

Diplôme Ingénieur Civil des Constructions

MATIERE "CONSTRUCTION" : CAHIERS DES CHARGES

AMCO 2101– Eléments de projet I (0-30)

AMCO 2102– Eléments de projet II (0-30)

I. OBJECTIFS :

- Etude exhaustive des éléments structuraux constituant la plus grande partie des ouvrages traditionnels
- Comparaison de solutions différentes proposées pour résoudre un problème déterminé

II. CONTENU :

- Exercices en Q2 :
 - Colonne béton armé
 - Poutre isostatique
 - béton armé
 - acier
 - bois
 - Dalle béton armé
 - Voiles béton armé
 - etc.
- Exercices en Q3 :
 - Poutre - hourdis en béton précontraint
 - Pertuis cadre béton armé
 - Mur de soutènement béton armé
 - Palplanches métalliques
 - etc.
- Pour chaque élément de projet :
 - Introduction par le titulaire de l'exercice, des notions particulières relatives à l'élément étudié et de la méthode de résolution du problème posé
 - Définition des hypothèses retenues pour l'élément étudié
 - Proposition d'un schéma structurel
 - Détermination des actions
 - Etude de la stabilité générale
 - Calcul des efforts internes
 - Dimensionnement des sections
 - Plans complets de l'élément y compris le métré des différents composants
 - Comparaison des résultats obtenus par calcul traditionnel aux solutions obtenues par utilisation de logiciels mis à disposition

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATION

- Prérequis
 - Pour exercices en Q2 :
 - Stabilité : structures isostatiques; calcul des efforts internes; calcul des contraintes
 - Matériaux : béton armé; acier; bois
 - Géotechnique : portance des fondations superficielles et profondes
 - Pour exercices en Q3 :
 - Stabilité : poutres et cadres hyperstatiques
 - Matériaux : béton précontraint
 - Géotechnique : poussée – butée
- Evaluation
 - Chaque exercice doit faire l'objet d'un rapport complet (hypothèse, actions, calculs, plan) remis au plus tard une semaine après la séance en salle d'épure qui lui est consacrée.
 - Chaque rapport est corrigé et noté dans les plus brefs délais pour être remis aux étudiants aussi tôt que possible, les éléments étudiés étant repris dans les projets en cours pendant les quadrimestres Q2 et Q3.

AMCO 2103 – Projet de construction (0-60)

I. OBJECTIFS :

- A partir d'un terrain défini par sa topographie et des résultats d'essais de sol d'une part et d'un programme architectural défini d'autre part, conception complète par groupe de 4 étudiants formant un bureau d'étude, d'un bâtiment (ou autre ouvrage) répondant aux conditions imposées.

II. CONTENU :

- Partie architecture : à compléter par la commission de diplôme ARCH
- Partie structure
 - Etablir une structure compatible avec l'architecture proposée.
 - Proposer une structure de reprise des efforts horizontaux dus au vent et aux efforts dus aux variations thermiques et au retrait
 - Proposer une fondation respectant les conditions de sol et la bonne tenue de constructions voisines
 - Dimensionner les colonnes, poutres, dalles et voiles en béton armé.

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATION

- Cours lié au cours ARCH : AMCO TE8 dont il pourrait représenter une partie
- Prérequis
 - Stabilité : structures isostatiques; calcul des efforts internes; calcul des contraintes
 - Matériaux : béton armé
 - Géotechnique : portance des fondations superficielles et profondesCes notions peuvent être enseignées parallèlement au déroulement du projet.
- Evaluation :
 - Rapport écrit ...

