Semestre 3

CENTRALE
LYON

MATÉRIAUX 3
Matériau terre 4
Matériaux de construction 5
STRUCTURES 6
Calcul semi-probabiliste des structures en béton armé 7
Conception et calcul de structures à ossature 9
INFRASTRUCTURES 11
Ouvrages de Production d'Energie 12
Ouvrages pour la Mobilité 13
CALCUL NUMÉRIQUE EN GÉNIE CIVIL 14
Bases de calcul numérique en génie civil 15
Projet TET 16
COMPORTEMENT DES STRUCTURES DANS LEUR ENVIRONNEMENT 17
Géotechnique 18
Dimensionnement avancé des structures 19

CODE

26_M_GC_MSCD_S3_MAT

Matériaux

RESPONSABLES

Francesco FROIIO

CODE
26_I_G_S09_MOD_02_6

RESPONSABLES
Eric VINCENS
Francesco FROIIO

LANGUE
Français

HEURES
BE : **4h**
Cours : **16h**
TP : **8h**

MOTS-CLÉS
sol, sable, argile, milieux non saturés, transferts, milieux poreux

Matériau terre

Objectifs

Les sols sont des matériaux détritiques formés lors de processus physiques et chimiques longs impliquant des millions d'années. Ce sont des matériaux polyphasiques complexes dont le comportement mécanique montre des signes distinctifs : il s'agit de matériaux solides qui peuvent s'écouler comme un fluide, les phénomènes irréversibles y sont prépondérants et l'affinité qu'ils peuvent avoir avec l'eau oblige des précautions à la fois dans la manière d'aborder les problèmes d'usage et de pérennité des solutions préconisées.

Si certaines terres ont un usage dans l'Industrie, on pense aux argiles pour les céramiques, elles se situent au cœur des problématiques de l'Aménagement. En particulier, on notera que la terre a servi de matériau de construction dans différents endroits du monde et ce pendant des millénaires et constitue le déchet le plus important, en volume, du secteur de la Construction.

Ce cours ambitionne ainsi de faire découvrir ce matériau finalement vertueux car réutilisable à l'infini, ses propriétés, ses usages, que ce soit comme matériau géotechnique dans les infrastructures mais aussi comme matériau de construction de bâtiments, aspect qui est au cœur de l'actualité.

Programme

1. Les sols-la terre dans le secteur de la Construction : typologies et usages
2. Constitution et propriétés physiques
3. Contraintes dans les sols saturés, partiellement saturés, secs
4. Comportement mécanique de la terre 1 (cisaillement des sols naturels, critère de rupture)
5. Comportement mécanique de la terre 2 (essais, déformabilité)
6. Comportement mécanique de la terre 3 (spécificités de la terre crue)
7. Transferts dans les milieux poreux et confort de l'habitat 1
8. Transferts dans les milieux poreux et confort de l'habitat 2

Développement durable

DD&RS NIVEAU 2

Une partie substantielle des activités est consacrée à une problématique de développement durable et de responsabilité sociétale.

ÉLÉMENTS DU PROGRAMME LIÉS AUX OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

L'aménagement en site urbain relève d'une complexité nécessitant une connaissance fine du sous-sol permettant de mieux connaitre les aléas, et d'optimiser des réponses pérennes (forts enjeux humains et économiques). La question actuelle est de considérer les sols de déblais comme ressource non seulement pour les Travaux Publics mais aussi pour le bâtiment (terre crue)

Modalité du contrôle des connaissances

Note = 67 % savoir + 33 % savoir-faire Note de savoir = 100 % examen terminal + 0 % contrôle continu Note de savoir-faire = 0 % examen terminal + 100 % contrôle continu,

Bibliographie

- G. Olivari, **Mécanique des sols**, ECL-SDEC polycopié
- Ph. Mestat, **De la rhéologie des sols à la modélisation des ouvrages géotechniques**, 2000.0
- Jean-Marie Le Tiec, Arnaud Misse, **Construire en pisé : prescriptions de dimensionnement et de mise en oeuvre**, Le Moniteur, 2020.0

