.
Prérequis	Probabilités, Technologies et méthodes 1 et 2, Résistance des matériaux 1 et 2.
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	30.5 h (16.5 CM + 12 TD + 2 TP)
Travail personnel	15 h
Enseignants	Mathilde Morvan, Khaled El Tawil

## 2. UE5 Sciences et techniques de l'information et de l'ingénierie 2 [6 ECTS | 7 Coef]

### a. Acoustique

Code	47BS8OAC
Coef	2
Objectifs	Appréhender la problématique de l'acoustique dans le bâtiment.
Acquis	Calculer les temps de réverbération dans les matériaux. (M) Calculer les temps de réverbération dans le bâtiment en fonction du niveau sonore extérieur. (A) Conception et isolation acoustique des bâtiments en respectant les normes techniques de conception. (A)
Description	Bases théoriques : Description du phénomène physique des ondes sonores, Description des propriétés acoustiques en milieu clos, Description de l'intensité sonore dans un bâtiment en fonction de son environnement extérieur, Définition de l'indice d'affaiblissement sonore dans les bâtiments.  Réglementation : Description de l'approche réglementaire pour juger les performances sonores d'un bâtiment, Description des limitations réglementaires en matière de conception acoustique des bâtiments.  TP : Travailler sur des projets réels et utilisation de logiciel numérique professionnel.
Evaluation	Contrôle écrit
Horaire encadré	25.5 h (7.5 CM + 10 TD + 8 TP)
Enseignant	Benoît Boudour

### b. Pathologie conception

Code	47BS8PAC
Coef	2
Objectifs	Connaître les principes généraux de diagnostic des structures de génie civil. Connaître les principes généraux de réhabilitation des structures métalliques

	Mettre en pratique en TP l'utilisation d'outil de diagnostic non destructif de structures bois et béton.
Acquis	Etre capable d'identifier les sources de désordre possible au sein d'une structure en génie civil. Proposer des solutions de réparation ou de renforcement des structures de génie civil. en béton, bois et construction métallique. Diagnostiquer une structure métallique pour sa réhabilitation
Description	Cet enseignement consiste en : - Principes généraux, - outils de diagnostics - moyens de prévention - moyens de renforcement/réparation Deux conférences sont proposées. TP Les étudiants vont établir le diagnostic d'une poutre en béton armé en se servant d'un fereoscan, d'un scléromètre pour remonter à la résistance attendue de la poutre. De plus il feront une évaluation des propriétés mécanique d'une poutre bois sur la base de résultats issus d'une mesure BING.
Prérequis	Technologies et méthodes 1 à 3, Matériaux 1 et 2, Organisation de chantier 1 et 2, Résistance des matériaux 1 et 2, Béton armé, Construction métallique, Bois.
Evaluation	Comptes rendu
Horaire encadré	22 h (18 CM + 0 TD + 4 TP)
Enseignants	Nicolas Rouzet, Mathilde Lefebvre

### c. Initiation au BIM 3

Coef	1
Objectifs	Connaissance des applications métiers BIM en Gestion Exploitation Maintenance, Application de l'interopérabilité entre un logiciel de modélisation numérique (REVIT) et un logiciel de dimensionnement de structure (Robot) Réalisation de scanner 3D à partir d'un scanner fixe. Prise en main d'un logiciel de traitement de nuages de points (Trimble Realworks).
Acquis	Connaître les applications métiers du BIM en Gestion Exploitation Maintenance (A) Savoir intégrer, analyser et modifier une maquette numérique dans un logiciel de dimensionnement de structure (Robot) (A) Savoir réaliser un relevé de construction à partir d'un scanner 3D (A) Savoir nettoyer un nuage de point et l'intégrer dans un logiciel de modélisation de maquette numérique (A)
Description	Cet enseignement regroupe : 1.- Une conférence dédiée à l'intérêt du BIM pour la Gestion Exploitation Maintenance d'un patrimoine construit, au retour d'expérience de l'organisation interne pour intégrer le processus BIM, pour la mise en place d'une charte BIM et la passation de marchés en BIM, 2.- Une séance de TP dédiée à : (a) la modélisation d'une charpente métallique sous REVIT, (b) son intégration sous Robot, (c) la vérification du modèle, la mise en place du chargement, le calcul des déformations sous Robot (d) la modification de la structure et (e) la ré-intégration sous REVIT. 3 - Une initiation, sous forme de travaux pratiques, à la manipulation d'un scanner 3D pour réaliser le relevé d'un bâtiment et recalibrer les stations. Cette séance est suivie d'une initiation au traitement d'un nuage de point en vue de l'intégrer dans un logiciel de modélisation de maquette numérique.
Prérequis	Initiations au BIM 1 et 2
Horaire encadré	14 h (2 CM + 0 TD + 12 TP)
Enseignants	Aurélien Talon, Gaëlle Baudouin, G. Bereta

### d. Projets

Code	47BP8PR
Coef	2
Eléments de cours	Projet Géotechnique / Hydraulique / Organisation de chantier Projet Bâtiment / Charpente métallique / Ouvrage d'art
Horaire encadré	60 h (0 CM + 60 TD + 0 TP)

#### d.1. Projet Géotechnique / Hydraulique / Organisation de chantier

Code	47BS8PR1
Coef	1
Objectifs	Application à des cas réels et perfectionnement des enseignements dispensés en 4ème année, et faisant intervenir des professionnels des secteurs concernés.
Acquis	Maîtrise du dimensionnement d'un réseau hydraulique ou d'un ouvrage d'art d'un point de vue géotechnique ou organisation et gestion financière d'un chantier de construction.
Description	<p>Hydraulique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyser le fonctionnement d'un réseau réel de distribution d'eau ou d'assainissement sur une ou plusieurs communes,</li> <li>- Etablissement d'un diagnostic,</li> <li>- Modélisation du réseau à l'aide d'un logiciel afin de valider le diagnostic et de proposer des voies d'amélioration,</li> </ul> <p>Chiffrage des solutions.</p> <p>Mécanique des sols :</p> <p>Etude d'un projet réel en cours d'exécution comportant un ouvrage d'art, des soutènements (temporaires et définitifs) ainsi que des remblais, Dimensionnement et vérification des fondations de l'ouvrage, Etude de la stabilité des remblais, Proposition d'un phasage de construction.</p> <p>Organisation :</p> <p>Etude d'une affaire réelle, en cours ou déjà réalisée, Réalisation d'un devis entreprise et un devis client, Réalisation de la gestion prévisionnelle du chantier, Etude détaillée de la réalisation d'une partie technique. Utilisation de la maquette numérique pour la réalisation du métré, du phasage et du plan d'installation de chantier.</p>
Prérequis	Enseignements de génie civil de 3ème et de 4ème année.
Evaluation	Présentation orale et rapport de projet
Horaire encadré	30 h (0 CM + 30 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignants	Mathilde Morvan, Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Bastien Chevalier, Nathanaël Savalle, Benoît Nagel, Marc Andrieu, Camille Bacconnet, Dorian Chassaniol, Jean-Christophe Pellez