AMCO 2104 – Séminaires relatifs aux ouvrages d'art (30-0)

I. OBJECTIFS :

- Introduction à la conception d'ouvrages exceptionnels par leur destination et/ou leur ampleur
- Présentation de méthodes de calculs et de techniques de réalisation spéciales vu la complexité de l'ouvrage
- Pathologie d'ouvrages d'art

II. CONTENU :

- Chantiers en cours et ouvrages terminés
 - Visite sur place
 - Présentation de l'ouvrage
 - Explication par les édificateurs des difficultés rencontrées et des solutions adoptées tant en ce qui concerne l'étude que la réalisation
 - Echange d'opinions entre les étudiants et les édificateurs
- Ouvrages ayant subi un sinistre
 - Présentation de l'ouvrage et du sinistre
 - Explication des causes et des remèdes
 - Echange d'opinions entre les étudiants et les édificateurs

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATION

- Prévoir 6 après-midi en Q5
- Evaluation : après-midi de présentations par les étudiants et évaluation du travail de chacun
- Exemples d'ouvrages :
 - Ascenseur de Strépy-Thieu
 - Viaduc TGV à Arbre
 - Tunnel de Cointe ou de Soumagne
 - Décharge d'Hallembaye

Ouvrages à définir chaque année en fonction des chantiers prévus.

AMCO 2105 – Projet blanc (0-30)

I. OBJECTIFS :

- L'objectif principal est d'aider l'étudiant à devenir plus autonome.

II. CONTENU :

- Le "projet blanc est un dispositif récurrent permettant de réaliser une variété importante d'activités différentes, celles-ci étant cependant toujours liées aux activités de l'unité, du laboratoire ou du département. Par définition, le contenu est libre.

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATION

- Le projet blanc est valorisé pour l'étudiant au niveau de 45 heures de cours à option.
- L'encadrement se structure en deux niveaux :
 - un (ou deux) animateurs (académique) : il informe les étudiants des possibilités offertes par le projet blanc, il négocie avec eux le contenu de leur cahier des charges et il met en place le dispositif d'évaluation (jury).
 - un référent (académique, chercheur, technicien, etc.) : il est choisi par l'étudiant en fonction du projet qu'il souhaite réaliser, il l'aide à définir son cahier des charges, il assure le suivi du travail.
- L'évaluation des projets est faite par un jury au moins en partie extérieur, en référence au cahier des charges défini par l'étudiant et approuvé par l'animateur. Le référent peut remettre un avis au jury, mais il n'est pas l'acteur principal de l'évaluation.

AMCO 2151 – Hydrologie générale et statistique (15-15)

I. OBJECTIFS :

- Introduction à l'hydrologie générale de surface et initiation à l'hydrologie statistique appliquée à la prédétermination des crues et des étiages

II. CONTENU :

- Hydrologie de surface (7 heures) :
 - Précipitations :
 - mécanisme des précipitations : condensation, contexte hydrométéorologique, types de pluies
 - données pluviométriques : mesure des précipitations, courbes durée–intensité–fréquence, extension à un bassin versant
 - Bilan hydrologique : cycle hydrologique, évaporation, infiltration
 - Régime des rivières :
 - mesure des débits et données hydrométriques
 - courbe des débits cumulés
 - courbe des débits classés : éléments caractéristiques, parabole de Coutagne, loi lognormale translatée de Galton-Gibrat, applications aux rivières navigables et à la productibilité hydroélectrique
 - Hydrogrammes : facteurs influençant la forme des hydrogrammes, séparation de l'hydrogramme de base et de l'hydrogramme net
 - Relation pluie-débit et construction d'hydrogrammes :
 - hydrogramme unitaire
 - méthode rationnelle
- Hydrologie statistique (8 heures) :
 - Définition et caractérisation des crues et des étiages
 - Modèles probabilistes et statistiques des valeurs extrêmes :
 - inférence et tests d'ajustement
 - précipitations moyennes et maximales : distribution exponentielle et distribution exponentielle translatée
 - débits maximaux : distribution lognormale (moments et maximum de vraisemblance), distribution de Gumbel (moments), distributions de type gamma (Pearson)
 - débits d'étiage : distribution de Weibull
 - notion de récurrence et distribution géométrique
 - Notions sur les distributions spatiales et le krigeage

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATION

- Module réduit de la matière "hydraulique"

AMCO 2152 – Hydraulique (45-30)

I. OBJECTIFS :

- Initiation aux fondements de l'hydraulique à partir de la mécanique des milieux continus
- Maîtrise théorique et pratique des problèmes principaux de l'hydraulique en charge (conduites et réseaux de conduite) et à surface libre (canaux et collecteurs)
- Introduction aux problèmes transitoires