CODE
26_I_G_S09_MOD_05_4

RESPONSABLES
Eric VINCENS

LANGUE
Français

HEURES
BE : **8h**
Cours : **16h**
TP : **4h**

MOTS-CLÉS
granulats, liants, béton, acier, bois, terre crue, pierre sèche

Matériaux de construction

Objectifs

C'est une révolution qui se prépare dans les métiers de la construction : celle du nécessaire usage de techniques constructives plus frugales, c'est-à-dire plus économes en énergie grise, moins impactantes pour l'environnement et une ponction moindre sur les ressources naturelles grâce à une capacité des matériaux à être recyclés ou mieux réutilisés.

C'est ainsi que, à côté des techniques conventionnelles, telles que la construction métallique ou le béton armé sont amenées à émerger des techniques plus confidentielles comme la construction en bois ou en paille et des techniques vernaculaires délaissées au 20ème siècle, comme la terre crue ou la pierre sèche.

L'objet de ce cours sera alors de présenter les matériaux conventionnels majoritairement utilisés dans la construction (acier et béton) leurs propriétés ainsi que leur problème de durabilité mais une large part sera laissée à la présentation de matériaux frugaux ou de techniques constructives plus frugales, comme le bois, la paille, la terre crue et la pierre sèche.

Programme

Nous aborderons tour à tour les matériaux conventionnels tels que les granulats, les liants tels que les ciments, plâtre, chaux, les bétons (courants, hautes ou très hautes performances, fibrés, autoplaçants, bas carbone), les aciers de construction ou le bois, et les matériaux ou techniques constructives non conventionnelles telles que la paille, terre crue et pierre sèche.

L'emploi des matériaux conventionnels sera replacé dans son contexte industriel et normatif, on insistera sur l'action de l'environnement qui tend à altérer ou modifier leurs propriétés tant physiques que mécaniques.

TP de 2*2h :

- réalisation d'une courbe granulométrique d'une terre par tamisage et sédimentométrie
- activité (sensibilité à l'eau) des terres : essai au Bleu de Méthylène.

Développement durable

DD&RS NIVEAU 2

Une partie substantielle des activités est consacrée à une problématique de développement durable et de responsabilité sociétale.

ÉLÉMENTS DU PROGRAMME LIÉS AUX OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le cours porte sur les différents matériaux et techniques constructives utilisés pour la Construction. Une partie du cours est consacrée aux matériaux biosourcés ou géosourcés comme alternatives aux matériaux industriels à fort impact environnemental.

Modalité du contrôle des connaissances

Note = 67 % savoir + 33 % savoir-faire Note de savoir = 100 % examen terminal + 0 % contrôle continu Note de savoir-faire = 0 % examen terminal + 100 % contrôle continu,

L'examen final se fait "sans documents".

Bibliographie

- G. Dreux, **Nouveau guide du béton et de ses constituants**, Eyrolles,, 1998.0
- Acovitsiōti-Hameau, Ada; Cagin, Louis, **Pierre sèche : théorie et pratique d'un système traditionnel de construction**, Eyrolles, 2017.0
- Ulrich Röhlen, Christof Ziegert, Catherine Lattucald, **Construire en terre crue construction, rénovation, finitions**, Le Moniteur Editions, 2013.0

CODE

26_M_GC_MSCD_S3_STR

Structures

RESPONSABLES

Francesco FROIIO

CODE
26_I_G_S09_MOD_05_2

RESPONSABLES
Francesco FROIIO
Eric VINCENS

LANGUE
Français

HEURES
BE : **12h**
Cours : **16h**

MOTS-CLÉS
calcul des structures - calcul à la rupture – association acier-béton - Eurocodes

Calcul semi-probabiliste des structures en béton armé

Objectifs

La première partie du cours (CM1, CM2, BE1) a pour objectif de présenter les actions s'exerçant sur les structures et les efforts qu'elles engendrent, considérés comme des grandeurs non déterministes. Elle introduit les principes de la méthode semi-probabiliste de dimensionnement des structures de génie civil selon la normalisation Eurocodes, en tant que cadre conceptuel pour la maîtrise de cette variabilité, dans une perspective de sécurité et de résilience des ouvrages, ainsi que de gestion économique et environnementale.