#### d.2. Projet Bâtiment / Charpente métallique / Ouvrage d'art

Code	47BS8PR2
Coef	1
Objectifs	Application à des cas réels du dimensionnement des structures et perfectionnement des enseignements de 4ème année.
Acquis	Maîtrise de l'analyse et du dimensionnement des constructions en béton armé ou en construction métallique. (M)
Description	<p>Bâtiment en béton armé :</p> <p>Etude d'un projet réel, Mise en application des acquis théoriques et réglementaires, Réalisation de la descente de charges, Justification des composants de bâtiments en relation avec les textes réglementaires.</p> <p>Ouvrage d'art :</p> <p>Etude d'un projet réel d'ouvrage d'art, Conception d'une solution améliorée ou une variante en béton armé, Analyse des contraintes liées au site et proposition d'une géométrie générale, Analyse globale pour déterminer les sollicitations et dimensionner chaque partie d'ouvrage.</p> <p>Construction métallique :</p> <p>Etude d'un bâtiment en acier avec la vérification des éléments principaux, Détermination des actions,</p>

	Définition et vérification des éléments de stabilité, Calcul des pannes et des structures porteuses en zone courante, Définition et vérification de la structure dans des zones singulières, Calcul des ossatures de bardage, Vérification de quelques attaches principales, Réalisation du métré de la structure avec détail des poids par poste. Appui sur les outils numériques recommandé Réflexion sur le cycle de vie du bâtiment et le réemploi.
Prérequis	Béton armé 1, 2 et 3, Béton précontraint, Construction Métallique.
Evaluation	Mémoire et présentation orale
Horaire encadré	30 h (0 CM + 30 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignants	Abdelhamid Bouchaïr, Omayma Homoro, Khaled El Tawil, Christophe Roux, Frédéric Carneiro, Franck Morisset, Nancy Rivéra, Daniel Roure

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

#### a. Anglais

Code	47BP7LVU
Coef	2
Objectifs	Améliorer l'autonomie en Anglais général et de spécialité Aide à la préparation TOEIC
Acquis	Les 4 compétences linguistiques
Description	Cet enseignement consiste en : - Discussion avec supports vidéo/texte/audio authentiques, - Recherche bibliographique et présentation orale suivi de questions et réponses : concours «Viry Challenge» concernant la présentation en anglais d'un ouvrage de Génie Civil au choix de l'étudiant, - Aide à la rédaction de CV et lettre de motivation Approche diagnostique de la révision grammaticale Pièce de théâtre en Anglais (optionnel), - Utilisation individuelle des ressources audio-visuelles mises à disposition par l'école, - Anglais (anglais général et de communication en situation professionnelle - Aide à la préparation au TOEIC)
Prérequis	Anglais de 3ème année
Evaluation	Examen écrit et oral
Horaire encadré	20 h (0 CM + 20 TD + 0 TP)
Travail personnel	10 h
Enseignants	Bénédicte Bousset, Michelle Didier, Bertrand Maillet

#### b. Gestion des ressources humaines

Coef	1
Éléments de cours	Gestion de ressources humaines Théâtre
Horaire encadré	8 h (4 CM + 4 TD + 0 TP)

#### b.1. Gestion de ressources humaines

Coef	1
Objectifs	Faire acquérir les grands repères théoriques et méthodologiques de la gestion de ressources humaines Développer les capacités d'écoute, d'analyse et de synthèse au sein d'un collectif.
Acquis	Acquisition des méthodes d'analyse des comportements en milieu professionnel. (A)
Description	Cet enseignement intègre : - La relation interpersonnelle, - Le travail en groupe, - Les méthodes d'analyse des situations, - Problèmes.
Prérequis	Enseignements de sciences humaines et sociales de 3ème année.
Evaluation	Présentation orale
Horaire encadré	8 h (4 CM + 4 TD + 0 TP)

Travail personnel	10 h
Enseignant	Pascal Fourtin

## b.2. Théâtre

Objectifs	Travailler la présence et le respect de chacun. Se mettre en situation de communicant en s'appuyant sur les techniques théâtrales. Unir le groupe.
Acquis	Acquisition des méthodes d'analyse des comportements en milieu professionnel. (A)
Description	Cet enseignement intègre : - Jeu du prénom : pour se découvrir, se connaître, commencer à se mettre en scène,  - Spectacle « la communication » : pour acquérir les bases de la communication en situation, - Brainstorming, déballage d'idées autour d'un thème scientifique : Pour additionner chaque valeur et chaque idée de tous, - Préparation des improvisations : la scénographie, la lumière, le script, - Improvisations : pour se montrer et écouter, pour se mettre en scène et jouer, - Autres regards sur les improvisations : pour reprendre le travail des autres et avoir un regard différent. - Travail sur l'écoute, - Les territoires du moi : improvisations en grands groupes sur le thème, - Matches d'improvisations : deux contre deux sur un sujet tiré au sort, - Je me souviens : seul avec un projecteur de face, je me souviens du stage, - Évaluation du stage : Pour discuter et évoluer.
Prérequis	Enseignements de sciences humaines et sociales de 3ème année.
Horaire encadré	6 h (0 CM + 6 TD + 0 TP)
Enseignant	Delphine Grept

## 4. UE7 Stage [12 ECTS | 12 Coef]

### a. Stage 4A

Coef	12
Objectifs	Mettre en pratique, en entreprise, les acquis des 2 ans de formation.
Acquis	Adaptation à l'environnement et au travail dans une entreprise de Génie Civil. (M) Mise en pratique active des fonctions d'ingénieur (travaux, études...). (M) Acquisition et analyse de compétences de gestion d'équipe, de projets, de planning, de management. (A) Analyse de la responsabilité sociétale des entreprises. (A)
Description	Mise en situation professionnelle de l'étudiant, soit sur un chantier de bâtiments ou de travaux publics, soit en bureau d'études pour une durée de 4 mois. Il s'agit d'un stage d'assistant ingénieur en conduite de travaux, bureau d'étude de prix, bureau d'étude de dimensionnement, bureau d'étude méthodes, contrôle technique ou gestion immobilière.
Prérequis	Enseignements de génie civil de 3ème et 4ème année.
Evaluation	Mémoire et présentation orale
Horaire encadré	3 h (0 CM + 3 TD + 0 TP)
Travail personnel	340 h
Responsable	Evelyne Toussaint
Enseignants	Mathilde Morvan, Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Abdelhamid Bouchair, Pierre Breul, Bastien Chevalier, Sébastien Durif, Omayma Homoro, Rostand Moutou Pitti, Nicolas Sauvat, Nathanaël Savalle, Evelyne Toussaint, Sofiane Amziane, Chaimaa Jaafari, Khaled El Tawil

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

### a. Engagement personnel et citoyen

Objectifs	Permettre aux étudiants de valoriser leur engagement associatif
Description	Voir annexe 1
Horaire encadré	0 h (0 CM + 0 TD + 0 TP)

## V. Cinquième année

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

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

#### a. 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

#### b. 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

#### c. 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 :  Génie Civil : - Master MAE - Master Génie Civil
Evaluation	CC
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Enseignants	Mathilde Morvan, Abdelhamid Bouchair, Pierre Breul, Evelyne Toussaint, Marc Andrieu