II. CONTENU :

- Introduction : domaines d'intervention de l'hydraulique, propriétés des liquides, théorème de base sur la pression (2 heures)
- Hydrostatique (4 heures) :
 - Equations différentielles et intégrales
 - Manomètres
 - Résultante de pression et centre de poussée sur des surfaces et des volumes divers
 - Théorie statique et dynamique des flotteurs
- Equations fondamentales de l'hydraulique (2 heures) : approches lagrangienne et eulérienne, déplacement, déformation et rotation
- Les modèles d'écoulement :
 - Modèle du liquide parfait (5 heures) :
 - cinématique des écoulements irrotationnels : lignes de courant et potentiel, potentiel complexe, transformations conformes; applications aux piles de pont en rivières, au déversement, aux profils hydrodynamiques
 - dynamique : équation d'Euler, équations intégrales de Lagrange et de Bernoulli
 - Modèle du liquide visqueux (2 heures) :
 - hypothèse de Stokes et équations de Navier-Stokes
 - écoulement laminaire en conduite : loi parabolique de vitesse et intégrale de débit (Poiseuille)
 - Modèle du liquide turbulent (8 heures) :
 - turbulence : approche statistique, analogie de Reynolds, équations de Navier-Stokes-Reynolds-Boussinesq, longueur de mélange (Prandtl) loi logarithmique de vitesse en écoulements turbulents lisse et rugueux
 - pertes de charge : théorie de la similitude, pertes générales en conduite (Darcy, Moody-Nikuradse), pertes singulières
 - Champ d'application des modèles et choix des approximations
- Applications
 - Interaction liquide-paroi (2 heures)
 - forces hydrodynamiques
 - couche limite
 - Orifices et déversoirs (2 heures)
 - Conduites en charge et réseaux de conduites :
 - mouvement permanent (3 heures) : conduites simples; réseaux ramifiés; réseaux maillés : méthode des mailles (Hardy-Cross), méthode des noeuds (Newton-Raphson)
 - mouvement transitoire (5 heures) : coup de bélier de masse; coup de bélier d'onde : méthode de Bergeron, équations aux dérivées partielles d'Alliévi, méthode des caractéristiques (conduites simples et réseaux)

- Ecoulement à surface libre : canaux et collecteurs (10 heures)
 - écoulement uniforme : équations de Chézy et de Manning, section optimale, canaux composés et composites, calcul de la profondeur uniforme en canaux et en collecteurs
 - écoulement graduellement varié : énergie spécifique, profondeur critique, pente critique, axes hydraulique : théorie et calcul pratique
 - écoulement brusquement varié : ressaut hydraulique, ressaut noyé
 - applications élémentaires : axes d'amont et d'aval, changements de pente ou de largeur

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATIONS :

- Module réduit de la matière "hydraulique"
- Cours préalable : "mécanique des milieux continus"

AMCO 2153 – Hydraulique fluviale (45-30)

I. OBJECTIFS :

- Approfondissement de l'hydraulique à surface libre
- Introduction aux transitoires à surface libre et à l'hydraulique numérique
- Introduction à l'hydraulique des écoulements morphodynamiques et à la morphologie fluviale : transport de sédiments, écoulements de densité et de débris