La deuxième partie du cours (CM3, CM4, BE2) vise la maîtrise des principes de la méthode semi-probabiliste ainsi que des modèles simplifiés de calcul des effets des actions, appliqués aux situations récurrentes rencontrées dans les structures en béton armé.

La dernière partie du cours (CM5 à CM8, BE3) a pour objectif de faire découvrir la méthode du calcul à la rupture, appliquée au dimensionnement des éléments de structure en béton armé. Dans ce but, les matériaux béton et acier y sont d'abord caractérisés du point de vue mécanique, selon l'approche semi-probabiliste, ainsi que du point de vue de leur impact environnemental ; sont ensuite introduits les principes de calcul permettant la collaboration mécanique de ces matériaux jusqu'à des situations d'exploitation extrêmes, proches de la ruine de la structure (états limites). Seules les structures et sollicitations les plus simples sont abordées, afin de permettre une appropriation effective des principes et méthodes fondamentales du béton armé.

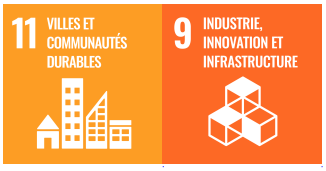
Programme

1. Introduction aux aléas et hétérogénéités dans les structures. Définition des aléas
2. Actions sur les structures selon la norme Eurocodes
3. Rappels et compléments de calcul des structures 1
4. Rappels et compléments de calcul des structures 2
5. Caractérisation mécanique et enjeux environnementaux des matériaux constitutifs du béton armé
6. Etats limites ultimes en flexion simple et section rectangulaire
7. Etats limites ultimes en cisaillement–flexion et section rectangulaire
8. Compléments et ouvertures

Développement durable

DD&RS NIVEAU 1

Activité contextualisée par rapport aux problématiques de développement durable et de responsabilité sociétale et/ou illustrée par des exemples, exercices, applications.



ÉLÉMENTS DU PROGRAMME LIÉS AUX OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ce cours contribue à former les étudiants à la conception de structures en béton armé sûres, au cœur du développement urbain. L'approche semi-probabiliste du calcul développe une culture de la fiabilité et de la gestion du risque, essentielle à des infrastructures robustes et innovantes. L'analyse des propriétés mécaniques et des impacts environnementaux des matériaux encourage un usage raisonné des ressources, en cohérence avec une consommation et une production responsables.

Modalité du contrôle des connaissances

Note = 67 % savoir + 33 % savoir-faire Note de savoir = 100 % examen terminal + 0 % contrôle continu
Note de savoir-faire = 0 % examen terminal + 100 % contrôle continu

Bibliographie

- J.-A. Calgaro, **Introduction aux Eurocodes : sécurité des constructions et bases de la théorie de la fiabilité**, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussée, 1999.0
- R. Park, T. Paulay, **Reinforced concrete structures**, John Wiley & Sons, 1975.0
- Y. Sieffert, **Le béton armé selon les Eurocodes 2**, Dunod, 2010.0

CODE
26_I_G_S09_MOD_11_5

RESPONSABLES
Eric VINCENS

LANGUE
Français

HEURES
BE : **12h**
Cours : **16h**

MOTS-CLÉS
Bois – Acier – Eurocodes – Génie civil

Conception et calcul de structures à ossature

Objectifs

Les structures à ossature constituent la base de nombreux ouvrages du bâtiment et des infrastructures contemporaines. Elles reposent sur l'assemblage d'éléments linéaires dont le comportement mécanique est gouverné à la fois par les propriétés des matériaux, la géométrie globale de la structure, les conditions d'assemblage et les actions auxquelles l'ouvrage est soumis. Ces structures présentent des caractéristiques spécifiques : interaction forte entre comportement global et local, phénomènes d'instabilité (flambement, déversement), redistribution des efforts, et rôle déterminant des assemblages. Leur conception nécessite ainsi une approche rigoureuse intégrant modélisation, analyse mécanique, maîtrise des principes constructifs et respect des règles normatives européennes (Eurocodes).

