



Syllabus et fiches modules

**Formation ingénieur ESTP sous
statut étudiant**

PGE 2025-2026

Semestre 05 - Formation Ingénieur ESTP sous statut étudiant (Tronc commun du PGE)	Total heures UE	Nombre total d'heures	Crédits ECTS	Pond. pour l'UE
Séminaire d'intégration / <i>Integration Seminar</i>	14,00		1	
Séminaire d'intégration / <i>Integration Seminar</i>		14,00		1
Enjeux de la construction durable / <i>Sustainable Construction Challenges</i>	75,50		6	
Projet Ingénierie, Développement Durable et Responsabilité Sociétale / <i>Sustainable Development Engineering Project</i>		29,00		2
Enjeux des villes et territoires / <i>Challenges for cities and territories</i>		10,00		1
Acteurs, Enjeux et Projet de maîtrise d'oeuvre / <i>Stakeholders and Challenges of the construction project</i>		26,50		2
Économie de l'entreprise / <i>Business Economics</i>		10,00		1
Mathématiques et modélisation / <i>Mathematics and Modeling</i>	45,00		3	
Mathématiques TECE - optionnel / <i>Mathematics (Refresher Course) - optional</i>		0,00		
Mathématiques : Analyse et algèbre / <i>Mathematics: Analysis and Algebra</i>		30,00		2
Programmation numérique - Analyse des données / <i>Digital Programming - Data Analysis</i>		15,00		1
Mécanique et matériaux / <i>Mechanics and Materials</i>	99,50		8	
Science des matériaux / <i>Materials Science</i>		16,00		2
Ingénierie de matériaux de construction / <i>Construction Materials Engineering</i>		27,50		2
Mécanique vibratoire / <i>Vibration Mechanics</i>		22,50		2
Mécanique des milieux continus / <i>Continuum Mechanics</i>		33,50		2
Sciences et techniques de la construction / <i>Construction Sciences and Techniques</i>	99,50		8	
Conception technique des ouvrages et Eurocodes / <i>Technical Design of Structures and Eurocodes</i>		26,50		2
Aménagement et réseaux divers / <i>Planning and networks</i>		22,00		2
Thermodynamique / <i>Thermodynamics</i>		23,00		2
Energie des systèmes électriques / <i>Energy of Electrical Systems</i>		28,00		2
Communication et projet professionnel / <i>Communication and Professional Project</i>	52,50		4	
Leadership & Communication 1		19,50		2
Les rencontres de l'ESTP / <i>ESTP Professional Conferences</i>		3,00		
Anglais / <i>English</i>		30,00		2
FLE (international students) - optionnel / <i>French as a Foreign Language (international students) - optional</i>		30,00		
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol) - optionnel / <i>Main Foreign Language (German or Spanish) - optional</i>		30,00		
Langue supplémentaire - optionnel / <i>Additional Foreign Language - optional</i>		16,50		
	386,00		30	

Semestre 06 - Formation Ingénieur ESTP sous statut étudiant (Tronc commun du PGE)	Total heures UE	Nombre total d'heures	Crédits ECTS	Pond. pour l'UE
Management et innovation / <i>Management and Innovation</i>	59,50		6	
Comptabilité générale / <i>General Accounting</i>		15,50		1
Droit du travail / <i>Labour Law</i>		10,00		1
Organisation et pilotage de chantier / <i>Organisation of Construction Sites</i>		20,00		2
Santé Sécurité au Travail (SST 1) / <i>Occupational Health and Safety (OHS1)</i>		8,00		1
Design Thinking & Innovation		6,00		1
Mathématiques et modélisation / <i>Mathematics and Modeling</i>	109,00		7	
Analyse numérique / <i>Digital Analysis</i>		28,50		2
Projet de modélisation numérique / <i>Digital Modeling Project</i>		19,00		1
Probabilités et statistiques / <i>Probability and Statistics</i>		27,50		2
Traitement numérique du signal / <i>Digital Signal Processing</i>		15,00		1
Modélisation paramétrique de projet et BIM / <i>Parametric Modeling and BIM</i>		19,00		1
Mécanique et matériaux / <i>Mechanics and Materials</i>	85,00		6	
Mécanique des fluides et hydraulique / <i>Fluid Mechanics and Hydraulics</i>		30,50		2
Mécanique des sols / <i>Soil Mechanics</i>		26,00		2
Performance des bétons / <i>Performance of Concrete Materials</i>		13,00		1
Initiation à la Recherche (projet) / <i>Introduction to Research (project)</i>		15,50		1
Sciences et techniques de la construction / <i>Construction Sciences and Techniques</i>	102,00		7	
Résistance des matériaux / <i>Strength of Materials</i>		38,00		2
Transmission de la chaleur / <i>Heat Transfer</i>		11,50		1
Topométrie urbaine / <i>Urban Topometry</i>		22,00		2
Production, transport et distribution de l'énergie électrique / <i>Production, transmission and distribution of electrical energy</i>		22,00		1
Road Innovation		8,50		1
Communication et projet professionnel / <i>Communication and Professional Project</i>	44,00		4	
Leadership & Communication 2 (Portfolio)		11,00		2
Les rencontres de l'ESTP / <i>ESTP Professional Conferences</i>		3,00		0
Anglais / <i>English</i>		30,00		2
FLE (international students) - optionnel / <i>French as a Foreign Language (international students) - optional</i>	30,00			
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol) - optionnel / <i>Main Foreign Language (German or Spanish) - optional</i>	30,00			
Langue supplémentaire - optionnel / <i>Additional Foreign Language - optional</i>	16,50			
	399,50		30	

Semestre 07 - Formation Ingénieur ESTP sous statut étudiant (Tronc commun du PGE)	Total heures UE	Nombre total d'heures	Crédits ECTS	Pond. pour l'UE
Enjeux de la construction durable / Sustainable Construction Challenges	87,00		5	
Introduction au Droit de l'urbanisme et de l'environnement / Introduction to Urban and Environmental Legislation		13,50		1
Principes de la Réglementation Environnementale (RE2020) / Principles of Environmental Regulation (RE2020)		20,50		1
Projet Ingénierie et Recherche 1 / Engineering and Research Project 1		35,00		2
Ville intelligente : principes et enjeux / Smart cities: principles and challenges		18,00		1
Mathématiques et modélisation / Mathematics and Modeling	101,00		8	
Méthode des éléments finis (MEF) : outils de simulation / Finite element method (FEM): simulation tools		23,50		2
Introduction aux Systèmes d'information Géographique SIG/CIM / Introduction to Geographic Information Systems GIS/MIS		26,50		2
Outils numériques de projet collaboratif (BIM) / Digital tools for collaborative projects (BIM)		12,50		1
Génie climatique et dimensionnement / Climate engineering		21,00		2
Analyse du cycle de vie d'un ouvrage : méthode et outils / Life cycle analysis (ACL) of a structure: method and tools		17,50		1
Management de projet et Gestion d'entreprise / Project Management and Business	55,00		4	
Comptabilité analytique / Cost Accounting		15,50		1
Etude de prix / Price studies		10,50		1
Management de projet / Project Management		14,00		1
Business game		15,00		1
Sciences et techniques de la construction / Construction Sciences and Techniques	117,50		9	
Géotechnique / Geotechnics		25,00		2
Béton armé / Reinforced concrete		25,00		2
Béton précontraint / Prestressed concrete		15,50		1
Construction métallique et autres structures / Steel construction and other structures		23,50		2
Technologie de chantier / Construction site technology		13,00		1
Acoustique / Acoustics		15,50		1
Communication et projet professionnel / Communication and Professional Project	34,50		4	
Leadership & Communication 3		9,00		1
Les rencontres de l'ESTP (pour Projet Ing et Rech.) / ESTP Professional Conferences		3,00		
Rapport de stage de fin de première année / Internship report (end of 1st year)				1
Anglais / English		22,50		2
FLE (international students) - optionnel / French as a Foreign Language (international students) - optional		0,00		
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol) - optionnel / Main Foreign Language (German or Spanish) - optional		22,50		
Langue supplémentaire - optionnel / Additional Foreign Language - optional		16,50		
	395,00		30,00	

Semestre 08 - Formation Ingénieur ESTP sous statut étudiant Tous parcours thématiques / All thematic modules	Total heures UE	Nombre total d'heures	Crédits ECTS	Pond. pour l'UE
Enjeux de la construction durable / Sustainable Construction Challenges	53,50		3	
Hackathon de la construction / Construction Hackathon		15,00		1
Conduite de travaux et réception de chantier / Construction management and site handover		21,00		1
Génie écologique / Ecological engineering		17,50		1
Management de projet et Gestion d'entreprise / Project Management and Business	41,00		4	
Droit de la construction / Construction law		10,50		1
Marchés publics et privés / Public and private markets		10,50		1
Intercultural management (ENG)		10,50		1
Santé et sécurité au travail 2 / Occupational Health and Safety 2		9,50		1
Parcours thématique (3 UE pour chacun des 5 parcours proposés) / Thematic module (choose 1 from among the 5 options)	260,00		20	
Parcours thématique (3 UE pour chacun des 5 parcours proposés dont le projet Ing & Recherche) Thematic module (choose 1 from among the 5 options)		260,00		
Communication et projet professionnel / Communication and Professional Project	44,50		3	
Leadership & Communication 4 (dont portfolio) / Leadership & Communication 4 (including portfolio)		11,50		1
Les rencontres de l'ESTP (pour Projet Ing et Rech.) / ESTP Professional Conferences		3,00		
Anglais / English		30,00		2
FLE (international students) - optionnel / French as a Foreign Language (international students) - optional		30,00		
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol) - optionnel / Main Foreign Language (German or Spanish) - optional		30,00		
Langue supplémentaire - optionnel / Additional Foreign Language - optional		16,50		
	399,00		30	

Semestre 08 - Formation Ingénieur ESTP sous statut étudiant Parcours thématique - Aménagement urbain et mobilité Thematic module - Urban Environment and Mobility	260,00		20	
Environnement urbain durable et décarboné / Sustainable and low-carbon urban environment	66,50		5	
Hydrologie urbaine et assainissement / Urban hydrology and sanitation		24,00		2
Techniques passives et hybrides appliquées au bâtiment / Passive and hybrid techniques applied to buildings		15,50		1
Environnement urbain et Urbanisme circulaire / Circular economy in urban planning		27,00		2
Transports et mobilité / Transport and mobility	52,00		5	
Les réseaux de transport et la mobilité décarbonée / Transport networks and low-carbon mobility		13,00		1
Modélisation des transports et leurs usages / Transport modeling - Steps and uses		21,00		2
Établissement des tracés routiers / Road Design		18,00		2
Urbanisme et aménagement / Urban planning and development	81,50		6	
Aménagement, cartographie des territoires et cadre législatif / Regional planning and mapping		27,00		2
Méthodes qualitatives et quantitatives de l'urbanisme / Qualitative and quantitative urban planning methods		21,00		2
Diagnostic et réhabilitation des bâtiments / Building diagnosis and renovation		18,00		1
Gestion des risques et résilience urbaine / Risk management and urban resilience		15,50		1
Projet d'ingénierie (et/ou recherche 2) urbaine et mobilité / Engineering and research project 2	60,00	60,00	4	4

Semestre 08 - Formation Ingénieur ESTP sous statut étudiant Parcours thématique - Construction durable Thematic module - Sustainable Construction	260,00		20	
(Eco-conception et Techniques des structures) Conception technique écoresponsable / Eco-design and structural techniques	60,00		5	
Conception technique & enveloppes / Technical building design		24,00		2
Thermique du bâtiment & STD / Energy efficiency and building control		18,50		2
Construction matériaux géo et biosourcés / Low carbon construction		17,50		1
Structures et techniques constructives / Structures and building techniques	93,00		7	
Calcul des structures - RDM 2 & parasismique / Calculation of strength of materials		30,00		2
Ossatures et Performance des bétons / Reinforced concrete frames		27,00		2
Ossatures métalliques / Steel frame structures		18,00		2
Calcul des interactions sols-structures / Calculation of soil-structure interactions		18,00		1
Architecture et suivi des ouvrages / Architecture and monitoring	47,00		4	
Architecture, conception bioclimatique, maîtrise d'œuvre / Architecture, design, project management		19,50		2
Le numérique et l'organisation de chantier bas carbone / Digital technology and organisation of low-carbon worksites		9,50		1
Diagnostic, Pathologies et Transformation du patrimoine bâti / Renovation and refurbishment of the built heritage		18,00		1
Projet Structure mixte / Engineering and research project 2	60,00	60,00	4	4

Semestre 08 - Formation Ingénieur ESTP sous statut étudiant Parcours thématique - Transition énergétique de la construction <i>Thematic module - Construction and energy transition</i>	260,00		20	
Réseaux d'énergie / Electrical systems and regulation	64,50		5	
Énergies renouvelables : Eolien, Solaire / Renewable energies		21,50		2
Réseaux de chaleur urbain / District heating / geothermal energy / biomass power plants		21,50		1
Smart grid - optimisation énergétique et durabilité / Smart grid		21,50		2
Conception et simulation / Thermal and energy systems	71,00		6	
Thermique du bâtiment : réhabilitation et construction neuve / Climate engineering		24,50		2
Analyse du cycle de vie 2 / Life cycle analysis of the of a structure - 2		16,50		2
Simulation thermique dynamique / Energy simulation		30,00		2
Opérabilité et maintenance des installations / Operability and mintenance	64,50		5	
Régulation et pilotage des installations / Infrastructures regulation and control		24,50		2
Diagnostic et maintenance des installations / Diagnostic and maintenance of infrastructures		21,50		2
Building management system		18,50		1
Projet d'ingénierie / Engineering and research project 2 (1/2 jrs par semaine de suivi et 1/2 jrs libre)	60,00	60,00	4	4

Semestre 08 - Formation Ingénieur ESTP sous statut étudiant Parcours thématique - Transition numérique de la construction <i>Thematic module - Digital technologies for construction</i>	260,00		20	
Acquisition de données / Data acquisition	90,50		6	
Topométrie / Topometry, topographic survey		20,50		1
Photogrammétrie / Photogrammetry		28,00		2
Télédétection / Remote sensing		19,50		1
Acquisition de la géodonnée / Topographic and computer calculations		22,50		2
Gestion des données et surveillance des ouvrages / Data management and monitoring of facilities	56,00		5	
Systèmes d'information géographique SIG/CIM/BIM/JN / Geographic Information Systems GIS/BIM/DT		27,00		2
Automatisation des techniques de positionnement / Automation of positioning techniques		11,50		1
Techniques pour la surveillance et l'entretien des ouvrages / Techniques for monitoring and maintaining facilities		17,50		2
Traitement des données numériques / Digital data processing	53,50		5	
Programmation informatique, données et algorithme / Computer programming, data and algorithm		15,50		1
Analyse des données, Big data / Data analysis, Big data		19,00		2
IoT et Machine learning		19,00		2
Projet ingénierie et recherche 2 / Engineering and research project 2	60,00	60,00	4	4

Semestre 08 - Formation Ingénieur ESTP sous statut étudiant Parcours thématique - Travaux publics décarbonés <i>Thematic module - Environmental Civil Engineering</i>	260,00		20	
Infrastructures durables / Roads, regional planning and environment	74,00		6	
Geotechnique 2 - Fondations et soutènements / Earthworks and support		19,00		2
Structures de chaussées et dimensionnement / Road structures		34,00		2
Étude de tracé routier / Road layout		21,00		2
Calcul des structures et ouvrage d'art / Engineering structures	73,00		6	6
Calcul des structures hyperstatiques / Calculation of hyperstatic structures		19,00		2
Béton armé 2 / Calculation of reinforced concrete structures		18,50		2
Construction métallique 2 / Sizing of structures		19,00		1
Conception des ponts et calcul BP / Bridge design and prestressed concrete		16,50		1
Economie circulaire et réseaux / Networks and environment	53,00		4	6
Eco matériaux / Ecology of materials		21,00		2
Réseaux d'assainissement et gestion des eaux pluviales / Water development and environment		15,50		1
Travaux maritimes / Maritime works and pathologies		16,50		1
Projet ingénierie et recherche 2 / Engineering and research project 2 Projet & BIM infrastructure (1/2 jrs par semaine de suivi et 1/2 jrs libre)	60,00	60,00	4	4

Semestre 09- Formation Ingénieur ESTP sous statut étudiant Toutes options / All optional modules	Total heures UE	Nombre total d'heures	Crédits ECTS	Pond. pour l'UE
Enjeux de la construction durable / Sustainable Construction Challenges	64,00		6	
Contrôle de gestion - gestion financière / Financial management		17,00		1
Ethics in civil engineering (ENG)		10,00		1
Lean management		13,00		2
Management de la prévention des risques / Risk prevention management		13,00		1
Santé et sécurité au travail 3 / Occupational health and safety 3		11,00		1
Option (au choix) / Optional module	280,00		22	
Option (au choix) avec matières en anglais et anglais renforcement / with English courses and English reinforcement		280,00		
Communication et projet professionnel / Communication and Professional Project	16,00		2	
Leadership & Communication 5 (dont portfolio) / Leadership & Communication 4 (including portfolio)		13,00		1
Les rencontres de l'ESTP (pour Projet Ing et Rech.) / ESTP Professional Conferences		3,00		0
Rapport de stage de 2 ^e année / Internship report (2 nd year)				1
FLE (international students) - optionnel / French as a Foreign Language (international students) - optional		30,00		
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol) - optionnel / Main Foreign Language (German or Spanish) - optional		18,00		
Langue supplémentaire - optionnel / Additional Foreign Language - optional		16,50		
	360,00		30,00	

Formation ingénieur ESTP sous statut étudiant

Semestre 5

Langue d'enseignement (*Teaching language*) : Français

Nombre d'heures (*Number of hours*) : 29 h

CM:15 PJ:10 FOAD As: 1,5h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le changement climatique et ses impacts, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « Enjeux de la construction durable », aborde les problématiques réchauffement climatique, développement durable, ressources naturelles, mix énergétique, RSE et leurs impacts économiques et sociétaux.

- Défi du XXI siècle.
- Enjeux climatiques et leur modélisation.
- Scénarios de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les leviers possibles : économies d'énergie, mix énergétique, mitigation des émissions résiduelles, recyclage.
- Détail des Energies bas carbone.
- Bilans environnementaux : analyse du cycle de vie, bilan carbone.
- Impacts sur les matières premières ; risque géologique et politique
- Outils économiques : calcul de LCOE, prime, taxe carbone.
- Position et rôles des parties prenantes ; objectifs nationaux et sectoriels, politique RSE, Actions individuelles.
- Application interactive permettant de visualiser en 'live' les émissions de CO2 par pays/zones géographiques

Dans le cadre de la première année de formation Ingénieurs, l'objectif de ce premier projet est la prise de conscience de l'importance du métier d'ingénieur dans les transitions numériques, énergétiques, écologiques et sociétales.

Sur ces quatre grandes thématiques, les élèves relèveront, en équipe, des défis élaborés en collaboration entre les équipes pédagogiques et l'entreprise marraine de promotion.

Les enjeux socio-écologiques : quels sont les leviers d'actions ?

- réduire les émissions de gaz à effet de serre
- renforcer les puits carbone
- s'adapter au changement climatique
- préserver la biodiversité
- Participer à l'économie circulaire
- Relever les actions prioritaires concernant les bâtiments, l'industrie et le transport
- Imaginer l'ingénieur que l'on souhaite devenir et la société à laquelle on veut contribuer, en tant qu'ingénieur et citoyen (politique RSE)

L'évaluation du Cours sera faite lors d'un contrôle terminal sous forme de QCM et d'exercices

Projet : Les étudiants devront par groupe de 5 proposer et présenter un plan d'action bas carbone permettant de réduire significativement les émissions de CO2 d'un pays attribué, en prenant en compte les contraintes démographiques, économiques et sociales du pays.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [2] S'approprier le contexte, les enjeux stratégiques et les problématiques du changement climatique et de la transition énergétique ;
- [2] acquérir une culture générale minimum sur les principaux thèmes environnementaux : réchauffement climatique, énergie/matière, atouts et contraintes des énergies bas carbone, analyse du cycle de vie, enjeux économiques, ressources à mobiliser.
- [3] décrire de manière synthétique les solutions permettant de réduire les émissions de CO2 et de de préservation ou d'amélioration de l'environnement, du point de vue du futur ingénieur –

« boîte à outil » à adapter à chaque contexte particulier.

- [2] Comprendre les enjeux politiques et sociétaux des solutions envisagées.
- [2] Associer les 17 Objectifs de développement Durable
- [2] Expliquer les enjeux des transitions numériques, énergétiques, écologiques et sociétales.
- [2] Comprendre le rôle des ingénieurs dans ces transitions.
- [3] Résoudre des problèmes complexes et interdépendants et découvrir des solutions

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Deux ans d'enseignement supérieur scientifique.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- <https://www.agenda-2030.fr/17-objectifs-de-developpement-durable/>
- <https://www.un.org/fr/exhibit/odd-17-objectifs-pour-transformer-notre-monde>
- International Energy Agency ; World Economy outlook, Country Profile
IRENA; World Energy Transition outlook
Banque Mondiale; données.banquemondiale.org
- L'ISO et le changement climatique.
- Rapports GIEC, AIE, IRENA.
- The Shift Project (2022), Former l'ingénieur du XXIème siècle, Disponible sur : <https://theshiftproject.org/article/publication-rapport-former-lingenieur-du-21esiecle/>
- [150731_Charte_ethique.pdf](#) (iesf.fr)

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Enjeux des villes et territoires	Code : PGE1SOCIO
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 10

(Cours : 9 h - Evaluation : 1 h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Enjeux des villes et territoires, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Enjeux de la construction durable** », abordera les imbrications entre d'un côté les organisations sociales, les typologies ou catégories de populations, les pratiques sociales et spatiales des individus, et de l'autre le fonctionnement, l'évolution et la transformation des villes et territoires, en s'appuyant sur quelques grands concepts tels que la ségrégation socio-spatiale, l'étalement urbain, la mixité sociale et fonctionnelle, les trajectoires résidentielles, les mobilités durables. Il évoquera également les pratiques de sociologie urbaine et de sciences sociales appliquée, en interaction avec les autres métiers de la ville et de l'aménagement.

L'évaluation des acquis d'apprentissages visés se fera lors d'un contrôle terminal (QCM à distance).

Acquis d'apprentissage visés : (Learning outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- De comprendre les apports de la sociologie appliquée à l'urbanisme, à l'aménagement urbain, à la construction, aux travaux publics et de connaître certaines de ses bases méthodologiques
- D'appréhender quelques grandes problématiques territoriales en étant attentifs aux modes de vies, aux usages et aux pratiques socialement, géographiquement et temporellement situées, tout en ayant une notion des sources et méthodes nécessaires pour les appréhender
- De comparer et retenir quelques grands indicateurs socio-statistiques (démographie, déplacements, habitat...), ayant une incidence forte sur la définition des projets d'urbanisme et d'infrastructures.

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Bases de statistiques et calculs pourcentages / Bases de géographie humaine (niveau bac)

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- Hervé Marchal et Jean-Marc Stébé, La sociologie urbaine, collection Que sais-je ?, PUF, 2010 (ré-édition 2018)
- Michel Pinçon et Monique Pinçon-Charlot, Les Ghetto du Gotha, Le Seuil, 2007
- Eric Maurin, Le Ghetto français, enquête sur le séparatisme social, Seuil, 2004
- Jacques Donzelot (sous la direction de), A quoi sert la rénovation urbaine ?, PUF, 2012
- Anne Lambert, Tous propriétaires, L'envers du décor pavillonnaire, Le Seuil, 2015
- Eric Hamelin et Olivier Razemon, La tentation du Bitume, où s'arrêtera l'étalement urbain ?, Rue De l'Echiquier, 2012 (ré-édition 2020)

Langue d'enseignement (*Teaching language*) : **Français**

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **26,5 h**

CM:12h PJ:12,5h CT:1h FOAD 1h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le cours d'Acteurs, enjeux et projet de Maîtrise d'oeuvre s'inscrit dans l'UE « Enjeux de la construction durable » de première année. Le cours est composé de plusieurs conférences sur les thèmes suivants:

CM1: Projet de construction: Enjeux, Acteurs, Organisation & Normes:

- Connaissances relatives à l'acte de construire :
- Définition, Rôle, Missions, Obligations, Statut, Caractère obligatoire ou facultatif des différents Acteurs de la construction: MOA, AMOA, MOE, BET, Bureau de contrôle, Coordinateur SPS, SSI, Entreprises...
- Les Enjeux du projet de construction: missions, responsabilités et risques des différents intervenants

CM2 : a - Les Outils de représentation d'un projet de MOE – Conférence Architecte 1

- Différentes phases d'un projet & Déroulement d'un processus de Conception: Faisabilité, ESQ, APS, AVP, PC, APD, DCE, PRO, VISA, ACT, EXE, OPC, AOR, DOE – Documents attendus
 - L'organisation du paysage normatif et réglementaire en France (ERP, PMR, incendie...)
- b- : Le réemploi & Transformation d'édifices à Paris – Conférence Architecte 2

CM3 : Historique : Grandes périodes au travers des œuvres d'architectes majeures, Œuvres charnières... Conférence Architecte 3

CM4 : Principe de conception bioclimatique / durable – Evolution à travers l'histoire – Exemples – Conférence Architecte 4

- Projet de MOE : Analyse d'un projet existant à partir d'un dossier montrant l'évolution d'un projet de construction. Etude de cas : Analyse du Programme, de la Trame structurelle, du Planning ... puis projet de MOE d'une partie du bâtiment : extension, surélévation ou réaffectation d'une partie de l'existant (Exercice de programmation...)
- Conception en équipe de 4 ou 5

Dans le cas d'une transformation d'ouvrages :

- PJ 1 : Acteurs et Schémas des acteurs, Analyse critique Architecturale
- PJ 2 : Analyse critique Architecturale d'un bâtiment & de son intégration dans son environnement
- PJ 3 : Analyse critique Architecturale (Suite) : Mise en avant d'un détail constructif, et du traitement de la lumière,
- PJ 4 : Être force de proposition sur une proposition de transformation : Proposition de diagramme programmatique ou Esquisse d'intention du projet
- PJ 5 : Faire la Synthèse et Constituer un dossier de Rendus format A3

L'étudiant sera évalué par un QCM sur les CM/ conférences (dont certaines questions pourront être tirés de documents ou d'articles), et sur un dossier Format A3 pour l'étude de cas.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [3] Combiner simultanément des objectifs exprimés, le contexte, l'usage, les techniques et l'esthétique.
- [5] Produire une représentation d'un projet inventé en maîtrisant les notions d'échelle et de spatialité.
- [5] Produire la conception architecturale avec ses différentes implications, en se mettant à la place de l'architecte pour comprendre le mode de cheminement conceptuel et les contraintes rencontrées.

Compétences requises (Prerequisites)

Bibliographie et ressources complémentaires (Learning material)

- RIZZOTTI P., L'empreinte d'un habitat- Construire Léger et Décarboné, 2022
- Conserver Adapter Transmettre , Pavillon de l'Arsenal, 2022
- LE CORBUSIER, Le Modulor, 1948
- COSSE L., La grande Arche,
 - COHEN J L., Architecture, Modernité, Modernization, 2014
 - Application Détour: <https://www.caue75.fr/detour>

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Économie d'entreprise	Code : PGE1ECO
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 10 h

Cours : 9 h - Compo : 1 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assignments*)

Le cours d'économie d'entreprise, cours de tronc commun, de l'unité d'enseignement « Enjeux de la construction durable » aborde la diversité de la notion d'entreprise, permet de mieux comprendre le fonctionnement et l'organisation des entreprises.

- La notion d'entreprise : définitions et rôles de l'entreprise, objectifs (CT et LT) de l'entreprise et finalités, les typologies d'entreprise, la maîtrise de l'environnement par l'entreprise (la stratégie) ;
- La structure de l'entreprise : principes clés, caractéristiques, typologie des structures d'entreprise, Les déterminants de la structure ;
- Les différentes fonctions de l'entreprise : l'activité commerciale, l'approvisionnement, la production, les finances de l'entreprise, la fonction de direction ou management, la gestion des ressources humaines, la fonction achats.

L'évaluation sera faite en cours de formation sous forme de QCM et lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- Définir l'entreprise
- Identifier les types d'entreprise
- Comprendre la notion de création de richesse
- Caractériser l'environnement d'une entreprise
- Identifier l'organisation d'une entreprise
- Exposer les fonctions fondamentales de l'entreprise

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Aucune

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Nathalie CLARET, Bertrand SERGOT, Stratégie, Nathan Sup, 2012
- Richard WHITTINGTON, Patrick REGNER, Duncan ANGWIN, Gerry JOHNSON, Kevan SHOLES, Stratégique, 12ème édition, Pearson, 2020
- Henry MINTZBERG, Le management : Voyage au centre des organisations, Poche, Editions d'Organisation, 2004

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Mathématiques : analyse et algèbre	Code : PGE1MATH1
		15/05/2024
		Page 1/2

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 30

(CM : 9h - FOAD : 4 h (A : 3 h , S:1 h) – TD : 15 h – CCT : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assignments*)

Ce cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Mathématiques et modélisation** » a pour but de doter les élèves des méthodes et outils mathématiques nécessaires à l'étude des disciplines scientifiques et techniques de base d'un ingénieur (mécanique des structures, des fluides, acoustique, traitement du signal, analyse numérique, disciplines technologiques...).

Les principales notions abordées sont :

- calcul tensoriel
 - ✓ définition et propriétés élémentaires d'un tenseur
 - ✓ produit tensoriel
 - ✓ dérivation covariante (notions)
- espaces L^p
 - ✓ définition des espaces et normes L^p
 - ✓ définition et utilisation des bases hilbertiennes
- opérations sur les fonctions
 - ✓ produit de convolution
 - ✓ transformation de Fourier
 - ✓ séries de Fourier
 - ✓ transformation de Laplace ;
- distributions;
 - ✓ définitions
 - ✓ dérivation d'une distribution, formule des sauts
- équations aux dérivées partielles
 - ✓ notion de « problème bien posé »
 - ✓ classification (hyperbolique, elliptique, parabolique) et mise sous forme canonique
 - ✓ résolution : méthode de séparation des variables
 - ✓ résolution : méthode modale
- équations intégrales (introduction)
 - ✓ définitions et classification
 - ✓ présentation de quelques technique de résolution

L'évaluation sera faite sur la base d'un contrôle terminal (examen écrit de 2h)

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- de manipuler des tenseurs ;
- de maîtriser des outils mathématiques utilisés pour la résolution d'équations de la physique (distributions, Fourier, Laplace) ;
- de classer des équations aux dérivées partielles, et de les résoudre dans quelques configurations simples ;
- de maîtriser des notions mathématiques de base pour la simulation numérique.

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Mathématiques : analyse et algèbre	Code : PGE1MATH1
		15/05/2024
		Page 2/2

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Analyse mathématique et algèbre du programme de classes préparatoires scientifiques MP, PS et PSI ou licence maths/physique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- W. Rudin, Analyse réelle et complexe, Cours et exercices, 3ième édition, ed. Dunod (1987) (un peu ardu mais très complet)
- L. Gabet, Analyse. Polycopié de cours ECP 1ère année (2008/2009)
- A. Rondepierre, A. Rouchon, Introduction aux dérivées partielles. Etude théorique, cours INSA Toulouse 2ième année IC, département STPI (2012-2013)
- J.D. Logan, Applied Partial Differential Equations 3rd Edition, Springer (2015)
- D. Borthwick, Introduction to Partial Differential Equations, Springer (2016)

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Programmation numérique, analyse des données	Code : PGE1PROG
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 15

(TD : 10H (4 x 2,5 h) – TP : 5H (2 x 2,5 h))

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assignments*)

Ce cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Mathématiques et modélisation** » s'adresse aux étudiants de première année des écoles d'ingénieurs et traite de la programmation scientifique qui sert à résoudre des problèmes le plus souvent mathématiques grâce à l'utilisation d'algorithmes numériques optimisés pour les ordinateurs modernes. Le choix du langage Python est justifié par sa relative simplicité, son orientation objet et sa large utilisation en informatique.

Les principales notions abordées sont :

- Le calcul scientifique en python avec la librairie NumPy, SciPy, Pandas et représentation graphique avec la librairie Matplotlib,
- L'application des quelques algorithmes de recherche et d'optimisation,
- Le pilotage d'Excel et manipulation des données,
- Le web scraping : parsing HTML et collecte de données sur le web.

Modalités d'évaluation :

L'évaluation du module sera faite sur la base des rendus de TP.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- de faire de la programmation avec Python (Niveau intermédiaire et Avancé) ;
- d'utiliser les principales librairies de calcul scientifique dont Numpy, SciPy, Pandas et Matplotlib ;
- de faire de l'analyse de données ;
- de savoir formuler un problème concret en termes informatiques ;
- d'appliquer une réflexion algorithmique à une approche de résolution de problèmes scientifiques ;
- de récupérer directement des données depuis le web.
- de piloter Excel à partir d'un programme python et d'implémenter des techniques d'analyse sur des données en se servant de toute la puissance d'un tableur ;
- d'acquérir la rigueur et l'esprit critique nécessaire à l'ingénieur.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Avoir des connaissances sur l'algorithmique.
- Avoir déjà utilisé la syntaxe d'un langage de programmation

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Python Tutorial, <http://docs.python.org/3/tutorial/>
- Livre : *Apprendre à programmer avec Python*, Gérard Swinnen, Eyrolles (pdf gratuit sur internet : http://users.polytech.unice.fr/~helen/pythonCIP1/apprendre_python3Swinnen.pdf)
- Parcours e-learning sur e-campus pour la remise à niveau

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Science des matériaux	Code : PGE1SCMATERIAUX
		15/05/2024
		Page 1/2

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 16

(CM 7h – FOAD asynchrone 2h30 – TD 2h30 – TP 3h – CTE 1h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Ce cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Mécanique et matériaux** » constitue une introduction aux sciences des matériaux. Il aborde d'une façon générale les principaux matériaux rencontrés dans le domaine de la construction et de l'industrie. Il a pour but d'établir les liens entre la structure et les propriétés des matériaux et de comprendre le comportement microscopique et macroscopique des matériaux sous sollicitation. Le cours vise enfin à fournir des connaissances de base sur les principales techniques de caractérisation des matériaux. Les principales notions abordées sont :

- Généralités sur les matériaux (histoire, coût, cycle de vie, classes de matériaux, liaisons chimiques),
- Structure cristalline des matériaux (réseaux de Bravais, compacité, densité, défauts dans les cristaux),
- Diagrammes de phases (définitions, équilibre à deux phases, équilibre à trois phases, cas du diagramme fer-carbone, obtention des diagrammes),
- Caractérisation physico-chimique, structurale et mécanique des matériaux (diffraction des rayons X, fluorescence X, microscopie électronique à balayage, spectroscopie infrarouge, essais mécaniques),
- Spécificités des matériaux rencontrés dans le domaine de la construction (métaux et alliages, polymères, céramiques, composites, bois).

En complément des cours, la séance de TP sur la caractérisation mécanique des matériaux métalliques vise à illustrer de façon pratique le lien entre microstructure et propriétés mécaniques du matériau. Elle permet aussi de connaître de manière expérimentale les valeurs des caractéristiques principales des matériaux afin de les utiliser de façon optimale pour les constructions mécaniques ou métalliques.

Trois types d'essais sont proposés dans le cadre de ce TP :

- Essai de traction
- Essai de dureté
- Essai de résilience.

Modalités d'évaluation :

L'évaluation du module sera faite sur la base d'un contrôle terminal reposant sur les cinq parties de cours citées ci-dessus (poids 2/3 ?) et d'un rendu de TP (poids 1/3 ?).

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- Connaître les différents matériaux de construction et les situer dans le domaine des technologies de l'ingénieur ;
- Connaître les grands domaines d'application des classes de matériaux à l'échelle industrielle

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Avoir suivi les cours de physique et de chimie de niveaux des classes préparatoires, de DUT ou de licence.

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Science des matériaux	Code : PGE1SCMATERIAUX
		15/05/2024
		Page 2/2

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Michael F. Ashby, David R. H Jones. Matériaux. 1, Propriétés, applications et conception Editions Dunod, 2013
- Michel Dequatremaire, Thierry Devers. Précis des matériaux. Editions Dunod, 2012
- Michel Dupeux, Jacques Gerbaud. Exercices et problèmes de sciences des matériaux, Editions Dunod, 2010
- Michel Dupeux. Science des matériaux : aide-mémoire, Editions Dunod, 2008
- Jean Pierre Mercier, Gérald Zambelli, Wilfried Kurz. Introduction à la science des matériaux. PPUR presses polytechniques, 1999

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Ingénierie de matériaux de construction	Code : PGE1IMC
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 27,5

(CM : 7 h / FOAD A : 2h/ TD : 7,50 h/ TP : 9 h/ CTE : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Ce cours de tronc commun, de l'unité d'enseignement « **Mécanique et Matériaux** » est une introduction générale sur les matériaux de construction. Les principales notions abordées sont :

- **Chapitre I** - Introduction aux propriétés physico-chimiques des matériaux de génie civil : matériaux poreux et matériaux bitumineux
- **Chapitre II** - Les granulats : propriétés physico-chimiques et mécaniques. Utilisation dans les bétons et enrobés bitumineux.
- **Chapitre III** - Les liants hydrauliques : Ciment.
Fabrication, composition chimique et chimie de ciment. Mécanisme d'hydratation et évolution des propriétés physico-chimiques (porosité, microstructure, ...) et mécaniques.
- **Chapitre IV** - Le matériau béton : première partie : composition et propriétés.

L'enseignement de Matériaux de Construction comprend trois TP et trois TD. Les trois TP portent sur :
TP N°1 : Surface spécifique des ciments et propriétés des mortiers.

TP N°2 : Rhéologie des mortiers et consistance normalisée.

TP N°3 : Bitumes et enrobés bitumineux

Modalités d'évaluation :

L'évaluation du module sera faite sur la base d'un contrôle terminal (poids 3/5) et de la moyenne des 3 rendus de TP (poids 2/5).

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève sera capable de :

- connaître et maîtriser les propriétés de matériaux du génie civil : ciments, mortiers et bitume
- choisir ces matériaux en se basant sur : propriétés, applications et contexte normatif.

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Méthodes d'analyse physico-chimiques. Caractérisations des propriétés mécaniques des matériaux.

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- *Nouveau guide du béton et de ses constituants*, Georges Dreux, Jean Festa – Eyrolles 1998
- *Caractérisation des pâtes de ciment et des bétons*. Méthodes, Analyse, Interprétations, Véronique Baroghel-Bouny. LCPC 1994.
- *Mémento technique des granulats*, Richard Maillot - Presses Des Mines. 2001
- *NF EN197-5 : ciment – partie 5 : ciment Portland composé CEMII/C-M et ciment composé CEMVI*. Mai 2021
- *Enrobés bitumineux : tome I*, USIRF/Routes de France – Éditions RGRA, 2001
- *Enrobés bitumineux : tome II*, USIRF/Routes de France – Éditions RGRA, 2003

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Mécanique vibratoire	Code : PGE1MECAVIB
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 22,5

(CM : 6 h - FOAD : 4.5 h – TD : 10 h – CCT : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Ce cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Mécanique et matériaux** » a pour but de donner aux étudiants la démarche scientifique en physique avec des exemples dans les domaines du BTP. Les principales notions abordées sont :

- mécanique des vibrations, systèmes périodiques ;

L'évaluation sera faite sur la base d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- De maîtriser les connaissances des systèmes physiques au sein du contexte des BTP.
- De maîtriser les connaissances nécessaires à la mise en équation de ces systèmes pour réaliser leur construction.
- D'étudier le champ des possibles, des risques et des obligations des cahiers des charges relatives à la structure/projet et de l'analyse des résultats dans le contexte donné, voire dans des contextes élargis...
- D'acquérir les outils de physique et leur usage pour résoudre ces systèmes et confronter les résultats expérimentaux aux résultats de ces résolutions. Questionnement sur la validité du modèle.
- De mettre en place d'un mode de raisonnement « Ingénieur » physicien développant le sens de la limite de l'approximation et de ses conséquences.

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Admission au concours de l'ESTP/ENSAM ou admission sur titre après décision du jury ou connaissances internationales de physique au niveau L2 d'étudiants d'universités étrangères anglophones et francophones.

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- *Vibrations mécaniques et acoustiques*, P. Fleury, JP Mathieu - Paris Eyrolles, 1968
- *Dynamique et vibrations*, E. de Langre, A. Chaigne - Éditions de l'École Polytechnique, 2008
- *Mécanique vibratoire*, Del Pedro - Pahud PPUR, 1999
- *Vibrations des structures*, G. Venizelos, 2002 – Éditions Ellipses

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Mécanique des milieux continus	Code : PGE1MMC
		15/05/2024
		Page 1/2

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 33,5

(CM : 7h50 - TD : 15h - TP : 3h - FOAD : 3h- FOAD asynchrone: 3h - Évaluation : 2h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Le cours de Mécanique des Milieux Continus s'inscrit dans l'UE « **Mécanique et Matériaux** » de première année. Le cours vise à fournir les bases théoriques et les outils opérationnels pour l'analyse de la déformation linéaire et de l'état de contrainte de Cauchy dans les milieux continus. La loi de Hooke est illustrée afin de fournir aux élèves les outils analytiques nécessaires à la compréhension et notamment du comportement élastique des matériaux déformables. Le cours comprend des sessions théoriques et pratiques. Les principales thématiques abordées sont :

- **CM1 : Introduction/calcul tensoriel**

Notion des tenseurs (définition, tenseur d'ordre 2, tenseur d'ordre 3), exemple des tenseurs (symbol de Kronecker delta, et permutation, sommation d'Einstein), Inverse du tenseur, Définition des Invariants, Valeurs propres et vecteurs propres, tenseur orthogonal, notation indicielle et opération de Nabla.

- TD1 : calcul tensoriel, calcul des invariants, utilisation de l'expression indicielle,
- TD2 : exercice sur l'opérateur de Nabla, calcul de la valeur propre d'un tenseur de 2eme ordre,

- **CM2 : le milieu continu/déformations et contraintes**

Cinématique et mouvement : gradient de transformation (matrice Jacobienne), la description lagrangienne et eulérienne. petite déformation et mesures de déformation.

Concept de contrainte et contrainte de Cauchy : Équations d'équilibre et conditions aux limites. Vecteur de contrainte, contrainte normale et tangentielle, équilibre du vecteur de contrainte, contrainte principale, Cercle de Mohr en 2D,

- TD3 : analyse du mouvement lagrangienne et eulérienne, tenseur dual-vecteur de rotation, matrice de rotation, calcul du champ de déformation
- TD4 : tenseur de contrainte de Cauchy, calcul du vecteur de contrainte, calcul des contraintes principales et directions principales, expression de l'énergie de déformation à partir du champ de contrainte et de déformation

- **CM3 : loi de comportement élastique linéaire/ loi de Hooke**

Expression de l'équation d'équilibre avec le champ de contrainte de Cauchy, densité de l'énergie de déformation, relation entre les contraintes de Cauchy et les déformations-Loi de Hooke généralisée, Loi de Hooke pour les matériaux isotropes, paramètres des matériaux-Module de Young, coefficient de Poisson, coefficient de Lamé, équation de Navier-Stokes pour le solide.

- TD5 : compréhension du Cercle de Mohr en 2D, et application pour calculer les contraintes principales et les cisaillements maximaux.
- TD6 : établir les équations d'équilibre, application de l'équation de Navier-Stokes pour le solide pour analyser une structure et calculer ses déplacements suivis.
- TD7 : traiter les cas particuliers –contrainte plane, déformation plane, analyse de l'état contrainte au delà de la limite élastique avec les critères de Tresca et de von-Mise.

- **TP1 : Réalisation des essais mécaniques au Laboratoire de RDM et Structure**

Une séance de 3h de TP est prévue vers la fin du cours théorique. Grâce à une approche combinant simulation numérique(RDM6 & Solidworks/Ansys) et expérimentation, les élèves peuvent mettre en évidence des problématiques abordées en cours et en travaux dirigés. Les élèves vont réaliser les essais mécaniques, notamment, la traction et la torsion, au Laboratoire de RDM et Structure. Dans leur rapport, un calcul théorique est demandé, il est confronté aux résultats expérimentaux et de simulation numérique.

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Mécanique des milieux continus	Code : PGE1MMC
		15/05/2024
		Page 2/2

L'évaluation finale de la partie théorique sera faite sur la base d'un examen final.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- d'analyser les champs de déplacements et de déformation à partir de la relation cinématique,
- d'évaluer les états de contrainte pour les matériaux isotropes et d'identifier leurs principales caractéristiques,
- d'appliquer la théorie des contraintes et des déformations dans la modélisation numérique des matériaux isotropes et élastiques ainsi que les essais expérimentaux

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Notions de base de calcul vectoriel (opérations élémentaires, gradient, divergence, valeurs propres, ...); calcul de dérivées et intégrales simples; solution d'équations différentielles aux dérivées ordinaires à coefficients constants.
- Cours de physique, cours de mathématiques niveau licence, DUT ou école préparatoire.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- J. Salençon, Mécanique des milieux continus, tomes I à III. Les Éditions de l'École Polytechnique, 2002
- P. Germain, P. Muller, Introduction à la mécanique des milieux continus, Masson, 1995
- F. Frey, Analyse des structures et milieux continus - Mécanique des solides, Traité de Génie civil de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (Volume 3), 2e édition, Presse Polytechniques et Universitaires Romandes, 2002

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Conception Technique des ouvrages & Eurocodes	Code : PGE1TECHCONCEPT
		15/05/2024
		Page 1/2

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 26,5

Cours : 12 h - TD :12,5 h (5 séances) – CT : 2 h

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course Description and Assignments)*

Ce cours a pour objectif de former des ingénieurs ayant une connaissance théorique suffisante des techniques générales de construction pour s'intégrer aisément dans la vie professionnelle, que ce soit en maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, entreprise ou contrôle technique.

Contenu du cours magistral :

- 3h : CM1 : Conception des Structures à travers les Eurocodes – Principes fondamentaux, définition des actions et base de dimensionnement dans les Eurocodes
- 3h : CM2 : Terminologie du gros œuvre — Systèmes constructifs – Choix Structuraux : Construction sur site et hors site : voiles, poteaux, poutres, planchers – Construction en maçonnerie
- 3h : CM3 : Principaux Eléments structurels d'un bâtiment : Voiles, Poteaux, Poutres, Planchers – Caractéristiques, Rôles, Repères normatifs, Modes constructif
- 3h : CM4 : Techniques constructives pour les de fondations et et de soutènement

L'étude de cas se basera sur un projet réel, de taille raisonnable, et traitera des différentes parties ci-dessous :

- 2.5h : TD1 - Eurocodes : Trouver la bonne ressource Documentaires : à partir du portail d'accès bibliothèque ESTP
- 2.5h : TD 2 - La descente de charge- Etude du transfert des charges verticales et horizontales dans un bâtiment (Noté)
- 2.5h : TD3 - Choix de structure : Systèmes voiles porteurs ou poteaux-poutres
- 2.5h : TD4 – La Préfabrication dans le bâtiment
- 2.5h : TD5- Principe de calcul des pieux

Acquis d'apprentissage visés : (Learning Outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement l'élève sera capable d'identifier les composants (gros-œuvre) d'un bâtiment, les nommer et les décrire.