II. CONTENU :

- Introduction : domaines d'intervention de l'hydraulique fluviale, types de rivières, éléments morphologiques de base (2 heures)
- Compléments d'hydraulique à surface libre en écoulement permanent (5 heures)
 - Ecoulement en rivières naturelles : mouvement pseudo-uniforme
 - Ecoulements en géométrie non régulière
 - écoulement entre une vanne de fond et un réservoir
 - changements de pente
 - changements de largeur et obstacles : piles de pont et de barrage, canaux Venturi, seuils, déversoir à seuil épais
 - Ecoulement dans les rivières à lits majeurs
- Transitoires à surface libre (10 heures)
 - Equations de Saint-Venant, analyse et solution par les caractéristiques
 - Ondes positives, ondes négatives
 - Méthodes numériques : différences finies, volumes finis, éléments finis, capture des discontinuités
 - Modèles de transitoires rapides ou instantanés : crues subites et ruptures de barrage
 - Introduction aux modèles numériques de turbulence
 - Extensions 2D dans un plan horizontal
- Sédimentologie (12 heures)
 - Définitions, morphologie générale d'une rivière, formes de fond et équation d'Exner
 - Modes de transport des grains et structure verticale des écoulements
 - modes de transport : suspensions, contacts granulaires collisionnels et frictionnels, théorie des contraintes dispersives de Bagnold
 - types de transport : écoulements de densité, écoulements granulaires secs, écoulements de débris, écoulements fluviaux : charriage, saltation et suspension
 - Variables adimensionnelles de la sédimentologie
 - distribution de vitesse, vitesse moyenne et vitesse de frottement
 - analyse dimensionnelle et nombres caractéristiques
 - Seuil d'érosion des lits sédimentaires
 - critère de la vitesse limite : profil d'équilibre d'une rivière
 - critère de force tractrice limite : diagrammes de Shields et de van Rijn
 - Rugosité des rivières alluvionnaires et relation débit-profondeur : analyse d'Einstein
 - Transport solide par charriage
 - principes de du Boys
 - analyse de Meyer-Peter et Müller
 - autres approches courantes (Einstein, Bagnold, etc.)

- Transport solide en suspension
 - équations de transport
 - distribution de la concentration (théorie de Vanoni–Rouse)
 - transport en suspension (intégration d'Einstein)
- Evolution morphologique des rivières (10 heures)
 - Equilibre sédimentologique d'une rivière
 - formules pratiques : notion de régime sédimentologique
 - résistance à l'érosion des talus, profil d'égale résistance à l'érosion
 - Réponse morphologique aux travaux fluviaux
 - engraissement par déversement locaux de sédiments
 - élargissements et rétrécissements locaux
 - canalisation et dérivation d'eau claire
 - influence des affluents
 - érosions locales : piles de pont, aval de seuil
 - Principes d'aménagement d'une rivières
 - courants secondaires hélicoïdaux
 - lois et règles de Fargue
 - aménagements locaux : panneaux de surface, bandalling, panneaux de fond, améliorations des seuils et des coudes, protection des berges
 - régularisation d'une rivière : principes de Fargue et de Girardon
 - Modèles numériques en morphologie fluviale
 - notion de non-équilibre et modèles de chargement
 - modèles morphologiques en équilibre et en non-équilibre : profil en long d'équilibre, rupture de pente, rupture de barrage sur lit mobile
- Autres modes de transport en hydraulique fluviale et torrentielle (6 heures)
 - Courants de densité et de turbidité
 - Ecoulements de débris : avalanches et laves torrentielles
 - Transport des pollutions en rivière
 - mécanisme de mélange en écoulement turbulent
 - diffusion verticale et transversale
 - dispersion longitudinale

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATIONS :

- Module complémentaire de la matière "hydraulique"
- Cours préalable : "hydraulique"
- Méthode pédagogique : cours, travaux pratiques et laboratoires intimement liés

AMCO 2154 – Ouvrages d'art hydrauliques (30-0)

I. OBJECTIFS :

- Introduire à la problématique spécifique des ouvrages d'art hydrauliques
- En interaction avec le projet d'hydraulique, apprendre à se documenter et à raisonner en vue des projets d'aménagement hydraulique

II. CONTENU :

Le contenu du cours est déterminé en fonction du thème du projet d'hydraulique. Il est sélectionné parmi les thèmes suivants

- Spécificité des ouvrages hydrauliques (3 heures)
 - Sollicitations des ouvrages d'art hydrauliques.
 - Dispositions contre les affouillements, sous pressions, pressions interstitielles
- Ouvrages de retenue (25 heures)
 - Barrages poids
 - Barrages à contreforts
 - Barrages voûtes
 - Ouvrages annexes
 - évacuateurs de crue
 - dérivation provisoire
- Ouvrages en rivières (15 heures)
 - Ecluses
 - Types d'écluses et critères de choix
 - Portes d'écluses
 - Sassement
 - Barrages en rivières
 - Conception générale
 - Vannes de barrage
- Ouvrages urbains (10 heures)
 - Réseaux de distribution : conception et dimensionnement
 - Réseaux de collecte des eaux
 - Collecteurs
 - Bassins d'orage
 - Organisation du traitement des eaux usées