Ce cours a pour objectif de donner aux étudiants les bases nécessaires à la conception et au calcul des structures à ossature, en mettant l'accent sur les ossatures bois et métalliques (construction en bois, construction métallique). Il vise à développer une compréhension globale du fonctionnement de ces structures, à maîtriser les principes de dimensionnement selon les Eurocodes, et à être capable de proposer des solutions structurales pertinentes, sûres et adaptées aux enjeux techniques, économiques et environnementaux actuels.

Programme

1. Terminologie et typologie des structures à ossature
2. Degré d'hyperstaticité et conséquences structurales
3. Descente de charge et chemins de reprise d'efforts
4. Rappels sur le calcul des efforts internes
5. Rappels sur le calcul des déformations
6. Ossatures bois suivant l'Eurocode 5 : Sollicitations simples, composées, instabilités
7. Ossatures métalliques suivant l'Eurocode 3 : Sollicitations simples, composées, instabilités
8. Éléments de choix du type d'analyse statique

Développement durable

DD&RS NIVEAU 2

Une partie substantielle des activités est consacrée à une problématique de développement durable et de responsabilité sociétale.

ÉLÉMENTS DU PROGRAMME LIÉS AUX OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

La conception et le dimensionnement des structures à ossature constituent un élément central du développement d'infrastructures fiables, sûres et durables. Le cours vise à former les étudiants à concevoir des structures performantes, optimisées du point de vue mécanique et adaptées aux exigences normatives, contribuant ainsi à la durabilité et à la résilience des ouvrages. Le choix du matériau, notamment celui du bois, met en avant une solution qui permet de décarboner le secteur de la Construction.

Modalité du contrôle des connaissances

Note = 67% savoir + 33% savoir-faire Note de savoir = 100% examen terminal + 0% contrôle continu Note de savoir-faire = 0% examen terminal + 100% contrôle continu,

Bibliographie

- Yves Benoit ; Bernard Legrand ; Vincent Tastet, **Calcul des structures en bois, guide d'application**, AFNOR, EYROLLES, 2008.0

• Jean-Pierre Muzeau, **La construction métallique avec les Eurocodes, Interprétation, Exemples de calculs**, AFNOR, EYROLLES, 2013.0

CODE
26_M_GC_MSCD_S3_INF

RESPONSABLES
Francesco FROIIO

Infrastructures

CODE
26_I_G_S09_MOS_03_2

RESPONSABLES
Eric VINCENS
Benjamin BOUCHOUT

LANGUE
Français

HEURES
BE : **6h**
Cours : **18h**

MOTS-CLÉS
Systèmes électriques, centrale nucléaire, barrages, sécurité, conception, énergie éolienne

Ouvrages de Production d'Energie

Objectifs

- Connaitre les installations associées à la production d'énergie nucléaire, hydro-électrique et éolienne.
- Savoir appliquer les notions de base de conception et de sécurité

Programme

Ouvrages nucléaires

1. Présentation des plans généraux des sites (emplacements relatifs et rôle des ouvrages)
2. Les textes régissant la conception et l'exploitation des ouvrages nuc, ayant un impact sur la conception
3. Les éxigences de sûreté et installation générale du génie civil
4. La conception du GC : des textes de base aux critères de dimensionnement
5. Introduction aux études de fiabilité simplifiées appliquées au génie civil
6. Les enceintes de confinement
7. Les grands aéro-réfrigérants

Ouvrages hydro-electriques

1. Les ouvrages
2. Les projets
3. Les modes de rupture
4. Les fonctions de conception
5. Les mesures compensatoires

Développement d'un projet éolien (on shore et offshore)

Développement d'un projet photovoltaique

Développement durable

DD&RS NIVEAU 2

Une partie substantielle des activités est consacrée à une problématique de développement durable et de responsabilité sociétale.