Il maîtrisera le comportement des structures : stabilité, descente des charges, contreventement.

Il saura faire des choix de composants et systèmes constructifs adaptés au projet à son environnement.

Compétences requises *(Prerequisites)*

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Conception Technique des ouvrages & Eurocodes	Code : PGE1TECHCONCEPT
		15/05/2024
		Page 2/2

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- NEUFERT - Éditions Le Moniteur
- *La construction comment ça marche, Le Moniteur, 2018*
- *Collection Memento du Moniteur*
- *Vidéos du site internet de l'Agence Qualité de la Construction*

Eurocodes

- Version législative : Site : Cobaz (Normes AFNOR, NF, ISO...)
- Version explicitée : Site de Kheox pour les réglementations, les normes, et leur décryptage ou Batipédia (Référentiel Réglementaire et Technique) via la bibliothèque de l'ESTP

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Aménagement et réseaux divers	Code : PGE1VRD
		15/05/2024
		Page 1/2

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 22

(CM : 15 h – TD : 5 h - ECT : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assignments*)

Le cours d'aménagement et réseaux divers se divise en 2 grandes parties :

Partie 1 : Les travaux de terrassement (10h30, 3 séances de 3h30)

- **Les caractéristiques des différents types de terrassement (déblais, remblais).**
 - ✓ Séance 1 : Géométrie voirie (PL, PT...)
- **Le tracé des plateformes de terrassement**
 - ✓ Séance 1 : Tracé routier (principaux éléments et réglementations)
 - ✓ Séance 1 : Structures de voiries (coupe type et fonctionnement structurel)
- **La création d'un tableau de cubatures de terrassement**
 - ✓ Séance 2 : Rappel des principes de topographie appliquée aux travaux routiers
 - ✓ Séance 2 : Interprétation d'un tableau de cubatures
- **Les mouvements de terres entre les zones de remblais et de déblais**
 - ✓ Séance 2 : Principes des mouvements de terres
 - ✓ Séance 2 : Environnement et matériaux
- **Le choix des engins de terrassement et la réalisation d'un projet complet**
 - ✓ Séance 3 : Etude du GTR (4 chapitres)

Partie 2 : Les voiries et réseaux divers (10h30, 3 séances de 3h30)

- Les techniques et méthodes réalisation des voiries
- Les techniques et méthodes réalisation des réseaux d'assainissement
- Les techniques et méthodes réalisation des réseaux d'alimentation en eau potable
- Les techniques et méthodes réalisation et des réseaux divers

L'évaluation sera faite sur la base d'une note de contrôle terminal

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [1] Examiner les différentes caractéristiques des déblais, des remblais et des plateformes de terrassement.
- [1] Faire un tableau de cubatures.
- [5] Argumenter le choix d'un atelier de terrassement en fonction d'un projet
- [2] Dédire le choix des différents engins dans un chantier de terrassement
- [4] Concevoir les réseaux d'alimentation en eau potable (captages, réseau d'adduction, réservoirs, etc.)
- [4] Concevoir les réseaux d'assainissement (conception, composition, calculs de débits des eaux pluviales et des eaux usées)
- [1] Identifier les autres réseaux (distribution électrique, distribution de gaz, réseau de chauffage, télécommunications, pose de câbles optiques) et leurs cohabitations.
- [4] Adapter les règles de sécurité requises lors de l'implantation et de l'utilisation des réseaux et des retracements

Compétences requises (*Prerequisites*)

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Aménagement et réseaux divers	Code : PGE1VRD
		15/05/2024
		Page 2/2

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Guide des terrassements routiers
- Manuels d'enseignements à distance « Voirie et Réseaux divers », de Adriana MIRI,
- Guides pratiques et Techniques de SETRA sur les V.R.D.,
- Mise en disposition des présentations des cours,
- Logiciel Geomensura

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 24

Cours : 12h - TD : 10h - ECT : 2h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assignments*)

Le cours de thermodynamique appliquée, cours de tronc commun, de l'unité d'enseignement « **Sciences et méthodes de l'ingénieur** » aborde les grands principes de l'énergétique.

- Cours 1 : Grandeurs thermodynamiques et unité de mesure, Chaleur, Travail, Energie interne, Enthalpie ; **Premier principe pour les systèmes ouverts et pour les systèmes fermés**, Premier principe pour les gaz idéaux ; **Second principe**, entropie, cycles frigorifiques et moteurs, **cycle de Carnot**, rendement et coefficient de performance, **l'entropie, principe d'accroissement, réversibilité et irréversibilités**.
- TD1 : Application du premier et du deuxième principe
- Cours 2 : Le changement de phase : les gaz. Règle de Gibbs, propriétés des vapeurs saturées. **Grandeurs psychrométriques ; transformations de l'air humide** : chauffage simple, refroidissement simple, refroidissement et déshumidification, humidification adiabatique et par introduction de vapeur, mélange adiabatique. **Conditionnement de l'air dans une centrale de traitement de l'air**
- TD2 : Application des grandeurs psychrométriques et des transformations de l'air humide.
- TD3 : Application du conditionnement de l'air dans une CTA, cas été et cas hiver
- Cours 3 : **Bilans d'énergie et de masse** pour le calcul de la **demande d'énergie dans un bâtiment**, chaleur sensible et latente des occupants, les apports internes des équipements, les conditions extérieurs, la ventilation et les infiltrations d'air.
- TD4 : application des bilans d'énergie et de masse dans le bâtiment ; détermination de la température et du débit d'air insufflé par un système de ventilation.

L'élève ingénieur sera évalué par un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- d'interpréter les principes relatifs à la thermodynamique appliquée, les cycles moteur et récepteur de Carnot, le dimensionnement des éléments d'une centrale de traitement de l'air ;
- d'analyser les systèmes énergétiques ;
- d'appliquer des bilans d'énergie et de masse pour calculer de la demande d'énergie dans le bâtiment.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Mathématiques de l'ingénieur 1

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Yunus-A Cengel, Michael-A Boles : Thermodynamique - Une approche pragmatique
- Renaud Giquel : Systèmes énergétiques.: Tome 1. Méthodologie d'analyse, bases de thermodynamique, composants ; Transvalor - Presses des mines – 2009

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Énergie des systèmes électriques	Code : PGE1ELEC1
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 28 h

Cours : 9 h - FOAD : 3,5 h - TD : 5 h - TP : 9 h - Évaluation : 1,5 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assignments*)

Le cours d'Energie des Systèmes Electriques, cours de tronc commun, de l'unité d'enseignement « **Sciences et techniques de la construction** » aborde les grands principes de l'électricité et l'électrotechnique, les principes de fonctionnement des transformateurs et machines électriques :

- **Cours 1** : Notions fondamentales (lois fondamentales, loi en alternatif, puissance et énergie électrique...)
- **TP1** : Transformateur de puissance. (Caractéristiques, bilan de puissance)
- **Cours 2** : Principe de la distribution de l'énergie électrique (transformateurs de puissance, réseaux électriques)
- **TP2**: Panneaux et systèmes *photovoltaïques*. (Caractéristiques et bilan de puissance et dimensionnement d'une installation photovoltaïque)
- **Cours 3** : Machines électriques (généralités sur les machines, les convertisseurs, bilans de puissance...).
- **TP3** : Energie Eolienne. (Caractéristiques, bilan de puissance et dimensionnement d'un parc d'éoliennes)

L'élève ingénieur sera évalué par une note de TP et lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- Décrire les grands principes de l'électricité et l'électrotechnique
- Proposer les équipements électriques adéquats
- Etablir des schémas électriques
- Calculer /dimensionner un réseau électrique
- Déterminer une installation électrique dans un bâtiment.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Analyse et algèbre

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- *Principes d'électrotechnique* (Dunod)
- *Électrotechnique* de Théodore Wildi

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Leadership & communication / Portfolio	Code : PGE1LEADER1
		16/05/2024
		Page 1/3

LEADERSHIP & COMMUNICATION

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures :15,5

(CM : 1,5 h - FOAD A : 1,5 h ; TD :10 h ; EPJ : 2,5 h)

Cours « Leadership et Techniques de Communication managériale » de 1^{ère} année :

« La communication dans un groupe-projet »

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le parcours Leadership et communication, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « Communication et projet professionnel » aborde l'ensemble des soft skills :

- Décoder son propre mode de fonctionnement en mode-projet et progresser
- Disposer d'une méthodologie d'intelligence collective
- Profil communicationnel

Philippe Denoun (INIP conseil) et son équipe (coachs, éditeurs, metteur en scène, plasticien, ingénieur, RH, ...)

L'évaluation des acquis d'apprentissage visés se fera lors des travaux pratiques et des sessions de soutenance

Contrôle des connaissances

Critères de la notation :

- Qualité des livrables (map mind, cahier de bord, montage et argumentaire écrit, video, note d'intention, ...)
- participation active, facilitation managériale vers la consolidation d'équipe, progression personnelle (lucidité, propositions, ...) pondérés par la performance finale (prime aux groupes lauréats)

Pré-requis

Souhaiter prendre le risque d'un travail collectif.

S'intéresser au contexte et à l'accompagnement d'une décision

« Être professionnel, c'est être plusieurs » : comprendre que la légitimité de l'ingénieur se conquiert aussi par sa capacité à s'engager dans un groupe de travail et œuvrer à son aboutissement.

Acquis d'apprentissage (*Learning Outcomes*)

Théoriques

- Comprendre les modalités de la décision (processus légitimant) et de la représentation d'un groupe (mandat, contenu, statut, styles).
- Identifier les typologies de style managérial engagées dans le projet
- Disposer des critères d'une efficace et impactante présentation de projet

Pratiques

Savoir piloter (ou animer, participer à) un projet d'équipe :

En mode participatif grand groupe : Ecouter, proposer, reformuler, délég

En mode projet :

Conceptualiser une offre, une proposition, une expérience

Organiser le travail collectif

Animer et participer à séance de créativité

	Fiche module – Ingénieur PGE S5 - Leadership & communication / Portfolio	Code : PGE1LEADER1
		16/05/2024
		Page 2/3

Rédiger un compte-rendu d'avancée, rapport d'étonnement, chronique-projet
 Décider, arbitrer
 Mettre en scène un « rendu »
 « Pitcher » un projet complexe en 11 minutes devant un jury hétérogène
 Gérer des situations concurrentielles d'évaluation

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Guyette Lyr, *La mise en scène de soi*, Editions d'organisation
- François Dupuy, *Lost in management*, Editions du Seuil
- Bertrand Perier, *La parole est un sport de combat*, Lattès 2017
- E. Marc et D. Picard, *Relations et communications interpersonnelles*, Dunod 2015
- Marshall B. Rosenberg, *Les mots sont des fenêtres (ou bien ce sont des murs)*, Ed. La découverte, 2004

Support de cours

Production visuelle des étudiants.
 Un photocopié-mémo de synthèse
 Dispositif blended learning : sondages, tests, capsules video, etc...

PORTFOLIO SOFT SKILLS

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 4h

(Cours : 1,5 h - Projet : 2,5 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le parcours consiste à accompagner les élèves ingénieurs dans leur insertion professionnelle et dans l'acquisition de compétences managériales. L'enjeu, pour les élèves, est d'adopter une posture réflexive par le recours à l'expression écrite et par la prise de parole en public, et ce, à travers plusieurs thématiques :

- Incarner une posture d'ingénieur communicant et leader
- Organiser son insertion professionnelle
- Adopter une posture d'ingénieur éthique et responsable
- Devenir un ingénieur ouvert sur le monde du XXIème siècle

L'évaluation sera réalisée sous la forme d'un Portfolio Soft Skills : il s'agit d'une **collection ordonnée et progressive de comptes rendus** (ou *retours d'expérience*) à travers lesquels chaque étudiant, de façon sincère et transparente, décrit et analyse les expériences qu'il a personnellement vécues au cours du semestre écoulé.

Le PSS est constitué de 4 volets autour de 4 angles spécifiques :

- 1. LEADERSHIP ET COMMUNICATION**
- 2. PROFESSIONNALISATION**
- 3. ÉTHIQUE ET RESPONSABILITÉ**
- 4. NOUVEAUX HORIZONS**

Acquis d'apprentissage (*Learning Outcomes*)

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- Rendre compte à l'écrit et à l'oral, de façon impactante, de ses expériences
- Mettre en œuvre son insertion professionnelle
- Capable d'identifier ses responsabilités éthiques
- Développer ses soft skills à un niveau individuel et managérial

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Expression écrite – niveau courant
- Connaissance de l'environnement professionnel de l'ingénieur

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- *Le défi des soft skills* – J.Lamri, M. Barabel, O. Meier, T. Lubart, éditions Dunod, 2022

Langue d'enseignement : Anglais

Nombre d'heures : 30

(Cours : 28 h – Evaluation : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Interactifs, les enseignements en anglais mettent l'accent sur l'acquisition de **cinq compétences** : expression orale en continu, expression orale en interaction, expression écrite, compréhension orale et compréhension écrite.

- Initiation à l'anglais professionnel par l'étude de textes techniques, rédaction de CV et de lettres de motivation
- Sujets avec contenus transversaux (construction générale, villes du futur)
- Rédaction de textes (anglais général)
- Révision des éléments de la langue anglaise (prononciation, grammaire, vocabulaire général et professionnel, compréhension et expression orale, lecture, rédaction...) par la participation aux activités en groupe
- Résumé écrit ou oral d'un passage de compréhension orale
- Rédaction d'un courriel informel
- Initiation au « TOEIC Listening & Reading »
- Techniques de présentation, prise de parole en public
- Présentation orale d'un sujet général
- Introduction à la communication interculturelle
- Discussions autour d'un sujet d'actualité ou de culture générale
- Analyse des supports vidéos et audio suivie de débats
- Travail en binôme et en sous-groupe

L'évaluation sera réalisée lors de contrôles continus et lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- [3] S'exprimer correctement à l'oral
- [3] Produire des écrits professionnels en anglais
- [3] Développer un niveau linguistique minimal selon les critères CECRL (cadre européen commun de référence pour les langues) et selon son groupe de niveau à l'ESTP Paris (niveaux A1/A2 à B2/C1)

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Niveau B1. Cependant, certains élèves sont admis avec un niveau inférieur.
- Les élèves sont regroupés par niveaux (A1/A2 à B2/C1) dans des cours à effectifs restreints.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Materials*)

- Outils pédagogiques variés : documents écrits, documents audio, vidéos, supports numériques, licences Global Exam (groupes de niveau A1/A2).

Formation ingénieur ESTP sous statut étudiant

Semestre 6

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Comptabilité générale	Code : PGE1COMPTAGENE
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 15h30

(CM : 9h TD : 5h ECT : 1h30)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

La comptabilité générale, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Management et Innovation** », aborde les grands principes suivants :

- objectifs de la comptabilité générale,
- l'entreprise, son environnement et son organisation comptable,
- la construction des documents de synthèse : compte de résultat et bilan,
- les notions liées à la TVA,
- les immobilisations et les amortissements,
- une introduction à l'analyse des informations comptables.

L'évaluation sera faite en cours de formation sous forme de QCM et lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage *(Learning outcomes)*

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- d'analyser et de comprendre les documents de synthèse ;
- de compléter l'analyse par le suivi de la trésorerie ;
- de comprendre les conséquences des opérations comptables simples en utilisant la notion de flux ;
- d'analyser et de construire un bilan et un compte de résultat.

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Économie d'entreprise

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- Caroline SELMER, La boîte à outils de la finance d'entreprise, 4ème édition, éditions Dunod, 2023
- Béatrice et Francis GRANDGUILLOT, Comptabilité générale, 22ème édition, Collection mémentos Apprendre utile, Editions Gualino, 2022/2023

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Droit du travail	Code : PGEDROITTRAVAIL 15/05/2024 Page 1/1
---	---	---

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 10h

(CM: 9 h ; ECT : 1h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Le Droit du travail, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Management et innovation** », aborde les aspects principaux de la législation sociale, au travers de la « vie » du contrat de travail.

- À l'origine du contrat de travail: la hiérarchie des normes, le recrutement
- La relation individuelle de travail: le contrat de travail, focus sur les clauses spécifiques du contrat de travail
- Les relations collectives de travail: les instances représentatives du personnel, le statut particulier du salarié protégé
- L'accompagnement du collaborateur : le développement du collaborateur, le droit disciplinaire
- La rupture du contrat de travail: les modes de rupture du contrat de travail, le licenciement du salarié protégé.

L'évaluation des acquis d'apprentissages visés se fera lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (Learning outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de:
- [1] Décrire les règles encadrant les différents contrats de travail
- [2] Expliquer la vie et la rupture du contrat de travail
- [4] Analyser les égalités professionnelles, les discriminations et le harcèlement au travail.

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Aucun.

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Organisation et pilotage	Code : PGE1ORGACHANTIER
		15/05/2024
		Page 1/2

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 20h

(CM : 10h - Projet : 10h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

L'objectif du cours est de fournir les premières clés de compréhension du fonctionnement d'un chantier et du démarrage d'une opération de construction. Notions abordées :

- Les formalités nécessaires au démarrage des travaux : (Affichage, documents types...)
- Les grandes étapes d'installation de chantier.
- Le dimensionnement des 3M (Moyens humains, matériels, Matériaux)
- La composition d'une équipe sur un chantier et les caractéristiques de la main d'œuvre productive (catégories, compétences, choix, coût)
- La réalisation des différents types de planning (Gantt, Chemin de Fer...).
- Les paramètres de dimensionnement d'une installation de chantier. Notions de logistique de chantier
- Les caractéristiques, choix et autorisations nécessaires des engins de levage.
- Les caractéristiques et le choix du matériel de sécurité
- Les documents réglementaires nécessaires à la phase d'installation de chantier
- Les méthodes de communication et de suivi sur le chantier

L'évaluation sera faite sur la base d'un projet (cas réel) comprenant :

- La définition des besoins en main d'œuvre & le dimensionnement de la Base Vie
- La réalisation d'un planning sur un logiciel
- La réalisation d'un PIC

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [1] Identifier les modes constructifs,
- [2] Déduire les moyens humains
- [3] Décider des modes opératoires,
- [1] Identifier les tâches et les prioriser
- [3] Choisir un engin de levage & justifier les caractéristiques
- [3] Concevoir un plan d'installation de chantier PIC
- [1] Identifier les documents administratifs préalables à l'ouverture d'un chantier
- [1] Appliquer les règles de sécurité

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Le cours Acteurs de la construction-Terminologie (S05)
- Le cours de SST 1 – (cours au même semestre à suivre en parallèle)^{1 - 2}

¹ Les cours d'introduction au Management de projet (pas possible car au S07 ?)

² Les cours d'introduction au Management de projet (ne peut être un prérequis car au S07.2 ?)

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Organisation et pilotage	Code : PGE1ORGACHANTIER
		15/05/2024
		Page 2/2

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Ressources de la bibliothèque de l'ESTP
- Mise en disposition des présentations projetées lors de soutenances des cours, (Mise à disposition des corrigés des travaux pratiques réalisés).
- Utilisation du décret du 8 janvier 1965 et des Conventions Collectives des salariés du BTP.
- Utilisation des logiciels Revit et Openproj MicrosoftProject, et/ou autre logiciel de planification.

Langue d'enseignement (*Teaching language*) : Français

Nombre d'heures (*Number of hours*) : 8h

CM: 6h E-learning: 1h30 Evaluation: 0,5h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Ce premier module de Santé et Sécurité au travail traitera des risques sur les chantiers:

I. Analyser le travail

- 1.1 Connaître l'OPPBTP et les outils à leur disposition.
- 1.2. Acquisition du concept du Mécanisme d'Apparition du Dommage
- 1.3. Introduction aux notions d'évaluation des risques.
- 1.4. Présentation du Danger Grave et Imminent: Devoir d'alerte et droit de retrait.

II. Les Principes Généraux de Prévention

- 1.1. Connaître les principes généraux de la prévention et leur origine réglementaire.
- 1.2. Mettre en œuvre une logique de choix de solution en utilisant les principes généraux de prévention

III. L'évaluation des risques

- 3.1. Le Document Unique d'évaluation des risques et son plan d'actions
- 3.2. L'analyse des risques chantiers : les risques propres, importés, exportés

Parcours e-learning : Perspective Chantier (1h30)

L'élève ingénieur sera évalué par un contrôle terminal sous forme de : QCM (75 % de la note) et par le suivi de module en ligne (25 % de la note).

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [3] Analyser le travail pour mieux appréhender les solutions de prévention à mettre en place
Connaître le vocabulaire de la prévention
Enoncer son futur rôle en prévention en entreprise
Mesurer l'évolution de la prévention dans le BTP
- [2] Reconnaître dans l'entreprise les enjeux humains, sociaux, économiques et juridiques de la SST en participant à l'observation de la santé dans l'entreprise, en se référant au cadre réglementaire et normatif qui s'applique à l'entreprise et en communiquant avec les acteurs de prévention internes et externes.
- [3] Utiliser /Intégrer la S&ST dans la gestion de ses activités et la conduite de projets en identifiant les dangers et les situations de travail dangereuses existantes et futures, en évaluant les risques d'accidents et d'atteintes à la santé et en supprimant et réduisant les risques.

Compétences requises (*Prerequisites*)

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- e-campus : modules en ligne
- <https://www.preventionbtp.fr>
- INRS - Aide-mémoire BTP Edition 790 (fournis aux élèves sous format électronique), support de cours.

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Design Thinking & Innovation	Code : PJE1PJDESIGN
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 6h

(Projet : 6h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Le projet Design thinking & innovation, entre dans le cadre des enseignements de l'UE « **Management et innovation** ». Il permet aux élèves ingénieurs de l'ESTP Paris de s'initier à une démarche d'innovation d'origine californienne qui consiste à s'inspirer du mode de pensée des designers pour innover dans tous les domaines. C'est une approche où tout est concentré sur l'action, la mise en œuvre opérationnelle et le test des idées, dans le but d'apporter la meilleure valeur possible aux utilisateurs.

Afin de familiariser les élèves-ingénieurs à la 1^{ère} étape du processus de Design Thinking, une compétition d'idéation est organisée qui implique tous les élèves ingénieurs de 1^{ère} année. Des professionnels sont mobilisés afin d'accompagner les étudiants dans ce processus d'idéation et évaluer l'intérêt des solutions présentées et qui doivent répondre à des besoins du secteur de la Construction.

- conférence sur le pitch
- présentation du challenge,
- travail en groupe : recherche d'une solution à présenter, esquisse de prototypage et préparation du pitch,
- entraînement au pitch,
- soutenance orale devant un jury,
- attribution des prix et conclusion de l'événement.

L'évaluation (contrôle terminal) est portée par le pitch du groupe, noté par le jury de professionnels.

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- de maîtriser le vocabulaire et les bonnes pratiques en matière de Design Thinking,
- de développer sa créativité et sa capacité à innover,
- d'analyser les besoins des utilisateurs pour concevoir un produit ou un service adapté,
- de mener des ateliers de brainstorming en équipe,
- d'intégrer la démarche de Design Thinking dans ses projets professionnels.

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Enseignements de Management & Société et projets.

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- *L'esprit du Design Thinking*, Michael Lewrick
- *Le Design Thinking au service de l'innovation responsable*, Xavier Pavie

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Analyse numérique	Code : PGEN1ANANUM
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 28,5h

(CM : 9 h - FOAD : 2,5h ; TD :10 h ; TP : 5 h ; Evaluation : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assignments*)

L'analyse numérique, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Mathématiques et modélisation** » est une discipline carrefour entre les sciences de l'ingénieur, les mathématiques et l'informatique. Elle modélise les problèmes physiques pour les traduire en équations mathématiques qui vont être traitées numériquement pour être résolues par le biais de l'informatique. Ce cours aborde les notions suivantes :

- Approximation polynomiale,
- Intégration numérique,
- Analyse numérique matricielle,
- Résolution numérique d'équations différentielles,
- Résolution numérique des équations aux dérivées partielles.

L'évaluation sera faite sur la base d'un contrôle terminal et de la moyenne des comptes rendus de TP.

Acquis d'apprentissage visés : (Learning outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de:
- [1] Citer les méthodes de base de l'analyse numérique et choisir la méthode à mettre en œuvre en fonction du phénomène modélisé. Justifier de ce choix
- [3] Produire les schémas de résolution mathématiques avec une bonne estimation de l'erreur
- [3] Pratiquer les méthodes numériques et les implémenter dans logiciel de calcul (Python ou Matlab)
- [4] Analyser les algorithmes représentatifs en matière de résolution numérique par ordinateur de problèmes scientifiques ou techniques
- [4] Analyser, tester, critiquer les résultats d'un calcul numérique.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Les cours de mathématiques des classes préparatoires et les cours de programmation numérique et analyse des données.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- *Analyse numérique matricielle*, Luca Amodéi, Jean-Pierre Dedieu, Coll. ScienceSup, Dunod
- *Introduction à l'analyse numérique*, Jacques Rappaz, Marco Picasso, PPUR (avec MOOC)
- *Introduction à l'analyse numérique et matricielle et à l'optimisation*, Philippe G. Ciarlet Coll. ScienceSup, Dunod

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Projet de modélisation numérique	Code :
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 19

(CM :1,5 h – Projet :15 h – Evaluation : 2,5 h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Le projet numérique rentre dans le cadre des enseignements de l'UE « **Mathématiques et modélisation** » de première année. Il permet aux élèves ingénieurs de l'ESTP de s'initier à la modélisation numérique à travers un projet lié au domaine de la construction et en utilisant un logiciel de programmation. Le résultat de la modélisation sera restitué aussi bien à l'oral qu'à l'écrit, le tout dans une dynamique de groupe.

Les principales thématiques abordées sont :

- La veille technologique et les avancées technologiques dans un domaine donné
- La formulation mathématique des phénomènes physiques
- La modélisation des phénomènes physiques au moyen d'une méthode numérique
- La mise en œuvre numérique et variation des paramètres.

L'évaluation sera faite sur la base d'une soutenance de projet en sous-groupe de travail.

Acquis d'apprentissage visés : (Learning Outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [3] Utiliser les méthodes de base de l'analyse numérique pour modéliser un phénomène physique
- [4] Analyser le phénomène physique
- [3] Développer des algorithmes pour modéliser le phénomène physique analysé
- [3] Produire des livrables professionnels (exposé oral, vidéo, ppt, poster, rapport écrit)
- [3] Développer des capacités d'apprentissage et d'adaptation pour résoudre des problématiques
- [3] Développer une dynamique de groupe tout en développant les compétences personnelles
- [4] Analyser la qualité et la pertinence du travail réalisé ou de la démarche scientifique proposée.

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Connaissances de base en science des matériaux, en mécanique du solide, en programmation numérique et en mathématiques niveau licence, DUT ou école préparatoire.
- Cours de mathématiques niveau Licence, DUT ou école préparatoire.
- Cours d'analyse numérique.
- Enseignement du semestre 5.

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning Material)*

- Ressources bibliothèque ESTP et ressources W.

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Probabilités et statistiques	Code : PGE1MATH2
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 27h30

(CM : 12 h ; FOAD : 1 h ; TD : 12,5 h ; ECT : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Ce cours rentre dans l'unité d'enseignement « **Mathématiques et modélisation** » et se divise en deux parties.

Une première partie « Probabilités » qui étudie la modélisation des variables aléatoires et une deuxième partie « Statistiques » qui permet de faire de la modélisation de situations aléatoires.

Les principales notions abordées sont :

- Rappels d'axiomatique (Probabilités composées, totales, Bayes, Initiation aux processus aléatoires ;
- Variables aléatoires (Discrètes, continues, uni et multidimensionnelles) ;
- Présentation des lois fondamentales et des lois conditionnelles et indépendances des variables aléatoires ;
- Fonctions de variables aléatoires et paramètres représentatifs des variables aléatoires ;
- Loi normale ;
- Contenu et objet de la statistique ;
- Problématique de la statistique ;
- Estimation statistique ;
- Techniques de construction des estimateurs ponctuels.

L'évaluation sera faite sur la base d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- D'expliciter la loi d'une variable aléatoire discrète et continue ;
- De reconnaître les lois fondamentales et utiliser leurs propriétés (loi normale exclue) ;
- De calculer les lois marginales et savoir vérifier l'indépendance entre deux variables aléatoires ;
- D'appliquer le théorème de la mesure image ;
- De calculer une espérance conditionnelle et savoir appliquer le théorème de l'espérance totale ;
- De calculer covariance et coefficient de corrélation pour un couple de variables aléatoires ;
- De savoir utiliser les propriétés de la loi normale et sa fonction caractéristique ;
- D'utiliser la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite ;
- De déterminer la loi de la moyenne des observations ;
- De maîtriser les applications et les limites de la statistique ;
- De mettre en œuvre une estimation ponctuelle, une estimation par intervalle de confiance et un test statistique paramétrique (ou non).

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Niveau en mathématiques conforme à ce qui peut être attendu à l'issue des classes préparatoires aux grandes écoles et Licences.

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- Cours de probabilités (en ligne) – Sylvie Meleard – Ecole Polytechnique
- *Exercices de probabilités et statistiques* – J.P. Rowencyk et Thérèse Phan – Dunod
- Exercices de probabilités (en ligne) – Benjamin Jourdain– École Nationale des Ponts et Chaussées

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Traitement numérique du signal	Code : PGE1TNSI
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 15h

(CM: 3 h ; FOAD asynchrone : 1 h ; FOAD: 1h ; TP: 10 h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Ce cours rentre dans l'unité d'enseignement « **Mathématiques et modélisation** » et traite de la science qui analyse et interprète les informations contenues dans un signal. Face à la masse des signaux qu'il est nécessaire de traiter, souvent en temps réel, il devient impératif que les ingénieurs, tous domaines confondus, puissent maîtriser aussi bien la caractérisation d'un signal dans le domaine temporel et fréquentiel, le codage du signal ainsi que les méthodes permettant d'élaborer des modèles mathématiques qui seront alors utilisés dans la modélisation numérique du signal. L'étudiant sera capable de modéliser l'évolution des valeurs d'un signal au cours du temps dans le but d'interpréter les signaux afin d'en extraire un maximum d'informations utiles sur un signal.

Les principales notions abordées sont :

- Les différents types de signaux et leur classification
- Notions d'utilisation du logiciel utilisé
- Analyse spectrale et analyse de Fourier
- La représentation fréquentielle d'un signal
- La numérisation des signaux
- Le filtrage des signaux
- L'échantillonnage des signaux.

L'évaluation sera faite sur la base de la note des comptes rendus de TP.

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de:

- [2] Reconnaître les différents types de signaux
- [3] Expliquer les caractéristiques un signal (spectre, filtrage, numérisation)
- [3] Utiliser quelques techniques numériques de traitement du signal
- [3] Utiliser un logiciel pour faire du traitement de signal.

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Calcul intégral.
- Maîtrise de l'outil informatique.
- Manipulation des nombres complexes.

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- Polycopié de TP.
- Polycopié de cours.
- Guy Binet: *Traitement numérique du signal - Signaux et systèmes discrets*. Ellipses, 2013

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Modélisation paramétrique de projet et BIM	Code : PGE1BIM1
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 19h

(CM : 1h30 - Projet : 17h30)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

La modélisation paramétrique de projet et BIM est un module de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Mathématiques et modélisation** ». Il permet aux élèves de prendre connaissance des évolutions numériques dans le domaine du BTP en leur présentant le BIM comme un outil de travail collaboratif permettant de concevoir des modèles en intégrant la donnée.

Les notions principales abordées durant ce cours sont :

- Introduction au BIM et
- Principe de modélisation ;
- Gestion des données de la maquette numérique ;
- Prise en main de l'outil numérique REVIT (niveaux, modélisation de l'enveloppe du bâtiment, des sols, murs, poteaux/poutres...) ;
- Principes des coupes, sections, escaliers ;
- Géoréférencement des projets,
- Modélisation paramétrique d'une famille et intégration dans le projet,
- Préparation des rendus et mise en forme.

L'évaluation sera faite sur la base d'un projet en groupe.

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- De modéliser un bâtiment et l'intégrer dans son site ;
- De comprendre le principe du géoréférencement ;
- D'utiliser les fonctions principales de modélisation REVIT ;
- De réaliser un import/export d'informations liées aux objets REVIT ;
- De travailler en groupe sur un projet BIM en utilisant une plateforme collaborative BIM360 ;
- De produire, à partir d'une maquette 3D, une liste des livrables tels que des plans de coupe et des tableaux de nomenclature.

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Des notions sur les étapes d'un projet de construction et les éléments architecturaux & structurels d'un bâtiment.

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- Ressources Internet
- Ressources de la bibliothèque de l'ESTP Paris

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Mécanique des fluides et hydraulique	Code : PGE1MECAFLU
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 30,5

(CM: 12 h ; FOAD asynchrone : 1.5h ; FOAD: 1,5h; TD: 7,5h h ; TP: 6 h - Evaluation: 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course Description and Assignments)*

La mécanique des fluides est une science qui rentre dans l'unité d'enseignement « **Mécanique et structures** » et qui permet aux étudiants d'acquérir les connaissances fondamentales sur la caractérisation des fluides et la résolution des équations d'écoulement des fluides.

Les principales notions abordées sont :

- La mécanique des fluides incompressibles
- L'hydraulique appliquée.

L'évaluation sera faite sur la base d'un contrôle terminal et de la moyenne des comptes rendus de TP.

Acquis d'apprentissage visés : (Learning Outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- Savoir caractériser un fluide / hydrocinématique (approches lagrangienne et eulérienne, ligne de courant, trajectoire, vitesse, accélération (dérivée particulaire)) ;
- Connaître les principes fondamentaux en mécanique des fluides :
 - ✓ conservation de la masse ;
 - ✓ conservation de la quantité de mouvement (Navier & Stokes et ses déclinaisons : Euler, etc.).
- Savoir faire des hypothèses sur l'écoulement pour simplifier la résolution des équations (fluide incompressible, irrotationnel, permanent, etc.) ;
- Connaître les nombres sans dimensions qui permettent de caractériser un fluide (Reynolds : Re , Froude : Fr , etc.) ;
- Connaître les différents régimes d'écoulement : laminaire et turbulent ; et savoir les caractériser ;
- Savoir caractériser les écoulements en conduite (équation de Bernoulli, définition de la charge hydraulique, pertes de charge linéaires (Colebrook, Manning-Strickler) et singulières, machines hydrauliques (pompes et turbines)) ;
- Pour les écoulements à surface libre :
 - ✓ Appréhender l'impact de la rugosité du fond et de la bathymétrie (cartographie du fond) sur la vitesse et la hauteur d'eau ;
 - ✓ Connaître les différents régimes d'écoulement : fluvial et torrentiel ; et savoir les caractériser (inter-comparaison des hauteurs normales et des hauteurs critiques, nombre de Froude, etc.).

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Connaissances de base en mathématiques et physique normalement acquises en classes préparatoires.

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning Material)*

- Accès aux différents supports de cours sur la plateforme E-campus, support ppt.

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Mécanique des sols	Code : PGE1MECASOL
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 26

(CM: 9h – FOAD: 1,50h – TD: 7,50h – TP: 6 h – ECT: 2h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Ce cours de tronc commun, de l'unité d'enseignement « **Mécanique et matériaux** » est destiné à donner aux élèves ingénieurs les bases relatives à l'identification des sols, l'écoulement de l'eau dans les sols ainsi que l'étude de leur comportement mécanique.

Les principales notions enseignées sont :

- L'identification et la classification des sols (formation, origine, structure) ;
- La caractérisation des sols en laboratoire et in situ et sa relation avec leur classification ;
- La nature et la définition des investigations pour la reconnaissance des sols ;
- Les éléments d'hydraulique souterraine (piézomètre, nappes, notion de capillarité) ;
- Les écoulements dans les sols (loi de Darcy, perméabilité et sa mesure, résolution de problèmes d'écoulement d'eau dans les sols) ;
- Les contraintes dans les sols et notions de contrainte totale et de contrainte effective

L'évaluation sera faite sur la base d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- Maîtriser les outils de la classification des sols,
- Réaliser des essais de caractérisation des sols
- Déterminer les caractéristiques de compactage des sols,
- Résoudre des problèmes d'écoulement dans les sols.
- Calculer les contraintes verticales totale et effective.

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Le cours de résistance des matériaux

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- Eléments de mécanique des sols – François Schlosser ; Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées, 1997
- Théorie et pratique de la géotechnique – Claude Plumelle – Editions Le Moniteur, 2017
- Fondations et ouvrages en terre – Manuel professionnel de géotechnique du BTP - B. Hubert, B. Philipponnat, O. Payant et M. Zerhouni ; Editions Eyrolles, 2019.

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Performance des bétons	Code : PGE1BETON
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 13h

(CM : 6 h - TD : 2,5h - TP : 3h - ECT : 1,5h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Ce cours de tronc commun, de l'unité d'enseignement « **Mécanique et matériaux** » est une continuité du cours de "Ingénierie de matériaux de construction" du S05 et constitue un approfondissement des connaissances sur le matériau Béton. Les principales notions abordées sont :

- **Chapitre I** – Propriétés des bétons et notions de formulation.
- **Chapitre II** – Mise en œuvre et cure des bétons.
- **Chapitre III** – Les déformations volumiques du béton.
- **Chapitre IV** – La norme NF 206 et les classes environnementales
- **Chapitre V** – Introduction à la durabilité des bétons
- **Chapitre VI** – Le béton au cœur de la transition écologique (via une conférence par l'EFB)

L'enseignement de Performance des bétons comprend un TD et un TP. La séance de TP porte sur la teneur en air d'un mortier et le suivi de l'hydratation (cinétique et produits) par le modèle de Powers.

Modalités d'évaluation :

L'évaluation du module sera faite sur la base d'un contrôle terminal reposant sur les parties de cours citées ci-dessus (poids 2/3 ?) et d'un rendu de TP (poids 1/3 ?).

Acquis d'apprentissage *(Learning Outcomes)*

Au terme de cet enseignement, l'élève sera capable de :

- Connaître et maîtriser les propriétés à l'état frais et durci des bétons
- Maîtriser les critères de formulation des bétons par rapport aux classes environnementales
- Connaître les nouveaux liants à faible impact environnemental

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Maîtrise des propriétés physico-chimiques et mécaniques des liants hydrauliques (ciments)
- Les principaux essais normalisés
- La nomenclature des ciments et les nouveaux ciments.

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning Material)*

- *Nouveau guide du béton et de ses constituants*, Georges Dreux, Jean Festa - Eyrolles.
- *La durabilité des bétons*. (ENPC)
- *Ecostructure en béton* par Aïtcin Pierre-Claude
- *Construire en béton* par De Larrard François
- Support de cours, normes, polycopié de travaux pratiques, documents de TD

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Initiation à la recherche	Code : PGE1RECHERCHE 15/05/2024 Page 1/1
---	--	---

Langue d'enseignement : Français

Documents étudiés: Anglais

Nombre d'heures : 15,5

(FOAD asynchrone : 1,5h - FOAD : 1,5h – Projet: 10 h - Soutenance de projet : 2,5h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

L'**Introduction à la recherche scientifique** est un cours commun de l'unité d'enseignement « Mécanique et matériaux ». Il a pour but d'initier l'étudiant à la recherche scientifique. Ce cours vise à permettre à l'étudiant de se familiariser avec les concepts fondamentaux et les techniques de base en recherche scientifique. Il permet également à l'étudiant de comprendre une partie de l'univers dans lequel ou avec lequel il sera amené à interagir dans sa vie professionnelle (ex. service R&D des entreprises, instituts de recherche publiques et privés, etc.). À ces notions théoriques sont associés des exercices réalisés au cours de sessions de projet et menés par groupe de 3 à 4 étudiants. Ces exercices permettent aux étudiants de maîtriser l'ensemble du processus de recherche à travers des exemples concrets.

L'**évaluation** sera au termes de l'étude de cas réalisée lors des sessions de projet. Elle reposera sur deux aspects :

- **écrit** : Une lecture analytique (2 fiches de synthèse) Pondération 2
- **oral**: Une évaluation par les pairs (fiche + oral) Pondération 1.

Acquis d'apprentissage visés: *(Learning Outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de:

- [2] Décrire l'univers de la recherche scientifique à et en-dehors de l'ESTP Paris
- [2] Reconnaître les différents aspects de la recherche
- [1] Citer les principales méthodes de la collecte des données
- [2] Décrire les étapes de la démarche scientifique

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Maîtrise de l'anglais lu
- Connaissances scientifiques niveau licence L2

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning Material)*

- BERNARD M., DE KETELE J.-M., YUREN T., 2017, Entrer en recherche: essai sur l'apprentissage de l'esprit de recherche. Editions L'Harmattan, 152 p
- BRECHIGNAC C., 2018, L'irrésistible envie de savoir: bâtisseurs de sciences. Le Cherche-Midi, 240 p
- HAWKING S., REDMAYNE E., HAWKING L., 2018, Brèves réponses aux grandes questions. Odile Jacob, 240 p
- ROY J.-R., 2019, Les héritiers de Prométhée : l'influence de la science sur l'humain et son univers. Québec, Presses De L'Université Laval, 202 p
- TRISTANI-POTTEAUX F., 2019, Profession? Chercheur. Paris, CNRS éditions, 226 p

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Résistance des matériaux	Code : PGE1RDM
		15/05/2024
		Page 1/2

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 38,5

(CM : 12h - TD : 15h - TP : 6h - FOAD : 1,5h- FOAD asynchrone: 2h - Evaluation : 2h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Le cours de Résistance des Matériaux fait partie du programme de première année de l'UE « Sciences et Techniques de la Construction ». Son contenu porte sur l'étude de la déformation des solides, notamment des matériaux déformables, soumis à diverses charges externes. L'objectif fondamental de ce cours est de comprendre et de maîtriser la manière dont ces matériaux répondent aux forces appliquées telles que la traction, la compression, la torsion et la flexion. En analysant les réactions des matériaux et des structures face à ces forces, le cours vise à prédire leur déformation et à évaluer leur stabilité. En d'autres termes, il s'agit d'acquérir les connaissances nécessaires pour anticiper comment les matériaux et les structures réagissent sous contrainte, ce qui est crucial pour la conception et la construction efficaces de bâtiments et de structures.

A travers du cours de RDM, les principales notions sont abordées en 4 sections :

CM1 : Introduction

Présentation d'un torseur, équilibre en statique, analyse des actions extérieurs, différentes natures d'appuis, caractéristique des sections droites-calcul du moment statique, du moment d'inertie, centre de gravité, rayon de giration, variation d'inertie,

CM2 : Théories principales de RDM

Hypothèses de RDM-principe de Euler-Bernoulli, principe de Saint Venant, appuis et réactions, calcul du degré hyperstatique des structures, calcul des sollicitations et déterminer leurs diagrammes (méthode de coupe),

- TD1: calcul des efforts internes dans les poutres droites
- TD2: calcul des efforts internes dans les portiques

CM3 : Théorie des poutres

Analyses des sollicitations, calcul des contraintes internes (contrainte normale et cisaillement) et le cas de portique (isostatique),

- TD3 : calcul des contraintes normales (caractéristique de la section)
- TD4 : calcul des contraintes tangentes (caractéristique de la section)

CM4 : Déplacement de poutre

Formules de BRESSE ; calcul d'une flèche et de l'angle de rotation, et méthode énergétique (théorème de Castigliano)

- TD5 : Equation de Bresse
- TD6 : Méthodes énergétiques (Castigliano)

Deux séances de 3h de TP sont prévues au laboratoire de « RDM et structures ». Grâce à une approche combinant simulation numérique (RDM6 & Solidworks) et expérimentation, les élèves peuvent mettre en évidence des problématiques abordées en cours et en travaux dirigés. Les différentes machines du laboratoire permettent aux élèves de réaliser des essais mécaniques de flexion des poutres et d'analyse des contraintes. Dans leur rapport, un calcul théorique est demandé, qui est à confronter aux résultats expérimentaux et de simulation numérique.

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Résistance des matériaux	Code : PGE1RDM
		15/05/2024
		Page 2/2

TP1 : Essai de flexion sur une poutre

TP2 : Analyse des contraintes d'une pièce sous sollicitations mécaniques (photoélasticimétrie)

L'évaluation sera faite sur la base d'un contrôle terminal (3/5) et de la note des comptes rendus de TP (2/5)

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- Calculer les caractéristiques géométriques des sections
- Calculer le degré hyperstatique des structures
- Expliquer les différents types de sollicitations
- Etablir les diagrammes des efforts internes
- Calculer les contraintes internes dans les poutres
- Calculer les déplacements et les angles de rotation dans les poutres

Compétences requises (*Prerequisites*)

Il est essentiel de rappeler certaines notions clés telles que les contraintes et les déformations, les lois de comportement linéaire élastique, la loi de Hooke, l'équilibre des forces et la densité d'énergie de déformation qui ont été abordées pendant le cours de Mécanique des Milieux Continus. Un récapitulatif de ces concepts est disponible sous forme de capsule vidéo, fournissant ainsi aux étudiants une base solide avant le cours « Résistance des Matériaux ».

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- [1] Aide-mémoire - résistance des matériaux - 10e éd. Jean Goulet, Jean-Pierre Boutin, Frédéric Lerouge, 352 pages, Editeur : Dunod, 2019
- [2] Calcul des ouvrages -Résistance des matériaux et fondements du calcul des structures, Erick Ringot - Collection Blanche BTP, 508 pages, Editeur : Eyrolles ,2017
- [3] Résistance des matériaux, André Bazergui, Thang Bui-Quoc, André Biron, Georges McIntyre, Charles Laberge, 730 pages, Editeur : Presse internationales polytechniques, 2003
- [4] The strength of Materials- a text-book for engineers and architects, Ewart S. Andrew, 638 pages, D. Van Nostrand Company, Twenty-five park place, 1916, (disponible en ligne)
- [5] Strength of Materials and Structures, Johan Case, Lord Chilver of cranfield, Carl T.F. Ross, 719 pages, ARNOLD, 1999, (disponible en ligne)

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Transmission de la chaleur	Code : PGETHERMO2
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 11,50

(Cours : 10,50 h ; ECT :1h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Le cours de transmission de la chaleur, cours de tronc commun, de l'unité d'enseignement « **sciences et technique de la construction** » aborde les modes de transmission de la chaleur.

- Cours 1 : **Conduction et convection thermique**, Equation de la chaleur, Distribution de température et du flux thermique, Loi de Fourier et loi de Newton, Résistance thermique conductive et convective et Analogie électrique. Réalisation d'une application sur la conduction et la convection thermique pour déterminer les déperditions thermiques pour un bâtiment.
- Cours 2 : **Rayonnement thermique des corps noirs et réels**, Loi de Planck, Loi de Wien, Loi de Stephan-Boltzmann, Loi de Kirchhoff. Réalisation d'une application sur le rayonnement thermique pour détermine l'émissivité d'un corps noir et une autre application pour déterminer les déperditions thermiques pour un bâtiment composé d'une enveloppe opaque et transparente.
- Cours 3 : **Echange radiatif entre surfaces**, Facteur de forme, Relation entre facteurs de forme, Flux net échangé, Résistance thermique radiative et Analogie électrique. Réalisation d'une application sur le calcul des échanges de chaleur par rayonnement pour 2 surfaces et pour 3 surfaces (bouclier radiatif).