#### d. 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

#### e. 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

#### f. Polytech'Urbanisme

Coef	1
Objectifs	Acquérir des connaissances spécifiques en urbanisme
Acquis	Acquérir des connaissances en urbanisme (A)
Description	Définitions et bases de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire au regard de la grille d'analyse du « Développement Durable ». Épistémologie et formes d'utilisation d'un territoire. Analyse des champs du « Développement Durable » : Traduction dans les politiques (gestion d'une société donnée et de son économie dans un territoire / environnement donné?) et son corollaire l'urbanisme réglementaire. Cadre juridique de l'urbanisme réglementaire (les documents d'urbanisme opposables aux tiers, les opérations d'urbanisme, les instruments de sanction (CU et PC), le financement de l'aménagement, les contentieux). Visite des territoires qui constituent le pays du « Grand Clermont » pour illustrer les exposés qui précèdent. Au cours de la visite, rencontre avec des élus acteurs. Ces conférences sont basées sur une large participation des étudiants (débat...) ; elles sont complétées par deux travaux : 1. un exposé oral, individuel, approfondissant un thème lors des conférences, 2. un mémoire sur un cas concret d'urbanisme choisi parmi des exemples pris dans la métropole, le département ou la région.
Prérequis	Enseignements de génie civil de 3A et 4A.
Evaluation	Mémoire
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Enseignants	Céline Amadon, Sylvain Avril, Pierre Bastide, Grégory Bernard, Bertrand Buttet, Jérémy Mendes, Marie-Anne Olivier, Corinne Portal, Fabrice Ravel, Sébastien Reilles, Romain Sarry, Sébastien Vircondelet, S. Javaloyes

#### g. Polytech'Archistructure

Coef	1
Objectifs	Acquérir des connaissances spécifiques en travail collaboratif entre architecte et ingénieur.
Acquis	Acquérir des connaissances en travail collaboratif entre architecte et ingénieur (A)
Description	Ce module s'adresse à des groupes (3 à 4 élèves) composés d'élèves de 5 <sup>e</sup> me année de Polytech et d'élèves de 5 <sup>e</sup> me année de l'Ecole d'Architecture de Clermont-Ferrand (ENSACF). Chaque groupe est constitué d'un élève ingénieur associé à un groupe d'étudiants architectes pour traiter l'idée de la réhabilitation d'un ouvrage ou bâtiment en intégrant la problématique de valorisation du patrimoine bâti avec des propositions architecturales qui s'exprimeront aussi au travers des éléments de structure. L'objectif du module est de motiver une certaine synergie entre ingénieur et architecte pour offrir une conception cohérente et élégante répondant à la fois aux enjeux architecturaux et aussi aux questions structurales. Le travail intègre donc une dimension à la fois de diagnostic et aussi de conception/dimensionnement.
Prérequis	Enseignements de génie civil de 3A et 4A.
Evaluation	Mémoire et présentation orale
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Enseignants	Gaëlle Baudouin, Sébastien Durif, Pierre Pena

#### h. Polytech'Ressources Humaines

Coef	1
Objectifs	Acquérir des connaissances spécifiques en management des ressources humaines

Acquis	Acquérir des connaissances en management des ressources humaines (A)
Description	L'élève ingénieur sélectionne deux parmi ces quatre unités : - Qualité - Sécurité : sensibilisation aux problèmes quotidiens de qualité, de sécurité et de communication dans le domaine du génie civil et formation à l'apport de réponses dans ce contexte. Le travail par groupe a pour support des lots techniques du bâtiment en interaction ; il consiste en une analyse des causes de non-qualité et de non-sécurité, une proposition de solutions et un dispositif pour appliquer des solutions et en faire évaluer la pertinence, - Négociation et conduite de réunion : sensibilisation aux problèmes de communication en entreprise. Les présentations sont accompagnées de mises en situation avec des travaux personnels à réaliser pour ces situations particulières, - Stratégie commerciale et négociation : se positionner dans une démarche commerciale dans le Génie Civil ; acquérir des techniques de ventes ; être capable d'analyser les postures des différents acteurs de la négociation commerciale, - Anglais : perfectionner son expression orale et écrite.
Prérequis	Enseignements de génie civil de 3A et 4A.
Evaluation	Mémoire et présentation orales
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Enseignant	Pascal Fourtin

## 2. UE2 Option Architecture et ingénierie [16 ECTS | 16 Coef]

### a. Projet d'architecture

Code	57BP9PRA
Coef	6
Objectifs	Permettre aux étudiants d'approfondir leurs connaissances en conception architecturale et technique.
Acquis	Concevoir des structures de génie civil avec des complexités architecturales et techniques. Maîtrise des trois phases de conception : Avant-Projet Sommaire «APS», Avant-Projet Définitif «APD» et Projet PROfessionnel «PPRO».
Description	Ce module se décompose en deux parties :  Conception Architecturale en tenant compte des règles de fonctionnement et des différents règlements techniques (incendie, mobilité réduite, parasismique, confort, énergie...). Dans cette étape l'étudiant doit être capable de proposer des variantes de conceptions Architecturales et Techniques et de justifier le choix final. Calcul, dimensionnement et chiffrage de l'ensemble du projet. Le dimensionnement s'effectue selon les critères de vérification des Eurocodes en intégrant les recommandations de la sécurité incendie et parasismique.  L'étude du projet doit être finalisée par une étude financière complète et chiffrée.
Prérequis	Enseignements en architecture de 3A et 4A.
Evaluation	Mémoire et présentation
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Travail personnel	100 h
Enseignants	Marc Auberger, Hervé Charletty, François Xavier Roquette, Virginie Steu, Jean-Louis Vigier

### b. Unités pédagogiques optionnelles

Code	57BP9UPO
Coef	3
Objectifs	Permettre à l'étudiant d'approfondir ses connaissances ou de découvrir un nouveau champ dans un thème de son choix ; formation essentiellement à base de travail de recherche personnel. Les thèmes proposés s'inscrivent dans la prolongation des enseignements suivis les années précédentes qui s'étend des structures (métalliques, bois...) à l'optimisation du chantier via le Lean ou le BIM en passant par des ouvertures très axées sur le développement durable (liés au réemploi, à la réhabilitation ou aux constructions traditionnelles...).