ÉLÉMENTS DU PROGRAMME LIÉS AUX OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

La production d'énergie en France s'assoit sur une forte production nucléaire accompagnée du développement de l'éolien dont le principal inconvénient est l'intermittence. L'énergie hydraulique est alors une option pour compenser cette intermittence, mais elle est aussi un levier pour réguler le réseau en période de pointe.

Modalité du contrôle des connaissances

Note = 50 % savoir + 50% savoir-faire Note de savoir = 100 % examen terminal + 0 % contrôle continu Note de savoir-faire = 0 % examen terminal + 100 % contrôle continu,

Bibliographie

- Roger Ginocchio, **L'énergie hydraulique**, Collection EDF R&D, édition mise à jour sous la direction de Pierre-Louis Violle, 2012
- Paul Reuss, **Parlons nucléaire : en 30 questions**, Paris : La Documentation française, 2023
- Marc Rapin, Jean-Marc Noël, **L'énergie éolienne : du petit éolien à l'éolien offshore**, Paris : Dunod, 2014

CODE
26_I_G_S09_FO_BI3_2

RESPONSABLES
Eric VINCENS

LANGUE
Français

HEURES
BE : **8h**
Cours : **16h**

MOTS-CLÉS
pont, tunnel

Ouvrages pour la Mobilité

Objectifs

Les infrastructures de transport recoupent un ensemble ayant comme caractéristique un linéaire important au sein d'un environnement souvent plus agressif que pour les bâtiments ou des géométries hors normes nécessitant des solutions technologiques qui leur sont spécifiques.

Il s'agit ouvrages d'art ainsi que les tunnels. Ici, les grands principes de conception et de suivi de ces ouvrages seront donnés pour bien comprendre les enjeux propres à leur comportement mécanique et leur pérennité. Les intervenants sont tous ingénieurs, spécialistes du domaine.

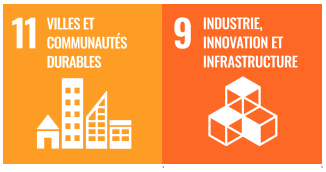
Programme

Ponts : CM 12h + 1BE 4h Tunnels : CM 4h + 1BE 4h

Développement durable

DD&RS NIVEAU 1

Activité contextualisée par rapport aux problématiques de développement durable et de responsabilité sociétale et/ou illustrée par des exemples, exercices, applications.



ÉLÉMENTS DU PROGRAMME LIÉS AUX OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le développement économique et le maintien de la cohésion des milieux urbains et entre les territoires nécessitent des infrastructures adéquates, si possible minium leur impact sur l'environnement

Modalité du contrôle des connaissances

Note = 0 % savoir + 100 % savoir-faire Note de savoir = 0 % examen terminal + 0 % contrôle continu Note de savoir-faire = 0 % examen terminal + 100 % contrôle continu

Bibliographie

- Bernard-Gely, Jean-Armand Calgaro, **Conception des ponts**, Presses de l'École nationale des ponts et chaussées, 1994.0
- Michel Leboeuf, **Grande vitesse ferroviaire.**, Cherche midi, 2014.0
- Jean Sulem , Marc Panet, **Le calcul des tunnels par la méthode convergence-confinement**, Presses de l'École nationale des ponts et chaussées, 2021.0

CODE
26_M_GC_MSCD_S3_CGC

RESPONSABLES
Francesco FROIIO

Calcul numérique en génie civil

CODE
26_M_GC_MEAGC_S3_OCA_1

RESPONSABLES
Francesco FROIIO

LANGUE
Français

HEURES
Cours : **10h**
TD : **8h**

MOTS-CLÉS
Méthodes des éléments finis, Structures

Bases de calcul numérique en génie civil

Objectifs

Compétences visées :

- Acquérir une compréhension approfondie des principes fondamentaux de la méthode des éléments finis
- Être capable de mettre en œuvre la méthode des éléments finis pour modéliser et analyser des structures en génie civil

Programme

1. Rappels de MMC
2. Principe de discrétisation selon la méthodes des éléments finis
3. Formulation énergétique
4. Conditions aux limites CL
5. Convergence
6. Applications.