L'élève ingénieur sera évalué par un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- Identifier les paramètres définissant la performance thermo-énergétique des composants d'enveloppe opaque et transparent.
- Résoudre des problèmes de transmission de la chaleur en régime permanent, de déterminer les déperditions thermiques d'un bâtiment, de calculer les échanges radiatifs entre plusieurs surfaces.

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Mathématiques de l'ingénieur 1

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- Parcours e-learning
- Transferts thermiques – introduction – Dunod - Jean Taine, Franck Enguehard, Estelle Iacona

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Topométrie urbaine	Code : PGE1TOPO
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 22h

(CM : 6h ; TP : 16h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assignments*)

Au croisement des sciences géographiques, cet enseignement va permettre à l'élève ingénieur de découvrir le monde de l'information géographique, ainsi que de la responsabilité du géomètre-topographe dans un projet de BTP. En matière pratique, cet enseignement permettra également de connaître les différentes étapes de rédaction d'un plan topographique passant par l'acquisition des observations de topométrie conventionnelle. Cet enseignement aborde les notions suivantes :

- géodésie terrestre et spatiale (GPS),
- modes de représentation de la surface terrestre,
- systèmes de projections cartographiques,
- Topométrie générale :
 - les mesures d'altitudes, d'angles et de distances : instruments et méthodes,
 - calcul des coordonnées planimétriques et altimétriques.
- Implantations.

L'évaluation sera faite sur la base d'une synthèse des notes de TP.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur aura acquis les compétences suivantes :

- Identifier l'application de la topographie aux besoins professionnels,
- Savoir utiliser les instruments topographiques,
- Appliquer les notions de trigonométrie dans l'espace sur un ensemble urbain complexe,
- Restituer l'existant dans ses composantes tridimensionnelles,
- Savoir évaluer la qualité des observations et des résultats de calculs,
- Émerger les nouvelles technologies dans les procédés d'acquisition de l'information géographique (réalité augmentée, lasergrammétrie, drone, ...),
- Savoir collaborer en équipe pour acquérir les informations nécessaires à la rédaction de plans topographiques.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Les cours de classes préparatoires et de 1^{ère} année d'école dans les domaines suivants : trigonométrie dans l'espace, Mathématiques et Physique, Maîtrise de l'expression écrite et de la méthode scientifique.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- *Cours de topométrie*, Serge Botton, ENSG
- *Maîtriser la topographie : des observations au plan*, Michel Brabant
- *Topographie et topométrie modernes*, Serges Milles, Jean Lagofun
- Polycopiés de cours et de TP de l'ESTP

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Production, transport et distribution de l'énergie électrique	Code : PGE1ELEC2
		15/05/2024
		Page 1/1

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 22

(CM : 9h ;TD : 5h ; TP : 6h; ECT : 2h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assignments)*

Le cours de **Production, transport et distribution de l'énergie électrique**, de l'unité d'enseignement sciences et techniques de la construction aborde les grands principes de la production, distribution et stockage de l'énergie électrique.

- **Cours 1** : La Production de l'Electricité en intégrant :
 - Les notions de base de la production de l'énergie électrique, nucléaire, renouvelables.
 - Les différents types de Stockage de l'énergie électrique avec une modélisation numérique.
- **TP 1**: Production et stockage de l'énergie électrique
- **Cours 2** :
 - Le Transport et distribution de l'énergie électrique : Caractéristiques, Modèles, Pertes
 - Introduction aux réseaux électriques intelligents
- **TP 2** : Transport et distribution de l'énergie électrique

L'élève ingénieur sera évalué par une note de TP et d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- Interpréter un schéma de principe d'une station de production de l'énergie électrique.
- Identifier les contraintes liées au transport de l'énergie
- Décrire les systèmes de distribution électrique
- Déterminer le type de stockage de l'énergie électrique
- Calculer les pertes
- Modéliser numériquement un système contenant une station de production, des lignes de transport et la partie stockage

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Mathématiques de l'ingénieur 1
- Energie des systèmes électriques
- Traitement du signal

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- [1] Électrotechnique de Gilbert Sybille (Auteur), Théodore Wildi (Auteur). 2005
- [2] Réseaux électrique Technique de l'ingénieur
- [3] Le réseau électrique dans son intégralité Pieter Schavemaker (auteur), Emmanuel Hoang (traduction),

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Road Innovation	Code : PGE1ROAD
		15/05/2024
		Page 1/2

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 8h30 (avec une journée bloquée)

(CM : 3h ; FOAD asynchrone : 1h30 de vidéos + activités associées non comptabilisées ;

FOAD synchrone : 1h30; Soutenance Projet : 2h30)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

L'objectif général de ce module est d'initier l'étudiant aux concepts d'innovation en s'appuyant sur le domaine des infrastructures routières. Le module est composé de séances en présentiel (présentant initialement le module et à mi-parcours les concepts d'innovation illustrés par des exemples concrets) et d'un parcours asynchrone composé de différentes séquences :

- Découverte des métiers de la route et la place qu'a l'innovation pour chacun de ces métiers, illustrés par des témoignages concrets ;
- Les engagements de la profession routière avec la présentation simplifiée du Pacte d'engagement de 2021, illustrée par des exemples.
- Les différences entre Recherche et Innovation, illustrées par des témoignages de chercheurs de différents secteurs
- Les différents types d'innovations illustrés par des exemples innovations concrètes routières
- La présentation des techniques et processus d'innovation
- Le travail collaboratif multidisciplinaire avec une illustration du domaine routier

Le parcours asynchrone contient des activités en parallèle permettant de vérifier le visionnage et attention des étudiants durant ces séances en autonomie (questions ouvertes, quizz, analyse de document...).

Un travail autonome en groupe de 7-8 étudiants est initié à mi-parcours et présenté dans le cours magistral. Il se déroule sur 5 semaines et consiste à mener une recherche documentaire, synthèse et réflexion sur un sujet d'innovation en utilisant les ressources et acquis du module ROAD INNOVATION.

L'évaluation se fait par le biais d'une soutenance par chaque équipe présentant leur projet en s'appuyant sur une vidéo de 180s, devant un jury, lors d'une journée dédiée (ou demi-journée selon campus et nombre d'équipes) à la matière.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de

- Avoir des connaissances sur les métiers liés aux infrastructures routières et leur implication dans l'innovation ;
- Connaître les engagements collectifs de la profession routière pour alimenter les thématiques d'innovation
- Classer (selon sa typologie) et analyser (selon les processus TRL et BRL) une innovation
- Positionner des activités de Recherche par rapport à l'Innovation
- Identifier les ressources multidisciplinaires dans un travail d'innovation
- Travailler en équipe sur un projet et le restituer collectivement

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Road Innovation	Code : PGE1ROAD
		15/05/2024
		Page 2/2

Compétences requises (*Prerequisites*)

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Capsules vidéos réalisées par équipe Innovation pédagogique sur la chaine [2021 - 2022 | Road Innovation \(ESTP Paris/ Routes de France\) - ESTP Paris | la WebTV \(ubicast.tv\)](#)
- Journal de bord mini projet
- Support de cours professeurs

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Leadership & Communication 2/Portfolio	Code : PGE1LEADER2
		03/06/2024
		Page 1/2

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 8h

(FOAD asynchrone : 1h ; FOAD synchrone : 1 h ; Projet : 6h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course Description and Assignments)*

L'élève ingénieur(e), en première année, découvre les compétences de l'ingénieur communicant. Ce parcours de leadership & communication de 1ère année vise ainsi à permettre à chaque élève d'identifier les codes et les techniques relatives à la communication professionnelle écrite. Il s'agit de préparer aussi chaque élève à appréhender les codes et usages des entretiens de recrutement professionnel.

Les enseignements sont évalués de la façon suivante :

- Un suivi du parcours FAOD réalisé par chaque élève (exercices, quiz et tests en ligne) ;
- Une évaluation sur table des travaux pratiques ;
- Un compte rendu d'activités inhérent au stage ouvrier obligatoire de fin de première année.

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Savoirs :

- Maîtriser les connaissances du langage écrit professionnel
- Appréhender les codes de l'entretien de recrutement
- Découvrir les techniques de prises de parole en public en présentiel et face caméra (initiation)
-

Savoir-faire :

- Concevoir/actualiser son curriculum vitae et son profil LinkedIn
- Proposer sa candidature en ligne via les jobboards ou répondre à une offre de stage/emploi
- Rédiger des courriers électroniques à visée professionnelle dans un style clair et efficace

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Maîtrise de la langue française

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning Material)*

- Supports et activités publiés sur la plateforme eCampus
- *Trouver le bon job grâce aux réseaux*, Hervé Bommelaer, éditions Eyrolles, 2020
- *Savoir rédiger vos e-mails professionnels*, A. Nishimata, éditions En Poche, 2020
- *Les premiers entretiens de recrutement*, Peggy-Raffy-Hideux, éditions Ellipses, 2020

	Fiche module – Ingénieur PGE S6 – Leadership & Communication 2/Portfolio	Code : PGE1LEADER2
		03/06/2024
		Page 2/2

PORTFOLIO SOFT SKILLS 2

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 2,5h

(Projet : 2,5h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assignments*)

Le parcours consiste à accompagner les élèves ingénieurs dans leur insertion professionnelle et dans l'acquisition de compétences managériales. L'enjeu, pour les élèves, est d'adopter une posture réflexive par le recours à l'expression écrite et par la prise de parole en public, et ce, à travers plusieurs thématiques :

- Incarner une posture d'ingénieur communicant et leader
- Organiser son insertion professionnelle
- Adopter une posture d'ingénieur éthique et responsable
- Devenir un ingénieur ouvert sur le monde du XXIème siècle

L'évaluation sera réalisée sous la forme d'un Portfolio Soft Skills : il s'agit d'une **collection ordonnée et progressive de comptes rendus** (ou *retours d'expérience*) à travers lesquels chaque étudiant, de façon sincère et transparente, décrit et analyse les expériences qu'il a personnellement vécues au cours du semestre écoulé.

Le PSS est constitué de 4 volets autour de 4 angles spécifiques :

- 1. LEADERSHIP ET COMMUNICATION**
- 2. PROFESSIONNALISATION**
- 3. ÉTHIQUE ET RESPONSABILITÉ**
- 4. NOUVEAUX HORIZONS**

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- Rendre compte à l'écrit et à l'oral, de façon impactante, de ses expériences
- Mettre en œuvre son insertion professionnelle
- Capable d'identifier ses responsabilités éthiques
- Développer ses soft skills à un niveau individuel et managérial

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Expression écrite – niveau courant
- Connaissance de l'environnement professionnel de l'ingénieur

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- *Le défi des soft skills* – J.Lamri, M. Barabel, O. Meier, T. Lubart, éditions Dunod, 2022

Langue d'enseignement : Anglais

Nombre d'heures : 30

(Cours : 28 h – Evaluation : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assignments*)

Interactifs, les enseignements en anglais mettent l'accent sur l'acquisition de **cinq compétences** : expression orale en continu, expression orale en interaction, expression écrite, compréhension orale et compréhension écrite.

- Poursuite de l'apprentissage de l'anglais professionnel par l'étude de textes techniques
- Sujets avec contenus transversaux (transition énergétique, santé & sécurité au travail)
- Rédaction de textes (anglais général).
- Elargir le vocabulaire général et professionnel, compréhension et expression orale, lecture, rédaction...) par la participation aux activités en groupe.
- Résumé écrit ou oral d'un passage de compréhension orale ou d'un texte écrit.
- Rédaction d'un courriel formel
- Entraînement « TOEIC Listening & Reading » et stratégies pour travailler en autonomie.
- Présentation orale d'un sujet général.
- Discussions autour d'un sujet d'actualité ou de culture générale.
- Sensibilisation aux exigences de la mobilité internationale.
- Aborder des sujets avec des contenus transversaux (sciences de l'ingénieur, éthique, interculturalité, recherche)
- Analyse des supports vidéos et audio suivie de débats.
- Travail en binôme et en sous-groupe

L'évaluation sera réalisée lors de contrôles continus et lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [3] Pratiquer l'anglais à l'oral
- [3] Produire des livrables professionnels en anglais.
- [3] Atteindre un niveau supérieur CECR par rapport au semestre précédent

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Niveau B1. Cependant, certains élèves ont un niveau inférieur.
- Les élèves sont regroupés par niveaux (A1/A2 à B2/C1) dans des cours à effectifs restreints.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Outils pédagogiques variés : documents écrits, documents audio, vidéos, supports numériques, licences Global Exam (groupes de niveau A1/A2)

Formation ingénieur ESTP sous statut étudiant

Semestre 7

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 13.5h

(CM : 12h – Evaluation : 1.5h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

Le droit de l'urbanisme, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Enjeux de la construction durable** », aborde l'ensemble des règles et institutions établies en France en vue d'obtenir un aménagement de l'espace conforme aux objectifs d'aménagement du territoire.

- Introduction au droit civil partie droit des contrats et droits des biens
 - Les cadres de l'aménagement du territoire en matière d'urbanisme
 - La réglementation d'urbanisme
 - Les documents et autorisation d'urbanisme
 - Les opérations d'aménagement urbain (ZAC, G.O.U, Contrat de partenariat d'aménagement)
 - Le contrôle de l'utilisation des sols (permis de construire et d'aménagement...)
 - Le droit de l'environnement (étude d'impact et traitement des risques naturel et technologique)
-
- L'évaluation des acquis d'apprentissages sera réalisée lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'apprentissage en Fr ou EN

- [3] Appliquer l'ensemble des notions déterminantes du droit l'urbanisme
- [2] Décrire pour chacune des étapes et des procédures les règles générales et les règles particulières
- [3] Utiliser l'ensemble des règles relatives à l'occupation du sol et de l'espace
- [2] Définir les contrôles préliminaires et rechercher les données de constructibilité

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Compétences requises en Fr ou EN

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Bibliographie en FR et EN
- Urbanisme et construction - Memento Pratique – 2019
- Droit de l'urbanisme – Pierre Soler COUTEAUX - 2022
- Le moniteur

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 20.5 heures - (CM : 12 h - TD : 7.5 h - TEC : 1 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours sur les Principes de la Réglementation Environnementale (RE2020) de l'unité d'enseignement « **Enjeux de la construction durable** » vise à introduire les concepts fondamentaux et les méthodes de base de la thermique du bâtiment, en mettant l'accent sur la réglementation thermique en vigueur et les principes de conception éco-énergétique.

- **CM1 : Introduction à la thermique du bâtiment**
 - Concepts de base de la thermique du bâtiment
 - Transfert de chaleur par conduction, convection et rayonnement
 - Bilan énergétique du bâtiment, Calcul des déperditions thermiques
- **TD 1 : Exercices de calcul de déperditions thermiques**
 - Application des concepts de transfert thermique à des cas pratiques d'un logement individuelle
 - Utilisation des bilans énergétiques pour évaluer les déperditions thermiques d'un bâtiment
- **CM 2 : Réglementation thermique et environnementale en France**
 - Importance de la réglementation thermique
 - Évolution des normes et réglementations
 - Présentation des normes et réglementations en vigueur (RT2012, RE2020)
 - Objectifs et exigences de la réglementation thermique
- **CM 3 : Interprétation énergétique et environnementale des résultats**
 - Méthodes de calcul règlementaire TH-BCE
 - Outils de simulation certifiés RE2020
 - Notions sur l'analyse de cycle de vie, implémentation des fiches FDES, expérimentation E+C-
 - Présentation d'un cas d'étude et interpréter les résultats de la RE2020
- **TD 2 : Exercices de calcul règlementaire d'un bâtiment individuel**
 - Pour un cas concret d'un logement individuelle, calcul des objectifs Bbio, DH et Cep
 - A partir d'une analyse de cycle de vie, calcul des objectifs environnementales
 - Interprétation des résultats et recommandations pour l'amélioration de la performance énergétique
- **CM 4 : Conception éco-énergétique des bâtiments**
 - Approches et techniques de conception bioclimatique
 - Intégration des énergies renouvelables dans la conception des bâtiments
 - Savoir réorienter le projet en cas de non atteinte des objectifs
 - Certification et labellisation des bâtiments : LEED, BREEAM, HQE, WELL, Passivhaus, etc.
- **TD 3 : Analyse de cas et études de cas**
 - Présentation d'un cas d'étude d'un bâtiment existant qui respecte la réglementation
 - Analyse et interprétation de cas concrets selon la réglementation thermique en vigueur
- L'étudiant ingénieur sera évalué par une note de contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [2] Introduire les concepts fondamentaux de la thermique du bâtiment ;
- [2] Maîtriser les aspects relatifs à la réglementation thermique en vigueur en France ;

- [3] Expliquer en détail le processus de calcul réglementaire et les objectifs à atteindre en termes de performance énergétique des bâtiments ;
- [4] Présenter les techniques de conception bioclimatique pour améliorer la performance énergétique des bâtiments et interpréter des résultats.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Mathématiques de l'ingénieur 1 & 2
- Thermodynamique appliquée
- Transmission de chaleur

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- CEREMA, RÉGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE DES BÂTIMENTS NEUFS (RE2020)

Langue d'enseignement (*Teaching language*) : Français

Nombre d'heures (*Number of hours*) : 35 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le projet Ingénierie et Recherche est un projet qui s'étend sur les semestres S7 (35h) et S8 (60h). Les étudiants travailleront par groupes de 4 sur un projet sur la durée de l'année universitaire. Ils choisissent une thématique parmi une liste proposée par les enseignants-chercheurs et des partenaires académiques et/ou industriels. Un vaste spectre de sujets pourra être traité : de la recherche expérimentale à une problématique appliquée. Au cours du semestre 7 et dans le cadre du projet d'Ingénierie et Recherche 1, les élèves-ingénieurs seront amenés à :

- Analyser une problématique à partir d'un cahier des charges ;
- Réaliser un état de l'art sur la base d'une revue de littérature scientifique ;
- Élaborer un protocole de recherche ou une démarche de projet d'ingénierie ;
- Produire des livrables scientifiques.

En fin de semestre, les étudiants commencent à mettre en œuvre leur méthodologie. Ils réalisent selon les sujets choisis expérimentations, calculs, simulations, modélisations, en vue d'une poursuite du projet au semestre 8.

Chaque groupe défend son travail lors d'une soutenance orale qui fera l'objet d'une notation. Ils sont également évalués sur la base des livrables produits pour le projet : le rapport de l'état de l'art, le protocole de recherche ou la démarche de projet et le support de la présentation.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur devrait maîtriser :

- [4] des principes de recherche documentaire et de la rédaction d'une bibliographie pour établir un état de l'art ;
- [4] les principes de l'intégrité scientifique ;
- [4] des méthodes pour concevoir et mettre en œuvre un protocole de recherche scientifique ou une démarche de projet d'ingénierie ;
- [5] des fondamentaux de la gestion de projet pour mener leurs travaux (gestion du temps de travail, gestion des réunions de travail, etc.) ;
- [4] des méthodes d'étude de faisabilité technique et économique du projet pour justifier la démarche adoptée ;
- [4] des règles d'écriture scientifique pour valoriser leur travail : livrables ;
- [5] des règles de présentation scientifique en équipe : soutenance orale et argumentation des choix face aux questions du jury.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Avoir suivi le module « Introduction à la recherche scientifique en S6 » ;
- Travailler en équipe afin de mettre en place une démarche de projet ;
- Avoir un esprit analytique et d'innovation ;
- Avoir un esprit critique et une capacité de déduction ;
- Faire preuve de curiosité scientifique.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Accès aux ressources documentaires des bibliothèques de l'ESTP :
 - Revues scientifiques papiers et numériques,
 - Ouvrages scientifiques de références.
- Documents de présentation,
- Cahier des charges du projet,
- Support de cours disponible sur Ecampus,
- HAL,
- ArXiv,
- Sur le thème de l'intégrité scientifique :

- Witkowski N. Trop belles pour le Nobel: les femmes et la science. Paris: Éd. du Seuil; 2007. (Points).
- Chevassus-au-Louis N. Malscience: de la fraude dans les labos. Paris: Éditions du Seuil; 2016. 199 p. (Science ouverte).
- Rothen F. Les combats de la science: racisme, créationnisme, spécisme, pensée magique 500 ans de lutte contre l'obscurantisme. Lausanne: EPFL Press; 2022.
- Guglielmi GJ, Koubi G. Le plagiat de la recherche scientifique. Paris: LGDJ-Lextenso éd; 2012.
- Broad W, Wade N, Broad W. La souris truquée: enquête sur la fraude scientifique. Paris: Éd. du Seuil; 1994. 320 p. (Points Sciences).
- Pracontal M de. L'imposture scientifique en dix leçons. Édition mise à jour. Paris: Éditions du Seuil; 2005.
- Cetro R, Sini L. Fake news, rumeurs, intox: stratégies et visées discursives de la désinformation. Paris: l'Harmattan; 2020. (Humanités numériques).
- Décret n° 2021-1572 du 3 décembre 2021 relatif au respect des exigences de l'intégrité scientifique par les établissements publics contribuant au service public de la recherche et les fondations reconnues d'utilité publique ayant pour activité principale la recherche publique - Légifrance [Internet]. [cité 26 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044411360>
- ALLEA. Code de Conduite Européen pour l'Intégrité Scientifique: publication de l'édition 2023 [Internet]. 2023 [cité 26 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.ofis-france.fr/edition-revisee-2023-du-code-de-conduite-europeen-pour-lintegrite-scientifique/>
- Article L335-2 - Code de la propriété intellectuelle - Légifrance [Internet]. [cité 26 janv 2024]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000032655082
- Sur le thème de l'éthique de la science :
 - Arendt H, Kohn J, Fidel JL. Responsabilité et jugement. Paris: Éd. Payot & Rivages; 2009. (Petite Bibliothèque Payot).
 - Jonas H. Pour une éthique du futur. Paris: Editions Payot & Rivages; 2008.
 - Serres M. Petite poucette. Paris: Le Pommier; 2012. 82 p. (Manifestes).
 - Serres M. Morales espiègles. Paris: Le Pommier; 2019. 91 p. (Manifeste).
 - Kahn A, Lafay D. L'éthique dans tous ses états: dialogue avec Denis Lafay. La Tour-d'Aigues: Éditions de l'Aube; 2019. (Le monde en soi).
 - Marzano MM. L'éthique appliquée. 3e éd. Paris: Que sais-je ?; 2018. (Que sais-je ?).
- Sur le thème de la méthodologie de la science :
 - Lichtfouse É. Rédiger pour être publié ! conseils pratiques pour les scientifiques. 2e éd. Paris Berlin Heidelberg [etc.]: Springer; 2011.
 - Hess R, Mutuale A, Crépeau B. Pratiquer le journal de recherche. Lyon: Chronique sociale; 2021. (Savoir communiquer).
 - Latour B, Biezunski M, Latour B. La science en action: introduction à la sociologie des sciences. Paris: Découverte / Poche; 2010. 663 p. (Sciences humaines et sociales).
 - Leonelli S. La recherche scientifique à l'ère des Big Data: cinq façons dont les Big Data nuisent à la science, et comment la sauver. Milan (Italie) [Paris: Éditions Mimésis; 2019. (Philosophie).
 - Olivier L, Bédard G, Ferron J. L'élaboration d'une problématique de recherche: sources, outils et méthode. Paris: L'Harmattan; 2005. 94 p. (Logiques sociales).
 - Lindsay D, Poindron P. Guide de rédaction scientifique: l'hypothèse, clé de voûte de l'article scientifique. Versailles: Éd. Quae; 2011.
 - Forget-Dubois N. Écrire un article scientifique en anglais: guide de rédaction dans la langue de Darwin. Laval (Québec) [Paris]: PUL, Presses de l'Université Laval diffusion Hermann; 2016.
 - Pansu P, Dubois N, Beauvois JL. Dis-moi qui te cite, et je saurai ce que tu vau: que mesure vraiment la bibliométrie ? Grenoble: Presses universitaires de Grenoble; 2013. (Points de vue & débats scientifiques).
 - Pochet B. Comprendre et maîtriser la littérature scientifique. Gembloux: Les Presses agronomiques de Gembloux; 2015.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 18

CM : 3h - TD : 7,5h - TP : 3h - FOAD : 1 h - Evaluation : 1,5h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assessments*)

La ville intelligente : principes et enjeux cours de l'unité d'enseignement «**Enjeux de la construction durable**» aborde le concept de la ville intelligente, également connu sous le nom de "smart city", en mettant un accent particulier sur la gouvernance et la gestion des smart cities, ainsi que sur la collecte et le traitement des données urbaines. De plus, il explore l'utilisation des données dans le contexte de la mobilité intelligente, tout en présentant l'application de ce concept dans le domaine des bâtiments et de l'énergie, à la fois à l'échelle locale (bâtiment) et à l'échelle globale (les réseaux et services urbains).

- CM1 – Ville intelligente : Concept, gouvernance, données urbaines : ce cours se divise en quatre parties.
 - La première partie explore le concept de la ville intelligente, sa mise en œuvre et les enjeux associés (risques, gouvernance, encapacitation des habitants, etc.).
 - La deuxième partie se concentre sur les technologies nécessaires, notamment les capteurs et l'Internet des Objets (IoT) pour la collecte de données, les réseaux de communication et la connectivité tels que la 5G, le Wi-Fi et LoRa, ainsi les systèmes de gestion des données et de l'information dans un contexte d'usage raisonné de la technologie.
 - La troisième partie examine les services urbains intelligents, incluant la planification urbaine la mise en œuvre d'une GMAO, l'utilisation de la modélisation et de la simulation pour la conception de quartiers durables, ainsi que l'intégration de la nature en ville à travers des éléments tels que les parcs urbains et les toits verts.
 - Enfin, la quatrième partie aborde la sécurité et la protection des données personnelles dans le contexte de la ville intelligente.
- CM2– Bâtiment connectés et Efficacité énergétique : ce cours est structuré en trois parties.
 - La première partie explore les bâtiments connectés, en mettant l'accent sur l'intégration de technologies avancées pour optimiser l'utilisation des ressources et améliorer le confort des occupants.
 - La deuxième partie se concentre sur l'énergie, notamment les réseaux électriques intelligents (également connu sous le nom de "smart grids"), qui utilisent des systèmes de communication et de contrôle avancés pour optimiser la distribution de l'électricité et intégrer les sources d'énergie renouvelable.
 - Enfin, la troisième partie examine la mobilité intelligente, en explorant l'intégration des véhicules électriques et autonomes dans les infrastructures urbaines pour améliorer l'efficacité énergétique et la sécurité du transport.
- TD1– Etude de cas des villes intelligentes : Ce TD permet de se concentrer sur des études de cas et des projets pratiques liés aux villes intelligentes. Dans ce cadre, les étudiants auront l'occasion d'analyser des exemples concrets de villes intelligentes existantes telles que Barcelone, Singapour, Amsterdam, entre autres. Ils étudieront les différentes initiatives mises en place dans ces villes en termes de technologies intelligentes, de gouvernance urbaine et de durabilité environnementale.
- TD2– Bâtiment intelligent : Ce TD permet aux étudiants de se familiariser avec différents aspects du bâtiment intelligent à travers des exercices interactifs et des discussions en groupe afin de comprendre les bases du bâtiment intelligent et d'explorer ses implications dans le contexte urbain moderne.
- TD3– Smart Grid : Ce TD se focalise sur l'étude de deux aspects cruciaux : l'intégration des énergies renouvelables et la gestion de la demande et de l'énergie. L'exploration des défis et des solutions associés à ces domaines dans le contexte des réseaux électriques intelligents. Les étudiants auront ainsi l'opportunité de comprendre les implications techniques, économiques et environnementales de l'intégration croissante des énergies renouvelables, ainsi que les stratégies de gestion innovantes

nécessaires pour optimiser l'utilisation des ressources énergétiques et répondre à la demande fluctuante dans les Smart Grids.

- TP–Conception et Simulation de Réseaux Électriques Intelligents : Ce TP se divise en deux parties : la première partie consiste à concevoir un micro-réseau afin d'identifier ses composants, les connecter et comprendre leur fonctionnement ainsi que les risques associés aux micro-réseaux. Dans la deuxième partie, les étudiants mettront en œuvre le pilotage et l'exploitation des réseaux intelligents en effectuant des tests sur le banc d'essai smart grid de l'ESTP.

L'élève ingénieur sera évalué par une note de TP et une de contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [1] Comprendre les principes fondamentaux de la ville intelligente et son importance dans le contexte urbain moderne.
- [2] Situer le bâtiment intelligent dans une logique globale : smart city, objets connectés, BIM...
- [3] Acquérir les fondements des smart grids et employer les terminologies importantes utilisées.
- [4] Analyser l'impact des bâtiments intelligents et des smart grids sur la gestion de l'énergie.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Enjeux des villes et territoires – S05
- Aménagement et réseaux divers – S05
- Climate Change et Projet Ingénieur et Transition - S05
- Energies des systèmes électriques – S05
- Notions fondamentales sur les réseaux électriques et les énergies renouvelables.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- RICHARD Paul-Henri, Crise et ville intelligente au prisme de l'éthique appliquée à la sécurité civile. PhD thesis, Troyes, 2016.
- CARNERO André, ALBA Enrique, Smart city and information technology: A review. cities, 93:84–94, 2019.
- BUCKMAN Alex H, MAYFIELD Martin, BECK Stephen BM, What is a smart building? Smart and Sustainable Built Environment, 3(2):92–109, 2014.
- LATIFAH Ayu, SUPANGKAT Suhono Harso, RAMELAN Agus, Smart building: A literature review. In 2020 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS), pages 1–6. IEEE, 2020

	Fiche module Méthode des éléments finis	
---	--	--

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 21.5 heures - (CM : 9 h - TD : 7.5 h - TP : 5h - Evaluation : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Ce cours est une introduction d'une méthode de calcul approché permettant de résoudre des problèmes qui se posent dans les différentes disciplines de l'ingénieur et comporte principalement deux aspects : les concepts de base de la technique des éléments finis et l'implémentation efficace de la méthode dans un outil de calcul scientifique.

CM1 : Formulation variationnelle et approximation

- *Outils d'analyse fonctionnelle* : Distributions, Espaces de Sobolev, Théorème de trace.
- *Formulation variationnelle* : Formule de Green, Problèmes aux limites elliptiques. Problèmes variationnels abstraits. Théorème de Lax-Milgram. Application à l'élasticité : Barres, Poutres, Plaques minces (Contraintes planes) et équation de Stokes.
- *Approximation variationnelle* : Méthode de Galerkin. Problème approché. Résolution numérique. Convergence de la méthode et précision.

TD1 Étude de deux problèmes aux limites elliptiques en dimension 1 ; Problème de Dirichlet et Problème de Neumann : Formulation variationnelle, approximation dans un espace V_h de dimension finie. Base $(\varphi_i)_i$. Obtention du système linéaire d'approximation $Au = f$. Propriétés de la matrice A . Résolution à la main dans un cas simple et comparaison avec la solution exacte.

CM2 : Éléments finis (K, P_k, Σ_k)

- *Éléments finis simpliciaux de Lagrange dans $\mathbb{R}^n$* :
 - En dim1 : Segment de type $k = 0, 1, 2, 3$
 - En dim2 : Triangle de type $k = 0, 1, 2, 3$
 - En dim3 : Tétraèdre de type $k = 0, 1, 2$
- *Éléments finis parallélotopes de Lagrange dans $\mathbb{R}^n$* :
 - En dim2 : carré de type $k = 0, 1, 2$
 - En dim3 : cube de type $k = 0, 1, 2$
- *Éléments finis d'Hermite* :
 - En dim1 : Segment cubique H^2 de classe $\mathcal{C}^1$ et segment quintique H^3 de classe $\mathcal{C}^2$
 - En dim2 : Triangle cubique H^1 de classe $\mathcal{C}^0$, Triangle quintique d'Argyris H^2 de classe $\mathcal{C}^1$ et carré Q_3 de classe $\mathcal{C}^1$.

TD2 Étude d'une poutre à section variable en deux problèmes :

1. Poutre en compression-traction : Modélisation. Formulation variationnelle. Calcul de la matrice élémentaire selon le choix de l'élément fini de Lagrange : segment de type $k = 0, 1, 2$. Système linéaire dans les trois cas. Exemple numérique.
2. Poutre en flexion : Modélisation mécanique. Formulation variationnelle. Utilisation de l'élément fini cubique d'Hermite. Matrice élémentaire. Assemblage et résolution d'une poutre encastree dans un cas simple.

CM3 : Mise en œuvre pratique de la méthode des éléments finis

- *Maillage* : Nœuds. Éléments. Tableau de coordonnées. Tableau de connectivité.
- *Calcul de $a(\varphi_i, \varphi_j)$* se ramenant à l'élément fini de référence : cas d'un segment, triangle et carré. Formules d'intégration exacte remarquables et formules d'intégration approchée en dimension 1, 2 et 3.
- *Algorithme d'assemblage* : Cas général et exemples en dimension 1 et 2.

- *Analyse de la méthode des éléments finis* : Cas d'un ouvert Ω polyédrique. Cas d'un ouvert Ω à frontière courbe. Convergence de la méthode des éléments finis.
- Présentation d'un logiciel de calcul par éléments finis : CAST3M.

TD3 Résolution d'une équation aux dérivées partielles elliptique en dimension $n = 2$ avec conditions aux limites de Dirichlet.

1. Formulation variationnelle. Maillage en triangles rectangle isocèle. Numérotations des nœuds et éléments. Tableau de coordonnées et connectivité. Calcul des coefficients du système linéaire. résolution dans un cas simple (9 nœuds). Comparaisons avec la solution exacte donnée.
2. En deuxième partie de l'étude, on change de maillage et on utilise un élément fini parallélopède carré de type 1. On recalcule le système linéaire et on compare avec la première méthode.
3. Dans cette dernière partie on modifie le domaine initiale et on choisit pour la résolution un élément fini triangle équilatéral.

TP1 L'objectif de ce premier TP est de programmer, à l'aide de python, la méthode des éléments finis de A à Z dans deux cas :

1. Étude d'un pont à treillis formé par un agencement triangulaire d'éléments linéaires dont les extrémités sont reliées au niveau de points d'assemblage appelés nœuds. Le sujet présente les données nécessaires à l'écriture d'un code python permettant de définir la géométrie de la structure, de calculer pour chaque élément sa matrice élémentaire, d'assembler la matrice globale, de résoudre le système linéaire et enfin de représenter graphiquement la structure déformée et d'interpréter le résultat.
2. Le deuxième problème consiste à écrire le code python d'un problème en dimension 2 vu en TD3.

TP2 Ce TP sera consacré à l'apprentissage de CAST3M et à l'application de la méthode des éléments finis à deux cas en dimension 2 et 3 :

- Une structure en portiques en traction-compression et flexion.
- Un pont soumis à des chargements linéairement répartis.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning Outcomes*). Échelle dans la taxonomie de Bloom :

A l'issue de cet enseignement, les élèves ingénieurs seront aptes à :

- (2) comprendre la méthode des éléments finis ;
- (3) devenir des utilisateurs avertis des outils informatiques de simulation numérique par éléments finis en mécanique des structures ;
- (4) identifier les problèmes numériques qui peuvent se poser en mécanique de milieux continus et résistance des matériaux et de choisir la méthode la plus adaptée et d'estimer la validité des résultats produits par l'ordinateur ;
- (4) choisir une méthode en tenant compte d'exigences de précision et de complexité ;
- (5) réaliser un petit programme python implémentant la résolution complète d'un problème par la méthode des éléments finis dans les différentes disciplines de l'ingénierie ;
- (6) certifier et valider le résultat de la simulation ainsi obtenue.

La note de l'évaluation de l'étudiant ingénieur est la moyenne des deux notes de TP et la note de la composition finale.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Mathématiques de l'ingénieur
- Analyse Numérique
- Programmation Numérique et Analyse des Données
- Mécanique des milieux continus
- Résistance des matériaux

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- P.-A. Raviart, J.-M. Thomas Introduction à l'analyse numérique des EDP, DUNOD, 2004.
- J.-L. Batoz, G. Dhett, Modélisation des structures par éléments finis -Tome 1 et 2. HERMES, 1990.
- Michel Cazenave, Méthode des éléments finis, DUNOD, 2017.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 26,5h

(CM : 6 h - TP : 5 h - PROJET: 12,5 – FOAD asynchrone 1 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le module Introduction aux Systèmes d'information Géographique SIG/CIM "est un cours commun de l'unité d'enseignement « **Mathématiques & modélisation** ». Il a pour but d'initier l'étudiant aux concepts et aux méthodes des systèmes d'information géographique SIG et CIM (City Information Model). Ce cours aborde les notions suivantes :

- L'analyse spatiale en mode matricielle et vectorielle
- Les échanges des données géographiques : formats et méthodes
- La gestion des coordonnées et des projections dans un SIG
- Les CIM (City Information Model)

La cartographie SIG en ligne ou Web mapping.

2 séances de TP afin de traiter les thématiques suivantes :

TP1 : Interface et navigation, Symbologie, Etiquettes, Tables Attributaires, Requêtes attributaires, Requêtes spatiales, Mise en page

TP2 : Connexion arcGIS pro, Création du projet et intégration des données, Opération sur les données, Intégrer des modèles BIM dans arcGIS Pro via le format IFC, Partage de cartes statiques et dynamiques sur arcGIS Online

Projet de 12h50, réparti sur 5 séances de travail, dont l'objectif est de répondre à des demandes professionnelles dans le domaine de SIG. Le sujet du projet varie chaque année selon les différents thèmes et les données disponibles. Il vise à réaliser un rendu cartographique à partir d'ArcGis Pro, à éditer une carte ou un service web sous ArcGIS Online afin de produire une StoryMap.

Logiciel utilisé : ArcGIS Pro (éditeur ESRI) avec les extensions (Data interoperability, etc.)

Les TP et le projet seront réalisés par groupes de 2 étudiants

L'évaluation sera faite sur la base d'une note de TP (25% de la note finale) et d'un rendu de projet « livrable sous format numérique » (75 % de la note finale).

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [2] Reconnaître les notions de base concernant les S.I.G et les formats
- [2] Expliquer les différences entre D.A.O., S.I.G, BIM et CIM
- [2] comprendre la gestion de coordonnées et de projection dans un SIG
- [3] Appliquer une méthodologie de gestion de projet pour des Systèmes d'Information Géographique

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de programmation numérique - Analyse des données

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Ressources numériques en géomatique de l'ENSG : <http://cours-fad-public.ensg.eu/>
- Geographic Information Systems and Science, P. Longley, M. Goodchild, D. Maguire, D. Rhind, 2005, Wiley
- Les données dans les systèmes d'informations géographiques, Paul Rouet - Éditions Hermes

Langue d'enseignement (*Teaching language*) : Français

Nombre d'heures (*Number of hours*) : 12.5 h

CM:2,5h - TD: 10h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le projet outils numérique de projet collaboratif BIM permet aux étudiants de collaborer en équipe autour d'une seule maquette numérique, centralisée sur une plateforme métier. Les étudiants sont amenés à travailler sur une étude de cas afin de répondre aux enjeux numériques du domaine. Au cours du semestre 07, les élèves-ingénieurs sont amenés à :

- Produire des maquettes BIM de différents corps d'Etat ;
- Collaborer autour d'un projet BIM hébergé sur une plateforme collaborative métier ;
- Echanger des modèles numériques en utilisant les principes de l'interopérabilité ;
- Faire la synthèse numérique des modèles BIM ;
- Produire des documents techniques BIM.

Chaque groupe sera évalué sur la base d'une liste de livrable à soumettre sur la plateforme collaborative BIM ;

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur devrait :

- [3] Utiliser les plateformes collaboratives BIM afin de travailler en équipe sur un seul modèle centralisé ;
- [4] Analyser des documents BIM du projet ;
- [5] Collaborer et gérer le projet BIM ;
- [5] Intégrer des fondamentaux de l'interopérabilité pour la gestion de la donnée ;
- [5] Produire des livrables BIM.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Avoir suivi le module « modélisation paramétrique de projet en BIM » du S06

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Accès aux plateformes collaboratives et logiciels BIM
- Supports de projet disponibles sur Ecampus
- Cahier des charges du projet

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 21 heures -

(CM : 12 h - TD : 7.5 h - Evaluation : 1.5 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (Course Description and Assessments)

Le cours Génie Climatique et dimensionnement de l'unité d'enseignement « Mathématiques et modélisation » aborde les aspects relatifs à l'efficacité énergétique à travers le dimensionnement des systèmes de chauffage, de ventilation, de climatisation et d'eau chaude sanitaire pour les besoins énergétiques d'un bâtiment.

- **CM 1 : Concrétisation des éléments traités dans le prérequis « Énergétique » à travers les échanges thermiques du système bâtiment :** Rappels et regroupements des concepts de base de la thermodynamique avec la conservation de l'énergie et mécanismes de transmission de la chaleur ; **Bilans Énergétiques du Système Bâtiment :** Méthodologie de réalisation des bilans énergétiques, Analyse des flux énergétiques entrants et sortants, Calcul des apports thermiques, Evaluation des déperditions énergétiques globales d'un bâtiment, Les degrés-jours unifiés (DJU) ; **Notions de la qualité de l'air et de confort thermique :** Conditions intérieures de référence, Températures extérieures de référence, Débits d'air hygiéniques en résidentiel, Débits d'air hygiéniques non résidentiel, Réglementation et norme sanitaire.
- **CM 2 : Approfondissement sur l'air humide :** les transformations de l'air humide, Différentes évolutions psychrométriques et éléments de calcul psychrométriques : Batterie chaude, Batterie froide sèche, Batterie froide humide, Humidificateur vapeur, Humidificateur adiabatique, Caisson de mélange, Déshumidification par adsorption, Principe de la récupération de chaleur, Conception des cycles de traitement d'air en hiver et en été ; **Systèmes de traitement de l'air :** Présentation des différents systèmes de traitement de l'air, Fonctionnement et composants. Les installations dans les bâtiments ; Cas spécifique des centrales de traitement de l'air et des puits canadiens. **Filtration de l'air :** domaines d'application, Types de poussières et particules, Principe de captation des particules, Principales caractéristiques d'un filtre.
- **TD 1 : Applications des bilans d'énergie et de masse dans le bâtiment :** Prise en compte des charges internes et externes telles que la contribution des occupants, les apports internes et externes; Détermination de la température et du débit d'air insufflé par un système de ventilation ;Vérification du confort thermique à l'aide du diagramme de l'air humide de Givoni et de la qualité de l'air à partir des normes.
- **CM 3 : Dimensionnement des systèmes de traitement de l'air :** Dimensionnement des systèmes de traitement de l'air; Contrôle du débit d'air, de l'humidité et de la température de l'air insufflé; Systèmes de récupération de chaleur; Calculs de taux de renouvellement d'air; Efficacité de ventilation et équipements de mesure ; **Dimensionnement des composants :** les diffuseurs, Les ventilateurs, les gaines, le calcul de réseaux aérauliques; Application d'une étude d'un réseau aéraulique et sélection du ventilateur correspondant.
- **TD 2 : Application aux dimensionnements des systèmes de traitement de l'air.** Application d'une centrale de traitement de l'air avec recyclage de l'air ; Calcul de puissances des batteries de chauffage et/ou de refroidissement ; Dimensionnement des humidificateurs et déshumidificateurs ; Détermination de la puissance du ventilateur ; Application au dimensionnement d'un puit canadien et calcul de son efficacité.
- **CM4 : Systèmes à eau pour le chauffage / refroidissement :** Types et Composants des installations; Calcul et dimensionnement des dispositifs; Rendements des systèmes ; Cas particulier des chaudières ou des pompes à chaleur. **Production d'eau chaude sanitaire :** Systèmes d'eau chaude sanitaire, Composants des installations de production d'ECS, Dimensionnement des installations de production d'ECS, Rendements des systèmes d'ECS.
- **TD 3 : Application aux dimensionnements des systèmes à eau pour le chauffage et l'ECS.** Bilan énergétique d'un bâtiment pour quantifier les déperditions thermiques ; Dimensionnement des radiateurs à eau. Calcul de la puissance d'une chaudière ; Application du dimensionnement d'une pompe à chaleur couplé à un plancher chauffant ; Application au dimensionnement d'un système d'eau chaude sanitaire.

- L'étudiant ingénieur sera évalué par une note de contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (Learning Outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [2] Maîtriser Comprendre ? les aspects relatifs à l'efficacité énergétique du bâtiment ;
- [3] Evaluer les risques de condensation superficielle et interstitielle des parois du bâtiment ;
- [3] Savoir réaliser des bilans de masse et d'énergies dans les bâtiments ;
- [4] Dimensionner et analyser les systèmes de traitement de l'air ;
- [4] Dimensionner et analyser les composants des systèmes de chauffage et de refroidissement du bâtiment.

Compétences requises (Prerequisites)

- Mathématiques:Analyse et Algèbre - S05
- Mécanique des fluides et Hydraulique - S06
- Thermodynamique appliquée- S05
- Transmission de chaleur - S06

Bibliographie et ressources complémentaires (Learning Material)

- AWBIH. B. Ventilation Systems. Routledge Ltd. 2007. 458 pp
- FLAMENTt B., BOUVENOT J.B. Génie climatique et énergétique. Eyrolles Editions. 2019. 338 p
- RECKNAGELI h., SPRENGER., SCHRAMEK e-r., Génie Climatique, Dunod, 2011, 200 p

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 17,50 h

(FOAD : 2h - TD : 7,50 h – Asynchrone : 8 h - Evaluation : 0 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assessments1*)

L'enseignement d'ACV, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « Mathématiques et Modélisation » a pour objectif de former les élèves à comprendre et utiliser l'**outil d'écoconception** de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV). Les cours et les études de cas proposés mettent l'accent sur l'importance d'une **approche globale multicritères, multi échelles, couvrant tout le cycle de vie de l'ouvrage**, en mettant en perspective l'ACV par rapport aux exigences réglementaires actuelles.

Le module est construit en **classe inversée** et utilise notamment sur les ressources du parcours digital ACV Digital Learning.

L'évaluation est faite sur la base des rendus de TD.