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATIONS :

- Module complémentaire de la matière "hydraulique"
- Cours préalables : "hydrologie générale et statistique", "hydraulique" et "hydraulique fluviale"
- Méthode pédagogique : la matière réellement vue est sélectionnée chaque année en fonction de l'intérêt des étudiants et du thème du projet; une partie du contenu pourrait être abordé au sein du "projet d'hydraulique" sous forme d'apprentissage centré sur les problèmes

AMCO 2155 – Projet d'hydraulique (0-60)

I. OBJECTIFS :

- Introduire à la problématique de la conception des ouvrages d'art hydrauliques par la démarche du projet
- En interaction avec le cours "ouvrages d'art hydrauliques", apprendre à se documenter et à raisonner en vue des projets d'aménagement hydraulique

II. CONTENU :

Le contenu du projet est déterminé en fonction de l'intérêt des étudiants et des données disponibles. Il est sélectionné parmi les thèmes suivants

- Ouvrages de retenue et ouvrages annexes
- Ouvrages en rivières : écluses ou barrages en rivières
- Ouvrages urbains

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATIONS :

- Module complémentaire de la matière "hydraulique"
- Cours préalables : "hydrologie générale et statistique", "hydraulique", "hydraulique fluviale" et "ouvrages d'art hydrauliques"
- Méthode pédagogique :
 - évaluation de la qualité des données et de la documentation disponible
 - éventuellement, enrichissement des données par une campagne de mesures sur le terrain
 - première approche par la discussion en groupe
 - apprentissage des matières non abordées au cours par une approche centrée sur les problèmes
 - ouverture au contexte économique et social

AMCO 2171 – Géologie et minéralogie (30-15)

I. OBJECTIFS :

- Définition de la structure de la terre et des phénomènes géologiques à prendre en considération pour les ouvrages de génie civil.

II. CONTENU :

- Structure de la terre. Cristaux – Minéraux - Roches éruptives, sédimentaires et métamorphiques. Cycle Géologique – Stratigraphie - Tectonique : plis, discontinuités, failles. Altération superficielle : creep, solifluction, déplacements en masse. Erosion et sédimentation fluviales, glaciaires, éoliennes, lacustres, marines. Volcanismes, plutonisme, séismes. Hydrogéologie, phénomènes karstiques.
- Géologie de la Belgique.
- Méthodes d'études, prospection géophysiques.
- Etudes dans le cas de barrages, tunnels, excavations souterraines, fondations profondes, autoroutes, aménagements portuaires, aménagement du territoire.
- Travaux pratiques : minéraux et roches, cartes géologiques, études des cas concrets.

AMCO 2172 – Mécanique des sols et des roches (30-22.5)

I. OBJECTIFS :

- Le cours a pour objectif de donner aux ingénieurs des constructions et architectes les notions de base relatives à la physique des sols et des roches et au comportement mécanique de ces matériaux.

II CONTENU :

- Mécanique des sols : définitions, caractéristiques chimiques et physiques des sols, granulométrie, analyse volumétrique, limites de consistance, dénominations, définition des contraintes, action de l'eau au repos et en mouvement, perméabilité, lois d'écoulement d'eau dans le sol, caractéristiques mécaniques, relations constitutives de la déformation et du cisaillement, essais mécaniques in situ.
- Mécanique des roches : caractéristiques physiques et mécaniques, relations constitutives du cisaillement (y compris le comportement des joints), de la déformabilité et de la perméabilité.