Modalité du contrôle des connaissances

Note = 100 % savoir Note de savoir = 100 % examen terminal

Projet TET

CODE

26_I_G_S09_MSO_TET_3_3

RESPONSABLES

Eric VINCENS
Ariane EMMANUELLI

LANGUE

Français

CODE
26_M_GC_MSCD_S3_CSE

RESPONSABLES
Francesco FROIIO

Comportement des structures dans leur Environnement

CODE
26_I_G_S09_MOS_07_4

RESPONSABLES
Eric VINCENS

LANGUE
Français

HEURES
BE : **8h**
Cours : **20h**

MOTS-CLÉS
fondations superficielles, fondations profondes, murs de soutènement, tassements, stabilité, résistance

Géotechnique

Objectifs

Ce cours présente le dimensionnement des fondations des ouvrages ainsi que les techniques de confortement des sols en phase travaux ou phase définitive.

Programme

- Fondations superficielles
- Fondations profondes
- Soutènements

Développement durable

ÉLÉMENTS DU PROGRAMME LIÉS AUX OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Les solutions constructives pour les fondations et ouvrages géotechniques doivent permettent de mieux répondre aux enjeux de l'Aménagement et de la Ville Durable.

Modalité du contrôle des connaissances

Note = 67 % savoir + 33 % savoir-faire Note de savoir = 100 % examen terminal + 0 % contrôle continu Note de savoir-faire = 0 % examen terminal + 100 % contrôle continu

L'examen terminal est "sans documents"

Bibliographie

- Georges Filliat, **La pratique des sols et fondations**, EDITIONS DU MONITEUR, 1981.0
- Philippe Mestat, **De la rhéologie des sols à la modélisation des ouvrages géotechniques**, LCPC, 2000.0
- Pierre Martin, **Géotechnique appliquée au BTP**, Eyrolles, 2005.0

CODE

26_I_G_S09_FO_BI3_1

RESPONSABLES

Eric VINCENS

HEURES

BE : **8h**

Cours : **18h**

MOTS-CLÉS

béton armé, béton précontraint, construction bois, charpente métallique

Dimensionnement avancé des structures

Objectifs

A travers ce cours, les technologies constructives les plus représentatives des pratiques actuelles sont abordées, à savoir le béton armé, le béton précontraint, la construction bois et métallique Le but de ce cours est de donner des outils pour réaliser des choix technologiques, et des techniques de calculs pour dimensionner les éléments porteurs. Le cadre réglementaire européen qui doit guider l'ingénieur dans la conception est posé. Tous les BE associés à ces cours sont encadrés par des ingénieurs de la profession.

Programme

Construction bois et métallique : 2 BE 4h Béton armé : CM 10h + 2BE 4h Béton précontraint : CM 4h

Développement durable

DD&RS NIVEAU 1

Activité contextualisée par rapport aux problématiques de développement durable et de responsabilité sociétale et/ou illustrée par des exemples, exercices, applications.

ÉLÉMENTS DU PROGRAMME LIÉS AUX OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

La maitrise des outils de conception doit permettre d'optimiser les sections, réduire le recours aux ressources et limiter les pathologies dans les ouvrages durant leur service.

Modalité du contrôle des connaissances

Note = 67 % savoir + 33 % savoir-faire Note de savoir = 100 % examen terminal + 0 % contrôle continu Note de savoir-faire = 0 % examen terminal + 100 % contrôle continu,

Bibliographie

- La construction métallique avec les Eurocodes - Interprétation et exemples de calcul, AFNOR, 2013.0
- Henry Thonier, Conception et calcul des structures de bâtiment : L'Eurocode 2 pratique, Presses de l'École nationale des ponts et chaussée, 2006.0
- Victor Davidovici, Le projet de construction parasismique, Eyrolles, 2019.0