Le contenu global du module est le suivant :

- Approche méthodologique et scientifique de l'ACV
 - Rappels sur la RSE
 - Contexte normatif et réglementaire de l'outil ACV
 - Notion de cycle de vie d'un produit / d'un ouvrage
 - Approche multicritère
 - Cadre méthodologique de l'ACV
- Méthode à l'échelle de l'élément
 - Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) : définition, exemples
 - Configurateurs de FDES
 - Utilisation des FDES et des données qui en sont issues
- De l'élément à l'ouvrage
 - Collaboration ingénieurs et architectes autour de l'écoconception
 - Outils de calcul ACV
 - Etudes de cas
- Limites de l'ACV, travaux de recherche en cours pour poursuivre son développement

Il est organisé suivant le déroulé suivant

Format	Durée	Contenu
Asynchrone AS0	00 :15	Lancement : Présentation du contenu du module et de son organisation
Asynchrone AS1	03 :30	Approche méthodologique et scientifique de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) - Rappels sur la RSE - Contexte normatif et réglementaire de l'outil ACV - Notion de cycle de vie d'un produit / d'un ouvrage - Approche multicritère - Cadre méthodologique de l'ACV L'ACV à l'échelle de l'élément : - Description et utilisation des FDES - Présentation des configurateurs de FDES - Créer son compte BETie et Environnement-IB
Cours FOAD FOAD 1	01 :00	- Retour et compléments sur les cours vus en asynchrone - Echange questions / réponses sur le contenu de ces cours

Travaux Dirigés 1 TD1	02 :30	Analyse multicritère à l'échelle de l'élément : comparaison de FDES, analyse multicritères et multi étapes
Asynchrone AS2	02 :00	L'ACV, de l'élément au bâtiment - Collaboration ingénieurs/architectes - Outils à l'échelle ouvrage - Prise en main du logiciel
Travaux Dirigés 2 TD2	02 :30	Exemple d'application de l'ACV au bâtiment : analyse de variantes de solution
Asynchrone AS3	02 :00	L'ACV, de l'élément à l'ouvrage de travaux publics - Cas d'étude de l'ACV d'un pont - Prise en main du logiciel
Cours 2 FOAD 2	01 :00	Retour sur les principes élémentaires à retenir Echange questions / réponses sur les notions déjà expérimentées en TD
Travaux Dirigés 3 TD3	02 :30	Application de l'ACV à un ouvrage de travaux publics
Asynchrone AS4	00 :15	Clôture du parcours Exemples de travaux de recherche

Acquis d'apprentissage visés : (Learning Outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Être capable de faire une ACV – Comprendre, Analyser et Effectuer une ACV simple à plusieurs échelles, et savoir Utiliser une ACV dans une démarche d'écoconception *[Niveau 6 – Evaluation]*

- [1] Définir le périmètre du système à étudier et les objectifs endogènes (RSE) / exogènes (réglementation) visés ;
- [2] Identifier les étapes à prendre en compte et rechercher les données pertinentes ;
- [4] Analyser les données manuellement ou à l'aide d'un logiciel, évaluer les effets d'échelle du matériau, à l'ouvrage en passant par la solution constructive ;
- [5] Proposer des leviers d'optimisation en regard des objectifs visés.

Compétences requises (Prerequisites)

- UE Enjeux de la construction durable S05
- UE Science et techniques de la construction S05 et S06

Bibliographie et ressources complémentaires (Learning Material)

Sources citées dans les supports pédagogiques

ACV Digital Learning : <https://www.ecole-beton.fr/ressources/parcours-formation-acv-digital-learning/>

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 15h

(CM : 9h – TD: 5h - Evaluation : 1h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

La comptabilité analytique, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Management de projet et gestion d'entreprise** », aborde les coûts et les performances d'une organisation suivants :

- Présentation de la comptabilité analytique d'exploitation
 - Traitement des charges directes et indirectes
 - Tenue de l'inventaire permanent
 - Méthode des coûts complets
 - Méthode du coût variable et le calcul du seuil de rentabilité
 - Coûts partiels, analyse et contribution.
-
- L'évaluation des acquis d'apprentissages sera réalisée lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'Apprentissage en Fr ou EN

- [2] Retracer la stratégie de l'entreprise et de son environnement
- [3] Utiliser la comptabilité analytique comme outil d'aide à la prise de décision
- [2] Décrire les mécanismes généraux de la comptabilité analytique
- [3] Calculer un coût de revient et un résultat analytique
- [3] Etablir un devis
- [3] Produire une étude de rentabilité dans une optique décisionnelle.

Compétences requises (*Prerequisites*)

Compétences requises en Fr ou EN

- Économie de l'entreprise.
- Comptabilité générale.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Le petit compta – Charles Edouard Godart [et al]- 2024
- Comptabilité générale - Cours et Exercices corrigés - Alan Judikael - 2018
- Comptabilité de gestion Grand livre 8 - Alain Amintas, Raymond Guillouzo - 2020

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **10,5 h**

CM: 4,5 et TD: 5h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

L'étude de prix, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « Management de projet et Gestion d'entreprise », aborde les grands principes de l'étude de prix et des organisations de projet

- Étude de prix & Méthodologie
- Rôle et tâche d'un ingénieur d'affaires et étude de prix
- Analyser un dossier marché, un dossier de consultation des entreprises
- Élaborer un devis
- Utiliser les formules de révisions des prix
- Etude du prix de vente (Appel d'offre)
- Etude de prix à l'international
- Définir le budget travaux

L'évaluation sera sous la forme d'une composition écrite d'une heure.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [2] Décrire la structuration d'une étude de prix
- [2] Expliquer les différents aspects d'une étude de prix en réponse à un appel d'offre
- [2] Expliquer le rôle des acteurs, l'organisation des phases d'une consultation d'un dossier
- [4] Créer une étude de prix en réponse à un appel d'offres
- [3] Production du prix de vente

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Introduction au management de projet

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- L'étude de prix dans le bâtiment

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 13.5h

(CM : 7.5h - TD : 5h - Evaluation : 1h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

Le management de projet, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Management de projet et Gestion d'entreprise** » aborde les principes fondamentaux de la gestion de projet.

- Objectifs, définition et rappel du cycle de vie d'un projet
- Identification des parties prenantes (Rappel de la première année)
- Structuration d'un projet (WBS = ABS x PBS x ZBS)
- Planification d'un projet en établissant les objectifs, les livrables et les délais
- Définition du budget d'un projet
- Mobilisation des ressources
- Identification et gestion des risques dans le projet
- Mise en place d'indicateurs pertinents, le suivi et le contrôle de la progression du projet

- L'évaluation des acquis d'apprentissages sera réalisée lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'apprentissage en Fr ou EN

- [1] Identifier le rôle des acteurs, l'organisation des phases d'un projet
- [2] Décrire et décomposer un projet en processus et sous-processus
- [4] Analyser la complexité d'un projet à l'aide des outils techniques et méthodes de structuration
- [3] Produire une planification avec les outils définis

Compétences requises (*Prerequisites*)

Compétences requises en Fr ou EN

- Acteurs, Enjeux et Projet de maîtrise d'œuvre
- Organisation et pilotage de chantier
- SST 1

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Guide and Standards - A Guide to the Project Management Body of Knowledge – PMBOK (PMBOK® Guide) – 5th or 6th Edition (6th includes Agile) by Project Management Institute 201 – 7.
- NF ISO 21502 Management de projets, programmes et portefeuilles- Recommandations sur le management de projets, AFNOR - Juin 2021.
- Antimanuel de management de projet - Thomas Reverdy – 2021.
- Piloter votre projet : Outils et bonnes pratiques du management de projet - Isabelle Laurent Collin – 2021.
- Dictionnaire de management de projet – AFITEP – 2010.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 15h

(Projet: 15h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

Le Business Game, projet de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Management de projet et gestion d'entreprise** », expérience immersive de 2 jours pour développer les connaissances du management stratégique et décisionnaire en R&D, financier, marketing, production, logistique et RSE d'un groupe international dans un environnement concurrentiel et en perpétuelle évolution sur 5 années d'activité.

- Approche immersive du développement d'une entreprise à l'international
- Mettre les connaissances financières et managériales en pratique dans un environnement concurrentiel et international
- Comprendre les situations des marchés internationaux
- Développement des « soft skills » (le travail en équipe, la résolution de conflits, l'esprit critique, la communication et la capacité à résoudre des problèmes complexes)
- L'évaluation des acquis d'apprentissages sera réalisée avec les résultats obtenus lors de la simulation de la performance global de l'entreprise et d'une soutenance orale.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'Apprentissage en Fr ou EN

- [3] Développer et gérer la stratégie de l'entreprise dans un environnement concurrentiel
- [2] Comprendre les enjeux de la RSE dans les choix stratégiques de développement de l'entreprise
- [3] Produire un business plan
- [3] Développer le travail collaboratif et projet
- [3] Présenter les résultats, la situation de l'entreprise et la vision future

Compétences requises (*Prerequisites*)

Compétences requises en Fr ou EN

- Economie de l'entreprise
- Comptabilité générale et Analytique
- Management de projet

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Les 10 notions clés de la stratégie d'entreprise – Denis Lacoste - 2021
- Strategor – Bernard Garette [et al.] - 2019

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **25 h**

CM:9 TD:7,5 TP:6h CT:1 FOAD:1h Evaluation: 1,5h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Ce cours de tronc commun, de l'unité d'enseignement « Sciences et techniques de la construction » permet aux étudiants d'acquérir les connaissances fondamentales concernant les propriétés physiques, et mécaniques des sols. Les principales notions abordées sont :

CM 1: Rappel des contraintes géostatiques, calcul de diffusion des contraintes dans les massifs et théorie de la consolidation / Calcul des tassements

CM 2 & CM 3a: Résistance au cisaillement des sols, notions de surconsolidation avec présentation des différents moyens d'essai. Stabilité des pentes.

CM 3b: Technique de forage et établissement de la campagne de reconnaissance géotechnique. Point d'importance sur la réalisation des essais.

TD 1 sur CM 1, TD2 sur CM2; TD 3 : sur l'ensemble du contenu

TP 1: Essai Triaxial

TP 2 : Essai oedométrique

L'évaluation sera faite sur la base d'un contrôle terminal (60%) et de la moyenne des comptes rendus de TP (40%).

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de:

- [2] Expliquer les processus de stabilité des reliefs terrestres
- [4] Relier les contraintes totales et effectives
- [4] Analyser la résistance au cisaillement (boîte de Casagrande, essai triaxial...)
- [3] Calculer les incréments de contraintes & les tassements induits

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de mécanique des sols dont l'hydraulique des sols - S06
- Cours de sciences des matériaux – S05
- Connaissances de base en mécanique des milieux continus.- S05

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Revue Française de Géotechnique
- MC GIRARD, C SCHAWARTZ, B JABIOL, Etude Sols, Description, Cartographie, utilisation, Dunod, 2023
- Claude PLUMELLE , Théorie et pratique de la géotechnique, , Le Moniteur, 2015
- JP MAGNAN, N DRONIUC, Base de la mécanique des sols, Exercices et Problèmes, Presse des Ponts, 2019
- JL BRIAUD, Geotechnical engineering, unsaturated and saturated soils, Wiley, , 2013
- D JAUJARD, Géologie: Géodynamique- Pétrologie- Etudes de terrain, 2° édition, Maloine, 2019
- Anne Sophie KREMEUR, Géol, Fondamentaux, exemples concrets et exercices corrigés, Dunod, 2019

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 25h

CM : 10,5 h - TD : 12,5 h - Evaluation : 2 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Ce cours de tronc commun, de l'unité d'enseignement « **Sciences et techniques de la construction** » aborde les méthodes de ferrailage des éléments structuraux simples en béton armé sous chargements statiques suivant le règlement européen Eurocode 2. Les principales notions abordées sont :

- La définition du béton armé et caractérisation des matériaux acier et béton selon l'EC2
- Les bases de calcul des éléments en BA aux états limites ultimes et de service selon l'EC2
- Le calcul de l'enrobage des éléments en BA
- L'étude d'une poutre rectangulaire en BA en flexion simple
- L'étude d'une poutre en T en BA en flexion simple
- Le calcul des poutres à l'effort tranchant
- Le dimensionnement des poteaux en BA
- Les fondations superficielles en BA

Il est organisé suivant le déroulé chronologique suivant

CM – Chapitre 1 – Bases Eurocodes, Matériaux, Enrobage (durabilité)

Bases Eurocodes, Eurocode 2, Matériaux, Calcul d'enrobage (en fonction de la classe d'exposition).

CM – Chapitre 2 – Dimensionnement des poteaux et des fondations superficielles :

Calcul des poteaux (en compression simple), calcul des fondations superficielles

- TD1 – Calcul d'enrobage et dimensionnement des poteaux :
Pratique de calcul d'enrobage (à partir des données disponibles dans un cahier de charge en incluant la classe d'exposition) ; dimensionnement des poteaux en compression simple.
- TD2 – Calcul des fondations superficielles (semelles)

CM – Chapitre 3 – Dimensionnement d'une poutre (section rectangulaire et section en T) à l'ELU

Armatures longitudinales : Section rectangulaire, section en T

- TD3 – Dimensionnement d'une section en flexion simple à l'ELU (rectangulaire + en T)
Etude de cas d'une poutre qui travaille en flexion simple (ELU), calcul de section des armatures longitudinales, schéma.

CM – Chapitre 4 – Calcul des poutres à l'effort tranchant (ELU)

Bielles, armatures transversales

- TD4 – Calcul des poutres à l'effort tranchant (ELU)
Etude de cas d'une poutre de section rectangulaire (ELU), calcul de section des armatures transversales, schéma.

CM – Chapitre 5 – Calcul à l'état limite de service (ELS)

Contraintes, fissures, flèche.

- TD5 – Calcul à l'ELS
Etude de cas d'une poutre de section rectangulaire (ELS), vérification des contraintes dans le béton et dans les armatures longitudinales, vérification de la flèche.

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal (2 h)**.

Acquis d'apprentissage visés : (Learning Outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Calculer les éléments de structure de base en béton armé sous sollicitation simple à l'Eurocode 2 en justifiant les principes et les méthodes utilisées
- [4] Expliquer la notion d'état limite et de durabilité dans un projet
- [3] Déterminer les sections d'aciers pour des éléments structuraux selon la réglementation en vigueur
- [3] Appliquer les dispositions constructives des aciers pour des éléments structuraux simples

Compétences requises (Prerequisites)

- Conception des Ouvrages et Eurocodes
- Mécanique des milieux continus.
- Le cours de résistance des matériaux 1.

Bibliographie et ressources complémentaires (Learning Material)

- Pratique de l'Eurocode 2 – Guide d'application, Jean ROUX - Edition Eyrolles
- Paille J.M., Calculs des structures en béton – Guide d'application - Edition Eyrolles
- Eurocode 2

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 15,5 h

(CM : 9h – TD : 5h – Evaluation : 1,5h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le cours sur le béton précontraint, intégré à l'unité d'enseignement « Sciences et Techniques de la construction », propose aux étudiants une formation complète sur la conception et le dimensionnement d'une poutre en béton précontraint (BP) conformément au règlement européen Eurocode 2, ainsi que sur les technologies et les procédés de précontrainte.

Ce cours combine des enseignements théoriques approfondis avec des applications pratiques afin de permettre aux étudiants de maîtriser les compétences nécessaires à la conception et à la construction de structures sûres et durables. Les principales notions abordées sont :

- Définition du béton précontraint
- Caractéristiques des armatures (actives et passives) et béton selon l'EC2
- Calcul des pertes de tension instantanées et différées
- Principes de calcul des éléments en BP aux états limites ultimes (ELU) et de service (ELS) selon l'EC2
- Dimensionnement de la précontrainte, détermination du fuseau de passage des câbles et évaluation de la précontrainte selon le type de section (sous critique, critique et sur critique)
- Justification des sections courantes vis-à-vis aux sollicitations normales et tangentielles à l'ELS et l'ELU.

Il est organisé suivant le déroulé chronologique suivant :

CM – Chapitre 1- Béton précontraint, Bases Eurocode, Matériaux et caractéristiques des sections :

Définition, Bases Eurocodes, Eurocode 2, Matériaux, Calcul des caractéristiques des sections transversales et rendement.

CM – Chapitre 2- Perte de tension instantanée et différées : 2h00

Calcul des pertes de tension instantanées (dues aux frottements de câbles, recul d'ancrage et déformation instantanée du béton) et calcul des pertes de tension différées (retrait du béton, fluage du béton et relaxation de l'acier).

CM – Chapitre 3- Dimensionnement d'une poutre en flexion à l'ELS et l'ELU :

Dimensionnement selon l'état de section (sous critique, critique et sur critique)

CM – Chapitre 4- Justification des sections à l'effort normal et l'effort tranchant :

Vérification des sollicitations dans la section de béton et dispositions constructives des armatures

En plus des cours magistraux, deux séances de travaux dirigés sont prévues :

- TD N°01 : Calcul des contraintes dans les sections et Evaluation de l'excentricité et analyse des pertes de précontrainte :
Cette séance permettra aux étudiants de comprendre en profondeur les principes fondamentaux qui régissent le comportement des structures en BP.
- TD N°02 : Dimensionnement des sections actives et passives de précontrainte :
Cette séance permettra aux étudiants d'appliquer les connaissances théoriques acquises pour concevoir des structures efficaces et économiques.

Ces séances de travaux dirigés complètent les cours magistraux en offrant aux étudiants l'opportunité de mettre en pratique leurs connaissances théoriques dans des situations concrètes, renforçant ainsi leur compréhension et leur expertise dans le domaine du béton précontraint.

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal (1,5h)**

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [2] Comprendre les techniques générales de pré-tension et de post-tension (technologie et dispositions constructives) ainsi que les différentes caractéristiques des matériaux.
- [4] Calculer les pertes instantanées et différées.
- [5] Réaliser un dimensionnement de la section active et passive de précontrainte selon l'Eurocode 2.
- [3] Vérifier la résistance normale à la flexion et l'effort tranchant.
- [3] Appliquer les dispositions constructives des armatures actives et passives.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Calcul des sections en béton armé
- Résistance des matériaux
- Mécanique des milieux continus

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Réglementation Eurocode 2 : Calcul des structures en béton
- P. LE DELLIOU, Béton précontraint aux Eurocodes , Collection ENTPE
- Eurocode 2 : guide méthodologique d'application aux ponts-routes en béton / SETRA (décrivant de façon détaillée et pratique les justifications aux Eurocodes d'un ouvrage d'art)
- G.DREUX, Cours pratique de béton précontraint
- Y.GUYON, Construction en béton précontraint
- H.THONIER, Le béton précontraint aux états limites, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts Chaussées
- J.FAUCHET, Cours de béton précontraint
- La précontrainte par Albert CHAUSSIN et R. LA CROIX
- BA-CORTEX : site Internet dédié à la formation au dimensionnement de structures en béton selon les Eurocodes, il est d'accès libre et contient des modules de cours, d'applications et de projets
- Procédés de précontrainte : consultables et téléchargeables sur les sites des différentes sociétés distribuant la précontrainte : Freyssinet, Etic, DSI, Spie, Précontrainte, BBR etc.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 23,5

(CM : 12 h - TD : 10 h - FOAD : h - Evaluation : 1,5h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

La construction métallique, cours de l'unité d'enseignement «**Sciences et Techniques de la Construction** » permet aux étudiants d'acquérir les connaissances générales en construction métallique.

Capsules utilisées : Prérequis

- Vocabulaire, terminologie
- L'acier dans la construction, produits de construction métallique
- L'acier : histoire, conception, études de cas

- CM 1 : Caractéristiques de l'acier (matériau, résistance mécanique, métallurgie)

Règlements, actions, Méthode de conception et actions sur la structure

- CM 2 : Dimensionnement :

- d'un élément en traction simple
- d'un poteau en compression simple (avec prise en compte du flambement)

- CM 3 : Conception et Dimensionnement des poutres soumises à des sollicitations simples (avec la prise en compte du Déversement)

- CM 4 : Principes de dimensionnement des Assemblages : boulons, boulons précontraints, soudure

Travaux dirigés :

- TD 1 : Conception et dimensionnement d'un élément de structure en traction
- TD 2 : Conception et dimensionnement d'un élément de structure en compression
- TD 3 : Conception et dimensionnement d'un élément de structure en flexion simple
- TD 4 : Conception et dimensionnement d'un assemblage

L'évaluation de l'étudiant est assurée par :

- Une évaluation à la fin d'un cours (20% de la note finale)- Forms / Woodclap (activité induite)
- Une composition (conception et dimensionnement d'un élément de structure ; 80% de la note finale)

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- (2) Appliquer une démarche construite de conception d'un élément de structure métallique,
- (4) Maîtriser les vérifications d'éléments de structure métallique en acier sous les sollicitations élémentaires selon l'Eurocode 3,
- (5) Savoir reconnaître et choisir un acier et un profilé dans des cas simples.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Enseignement Science des matériaux- S05
- Enseignement Ingénierie de matériaux de construction- S05
- Enseignement de RDM - S06

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Construire Acier, Home - ConstruireAcier
- LEMOINE B., LANDOWSKI M., Concevoir et Construire en Acier, Eyrolles

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **13 h**

CM: 9, TD: 2,5 et Evaluation: 1,5h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Technologie de chantier, cours de l'unité d'enseignement « Sciences et techniques de la construction a pour objectif de fournir les clefs de compréhension de la méthodologie gros œuvre d'une part pour les opérations de terrassement, et d'autre part pour les opérations de méthodes dans le bâtiment (étude, définition, dimensionnement, mises en œuvre).

Notions abordées :

- La composition d'un atelier de terrassement.
 - Le dimensionnement des engins de production (chargeur, pelle) & de transport (camion, tombereau), engins polyvalents (décapeuse) et engins de réglage (niveleuse, compacteur).
 - Le matériel et les étapes de mise en place des soutènements.
 - L'organisation d'un chantier de terrassement.
 - Le fonctionnement des méthodes de gros œuvre. Choix des principes constructifs.
 - Les caractéristiques des coffrages verticaux, horizontaux et éléments préfabriqués.
 - Les matériels et techniques proposés par les principaux fournisseurs de coffrage.
 - Les caractéristiques des échafaudages et étalements, (méthodologie, autorisations...)
 - Les caractéristiques et le choix du matériel de production et d'acheminement du béton.
 - Les études comparatives techniques et économiques ; Exemple : Tableaux comparatifs des différents types de planchers.
 - La gestion des déchets
-
- CM 1: Les coffrages verticaux, horizontaux, et éléments préfabriqués (modulaires)
 - CM 2: Le terrassement. Les murs de soutènement. La gestion des déchets.
 - CM 3: La production et l'acheminement du béton, Les méthodes gros-œuvre, Les choix constructifs et études comparatives seront explicitées.
 - TD : Principes de rotations de banches, prémurs, prédalles, planchers coulés en place & Charges de grues

L'évaluation sera faite sur la base d'une étude de cas / analyse d'un projet réel comprenant aussi bien les méthodes de gros œuvre du terrassement que du bâtiment (planning de rotation de banches...). La taille du projet sera raisonnable.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [2] Comprendre les différents types de terrassement & Connaître les différentes étapes
- [2] Comprendre le coût et l'organisation d'un chantier de terrassement.
- [1] Connaître le dimensionnement des coffrages verticaux et horizontaux et leurs composants.
- [2] Connaître le matériel proposé par les fournisseurs de coffrages.
- [3] Décider des modes opératoires
- [2] Connaître les paramètres de dimensionnement d'acheminement du béton
- [3] Avoir des outils pour réaliser des choix constructifs, par des études comparatives techniques et financières.
- [2] Avoir conscience des sujets importants pour le suivi d'exécution du chantier : applications, et avoir quelques clefs pour le suivi budgétaire
- [4] Décider des modes opératoires, y compris ceux de la préfabrication.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de Topographie (instruments Topographiques S06), Organisation de chantier S06 & Construction générale.

- Stage ouvrier 1A
- Visites de chantiers

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- TD sans logiciel
- DEBAVEYE H., HAXAIRE P., 180 séquences pour mener une opération de construction, Le Moniteur, 12 édition, 2021
- COUFFIGNAL D., HAXAIRE P., Conduire son chantier en 70 Fiches pratiques, Le Moniteur, 14 édition, 2021
- DEBAVEYE H., 55 outils pour la conduite de chantier, Le Moniteur, 2021
- FEVRE B., FOURAGE S., Mémento du conducteur de travaux, préparation au suivi de chantier, 6^e édition, Eyrolles, 2022

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 15,5

(CM : 9h - TD : 5 h - TP : h - FOAD : optionnel - Evaluation : 1,5h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

L'acoustique, de l'unité d'enseignement « Sciences et Techniques de la construction » aborde les règles générales concernant le comportement acoustique :

- CM1 : Notions fondamentales dont la réglementation (réglementation acoustique et acoustique environnementale ; acoustique physique,
- CM2 : Acoustique des salles & Correction acoustique
- CM3 : Isolation Acoustique

- TD1 : Notions fondamentales, Correction acoustique du bâtiment
- TD2 : Isolation acoustique & matériaux isolants, Dimensionnement et Vérification
- L'élève ingénieur sera évalué par un contrôle terminal.

- Parcours e-learning (optionnel)/ en complément:
 - 1- (1,5h) Acoustique Physique
 - a. Types, propagation, mesure, isolation du son, réglementation, confort, qualité acoustique
 - b. Quizz
 - 2- (3h) Acoustique des salles
 - a. Réflexion Diffusion Diffraction Absorption-
 - b. Approche Géométrique / Statistique
 - c. Quizz
 - (1,5h) Isolation Acoustique
 - d. Correction et Isolation Acoustique
 - e. Quizz
- (3 quizz en ligne pour s'entraîner)

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- (1) d'interpréter des textes normatifs et réglementaires,
- (3) d'analyser des pièces acoustiques des Marchés (Notice Acoustique, CCTP...),
- (4) d'analyser des notes de calcul des bureaux d'études techniques,
- (2) de lire et exploiter un PV d'essai, une documentation technique produit,
- (3) de maîtriser des règles générales concernant le comportement acoustique d'un bâtiment,
- (3) de suivre la mise en oeuvre d'ouvrages acoustiques.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Mathématiques de l'ingénieur 1 & 2.
- Traitement du signal.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- *L'acoustique de l'habitat*, Michel Chagué
- *L'isolation acoustique*, Amandine Maillet
- Mise en oeuvre des réglementations

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 7,5h

(FOAD: 1,5h – FOAD Async: 1h - TD : 5h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

Le parcours Leadership et communication, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement
« **Communication et projet professionnel** » aborde la communication interpersonnelle.

Ce module de leadership & communication vise pour chaque élève à identifier son propre style de leadership afin d'adapter sa communication dans un contexte de management tout en intégrant la posture de communicant agile dans ses prises de paroles orales.

- Perception et la réception de sa communication envers les autres
- L'écoute, les gains et les pertes dans l'échange
- Le manager inspirant
- La communauté de projet

L'évaluation des acquis d'apprentissages se fera lors des travaux de groupes, présentations orales et écrites (document écrit, vidéo)

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'apprentissage en Fr ou EN

- [3] Appliquer la posture de communicant dans son approche relationnelle
- [2] Résumer/consolider les connaissances relatives aux comportements de leadership
- [2] Découvrir la notion d'intelligence collective inhérente à la posture de l'ingénieur communicant
- [3] Utiliser les techniques de prises de parole orale pour devenir un manager assertif
- [3] Développer sa posture du communicant charismatique dans un contexte collectif
- [3] Construire une argumentation

Compétences requises (*Prerequisites*)

Compétences requises en Fr ou EN

- Leadership et communication 1^{ère} année

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Philippe Breton, *L'argumentation dans la communication*, collection « Repères », La découverte, 2016
- Supports et activités publiés sur la plateforme eCampus
- Les quatre accords toltèques de Miguel Ruiz, Edition Jouvences - 1997
- L'intelligence émotionnelle : Intégrale de Daniel Goleman – Edition poche - 2014

Langue d'enseignement : Anglais**Nombre d'heures : 22,50**

(Cours : 21 h – Evaluation : 1,5h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Interactifs, les enseignements en anglais mettent l'accent sur l'acquisition de **cinq compétences** : expression orale en continu, expression orale en interaction, expression écrite, compréhension orale et compréhension écrite.

- Enseignement de l'anglais professionnel par l'étude de textes techniques, mise à jour du CV suite au stage de 1^{ère} année (expérience professionnelle).
- Révision de tous les éléments de la langue anglaise (prononciation, grammaire, vocabulaire, compréhension et expression orale, lecture, rédaction...) par la participation aux activités en groupe.
- Cibler les compétences nécessaires pour réussir le TOEIC ou en obtenir l'équivalence (IELTS, IBT, Cambridge B2 First ou C1 Advanced)
- Travail par projet sur un sujet technique, éthique ou écologique (ville intelligente, développement durable).
- Résumé écrit et présentation orale du projet.
- Communication interculturelle.
- Discussions autour d'un sujet d'actualité ou de culture générale.
- Etude de sujets avec des contenus transversaux (sciences de l'ingénieur, éthique, interculturelité, recherche, géopolitique)
- Usage dynamique de l'expression orale dans les mises en situation (réunions, entretiens, jeux de rôle)
- Travail en binôme et en sous-groupe

L'évaluation sera réalisée lors d'un contrôle terminal et de contrôles continus (y compris TOEIC blanc).

Acquis d'apprentissage visés : (Learning Outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [3] Produire les efforts nécessaires pour atteindre un niveau minimal B2 selon le Cadre européen commun de référence pour les langues et selon son groupe de niveau à l'ESTP (niveaux A2/B1 à B2/C1).
- [5] Développer sa communication avec spontanéité et aisance permettant une bonne interaction avec des locuteurs natifs.

Compétences requises (Prerequisites)

- Niveau B1+. Cependant, certains élèves ont un niveau inférieur.
- Les élèves sont regroupés par niveaux (A2/B1 à B2/C1) dans des cours à effectifs restreints.

Bibliographie et ressources complémentaires (Learning Material)

- Outils pédagogiques variés : documents écrits, documents audio, vidéos, supports numériques, licences Global Exam (groupes de niveau A2/B1)

Formation ingénieur ESTP sous statut étudiant

Semestre 8

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 15h

(Projet : 15h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

Le Hackathon, projet du tronc commun de l'unité d'enseignement « **Management de projet et gestion d'entreprise** ».

Le Hackathon est un événement sur deux jours qui réunit l'ensemble des étudiants de 2^e année afin de travailler sur des projets d'entreprises innovants dans l'environnement de la construction responsable.

Il aborde l'ensemble des Soft Skills et met plus particulièrement l'accent sur :

- La créativité (capacité à créer des connections entre les choses, les idées et les gens pour faire émerger des innovations)
- L'esprit d'entreprendre (être dans une dynamique positive, être orienté solution)
- Le sens du collectif (penser en équipe, renforcer la cohésion de groupe)
- L'affirmation de soi tout en restant à l'écoute
- La gestion du stress et la gestion du temps

L'évaluation est faite tout au long de cet événement sur les compétences professionnelles observées et sur le travail final de l'équipe (pitch).

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'apprentissage en Fr ou EN

- [1] Identifier des opportunités d'innovation et de création
- [3] Développer l'esprit d'innovation et l'esprit de créativité
- [3] Développer une approche créative et originale, orientée usages, pour concevoir des concepts/produits/service innovants
- [3] Utiliser les outils de créativité
- [3] Construire (ou proposer) un prototype
- [3] Produire et justifier un modèle d'affaire (business model)
- [3] Expliquer sa démarche en prenant en compte la dimension éthique et sociétale
- [3] Produire des livrables professionnels
- [5] Créer des supports de diffusion pour communiquer et convaincre (storyboards, pitch elevator)
- [5] Faciliter le travail collaboratif et le travail en mode projet

Compétences requises (*Prerequisites*)

Compétences requises en Fr ou EN

- Le Hackathon s'appuie sur l'expérience de la soirée Étincelles organisée en 1^{ère} année du cycle ingénieur, qui permet d'appréhender l'idéation en équipe et le concept de pitch.
- Management de projet
- Business Game

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Se former à l'innovation, ressource du site de l'association InnovENT-E
- L'innovation et l'entrepreneuriat, ressource en ligne - Editions Pearson

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **19,5 h**

CM:12h – TD: 7,5h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

La conduite de travaux et réception de chantier, cours de l'unité d'enseignement « **Enjeux de la construction durable** » a pour objectif de montrer aux futurs ingénieurs les différentes phases d'un chantier de la phase préparation à la phase réception des travaux et livraison de l'ouvrage. L'accent sera mis à chaque phase du chantier sur les documents administratifs, techniques et financiers nécessaires ainsi que sur les aspects de la sécurité et de la santé sur un chantier.

- CM 1: Introduction Genèse du projet : orienter l'action par rapport à la finalité ; Base documentaire (OS...), existence financière et juridique du projet, Réunion des 3M
- CM2 : Préparation de chantier tout corps d'états : consultation des entreprises, lancement des études d'exécution (méthodes gros œuvre vues précédemment)
- CM3 : Suivi d'exécution des travaux : administratifs, financiers et techniques (Les notions de modification de travaux, de retards, d'avenants)
- CM4 : Préparation à la Réception (Essai, OPR, Levée des réserves, Garanties)
- TD1, TD2 & TD3 : Elaborer un planning de chantier sur excell en groupe sur un même cas, TD3 : Engendrer une perturbation de planning et trouver la solution
- L'évaluation sera faite sur le dernier des 3 TD

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- ☐ [3] Identifier la phase de préparation de chantier et les opérations préalables au démarrage des travaux (ordre de service et dossier marché)
- ☐ [2] Préparer les formalités préalables au démarrage des travaux
- ☐ [2] Etablir un plan de sécurité et de protection de la santé sur un chantier
- ☐ [3] Planifier la gestion et le suivi des travaux du point de vue administratif, technique et financier
- ☐ [2] Décrire les modifications en cours de chantier (intempéries, difficultés rencontrées en cours de chantier, modification des ouvrages en cours de chantier, apparition de travaux non prévus, retards, et les avenants qui en découlent)
- ☐ [3] Préparer les opérations de fin du chantier, de livraison de l'ouvrage, de la réception de l'ouvrage et de la levée des réserves.

Compétences requises (*Prerequisites*)

:

- ☐ Acteur, Enjeux et projet de maîtrise d'oeuvre -S05
- ☐ Organisation et pilotage de chantier - S06
- ☐ Management de projet
- ☐ Technologies de chantier- S07
- ☐ Droit du travail
- ☐ Etude de prix

Santé et Sécurité au travail

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- ☐ DEBAVEYE H., HAXAIRE P., 180 séquences pour mener une opération de construction, Le Moniteur, 12 édition, 2021
- ☐ COUFFIGNAL D., HAXAIRE P., Conduire son chantier en 70 Fiches pratiques, Le Moniteur, 14 édition, 2021

□ DEBAVEYE H., 55 outils pour la conduite de chantier, Le Moniteur, 2021
FEVRE B., FOURAGE S., Mémento du conducteur de travaux, préparation au suivi de chantier, 6° édition, Eyrolles, 2022

Langue d'enseignement (*Teaching language*) : Français

Nombre d'heures (*Number of hours*) : 18,5 h

CM :1,5h – TD: 10h – FOAD async. : 6h – Eval. : 1h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le génie écologique, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Enjeux de la construction durable** » aborde une Introduction au génie écologique, ses objets d'application, enjeux, méthodes et réglementation :

- Définition des écosystèmes
- Services écosystémiques
- Parties prenantes
- Séquence éviter-réduire-compenser.

Travaux dirigés sur bases de données cartographiques (IGN, BRGM, INPN).

Evaluation sous forme de rapport cartographique + carte mentale résumant un projet de génie écologique.

- CM 1 : Définitions et enjeux du génie écologique + Causes d'érosion de la biodiversité + Eléments de caractérisations des biotopes.
- CM 2 : Méthodologie des inventaires faune/flore + Services écosystémiques + Espèces exotiques envahissantes + Séquence ERC.
- TD 1 : Orographie (s.l.), géologie, évolution spatio-temporelle.
- TD 2 : Climat, végétation, trames vertes, bleues et noires.
- TD 3 : Espèces protégées, espèces exotiques envahissantes.
- TD 4 : Services écosystémiques, impacts, parties prenantes.
- TD 5 : Séquence ERC.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- ☐ [2] Identifier les principaux écosystèmes et services écosystémiques.
- ☐ [2] Identifier les principales caractéristiques d'un écosystème.
- ☐ [4] Evaluer les perturbations liées à un projet de construction/aménagements
- ☐ [5] Imaginer les solutions d'évitement, réduction ou de compensation de ces impacts.
- ☐ [6] Evaluer ses propres acquis à l'issu de la séquence d'enseignement.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- ☐ Acteur, Enjeux et projet de maîtrise d'œuvre - S05
- ☐ Organisation et pilotage de chantier - S06
- ☐ Technologies de chantier - S07

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- ☐ DELLINGER, Sébastien (2020) Conception et mise en œuvre d'un projet de génie écologique. Mouazé : Éditions Cœtopia
- ☐ <https://www.geoportail.gouv.fr/> - <https://infoterre.brgm.fr/> - <https://inpn.mnhn.fr/> - <https://www.ofb.gouv.fr/>

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 15h

(CM : 10h – Evaluation: 1h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

Le droit de la construction, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Management de projet et gestion d'entreprise** », aborde les principes fondamentaux du droit de la construction et de l'environnement :

- Les dispositions communes à tous les ouvrages
- Les contrats de constructions de logement
- Les mesures de protection, de garanties et d'assurance
- Performance environnementale (Certificats énergétique, carbone, Produit matériaux équipement déchet)
- L'évaluation des acquis d'apprentissages sera réalisée lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'apprentissage en Fr ou EN

- [3] Appliquer l'ensemble des notions déterminantes du droit de la construction
- [4] Expliquer les rôles des différents acteurs et leurs responsabilités
- [3] Utiliser/Appliquer les différentes polices d'assurance
- [1] Définir les objectifs de performance

Compétences requises (*Prerequisites*)

Compétences requises en Fr ou EN

- Droit de l'urbanisme et environnement

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Précis de droit de la construction - Moussa Thioye - 2023
- Droit de l'urbanisme et de la construction, Jean-Bernard Auby, 2011
- Urbanisme et construction, Memento Pratique, 2019
- Site internet Legifrance - Code de la construction et de l'habitation

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 10h

(CM: 9h – Evaluation: 1h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

Les Marchés Publics et privés, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Management de projet et gestion d'entreprise** », aborde les grands principes des contrats administratifs conclus à titre onéreux entre un organisme public et un fournisseur ou un prestataire pour répondre aux besoins d'un organisme public en matière de travaux, de fournitures ou de services :

- Définition générale d'un marché public et privé (Acteurs)
- Les critères d'attribution du marché (matériel, rémunération)
- Les différents marchés publics et assimilés
- Les marchés exclus du marchés public (IN HOUSE, les prestations, les subventions et les concessions)
- Les procédures de marchés public (publicité et appel d'offre)
- Les pièces constitutives et les critères d'attribution
- L'évaluation des acquis d'apprentissages sera réalisée lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'apprentissage en Fr ou EN

- [2] Expliquer les règles applicables au processus de passation de marchés publics et privés, en travaux, services et fournitures (procédures légales, règles de signature, possibilités encadrées d'engager ou de satisfaire une commande en direct, clauses réglementées de ces marchés, règles applicables s'agissant de la mention de marques, normes, références techniques, etc.).
- [3] Comprendre le cadre juridique applicable à l'attribution de tels marchés (connaissance des critères de sélection légalement autorisés, techniques de pondération de ces critères, cadre juridique de la négociation, règles s'imposant en matière de rédaction du rapport d'analyse des offres ou d'intervention d'une collégialité du type Commission d'appel d'offres, possibilité pour les candidats de réclamer des informations, etc.).
- [3] savoir se situer dans la réglementation applicable en matière d'exécution de tels marchés (savoir contractualiser des évolutions liées à des contingences techniques de chantier, à travers notamment la signature d'actes modificatifs, de marchés complémentaires, de bordereaux de prix supplémentaires, etc. Connaître les règles applicables également à la sous-traitance et mesurer les enjeux des responsabilités et garanties post-contractuelles).

Compétences requises (*Prerequisites*)

Compétences requises en Fr ou EN

- Droit de l'urbanisme et de la construction

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Pratique du droit de la construction : marchés publics et privés – Patricia Grelier Wyckoff, Frédérique Stéphan. – 10^e édition – 2024
- Code pratique de la commande publique, par Jérôme Michon, éd. La Gazette, mars 2020 (mise à jour annuelle)
- Articles publiés dans Le Moniteur, La Gazette, Contrats Publics, Achat-Public.Infos.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 10h

(Cours: 9h - Evaluation : 1h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

L'interculturalité, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Management de projet et gestion d'entreprise** », aborde les principes du domaine interdisciplinaire du management qui vise à faciliter la communication, la gestion et l'interaction entre les entreprises, en France et à l'international, ainsi que celle des collaborateurs et acteurs de différentes cultures.

- Le management interculturel dans le monde du travail d'aujourd'hui
- Définition de la culture sur son identité, la globalisation, les stéréotypes
- La pertinence du management interculturel
- Les apports du management interculturel par son histoire, les dimensions culturelles
- L'impact sur le fonctionnement des individus et les organisations
- La communication interculturelle
- L'impact de la culture au travail
- L'adaptation, l'intégration et la collaboration dans un contexte multiculturel.
- L'évaluation des acquis d'apprentissages sera réalisée lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'apprentissage en Fr ou EN

- [2] Discuter de l'impact des différences culturelles sur la collaboration
- [2] Décrire quelques dimensions culturelles affectent les univers de sens en contexte interculturel (communication, conception du temps, de l'autorité, de la qualité, du risque, etc)
- [3] Développer une posture de prise de recul, de questionnement et de non-jugement vis-à-vis des interlocuteurs afin de mieux analyser les enjeux de management interculturel
- [3] Appliquer les outils permettant de mettre en place un comportement adapté aux situations interculturelles

Compétences requises (*Prerequisites*)

Compétences requises en Fr ou EN

- Leadership et communication

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Le management interculturel - 9e édition - Virginia Drummond - 2024
- Gestion en contexte interculturel - Chanlat J.F (Presses de l'Université Laval et les éditions ESKA, Canada - 2008
- Le Management Interculturel, Que sais-je ? - Chevrier S – 2006
- Penser la diversité du monde - Philippe d'Iribarne - 2008
- Management interculturel, stratégie, organisation, performance, 6e édition, Dunod - Meier O - 2016
- L'intelligence interculturelle, Charles Leopold Mayer - 2014

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : 9 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Dans la continuité du module SST en première année : Parcours Chantier, ce cours de Santé et Sécurité au travail 2 est la prolongation de l'enseignement ; Il aborde les notions liées à la prévention et à la performance :

Introduction/Objectifs/Agenda

I. Identifier une action de prévention

1. Changer de regard sur la prévention des risques dans l'entreprise
2. Mesurer la prévention

II. Mesurer la rentabilité d'une action de prévention

1. Présentation d'un cas d'étude Prévention et Performance
2. Analyse des impacts du cas d'étude
3. Mesure de la performance économique d'une action de prévention

III. Démontrer l'intérêt d'une action de prévention sur la performance globale de l'entreprise

1. Lien entre performance de l'entreprise et prévention
2. Approche de la performance globale

Résumé/Conclusion

L'élève ingénieur sera évalué par un contrôle terminal sous forme de :
QCM et par le suivi de module en ligne (Réussit /Non réussit).

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Reconnaître dans l'entreprise les enjeux humains, sociaux, économiques et juridiques de la S&ST en participant à l'observation de la santé dans l'entreprise, en se référant au cadre réglementaire et normatif qui s'applique à l'entreprise et en communiquant avec les acteurs de prévention internes et externes.
- [3] Utiliser /Intégrer la S&ST dans la gestion de ses activités et la conduite de projets en identifiant les dangers et les situations de travail dangereuses existantes et futures, en évaluant les risques d'accidents et d'atteintes à la santé et en supprimant et réduisant les risques.
- [4] Démontrer l'impact POSITIF de la prévention des risques sur la performance de l'entreprise

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Le cours de SST 1

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- e-campus : modules en ligne

- INRS - Aide-mémoire BTP Edition 790 (fournis aux élèves sous format électronique), support de cours.
- https://www.preventionbtp.fr/ressources/focus/prevention-et-performance-un-duo-gagnant-gagnant_WsuW2cEnzpNLVMRh3q5oJQ

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 11h

(CM: 1,5h – FOAD: 1h – FOAD Async: 1h - Projet : 7.5h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

Le parcours Leadership et communication, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement
« **Communication et projet professionnel** » aborde la communication interpersonnelle

Ce module de leadership & communication vise pour chaque élève à identifier son propre style de leadership afin d'adapter sa communication dans un contexte de management tout en intégrant la posture de communicant agile dans ses prises de paroles orales.

- La communication lors de différents entretiens (typologies, attitudes)
- Les différents outils mobilisés en entretien
- La méthodologie et structuration d'une réunion,
- Le pouvoir de la parole

L'évaluation sera réalisée en 2 parties : Les acquis d'apprentissages visés lors des travaux pratiques (étude de cas et mise en situation) et un Portfolio Soft Skills : il s'agit d'un dossier personnel dans lequel les acquis de formation et les acquis de l'expérience de l'étudiant(e) sont définis et démontrés pendant l'année écoulée.

Le PSS est constitué de 3 volets:

1. LEADERSHIP ET COMMUNICATION
 - Aptitude à la prise de parole (Pitch argumenté)
2. PROFESSIONNALISATION
 - Capacité à identifier les enjeux du secteur professionnel et à s'intégrer progressivement sur le marché du travail
3. NOUVEAUX HORIZONS
 - Aptitude à tirer parti de ses expériences extra scolaires par le développement de soft skills

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'Apprentissage en Fr ou EN – [niveau de bloom] – Verbe d'action + contexte

- [5] Développer et gagner la confiance des autres
- [5] Découvrir les différents moyens de fédérer et motiver ses équipes
- [5] Rendre compte à l'écrit et à l'oral, de façon impactante, de ses expériences
- [5] Mettre en œuvre son insertion professionnelle
- [3] Développer ses soft skills à un niveau individuel et managérial
- [3] Développer sa pratique de l'écoute active, d'animer un collectif et d'argumenter dans un contexte de négociation

Compétences requises (*Prerequisites*)

Compétences requises en Fr ou EN

- Leadership et communication 1^{ère} année

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Comment développer son leadership - Ken Blanchard, Eyrolles, 2005

- L'Art de motiver - Michaël Aguilar - Dunod, 2016
- La Boîte à outils du manager - Rémi Juët - Dunod, 2017

Langue d'enseignement : Anglais

Nombre d'heures : 30

(Cours : 28 h – ECT : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Interactifs, les enseignements en anglais mettent l'accent sur l'acquisition de **cinq compétences** : expression orale en continu, expression orale en interaction, expression écrite, compréhension orale et compréhension écrite.

- Acquisition d'une grande ouverture interculturelle et d'une aptitude à travailler à l'international.
- Résumé écrit et présentation orale d'un sujet technique
- Travail par projet sur un thème technique ou d'actualité (génie écologique, matériaux innovants)
- Communication interculturelle
- Discussions autour d'un sujet d'actualité ou de culture générale
- Etude **socio-linguistique** (traits relatifs à l'usage de la langue : règles de politesse, marqueurs de relations sociales, expressions idiomatiques et de la sagesse populaire, dialectes et accents)
- Préparation ciblée du TOEIC (groupes de niveau B1)
- Cours inversés (niveaux B2 et C1)
- « Creative writing », débats, mises en situation professionnelle (entretiens, jeux de rôle, négociations)
- Développement de l'esprit critique
- Travail en binôme et en sous-groupe

L'évaluation sera réalisée par une note de composition (note de TOEIC Listening & Reading officiel ou test équivalent - IBT TOEFL/IELTS/Cambridge convertie) et par une note de contrôle continu y compris la note de projet et la présentation orale.

Acquis d'apprentissage visés : (Learning Outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable :

- [3] Produire les efforts nécessaires pour atteindre un niveau minimal B2 selon le Cadre européen commun de référence pour les langues et selon son groupe de niveau à l'ESTP (niveaux A2/B1 à B2/C1)
- [5] Développer sa communication avec spontanéité et aisance permettant une bonne interaction avec des locuteurs natifs.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Niveau B1+. Cependant, certains élèves ont un niveau inférieur.
- Les élèves sont regroupés par niveaux (A2/B1 à B2/C1) dans des cours à effectifs restreints.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Outils pédagogiques variés : documents écrits, documents audio, vidéos, supports numériques, licences Global Exam (groupes de niveau A2/B1)

Langue d'enseignement (*Teaching language*) : Français

Nombre d'heures (*Number of hours*) : 60 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Au cours du S8, le module d'ingénierie et de recherche 2 est présenté sous forme de deux projets A&B au cours desquelles les élèves-ingénieurs sont amenés à travailler sur des projets en lien avec leur parcours thématique. Un vaste spectre de sujets pourra être traité : de la recherche expérimentale à une problématique appliquée.