Description	<p>Trois unités pédagogiques (UP) à choisir dans une liste évoluant chaque année. Chaque UP donne lieu à un enseignement, à une recherche personnelle et parfois à un travail d'application ou de manipulation expérimentale, à la rédaction d'un mémoire et à une soutenance.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- UP 01 - Analyse de données</li> <li>- UP 02 - Assemblages des structures souples et semi-rigidité</li> <li>- UP 03 - Bétons spéciaux</li> <li>- UP 04 - Ouvrages en sol</li> <li>- UP 05 - Conception et vérification des structures bois mixtes ou hybrides</li> <li>- UP 07 - Inspection, maintenance, réparation des ouvrages</li> <li>- UP 08 - Inspection, Maintenance et Réparation des Bâtiments</li> <li>- UP 10 - Construction mixte selon l'EC4</li> <li>- UP 11 - Comportement des structures au feu</li> <li>- UP 12 - Dynamique des structures et génie parasismique</li> <li>- UP 13 - Approfondissement de l'Eurocode 3</li> <li>- UP 14 - Mécanique des milieux granulaires</li> <li>- UP 16 - Reconnaissances et auscultation des sols</li> <li>- UP 17 - Développement durable</li> <li>- UP 18 - Structure et éléments finis</li> <li>- UP 19 - Confortation et traitement de sols</li> <li>- UP 20 - Optimisation énergétique des bâtiments</li> <li>- UP 22 - Structures porteuses en acier inoxydable ou en alu</li> <li>- UP 23 - Maîtrise des risques en Génie Civil</li> <li>- UP 24 - Identification dynamique des structures</li> <li>- UP 25 - Dynamique aléatoire des structures de génie civil</li> <li>- UP 26 - Eléments à parois minces en acier dans la construction</li> <li>- UP 28 - La RDM pour les nuls en image</li> <li>- UP 30 - Ouvrage d'art : conception d'un projet de pont ou de passerelle</li> <li>- UP 33 - Rhéologie expérimentale des sols</li> <li>- UP 34 - Géosynthétiques</li> <li>- UP 35 - Renforcement composite de structures en béton armé</li> <li>- UP 36 - Bétons environnementaux à base végétale</li> <li>- UP 37 - Durée de vie des ouvrages en Génie Civil</li> <li>- UP 38 - Aide à la décision multicritère</li> <li>- UP 39 - Introduction à la mécanique des roches</li> <li>- UP 40 - Tunnels et ouvrages souterrains</li> <li>- UP 41 - Mécanique de la rupture des structures du génie civil</li> <li>- UP 42 - Etude des planchers et murs mixtes bois-bétons légers</li> <li>- UP 43 - Développement d'un outil de simulation pour la reconnaissance géotechnique</li> <li>- UP 44 - Conception et Confort des ouvrages de génie civil</li> <li>- UP 45 - Etude d'entretien et gestion du patrimoine routier</li> <li>- UP 48 - Introduction à l'étude des sols non saturés</li> <li>- UP 49 - Techniques constructives traditionnelles (terre, bois, ...)</li> <li>- UP 50 - Application des mesures de champs</li> <li>- UP 51 - Structures bois : typologie, assemblages et sécurité incendie</li> <li>- UP 52 - Ossatures bois-Réhabilitation</li> <li>- UP 53 - Ouvrages bois en extérieur : ponts, passerelles, mâts</li> <li>- UP 54 - Travaux routiers</li> <li>- UP 55 - Plaque, approfondissements sur les comportements mécaniques particuliers</li> <li>- UP 56 - Initiation aux logiciels de maquette numériques</li> <li>- UP 57 - Méthodes collaboratives de gestion de projet : BIM</li> <li>- UP 58 - Fluage en climat extérieur des poutres de bois</li> <li>- UP 59 - Biomécanique de l'arbre : distribution de précontrainte résultant de la croissance d'une tige ligneuse</li> <li>- UP 60 - Introduction au LEAN Construction</li> <li>- UP 61 - Assemblage bois</li> <li>- UP 62 - Simulation thermique dynamique de bâtiment</li> <li>- UP 63 - Comportement thermique des matériaux de construction au feu</li> <li>- UP 64 - Réalisation de l'étude d'un projet de construction</li> <li>- UP 65 - Conception énergétique des bâtiments passifs</li> </ul>
-------------	--

	- UP 66 - Promotion immobilière - UP 67 - Economie circulaire : Réemploi et recyclage pour les structures - UP 68 - Culture géotechnique - UP 69 - Approfondissement géotechnique - UP 70 - Conception et dimensionnement en pierres sèches
Prérequis	Disciplines du génie civil et des sciences de l'ingénieur
Evaluation	Oral et rapport
Horaire encadré	30 h (0 CM + 30 TD + 0 TP)
Travail personnel	60 h
Enseignants	Mathilde Morvan, Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Abdelhamid Bouchaïr, Sébastien Durif, Rostand Moutou Pitti, Nicolas Sauvat, Nathanaël Savalle, Evelyne Toussaint, Sofiane Amziane, Nicolas Rouzet, Nicolas Hemain

### c. Projet de synthèse

Code	57BP9PRS
Coef	7
Objectifs	Compréhension globale d'un projet de bâtiment et synthèse des connaissances.
Acquis	Savoir mettre en oeuvre une démarche de conception globale, intégrant les interactions entre les différentes composantes du bâtiment. (A) Acquérir les compétences et connaissance pour travailler en groupe. (A)
Description	Réalisation sur un projet réel en cours ou passé d'une étude valorisant les rôles des étudiants IA et SO, de la conception architecturale à l'étude technique tous corps d'états depuis la phase programmation jusqu'à des détails d'exécution. Apports théoriques complémentaires en réglementation, conduite de projet et en méthodologie de conception. Exercices de mise en application pour organiser le travail, faire des synthèses, déléguer.
Prérequis	Enseignements de Génie Civil de 3A et 4A.
Evaluation	Mémoire, présentation orale
Horaire encadré	82 h (4 CM + 78 TD + 0 TP)
Enseignants	Gaëlle Baudouin, Abdelhamid Bouchaïr, Nicolas Sauvat, Evelyne Toussaint, Sofiane Amziane, Hakim Arbaoui, Denis Baranowski, Olivier Breitner, Charlotte Dumas, Isabelle Pouthier, Sylvie Soulas

## 3. UE2 Option Structures et ouvrages [16 ECTS | 16 Coef]

### a. Projet de synthèse

Code	57BP9PRS
Coef	7
Objectifs	Compréhension globale d'un projet de bâtiment et synthèse des connaissances.
Acquis	Savoir mettre en oeuvre une démarche de conception globale, intégrant les interactions entre les différentes composantes du bâtiment. (A) Acquérir les compétences et connaissance pour travailler en groupe. (A)
Description	Réalisation sur un projet réel en cours ou passé d'une étude valorisant les rôles des étudiants IA et SO, de la conception architecturale à l'étude technique tous corps d'états depuis la phase programmation jusqu'à des détails d'exécution. Apports théoriques complémentaires en réglementation, conduite de projet et en méthodologie de conception. Exercices de mise en application pour organiser le travail, faire des synthèses, déléguer.
Prérequis	Enseignements de Génie Civil de 3A et 4A.
Evaluation	Mémoire, présentation orale
Horaire encadré	82 h (4 CM + 78 TD + 0 TP)
Enseignants	Gaëlle Baudouin, Abdelhamid Bouchaïr, Nicolas Sauvat, Evelyne Toussaint, Sofiane Amziane, Hakim Arbaoui, Denis Baranowski, Olivier Breitner, Charlotte Dumas, Isabelle Pouthier, Sylvie Soulas