AMCO 2173 – Applications de la mécanique des sols (30-22.5)

I. OBJECTIFS :

- Cours de base introduisant aux modes de fondations, au soutènement des massifs de terre ainsi qu'à l'équilibre des talus. Le cours décrit les principaux types de travaux de fondations et de soutènements de même que les principaux procédés d'exécution en insistant sur les considérations permettant les choix les plus judicieux.

II CONTENU :

- Ecoulements d'eau dans les sols : principes fondamentaux, loi de Laplace, conditions aux limites, détermination qualitative des réseaux d'écoulement ; drainage ; usage des géotextiles
- Pression des terres sur un écran vertical, notions de poussée, de pression neutre et de butée et leur détermination, approches de Rankine et de Coulomb (y c. méthode de Culhmann).
- Fondations superficielles : Equilibre limite de déformation : distribution des contraintes dans le sol (Boussinesq, Newmark, Steinbrenner). Calcul des tassements. Sources de tassements différentiels.
- Fondations superficielles : équilibre limite de rupture, équation canonique du pouvoir portant des fondations directes, facteurs correctifs, calcul à partir du CPT.
- Fondations profondes : principe de portance d'un pieu isolé. Technologie des fondations et procédés d'exécution : pieux et parois, fouilles, injections, ancrages
- Murs de soutènement : principes généraux, critères de stabilité externe, types de murs.
- Parois et palplanches : principes généraux, technologies, hypothèses et éléments de calcul, calcul analytique d'un rideau libre en tête, discussion qualitative des efforts internes dans une paroi ancrée.
- Stabilité des talus : principes de stabilité, cas du sol homogène sec (méthode de Taylor), discussion paramétrique, principe général des méthodes numériques.

AMCO 2174 – Géotechnique (30-15)

I. OBJECTIFS :

- Maîtrise et application des notions fondamentales de mécanique des sols aux éléments de génie civil. Développement de la capacité de conception

II CONTENU :

- Hydraulique souterraine : équations de l'écoulement en milieu granulaire, détermination quantitative d'un réseau d'écoulement, hétérogénéité, anisotropie, écoulement dans les massifs rocheux et stratifiés ; phénomènes transitoires ; détermination des pressions d'eau et de la perméabilité in situ ; le rabattement de la nappe phréatique et ses conséquences.
- Amélioration permanente (injection, chaux, ...) et temporaire (rabattement, congélation, ...) du sol.
- Interaction sol – structure, pression sur les écrans, équilibres limites (actif et passif) de rupture, différentes hypothèses et théories de calcul (y c. discussion et critères de choix), influence des sollicitations extérieures, distribution de la contrainte sur l'écran.
- Fondations superficielles : discussion des différentes hypothèses et méthodes pour le calcul des équilibres limites de rupture et de déformation des fondations superficielles (semelles, radiers, ...). Influence de la rigidité de la fondation. Poutres sur sol. Technologie des fondations superficielles, influence de l'eau sur les fondations.
- Fondations profondes : calcul sous divers types de sollicitations (pieu isolé, groupes de pieux, efforts horizontaux et latéraux, ...) ; influence du procédé d'exécution sur le pouvoir portant, fondations spéciales : reprise en sous-œuvre, caissons ; fondations des voies de communication.
- Murs de soutènement : types de murs, critères de stabilité interne et méthodes de calcul associées.
- Parois et palplanches : calcul des ouvrages enterrés (parois et pieux) sollicités horizontalement, rideaux ancrés ou appuyés, murs emboués, batardeaux ; calcul par différences finies. Appuis et tirants d'ancrages.
- Stabilité des talus : analyse de diverses hypothèses et méthodes de calcul, influence de l'eau ; méthodes de stabilisation des talus, exécution des remblais (digues, barrages, ...) et des déblais, protection des talus.

AMCO 2175 – Méthodes de conception et de contrôle géotechniques (30-15)

I. OBJECTIFS :

- Le but est d'apprendre à choisir des options correctes au niveau de l'avant-projet . Présentation de l'impact des paramètres géologiques et hydrogéologiques dans le choix des sites et la conception des ouvrages de génie civil. Description et mise en œuvre des différentes méthodes de prospection géophysique utilisées dans de telles études.
- Après une sensibilisation aux aspects géotechniques des projets, apprendre à établir un programme de reconnaissance géotechnique pertinent vis-à-vis des problèmes à résoudre ainsi que de contrôle en cours des travaux des hypothèses adoptées en phase de conception.