Projet A (30h):

Le projet A vient dans la continuité du projet d'ingénierie et de recherche 1 du S7. Au cours de ce projet, les élèves-ingénieurs sont amenés à :

- Poursuivre la mise en œuvre du protocole de recherche ou la démarche de projet d'ingénierie déjà établi ;
- Réaliser des expérimentations, calculs, simulations, modélisations dans le but de collecter des données ;
- Mise à jour des connaissances scientifiques en pratiquant une veille scientifique sur le sujet choisi ;
- Analyser et interpréter les données obtenues afin de valider les résultats ;
- Répondre à la problématique initiale ;
- Valoriser leurs travaux.

Chaque groupe sera amené à défendre son travail lors d'une soutenance orale qui fera l'objet d'une notation. Ils seront également évalués sur la base des livrables produits pour le projet : le rapport final (format article ou rapport scientifique, qui inclura donc une bibliographie), le poster et le support de la présentation.

Projet B (30h):

Le projet B s'articule autour des modules du parcours thématique. Au cours de ce projet, les élèves-ingénieurs sont amenés à travailler en groupe sur un projet fils conducteur qui traite une ou plusieurs problématique(s). Ils s'appuient sur les compétences acquises lors des UE du parcours thématique suivi afin d'avancer sur le projet proposé par les référents projet. Chaque groupe sera amené à défendre son travail lors d'une soutenance orale qui fera l'objet d'une notation. Ils seront également évalués sur la base des livrables produits pour le projet. Le projet vise à encourager la créativité et valoriser sa transposition concrète par un travail collectif d'élèves ingénieurs qui traitent et illustrent des problématiques liées aux enjeux de la construction.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur devrait maîtriser :

- [5] des fondamentaux de la gestion de projet pour mener leurs travaux (gestion du temps de travail, gestion des réunions de travail, etc.) ;
- [5] les principes de l'intégrité scientifique ;
- [4] la mise en œuvre d'une veille documentaire ;
- [5] des méthodes pour concevoir et mettre en œuvre un protocole de recherche scientifique ou une démarche de projet d'ingénierie ;
- [5] des outils d'élaboration d'un programme fonctionnel pour intégrer les enjeux du développement durable ;
- [6] des méthodologies de mise en place des solutions ;
- [6] des principes de validations des solutions proposées ;
- [6] des règles d'écriture scientifique pour valoriser leur travail : Poster Scientifique, bibliographie et livrables ;
- [6] des règles de présentation scientifique en équipe : soutenance orale et argumentation des choix face aux questions du jury.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Avoir suivi le module « Projet Ingénierie et Recherche 1 » ;
- Travailler en équipe afin de mettre en place une démarche de projet ;
- Avoir un esprit analytique et d'innovation ;

- Avoir un esprit critique et une capacité de déduction ;
- Faire preuve de curiosité scientifique.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Accès aux ressources documentaires des bibliothèques de l'ESTP :
 - Revues scientifiques papiers et numériques,
 - Ouvrages scientifiques de références.
- Documents de présentation,
- Cahier des charges du projet,
- Support de cours disponible sur Ecampus
- HAL,
- ArXiv,
- Sur le thème de l'intégrité scientifique :
 - Witkowski N. Trop belles pour le Nobel: les femmes et la science. Paris: Éd. du Seuil; 2007. (Points).
 - Chevassus-au-Louis N. Malscience: de la fraude dans les labos. Paris: Éditions du Seuil; 2016. 199 p. (Science ouverte).
 - Rothen F. Les combats de la science: racisme, créationnisme, spécisme, pensée magique 500 ans de lutte contre l'obscurantisme. Lausanne: EPFL Press; 2022.
 - Guglielmi GJ, Koubi G. Le plagiat de la recherche scientifique. Paris: LGDJ-Lextenso éd; 2012.
 - Broad W, Wade N, Broad W. La souris truquée: enquête sur la fraude scientifique. Paris: Éd. du Seuil; 1994. 320 p. (Points Sciences).
 - Pracontal M de. L'imposture scientifique en dix leçons. Édition mise à jour. Paris: Éditions du Seuil; 2005.
 - Cetro R, Sini L. Fake news, rumeurs, intox: stratégies et visées discursives de la désinformation. Paris: l'Harmattan; 2020. (Humanités numériques).
 - Décret n° 2021-1572 du 3 décembre 2021 relatif au respect des exigences de l'intégrité scientifique par les établissements publics contribuant au service public de la recherche et les fondations reconnues d'utilité publique ayant pour activité principale la recherche publique - Légifrance [Internet]. [cité 26 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044411360>
 - ALLEA. Code de Conduite Européen pour l'Intégrité Scientifique: publication de l'édition 2023 [Internet]. 2023 [cité 26 janv 2024]. Disponible sur: <https://www.ofis-france.fr/edition-revisée-2023-du-code-de-conduite-européen-pour-l'intégrité-scientifique/>
 - Article L335-2 - Code de la propriété intellectuelle - Légifrance [Internet]. [cité 26 janv 2024]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000032655082
- Sur le thème de l'éthique de la science :
 - Arendt H, Kohn J, Fidel JL. Responsabilité et jugement. Paris: Éd. Payot & Rivages; 2009. (Petite Bibliothèque Payot).
 - Jonas H. Pour une éthique du futur. Paris: Editions Payot & Rivages; 2008.
 - Serres M. Petite poucette. Paris: Le Pommier; 2012. 82 p. (Manifestes).
 - Serres M. Morales espiègles. Paris: Le Pommier; 2019. 91 p. (Manifeste).
 - Kahn A, Lafay D. L'éthique dans tous ses états: dialogue avec Denis Lafay. La Tour-d'Aigues: Éditions de l'Aube; 2019. (Le monde en soi).
 - Marzano MM. L'éthique appliquée. 3e éd. Paris: Que sais-je ?; 2018. (Que sais-je ?).
- Sur le thème de la méthodologie de la science :
 - Lichtfouse É. Rédiger pour être publié ! conseils pratiques pour les scientifiques. 2e éd. Paris Berlin Heidelberg [etc.]: Springer; 2011.
 - Hess R, Mutuale A, Crépeau B. Pratiquer le journal de recherche. Lyon: Chronique sociale; 2021. (Savoir communiquer).
 - Latour B, Biezunski M, Latour B. La science en action: introduction à la sociologie des sciences. Paris: Découverte / Poche; 2010. 663 p. (Sciences humaines et sociales).

- Leonelli S. La recherche scientifique à l'ère des Big Data: cinq façons dont les Big Data nuisent à la science, et comment la sauver. Milan (Italie) [Paris: Éditions Mimésis; 2019. (Philosophie).
- Olivier L, Bédard G, Ferron J. L'élaboration d'une problématique de recherche: sources, outils et méthode. Paris: L'Harmattan; 2005. 94 p. (Logiques sociales).
- Lindsay D, Poindron P. Guide de rédaction scientifique: l'hypothèse, clé de voûte de l'article scientifique. Versailles: Éd. Quae; 2011.
- Forget-Dubois N. Écrire un article scientifique en anglais: guide de rédaction dans la langue de Darwin. Laval (Québec) [Paris]: PUL, Presses de l'Université Laval diffusion Hermann; 2016.
- Pansu P, Dubois N, Beauvois JL. Dis-moi qui te cite, et je saurai ce que tu vauds: que mesure vraiment la bibliométrie ? Grenoble: Presses universitaires de Grenoble; 2013. (Points de vue & débats scientifiques).
- Pochet B. Comprendre et maîtriser la littérature scientifique. Gembloux: Les Presses agronomiques de Gembloux; 2015.

Formation ingénieur ESTP sous statut étudiant

Semestre 8

**Parcours Aménagement urbain et
mobilité (AUM)**

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **29 h**

CM:12 TD:12,5 CT:2,5

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Ce cours aborde plusieurs parties :

- L'étude du cycle de l'eau (débits d'eau naturelle, eaux de pluie, eaux souterraines, rivières, lacs, eau potable et assainissement) et son interaction avec l'urbanisation.
- L'acquisition et la transmission des données de pluviométrie et d'écoulement des eaux pour la gestion du réseau des eaux usées et des bassins de retenues des eaux pluviales.
- La gestion des précipitations à l'échelle d'un bassin versant urbanisé
- L'infiltration et le ruissellement dans le milieu urbain
- L'estimation probabilistes des crues extrêmes
- La conception des réseaux d'assainissement
- Une visite sur site permet aux étudiants de comprendre les mesures mises en place pour la préservation de l'environnement
- L'évaluation se fera sur la base d'une composition de 2h.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

A l'issue de ce cours, les étudiants pourront :

- [1] Identifier les différents phénomènes en hydrologie en milieu urbain et les quantifier
- (5) Juger de l'importance du drainage urbain sur le cycle naturel de l'eau
- [5] Adapter les ouvrages pour collecter et réguler les eaux superficielles issues de la plateforme (infrastructures et accotements)
- (5) Etablir un réseau d'assainissement d'une agglomération
- [1] Connaître les méthodes: représentation des phénomènes de pluie et de ruissellement
- [4] Corréler les débits des eaux pluviales et des eaux usées provenant des environnements urbains comme base pour la conception, l'exploitation et l'entretien des systèmes de drainage et d'assainissement

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours d'aménagements et réseaux divers - S05
- Cours de probabilités et de statistiques - S06
- Cours de mécanique des fluides et Hydrauliques - S07,
- Cours de génie écologique – S07

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- B. HINGRAY & Al, Hydrologie, une science pour l'ingénieur, presses polytechniques et universitaires romandes, 2009

Langue d'enseignement (*Teaching language*) : Français

Nombre d'heures (*Number of hours*) : 18,5 h

CM: 7,50h TD:10h CT:1h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

L'objectif du cours : Techniques Passives et Hybrides appliquées au Bâtiment” au sein du Parcours Aménagement urbain et Mobilité est de présenter aux étudiants les techniques leur permettant de concevoir des bâtiments respectueux de l'environnement. Il s'agit notamment de :

- Connaître le concept d'un bâtiment passif et de la sobriété énergétique
- Connaître les principes utilisés pour rendre un bâtiment passif (isolation thermique, suppression des ponts thermiques, étanchéité de l'air, ventilation double flux, captation de l'énergie solaire, limitation de la consommation des appareils ménagers)
- La végétalisation du bâtiment comme facteur de régulation du climat intérieur, de la biodiversité du milieu et de la performance énergétique des bâtiments.
- Contribution des bâtiments au développement de la biodiversité en milieu urbain.
 - TD1 - Etude de cas : labelisations, comparatif des solutions d'isolation
 - TD2 - Etude de cas : calcul de l'étanchéité de l'air & de la ventilation double flux
 - TD3 - Etude de cas : modes de captation de l'énergie solaire
 - TD4 - Etude de cas : bâtiments passifs & effets de la végétalisation intérieure et extérieure

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [[2] Citer les techniques passives et hybrides
- [3] Agir pour l'éco-construction et l'éco-gestion en énergétique du bâtiment
- [4] Concevoir et évaluer les constructions et rénovations durable à forte efficacité énergétique
- [5] Valoriser les matériaux, produits et systèmes pour l'efficacité énergétique
- [4] Adapter les composants de la construction et leur mise en œuvre pour répondre aux conditions climatiques du territoire.
- [5] Valoriser le système végétal comme élément essentiel à l'amélioration du cadre de vie.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours d'Acteurs, Enjeux et Projets de Maîtrise d'oeuvre
- RE 2020
- Génie écologique
- Logiciel à confirmer

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Expérimenter la construction du bâtiment performant de demain- ministère du logement et de l'habitat durable ; sur www.logement.gouv.fr
- Bâtiments à énergie passive; sur www.engie-travaux.fr

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **10 h**

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

- L'urbanisme circulaire est une partie indispensable du champ de l'urbanisme vert. Il consiste à reconstruire la ville sur elle-même et constitue une alternative à l'étalement urbain et l'artificialisation des sols inscrit dans le plan de biodiversité de 2018.
- Les enjeux de l'urbanisme circulaire sont des enjeux environnementaux, économiques et sociaux. Ce cours a pour but de fournir les principes fondamentaux de l'urbanisme circulaire. Tout est en lien avec le développement des usages urbains aux sols déjà artificialisés du territoire, les nouveaux modèles de production et de consommation, et l'amélioration de la prévention, de la gestion et du recyclage des lieux existants.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [1] Identifier les acteurs économiques et mettre en synergie les flux de matières, d'énergie, d'eau, les infrastructures, la mobilité des biens et des personnes ou encore les services afin d'optimiser l'utilisation des ressources sur un territoire.
- [3] Expliquer les possibles transformations des usages des locaux comme alternative à une démolition
- [3] Expliquer la notion de recyclage du foncier
- [5] Substituer aux modes de construction classique des modes de construction modulaire
- [6] Décider du recyclage des matériaux de démolition afin de reconstruire la ville.
- [1] Construire avec des matériaux biosourcés

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de Climate change et Projet Ingénieurs et Transitions – S05
- Cours d'analyse cycle de vie - S07
- Cours de Enjeux des villes et des territoires - S05
-

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- ZEMBRI-MARY Geneviève, Concevoir une offre de transport public, Editions, 2016.

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : 10 h

CM:9 CT:1

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

- Ce cours forme aux connaissances théoriques et aux outils opérationnels permettant de comprendre et de traiter les enjeux sanitaires et écologiques de la production urbaine et de l'aménagement. Pour ce faire, il puise dans les sciences sociales et les sciences naturelles à la fois. Il traite notamment des questions de la gestion des déchets, la gestion des nuisances acoustiques, la gestion des sites et sols pollués et de la qualité de l'air. Il traite aussi de l'action municipale pour la qualité de vie sous l'angle de l'écologie urbaine.
- L'évaluation est basée sur une composition d'une heure.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

A l'issue de ce cours, les étudiants pourront :

- [1] Analyser le milieu urbain du point de vue des sciences naturelles, des rapports sociaux et des enjeux locaux ou mondiaux.
- [2] Identifier des outils et des indicateurs pour représenter l'écologie d'une ville
- [5] Identifier des approches de réduction des pollutions urbaines

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de génie écologique – S08 TC
- Cours Enjeux des villes et des territoires – S05

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- BERDOULAY, V. et O. SOUBEYRAN (2002). L'écologie urbaine et l'urbanisme aux fondements des enjeux actuels, Paris, La Découverte.

Langue d'enseignement (*Teaching language*) : Français

Nombre d'heures (*Number of hours*) : 13 h

CM:12h CT:1h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le cours « Les réseaux de transport et la mobilité décarbonée », du parcours thématique «**Aménagement urbain et Mobilité**», de l'unité de l'enseignement «**Transport et mobilité**» est un cours permettant aux futurs ingénieurs de l'ESTP d'acquérir les compétences nécessaires permettant de comprendre :

- Les différents moyens de transport et l'importance des réseaux
- L'importance des différents acteurs et de l'environnement dans le développement des réseaux de transport
- La relation entre la planification des réseaux de transport et la planification urbaine
- Les types de mobilités, la MaaS (*Mobility as a Service*) et les données exploitables pour étudier la mobilité
- Les grands chiffres sur la mobilité en France
- Les déterminants des pratiques de mobilité
- Les usages des différents réseaux de transport et leurs évolutions (France)
- Les nouveaux services de mobilité, & d'intermodalité et les enjeux associés
- Les défis de la mobilité durable

L'évaluation est basée sur un contrôle terminal

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [4] Analyser les grands indicateurs de la mobilité
- [4] Expliquer les déterminants des pratiques de mobilité
- [5] faire évoluer les réseaux de transport en tenant compte de l'environnement et des contextes spatiaux et temporels
- [5] Formuler les liens entre les besoins de mobilité et les usages des réseaux de transport
- [5] Proposer des actions pour la décarbonation des mobilités
- [6] Concevoir la ville par la gestion des réseaux de transport
- [6] Jouer un rôle dans la création d'un urbanisme durable

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de management de projet
- Cours de systèmes d'information géographique
- Cours de génie écologique et environnement

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- BOUTTE F., FLONNEAU M., LUSSAULT M., Champs Elysées, Histoire et Perspectives, Editions Pavillon de l'arsenal / PCA éditions, 2020, 336p
- Les Routes du futur du Grand Paris, Pavillon de l'Arsenal, 2019, 312 p

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **21 h**

CM:9h TD:10h CT:2h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le cours « Modélisation des transports et leurs usages », du parcours thématique « **Aménagement urbain et Mobilité** », de l'unité de l'enseignement « **Transport et mobilité** » est un cours permettant aux futurs ingénieurs de l'ESTP d'acquérir les clefs de compréhension des thèmes suivants :

- L'importance du transport urbain pour le développement socio-économique de la ville. L'objectif de ce cours est d'aborder les outils nécessaires dans le domaine des transports afin de modéliser la demande et l'offre de transport dans le temps et dans l'espace. Les modèles statiques permettant d'évaluer l'utilité d'une nouvelle infrastructure de transport sont abordées dans le contexte économique et environnemental.
 - La compréhension du concept des Maas: "Mobility as a service" ou services numériques multimodaux et les avantages pour l'utilisateur sur un territoire: la simplification des choix et usage des modes de mobilité.
 - Les modélisations des offres de transport sur une unique offre digitale.
 - Les effets et implications financières, réglementaires et technologiques.
-
- TD1: Concepts, Etude de cas sur une région (Ile de France, Normandie, Occitanie...)
 - TD2: Flux de déplacement (usages et typologies)
 - TD3: Gestion, utilisation & Partage des données
 - TD4: Modèle commercial, Grilles tarifaires des transports: analyse comparative des solutions pré et post paiement
 - L'évaluation sera faite sur la base d'une note de contrôle terminal

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [5] Expliquer la structure générale d'un modèle de transport
- [4] Examiner les flux de déplacements par mode de transport et catégorie d'usages actuelles et futures
- [3] Discuter des effets sociétaux et environnementaux possibles
- [2] Comprendre les différents types de gouvernance
- [3] Découvrir les outils utilisés par les bureaux d'étude et utiliser des logiciels de modélisation
- [4] Analyser et modéliser la demande de transport.
- [2] Indiquer les indicateurs de rentabilité socio-économiques
- [3] Analyser et discuter des effets et implications du point de vue financier, réglementaire et technologique

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de management de projet
- Cours de systèmes d'information géographique
- cours de probabilités et statistiques

- (Cours d'étude de prix)

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- ZEMBRI-MARY Geneviève, Concevoir une offre de transport public, Editions, 2016.
- [Le déploiement du MaaS en France : état des lieux en 2021 | Cerema](#)

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **17,5 h**

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

L'objet de ce cours est d'initier les futurs ingénieurs aux principaux paramètres de conception géométrique des routes et aux règles d'aménagement des carrefours. Les principales notions abordées sont :

- Les tracés en plan des infrastructures routières
 - Les tracés de profils en long des infrastructures routières
 - Les tracés de profils en travers des infrastructures routières
 - Les conceptions des échangeurs, carrefours et autres équipements et services à l'utilisateur.
-
- L'évaluation se fait sur la base des notes de TP et de rendu de TD/TP

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

-
- [2] Décrire la nécessité d'organiser les différentes circulations routières.
 - [2] Décrire l'importance de la conception générale des infrastructures routières
 - [4] Examiner les critères de dimensionnement des infrastructures routières
 - [4] Expliquer le dimensionnement des infrastructures routières
 - [5] Produire un tracé en plan d'une voie
 - [5] Produire un tracé de profil en long d'une voie
 - [5] Produire un tracé de profil en travers d'une voie
 - [4] Expliquer les différents types de croisement et autres aménagements
 - [3] Utiliser un logiciel de dimensionnement et de tracé : Géomensura.
 -

Compétences requises (*Prerequisites*)

-
- Topométrie urbaine – S06
 - Aménagement et réseaux divers – S05

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

-
- Mise à disposition des corrigés des travaux pratiques réalisés
 - Utilisation du Guide de dimensionnement des routes
 - Utilisation du logiciel Geomensura sous la forme d'une licence provisoire (Windows uniquement)

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : 20,5 h

CM:9 TD:10 CT:1,5

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

- Ce cours d'Aménagement et Cartographies des Territoires de l'Unité d'enseignement Urbanisme et Aménagement forme à la cartographie et ses outils et à renforcer les compétences de l'approche spatiale des territoires et des projets à plusieurs échelles, depuis la définition du projet urbain jusqu'à l'aménagement du territoire national. Il complète les acquis en géomatique par une formation à l'analyse spatio-temporelle de données cartographiques ou géospatiales ; divers documents d'urbanisme : le cadastre, le zonage et le PLU ; divers types de carte : thématique, topographique, photographie aérienne et imagerie spatiale...
- L'évaluation est basée sur un examen écrit.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- ☐ [2] Distinguer les différents outils d'analyse de données géospatiales pour l'aménagement en milieux naturel et urbain.
- ☐ [4] Analyser, interpréter et exploiter des images de télédétection par satellite, avion ou drone.
- ☐ [5] Transformer et représenter les résultats sous forme cartographique et de documents d'aménagement.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de génie écologique – S08 TC
- Cours de Systèmes d'information Géographique SIG/CIM

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- ☐ Girard M.-C. et Girard C. 2017. Traitement des données de télédétection, Environnement et ressources naturelles, Dunod, 2ème édition, 576 p.
- ☐ Oliver Walser, Laurent Thévoz, Florent Joerin, Martin Schuler, Stephane Joost, Bernard Debarbieux et Hy Dao, Les SIG au service du développement territorial, Suisse/Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2011, 318.
- ☐ Smith, D.A., Online interactive thematic mapping: Applications and techniques for socio-economic research, Computers, Environment and Urban Systems, vol. 57.

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **10 h**

CM:9 CT:1

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

L'objet de ce cours est de montrer aux étudiants que le développement durable est au cœur des politiques urbaines. Après une présentation des différents acteurs intervenant dans le champ public environnemental en France et des nombreux enjeux du développement durable, le cours présente le cadre législatif du développement durable avec un rappel de l'histoire de ce cadre.

L'accent sera mis sur des exemples de cas de conflits à forte notoriété qui seront analysés par les étudiants.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

A l'issue de ce cours, les étudiants pourront :

- [2] Rappel des origines du développement durable et ses enjeux territoriaux en France et en Europe.
- [2] Identifier le rôle du secteur des transports dans les émissions de polluants atmosphériques et
- [2] Citer les technologies dont on dispose dans les transports pour réduire ces pollutions, en maîtriser les grands principes techniques, les coûts, les performances.
- [2] Présenter les principaux mécanismes impacts des transports sur la biodiversité.
- [2] Appréhender la notion de bruit et les enjeux des modes routiers et ferroviaires en la matière

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de Enjeux des villes et Territoires – S05
- Cours de génie écologique – S07

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- MAUREY Hervé et NICOLAY Louis-Jean de, « Aménagement du territoire : plus que jamais une nécessité », *Rapport de la Commission de l'aménagement du territoire et du développement durable du Sénat*, n°565, 31 mai 2017. <https://www.senat.fr/notice-rapport/2016/r16-565-notice.html>

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **20,5 h**

CM:12 TD:7,5 CT:1

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le cours « Les réseaux de transport et la mobilité décarbonée », du parcours thématique « **Aménagement urbain et Mobilité** », de l'unité de l'enseignement « **Transport et mobilité** » est un cours permettant aux futurs ingénieurs de l'ESTP d'acquérir les compétences nécessaires permettant de comprendre :

Ce cours aborde plusieurs parties :

- L'objectif de ce cours est d'initier les étudiants aux méthodes quantitatives qui utilisent des outils mathématiques et aux méthodes qualitatives qui elles se basent sur un processus de recueil d'informations issues d'enquêtes qui tiennent compte du contexte social.
- Il leur permet par la suite de faire un diagnostic territorial.
- Le cours s'appuie sur des projets réels pour lesquels les données sont libres d'utilisation. L'évaluation se fait sur la base d'une composition écrite.
- L'évaluation se fera sur la base d'un examen écrit.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

A l'issue de ce cours, les étudiants pourront :

- [2] Identifier les différentes méthodes qualitatives et les contraintes méthodologiques et éthiques qu'elles posent.
- [4] Analyser les différentes méthodes qualitatives et les appliquer dans le domaine de l'aménagement urbain
- [5] Structurer la collecte de données de terrain issus des méthodes qualitatives et quantitatives
- [4] Sélectionner, selon les études, une méthode qualitative et quantitative et éventuellement voir si les 2 méthodes sont complémentaires.
-

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de probabilités et statistiques

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- MARTIN Olivier, L'analyse quantitative des données, Editions Armand Colin, Juillet 2020
- Champs Elysées Histoire et perspectives, Pavillon de l'Arsenal, 2020

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 18h

(CM : 9h - TD : 7,5h - Evaluation : 1,5h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours « Diagnostics et réhabilitation des bâtiments », du parcours thématique « **Aménagement Urbain et Mobilité** », de l'unité de l'enseignement « Urbanisme et Aménagement » forme l'étudiant à :

- Une brève histoire des évolutions du rapport à l'existant aux enjeux contemporains,
- Une définition de la notion de patrimoine, de l'authenticité, d'une méthodologie d'intervention sur l'existant
- Une introduction à la pathologie des ouvrages (étude des défauts, de la dégradation et de la performance des ouvrages) afin de développer des solutions de remédiation et de gestion appropriées, avec un aspect d'assurance
- Aux pathologies liées à la géotechnique
- Aux risques liés à la conception du projet, aux travaux de construction, aux calculs structurels
- Aux pathologies des différents matériaux dont celles liées au béton

Les exemples pris seront sur des bâtiments remarquables tels la Station F, la Caixa Forum...

TD1 : Méthodologie d'un Diagnostic Patrimonial & d'interventions sur l'existant

TD2 : Pathologies des ouvrages (dont les pathologies du béton)

TD3 : Transformation et réversibilité des usages

L'étudiant sera évalué par une composition sur une étude de cas.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

[4] Analyser un contexte, articuler l'échelle de la valeur avec un certain recul historique, comprendre un parti pris d'architecture dans l'existant

- [2] Résumer les bases dans le domaine de l'assurance, tant en souscription qu'en règlement de sinistre
- construction
- [2] Relater le contexte juridique et agir en tant que responsable
- [3] Classifier les principales pathologies et désordres liés aux bâtiments
- [4] Inventorier les risques majeurs dans le secteur de la construction
- [4] Signaler les principaux points techniques sensibles des constructions et savoir les prévenir

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Techniques de la construction
- Dimensionnement des structures
- Connaissance des Eurocodes
- Avoir vécu une expérience (stage...) dans le domaine de la construction
- Avoir une ouverture d'esprit compte tenu de la variété des sujets abordés et de leur mise en relation

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- « La signification dans l'architecture occidentale » Christian Norberg-Schulz
- « Architecture en France (1940-2000) » Jacques Lucan
- « Apprendre à voir l'architecture » Bruno Zévi
- « Architecture, description et vocabulaire méthodiques » JM. Pérouse de Montclos
- Protocole & Techniques de restauration des bétons anciens , GMH, Groupement Monuments Historiques
- Pole Béton du Laboratoire de Recherche des LRMH : Centre de ressources Synapse - Portail du Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (lrmh.fr)

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **12 h**

CM:6 TD:5 CT:1

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

- Ce cours forme à la gestion et la maîtrise des risques naturels, technologiques ou sanitaires en milieu urbain, notamment dans le cadre d'un projet d'urbanisme. Il traite de la résilience aux risques comme moteur de l'aménagement urbain. Il comprend des présentations de cas réels et des visites de site permettant de se faire une vue d'ensemble. Le cours comprend :
 - Des études de cas historiques et perspectives ;
 - La cartographie des aléas/risques ;
 - La DICRIM et le diagnostic ERP ;
 - Une visite de site : la vallée de la Bièvre entre le parc Montsouris et Cachan ;
 - Des séances de travaux dirigés de synthèse de données cartographiques (Institut Paris Région, Géoportail Urbanisme, Géorisques).
- L'évaluation est basée sur la production d'une synthèse cartographique.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

A l'issue de ce cours, les étudiants pourront :

- [1] Identifier les principaux aléas, facteurs de vulnérabilité et risques
- [2] Comparer les outils d'information et de gestion des risques
- [4] Analyser les risques à l'échelle d'un territoire
- [6] Évaluer le potentiel de résilience et proposer des solutions

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Notions de base en génie urbain.
- Cours Enjeux des villes et territoires – S05

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Gaultier-Gaillard Sophie, Cros Michel (2010) Catastrophes et risques urbains, Nouveaux concepts, nouvelles réponses. Paris : Éditions Lavoisier.
- www.institutparisregion.fr
- www.geoportail-urbanisme.gouv.fr
- www.georisques.gouv.fr

Formation ingénieur ESTP sous statut étudiant

Semestre 8

**Parcours Construction durable
(CTD)**

- **Langue d'enseignement** (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **21 h**

CM: 9h; TD: 7,5h TP 2,5h Evaluation 1h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le cours « Conception des enveloppes », du parcours thématique « **Construction Durable** », de l'unité de l'enseignement « Conception Technique écoresponsable » traite des sujets suivants:

CM1 : **Conception technique** : déroulement des phases d'études, critères de choix des systèmes constructifs. Compréhension du processus de conception technique à partir des fonctionnalités du bâtiment et des données du site. Processus de conception, Coordination & interface des lots / Métiers- Spécialités.

CM2 : **Enveloppe des bâtiments** : Couvertures, étanchéité des toitures terrasses, toitures.

CM3 : **Enveloppe des bâtiments** : Facades : Différents types & matériaux, fenêtres et vitrages, murs rideaux, bardages, étanchéité à l'air, isolation thermique, (acoustique).
Conception des enveloppes mixtes multimatériaux

TD1 : Lecture de plan, trame structurelle et choix des systèmes constructifs

TD2 : Analyse d'un CCTP, compréhension de l'interface des Lots

TD3 : Enveloppe d'un bâtiment : Différents Types d'Etanchéité & Couvertures

TD4 : Etude cas : Façades à Ossature bois, différents types de système d'isolation et de vitrages

- L'élève ingénieur sera évalué par un contrôle terminal et un des TD de l'étude de cas.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [3] Utiliser les notions de solidité, stabilité, confort, conformité aux règles de l'art
- [4] Analyser le projet technique (plans et notices)
- [5] Proposer des choix de composants et systèmes constructifs adaptés aux études de cas
- [5] Concevoir une solution structurelle
- [4] Expliquer la cohérence des solutions techniques entre gros-œuvre et second-œuvre.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Acteurs, Enjeux et Conception de maîtrise d'œuvre
- Conception Technique des ouvrages et Eurocodes
- Béton armé
- Construction métallique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- DESTRAC Jean Marc Memotech – Enveloppe du bâtiment – Collection Memotech
- BOUTEVEILLE Ursula - La construction comment ça marche, Le Moniteur
- ENGEL Pierre Guide de la réhabilitation des enveloppes et des planchers, A l'usage des architectes et des ingénieurs du bâtiment, Eyrolles
- NEUFERT - Éditions Le Moniteur
- Guide VERITAS - Éditions Le Moniteur
- CHING F.D.K. Guide technique et pratique de la construction,- Éditions Modulo
- KARSENTY G., La fabrication du bâtiment - Éditions Eyrolles
- Vidéos du site internet de l'Agence Qualité de la Construction

- Site de Kheox via le site de la bibliothèque de l'ESTP: La réglementation, les normes et leur décryptage
- Site: Batipedia via le site de la Bibliothèque de l'ESTP (Avis Technique)
- Site: Cobaz (Normes AFNOR, NF, ISO...)

TD4

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 18.5 heures - (CM : 9h – TD : 2.5h – TP : 6h – ETP : 1h)

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course Description and Assignments)*

La cours de thermique du bâtiment de l'unité d'enseignement «**Conception technique écoresponsable**» aborde les grands principes des modèles thermo-énergétiques du système bâtiments-équipements thermiques mais aussi des modèles thermo-énergétiques pour la simulation thermique dynamique.

- **CM 1 : Principes de Base de la Thermique du Bâtiment**
Transfert de Chaleur : Application des modes de transfert thermiques aux bâtiments pour comprendre comment la chaleur se déplace à travers les éléments de construction. **Charge Thermique** : Compréhension des sources de charge thermique dans un bâtiment, telles que l'ensoleillement, les occupants, l'équipement électrique et les pertes de chaleur par transmission. Calcul des charges thermiques pour dimensionner les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation. **Pertes et Ponts Thermiques** : Définition des pertes et des ponts thermiques, Causes et conséquences des ponts thermiques, Techniques pour identifier les ponts thermiques, Techniques d'atténuation des ponts thermiques.
- **CM 2 : Introduction à la Simulation Thermique Dynamique (STD)**
Introduction à la STD : Définition de la simulation énergétique, Importance de la simulation dans le domaine de l'énergie ; **Outils de simulation et fonctionnement STD** : Présentation des principaux logiciels de simulation énergétique, Les hypothèses sous-jacentes aux logiciels, Exemples de cas d'étude dans les projets ; **Modélisation et simulation énergétique** : Principes de base de la modélisation énergétique, Le bilan thermique sur la surface externe et le bilan thermique sur la surface interne. Modélisation du climat extérieur, Types de simulations énergétiques incluant le free-floating, et la demande d'énergie. Exemples de la STD dans les projets.
- **TD 1 : Modélisation et simulation numérique sur Pléiade**
Tutoriel guidé par l'intervenant : Prise en main du logiciel Pléiade et modélisation pas à pas d'un bâtiment individuel, les étudiants doivent répéter la même procédure que l'intervenant pour un cas simplifié ; **Exercice pratique sur la modélisation d'un bâtiment** : Création des parois dans la bibliothèque, construction 3D du bâtiment à partir du logiciel, implémentation des données météorologiques, simulation simple en free-floating pour étudier le comportement thermique du bâtiment.
- **CM 3 : Présentation des résultats et analyse dans la STD**
Interprétation des résultats de la simulation : Représentation graphique et analyse des tendances observées dans les données telles que les variations saisonnières, les pics de consommation ou les fluctuations de température ; **Comparaison des simulations** : évaluation de l'efficacité de différentes stratégies de conception et de fonctionnement du bâtiment en quantifiant la demande et la consommation d'énergie, et le confort thermique ; **Analyse de sensibilité des paramètres** : Définition et utilité des analyses de sensibilité, exemple avec l'isolation de l'enveloppe ; **Optimisation Énergétique et Aide à la décision** : introduction à l'optimisation multi-objectif, recherche du meilleur compromis dans le cas où on cherche à minimiser la demande et l'inconfort thermique, Analyse de cas réels où la simulation énergétique a été utilisée pour aider à prendre des décisions dans des projets de construction ou de rénovation.
- **TP 1 : Modélisation numérique d'un bâtiment**
Création des matériaux dans la bibliothèque, Modélisation 3D du bâtiment, implémentation des données météorologiques, première simulation du bâtiment en free-floating pour étudier le comportement thermique du bâtiment.
- **TP 2 : Simulation numérique pour la demande énergétique d'un bâtiment**

Création des scénarios de température, de ventilation et d'occupation dans la bibliothèque, Affectation des scénarios d'occupation, de chauffage, de ventilation et climatisation dans les zones thermiques, Réalisation d'une simulation pour déterminer la demande d'énergie.

- Évaluation : L'élève ingénieur sera évalué par son investissement et sa gestion de projet, et par la rédaction d'un rapport final. L'évaluation globale tiendra compte des pondérations des différentes parties.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [2] Comprendre la méthodologie de modélisation et de la simulation énergétique ;
- [3] Développer des modèles thermo-énergétiques du système bâtiments-équipements ;
- [4] Poser les hypothèses, les conditions limites et quantifier l'impact des choix (les solutions et les stratégies proposées)
- [4] Traiter des séries de données chronologiques ;
- [4] Savoir interpréter des résultats en utilisant des outils d'optimisation pour comparer différentes solutions ;

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Thermodynamique
- Transmission de chaleur
- Génie climatique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Stéphane Gibout, Thermique du bâtiment, ENSGTI, 2016
- Hamed Khalissa, Confort thermique, Université de Biskra, 2013
- Bruno Peuportier, Énergétique des bâtiments et simulation thermique, Eyrolles, 2016
- Amina Aïssani. Optimisation fiabiliste des performances énergétiques des bâtiments, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II, 2016.

Langue d'enseignement (*Teaching language*) : Français

Nombre d'heures (*Number of hours*) : 17,5 h

(Cours : 9 h TD: 2,5h TP : 5 h - Evaluation : 1 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le cours « Construction bas Carbone », dans le parcours thématique « **Construction Durable** », de l'unité de l'enseignement « **Conception Technique ecoresponsable** » traite de la démarche Bas Carbone (BC) qui prend en considération les émissions de carbone pendant la construction et l'utilisation d'un bâtiment. Ce cours vise à fournir une compréhension approfondie des enjeux du bas carbone et à fournir les compétences nécessaires pour mener des projets dans cette perspective. Les sujets abordés incluent les stratégies et les enjeux du bas carbone, la construction en terre crue et en bois, les normes, la réglementation et les certifications (dont le label BBKA), ainsi que la performance des bâtiments. Il est organisé de la manière suivante :

Chapitre 1 – Généralités : matériaux biosourcés et géosourcés dans la construction.

Introduction aux labels environnementaux.

Chapitre 2 – Liants minéraux bas carbone. Compatibilité avec les matériaux bio et géosourcés

Chapitre 3 – Construction en terre : propriétés physico chimiques et mécaniques.

TP 1- Formulation d'un matériau bio et géosourcé.

Chapitre 4 – Performance des matériaux bio et géosourcés.

TP 2- Etude des propriétés hygrothermiques et mécaniques.

Chapitre 5 – Durabilité des matériaux bio et géosourcés..

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

À la fin de ce cours, l'élève ingénieur sera capable de :

- [2] Comprendre les enjeux et la stratégie du bas carbone.
- [4] Maîtriser les propriétés physiques et mécaniques des matériaux bas carbone.
- [4] Expliquer le choix des matériaux bas carbone.
- [4] Examiner les éléments structuraux (charpentes traditionnelles et industrielles, portiques et contreventements) et les systèmes porteurs (ossature bois, structure poteau-poutre et structure bois massif)
- [4] Calculer et vérifier des éléments structuraux au sens de l'Eurocodes 5
- [4] Analyser les techniques constructives en terre crue.
- [2] Expliquer les pathologies associées à la construction en terre crue, en bois et en matériaux biosourcés.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- liants minéraux dans la construction
- Approche réglementaire des normes RT2012 et RE2020
- Initiation aux matériaux bois et matériaux bio et géosourcés

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- "Matériaux biosourcés pour la construction : Principes, techniques de mise en œuvre et atouts environnementaux" par Jean-Pierre Oliva, Éditions Eyrolles.
- "Construire en matériaux biosourcés : Techniques et réalisations" par Emmanuelle Vibert, Éditions Eyrolles.
- "Matériaux de construction écologiques : Connaître, choisir et mettre en œuvre" par Tom Woolley, Éditions Terre Vivante.
- "La terre comme matériau de construction : Conception, mise en œuvre, performances" par Julien Allègre, Éditions Parenthèses.
- "Construction en paille : Guide pratique - Réussir la construction d'une maison en ballots de paille" par Évelyne Adam, Éditions Eyrolles.
- "Le béton de chanvre : Solutions pour une construction écologique" par Agnès Guillaume, Éditions Eyrolles.
- Construire une architecture Bas Carbone et du Vivant, Nouvelles pratiques à l'ère de la RE2020, Le Moniteur, 2023

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **31 h**

CM: 12h TD:10h TP: 5h CT:2h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

L'objectif de ce cours est d'approfondir les méthodes de calcul des structures :

Présenter les typologies de structure courantes (poutres continues, portiques, arcs)

- Présenter les différentes méthodes de résolution des systèmes hyperstatiques
- Comprendre le fonctionnement structurel des ouvrages
- Apprendre à transposer une structure réelle en un modèle de structures à barres
- Acquérir des notions sur l'optimisation des structures via un esprit critique de comparaison des systèmes structurels et leur rendement (économique, géométrique)
- Pratiquer la détermination des sollicitations dans une structure hyperstatique et apprendre à pré-dimensionner des structures avec un comportement linéaire élastique
- S'initier et comprendre les bases des non-linéarités géométriques (flambement d'Euler pour des poteaux avec différentes conditions de liaison)

CM1 : Méthode des 3 moments, Rappels & conventions & Efforts internes, Structures isostatiques

Poutres continues, Lignes d'influence des systèmes isostatiques,

CM2 : Structure Treillis - Ossatures réticulées, Les Arcs

CM3 : Méthode des rotations-Inconnus cinématiques-Equations fondamentales et conventions de signe-Cas des structures à nœuds fixes et à nœuds déplaçables, Flambement,

CM4 : Structures Parasismiques

Méthodes d'évaluation :

- Réalisation d'un projet en TD successifs sur une étude de cas d'une structure par groupes d'élèves ingénieurs en mettant en pratique les méthodes d'analyse numériques et la modélisation sur logiciels libres de structures à barres linéaire élastiques (application à des structures en charpente métalliques ou ossatures bois)
- L'élève ingénieur sera évalué par un contrôle terminal écrit : Exercices de vérification d'assimilation des méthodes numériques et QCM de validation de compréhension qualitative du comportement des structures

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [3] Appliquer la méthode des 3 moments pour la résolution des poutres continues
- [3] Calculer les lignes d'influence des systèmes isostatiques et hyperstatiques
- [3] Utiliser la méthode des déplacements pour résoudre des systèmes hyperstatiques
- [3] Utiliser la méthode des forces pour résoudre des systèmes hyperstatiques
- [3] Calculer des efforts internes dans des structures en arcs (isostatique et hyperstatique)
- [3] Calculer des efforts internes dans des structures treillis par les méthodes analytique ou graphique
- [4] Analyser le flambement eulérien

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Ingénierie des matériaux de Construction – S05
- Conception Technique des ouvrages et Eurocodes– S05
- Résistance des matériaux – S06
- Construction métallique - S07

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Timoshenko : Tome 1 et Tome 2
- Timoshenko . Theory of elastic stability

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 30h

(CM : 9 h - TD : 10 h – TP : 7,5h - Evaluation : 1,5 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Ce cours du parcours thématique « Construction durable », de l'unité d'enseignement « **Structures et techniques constructives** » aborde :

- les méthodes de ferrailage des éléments courants en béton armé sous chargements statiques suivant le règlement européen Eurocode 2. Les principales notions traitées sont :
 - Calcul des poutres continues
 - Calcul des poutres en flexion composée
 - Nœud et portiques
- La durabilité des bétons et l'approche performantielle : ce cours met l'accent sur :
 - Les différentes pathologies des bétons
 - L'approche prescriptive de la norme NF 206
 - Les guides de préventions pour une meilleure durabilité.

Il est organisé suivant le déroulé chronologique suivant :

CM – Chapitre 1 –Poutres continues :

Méthode forfaitaire, méthode de Caquot

- TD1 –Poutres continues : méthode forfaitaire :
- TD2 – Poutres continues : méthode de Caquot :

CM – Chapitre 2 – Flexion composée :

Flexion composée à l'ELU et ELS

- TD3 –Flexion composée à l'ELU :
- TD4 –Flexion composée à l'ELS :

CM – Chapitre 3 – Nœuds et portiques :

CM – Chapitre 4 – Pathologie des bétons.

Cause des principales pathologies. Prise en compte de l'approche prescriptive NF 206 dans la prescription des bétons. Réparation et prévention.

CM – Chapitre 5 – Les bétons spéciaux.

Les BAP, BHP, BFUP, Bétons imprimés et colorés, ...

Performances mécaniques et environnementales. Durabilité. Propriétés thermiques et hygrothermiques

- TP1 –Fabrication et caractérisation formulation béton état frais :
- TP2 – caractérisation état durci par des essais destructifs et non destructifs :

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal**.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Calculer les éléments d'ossature en béton armé sous sollicitation à l'Eurocode 2 en justifiant les principes et les méthodes utilisées

- [4] Expliquer la notion d'état limite et de durabilité dans un projet
- [3] Déterminer les sections d'aciers pour des éléments structuraux courants selon la réglementation en vigueur
- [3] Appliquer les dispositions constructives des aciers pour des éléments structuraux courants
- [4] Appréhender la pathologie des bétons et proposer les différents moyens de prévention.

Compétences requises (Prerequisites)

- Le cours de réglementation et Eurocode.
- Le cours de mécanique des milieux continus.
- Le cours de résistance des matériaux 1.
- Le cours de Performance des bétons

Bibliographie et ressources complémentaires (Learning Material)

- Pratique de l'Eurocode 2 – Guide d'application, Jean ROUX - Edition Eyrolles
- Calculs des structures en béton – Guide d'application, Jean-Marie PAILLE - Edition Eyrolles
- Eurocode 2
- Le béton recyclé. François de Larrard et Horacio Colina
- Les spécifications des bétons à hautes performances. Caractéristiques microstructurales et propriétés relatives à la durabilité évaluées en conditions de laboratoire ou en conditions naturelles
- Synthèse des travaux du Projet National BHP 2000 sur les bétons à hautes performances
- Recommandations pour la Durabilité des bétons durci soumis au gel. – Guide LCPC
- Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali réaction – Guide LCPC
- Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne – Guide LCPC
- Conception des bétons pour une durée de vie donnée des ouvrages. Document AFGC
- Béton écologique et construction durable, F Dubois, Editions Eyrolles, 2023

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 23h

(CM : 9 h - TD : 2,5h TD : 2,5h - Pr : 12,5h - FOAD : h - Evaluation : 0,5 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

La construction métallique 2, du parcours thématique « **Construction Durable** », de l'unité de l'enseignement « **Structures et Techniques constructives** » doit permettre de dimensionner des structures de génie civil en acier, notamment des bâtiments de petites dimensions et des structures plus complexes en appliquant les règles de l'Eurocode 3. Ce module aborde les notions suivantes :

- CM1 : Conception et dimensionnement des éléments soumis à des Sollicitations combinées et au déversement,
Conception et dimensionnement des assemblages : boulons précontraints
- CM2 : Stabilité horizontale et verticale – principes, triangulation (treillis) ou liaison rigide
Planchers – types, technologie, dispositions constructives
- CM3 : Façades & Couvertures – types, technologie, dispositions constructives
- Capsules utilisées :
 - Conception, systèmes porteurs
 - Actions : surcharges d'exploitation, Neige, Vent
 - L'acier : ACV & RE2020 , économie circulaire
- Projet 5 séances (Le thème du Concours Construire Acier qui se tient au deuxième semestre pourra être retenu)

Le projet de Construction Métallique porte sur la réhabilitation d'un ouvrage (Existant). Le système structurel existant est analysé et intégré dans la conception d'un ensemble pertinent avec le cahier des charges. Les livrables correspondent à une étude APS :

- Les principes retenus (descriptif, hypothèses et justification technique)
- Note de calcul (sections et assemblages)
- Descente de charge et implantation
- Pièces graphiques : plans, coupes, Elévations, Détails

L'évaluation est faite par

- Le rapport du projet. (45% de la note finale)
- La soutenance (45% de la note finale), lors de la cinquième séance
- Une évaluation Forms à la fin d'un cours (10% de la note finale) Activité induite

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- (4) Concevoir des structures courantes en acier (planchers, couvertures et façades comprises)
- (4) Comprendre le comportement des structures : stabilité, flambement
- (3) Intégrer les enjeux climatiques dans la conception

Compétences requises (*Prerequisites*)

Maîtrise du module 1, notamment :

- Connaissance approfondie de la résistance des matériaux (Laboratoire d'essais sur les aciers).