### b. Unités pédagogiques optionnelles

Code	57BP9UPO
Coef	3

Objectifs	Permettre à l'étudiant d'approfondir ses connaissances ou de découvrir un nouveau champ dans un thème de son choix ; formation essentiellement à base de travail de recherche personnel. Les thèmes proposés s'inscrivent dans dans la prolongation des enseignements suivis les années précédentes qui s'étend des structures (métalliques, bois...) à l'optimisation du chantier via le Lean ou le BIM en passant par des ouvertures très axées sur le développement durable (liés au réemploi, à la réhabilitation ou aux constructions traditionnelles...).
Description	<p>Trois unités pédagogiques (UP) à choisir dans une liste évoluant chaque année. Chaque UP donne lieu à un enseignement, à une recherche personnelle et parfois à un travail d'application ou de manipulation expérimentale, à la rédaction d'un mémoire et à une soutenance.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- UP 01 - Analyse de données</li> <li>- UP 02 - Assemblages des structures souples et semi-rigidité</li> <li>- UP 03 - Bétons spéciaux</li> <li>- UP 04 - Ouvrages en sol</li> <li>- UP 05 - Conception et vérification des structures bois mixtes ou hybrides</li> <li>- UP 07 - Inspection, maintenance, réparation des ouvrages</li> <li>- UP 08 - Inspection, Maintenance et Réparation des Bâtiments</li> <li>- UP 10 - Construction mixte selon l'EC4</li> <li>- UP 11 - Comportement des structures au feu</li> <li>- UP 12 - Dynamique des structures et génie parasismique</li> <li>- UP 13 - Approfondissement de l'Eurocode 3</li> <li>- UP 14 - Mécanique des milieux granulaires</li> <li>- UP 16 - Reconnaissances et auscultation des sols</li> <li>- UP 17 - Développement durable</li> <li>- UP 18 - Structure et éléments finis</li> <li>- UP 19 - Confortation et traitement de sols</li> <li>- UP 20 - Optimisation énergétique des bâtiments</li> <li>- UP 22 - Structures porteuses en acier inoxydable ou en alu</li> <li>- UP 23 - Maîtrise des risques en Génie Civil</li> <li>- UP 24 - Identification dynamique des structures</li> <li>- UP 25 - Dynamique aléatoire des structures de génie civil</li> <li>- UP 26 - Eléments à parois minces en acier dans la construction</li> <li>- UP 28 - La RDM pour les nuls en image</li> <li>- UP 30 - Ouvrage d'art : conception d'un projet de pont ou de passerelle</li> <li>- UP 33 - Rhéologie expérimentale des sols</li> <li>- UP 34 - Géosynthétiques</li> <li>- UP 35 - Renforcement composite de structures en béton armé</li> <li>- UP 36 - Bétons environnementaux à base végétale</li> <li>- UP 37 - Durée de vie des ouvrages en Génie Civil</li> <li>- UP 38 - Aide à la décision multicritère</li> <li>- UP 39 - Introduction à la mécanique des roches</li> <li>- UP 40 - Tunnels et ouvrages souterrains</li> <li>- UP 41 - Mécanique de la rupture des structures du génie civil</li> <li>- UP 42 - Etude des planchers et murs mixtes bois-bétons légers</li> <li>- UP 43 - Développement d'un outil de simulation pour la reconnaissance géotechnique</li> <li>- UP 44 - Conception et Confort des ouvrages de génie civil</li> <li>- UP 45 - Etude d'entretien et gestion du patrimoine routier</li> <li>- UP 48 - Introduction à l'étude des sols non saturés</li> <li>- UP 49 - Techniques constructives traditionnelles (terre, bois, ...)</li> <li>- UP 50 - Application des mesures de champs</li> <li>- UP 51 - Structures bois : typologie, assemblages et sécurité incendie</li> <li>- UP 52 - Ossatures bois-Réhabilitation</li> <li>- UP 53 - Ouvrages bois en extérieur : ponts, passerelles, mâts</li> <li>- UP 54 - Travaux routiers</li> <li>- UP 55 - Plaque, approfondissements sur les comportements mécaniques particuliers</li> <li>- UP 56 - Initiation aux logiciels de maquette numériques</li> <li>- UP 57 - Méthodes collaboratives de gestion de projet : BIM</li> <li>- UP 58 - Fluage en climat extérieur des poutres de bois</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- UP 59 - Biomécanique de l'arbre : distribution de précontrainte résultant de la croissance d'une tige ligneuse</li> <li>- UP 60 - Introduction au LEAN Construction</li> <li>- UP 61 - Assemblage bois</li> <li>- UP 62 - Simulation thermique dynamique de bâtiment</li> <li>- UP 63 - Comportement thermique des matériaux de construction au feu</li> <li>- UP 64 - Réalisation de l'étude d'un projet de construction</li> <li>- UP 65 - Conception énergétique des bâtiments passifs</li> <li>- UP 66 - Promotion immobilière</li> <li>- UP 67 - Economie circulaire : Réemploi et recyclage pour les structures</li> <li>- UP 68 - Culture géotechnique</li> <li>- UP 69 - Approfondissement géotechnique</li> <li>- UP 70 - Conception et dimensionnement en pierres sèches</li> </ul>
Prérequis	Disciplines du génie civil et des sciences de l'ingénieur
Evaluation	Oral et rapport
Horaire encadré	30 h (0 CM + 30 TD + 0 TP)
Travail personnel	60 h
Enseignants	Mathilde Morvan, Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Abdelhamid Bouchaïr, Sébastien Durif, Rostand Moutou Pitti, Nicolas Sauvat, Nathanaël Savalle, Evelyne Toussaint, Sofiane Amziane, Nicolas Rouzet, Nicolas Hemain

### c. Option technique

Code	57BP9OPT
Coef	6
Éléments de cours	Ouvrages d'art en béton Sol et infrastructures Construction bois Structures mixtes
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)

#### c.1. Ouvrages d'art en béton

Code	57BP9401
Coef	1
Objectifs	Acquisition de la démarche de conception et de dimensionnement d'ouvrages d'art en béton - mise en application sur un projet réel de pont en béton précontraint.
Acquis	Maîtrise de l'analyse et du dimensionnement des ouvrages en béton précontraint.
Description	Les principes de conception et de dimensionnement des ouvrages d'art en béton sont présentés et mis en oeuvre au travers de l'étude d'un ouvrage réel. Principaux points traités dans le cadre de l'option : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception générale de l'ouvrage et descente des charges permanentes et roulantes, effets de la température,</li> <li>- Modélisation numérique de l'ouvrage (2D ou 3D) : efforts longitudinaux, répartition des efforts entre les piles, étude de la flexion transversale,</li> <li>- Conception et dimensionnement du tablier : détermination de la précontrainte en tenant compte des effets hyperstatiques, tracé des câbles et ancrages, flexion transversale et torsion,</li> <li>- Dimensionnement des autres éléments du pont : appareils d'appui, piles et culées, dalle de transition et fondations,</li> <li>- Prise en compte du phasage de la construction.</li> </ul>
Prérequis	Cours de Béton armé et précontraint
Evaluation	Mémoire et Présentation
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Travail personnel	100 h
Enseignants	Nicolas Rouzet, N. Dimanche, J.L. Massabie

#### c.2. Sol et infrastructures

Code	57BP9402
Coef	1
Objectifs	Approfondir les connaissances dans le domaine des infrastructures par une approche de conception. Compétences Conception globale d'un projet routier.
Acquis	Notions et gestion des différents aspects d'un projet de VRD, travail en groupe