- Dimensionnement d'éléments barres en acier en traction, compression, flexion
- Dimensionnement des assemblages : boulons ordinaires, soudures

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Construire Acier, [Home - ConstruirAcier](#)
 - Concevoir et Construire en Acier, Bertrand Lemoine & Marc Landowski
-

Langue d'enseignement (*Teaching language*) : **Français**

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **10 h**

CM:9 TD: 5h CT:1

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Au sein du Parcours Construction durable ce cours de Calcul des Interactions Sols Structures de l'unité d'enseignement Structures et Techniques constructives aborde plusieurs parties :

- Le calcul des ouvrages de fondation a pour but de présenter aux étudiants, les principales méthodes de calcul des ouvrages géotechniques les plus courants, que sont les fondations superficielles, les fondations profondes et les ouvrages de soutènement.
- Les méthodes de reconnaissances usuelles sont présentées, ainsi que les moyens de contrôle et d'auscultation. Les mécanismes de mobilisations des résistances des différents ouvrages sont également abordés en détail, afin de faire le lien entre la mécanique des sols et le comportement des ouvrages.
- L'évaluation se base sur une composition écrite finale de 1 heures

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Analyser le comportement des ouvrages géotechniques les plus courants
- [3] Calculer la portance et le tassement d'une fondation à partir d'une reconnaissance géotechnique et de ses spécificités
- [5] Proposer une méthode de fondation adaptée au contexte géotechnique
- [6] Estimer la stabilité d'un soutènement, en fonction du contexte géotechnique et de la géométrie de l'ouvrage

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de Géotechnique S07

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- BURLON S., DESODT C., HABERT J., REIFFSTECK P, Calcul des ouvrages géotechniques selon l'Eurocode 7, 2017
- Théorie et pratique de la géotechnique - Tomes 1 et 2 (Claude Plumelle), 2017
- Bases de la mécanique des sols - Exercices et problèmes (J.P. Magnan et N. Droniuc), 2019

Langue d'enseignement (*Teaching language*) : **Français**

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **21,5 h**

CM:6h TD:10h TP:2,5h CT:1h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Dans la continuité du module Acteurs, Enjeux Conception de MOE du semestre 6, ce cours d'Architecture, conception Bioclimatique, Maîtrise d'oeuvre" au sein du Parcours Construction Durable a pour objectif de développer la créativité du futur ingénieur, et ses connaissances générales en architecture et conception d'ouvrages.

Le contenu du cours :

- Culture architecturale & Processus de conception d'ouvrages complexes. Zoom sur 4 grands projets permettant d'aborder le processus de la conception à la réalisation détaillée en prenant en compte les innovations (ATEX):
 - CM1 a : Programmation & Transformation d'édifice
 - CM1 b : Conception structure Mixte & Architecture bioclimatique
 - CM2 a : Architecture et ingénierie - Conception d'ouvrage (Gare – Entrepôt...)
 - CM2 b : Architecture et conception numérique
- Initiation au projet architectural sous forme de TD (étude de cas) : Conception en équipe de 4 ou 5, méthodologie et outils de représentation du projet architectural.
 - TD 1 : Elaborer une Programmation en fonction des Usages – Schémas (Axonométrie éclatée)
 - TD 2 : Être force de proposition sur un Organigramme & une Esquisse
 - TD 3 : Produire les plans et déterminer une Volumétrie Générale
 - TD 4 : Proposer une solution pour l'enveloppe, la façade ou une portion de l'enveloppe
 - TP 5 : Constituer un dossier de Rendus format A3

L'étudiant sera évalué par un QCM sur les CM / conférences et sur un dossier Format A3 pour l'étude de cas

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [3] Combiner simultanément des objectifs exprimés, le contexte, l'usage, les techniques et l'esthétique.
- [5] Produire une représentation d'un projet inventé en maîtrisant les notions d'échelle et de spatialité.
- [5] Produire la conception architecturale avec ses différentes implications, en se mettant à la place de l'architecte pour comprendre le mode de cheminement conceptuel et les contraintes rencontrées.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Acteurs Enjeux Conception de Maîtrise d'œuvre – S05
- Conception Techniques des ouvrages – S06
- Cours de Bim et Structure – S06

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- RIZZOTTI P., L'empreinte d'un habitat- Construire Léger et Décarboné, 2022
- Conserver, Adapter, Transmettre , Pavillon de l'Arsenal, 2022
- Site Archdaily, Dezeen,...
- COHEN J.L., Architecture, Modernité, Modernization, 2014
- CALATRAVA S., Force Mouvement Forme, Parenthèses, 2016
- KOOLHAAS, Vers une architecture extrême, Parenthèses, 2016
- PAUL C., SAUVAGE A., Les coulisses d'une architecture, l'école d'architecture de Nantes par Lacaton et Vassal, Archibooks, 2013

Langue d'enseignement (*Teaching language*) :

Nombre d'heures (*Number of hours*) : **9,5 h**

CM: 6h TD:2,5h CT:1h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

- L'objectif de ce cours sur "Le numérique et l'organisation de chantier bas carbone de l'unité d'enseignement Architecture et Suivi des ouvrages est d'approfondir la compréhension des acquis d'apprentissages du module du semestre 6 sur l'organisation d'un chantier, ainsi que du semestre 7 Technologie de Chantier.
- Il sera question d'utiliser les différents outils numériques (Autocad/Revit/MS Project, ou autres logiciels de CAO) et de planification: différents types de planning et leur préparation, afin d'approfondir la compréhension du métier des Méthodes Gros-œuvre & second oeuvre dans l'optique d'un chantier bas carbone.
- Le lancement des Etudes d'Exécution sera aussi abordé.
- TD : Lean management :Analyse & compréhension de l'optimisation des phases et paramètres à prendre en compte dans le cadre d'un chantier à ossature mixte y compris ceux comprenant de la préfabrication et mise en place sur site. Ou
- TD : Lean management : **Mise en place d'une interface permettant de générer de manière efficace la liste des réserves à traiter au fur et à mesure des levées de réserves.**
- L'évaluation se fera sous forme de QCM

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [4] Adapter le numérique dans le service d'un chantier bas carbone
- [4] Expliquer les différences entre les types de planning/calendrier dans le cas d'un chantier bas carbone
- [4] Analyser le fonctionnement des Méthodes et être capables d'en produire sur un objet simple
- [4] Décomposer les grandes étapes du chantier durable

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Termes techniques du bâtiment, et des systèmes constructifs
- Acteurs de la construction
- Organisation de chantier
- Notions juridiques (Ordre de Service, OPR, Réception, etc.)
- Utilisation de logiciels (Autocad/Revit/MS Project, ou autres logiciels de CAO et planification)

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- BIM et enjeux climatiques, la prise en compte des enjeux climatiques dans le BIM et les outils numériques, Ingénierie et Architecture, enseignement et recherche, Eyrolles, B Barroca, 2023
- DEBAVEYE H., HAXAIRE P., 180 séquences pour mener une opération de construction, Le Moniteur, 12 édition, 2021
- COUFFIGNAL D., HAXAIRE P., Conduire son chantier en 70 Fiches pratiques, Le Moniteur, 14 édition, 2021
- DEBAVEYE H., 55 outils pour la conduite de chantier, Le Moniteur, 2021
- FEVRE B., FOURAGE S., Mémento du conducteur de travaux, préparation au suivi de chantier, 6° édition, Eyrolles, 2022

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 20

(CM : 9h - TD : 7,5h - TP : h - FOAD : h - Evaluation : 1,5h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours « Diagnosti, Pathologies et Transformation du Patrimoine Bati », du parcours thématique « **Construction Durable** », de l'unité de l'enseignement « Architecture et Suivi des ouvrages » forme l'étudiant à:

- Une brève histoire des évolutions du rapport à l'existant aux enjeux contemporains,
- Une définition de la notion de patrimoine, de l'authenticité, d'une méthodologie d'intervention sur l'existant
- Une introduction à la pathologie des ouvrages (étude des défauts, de la dégradation et de la performance des ouvrages) afin de développer des solutions de remédiation et de gestion appropriées, avec un aspect d'assurance
- Aux pathologies liés à la géotechnique
- Aux risques liés à la conception du projet, aux travaux de construction, aux calculs structurels
- Aux pathologies des différents matériaux dont celles liées au béton

Les exemples pris seront sur des bâtiments remarquables tels la Station F, la Caixa Forum...

TD1 : Méthodologie d'un Diagnostic Patrimonial & d'interventions sur l'existant

TD2 : Pathologies des ouvrages (dont les pathologies du béton)

TD3 : Transformation et réversibilité des usages

L'étudiant sera évalué par une composition sur une étude de cas.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

[4] Analyser un contexte, articuler l'échelle de la valeur avec un certain recul historique, comprendre un parti pris d'architecture dans l'existant

- [2] Résumer les bases dans le domaine de l'assurance, tant en souscription qu'en règlement de sinistre
- construction
- [2] Relater le contexte juridique et agir en tant que responsable
- [3] Classifier les principales pathologies et désordres liés aux bâtiments
- [4] Inventorier les risques majeurs dans le secteur de la construction
- [4] Signaler les principaux points techniques sensibles des constructions et savoir les prévenir

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Techniques de la construction
- Dimensionnement des structures
- Connaissance des Eurocodes
- Avoir vécu une expérience (stage...) dans le domaine de la construction
- Avoir une ouverture d'esprit compte tenu de la variété des sujets abordés et de leur mise en relation

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- « La signification dans l'architecture occidentale » Christian Norberg-Schulz
- « Architecture en France (1940-2000) » Jacques Lucan
- « Apprendre à voir l'architecture » Bruno Zévi
- « Architecture, description et vocabulaire méthodiques » JM. Pérouse de Montclos
- Protocole & Techniques de restauration des bétons anciens , GMH, Groupement Monuments Historiques
- Pole Béton du Laboratoire de Recherche des LRMH : Centre de ressources Synapse - Portail du Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (lrmh.fr)

Formation ingénieur ESTP sous statut étudiant

Semestre 8

**Parcours Transition énergétique de
la construction (TEC)**

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 24h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Energies renouvelables cours de l'unité d'enseignement « **Réseaux d'énergie** » vise à fournir une compréhension exhaustive de la production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables telles que l'éolien et le solaire photovoltaïque. Il aborde les problématiques énergétiques contemporaines et permet d'appréhender les notions essentielles relatives à ces différentes sources d'énergie. Pour chaque technologie, il examine en détail le fonctionnement des installations, leur mise en œuvre pratique, ainsi que l'impact environnemental de leur déploiement et de leur maintenance.

- **Introduction aux Énergies Renouvelables et Focus sur l'Énergie Solaire** : Ce cours combine une introduction globale aux énergies renouvelables avec un focus spécifique sur l'énergie solaire. Après avoir posé le contexte et examiné les différentes sources d'énergies renouvelables, le cours se plonge dans les détails de l'énergie solaire, en explorant à la fois ses applications photovoltaïques et thermiques. Il explore en profondeur le potentiel solaire, les technologies de conversion, et les diverses utilisations de cette énergie. Une section est également consacrée à l'examen de la situation des énergies renouvelables en France, incluant les politiques en place et les défis rencontrés. Enfin, le cours se termine en soulignant les avantages des énergies renouvelables, les obstacles à surmonter pour une transition réussie, et en proposant des pistes pour l'avenir.
- **Energie Éolienne** : Ce cours se déploie en trois volets distincts. Tout d'abord, il explore l'histoire et la nature des éoliennes, détaillant leur évolution depuis les temps anciens jusqu'à leurs formes modernes, ainsi que les différents types et composants qui les caractérisent. Ensuite, il se plonge dans les mécanismes de régulation et de protection des éoliennes, en mettant l'accent sur la configuration des pales et leur optimisation pour une efficacité maximale. Enfin, il aborde les génératrices d'éoliennes à vitesse variable, en examinant les nuances entre les éoliennes à vitesse fixe et celles à vitesse variable, ainsi que la modélisation mathématique complexe qui éclaire leur fonctionnement.
- **Stockage de l'électricité** : Ce cours explore plusieurs aspects clés. Il aborde d'abord les différents types de batteries disponibles, puis se penche sur les caractéristiques principales de ces batteries ainsi que leurs performances. Ensuite, il examine les diverses manières de coupler les batteries pour optimiser leur utilisation. Enfin, il traite du processus de charge et de décharge des batteries, en mettant en lumière l'impact de ces cycles sur leur durabilité et leur efficacité.
- **TD– Intégration des Énergies Renouvelables : Étude de Cas** : Un TD pourrait impliquer une étude de cas portant sur l'intégration des énergies renouvelables dans un système énergétique préexistant. Les étudiants seraient assignés à une région ou une ville spécifique dotée d'une infrastructure énergétique établie. Leur tâche consisterait à analyser comment les énergies renouvelables pourraient être introduites et intégrées dans ce système, en prenant en compte les caractéristiques géographiques, climatiques, économiques et politiques de la région.

L'élève ingénieur sera évalué par une note en contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Décrire les principales énergies renouvelables utilisées et utilisables dans le contexte actuel
- [4] Expliquer les méthodologies de mise en œuvre de projets.

- [4] Intégrer les concepts d'efficacité énergétique et de durabilité dans la conception et la gestion des systèmes énergétiques basés sur les énergies renouvelables.
- [2] Expliquer efficacement avec les parties prenantes concernées, y compris les clients, les décideurs politiques et les communautés locales, sur les aspects techniques, économiques et environnementaux des projets d'énergies renouvelables.

Compétences requises (Prerequisites)

- Notions fondamentales sur les réseaux électriques
- Production, transport et distribution de l'énergie
- Climate Change and its Impacts
- Simulation énergétique
- Génie Climatique

Bibliographie et ressources complémentaires (Learning Material)

- Léon Freris, David Infield. Les énergies renouvelables pour la production d'électricité, Éditions Dunod. 2021.
- Poize, N., & Rüdinger, A. (2014). Projets citoyens pour la production d'énergie renouvelable : une comparaison France-Allemagne. IDDRI Paper, 1.
- Singh, A. (2023). *Stabilité des réseaux électriques de distribution en présence de productions d'énergie renouvelable* (Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes).
- Alain Filloux (2022) Intégrer les énergies renouvelables : Choisir, intégrer et exploiter les systèmes utilisant les énergies renouvelables. Collection Guide - Bâtir le développement durable

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 21,5h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Ce cours de l'unité d'enseignement « **Réseaux d'énergie** » vise à fournir une compréhension des grands principes des sources d'énergie

- Réseaux de chaleur urbain :
 - Unités de production, réseau de distribution primaire, sous stations d'échange, types de fluide caloporteur, raccordements, classement
- Géothermie : l'utilisation de l'énergie du sol ou du sol permet des performances excellentes.
 - rendement
 - types de géothermie : profondeur, sur sondes sèches, sur aquifères,...
- Chaufferie Biomasse : La biomasse, est une énergie renouvelable de plus en plus utilisée. Sous forme de bois, de biogaz ou de bio carburant. Il est donc primordial de connaître les avantages et inconvénients de chaque solution.
- Pompe à chaleur : La pompe à chaleur est un système qui permet de récupérer et de transférer de l'énergie thermique d'un milieu à basse température vers un milieu à haute température. Son principe est de capter la chaleur extérieure de l'air, du sol ou de l'eau et de transférer cette énergie pour obtenir des calories ou des frigories. Energie servant ensuite à chauffer ou refroidir un fluide. Toutes les pompes à chaleur nécessitent de l'électricité pour fonctionner. Elles ont généralement un excellent rendement.

L'élève ingénieur sera évalué par une note en contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Décrire les principales énergies utilisables dans le contexte actuel
- [4] Expliquer les méthodologies de mise en œuvre de projets.
- [4] Intégrer les concepts d'efficacité énergétique et de durabilité dans la conception et la gestion des systèmes énergétiques basés sur ces énergies renouvelables.
- [2] Expliquer efficacement avec les parties prenantes concernées, y compris les clients, les décideurs politiques et les communautés locales, sur les aspects techniques, économiques et environnementaux des projets d'énergies s.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Notions fondamentales sur les réseaux électriques
- Production, transport et distribution de l'énergie
- Climate Change and its Impacts
- Simulation énergétique
- Génie Climatique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 18,5h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Ce cours de l'unité d'enseignement « **Réseaux d'énergie** » vise à fournir une compréhension des grands principes des sources d'énergie

- Cogénération : la cogénération est un moyen de produire de l'électricité. Associé à des énergies renouvelables ce système de production est de plus en plus utilisé.
- Principe de fonctionnement
- Différents types d'installations
- Différents types d'utilisation
- Rendement
- Contraintes

L'élève ingénieur sera évalué par une note en contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Décrire les principales énergies utilisables dans le contexte actuel
- [4] Expliquer les méthodologies de mise en œuvre de projets.
- [4] Intégrer les concepts d'efficacité énergétique et de durabilité dans la conception et la gestion des systèmes énergétiques basés sur ces énergies renouvelables.
- [2] Expliquer efficacement avec les parties prenantes concernées, y compris les clients, les décideurs politiques et les communautés locales, sur les aspects techniques, économiques et environnementaux des projets d'énergies.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Notions fondamentales sur les réseaux électriques
- Production, transport et distribution de l'énergie
- Climate Change and its Impacts
- Simulation énergétique
- Génie Climatique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Langue d'enseignement : Français**Nombre d'heures :** 24.5 heures -

CM : 12h - TD : 5h - TP : 6h - Evaluation : 1.5h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours Thermique du Bâtiment : Réhabilitation et Construction Neuve de l'unité d'enseignement « Systèmes thermiques et énergétiques » aborde les aspects relatifs aux principes fondamentaux de la thermique appliquée aux bâtiments, afin de concevoir, évaluer et améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments en rénovations et neufs. Il prend également en compte l'évaluation de la qualité environnementale des espaces internes, incluant le confort thermique et la qualité de l'air.

- **CM 1 : Principes de Base de la Thermique du Bâtiment** : Transfert de Chaleur : Application des modes de transfert thermiques aux bâtiments pour comprendre comment la chaleur se déplace à travers les éléments de construction. **Charge Thermique** : Compréhension des sources de charge thermique dans un bâtiment, telles que l'ensoleillement, les occupants, l'équipement électrique et les pertes de chaleur par transmission. Calcul des charges thermiques pour dimensionner les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation. **Pertes et Ponts Thermiques** : Définition des pertes et des ponts thermiques, Causes et conséquences des ponts thermiques, Techniques pour identifier les ponts thermiques, Techniques d'atténuation des ponts thermiques.
- **CM 2 : Qualité Environnementale des Espaces Internes** : confort thermique, acoustique, visuel et qualité de l'air intérieur, Exploration des effets de ces paramètres sur la santé, le bien-être et la productivité des occupants ; **Confort thermique intérieur** : Thermophysiologie, Bilans thermiques du corps humain ; Approche Analytique de Fanger : Présentation du modèle, Les différents facteurs influençant le confort thermique. Étude des différents indices de confort ; **CM 3b : Qualité de l'air** : Principales sources de pollution intérieure, Méthodes d'évaluation de la qualité de l'air intérieur, Comparaison des indices de qualité de l'air. Exemples d'applications dans des cas d'étude ; **Normes et Réglementations** : Exploration des normes et réglementations internationales et nationales relatives au confort thermique et à la qualité de l'air intérieur.
- **TD1 : Application sur le confort thermique** : Réalisation d'un bilan énergétique entre le corps et son environnement, détermination des différentes contributions : conduction, convection, rayonnement. Évaluation du confort thermique à partir des indicateurs.
- **CM 3 : Pathologie des bâtiments** : Leurs sources et leurs impacts sur les performances du bâtiment et le confort thermique. Diffusion à la vapeur : transport de chaleur et de masse à travers les composants, Composition de l'enveloppe, Propriétés thermiques et hygrométriques des matériaux, **Condensation Superficielle** : Mécanismes de formation de la condensation superficielle sur les surfaces froides. Conséquences de la condensation superficielle, **Condensation Interstitielle** : Facteurs influençant le risque de condensation interstitielle, Conséquences de la condensation interstitielle sur la durabilité et les performances des bâtiments, Loi de Fick, Méthode de Glaser pour évaluer le risque de condensation interstitielle, Résistance à la diffusion de vapeur, Implications pour la conception et la construction des enveloppes de bâtiments.
- **TD 2 : Applications de la diffusion de la vapeur.** Vérification des risques de condensation superficielle d'une paroi, Utilisation du diagramme psychrométrique, Condition de condensation superficielle, Impact de l'ajout d'un isolant thermique ; Vérifier les risques de condensation interstitielle à l'intérieur d'une paroi, Utilisation de la loi de Fick et de la résistance à la diffusion de vapeur, Principe de la méthode de Glaser, Condition de condensation interstitielle, Influence d'une couche de Pare-vapeur sur l'enveloppe.
- **CM 4. Thermique dans la Réhabilitation : Audit énergétique** : relevé des caractéristiques du bâtiment, des équipements énergétiques, relevé des consommations énergétiques, Évaluation de la performance énergétique, comparaison avec des références et des normes. **Thermographie Infrarouge** : détection des défauts d'isolation thermique, Diagnostic des systèmes CVC ; **Étanchéité à l'air** : Mécanismes des fuites d'air : infiltration, exfiltration, Techniques d'Étanchéité à l'Air, Avantages de l'Étanchéité à l'Air. Comparaison aux normes. **Thermique dans la Construction Neuve : Étude du climat** : Position géographique, Paramètres Climatiques, Les approches numériques et expérimentales d'Analyse du Climat. **Étude d'ensoleillement** : Orientation du bâtiment, Masques, Cartographie solaire et les Mesures d'ensoleillement, Conception architecturale, Confort des

occupants. **Conception passive** : intégration des principes de conception, Utilisation passive du soleil avec la disposition des ouvertures, Rafraîchissement passif avec ventilation nocturne ou la végétalisation.

- TP 1 : **Confort thermique et qualité de l'air** : Explication des objectifs et du protocole expérimental par l'intervenant ; Réalisation de mesures microclimatiques intérieures pour évaluer le confort thermique à l'aide des indicateurs PMV/PPD et pour quantifier la qualité de l'air à partir de PDiaq. Différentes configurations sont prises en compte, avec des positions assises et debout ainsi que différentes localisations des portiques dans le laboratoire. Réalisation d'un compte rendu de travaux pratiques par groupe.
- TP 2 : **Porte Soufflante** : Explication des objectifs et du protocole expérimental par l'intervenant ; Réalisation des tests d'infiltrométrie pour mesurer les fuites d'air indésirables à travers l'enveloppe du laboratoire, identifier les problèmes d'étanchéité à l'air, évaluer les indicateurs liés à la perméabilité à l'air et vérifier leur conformité aux normes et réglementations. Chaque groupe d'étudiants réalise un test pour différentes configurations, notamment avec et sans calfeutrage des portes, fenêtres, prises, etc. Réalisation d'un compte rendu de travaux pratiques par groupe.
- L'étudiant ingénieur sera évalué par une note de TP et de contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (Learning Outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [1] Savoir des notions fondamentales de la thermique du bâtiment, comprenant les transferts de chaleur, les charges thermiques et les pertes ainsi que les ponts thermiques ;
- [2] Maîtrise des étapes d'une audit énergétique pour évaluer et améliorer les performances énergétiques des bâtiments ;
- [2] Conception de bâtiments neufs en prenant en considération les caractéristiques climatiques locales et les principes de conception passive ;
- [2] Application des normes et réglementations pour la conception de bâtiments durables et économes en énergie ;
- [3] Utilisation de la porte soufflante pour effectuer des tests d'étanchéité à l'air des bâtiments ;
- [3] Manipulation de la station de mesure microclimatique pour réaliser des tests de qualité environnementale ;
- [4] Analyse des données sur la perméabilité de l'air de l'enveloppe des bâtiments ;
- [4] Interprétation des données sur le confort thermique et la qualité de l'air intérieur.

Compétences requises (Prerequisites)

- Mathématiques de l'ingénieur 1 & 2
- Thermodynamique appliquée
- Transmission de chaleur
- Génie Climatique et dimensionnement des équipements thermiques

Bibliographie et ressources complémentaires (Learning Material)

- Stéphane Gibout, Thermique du bâtiment, ENSGTI, 2016
- Hamed Khalissa, Confort thermique, Université de Biskra, 2013

Langue d'enseignement : Français**Nombre d'heures :** 16.5

CM : 9h - TP 7.5 h - Evaluation

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

L'analyse du cycle de vie 2, cours du parcours TEC (Transition Energétique de la Construction), de l'unité d'enseignement, Conception et Simulation, aborde l'évaluation des impacts environnementaux (des transports routiers), en mettant un accent particulier sur la reconstitution des consommations énergétiques et des émissions de polluants.

- définir le périmètre de l'étude,
- collecter des données sur les flux de matières et d'énergie,
- évaluer les impacts environnementaux (tels que les émissions de gaz à effet de serre,
- la consommation d'énergie, etc.), et tirer parti des conclusions pour identifier des opportunités d'amélioration.

Lors de ce module, les étudiants se projeteront pour comparer l'impact lié à la phase de construction et à la phase d'usage d'une structure routière.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)*[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6*

- [1] Définir le périmètre du système
- [3] Reconstituer des Consommations Énergétiques et Émissions de Polluants
- [1] Collecter des données pertinentes évaluer les impacts environnementaux à différentes échelles.
- [3] Utiliser des logiciels d'ACV pour traiter les données et évaluer les performances environnementales.
- [3] Définir des indicateurs environnementaux et extraire la performance environnementale

Compétences requises (*Prerequisites*)

- UE Enjeux de la construction durable S05
- UE Science et techniques de la construction S05 et S06
- UE Aménagement et Réseaux Divers S6
- UE Analyse Cycle de Vie S7

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Analyse du cycle de vie – comprendre et réaliser un éco-bilan
JOLLIET, O., SAADE, M., CRETAAZ, P., SHAKED, S. Analyse du cycle de vie – comprendre et réaliser un éco-bilan, 2ème édition mise à jour et augmentée. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2010.
- Analyse du Cycle de Vie (ACV) – Problèmes d'affectation
CHEVALIER, J., NAVARRO, A., SCHNEIDER, F. Analyse du Cycle de Vie (ACV) – Problèmes d'affectation. Dossier Techniques de l'ingénieur, G5550.
- ACV Digital Learning : <https://www.ecole-beton.fr/ressources/parcours-formation-acv-digital-learning/>

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 30 heures -

CM : 12h - TD : 15h - ETC : 3h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

La simulation thermique dynamique, cours de l'unité d'enseignement « Systèmes thermiques et énergétiques » aborde les grands principes des modèles thermo-énergétiques du système bâtiments-équipements thermiques.

- **CM 1 : Introduction à la Simulation Thermique Dynamique (STD)**

Introduction à la STD : Définition de la simulation énergétique, Importance de la simulation dans le domaine de l'énergie ; Outils de simulation et fonctionnement STD : Présentation des principaux logiciels de simulation énergétique, Les hypothèses sous-jacentes aux logiciels, Exemples de cas d'étude dans les projets ; Modélisation et simulation énergétique : Principes de base de la modélisation énergétique, Le bilan thermique sur la surface externe et le bilan thermique sur la surface interne. Modélisation du climat extérieur, Types de simulations énergétiques incluant le free-floating, la demande d'énergie et la consommation d'énergie. Exemples de la STD dans les projets.

- **TD 1 : Modélisation d'un bâtiment résidentiel**

Tutoriel guidé par l'intervenant : Prise en main du logiciel Pléiade et modélisation pas à pas d'un bâtiment résidentiel, les étudiants doivent répéter la même procédure que l'intervenant pour un cas simplifié ; Exercice pratique sur la modélisation d'un bâtiment : Création des parois dans la bibliothèque, construction 3D du bâtiment à partir du logiciel pléiade.

- **CM 2 : Description des paramètres d'entrée dans la STD**

Conditions météorologiques : Conditions météorologiques standards et extrêmes, Définitions, mesures, données climatiques, les bases des données, le contenu des fichiers météo inclut la température, humidité, vitesse, rayonnement solaire ; Présentation des matériaux de construction : Description des notions de la construction des bâtiments, Présentation des solutions existantes dans les logiciels STD ; Scénarios dans la STD : Définir des scénarios d'occupation du bâtiment, les horaires de chauffage et de refroidissement, les flux de ventilation en se basant sur des standards.

- **TD 2 : Simulation en free-floating d'un bâtiment résidentiel**

Tutoriel guidé par l'intervenant : modélisation et simulation énergétique d'un bâtiment résidentiel, les étudiants doivent répéter la même procédure que l'intervenant pour un exemple simplifié ; Exercice pratique sur la simulation d'un bâtiment : Modélisation du bâtiment, implémentation des données météorologiques, simulation en free-floating pour étudier le comportement thermique du bâtiment.

CM 3 : Modélisation des équipements thermiques et des systèmes énergétiques

Vue d'ensemble de la modélisation des équipements thermiques : générateurs, distributeurs, stockages et émetteurs, Modélisation des systèmes énergétiques en incluant le choix du type d'équipement et du dimensionnement ; Modélisation des systèmes de traitement de l'air : ventilation simple flux, double flux, ventilation mécanique contrôlée (VMC). Fonctionnement et composants des systèmes de ventilation mécanique : ventilateurs, gaines, filtres, échangeurs thermiques, etc. Cas particulier des centrales de traitement de l'air (CTA), Filtration de l'air, Gestion de la température et de l'humidité : contrôle de l'hygrométrie pour prévenir la formation de moisissures et d'autres problèmes liés à l'humidité. Cas spécifique des énergies renouvelables sur pléiade.

- **TD 3 : Simulation numérique pour la demande énergétique d'un bâtiment**

Tutoriel guidé par l'intervenant : Les étudiants doivent répéter la même procédure que l'intervenant pour créer de nouveaux scénarios puis de réaliser des simulations énergétiques afin de l'analyser dans un cas d'école ; Exercice pratique à partir du modèle réalisé au TD1 : Affectation des scénarios d'occupation, de chauffage, de ventilation et climatisation dans les zones thermiques, Réalisation d'une simulation pour déterminer la demande d'énergie.

- **TD 4 : Simulation numérique pour le confort thermique et la qualité de l'air**
Modélisation de polluants, simulation d'un système de traitement de l'air avec et sans filtre, interpréter les résultats pour le confort thermique et pour la qualité de l'air.
- **CM 4 : Présentation des résultats et analyse dans la STD**
Interprétation des résultats de la simulation : Représentation graphique et analyse des tendances observées dans les données telles que les variations saisonnières, les pics de consommation ou les fluctuations de température ; Comparaison des simulations : évaluation de l'efficacité de différentes stratégies de conception et de fonctionnement du bâtiment en quantifiant la demande et la consommation d'énergie, et le confort thermique ; Analyse de sensibilité des paramètres : Définition et utilité des analyses de sensibilité, exemple avec l'isolation de l'enveloppe ; Optimisation Énergétique et Aide à la décision : introduction à l'optimisation multi-objectif, recherche du meilleur compromis dans le cas où on cherche à minimiser la demande et l'inconfort thermique
- **TD 5 : Simulation numérique pour la consommation énergétique d'un bâtiment**
Création des équipements de chauffages, d'eau chaude sanitaire, Réalisation d'une simulation pour déterminer la consommation d'énergie et l'analyse des résultats pour un cas simple
- **TD 6 : Application d'une analyse de sensibilité et d'une optimisation énergétique**
Tutoriel guidé par l'intervenant : Les étudiants doivent suivre les mêmes étapes que l'intervenant pour effectuer une analyse de sensibilité en variant l'épaisseur des isolants, ainsi qu'une procédure d'optimisation étape par étape pour un exemple simplifié ; Exercice pratique à partir du modèle réalisé au TD5 : Optimisation énergétique pour déterminer la meilleure consommation et du confort thermique en implémentant différentes solutions et comparaison des résultats.
- **Évaluation** : L'élève ingénieur sera évalué par son investissement, son assiduité et par la rédaction des comptes rendus des séances de TD, et par une composition de 3h sur Pléiade d'un cas d'étude.

Acquis d'apprentissage visés : (Learning Outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [2] Comprendre la méthodologie de modélisation et de la simulation énergétique ;
- [3] Développer des modèles thermo-énergétiques du système bâtiments-équipements ;
- [4] Poser les hypothèses, les conditions limites et quantifier l'impact des choix (les solutions et les stratégies proposées)
- [4] Traiter des séries de données chronologiques ;
- [4] Savoir interpréter des résultats en utilisant des outils d'optimisation pour comparer les solutions ;

Compétences requises (Prerequisites)

- Thermodynamique
- Transmission de chaleur
- Génie climatique
- Thermique du bâtiment

Bibliographie et ressources complémentaires (Learning Material)

- Bruno Peuportier, Énergétique des bâtiments et simulation thermique, Eyrolles, 2016, 448 p
- Amina Aïssani. Optimisation fiabiliste des performances énergétiques des bâtiments, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II, 2016, 233 p

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 25H

Descriptif et modalités d'évaluation (Course Description and Assignments)

Le cours « **Régulations et pilotages des installations** » de l'unité d'enseignement « **Opérabilité et maintenance des installations** » vise à permettre à l'élève de proposer des solutions techniques pour assurer une conduite optimale des installations énergétiques, tout en fournissant des connaissances sur les systèmes de contrôle et de régulation énergétique. Son objectif est de maîtriser les bases essentielles à la compréhension de la régulation des installations, ainsi que de définir les différents modes de régulation des installations de production de chaleur, de froid et de traitement d'air.

- **Fondements de la régulation des systèmes énergétiques.** Ce chapitre propose une introduction exhaustive à l'automatique continue, tout en mettant l'accent sur les bases mathématiques cruciales dans ce domaine. Il explore en détail la Transformation de Laplace comme outil pour modéliser les systèmes dynamiques. De plus, il examine la compréhension des fonctions de transfert et leur application dans l'analyse et la conception de systèmes de régulation. Enfin, il aborde les principes fondamentaux de l'automatique continue et son importance dans la conception de systèmes de régulation pour les installations énergétiques, notamment en traitant des schémas fonctionnels, des configurations en boucle ouverte/fermée, ainsi que des fonctions de commande associées.
- **Principes de la régulation industrielle :** Ce chapitre approfondit les bases essentielles de la régulation des installations énergétiques en explorant les techniques de régulation utilisées dans les industries pour maintenir les performances des systèmes, avec un accent sur les concepts d'automatique continue. Il aborde également l'étude des systèmes asservis, examinant leur réponse temporelle et leur analyse fréquentielle. En outre, il offre une initiation à la réalisation des représentations graphiques harmoniques (Bode, Black Nichols et Nyquist), tout en établissant les critères de performance classiques utilisés en asservissement, tels que la stabilité, la précision statique et dynamique, à travers l'utilisation de ces représentations graphiques harmoniques.
- **Maîtrise des Systèmes Asservis en Régulation Énergétique : Focus sur les Régulateurs P, I, D, PID :** Ce chapitre se concentre sur l'amélioration des performances d'un système asservi en termes de stabilité, de précision et de rapidité. Il explore les différents types de régulateurs (P, I, D, PID) et leurs applications spécifiques dans le domaine de la régulation énergétique. Une partie de ce cours est consacrée à l'approfondissement de la conception de régulateurs avancés tels que les régulateurs à avance de phase, à retard de phase et à avance-retard, et discute de leurs avantages et inconvénients par rapport aux régulateurs PID traditionnels. Une autre partie se focalise sur la présentation des différentes méthodes de réglage des paramètres des régulateurs PID, telles que la méthode de Ziegler-Nichols, la méthode de réglage par essais successifs, et les méthodes basées sur l'optimisation.
- **TD 1–Fondamentaux de la régulation énergétique.** L'objectif de ce TD est de consolider la compréhension des élèves sur les principes de base de la régulation des systèmes énergétiques, tels qu'abordés dans les cours CM1 et CM2. Les élèves seront exposés à des exemples simples de systèmes énergétiques et seront invités à les modéliser en utilisant la Transformation de Laplace. Ensuite, ils analyseront le comportement dynamique de ces systèmes et discuteront de l'efficacité des techniques de régulation pour les maintenir stables et performants. De plus, les étudiants examineront des schémas fonctionnels de systèmes énergétiques et seront encouragés à identifier les différents composants de chaque boucle (capteurs, actionneurs, etc.). Ils seront ensuite amenés à débattre des avantages et des limites des configurations en boucle ouverte et fermée dans le contexte de la régulation des systèmes énergétiques.
- **TD 2– Analyse de stabilité et réglage des régulateurs PID :** Ce TD vise à approfondir la compréhension des élèves sur la stabilité des systèmes asservis et les techniques de réglage des régulateurs PID en se basant sur des problèmes portant sur le traitement de l'air, la ventilation, la production de chaleur et de froid

L'élève ingénieur sera évalué par une note en contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (Learning Outcomes)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Analyser et modéliser des systèmes industriels par des outils mathématique.
- [3] Expliquer et caractériser un système industriel en connaissant le modèle mathématique.
- [5] Intégrer des lois de commande pour la régulation des systèmes.
- [4] Pouvoir élaborer des solutions techniques en matière de régulation et de pilotage afin de satisfaire les impératifs d'efficacité énergétique d'un système.

Compétences requises (Prerequisites)

- Mathématiques : Analyse et Algèbre.
- Mathématique : Statistiques et Probabilité.
- Traitement de signal.
- Electricité
- Génie Climatique

Bibliographie et ressources complémentaires (Learning Material)

- Darouach, M., Pierrot, P., Zasadzinski, M. (2019). Automatique de base - cours et exercices corrigés, Éditions Ellipses
- Granjon, Y. (2021) Automatique : Systèmes linéaires, non linéaires, à temps continu, à temps discret, représentation d'états, Éditions Dunod
- Endravadan, M. (2006). Régulation des systèmes de chauffage et de climatisation basée sur la sensation thermique humaine: impact sur la consommation d'énergie dans les bâtiments (Doctoral dissertation, Toulouse 3).

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 19,5H

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours « **Diagnostic et maintenance des installations** » de l'unité d'enseignement « **Opérabilité et maintenance des installations** » vise à présenter les méthodes de surveillance, de diagnostic des performances et de maintenance appliquée aux principaux équipements des installations énergétiques, tout en fournissant aux élèves les compétences nécessaires pour diagnostiquer et assurer la maintenance de ces installations. Il leur permettra de comprendre les principaux dysfonctionnements pouvant survenir, d'identifier les causes sous-jacentes et de mettre en œuvre les actions correctives appropriées afin de garantir leur bon fonctionnement et leur efficacité.

- **CM1– Introduction à la Gestion des Installations :** Ce cours d'introduction aborde plusieurs aspects essentiels liés à la conduite d'une installation, en mettant l'accent sur la fiabilité, les défaillances, les enjeux de la maintenance (techniques, économiques, humains - de sécurité, environnementaux) et l'optimisation de la gestion de l'installation.
- **CM2– Approches et Méthodes de Maintenance :** Ce cours présente, dans une première partie, les différentes approches utilisées dans le domaine de la maintenance des installations afin d'assurer le bon fonctionnement et la fiabilité des équipements. Les différents types de maintenance comprennent la maintenance corrective, la maintenance préventive, qui consiste à anticiper les pannes, et la maintenance prédictive. Dans une deuxième partie, les différentes méthodes d'analyse (OMF...) et les opérations de maintenance (aspects techniques, outils et planification) sont exposées. En troisième partie, les méthodes et moyens de surveillance et d'expertise ainsi que les indicateurs de performances sont abordés.
- **CM3–Diagnostic des Équipements :** Ce cours se concentre sur deux parties principales. La première partie aborde le Contrôle, englobant les aspects réglementaires, normatifs et de certification. La deuxième partie, quant à elle, traite du Diagnostic, en se penchant sur les défaillances des équipements thermiques et frigorifiques, ainsi que sur la métrologie adaptée à ces diagnostics.
- **TD 1–Analyse de cas de défaillance :** Utiliser les compétences acquises en diagnostic des équipements pour détecter et résoudre les problèmes de défaillance. Un TD consisterait à fournir aux étudiants un scénario de défaillance d'un équipement thermique ou frigorifique dans une installation énergétique. Ce scénario inclurait des détails tels que les symptômes observés, l'historique de maintenance et les spécifications de l'équipement. Les élèves seraient ensuite invités à analyser le cas en appliquant les méthodes et les outils de diagnostic enseignés dans le cours.
- **TD 2– Maintenance préventive et planification :** Explorer les principes de la maintenance préventive et développer des compétences en planification de la maintenance. Un TD pourrait consister en une Étude de cas : Présenter aux étudiants une installation énergétique avec une variété d'équipements critiques. Ils doivent examiner l'historique de maintenance de chaque équipement et évaluer son état actuel. Évaluation de la maintenance préventive : Demander aux étudiants d'identifier les équipements qui pourraient bénéficier d'une maintenance préventive en fonction de leur criticité et de leur historique de défaillance.

L'élève ingénieur sera évalué par une note en contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Élaborer et instaurer une méthodologie ainsi qu'un processus de surveillance, et le cas échéant, des procédures de diagnostic adaptées.
- [3] Surveiller, diagnostiquer et assurer la maintenance des équipements des installations énergétiques.
- [5] Proposer des idées pour rendre les installations meilleures en évaluant leur fonctionnement, en estimant les coûts et en regardant comment cela affecte l'environnement, afin de se préparer aux changements réglementaires à venir.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Traitement de signal.
- Electricité
- Génie Climatique
- Programmation numérique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Lyonnet, P., Marc, T., Rosario, Toscano, T. (2012) Fiabilité, Diagnostic Et Maintenance Prédictive Des Systèmes. Éditions Tec & Doc Lavoisier

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 18,5H

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

- Le cours « Building Management System » de l'unité d'enseignement « **Opérabilité et maintenance des installations** » aborde les grands principes de la gestion technique du bâtiment.
- Définition des systèmes d'information (architecture, interface, support)
- Moyen d'acquisition des données (mesures physiques)
- Traitement de l'information (automate, interface, protocole)
- Exploitation des données (Interface Homme-Machine)
- Etat de l'art, perspectives et prospectives
- L'élève ingénieur sera évalué par une note d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [3] Etablir une analyse fonctionnelle d'un système GTB
- [3] Calculer et dimensionner un système GTB
- [4] Schématiser un système GTB

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Mathématiques : Analyse et Algèbre.
- Mathématique : Statistiques et Probabilité.
- Traitement de signal.
- Electricité
- Génie Climatique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- La gestion technique du bâtiment - Dunod - Christophe Lavergne
- Bâtiment intelligent et efficacité énergétique - Dunod - Karim Bedd1ar

Formation ingénieur ESTP sous statut étudiant

Semestre 8

**Parcours Transition numérique de la
construction (TNC)**

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 22 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

L'enseignement de la « Topométrie », cours de l'unité d'enseignement « ACQUISITION DE DONNEES» ,aborde les grands principes des techniques topométriques et le levé topographique, à savoir :

- Notion de bases sur les systèmes et réseaux géodésiques, projections planes.
- Calculs topométriques classiques, estimation des précisions obtenues.
- Calculs par moindres carrés.
- 1ère approche de programmation scientifique à l'aide d'un logiciel type Matlab ou Numpy (Langage Python)
- Aperçu des différents domaines d'application de la topométrie.
- L'élève ingénieur sera évalué par une note de TP et de TD.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [2] Reconnaître les systèmes et réseaux géodésiques (ITRF, RGF93),
- [2] Différencier les projections et les coordonnées projetées (Lambert 93 et coniques conformes, UTM),
- [2] Effectuer des mesures et de calculs topométriques classiques,
- [2] Comprendre les critères règlementaires d'évaluation de la précision (Arrêté 2003)

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Mesure Topographique
- Programmation numérique
- Probabilité et statistique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Cours de topométrie de l'ENSG.
- Géodésie topographie cartographie – Origines, développements et Utilisations, de Bernard LAMY, éditions ELLIPSES.
- Topographie et topométrie modernes, vol I et II, de S.Milles et J.Lagofun, éditions Eyrolles.
- Maîtrisez la topographie, de M.Brabant, aux éditions Eyrolles.
- Datums and Map Projections : For Remote Sensing, GIS and Surveying, de J ILLIFE et R LOTT, aux éditions Whittles Publishing.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 28 h

CM : 12 h – TP : 15 h – Evaluation : 1 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

L'enseignement de la photogrammétrie, cours de l'unité d'enseignement « Acquisition de données », appliquée au génie civil et ses enjeux, aborde les notions suivantes :

- Principes fondamentaux de la photogrammétrie. Acquisition et traitement des images issues de différents capteurs (Systèmes aéroportés, spatiaux, drones et terrestres).
 - Modélisation géométrique d'images, relations mathématiques : image-modèle -espace-objet.
 - Méthodes de photogrammétrie analytique, orientation interne et externe ; relative et absolue de modèles stéréoscopiques. Les méthodes de stéréo-restitution.
 - Utilisation des logiciels de photogrammétrie numérique : calculs d'aérottriangulation, traitement d'images multiples : compensation en blocs par modèles indépendants et par méthode des faisceaux.
 - Réalisation des orthophotographies, redressement et géoréférencement des images. Planification d'un projet de vol, cahier des charges.
 - Processus de création des modèles 3D à partir de nuages de points par corrélation d'images et intégration des données (GPS/INS).
 - Génération de modèles numériques de terrain MNT et autre présentation de surfaces (MNS, MNE), produits dérivés : maquettes numériques, cartes de pentes, expositions, visibilité et actualisation des SIG.
- L'élève ingénieur sera évalué par une note des TP et un contrôle final.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève sera capable de :

- [3] Utiliser la photogrammétrie comme un outil de la géomatique et une méthode de mesures topographique en vue de résoudre un cas pratique.
- [3] Produire les éléments, Livrables de la photogrammétrie : ortho-images, nuages de points, modélisation numérique en 3D des sujets tels que (bâtiments, terrain, chantier, ville...).

[4] Analyser et utiliser les produits de la photogrammétrie en génie civil pour la conception des projets de construction, pour la surveillance et l'entretien des ouvrages.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Mathématique - S05
- Topométrie urbaine - S06

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Support de cours numérique (PDF) Professeur J-F KHREIM
- Kraus K., Waldhäusel P., 1998, Manuel de Photogrammétrie – Principes et procédés fondamentaux – Traduction de P. Grussenmeyer et O. Reis, Hermès, 407 p.
- M. KASSER, Y. EGELS., 2001, Photogrammétrie numérique. Collection (ENSG-IGN) Paris, Hermès sciences publications, 379 p.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 19,5 h

CM : 6 h – TP : 12,5 h – Evaluation : 1 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

L'enseignement de la télédétection, cours de l'unité d'enseignement « Acquisition de données », appliquée au génie civil et ses enjeux, aborde les notions suivantes :

- Base physique et principes fondamentaux de la télédétection.
- Acquisition des données de télédétection : les vecteurs (plate-forme d'observation aérospatiale : satellite, avion, drone), les capteurs (saisie et enregistrement des données) capteurs passifs : introduction à la radiométrie, systèmes de télédétection (optique et infrarouge thermique), capteurs actifs : principe de fonctionnement du radar et lidar.
- Analyse visuelle et interprétation thématique des images captées depuis divers capteurs.
- Traitement numérique des images : corrections radiométriques et rectifications géométrique, géoréférencement, combinaisons de canaux, index de végétation, filtrages, mosaïque, classifications dirigées et non dirigées, détection des contours, détection du changement : analyses multi-date, application à la cartographie des formes urbaines.
- Analyse des morphologies urbaines et péri-urbaines, cartographie des îlots, des bâtiments, des espaces verts.

L'élève ingénieur sera évalué par une note des TP et un contrôle final.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève sera capable de :

- [4] Examiner la chaîne du traitement des données images issues de la télédétection aérospatiale pour caractériser la nature des phénomènes terrestres et établir l'information géographique.
- [4] Interpréter l'imagerie aérospatiale pour réaliser des cartes thématiques (topographique, de l'occupation du sol, de l'urbanisme, de ressources naturelles etc.) et intégrer les résultats d'analyse dans les SIG.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Mathématique
- Topographie

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Support de cours numérique (PDF) - Professeur J-F KHREIM
- Bibliothèque de ressources pédagogiques de l'ENSG : École Nationale des Sciences Géographiques :
- GÉOline <http://cours-fad.ensg.eu>

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 18h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

L'enseignement « Acquisition de la géodonnée » aborde les grands principes de calcul et report topographique moyennant des solutions logicielles usuelles. Cet enseignement aborde les notions suivantes:

- Les méthodes topométriques de calculs de coordonnées et des techniques de terrain conventionnelles,
- La conception de table de codification sous COVADIS,
- Le calcul topométrique et report topométrique sous COVADIS et AutoCAD MAP,
- Le relevé topographique codifié (table des codes),
- Définir la classe de précision de la géodonnée selon l'arrêté 2003.

L'élève ingénieur sera évalué par une note de TP et de projet.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [3] Automatiser les procédures de relevé topographique géoréférencé.
- [5] Prédire une méthodologie de gestion de projet de topographie.
- [5] Structurer les géodonnées conformément à une charte graphique.
- [5] Estimer la précision de la production cartographique de la géodonnée.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Maîtrise des notions acquises en cours de topométrie
- Maîtrise des systèmes de coordonnées
- Mesure Topographique
- Programmation numérique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Cours de topométrie (S8).
- Topographie et topométrie modernes, vol I et II, de S.Milles et J.Lagofun, éditions Eyrolles.
- Maîtrisez la topographie, de M.Brabant, aux éditions Eyrolles.
- Engineering Surveying, de W.Schofield et M.Breach, aux éditions BH.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 21,5 h

CM : 9 h – TP : 12,5 h

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assessment)*

Le cours des SIG cours de l'unité d'enseignement "Gestion des données et Surveillance des Ouvrages " a pour but d'initier l'étudiant aux concepts et aux méthodes des systèmes d'information géographique SIG. En plus d'introduire les concepts fondamentaux multidisciplinaires qui déterminent la mise en œuvre des bases des données géographiques et des SIG, ce cours vise à doter l'étudiant de connaissances théoriques, des habiletés techniques et des outils de gestion de projet nécessaires pour implanter les SIG et les utiliser dans des contextes de recherche, de gestion et de planification. Ce cours aborde les notions suivantes :

- Analyse spatiale en mode matricielle et vectorielle
- Echanges des données géographiques : formats et méthodes
- Les SIG 2D/3D et le génie civil
- L'intégration du BIM dans les SIG/CIM
- La cartographie SIG en ligne ou Web mapping.

L'évaluation sera faite sur la base d'une note de TP et d'un projet.

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève sera capable de :

- [2] Reconnaître les notions de base concernant les S.I.G et les formats,
- [4] Expliquer les différences entre D.A.O., S.I.G, BIM et CIM,
- [4] Expliquer la géomatique et ses applications,
- [3] Appliquer une méthodologie de gestion de projet pour des Systèmes d'Information Géographique,
- [3] Transférer (intégrer) un fichier BIM format IFC dans une base de données SIG,
- [5] Développer un modèle de données et mettre en place un SIG en aidant les utilisateurs à formuler leurs besoins.

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Cours de programmation numérique - Analyse des données

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- Ressources numériques en géomatique de l'ENSG : <http://cours-fad-public.ensg.eu/>
- Geographic Information Systems and Science, P. Longley, M. Goodchild, D. Maguire, D. Rhind, 2005, Wiley
- Les données dans les systèmes d'informations géographiques, Paul Rouet - Editions Hermes
- Vocabulaire de la géomatique, Bergeron M, 1992 - Office de la langue française, Québec
- GIS Core Curriculum for Technical Programs (National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA)
- Les S.I.G. mise en œuvre et application, Henri Pornon - Editions Hermes

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 11,5 h

CM : 10 h – Evaluation : 1 h

Descriptif et modalités d'évaluation *(Course description and assessment)*

L'Automatisation des techniques de positionnement, cours de l'unité d'enseignement « Gestion des données et surveillance des ouvrages» aborde les grands principes pour l'automatisation des techniques de positionnement en génie civil et ses enjeux. Ce cours aborde les points suivants :

- Un rappel des divers instruments de mesure, de leur champ d'application et leur utilisation en entreprise.
- La description et présentation des différents systèmes et technologies de guidage en fonction des catégories de machines, des applications (types de chantier) et des besoins de production.
- L'évolution des processus de traitement des données incluant logiciels, transfert et communication des données entre le bureau et les chantiers.

L'élève ingénieur sera évalué par un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés *(Learning outcomes)*

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève sera capable de :

- [4] Analyser les interactions entre la topographie, les systèmes de guidage de machines et les logiciels de projet,
- [4] Expliquer les bénéfices et les méthodes d'utilisation des diverses technologies existantes à ce jour en fonction des impératifs de chantier, des applications et des machines utilisées

Compétences requises *(Prerequisites)*

- Topométrie
- Génie civil

Bibliographie et ressources complémentaires *(Learning material)*

- Support de cours
- Vidéos et images des systèmes en situation
- Etude comparative de productivité de chantier avec ou sans technologie

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 20 h

CM : 9 h – TD : 10 h – Evaluation : 1 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Les Techniques pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages, cours de l'unité d'enseignement "Gestion des données et Surveillance des ouvrages " aborde les grands principes ci-dessous, des techniques pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages en génie civil et ses enjeux :

- Le contexte de la gestion des ouvrages, la dégradation et la gestion des ouvrages,
- Le suivi du comportement des ouvrages qui s'appuie sur deux activités de surveillance complémentaire : les inspections visuelles et l'auscultation (mesures),
- L'entretien et la réparation des ouvrages.

L'élève ingénieur sera évalué par un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève sera capable de :

- [2] Décrire les démarches pour la surveillance et l'entretien des ouvrages en génie civil,
- [2] Expliquer les techniques utilisées pour l'auscultation et l'entretien des ouvrages de Génie Civil.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Topométrie
- Génie civil

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Support de cours
- Carnet d'entretien des ouvrages de génie civil I FNTF: <https://www.fntp.fr/presse/news/gestion-des-ouvrages-carnet-dentretien-des-ouvrages-de-genie-civil>
- Camille suisse des barrages (2005). Dispositif d'auscultation des barrages - Concept, fiabilité et redondance

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 18,5 h

CM : 6 h – TD : 10 h – TP : 2,5 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

La « programmation informatique, données et algorithmes », cours de l'unité d'enseignement « Traitement des données numériques » aborde les thématiques ci-dessous :

- Les notions en algorithmique et en structures algorithmiques,
- La programmation,
- Le traitement des données structurées et massives.

L'élève-ingénieur sera évalué par une note de projet.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève-ingénieur sera capable de :

- [3] Utiliser les notions avancées en algorithmique et de la programmation informatique
- [3] Coder et réaliser un programme.
- [4] Examiner les données du programme.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Maîtrise du langage Python
- Connaissance des grands principes du développement informatique et de la programmation
- Avoir une culture numérique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Algorithmes D.E Knuth CSU Publications 2011
- Introduction à la science informatique G. Dowek Ed RPA 2010
- Algorithmique méthodes et modèles, P Lignelet Ed Masson 1988

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 19 h

CM : 9 h – TD : 7,5 h – TP : 2,5 h

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le module « Analyse des données, Big data », cours de l'unité d'enseignement « Traitement des données numériques » aborde les fondamentaux du Big data ci-dessous :

- Les enjeux du Big Data,
- Les bases de données relationnelles et non-relationnelles,
- Les caractéristiques et l'architecture d'un environnement de Big Data,
- Les modèles de données,
- L'analyse de données.

L'élève-ingénieur sera évalué par une note de projet.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève-ingénieur sera capable de :

- [2] Expliquer les concepts sous-jacents à la réalisation d'un environnement de Big Data et les différents outils disponibles et nécessaires dans cet univers,
- [2] Décrire les différentes couches de logiciels et les enjeux techniques derrière la réalisation des objectifs,
- [3] Utiliser les outils d'exploitation et de forage de données.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Maîtrise du langage Python
- Connaissance de base en statistiques et en informatique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- Les concepts et les outils de la data science de Pirmin Lemberger, Marc Batty, Mederic Morel, Jean-Luc Raffaelli, Edition Dunod - 272 pages, 2e édition, 9 octobre 2016

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 19 h

(CM : 9 h – TD : 7,5 h – TP : 2,5 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course description and assessment*)

Le module « IoT et Machine learning », cours de l'unité d'enseignement « Traitement des données numériques » aborde les fondamentaux et les enjeux pour l'IoT et le machine learning ci-dessous :

- Les principales méthodes de Machine Learning,
- Les avantages et les inconvénients des méthodes traitées,
- Les différences entre data mining, machine learning et deep learning,
- L'IoT et le machine Learning : Avantages de la combinaison des deux et traitement des données,
- Les modèles prédictifs grâce aux algorithmes de Machine Learning.

L'élève-ingénieur sera évalué par une note de projet.

Acquis d'apprentissage visés (*Learning outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève-ingénieur sera capable de :

- [2] Décrire les principales méthodes de Machine Learning
- [2] Expliquer comment le machine Learning s'applique-t-elle aux données de l'IoT
- [4] Analyser les données grâce à l'IoT et le Machine Learning

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Maîtrise du langage Python
- Connaissance de base en statistiques et en informatique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning material*)

- « The elements of statistical learning Data Mining, Inference and Prediction », T. Hastie, R Tibshirani. J. Friedman, Springer 2001.
- Les concepts et les outils de la data science de Pirmin Lemberger, Marc Batty, Mederic Morel, Jean-Luc Raffaelli, Edition Dunod - 272 pages, 2e édition, 9 octobre 2016

Formation ingénieur ESTP sous statut étudiant

Semestre 8

**Parcours Travaux publics
décarbonés (TPD)**

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 28 h

(CM : 15 h – FOAD: 1H - TD : 10 h - Evaluation : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours « **Terrassements et soutènements** », du parcours thématique « **Travaux publics décarbonés** », de l'unité de l'enseignement « **Routes et voiries** » est un cours permettant aux futurs ingénieurs de l'ESTP d'acquérir les compétences nécessaires aux techniques de terrassements (études, exécution et le contrôle qualité) et acquérir les bases de la conception, du comportement et du dimensionnement des principaux ouvrages de soutènement (murs et écrans) selon Eurocode 7 ainsi que leurs méthodes d'exécution.

Les principales notions abordées sont :

- Études géologique, hydrogéologique et géotechnique dans les projets de terrassement ;
- Études spécifiques de stabilité des pentes et de remblais ;
- Études des terrassements, extraction des matériaux, réemploi des matériaux de déblais et conditions d'utilisation en remblai suivant le GTR, traitement des sols ;
- Technique d'amélioration et de renforcement des sols ;
- Ouvrages de soutènement : définition, types et applications, fonctionnement ;
- Calculs des pressions de terres : notion d'équilibres limites de poussée et de butée, théories de Coulomb, Rankine et Boussinesq ;
- Murs de soutènement : types de mur et dispositions constructives, stabilités (interne, externe et globale) et justifications géotechniques, dimensionnement selon l'Eurocode 7 ;
- Exécution des travaux.

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal (2 h)**.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [5] Identifier les problématiques des terrassements en fonction de la nature du sol rencontré ;
- [4] Comprendre la nécessité d'une étude de sol pour chaque opération ;
- [3] Identifier les risques météorologiques ;
- [3] Définir les moyens matériels : capacité utile du matériel et rotation de camions ;
- [4] Quantifier les cadences le rendement.
- [5] Identifier le type de mur de soutènement et vérifier sa stabilité ;
- [5] Déterminer les contraintes dans le sol (poussée, butée) ;
- [5] Déterminer les coefficients de poussée et butée ;
- [5] Vérifier les facteurs de renversement et de glissement d'un mur de soutènement.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Le cours géotechnique 1.
- Cours sciences des matériaux.
- Cours mécanique des sols.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Guides techniques « SETRA– LCPC
- Fascicule du CCTG - Travaux

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 28 h

(CM : 15 h – FOAD: 1h - TD : 10 h - Evaluation : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours « **Routes et voiries** », du parcours thématique « **Travaux publics décarbonés** », de l'unité de l'enseignement « **Routes et voiries** » est un cours permettant aux futurs ingénieurs de l'ESTP d'acquérir les compétences nécessaires au dimensionnement des structures de chaussées et maîtrise des techniques et méthodes de réalisation des voiries.

L'objectif du cours est de faire connaître aux étudiants :

- La place de la route en tant que voie de communication dans l'économie des transports ;
- Les matériaux de base utilisés en structure de chaussée ;
- Les différents types de chaussées ;
- Les principes du dimensionnement mécanique (sollicitations calculées et sollicitations admissibles) ;
- La modélisation mécanique de la chaussée et la représentation de la charge ;
- La notion d'essieux équivalents (essieux de référence de 13 tonnes) ;
- Les coefficients d'ajustement ;
- La vérification au gel d'une structure ;
- L'utilisation du logiciel de dimensionnement Alizé au travers de cas pratiques ;
- Voirie routière : les équations de mouvement d'un véhicule et les paramètres géométriques qui en découlent, la géométrie d'un projet (profil en long et tracé en plan), la conception de la chaussée (rigide et souple), la protection de l'environnement ;
- Voirie piétonne, voirie cycliste : leur conception.

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal (2 h)**.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Analyser le fonctionnement d'une structure routière ;
- [6] Evaluer l'importance des routes dans l'économie de transport ;
- [3] Identifier les matériaux constitutifs des chaussées ;
- [4] Expliquer le rôle des différentes couches et pouvoir les caractériser ;
- [3] Citer le matériel de réalisation des routes ;
- [5] Formuler les hypothèses de base nécessaires au dimensionnement ;
- [5] Produire un dimensionnement de manière éclairée avec Alizé .

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de matériaux
- Cours d'Ingénierie des matériaux de construction
- Connaissance des caractéristiques des matériaux de construction routière (enrobés bitumineux, matériaux traités au liant hydraulique).
- Cours de terrassement et environnement
- Cours de Road Innovation

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Norme NF P 98-086 « Dimensionnement structurel des chaussées routières - Application aux chaussées neuves » (mai 2019) ;
- Guide technique : « Conception et dimensionnement des structures de chaussées » (décembre 1994).

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 16 h

(CM : 9 h - TD : 5 h - Evaluation : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours « **travaux maritimes et pathologies** », du parcours thématique « **Travaux publics décarbonés** », de l'unité de l'enseignement « **Infrastructures** » est un cours permettant aux futurs ingénieurs de l'ESTP d'acquérir les compétences nécessaires aux conception et dimensionnement d'ouvrages de protection des berges et des ports. Les pathologies des ouvrages maritimes seront examinées.

Le cours a pour objet de présenter une base théorique pour aborder les différents aspects (mouvements de la mer et déformation de la houle) des travaux maritimes et portuaires (extérieurs et intérieurs).

Les principales notions abordées sont :

- Architecture portuaire : la ville et les ports, le port et les navires, découplage ville-port ;
- Aménagement actuel des villes portuaires ;
- Ouvrages maritimes de protection (digues, jetées, brise-lames) ;
- Principes de conception d'un ouvrage maritime et méthodes d'exécution associées ;
- Investigation et diagnostic d'un ouvrage maritime.

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal (2 h)**.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [3] Identifier les caractéristiques d'une houle réelle à partir d'une distribution de probabilité (Rayleigh) ;
- [3] Dimensionner des ouvrages en prenant en compte la marée et les autres phénomènes entraînant une surélévation du niveau d'eau ;
- [3] Dimensionner un mur de protection vertical ;
- [3] Dimensionner et connaître les différentes étapes de construction d'une digue à talus ;
- [4] Dimensionner un port en prenant en compte les paramètres géométriques de navigation ;
- [4] Reconnaître les différentes pathologies liées aux ouvrages maritimes.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours de Mécanique des fluides,
- Cours de statistiques/probabilités

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Mise en disposition des présentations projetées lors des cours
- Pathologies des ouvrages portuaires : méthodes d'investigation, Crema 2008.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 19 h

(CM : 12 h - TD : 5 h - Evaluation : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours « **Calcul des structures hyperstatiques** », du parcours thématique « **Travaux publics décarbonés** », de l'unité de l'enseignement « **Infrastructures** » est un cours permettant aux futurs ingénieurs de l'ESTP d'acquérir les compétences nécessaires en calcul des structures en apportant des compléments au cours de Résistance des matériaux. Il leur permet d'acquérir des connaissances permettant de calculer les efforts internes dans des structures hyperstatiques courantes que les ingénieurs structures sont amenés à les concevoir, étudier et les vérifier au cours de leurs carrières.

Il aborde les notions suivantes :

- Calcul des lignes d'influence pour les poutres droites hyperstatiques ;
- Méthode des forces ;
- Méthode des déplacements ;
- Calcul des portiques par la méthode des rotations –Nœuds fixes, structures à nœuds déplaçables ;
- Calcul des portiques par la méthode des coupures.

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal (2 h)**.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [3] Résoudre une configuration quelconque de structures hyperstatiques et complexes ;
- [3] Etablir les conditions d'équilibre des systèmes en tenant compte des déformations ;
- [4] Analyser les instabilités dans les poteaux et des barres (flambement) ;
- [4] Analyser les instabilités dans les poutres (déversement) ;
- [3] Calculer les poutres profilées en flexion avec et sans torsion.

Compétences requises (*Prerequisites*)

Les compétences requises pour suivre ce cours sont les suivantes :

- Cours de mathématiques ;
- Cours de MMC ;
- Cours de RDM : la détermination des natures des structures, le principe fondamental de la statique, la notion de rigidité (E.IGz), le calcul des déformées des structures par l'intégration du moment, le tracé des allures des déformées.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Albigès & Coin : « Résistance des matériaux appliquée » (2 volumes) - Edition Eyrolles
- S.P Timoshenko : « Résistance des Matériaux » - (2 volumes) Editions Dunod
- J. Courbon : « Résistance des Matériaux » - (2 volumes) Editions Dunod
- GAY D. & GAMBELIN J. Dimensionnement des structures
- CAPRA A. & DAVIDOVICI V. Calcul dynamique des structures en zone sismique

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 25h

(CM :19 h - TD : 5 h - Evaluation : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours « **Béton armé 2** », du parcours thématique « **Travaux publics décarbonés** », de l'unité de l'enseignement « **Infrastructures** » fait suite au cours de tronc commun de béton armé. Il commence par des rappels sur les sollicitations simples et la réglementation (EC0, EC1 & EC2) et aborde ensuite les principes de dimensionnement des structures en béton armé pour des ouvrages de travaux publics (murs de soutènement, parois fléchis, ...) et des ouvrages élémentaires sous sollicitations composées.

Les principales notions abordées sont :

- Etats limites ultimes et de service de flexion composée ;
- Cas particulier des poutres soumises à des charges concentrées ;
- Torsion des poutres ;
- Poinçonnement ;
- Semelles superficielles et longrines de redressement ;
- Ossatures portiques ;
- Consoles courtes ;
- Voiles.
- Murs de soutènement.

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal (2 h)**.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [3] Calculer des éléments structuraux sous sollicitations composées ;
- [3] Calculer et ferrailer des fondations profondes et des ouvrages de soutènement ;
- [3] Appliquer les dispositions constructives des aciers pour des éléments structuraux complexes.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Le cours de réglementation et Eurocode.
- Le cours de RDM.
- Le cours de béton armé

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Pratique de l'Eurocode 2 – Guide d'application, Jean ROUX - Edition Eyrolles
- Calculs des structures en béton – Guide d'application, Jean-Marie PAILLE - Edition Eyrolles
- Eurocode 0 : Bases de calcul des structures
- Eurocode 1 : Actions sur les structures ;
- Eurocode 2 : Calcul des structures en béton

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 19 h

(CM : 12 h - TD : 5 h - Evaluation : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours « **Géotechnique 2 - fondations** », de l'unité de l'enseignement « **Infrastructures** au sein du parcours thématique « **Travaux publics décarbonés** », fait suite aux modules de mécanique des sols et de géotechnique, ce module permet d'approfondir les connaissances vues aux semestres précédents et permet aux étudiants d'acquérir les bases de la conception, du comportement et du dimensionnement des fondations superficielles et profondes selon l'Eurocode 7 ainsi que leurs méthodes d'exécution.

Les notions suivantes seront abordées :

- Fondations superficielles : Généralités, définition, types, applications et comportement ;
- Fondations superficielles : Calculs de portance et de tassement ;
- Fondations profondes : Principes de base, généralités, définition, types et applications, techniques d'exécution et procédure de contrôle, calcul portance et tassement ;
- Fondations profondes : Sollicitations latérales, frottement négatif, groupe de pieux et effet de groupe ;
- Micropieux.
- Justifications des fondations superficiels et profondes selon Eurocode 7.

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal (2 h)**.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Expliquer le dimensionnement et justifier des fondations superficielles et profondes ;
- [6] Formuler les principes de justification des fondations et des ouvrages de soutènement selon les Eurocodes ;
- [4] Dédire une solution technique de fondation à partir d'une étude de reconnaissance géotechnique ;
- [3] Découvrir la réglementation dans le domaine géotechnique.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Géotechnique 1.
- Sciences des matériaux.
- Mécanique des sols.
- Travaux pratiques en laboratoire de MDS

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Supports de cours : présentations PPT diffusées sous format PDF ;
- Ouvrages et fondations en terre, Gérard PHILIPPONNAT, Bertrand HUBERT – Eyrolles, 1997 ;
- Théorie et pratique de la géotechnique - Tome 1, Outils pour la conception des ouvrages, Claude PLUMELLE - Collection Expertise technique, 2017 ;
- Mécanique des sols, Daniel Cordary, Paris : Tec & Doc-Lavoisier, 1994 ;
- Éléments de mécanique des sols, François Schlosser, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1997 ;
- Documentation interne, ESTP Paris.
- Eurocodes 7 partie géotechnique

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 19 h

(CM : 12 h - TD : 5 h - Evaluation : 2 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

La construction métallique 2, du parcours thématique « **Travaux publics décarbonés** », de l'unité de l'enseignement « **Infrastructures** » doit permettre de dimensionner des structures de génie civil en acier, notamment des bâtiments de petites dimensions et des structures plus complexes en appliquant les règles de l'Eurocode 3. Ce module aborde les notions suivantes :

- Fonctionnement d'une ossature métallique : Rappels sur les principes de dimensionnement aux états limites, Etats limites de services, Etats limites ultimes, vérifications à mener, Eléments de conception d'une ossature métallique, Cheminement des charges verticales, Cheminement des charges horizontales dues au vent.
- Vérification des sections : Caractéristiques principales de l'acier, Présentation des produits en acier, Plasticité, Classes de sections en fonction des risques de voilement local, Vérification des sections soumis aux sollicitations simples et composées.
- Flambement : Rappels sur le concept d'instabilité ; Mise en équation du flambement, force critique d'Euler, longueur de flambement ; Vérification suivant l'Eurocode 3 : courbes de flambement ; Calcul des longueurs de flambement d'un poteau d'une ossature.
- Instabilités des poutres : Déversement, Voilement.
- Assemblages : Concept d'assemblage : déplacements, efforts de liaisons, rigidité des assemblages, Principes de vérification, Assemblages par soudure, Assemblages par boulons ordinaires, Assemblages par boulons précontraints, Conception d'assemblages et dispositions constructives

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal (2 h)**.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Décrire le fonctionnement d'une structure métallique, le comportement sous l'effet des charges verticales et horizontales et identifier les éléments de contreventement ;
- [4] Dimensionner un élément d'une ossature aux états limites de services à l'Eurocode 3 ;
- [4] Dimensionner un élément d'une ossature aux états limites ultimes à l'Eurocode 3 ;
- [3] Effectuer les vérifications des éléments élancés aux instabilités (flambement, déversement, voilement) ;
- [3] Vérifier et concevoir un assemblage métallique.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Le cours de mécanique des milieux continus.
- Construction métallique 1.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- Eurocode 3. Calcul des structures en acier. Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments.
- Eurocode 3. Calcul des structures en acier. Partie 1-8 : Calcul des assemblages.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 16 h

(CM : 9 h - TD : 2,5 h – TP: 3 h - Evaluation : 1,5 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours « **Ecologie des matériaux** », du parcours thématique « **Travaux publics décarbonés** », de l'unité de l'enseignement « **Réseaux et environnements** » est un cours permettant aux futurs ingénieurs de l'ESTP d'acquérir les des compétences spécifiques et pluridisciplinaires en matière de caractéristiques des matériaux alternatifs en techniques routière, maîtrise de la qualité d'exécution ou encore évaluation technique et environnementale.

Les principales notions abordées sont :

Rappel : matériaux de chaussées

- Matériaux traditionnels ;
- Constituants : Granulats naturels, liants hydrocarbonés, liants hydrauliques ;
- Mélanges : Matériaux non traités et traités aux liants hydrauliques, matériaux traités aux liants hydrocarbonés ;

Matériaux routières durables

- Contexte et enjeux : chiffres, enjeux environnementaux, principes d'économie circulaire ;
- Techniques routières durables ;
- Matériaux alternatifs : granulats alternatifs (Matériaux de déconstruction issus du BTP, les mâchefers d'incinération de déchets non-dangereux, les sédiments, les sables de fonderie...) ;
- Caractérisation, domaines d'emploi, nature d'usage, mise en œuvre des matériaux alternatifs en technique routière ;
- Acceptabilité environnementale des matériaux en technique routière ;
- Analyse de cycle de vie.

TP 1- Formulation d'un matériau alternatifs pour une utilisation en technique routière (3H).

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal (1,5 h)**.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [5] Comprendre les enjeux et la stratégie des matériaux alternatifs en technique routière ;
- [5] Maîtriser les fondamentaux du cadre réglementaire de la prévention et de la gestion des déchets ;
- [4] Maîtriser les propriétés physiques et mécaniques des matériaux alternatifs ;
- [4] Expliquer le choix des matériaux alternatifs en technique routière ;
- [5] Savoir caractériser les matériaux en technique routière et connaître les domaines d'emploi et de mise en œuvre ;
- [4] S'approprier la méthodologie d'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs ;
- [5] Connaître l'analyse de cycle de vie.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Cours mécanique des sols
- Cours ingénierie de matériaux de construction

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- ADEME (2010). Guide de conception et de suivi des plots expérimentaux et essais lysimétriques.
- Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 11: Essai de classification des constituants de gravillons recyclés. Norme NF EN 933-11, juillet 2009.
- Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière - Évaluation environnementale. Sétra, mars 2011.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 18 h

(CM : 9 h - TD : 7,5 h - Evaluation : 1,5 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assessment*)

Le cours « **Ecologie de l'eau, récupération, réseau pluvial** », du parcours thématique « **Travaux publics décarbonés** », de l'unité de l'enseignement « **Réseaux et environnements** » est un cours permettant aux futurs ingénieurs de l'ESTP d'acquérir les compétences nécessaires dans la gestion intégrée des eaux pluviales et de concevoir des solutions de rétention.

Les principales notions abordées sont :

- La question de l'eau et les outils de la gestion de l'eau au niveau de la ville ;
- Les lois sur l'eau ;
- La connaissance des ressources en eau, de leur fonctionnement, de leur exploitation et protection.
- Hydrologie urbaine : la gestion des eaux pluviales, les risques, les techniques alternatives à la gestion intégrée au sein des aménagements ;
- Gestion de la pollution des eaux pluviales : pollution des eaux pluviales, traitement de la pollution et entretien) ;
- Gestion quantitative des eaux pluviales : principe de conception d'un schéma de gestion des eaux pluviales, conception des ouvrages, vidange des ouvrages) ;
- Détermination des sections d'écoulement /écoulement à ciel ouvert et écoulement en réseau ;
- Dimensionnement d'un ouvrage de rétention des eaux pluviales.

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal (2 h)**.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [3] Appréhender la complexité de la problématique « eau » et son contexte administratif et réglementaire, aux différentes échelles : régionale, nationale, européenne
- [4] Comprendre les impératifs techniques et réglementaires et leurs conséquences sur l'exploitation et la protection de la ressource et des captages.
- [4] Dimensionner un réseau pluvial : analyse de pluviométrie, calcul du débit maximum (méthode caquot), modèles réservoirs, dimensionner un ouvrage.
- [4] Comprendre la typologie des ouvrages de rétention et les principes de calculs des bassins versants et sa gestion en temps réel.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Mécanique des fluides et hydrauliques

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- CCTG Fascicules 70 – Ouvrages d'assainissement – Réseaux ;
- CCTG Fascicules 70-2 – Ouvrages d'assainissement – Ouvrages de recueil, de stockage, de restitution des eaux pluviales , Mai 2021 ;
- Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (loi LEMA du 30 décembre 2006) ;
- Arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif ;
- Guide technique « Assainissement routier » SETRA Octobre 2006.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 15 h

(CM : 9 h – TD : 5 h - Evaluation : 1 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Le cours « **Ecologie de l'électricité, éclairage dans la ville** », du parcours thématique « **Travaux publics décarbonés** », de l'unité de l'enseignement « **Réseaux et environnements** ».

Les principales notions abordées sont :

- Les énergies renouvelables : Energie éolienne offshore, énergie solaire, filière hydrogène.
- Notions de l'éclairage public ;
- Les éléments qui composent l'éclairage public ;
- Impact environnemental de l'éclairage de ville ;
- Diagnostics : aménagements existants (analyse esthétique, analyse technique) bilan financier (coût d'investissement, coût de maintenance, coût énergétique) ;
- Urbanisme lumière : Le support de la commune, patrimoine architectural, morphologie urbaine ;
- Sélection des classes d'éclairage ;
- Exigences de performance.
- Calcul des performances ;
- Méthodes de mesure des performances photométriques ;
- Application des règles de conception : identification du besoin (Typologie de voies, environnement, schéma urbain, utilisation de l'espace, choix de l'emplacement...)
- Dispositif d'économie d'énergie : Ballasts bi puissant, variateur manuel, variateur électronique, télégestion ;
- Indicateurs de performance énergétique.

L'évaluation sera faite sur la base d'un **contrôle terminal (1 h)**.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Au terme de cet enseignement, l'élève ingénieur sera capable de :

- [4] Connaître les différentes technologies disponibles et en émergence et évaluer les besoins en chaleur ou en électricité ;
- [4] Connaître le matériel et les spécificités technique de l'écologie de l'électricité ;
- Comprendre les impacts environnementaux de l'éclairage des villes ;
- [5] Connaître les procédures et la méthodologie appliquée à l'exploitation et à la maintenance des réseaux d'éclairage public ;
- [6] Connaître les technologies des sources de lumière, luminaires et ballasts ;
- [5] Être capable de concevoir et de mener un projet d'éclairage public en accord avec le Plan Lumière de la ville et le développement durable ;
- [5] Maîtriser les aspects normatifs des systèmes d'éclairage (NF13-201) et de suretés des installations.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Introduction au Droit de l'urbanisme et de l'environnement
- Notion de physique générale : conservation de l'énergie, énergie cinétique, puissance.

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- EN 13201 : Exigences de performances éclairage public
- NF C17-200 : Installations électriques extérieures, 2016.
- Association Française d'Eclairage AFE Guide de l'AFE, Les nuisances dues à la lumière

Formation ingénieur ESTP sous statut étudiant

Semestre 9

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 17 h

(CM: 6h – TD: 10h – Evaluation : 1h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

Le contrôle de gestion - gestion financière cours de tronc commun de l'unité d'enseignement
« **Enjeux de la construction durable** », aborde les grands principes de la finance

- Rappels en matière comptable
 - États financiers : bilan, compte de résultat et annexe
 - Normes et principes comptables
 - Distinction entre produits et encaissements et entre charges et décaissements
 - L'amortissement des immobilisations
- Contrôle de gestion
 - Introduction aux budgets
 - Indicateurs et tableaux de bord
 - Critères financiers de choix des investissements (DRCI, TRI, VAN)
- Gestion financière
 - Principales notions d'analyse financière : analyse de solvabilité, analyse de rentabilité
 - Plan de financement
 - Introduction aux mécanismes de base des marchés financiers et boursiers
- L'évaluation des acquis d'apprentissages sera réalisée lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'Apprentissage en Fr ou EN

- [4] Analyser les états financiers des entreprises
- [4] Expliquer la distinction entre les résultats comptables et la trésorerie
- [5] Expliquer les concepts de base des choix d'investissement
- [4] Expliquer le contrôle de gestion.

Compétences requises (*Prerequisites*)

Compétences requises en Fr ou EN

- Économie d'entreprise - Comptabilité générale - Comptabilité analytique

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Contrôle de gestion : vers un contrôle de gestion humaniste, naturel et rigoureux / Romain Appercel - 2022
- Finance d'entreprise Edition 21 - Pierre Vernimmen - 2023

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 10h

(Cours: 9h – Evaluation: 1h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

L'éthique dans le domaine de la construction, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Enjeux de la construction durable** », aborde les grands enjeux éthiques auxquels le secteur de la construction est confronté sur le court et moyen terme :

- Management éthique et nouveaux engagements de l'entreprise
- Risques, compliance, responsabilité et éthique
- Mesure du degré d'implication de l'entreprise dans la RSE.
- L'évaluation des acquis d'apprentissages sera réalisée lors d'un contrôle terminal.

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'Apprentissage en Fr ou EN

- [5] Construire un raisonnement éthique au sein de l'organisation tout en recherchant la performance économique
- [4] Intégrer la responsabilité sociétale des entreprises (RSE) dans la prise de décision en s'appuyant sur une gouvernance exemplaire

Compétences requises (*Prerequisites*)

Compétences requises en Fr ou EN

- Leadership et communication, Management de projet, Règlementation environnemental, intercultural management

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- L'éthique dans les entreprises, Samuel Mercier, Collection Repère, Éditions : « La Découverte »
- La responsabilité sociale de l'entreprise, Michel Capron, Françoise Quoiral-Lanoizelée, Collection Repère, Éditions : « La Découverte »
- Les valeurs, Thierry Wellhoff, Éditions Eyrolles
- L'urgence éthique, Emmanuel Toniutti, ECG Éditions Lugano

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 13h

(Cours: 3h – Projet: 10h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

Le Lean Management, cours et projet de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Enjeux de la construction durable** », aborde les grands principes des systèmes d'organisation industrielle pour la construction :

- Introduction au Lean Management
 - Les origines : contexte du secteur BTP le Lean facteur de compétitivité
 - Une brève histoire du Lean
- Outils et démarches du Lean Management
 - Les principes clés
 - Concepts Lean et Performance durable (Gemba, Chaîne de valeur, Amélioration continue, lead time, VA et non VA, les MUDAS, les sources de non-performance
 - La Conduite du Changement
- Le Lean appliquée à la construction
 - Introduction au DMAIC
- Outils et démarche du Lean Construction
 - Le PDCA et le 5S : L'amélioration au poste de travail
 - Le Management Visuel de la Performance et le rituel de management
 - Planification collaborative : Le Last Planner System (LPS)
 - Le Value Stream Mapping VSM
 - Méthode de résolution de problèmes

Le projet de Lean management composé de 3 parties (Diagnostic, Analyse et Plan d'actions), permettra la mise en pratique de l'enseignement Lean management, ainsi que les méthodes de communication collaborative et de management de projet.

L'évaluation sera réalisée en projet par le rendu d'un rapport et une soutenance par chaque équipe

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'Apprentissage en Fr ou EN – [niveau de bloom] – Verbe d'action + contexte

- [2] Décrire les principes d'un système Lean management
- [3] Appliquer la démarche Lean dans les différentes phases d'un projet de construction
- [3] Utiliser les outils méthodologiques du Lean construction
- [5] Préparer les étapes pour la mise en place d'une démarche Lean sur un chantier.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Compétences requises en Fr ou EN

Management de projet

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Le grand guide du Lean management – DRISS BOUAMI – Afnor – 2021
- Lean Management pour une performance solide et durable – Radu DEMETRESCOUX - 2017
- Lean Construction - Optimiser coûts, qualité, sécurité et délais en mode collaboratif – Fabien Front - 2018
- Lean Construction Management (The Toyota Way) - Shang Gao - 2016
- Le Lean management en couleurs - Brigitte Boussuat – 2022
- La fuite managériale devant la complexité : l'exemple historique du "lean management" Philippe Lorino - 2014

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 13h

(CM: 6h – TD: 5h – Evaluation: 2h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

Le management de la prévention des risques, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Enjeux de la construction durable** », aborde principes fondamentaux de la gestion des risques :

- Cadre de l'appétence aux risques de l'entreprise
- Identification des aléas (risque naturel, économique, technique)
- Modélisation des risques à partir de l'étude de prix
- Mesure, analyse et comparaison des risques
- Evaluation du risque projet
- Plan d'action du traitement des risques et allocation des ressources (humaine, financière ...)
- Concertation et reporting à toutes les phases du projet
- Financement du risque résiduel
- Réglementation, durabilité

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'Apprentissage en Fr ou EN

- [1] Comprendre les principes de la gestion des risques
- [1] Acquérir les compétences nécessaires pour identifier, évaluer et gérer les risques liés aux projets de construction
- [1] Apprendre à concevoir et à mettre en œuvre des plans de traitement des risques efficaces
- [2] Développer une culture du risque projet

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Compétences requises en Fr ou EN
- Management de projet

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Management des risques de l'entreprise – COSO 2017
- Documentation Germa management des risques – Le moniteur 2012
- Norme ECSS – N -00 – 03 - A – 1 Risk management
- Gestion des risques d'un projet – Techniques de l'ingénieur
- Critique des matrices de risques pour le secteur de la construction – Techniques de l'ingénieur

Langue d'enseignement : Français et Anglais

Nombre d'heures : 11h

TD : 5 h - FOAD : 3 h - Projet : 3 h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

En 3^e année, nous abordons les problématiques managériales.

Parcours e-learning (à intégrer dans l'agenda des étudiants quelques jours en amont de la Mission Management)

Introduction/Objectifs/Agenda

1 - Repérer dans l'entreprise le rôle du Manager opérationnel (1h30)

SERIOUS GAME Mission prévention

1.1 Repérer les 3 piliers de la performance prévention

1.2 Repérer les niveaux de culture

1.3 Les rôles clefs du Manager en prévention

1.4 Les caractéristiques du leadership en prévention

1.5 Accompagner le changement

2 - Intégrer la communication dans sa gestion de la prévention au quotidien (1h)

2.1 Construire sa communication Prévention

2.2 Notions de responsabilité et posture du Manager

2.3 Faire preuve de leadership dans sa communication

2.4 Préparer sa communication pour faire évaluer le niveau de prévention

QCM Mission Résolue

Demi-journée Mission Management :

Les étudiants par groupe de 5 partagent leurs observations suite aux situations rencontrées lors de leurs stages, visite de chantiers...

Au choix, chaque groupe présentera à la fin de la séance sous la forme d'un format A3 et d'une explication orale de 2 minutes soit :

- Une affiche pour un ¼ d'heure sécurité sur un thème particulier,
- Un slogan de prévention sur un risque qui leur a paru majeur et un plan d'actions de prévention associé à ce risque et illustré par une affiche ,

Prévoir 1 encadrant par groupe : un STT et QVT, et 30% d'anglophone

L'élève ingénieur sera évalué par une soutenance orale avec comme support une Affiche (75 % de la note) et par le suivi du module en ligne (25 % de la note – Réalisé /non réalisé).

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

- [3] Enseigner le management de la SST.
- [4] Reconnaître dans l'entreprise les enjeux humains, sociaux, économiques et juridiques de la S&ST en participant à l'observation de la santé dans l'entreprise, en se référant au cadre réglementaire et normatif qui s'applique à l'entreprise et en communiquant avec les acteurs de prévention internes et externes.
- [4] Utiliser /Intégrer la S&ST dans la gestion de ses activités et la conduite de projets en identifiant les dangers et les situations de travail dangereuses existantes et futures, en évaluant les risques d'accidents et d'atteintes à la santé et en supprimant et réduisant les risques.

Compétences requises (*Prerequisites*)

- Le cours de SST 2

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

- e-learning : modules en ligne sur la plateforme de de l'OPPBTP
- <https://www.preventionbtp.fr>
- INRS - Aide-mémoire BTP Edition 790 (fournis aux élèves sous format électronique), support de cours.

Langue d'enseignement : Français

Nombre d'heures : 13h

(CM: 3h – Projet: 10h)

Descriptif et modalités d'évaluation (*Course Description and Assignments*)

Présentation générale en FR ou EN

Le parcours Leadership & Communication, cours de tronc commun de l'unité d'enseignement « **Communication et projet professionnel** », aborde l'ensemble des Soft Skills. Le module se décompose en deux parties : les organisations et l'intégration dans une entreprise.

- Identification de la dynamique managériale et la culture d'une organisation
- Analyse d'une étude de cas présentant des dysfonctionnements de management et de stratégie
- Elaboration et argumentation des leviers de changements pertinents

- Intégration dans une entreprise : décoder son expérience professionnelle et son propre mode de fonctionnement managérial (sociogramme des stages, synthèse du poste et des enjeux)
- Présentation et valorisation de sa singularité (distinguer les profils de management)
- Comprendre les enjeux du recrutement et s'y préparer

L'évaluation sera réalisée en 2 parties : Les acquis d'apprentissages visés lors des travaux pratiques (étude de cas et mise en situation) et un Portfolio Soft Skills : il s'agit d'un dossier personnel dans lequel les acquis de formation et les acquis de l'expérience de l'étudiant(e) sont définis et démontrés pendant l'année écoulée.

Le PSS est constitué de 4 volets :

- 1. LEADERSHIP ET COMMUNICATION**
 - Le manager opérationnel et l'Interculturalité
- 2. PROFESSIONNALISATION**
 - Le marché de l'emploi, réseautage et prospective
- 3. ÉTHIQUE ET RESPONSABILITÉ**
 - Le professionnel responsable - Dream Job
- 4. NOUVEAUX HORIZONS**
 - Ouverture à d'autres pratiques, à d'autres modes de pensée - Décadragage ou international

Acquis d'apprentissage visés : (*Learning Outcomes*)

[Niveau dans la taxonomie de Bloom] - échelle de 1 à 6

Objectifs d'Apprentissage en Fr ou EN – [niveau de bloom] – Verbe d'action + contexte

- [4] Analyser la complexité organisationnelle
- [5] Conduire/Accompagner le changement
- [6] Expliquer ses expériences professionnelles
- [4] Analyser une annonce de recrutement
- [5] Préparer l'entretien de recrutement
- [4] Détecter ses critères d'épanouissement professionnels

Compétences requises (*Prerequisites*)

Compétences requises en Fr ou EN

- Leadership et communication 1^{er} année et 2^d année
- Intercultural Management
- Expériences professionnelle antérieure (Stages en entreprise)

Bibliographie et ressources complémentaires (*Learning Material*)

Bibliographie en FR et EN

- Comment développer son leadership, Ken Blanchard, Eyrolles, 2005
- L'Art de motiver, Michaël Aguilar Dunod, 2016
- La Boîte à outils du manager, Rémi Juët Dunod, 2017

Entrepreneuriat (E)

Entrepreneuriat

Description de l'option

L'option **Entrepreneuriat de l'ESTP** propose aux étudiants une immersion complète dans les dynamiques de création, de gestion et de développement d'entreprises innovantes.

Destinée aux ingénieurs de 3^e année, cette option combine des enseignements académiques rigoureux, des outils stratégiques éprouvés et des expériences pratiques immersives. Elle vise à doter les étudiants des compétences nécessaires pour répondre aux défis complexes et contemporains de l'entrepreneuriat.

L'option s'articule autour de plusieurs axes majeurs :

- **La compréhension des écosystèmes entrepreneuriaux** : Découvrir les mécanismes économiques, juridiques et financiers qui structurent le monde de l'entrepreneuriat, en France et à l'international.
- **Le développement de compétences stratégiques** : Apprendre à élaborer des business plans solides, concevoir des stratégies de croissance, et prendre des décisions éclairées dans un contexte incertain.
- **L'innovation au cœur des projets** : Explorer les approches disruptives et les nouvelles technologies pour concevoir des modèles économiques différenciants et adaptés aux besoins des marchés émergents.
- **Une immersion pratique** : Participer à des études de cas, des hackathons et des ateliers collaboratifs, et bénéficier de l'intervention de professionnels expérimentés pour s'initier aux réalités du pilotage d'une start-up ou d'un projet entrepreneurial.

Avec cette option, les étudiants développent une **vision entrepreneuriale globale**, ainsi qu'une capacité à innover et à s'adapter aux besoins du marché. Elle constitue une véritable opportunité pour les futurs ingénieurs de devenir des leaders capables de transformer des idées en projets concrets et durables, dans des environnements complexes et compétitifs.

Compétences attendues :

- **Maîtriser les étapes clés d'un projet entrepreneurial** : Comprendre et mettre en œuvre les méthodes de conception, de validation et d'exécution de projets, depuis l'idée initiale jusqu'à leur mise en œuvre opérationnelle, en tenant compte des contraintes économiques, juridiques et organisationnelles.
- **Stimuler la créativité et favoriser l'innovation** : Développer des approches originales et disruptives pour résoudre des problématiques complexes, en mobilisant des techniques de brainstorming, de design thinking et de prototypage rapide.
- **Développer une vision stratégique globale** : Acquérir les compétences nécessaires pour analyser les opportunités du marché, anticiper les tendances et élaborer des stratégies gagnantes pour positionner un projet ou une entreprise de manière durable et compétitive.
- **Structurer et financer un projet entrepreneurial** : S'approprier les outils financiers, juridiques et organisationnels nécessaires pour bâtir un business plan solide, mobiliser des ressources, attirer des investisseurs et assurer la viabilité économique du projet.

Métiers visés

- Créateur ou repreneur d'entreprise ;
- Chef de projet innovation ;
- Consultant en stratégie ;
- Business développer ;
- Responsable innovation.