Description	Sur la base d'un projet routier réel, l'étudiant, par groupe, réalise l'APS dans les mêmes conditions qu'en bureau d'études, mais aborde également le côté entreprise : - Etablissement du tracé, - Définition du corps de chaussées, - Mise en place du réseau d'assainissement, - Prise en compte et adaptation du projet aux enjeux environnementaux - Résolution des problèmes liés au sol et étude de la stabilité des ouvrages, - Organisation des phases de travaux, - Chiffrage du projet.
Prérequis	Connaissances de base en conception routière - cours de VRD 4AGC+ cours hydraulique + cours Mecasol/géotechnique
Références bibliographiques	ACI ARP Conduire son chantier Dictionnaire de l'entretien routier DTRF Fiches techniques SETRA GTR Guide GEFRA Guide sécurité des Routes et des Rues Guide technique des enduits superficiels ICTAAL Loi sur l'eau et étude sur les bassins Procédure CSPR - guides audit PMS et étude - grilles Guide technique de l'assainissement, Satin Selmi, Ed. Le Moniteur Guide des terrassements routiers, SETRA - LCPC
Evaluation	Mémoire et présentation
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Travail personnel	100 h
Enseignants	Pierre Breul, Fabien Cellier, Valérie Charrière, David Clément-Colas

### c.3. Construction bois

Code	57BP9403
Coef	1
Objectifs	Compléter les bases générales du calcul des structures pour maîtriser les hypothèses de calcul spécifiques à l'emploi du bois dans les ouvrages.
Acquis	Technologie de la construction bois Calcul des structures en bois Etats limites (ELS, ELU) selon l'Eurocode 5
Description	Cet enseignement est organisé selon 2 ensembles : - Une série d'interventions d'experts pour donner une culture scientifique générale sur le bois en construction Un projet de dimensionnement d'un ouvrage (lors charpente, isolation, étanchéité, bardage, menuiserie) de la phase ESQ à la phase EXE, avec production des notes de calcul, dossiers de plan, carnet de détail d'assemblage .
Prérequis	Connaissance des actions et de la conception des structures.
Evaluation	Mémoire et Présentation
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Travail personnel	100 h
Enseignants	Rostand Moutou Pitti, Nicolas Sauvat, Rémi Bartoli

### c.4. Structures mixtes

Code	57BP9404
Coef	1
Objectifs	Maîtriser les approches d'analyse intégrant les aspects phénoménologiques et mécaniques d'éléments de structures constitués par l'association de deux matériaux différents (acier-béton, bois-béton, acier-verre, bois-verre, etc.) en utilisant différents types de liaisons mécaniques (connecteurs) ou chimiques (collage). Maîtriser et appliquer les méthodes de calcul des structures mixtes acier-béton qui fait l'objet actuellement d'une réglementation Eurocode (EC4).
Acquis	Technologie de la construction mixte acier-béton (+ autres matériaux) (M) Calcul des structures mixtes acier-béton (poutre, poteau, plancher, assemblages) (M) Etats limites (ELS, ELU) selon l'Eurocode 4 (M)
Description	Cet enseignement intègre les points suivants : - Description technologique et principes de fonctionnement mécanique des structures mixtes.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rappel des caractéristiques physiques et mécaniques (dilatation thermique ou hygrométrique, fluage, retrait...) des matériaux utilisés (acier, béton, bois, verre).</li> <li>- Application du dimensionnement en construction mixte acier-béton (selon l'Eurocode 4) : Sections, Méthodes d'analyse (élastique et plastique), Résistance (M, N, V), Connexion complète ou partielle, Phase de construction.</li> <li>- Application aux bâtiments : poutres mixtes, planchers collaborants et poteaux mixtes</li> <li>- Application aux ponts mixtes : spécificités</li> <li>- Autres combinaisons mixtes (acier-verre, bois-béton, bois-verre).</li> <li>- Prise en compte des sollicitations extrêmes (incendie, séisme).</li> <li>- Réflexion sur l'intégration des matériaux bio-sourcés dans la structure ainsi que la démontabilité et le réemploi des éléments de structure.</li> <li>- Utilisation des outils numériques et de l'ACV encouragée.</li> </ul> <p>Méthode :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation générale des structures mixtes et de leurs spécificités, caractéristiques principales des matériaux utilisés (acier, béton, bois, verre...).</li> <li>- Structures mixtes acier-béton : analyse mécanique et technologique détaillée, dimensionnement d'éléments de structures, projet en construction mixte.</li> <li>- Visite technique de chantiers et d'ateliers de l'entreprise parrain de l'Option Technique Construction Mixte et d'autres entreprises partenaires.</li> </ul>
Prérequis	Calcul des structures, Construction métallique, Béton armé.
Références bibliographiques	Eurocodes Les Cahiers de l'APK, APK
Evaluation	Mémoire et présentation orale
Horaire encadré	75 h (0 CM + 75 TD + 0 TP)
Travail personnel	100 h
Enseignants	Abdelhamid Bouchaïr, Sébastien Durif, Franck Morisset, Yann Roche

#### 4. 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'irréversibilités</li> <li>- Concevoir un système énergétique</li> <li>- Optimiser le fonctionnement d'installation et d'unités existantes Proposer des solutions minimisant les coûts internes et externes</li> </ul> <p>Au niveau de l'option, ceux-ci se traduisent dans les compétences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en oeuvre les concepts de bilan d'énergie prenant en compte les contraintes industrielles ou bâtimentaires ;</li> <li>- Dimensionner un système énergétique et rédiger un cahier des charges technique répondant aux besoins d'un projet ;</li> </ul>

	- Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.
Eléments de cours	Notions et ordres de grandeur Analyse énergétique des Systèmes Travaux pratiques d'énergétique Efficacité énergétique et outils d'aide à la décision
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	- Maîtriser les unités SI et unités d'usage de l'énergie et des grandeurs associées - Maîtriser les ordres de grandeur des consommations d'énergie pour les applications et secteurs usuels (estimation rapide, détection d'erreurs...) - Connaître les différentes ressources primaires et énergies secondaires du mix énergétique - Connaître l'origine microscopique des grandeurs macroscopiques de l'énergie  Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - 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
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	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 : - 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)
Acquis	- Etablir un bilan énergétique d'un appareil, d'un atelier ou d'un bâtiment - Diagnostiquer les sources de perte et d'irréversibilités - Concevoir un système énergétique, éventuellement au moyen d'un logiciel dédié  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	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.  L'évaluation repose sur un examen écrit qui porte également sur l'ensemble du module.
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 bâtimentaires ;

	<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> <li>- Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.</li> </ul>
Description	<p>Cet enseignement constitué de cours et de TD en lien avec les travaux pratiques du module :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le cours sur la méthode du pincement est illustré par un TD utilisant le logiciel Hint</li> <li>- Le cours sur l'analyse exergétique est mis en oeuvre dans les travaux pratiques</li> </ul> <p>L'évaluation repose sur un examen écrit qui porte également sur l'ensemble du module.</p>
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>
Eléments de cours	<p>Historique et généralités Energie hydraulique et technologies associées Energie Solaire Energie Eolienne Bioénergies NRJ Développement durable et écologie industrielle</p>
Horaire encadré	42 h (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	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 : - les aspects technologiques (turbines, pompes, vannerie...) - les aspects réglementaires
Acquis	- Maîtriser les bases de la mécanique des fluides utiles à l'hydraulique - Connaître les méthodes de calcul d'un réseau hydraulique - Connaître les technologies associées à l'hydraulique (pompage, tuyauterie...)  Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
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	- Connaître les méthodes d'estimation de l'énergie solaire reçue - Savoir dimensionner des panneaux solaires pour la thermique ou le photovoltaïque  Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
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 : - Gisement et état des lieux - Théorie et technologies de la conversion

	- Problématique de l'intermittence et du raccordement au réseau Réglementation spécifique - Perspectives de développement
Acquis	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...)  Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
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 : - La biomasse-énergie : les ressources, les processus biologiques et les procédés de conversion La méthanisation et le biogaz - Les biocarburants de 1ère, de 2ème et de 3ème générations par voies biologique et thermochimique.
Acquis	- Savoir utiliser la biomasse comme ressource énergétique - Savoir intégrer des processus et procédés biologiques dans un système de production d'énergie  Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
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	- Connaître les concepts de développement durable et d'écologie industrielle Connaître les outils associés à ces concepts (ACV...)

	Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Améliorer l'intégration des énergies renouvelables et décarbonées dans le mix énergétique ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.
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	L'objectif est de :  - connaître les combustibles fossiles carbonés et nucléaires (origine, ressources, traitements, cycles de vie...) ; - savoir comment et dans quels secteurs ils sont mis en oeuvre définir les technologies qui leur sont associées ; - connaître les enjeux et perspectives les concernant.  Pour les combustibles fossiles, un accent est mis sur le gaz naturel (exploitation du réseau, utilisation dans le cadre de l'efficacité énergétique...) et la capture et le stockage du CO <sub>2</sub> . Pour l'énergie nucléaire, il est mis sur la problématique des déchets et celle des réacteurs nucléaires du futur.  Ces acquis permettront de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.
Éléments 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	L'objectif est de connaître les savoir-faire, enjeux et perspectives des secteurs gazier et pétrolier, ainsi que de définir le fonctionnement d'une raffinerie et des principaux procédés pétrochimiques à partir de leurs opérations unitaires. Un accent est mis sur le gaz, ses métiers, son réseau de distribution et ses applications à l'efficacité énergétique au niveau national.
Acquis	- Analyser un procédé pétrolier, gazier ou pétrochimique à partir de son diagramme process (PID) opérations unitaires qui le constituent - Connaître les méthodes de la capture, du stockage et du stockage du CO <sub>2</sub> - Connaître le secteur gazier (exploitation, affaires, technologie)  Le but est de développer les compétences spécifiques de l'option que sont : - Connaître les différents modes de production de l'énergie ; - Assurer la maintenance de systèmes énergétiques ; - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser des outils de simulation et/ou de méthodes numériques.

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> <li>- du démantèlement des centrales</li> </ul> <p>L'analyse énergétique quantitative n'est pas abordée, car traitée dans le module « énergie et énergétique ».</p>
Acquis	<p>Les acquis correspondent aux objectifs du cours. Ils permettent d'accéder à des postes d'ingénieur dans le secteur du nucléaire comme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'exploitation d'une tranche</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	<p>L'objectif est de définir les outils, méthodes et technologies de transport, distribution et stockage de l'énergie électrique, qu'elle soit produite par voie nucléaire, à partir de combustibles fossiles ou de sources renouvelables. L'UE est divisée en trois EC qui traitent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des notions fondamentales du génie électrique</li> <li>- du transport et de la distribution de l'électricité et de leur monitoring des technologies de stockage et de leurs limitations</li> </ul> <p>Les savoirs acquis dans ces EC ont pour but de développer les compétences spécifiques de l'option que sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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> </ul>

	- Mener une veille technologique sur les méthodes et dispositifs innovants ; - Communiquer à l'écrit ou à l'oral au niveau national ou international.
Eléments 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	- Connaître les bases du génie électrique HT pour non-spécialistes - Connaître les technologies associées aux réseaux électriques de transport et de distribution (transformateur, disjoncteur, sectionneur...) - Connaître les principes de fonctionnement de base d'un réseau électrique  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	L'objectif est d'approfondir deux des grands chapitres de la consommation d'énergie: - le bâtiment en général et l'habitat en particulier - l'industrie  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 : - 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 bâtimentaires ; - Analyser les besoins d'un projet industriel dans les domaines liés à la mise en oeuvre des matériaux et de l'énergie - Concevoir, analyser et maintenir des systèmes énergétiques thermiques et électriques ; - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement ; - Communiquer à l'oral ou à l'écrit au niveau national ou international.
Eléments 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	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>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> <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	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les problématiques de l'énergie, du froid et de l'eau dans l'industrie</li> <li>- Connaître les contraintes réglementaires associées aux utilités</li> <li>- Appliquer les outils de l'énergétique (bilan d'énergie...)</li> <li>- Appliquer les notions d'efficacité énergétique industrielle</li> <li>- Estimer les besoins en énergie avec un logiciel de simulation de procédés</li> <li>- Focus sur l'éclairage et ses méthodes de dimensionnement qui représente 9% de la consommation d'électricité de l'industrie</li> </ul>
Acquis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablir les bilans de matière et d'énergie appliqués à l'industrie</li> <li>- Manager la gestion du froid et de la vapeur dans l'industrie</li> <li>- Utiliser des logiciels de simulation comme outils d'aide à la décision</li> <li>- Manager la politique d'efficacité énergétique dans l'industrie</li> </ul> <p>Le but est 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 bâtimentaires ;</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>- Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement.</li> </ul>
Description	Cycle de cours-conférences assurés par des intervenants académiques et industriels. Les cours sont supportés par des travaux dirigés informatisés utilisant le logiciel DWSIM. L'évaluation des acquis est couplée à 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 : - Utiliser et développer des techniques et des dispositifs respectueux de l'environnement ; - 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	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.  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.
Evaluation	CC, présentation + rapport
Horaire encadré	24 h (0 CM + 24 TD + 0 TP)
Responsable	Gaëlle Baudouin
Enseignant	Gaëlle Baudouin

## 5. UE3 Science Hommes et Société [8 ECTS | 8 Coef]

### a. Préparation bibliographique du Projet de Recherche et Développement

Code	57BQ9SHS
Coef	8
Objectifs	Formation à la recherche et développement par la préparation d'un projet à réaliser en entreprise sous forme d'une recherche bibliographique.
Acquis	Préparation du Projet de Recherche-Développement (bibliographie, analyse...) du semestre 10. (A)
Description	Cet enseignement intègre : - La formation à la bibliographie, - La recherche bibliographique et rédaction, - le suivi de conférences techniques. Ce travail s'effectue tout au long du premier semestre, tutoré par un enseignant chercheur sur des rendez-vous réguliers.
Prérequis	Connaissance des disciplines du génie civil et des disciplines de communication.
Evaluation	Mémoire
Horaire encadré	10 h (0 CM + 10 TD + 0 TP)
Travail personnel	30 h
Enseignants	Mathilde Morvan, Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Abdelhamid Bouchaïr, Pierre Breul, Bastien Chevalier, Sébastien Durif, Omayma Homoro, Rostand Moutou Pitti, Nicolas Sauvat, Evelyne Toussaint, Sofiane Amziane, Hakim Arbaoui, Chaimaa Jaafari, Khaled El Tawil

## 6. UE3 Science Hommes et Société option Energie [8 ECTS | 8 Coef]

### a. Expression et communication

Coef	2
Objectifs	Ce cours vise à développer les compétences en communication écrite et orale des étudiants ingénieurs, et à les amener à développer et exposer un projet professionnel de manière clair et concise.
Acquis	Exprimer ses idées clairement à l'oral Définir un projet professionnel avec les outils approprié Définir et présenter ses compétences acquises Rédiger une synthèse bibliographique en suivant des consignes spécifiques
Description	Ce cours a pour objectif d'accompagner les étudiants ingénieurs dans le développement de leurs compétences en communication écrite et orale, tout en les aidant à structurer et présenter leur projet professionnel. Les étudiants apprennent à exprimer leurs idées de manière claire et convaincante lors de présentations orales, en utilisant des outils adaptés pour capter l'attention de leur public. Ils sont également formés à définir précisément leur projet professionnel, en s'appuyant sur une réflexion approfondie sur leurs compétences acquises et leur parcours. Une dernière partie du cours est dédiée à la rédaction d'une synthèse bibliographique, réalisée selon des consignes spécifiques, afin de développer leur capacité à analyser et organiser des informations complexes.
Prérequis	Cours E2C de 3e année et 4e année
Evaluation	CC
Horaire encadré	18 h (0 CM + 18 TD + 0 TP)
Responsable	Romy Sauvayre

#### b. Anglais

Coef	2
Objectifs	Complément de formation à l'anglais général et technique lu, écrit, parlé Familiarisation avec l'anglais du monde du travail Préparation TOEIC si nécessaire
Acquis	Maîtriser l'anglais en situation professionnelle Savoir préparer, animer une réunion et faire un compte rendu en anglais Savoir présenter un sujet à l'oral
Description	Préparation et présentation d'un exposé sur un stage ou sur le projet de recherche/développement Travail sur l'anglais du monde du travail Préparation et tenue de réunion, rédaction d'un compte-rendu Activités de lecture d'articles, d'écoute d'enregistrements authentiques, de débats sur un thème donné
Evaluation	CE
Horaire encadré	22 h (0 CM + 22 TD + 0 TP)
Responsable	Bénédicte Bousset

#### c. Insertion professionnelle

Coef	1
Objectifs	Il s'agit d'une préparation à l'entretien d'embauche. Répondre aux questions que l'étudiant se pose, lui présenter des conseils et le mettre en situation pour qu'il expérimente par lui-même les différentes compétences et préalables requis pour réaliser un bon entretien d'embauche. Acquis de l'apprentissage Savoir lire une offre d'emploi pour en extraire les mots clés pertinents afin d'élaborer un CV efficace Mettre en place des stratégies de recrutement efficaces en fonction du profil du poste et de l'entreprise Savoir se préparer à l'entretien d'embauche Savoir gérer ses émotions, sa posture et sa communication non-verbale Savoir exprimer son projet professionnel, ses expériences et ses compétences
Description	Description du processus de recrutement Conseils pour faire un bon CV Les éléments à prendre en compte avant, pendant et après l'entretien d'embauche Des conseils et astuces pratiques Mises en situation pour développer des compétences en recherche d'emploi et valorisation des compétences

	Cours et supports supplémentaires mis en ligne (ENT) Liste de questions de recruteurs, lettre de motivation, exemples de CV, mode d'emploi pour constituer son profil LinkedIn, pour rédiger son CV Vidéos (diffusées en cours et mises en ligne) Questions interactives collectées au moyen de boîtiers interactifs de vote
Horaire encadré	10 h (10 CM + 0 TD + 0 TP)
Responsable	Romy Sauvayre

#### d. Projet transversal

Coef	3
Objectifs	L'objectif est la mise en oeuvre des compétences d'un ou de plusieurs modules du parcours NRJ dans un projet "transversal" dans lequel la qualité du rendu (rapport écrit et soutenance est travaillée dans le cadre des enseignements de communication de l'UE.
Acquis	<p>Il s'agit d'acquérir une démarche professionnelle par la conduite d'un projet, éventuellement en groupe développer ses capacités de travail en équipe. Les compétences mises en jeu sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer l'adaptabilité, l'autonomie, la capacité d'organisation et de gestion de l'emploi du temps ;</li> <li>- Développer sa capacité à rendre des comptes à son encadrement et à rédiger et présenter oralement démarche, ses résultats et les difficultés rencontrées ;</li> <li>- Développer une analyse transversale d'une problématique, conduire un projet et le réaliser.</li> </ul> <p>Du point de vue des compétences spécifiques à l'option, le projet transversal a pour but de développer et d'évaluer la compétence suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Communiquer à l'oral ou à l'écrit au niveau national ou international.</li> </ul> <p>Toutefois, le volet scientifique du travail doit permettre de développer au moins l'une des compétences parmi les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <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> <li>- Mener une veille technologique sur les méthodes et dispositifs innovants ;</li> </ul>
Description	<p>Le volume horaire, excepté la soutenance orale, correspond en totalité à un temps de travail projet (aucun enseignement présentiel). Il permet aux étudiants, partagés en groupes, d'effectuer leur recherche bibliographique et/ou de réaliser un travail expérimental si nécessaire, de conduire leur analyse qualitative et quantitative, d'utiliser des logiciels de conception et de simulation si nécessaire. Le suivi du projet est assuré par un tuteur scientifique par rendez-vous dans les créneaux horaires dédiés au projet dans l'emploi du temps (22h).</p> <p>L'évaluation porte à la fois sur le travail réalisé pendant le projet, la qualité du rapport écrit et celle de la soutenance orale en lien avec le cours de communication.</p>
Evaluation	Présentation + rapport
Horaire encadré	2 h (0 CM + 2 TD + 0 TP)
Travail personnel	20 h
Enseignant	Christophe Vial

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

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

##### a. Stage

Code	57DQ10ST
Coef	30
Objectifs	Réalisation d'une première expérience de recherche développement. Cette expérience peut avoir lieu dans une entreprise, un bureau d'études, un centre d'études, en France ou à l'étranger

Acquis	Travail personnel sur un projet de recherche et développement en répondant à des besoins spécifiques d'entreprises. (A)
Description	Réalisation d'un projet de recherche et développement (PRD) pouvant contenir des aspects expérimentaux, numériques et théoriques en proportion variable. Ce sujet est défini en accord entre les enseignants et l'organisme d'accueil.
Prérequis	Connaissances des disciplines du génie civil et avoir validé la préparation à la recherche bibliographique.
Evaluation	Mémoire et présentation orale
Horaire encadré	5 h (0 CM + 5 TD + 0 TP)
Travail personnel	425 h
Enseignants	Mathilde Morvan, Aurélie Talon, Gaëlle Baudouin, Abdelhamid Bouchaïr, Pierre Breul, Bastien Chevalier, Sébastien Durif, Omayma Homoro, Rostand Moutou Pitti, Nicolas Sauvat, Nathanaël Savalle, Evelyne Toussaint, Sofiane Amziane, Hakim Arbaoui, Chaimaa Jaafari

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

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

**b.1. Bilan mi-parcours**

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

**b.2. Bilan final**

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