Plan d'étude de l'option

Syllabus option Entrepreneuriat Année 2025-2026	Nombre total d'heures
UE - Tronc commun : Management et communication pour une construction durable	80,00
Anglais / English (Obligatoire élève TOEIC < 805)	20,00
RSE Management	20,00
Lean Management et Prévention des Risques	20,00
Leadership & Communication 5 (dont portfolio)	20,00
Rapport de stage de 2ème année	
<i>FLE (international students) - optionnel</i>	
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol)	
Langue supplémentaire - optionnel	
UE - Matières de spécialité	180,00
Business model canvas	20,00
Etude de marche	20,00
Business plan	20,00
Etat d'esprit entrepreneurial et intrapreneurial	20,00
Reprise et Cession	20,00
Propriété intellectuelle	20,00
Ethique de la construction	20,00
Innovation dans la construction	20,00
Marketing stratégique	20,00
UE - Projet	60,00
Projet : Entrepreneuriat	
	320,00

Génie civil et analyse des structures complexes (GCASC)

Génie civil et analyse des structures complexes (GCASC)

Description de l'option

L'**option Génie Civil et Analyse des Structures Complexes** prépare les futurs ingénieurs à exceller dans le domaine des bureaux d'études, que ce soit en entreprise, en maîtrise d'œuvre ou en assistance à maîtrise d'ouvrage. Cette spécialisation a pour objectif principal de former des experts capables de **concevoir, dimensionner et analyser des ouvrages variés**, qu'il s'agisse de bâtiments, d'infrastructures de génie civil ou d'ouvrages d'art complexes. Les étudiants y acquièrent une maîtrise approfondie des différents matériaux de construction (béton, acier, bois, matériaux composites, etc.) ainsi que des réglementations internationales, notamment les **Eurocodes**.

L'enseignement met également l'accent sur l'utilisation des outils numériques avancés, avec une formation spécifique aux logiciels de calcul par éléments finis (FEM), essentiels pour modéliser et optimiser les structures en fonction de leurs contraintes mécaniques et environnementales. En s'appuyant sur une approche théorique et pratique, cette option permet aux ingénieurs de :

- **Développer des solutions innovantes** pour répondre aux défis techniques posés par des ouvrages complexes, notamment dans des contextes environnementaux exigeants ;
- **Maîtriser les interactions entre les matériaux et les structures**, pour concevoir des infrastructures sûres, durables et performantes ;
- **Anticiper les évolutions technologiques et réglementaires** afin de s'adapter aux exigences croissantes des projets modernes.

Avec cette formation, les diplômés deviennent des acteurs clés dans la conception et la gestion de structures complexes, capables d'allier expertise technique, innovation et responsabilité environnementale.

Compétences attendues

- Concevoir **des solutions techniques adaptées** : Élaborer des réponses innovantes et performantes aux exigences du cahier des charges, en tenant compte des spécificités du projet et des contraintes associées.
- Modéliser **des structures complexes** : Utiliser des logiciels avancés de modélisation et de calcul, tels que ceux basés sur la méthode des éléments finis (FEM), pour analyser et optimiser le comportement des structures en fonction des charges et des environnements.
- Réaliser **une documentation technique complète** : Constituer des dossiers professionnels comprenant des notes de calcul détaillées, des rapports de synthèse clairs et précis, ainsi que des cahiers des charges complètes pour guider les étapes de conception et d'exécution.
- Effectuer **des calculs structurels intégrant les contraintes globales** : Prendre en compte les aspects techniques, environnementaux, réglementaires et économiques dans l'ensemble des calculs structurels afin de garantir des ouvrages sûrs, durables et conformes aux attentes.

Métiers visés

- Ingénieur R&D ;
- Chef de projet structure ;
- Ingénieur étude de structure ;
- Ingénieur expert en structure.

Plan d'étude de l'option

Syllabus option Génie civil et analyse des structures complexes Année 2025-2026	Nombre total d'heures
UE - Tronc commun : Management et communication pour une construction durable	80,00
Anglais / English (Obligatoire élève TOEIC < 805)	20,00
RSE Management	20,00
Lean Management et Prévention des Risques	20,00
Leadership & Communication 5 (dont portfolio)	20,00
Rapport de stage de 2ème année	
<i>FLE (international students) - optionnel</i>	
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol)	
Langue supplémentaire - optionnel	
UE - Matières de spécialité	220,00
Génie parasismique	40,00
Interaction Sol- structure et calculs des réservoirs	20,00
Conception et modélisation des bâtiments de grande hauteur – réglementation spécifique	20,00
Conception des structures bois	20,00
Conception et modélisation des structures complexes	40,00
BIM et modélisation avancée	20,00
Pathologie des bâtiments et des ouvrages d'art	20,00
Les matériaux innovants	20,00
Conception, calcul et modélisation des ponts	20,00
UE - Projet	60,00
Projet : Bâtiment	20
Projet parasismique assisté	15
Projet Pont	25
	360,00

Géo-Numérique, Aménagement de la Propriété

Description de l'option Géo-numérique et aménagement de la propriété

L'option Géo-numérique et aménagement de la propriété a pour ambition de former les futurs ingénieurs de l'ESTP aux métiers d'ingénieur topographe dans le BTP et de géomètre expert, en alliant compétences techniques et vision stratégique.

Cette spécialisation prépare les étudiants à concevoir, piloter et réaliser des projets d'aménagement foncier ou d'infrastructures, aussi bien en milieu rural qu'urbain, ainsi que de s'intégrer dans des équipes pluridisciplinaires. Elle intègre une approche globale qui prend en compte les contraintes économiques, sociales et environnementales, en réponse aux enjeux de durabilité et d'innovation.

Les futurs ingénieurs développent des compétences approfondies pour analyser, modéliser et proposer des solutions adaptées à des problématiques variées, telles que l'aménagement de territoires, la gestion de parcelles foncières, la représentation de la surface de la Terre, la délimitation de la propriété, de ses aménagements, la gestion et la représentation des données spatiales, les sciences de la mesure, ou encore les études de projets pour les infrastructures linéaires (routes, voies ferrées, réseaux). Ils sont également formés à maîtriser les outils numériques avancés, notamment le GNSS, le Scanner Laser, les jumeaux numériques, l'IA et les Systèmes d'Information Géographique (SIG), pour une gestion efficace et précise des données spatiales.

En s'appuyant sur une expertise technique pointue et une compréhension des enjeux contemporains, cette option vise à former des professionnels capables de répondre aux besoins complexes des territoires et des infrastructures de demain.

Compétences attendues

- **Maîtrise des méthodes d'estimation** : Être capable de comprendre et d'appliquer différentes techniques d'évaluation de la valeur vénale et locative des biens immobiliers, en tenant compte des contraintes du marché et des contextes spécifiques.
- **Réalisation de mesures de haute précision** : Concevoir et réaliser des produits géo-référencés de haute précisions : plans 2D/3D, maquette numérique 3D et BIM, nuages de points (LiDAR, Scanner Laser), imagerie par Drone, Géo-positionnement par satellites GNSS très précis.
- **Analyse et gestion des données géo-numériques** : Maîtriser l'analyse et la gestion des données géo-numériques pour le développement de Jumeaux Numériques, en intégrant des méthodes avancées d'intelligence artificielle (IA) et d'exploitation des systèmes d'information géographique (SIG). Cette compétence permet d'optimiser la modélisation, la simulation et la prise de décision dans la gestion des territoires et des infrastructures.
- **Expertise juridique appliquée** : Disposer d'une solide compréhension des cadres juridiques relatifs au droit foncier, ainsi qu'au droit de la propriété publique et privée, afin de délimiter précisément les propriétés foncières, d'élaborer des plans de bornage, et d'évaluer les coûts de cession.
- **Maîtrise des calculs et divisions techniques** : Savoir effectuer le calcul précis des surfaces, gérer les processus de mise en copropriété et réaliser la division en volumes des biens immobiliers.
- **Évaluation des coûts et études de prix** : Être en mesure d'estimer les coûts liés aux projets de terrassement et aux infrastructures linéaires, en intégrant les dimensions techniques et économiques.

Métiers visés

- Ingénieur Géomètre-Expert ;
- Expert immobilier/ Responsable technique immobilier ;
- Ingénieur Topographe ;
- Urbaniste aménageur
- Responsable d'études BTP.
- BIM Manager
- Ingénieur R&D
- Ingénieur commercial (en solutions techniques, instrumentation)
- Responsable technique immobilier
- Entrepreneur

Plan d'étude de l'option Géo-numérique et aménagement de la propriété

Syllabus option Géo-numérique et aménagement de la propriété Année 2025-2026	Nombre total d'heures
UE - Tronc commun : Management et communication pour une construction durable	80,00
Anglais / English (Obligatoire élève TOEIC < 805)	20,00
RSE Management	20,00
Lean Management et Prévention des Risques	20,00
Leadership & Communication 5 (dont portfolio)	20,00
Rapport de stage de 2ème année	
<i>FLE (international students) - optionnel</i>	
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol)	
Langue supplémentaire - optionnel	
UE - Matières de spécialité	220,00
Géodésie	20,00
Astronomie	20,00
Techniques de Positionnement par Satellites	40,00
Intelligence Artificielle, Jumeaux Numériques et SIG 3D	20,00
LASERGRAMMETRIE	20,00
Estimation immobilière et Droit immobilier appliqué	20,00
Division de la propriété	20,00
Délimitation de la propriété	20,00
Urbanisme Appliqué	20,00
Détection des réseaux enterrés	20,00
UE - Projet	60,00
Projet :	
	360,00

Nuclear Civil Engineering (GCN)

Génie Civil Nucléaire GCN

Description de l'option :

L'**option Génie Civil Nucléaire** vise à former des spécialistes de haut niveau capables de relever les défis techniques et stratégiques du génie civil appliqué au secteur nucléaire. Reposant sur une approche multidisciplinaire et professionnalisante, cette option est dispensée par des experts issus à la fois du domaine nucléaire et de l'enseignement supérieur. Elle combine savoirs théoriques et compétences pratiques, afin de doter les étudiants d'une maîtrise approfondie des techniques et outils nécessaires pour concevoir, analyser et intervenir sur des ouvrages soumis à des contraintes complexes.

La formation met un accent particulier sur l'étude du **comportement dynamique des structures** face à des chargements environnementaux extrêmes, tels que les séismes, les impacts, les explosions, les tornades ou les tsunamis. En parallèle, les problématiques de **renforcement des structures existantes**, de maintenance, ainsi que de démantèlement d'ouvrages sensibles sont également traitées en détail, offrant une vision complète du cycle de vie des infrastructures nucléaires. Pour atteindre ces objectifs, l'option s'appuie sur :

- Les **techniques numériques avancées**, notamment le calcul par éléments finis (MEF), les formulations variationnelles et l'utilisation de logiciels spécialisés ;
- Une maîtrise approfondie des **Eurocodes**, en particulier pour le dimensionnement et la sécurité des structures ;
- L'étude du **comportement non linéaire des matériaux**, avec une focalisation sur les théories d'endommagement du béton et autres concepts liés à la mécanique des structures.

Compétences attendues :

- **Maîtrise des référentiels normatifs** : Développer une expertise approfondie des cadres de conception et de construction propres au génie civil, en s'appuyant sur les standards nationaux et internationaux.
- **Capacité à innover dans la conception** : Être en mesure de dépasser les méthodes traditionnelles de conception en proposant des solutions novatrices adaptées aux agressions externes croissantes ou émergentes, telles que les séismes, les impacts ou les explosions.
- **Réinvention des pratiques constructives** : Repenser et améliorer les méthodes de construction afin d'optimiser les pratiques, tout en intégrant la gestion des marges de sécurité dès la phase de conception.
- **Maîtrise des outils scientifiques avancés** : Acquérir des compétences pointues dans l'utilisation d'outils scientifiques et numériques permettant d'accéder à des perspectives de recherche approfondies, notamment via un doctorat en génie civil appliqué à des structures complexes ou au domaine nucléaire.
- **Application au secteur nucléaire** : Transposer les connaissances acquises au contexte spécifique de la protection et de la gestion des infrastructures nucléaires, en France comme à l'international, en répondant aux exigences de sécurité et de durabilité.

Métiers visés :

- Ingénieur R&D de Grands Groupes
- Ingénieur structure dans le domaine nucléaire

- Ingénieur Bureau d'études
- Ingénieur sécurité nucléaire
- Chef de projet en démantèlement nucléaire
- Ingénieur bureau de Contrôle
- Expert en gestion des déchets nucléaire

Plan d'étude de l'option GCN:

Syllabus option Génie Civil Nucléaire Année 2025-2026	Nombre total d'heures
UE - Tronc commun : Management et communication pour une construction durable	80,00
Anglais / English (Obligatoire élève TOEIC < 805)	20,00
RSE Management	20,00
Lean Management et Prévention des Risques	20,00
Leadership & Communication 5 (dont portfolio)	20,00
Rapport de stage de 2ème année	
<i>FLE (international students) - optionnel</i>	
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol)	
Langue supplémentaire - optionnel	
UE - Matières de spécialité	220,00
Earthquake engineering for soil and structures	40,00
Design of nuclear buildings	20,00
Nuclear safety requirements and considerations in civil works construction	20,00
Nuclear reactor technologies, containment monitoring and ageing analysis	20,00
Advance calculations for transient analysis and introduction to LS-DYNA Code	20,00
Seismic analysis and introduction to ANSYS Code	20,00
Prestressing calculations and introduction to CAST3M Code	20,00
R&D in nuclear civil engineering	20,00
Construction of nuclear facilities, site management & technologies	20,00
Soil structure interaction	20,00
UE - Projet	60,00
Projet : NC ² E (Nuclear and Complex Civil Engineering)	
	360,00

Construction bas carbone (CBC)

Construction bas carbone (CBC)

Description de l'option

L'option Construction Bas Carbone (CBC) forme les futurs ingénieurs de l'ESTP à intégrer pleinement les enjeux environnementaux dans leurs projets de construction, en s'inscrivant dans une démarche de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) tout au long du cycle de vie des bâtiments. Grâce à une approche systémique d'éco-conception, les étudiants apprennent à concevoir des projets innovants et durables avec les choix adéquats de solutions constructives, les bons matériaux au bon endroit, et les systèmes énergétiques qui conviennent. Pour ces différents aspects, l'accent sera mis sur les innovations qui émergent, en termes de performances globales (technique, environnementale, économique) et de domaine d'utilisation.

En alliant cours théoriques et application dans le cadre du projet, cette option doit permettre aux élèves de devenir des concepteurs de bâtiments bas carbone, capables de :

- Evaluer les impacts environnementaux en utilisant l'analyse du cycle de vie (ACV) et intégrer les réglementations et certifications environnementales dans le projet
- Choisir et dimensionner des procédés constructifs permettant de réduire l'impact carbone du projet tout en assurant la performance technique durable des ouvrages et leur pertinence économique.
- Intégrer des solutions constructives innovantes en tenant compte du cadre réglementaire et assurantiel du projet

Compétences attendues

- Connaître les principes généraux de l'écoconception, les leviers et les freins associés à toutes les étapes du cycle de vie du bâtiment.
- Analyser et comparer les différents labels et leurs exigences : Comprendre les critères et les spécificités des certifications telles que Bâtiment Biosourcés, E+C- (Énergie + Carbone -) et BBCCA (Bâtiment Bas Carbone), afin de les intégrer efficacement dans les projets de construction.
- Proposer et optimiser le choix des matériaux bas carbone durables adaptés à leurs fonctions dans l'ouvrage et à la destination de celui-ci.
- Identifier et intégrer dans un projet des procédés de construction innovantes ou non traditionnelles (Hors site, impression 3D, ...) qui permettent de réduire l'empreinte carbone globale du bâtiment
- Proposer et préconiser des solutions énergétiques renouvelables : Intégrer des technologies durables, telles que les panneaux solaires, les pompes à chaleur, ou les systèmes de récupération d'énergie, pour réduire l'empreinte environnementale des bâtiments tout en garantissant leur performance énergétique.

Métiers visés

- Développeur ou responsable bas carbone de programmes immobiliers ;
- Assistant à maîtrise d'ouvrage bas carbone ;
- Responsable/référent bas carbone en agence d'architecture ;
- Responsable bas carbone en bureau de contrôle ;
- Ingénieur travaux bas carbone.

Plan d'étude de l'option

Syllabus option Construction Bas Carbone Année 2025-2026	Nombre total d'heures
UE - Tronc commun : Management et communication pour une construction durable	80,00
Anglais / English (Obligatoire élève TOEIC < 805)	20,00
RSE Management	20,00
Lean Management et Prévention des Risques	20,00
Leadership & Communication 5 (dont portfolio)	20,00
Rapport de stage de 2ème année	
<i>FLE (international students) - optionnel</i>	
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol)	
Langue supplémentaire - optionnel	
UE - Matières de spécialité	220,00
Ecoconception et innovation	20,00
Réglementation référentiels et labels de la construction bas carbone	20,00
Réemploi et recyclage	20,00
Simulation Thermique Dynamique et ACV pour une conception bas Carbone	20,00
Optimisation et Innovation des Bétons Bas Carbone	20,00
Construction Terre et Innovation	20,00
Conception de structures en bois	20,00
Conception de structures en BFUP	20,00
Conception de structures mixtes	20,00
Construction hors site	20,00
Impression 3D béton	20,00
UE - Projet	60,00
Projet :	
	360,00

Infrastructures et Travaux Souterrains (ITS)

Infrastructures et Travaux Souterrains (ITS)

Description de l'option

L'option Infrastructures et Travaux Souterrains (ITS) propose une formation spécialisée, répondant à la demande croissante des professionnels du secteur, notamment de la **Société du Grand Paris**, confrontés à un manque de cursus adaptés dans les écoles d'ingénieurs. Cette option vise à fournir aux étudiants des **compétences solides et diversifiées**, couvrant à la fois les aspects techniques et la démarche globale de conception des ouvrages souterrains. Elle aborde toutes les étapes d'un projet, depuis la définition des besoins jusqu'à la réalisation des travaux, en passant par la conception, la planification et le suivi.

Les points clés de la formation sont :

- **Une réponse aux enjeux réels du secteur** : en phase avec les défis actuels, cette option prépare les étudiants à travailler sur des projets d'envergure, tels que ceux liés au développement des infrastructures de transport souterrain.
- **Une approche pragmatique et professionnalisante** : le contenu de l'option est conçu pour établir un lien direct entre les connaissances acquises durant le cursus académique et les attentes concrètes du milieu professionnel, facilitant ainsi la transition vers l'entreprise.
- **Un programme riche et varié** : les sujets abordés couvrent un large éventail de compétences, de la géotechnique aux méthodes de construction spécifiques, en passant par la sécurité, l'environnement, les aspects réglementaires et les innovations technologiques.
- **Un tremplin vers des opportunités professionnelles** : avec les nombreux projets d'infrastructures souterraines en cours et à venir, cette option offre une porte d'entrée privilégiée dans un secteur porteur et en constante évolution.

Compétences attendues

- **Concevoir et piloter un projet global de travaux souterrains** : élaborer et réaliser toutes les étapes d'un projet d'infrastructures souterraines, depuis l'avant-projet jusqu'à la phase de maintenance, en intégrant les exigences techniques, environnementales et réglementaires.
- **Maîtriser les procédures de sécurité en milieu confiné** : s'approprier les protocoles spécifiques aux travaux souterrains, garantir la protection des équipes et des infrastructures, et intégrer les aspects contractuels propres à ce type de projet.
- **Gérer les risques inhérents aux projets souterrains** : identifier, évaluer et anticiper les risques techniques, géologiques, environnementaux et humains, afin d'assurer une gestion efficace et sécurisée des projets.
- **Maîtriser les méthodes et le management des projets souterrains** : développer une expertise dans l'organisation, la planification et la coordination des différents acteurs, en s'appuyant sur des méthodologies adaptées pour optimiser les délais, les coûts et la qualité des travaux, tout en minimisant au maximum les impacts environnementaux.

Métiers visés

L'option ITS amène à un très large panel de métiers dans le secteur public ou privé, en France ou à l'International, dans des entreprises de travaux, des bureaux d'ingénierie, des maîtrises d'ouvrages ou d'œuvre, des bureaux de sol, des bureaux de contrôle etc.

Les principaux métiers à la sortie de l'Ecole sont les suivants :

- Ingénieur(e) Bureau d'Etudes
- Ingénieur(e) travaux infrastructures ou souterrains
- Chargé(e) d'affaires
- Ingénieur(e) Recherche et Développement
- Ingénieur(e) Qualité Sécurité Environnement

Plan d'étude de l'option

Syllabus option Infrastructures et Travaux Souterrains (ITS) Année 2025-2026	Nombre total d'heures
UE - Tronc commun : Management et communication pour une construction durable	80,00
Anglais / English (Obligatoire élève TOEIC < 805)	20,00
RSE Management	20,00
Lean Management et Prévention des Risques	20,00
Leadership & Communication 5 (dont portfolio)	20,00
Rapport de stage de 2ème année	
<i>FLE (international students) - optionnel</i>	
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol)	
Langue supplémentaire - optionnel	
UE - Matières de spécialité	220,00
Organisation générale des ouvrages souterrains	20,00
Géotechnique appliquée aux ouvrages souterrains	20,00
Méthodes Analytiques et numériques de calcul des ouvrages souterrains - Géologie / Mécanique des roches appliquée	20,00
Problématiques environnementales et énergétiques des travaux souterrains & eco-conception et eco-realisation	20,00
Etablissement d'une offre de construction & Retours d'expérience	20,00
Méthodes de construction ouvrages enterrés / soutènements / traitements de terrain / tunnel au tunnelier & micro	20,00
Maîtrise d'ouvrages d'infrastructures - Gestion des risques et Pratiques contractuelles	20,00
Instrumentation - Auscultation - Diagnostic	20,00
Sécurité - Ventilation des travaux souterrains - Incendie - Hyperbarie	20,00
Etanchéité des ouvrages souterrains	20,00
Exploitation - Maintenance des ouvrages Souterrains - Cas des ancrages permanents	20,00
UE - Projet	60,00
Projet :	
	360,00

Génie Civil Ecologique (GCE)

Génie Civil Ecologique GCE

Description de l'option :

L'option Génie Civil Écologique a pour vocation de former des ingénieurs en génie civil engagés et responsables, capables d'intégrer les enjeux environnementaux et la préservation de la biodiversité dans chaque étape d'un projet de construction. Cette spécialisation met l'accent sur l'analyse et la maîtrise des impacts des constructions sur les écosystèmes (faune, flore, eau, sol, etc.), en adoptant une démarche proactive pour limiter les perturbations environnementales tout en garantissant des performances techniques et économiques optimales. Les futurs ingénieurs de l'ESTP qui choisissent cette option développent une vision **systémique** du génie civil, combinant trois dimensions essentielles :

- **Le système technique** : conception, construction et exploitation des infrastructures en tenant compte des innovations durables ;
- **Le système humain** : prise en compte des attentes sociétales, des usages et des interactions avec les populations locales ;
- **Le système naturel** : intégration des écosystèmes dans la planification et le développement des projets, pour des constructions compatibles avec les dynamiques écologiques des territoires.

Grâce à cette approche intégrée, les ingénieurs formés en GCE seront à même de concevoir, construire et exploiter des infrastructures sobres en ressources, résilientes face aux changements climatiques, et respectueuses des équilibres écologiques. Cette formation répond ainsi à la double exigence de développement durable et d'adaptation des territoires aux défis environnementaux du XXI^e siècle.

Compétences attendues :

- Intégrer **les enjeux environnementaux dans les projets de génie civil** : Concevoir et réaliser des infrastructures qui répondent aux exigences de la transition écologique, tout en limitant leur impact sur les écosystèmes et les ressources naturelles.
- Adopter **une approche systémique** : Développer des compétences à l'intersection de la construction et du génie civil écologique, afin d'inscrire chaque projet d'aménagement dans le fonctionnement écologique global du site concerné.
- Restaurer **les milieux naturels** : Contribuer à la réhabilitation des écosystèmes dégradés, notamment en remédiant aux sols appauvris ou contaminés, pour favoriser leur régénération.
- Renforcer **la résilience écologique et préserver la biodiversité** : Élaborer des solutions qui améliorent les processus écologiques, soutiennent la biodiversité et intègrent pleinement les enjeux environnementaux dans la conception et la fonction principale des ouvrages.

Métiers visés

- Référent environnement ;
- Ingénieur écologue ;
- Ingénieur bureaux d'études spécialisés en génie écologique ;
- Ingénieur conseil en ingénierie environnementale.

Plan d'étude de l'option

Syllabus option GCE Année 2025-2026	Nombre total d'heures
UE - Tronc commun : Management et communication pour une construction durable	80,00
Anglais / English (Obligatoire élève TOEIC < 805)	20,00
RSE Management	20,00
Lean Management et Prévention des Risques	20,00
Leadership & Communication 5 (dont portfolio)	20,00
Rapport de stage de 2ème année	
<i>FLE (international students) - optionnel</i>	
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol)	
Langue supplémentaire - optionnel	
UE - Matières de spécialité	220,00
Connaissance du vivant	20,00
Connaissance des écosystèmes	20,00
Interactions entre les activités humaines et les écosystèmes	20,00
Evaluation et mesures des impacts	20,00
Droit de la biodiversité	20,00
Travaux en Génie Civil / Génie Ecologique	20,00
Génie civil appliqué	20,00
Etudes et travaux spécifiques aux milieux aquatiques	20,00
Dimensionnement hydraulique et mécatronique	20,00
Ecosystèmes en milieu urbain	20,00
Gestion de la végétation	20,00
UE - Projet	60,00
Projet	
	360,00

Développement Immobilier et Usages (DIU)

Développement Immobilier et Usages (DIU)

Description de l'option

L'option **Développement Immobilier et Usages** forme les ingénieurs à maîtriser les différentes étapes d'un projet de développement immobilier, en se concentrant sur les responsabilités et les risques liés à la maîtrise d'ouvrage. Cette formation aborde de manière approfondie les **enjeux économiques, financiers, sociaux et urbains**, ainsi que la coordination des nombreux acteurs impliqués dans les projets immobiliers. La formation débute par une **analyse historique et sectorielle du marché immobilier**, incluant une présentation des acteurs clés, des produits immobiliers et des dynamiques de marché. Les étudiants explorent ensuite les principaux métiers liés au montage de projets immobiliers, tels que :

- **L'aménagement urbain** : Planification et structuration des territoires pour répondre aux besoins des collectivités et des usagers.
- **La promotion immobilière** : Gestion de projets de construction pour la création de nouveaux bâtiments répondant aux attentes du marché.
- **Les opérations de marchand de biens** : Rachat, valorisation et revente d'actifs immobiliers.
- **L'investissement immobilier** : Évaluation et gestion stratégique des actifs pour optimiser leur rendement et leur durabilité.
- Ces domaines sont étudiés sous l'angle des **obligations réglementaires** (juridiques, fiscales, notariales, environnementales) et complétés par des **approches techniques et financières** :
- Réalisation de **diagnostics de l'existant** pour évaluer les potentiels et les contraintes des biens immobiliers.
- Élaboration de **budgets prévisionnels** et utilisation de **modélisations financières avancées** pour estimer les coûts et anticiper la rentabilité des projets.

Compétences attendues

- Piloter **des opérations immobilières dans le respect de la réglementation** : Assurer la conduite complète des projets immobiliers en intégrant les cadres juridiques, fiscaux, environnementaux et urbanistiques, afin de garantir leur conformité et leur réussite.
- Expertiser **le patrimoine immobilier** : Réaliser des diagnostics approfondis pour évaluer l'état, la valeur et le potentiel de développement ou de transformation des actifs immobiliers.
- Organiser et **coordonner les équipes techniques** : Superviser et harmoniser les activités des différents intervenants (architectes, ingénieurs, entreprises de travaux), en veillant au respect des délais, des budgets et des exigences de qualité.
- Gérer et **valoriser les actifs immobiliers** : Mettre en œuvre des stratégies efficaces pour optimiser la gestion du patrimoine, en augmentant sa rentabilité et en améliorant sa durabilité et son attractivité.
- Réaliser **des modélisations financières et évaluer la valeur des biens** : Élaborer des analyses financières avancées pour estimer la rentabilité d'un projet, établir des budgets prévisionnels et déterminer la valeur vénale ou locative des actifs immobiliers, en s'appuyant sur des outils modernes de simulation et de prévision.

Métiers visés

- Ingénieur patrimoine immobilier ;
- Directeur immobilier ;
- Ingénieur expert immobilier ;
- Responsable du programme immobilier.

Plan d'étude de l'option

Syllabus option Développement Immobilier et Usages Année 2025-2026	Nombre total d'heures
UE - Tronc commun : Management et communication pour une construction durable	80,00
Anglais / English (Obligatoire élève TOEIC < 805)	20,00
RSE Management	20,00
Lean Management et Prévention des Risques	20,00
Leadership & Communication 5 (dont portfolio)	20,00
Rapport de stage de 2ème année	
<i>FLE (international students) - optionnel</i>	
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol)	
Langue supplémentaire - optionnel	
UE - Matières de spécialité	220,00
Aménagement urbain, programmation d'opérations & Fiscalité	20,00
Optimisation énergétique du bâtiment & STD	20,00
Diagnostics structurels, Pathologies et reprises	40,00
Immobilier : Histoire, Acteurs, Produits	20,00
Evaluation immobilière, investissement & Asset Management	20,00
Montage de projets immobiliers, Programmation & Usages	20,00
Droit des baux commerciaux & Commercialité	20,00
Droit Notarial et due diligence	20,00
Gestion de Fonds Immobiliers, Fiscalité & investissement	20,00
Mathématiques et Modélisation Financière	20,00
UE - Projet	60,00
Projet :	
	360,00

Urbanisme Durable et Décarboné (U2D)

Urbanisme Durable et Décarboné

Description de l'option :

Face aux défis environnementaux, sociaux, économiques, énergétiques et numériques, les villes occupent une position centrale dans la lutte contre l'urgence climatique. L'option « Urbanisme durable et décarboné » répond à ces enjeux en offrant une formation pluridisciplinaire qui allie urbanisme, outils numériques et innovation.

Une pédagogie par projet place les étudiant.es en situation réelle de maîtrise d'oeuvre avec une commande politique inscrite dans le territoire. Pour les accompagner, de nombreux acteurs de terrain sont mobilisés : urbanistes, architectes, juristes, ingénieurs, paysagistes...

Cette approche vise à concevoir des espaces urbains à la fois fonctionnels, résilients et respectueux de l'environnement, tout en répondant aux besoins croissants des habitants.

Les futurs ingénieurs de l'ESTP, formés dans cette option, seront capables d'intégrer et de piloter les dynamiques complexes des territoires urbains. Ils développeront et mettront en œuvre des stratégies innovantes, connectées et durables, favorisant une gestion optimisée des villes intelligentes. Cette formation s'articule autour de :

- **La conception d'espaces urbains résilients** : Intégrer les enjeux climatiques, sociaux et économiques dans des projets urbains durables qui minimisent leur impact sur l'environnement tout en maximisant leur efficacité fonctionnelle.
- **L'utilisation des technologies numériques et connectées** : Exploiter les outils numériques et les innovations technologiques (IA, IoT, Smart Cities) pour planifier, optimiser et gérer les infrastructures urbaines de manière intelligente.
- **L'innovation au service des territoires** : Proposer des solutions novatrices pour améliorer la qualité de vie, renforcer la durabilité des aménagements et anticiper les défis futurs liés à l'évolution des villes.

Cette option prépare des ingénieurs visionnaires, aptes à relever les défis de la transition écologique et numérique, tout en contribuant à construire des villes plus durables, inclusives et connectées.

Compétences attendues :

- **Comprendre et analyser l'identité et la structure des villes** : Développer une compréhension approfondie des dynamiques urbaines, de l'organisation des territoires, ainsi que de la géométrie des espaces publics et privés (rues, bâtiments, infrastructures).
- **Maîtriser les technologies numériques pour les espaces urbains** : Exploiter les outils de modélisation, simulation et numérisation des espaces urbains afin de concevoir des environnements intelligents. Intégrer les concepts de smart city en combinant l'intelligence artificielle (IA) et l'analyse de données urbaines pour une gestion optimisée des territoires.
- **Intégrer l'écologie urbaine à toutes les étapes des projets** : Inscrire les principes d'écologie urbaine dans la planification, la conception et la réalisation des projets pour garantir leur durabilité et leur compatibilité avec les écosystèmes locaux.
- **Coordonner des projets urbains multidimensionnels** : Piloter des projets complexes en intégrant les dimensions environnementales, sociales, économiques, énergétiques et

numériques, tout en répondant aux attentes des différents acteurs et en anticipant les défis liés aux transitions écologique et numérique.



Métiers visés :

- Référent environnement ;
- Ingénieur écologue ;
- Ingénieur bureaux d'études spécialisés en génie écologique ;
- Ingénieur conseil en ingénierie environnementale.

Plan d'étude de l'option :

Syllabus option Urbanisme Durable et Décarboné Année 2025-2026	Nombre total d'heures
UE - Tronc commun : Management et communication pour une construction durable	80,00
Anglais / English (Obligatoire élève TOEIC < 805)	20,00
RSE Management	20,00
Lean Management et Prévention des Risques	20,00
Leadership & Communication 5 (dont portfolio)	20,00
Rapport de stage de 2ème année	
<i>FLE (international students) - optionnel</i>	
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol)	
Langue supplémentaire - optionnel	
UE - Matières de spécialité	220,00
Villes, histoire et typologie	20,00
Formes urbaines et société	20,00
Modèle économique urbain	20,00
Diagnostics du projet urbain	20,00
Ville bas carbone et résiliente	20,00
Îlots de chaleur urbains	20,00
Ville nature	20,00
Numérique appliqué au génie urbain	20,00
Innovation dans l'espace urbain	20,00
Métabolisme urbain et réseaux	20,00
Villes en transition énergétique	20,00
UE - Projet	60,00
Projet : application de la méthode "La rue commune"	
	360,00

Réhabilitation & Rénovation du Patrimoine Bâti (RRPB)

Réhabilitation & Rénovation du Patrimoine Bâti (RRPB)

Description de l'option

L'option **Réhabilitation & Rénovation du Patrimoine Bâti** forme des ingénieurs à relever les défis liés à la reconversion écoresponsable du patrimoine bâti, en adoptant une approche multiscalaire et durable. Cette spécialisation met l'accent sur la mutation des usages à l'échelle des bâtiments, tout en intégrant les enjeux liés à leur préservation et à leur transformation dans un contexte de développement urbain durable. La formation débute par une **exploration des différents types de patrimoine**, incluant le patrimoine historique (monuments historiques, sites classés), le patrimoine industriel, ainsi que les bâtiments d'intérêt culturel ou architectural. Elle s'intéresse également aux **acteurs, institutions, labels et classifications** propres à ce secteur, fournissant ainsi une base solide pour comprendre les cadres institutionnels et réglementaires.

Les enseignements portent ensuite sur la **transformation et l'adaptation du patrimoine bâti** dans un contexte de durabilité. L'objectif est d'accroître la durée de vie des bâtiments en réinventant leur usage, en favorisant l'évolution fonctionnelle et la mixité des pratiques. Cette nouvelle programmation des espaces bâtis s'inscrit dans une démarche de durabilité, en répondant aux attentes sociétales et environnementales, tout en respectant l'identité architecturale et historique des structures. L'option aborde également :

- Les **techniques spécifiques de réhabilitation** adaptées aux différents types de patrimoine, en prenant en compte les contraintes liées à leur nature et à leur état.
- Les **stratégies de rénovation énergétique** pour améliorer la performance environnementale des bâtiments tout en préservant leur valeur historique.
- L'intégration des principes **d'économie circulaire et des innovations technologiques** pour une réhabilitation respectueuse des ressources et des matériaux.

Compétences attendues

- **Réhabiliter et rénover le patrimoine avec des outils technologiques avancés** : Exploiter des technologies innovantes, telles que la modélisation par nuage de points et les logiciels spécialisés, pour effectuer une analyse précise et optimiser les interventions sur le patrimoine bâti.
- Adopter **une méthodologie adaptée et écoresponsable** : Mettre en œuvre des méthodes et pratiques de transformation du patrimoine en accord avec les enjeux contemporains, en intégrant des principes d'Eco-conception et d'innovation à chaque étape de la chaîne de reconversion de l'édifice.
- **Analyser et diagnostiquer le patrimoine bâti** : Mener des études approfondies pour évaluer l'état structurel, architectural et énergétique des bâtiments, en identifiant les interventions nécessaires pour assurer leur pérennité et leur conformité aux exigences actuelles.
- **Réhabiliter les systèmes énergétiques de manière durable** : Concevoir et mettre en œuvre des solutions énergétiques adaptées, répondant aux besoins thermiques et électriques des bâtiments rénovés, tout en respectant les nouvelles réglementations en matière de performance énergétique et environnementale.

Métiers visés

- Ingénieur du patrimoine bâti ;
- Ingénieur travaux ;

- Ingénieur étude ;
- Ingénieur performance énergétique ;
- Chef de projet du patrimoine bâti

Plan d'étude de l'option

Syllabus option Réhabilitation & Rénovation du Patrimoine Bâti Année 2025-2026	Nombre total d'heures
UE - Tronc commun	80,00
Anglais / English (Obligatoire élève TOEIC < 805)	20,00
RSE Management	20,00
Lean Management et Prévention des Risques	20,00
Leadership & Communication 5 (dont portfolio)	20,00
Rapport de stage de 2ème année	
<i>FLE (international students) - optionnel</i>	
<i>Langue renforcée (Allemand ou Espagnol)</i>	
<i>Langue supplémentaire - optionnel</i>	
UE - Matières de spécialité	220,00
MOA & Réhabilitation du Patrimoine : acteurs et enjeux	20,00
Normes Techniques : applications & innovations	20,00
Numérisation & modélisation 3D en rénovation	20,00
Diagnostics Structurels, Principes de Reprise structurelle & en sous œuvre (Approche Systémique)	20,00
Conception & exécution de renforcement structurel - (Approche calculatoire)	20,00
Stratégies optimisées pour une rénovation énergétique durable	20,00
Réemploi et Conception	20,00
Spécificité de chantier en réhabilitation & apport du Hors site	20,00
Energie Solaire, Eclairage et Optimisation	20,00
Conception des Structures Bois	20,00
Matériaux & Innovation, Recherche en laboratoire	20,00
UE - Projet	60,00
Projet :	
	360,00

Jumeau Numérique et IA pour la construction

Jumeau numérique et IA pour la construction

Description de l'option

L'option "Jumeau Numérique et IA pour la Construction" vise à former des ingénieurs capables d'exploiter les technologies numériques avancées pour améliorer la conception, la gestion et l'optimisation des bâtiments et infrastructures. En s'appuyant sur les principes du jumeau numérique et de l'intelligence artificielle, cette formation permet de développer une approche intégrée pour la modélisation, l'analyse et la prise de décision dans le secteur du BTP. Cette spécialisation permet aux étudiants de développer une expertise unique en combinant trois piliers fondamentaux :

- **Le BIM (Building Information Modeling)** : Modéliser et gérer les projets en intégrant toutes les dimensions du cycle de vie des ouvrages (3D, 4D, 5D).
- **Les jumeaux numériques** : pour créer des répliques virtuelles des infrastructures permettant une surveillance, une simulation et une optimisation en temps réel.
- **Intelligence Artificielle appliquée au BTP** : Appliquer les techniques de machine learning et deep learning pour analyser les données, optimiser les performances des bâtiments et améliorer la prise de décision.
- **Construction et gestion du Jumeau Numérique** : Comprendre les workflows de création des jumeaux numériques, gérer les incertitudes et assurer leur intégration dans les processus de conception et d'exploitation.
- **Management de projet numérique** : Cette option s'appuie sur une approche pragmatique et professionnalisante, avec des enseignements théoriques, des études de cas, et l'utilisation de logiciels spécialisés.

Les projets en cours et les futures innovations du secteur renforcent la pertinence de cette formation, qui offre de nombreuses opportunités professionnelles dans un environnement technologique et compétitif.

Compétences attendues

- **Maîtriser les outils et méthodes du BIM (Building Information Modeling)** : Comprendre et appliquer les principes de modélisation numérique pour concevoir, coordonner et optimiser des projets de construction, en intégrant des données multidimensionnelles et collaboratives tout au long du cycle de vie des ouvrages.
- **Explorer les applications des jumeaux numériques** : Développer des compétences pour créer et exploiter des répliques numériques dynamiques des infrastructures, permettant de simuler, surveiller et améliorer leurs performances en temps réel.
- **Exploiter le potentiel de l'intelligence artificielle dans le secteur de la construction** : Utiliser des algorithmes d'apprentissage automatique (machine learning) et des systèmes d'intelligence artificielle pour analyser des données complexes, prédire des comportements, optimiser les processus et proposer des solutions innovantes.
- **Concevoir et gérer des projets numériques avancés** : Intégrer les outils BIM, les jumeaux numériques et l'IA dans la gestion des projets pour améliorer la précision, la durabilité et l'efficacité des infrastructures, tout en répondant aux enjeux économiques et environnementaux actuels.
- **Anticiper les évolutions technologiques du secteur** : Développer une vision prospective pour accompagner la transition numérique et technologique du bâtiment et des infrastructures, en intégrant les enjeux de durabilité, de connectivité et de performance.

Métiers visés

- Coordinateur BIM,
- Manager de projets numériques & BIM,
- Expert en jumeaux numériques
- Spécialiste en intelligence artificielle appliquée à la construction
- Chef de projet en transition numérique.

Cette formation offre une expertise technique avancée, répondant aux besoins croissants de digitalisation et d'optimisation des infrastructures dans un secteur en pleine transformation.

Plan d'étude de l'option

Syllabus option Jumeau numérique et IA pour la construction Année 2025-2026	Nombre total d'heures
UE - Tronc commun: Management et communication pour une construction durable	80,00
Anglais / English (Obligatoire élève TOEIC < 805)	20,00
RSE Management	20,00
Lean Management et Prévention des Risques	20,00
Leadership & Communication 5 (dont portfolio)	20,00
Rapport de stage de 2ème année	
<i>FLE (international students) - optionnel</i>	
<i>Langue renforcée (Allemand ou Espagnol)</i>	
<i>Langue supplémentaire - optionnel</i>	
UE - Matières de spécialité	200,00
FAIRisation des données	20,00
Preprocessing des données	20,00
Modélisation BIM et plateformes de gestion des données	20,00
IA machine learning, deep learning	40,00
Modélisation statique du terrain (BIM)	20,00
Exploitation des données pour l'optimisation des bâtiments et l'aide à la décision (Simulation et analyse des performances des bâtiments et infrastructures)	40,00
Visualisation des données dont 3D (dashboards, Power BI, SIG)	20,00
Introduction construction du Jumeau : Workflow, assimilation, incertitude	20,00
UE - Projet	60,00
Projet : Management de projet numérique	
	340,00

Infrastructures Routières et Aménagements Urbains et Durables (IRAUD)

Infrastructures Routières et Aménagements urbains et durables (IRAUD)

Description de l'option

Depuis 2020, le secteur routier s'est engagé dans un **nouveau pacte de transition**, répondant aux exigences climatiques et écologiques tout en embrassant les avancées technologiques. Cette option offre une formation complète et adaptée, permettant aux ingénieurs de devenir des acteurs clés dans la conception et la gestion d'infrastructures routières modernes, durables et résilientes. **L'option Infrastructures Routières et Aménagements Urbains et Durables (IRAUD)** vise à former des ingénieurs capables de relever les défis actuels et futurs des infrastructures routières qui représentent un patrimoine stratégique pour la France, essentiel au déplacement des biens et des personnes. Elles occupent une place centrale dans l'espace public et nécessitent une gestion responsable pour garantir leur durabilité.

Les objectifs principaux de la formation sont :

- **Adapter les infrastructures aux nouvelles mobilités** : Développer des solutions pour intégrer une diversité de modes de transport, allant des mobilités douces (vélos, piétons) aux mobilités connectées, autonomes et partagées, tout en favorisant une meilleure intermodalité (bus, tramway, train, etc.).
- **Répondre aux défis de l'urbanisation croissante** : Prendre en compte l'expansion des grandes métropoles et l'urbanisation de la population (60 % vivant en milieu urbain) pour concevoir des infrastructures adaptées aux besoins des territoires urbains et périurbains.
- **S'inscrire dans les transitions climatiques, écologiques et numériques** : Intégrer les principes de durabilité dans chaque projet, en optimisant l'utilisation des ressources, en limitant les impacts environnementaux, et en exploitant les innovations numériques pour des infrastructures intelligentes et connectées.
- **Écouter et dialoguer avec les citoyens** : Contribuer à une gestion plus participative des infrastructures en intégrant les attentes et besoins des usagers pour créer des espaces publics mieux adaptés aux enjeux sociétaux.

Compétences attendues :

- **Concevoir des infrastructures routières respectueuses de l'environnement** : Intégrer les exigences environnementales dans toutes les phases du projet, depuis la conception jusqu'à la réalisation, en limitant l'impact écologique et en favorisant l'utilisation de matériaux durables et innovants.
- **Piloter des projets routiers transdisciplinaires** : Mobiliser des compétences variées (sociales, techniques, juridiques, environnementales, économiques) pour gérer des projets complexes qui répondent aux enjeux sociétaux actuels.
- **Proposer des solutions innovantes grâce à des démarches créatives** : Utiliser des approches collaboratives telles que le brainstorming pour imaginer et développer des solutions novatrices adaptées aux besoins des territoires et des usagers.
- **Digitaliser les projets d'infrastructures** : Exploiter les outils numériques et les technologies avancées (BIM, modélisation 3D, gestion de données) pour optimiser la conception, la gestion et l'exploitation des infrastructures routières.
- **Assurer l'entretien et la maintenance des réseaux routiers avec les nouvelles technologies** : Intégrer des outils connectés et des techniques innovantes, comme les capteurs intelligents ou la robotique, pour surveiller, diagnostiquer et prolonger la durée de vie des infrastructures.

- **Développer des aménagements et réseaux de mobilité durables** : Concevoir des systèmes de mobilité en prenant en compte les transitions numérique et climatique, en favorisant les mobilités douces, les solutions partagées et les infrastructures résilientes.

Métiers visés

- Ingénieur bureau d'étude ;
- Directeur travaux ;
- Ingénieur travaux infrastructures ;
- Ingénieur R&D matériaux routiers.

Plan d'étude de l'option

Syllabus option Infrastructures Routières et Aménagements Urbains et Durables Année 2025-2026	Nombre total d'heures
UE - Tronc commun : Management et communication pour une construction durable	80,00
Anglais / English (Obligatoire élève TOEIC < 805)	20,00
RSE Management	20,00
Lean Management et Prévention des Risques	20,00
Leadership & Communication 5 (dont portfolio)	20,00
Rapport de stage de 2ème année	
<i>FLE (international students) - optionnel</i>	
Langue renforcée (Allemand ou Espagnol)	
Langue supplémentaire - optionnel	
UE - Matières de spécialité	220,00
Géotechnique/GTR-GTS	20,00
Vers une route décarbonée et durable	40,00
La digitalisation pour l'exploitation et la maintenance des infrastructures	40,00
Conception et dimensionnement des infrastructures routières	20,00
Mobilités douces et transport multimodal	20,00
Adaptation des infrastructures au changement climatique et gestion durable des eaux	20,00
Aménagement urbain écoresponsable et nouvelles fonctionnalités de la route	20,00
Génie écologique, Gestion des nuisances et sites et sols pollués	20,00
Maîtrise d'ouvrage transdisciplinaire et acceptabilité	20,00
UE - Projet	60,00
Projet :	
	360,00