II CONTENU

- Méthodes de prospection géophysique appliquées à la géologie de l'ingénieur : électricité-résistivité, sismique-réfraction, microgravimétrie, électromagnétique induite, diagraphies. Etude détaillée au point de vue géologique et hydrogéologique des sites de barrages, tunnels, aménagements portuaires ; examen des prospections mises en oeuvre. Analyse critique des résultats obtenus ; conséquences sur l'implantation et les caractéristiques des ouvrages. Cartographie géotechnique. Problèmes posés par la sismicité des sites d'ouvrages importants.
- Méthodes de reconnaissance géotechnique : essais de pénétration statique, standard et dynamiques, forages et types d'échantillons, pressiomètre, dilatomètre, scissomètre, essais de laboratoire (classification, oedomètre, cisaillement, compression simple et triaxiaux).
- Méthodes de contrôle des aspects géotechniques en cours de réalisation : observations en cours d'excavation, de réalisation des fondations et remblais, mesure des tassements, des contraintes, piezométrie, poids volumique, essai à la plaque, inclinomètre, convergence ; intérêt et danger de la méthode basée sur l'observation.

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATIONS :

- Module complémentaire de la matière "Sols-roches-géologie"
- Cours préalables : "Mécanique des sols et des roches", "Application de la mécanique des sols", "Géotechnique " et "Projet de mécanique des sols"
- Méthode pédagogique :
 - Cours
 - Exercices
 - Visite de laboratoires

AMCO 2176 – Tunnels (15-0)

I. OBJECTIFS :

- Décrire les principes théoriques relatifs aux creusements des ouvrages souterrains en terrain meubles ou rocheux, les principales techniques de réalisation

II CONTENU

- Méthode de dimensionnement des ouvrages souterrains : méthodes empiriques, méthodes analytiques et numériques
- Creusement des galeries, tunnels et puits : facteurs déterminants (caractéristiques du sol ou du terrain rocheux, hydrogéologie,..), influence de l'environnement (milieu urbain, importance de la couverture), procédés d'exécution avec ou sans soutènement
- Modélisations numériques : exemple d'application
- Case histories

AMCO 2177 – Projet de mécanique des sols (0-60)

I. OBJECTIFS :

- Introduire à la problématique de la conception des ouvrages d'art souterrains ou en interaction intime avec le sol par la démarche du projet
- En interaction avec le cours "Méthodes de conception et de contrôle géotechniques", apprendre à se documenter et à raisonner en vue de projets d'aménagement faisant intervenir la géotechnique

II. CONTENU :

Le contenu du projet est déterminé en fonction de l'intérêt des étudiants et des données disponibles. Il est sélectionné parmi les thèmes suivants

- Fondations d'ouvrages uniques ou de complexes industriels, amélioration de sol
- Ouvrages de type portuaire : murs de quai, estacades, berges
- Ouvrages souterrains et de soutènement

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATIONS :

- Module complémentaire de la matière "Sols-roches-géologie"
- Cours préalables : "Mécanique des sols et des roches", "Application de la mécanique des sols" et "Géotechnique"
- Méthode pédagogique :
 - évaluation de la qualité des données et de la documentation disponible
 - éventuellement, enrichissement des données par une campagne de mesures sur le terrain
 - première approche par la discussion en groupe
 - apprentissage des matières non abordées au cours par une approche centrée sur les problèmes

AMCO 2178 – Comportement thermo-hydro-mécanique des sols (15-0)

I. OBJECTIFS :

- Décrire les principaux couplages thermo-hydro-mécaniques en géotechnique
- Etude du comportement des sols et des roches soumis à des sollicitations mécaniques et/ou thermiques

II CONTENU :

- Couplage hydro-mécanique des sols à granulométrie fine (limon, argile) : étude de lois de comportement appropriées (modèle CamClay développé pour les argiles)
- Rappel des principaux aspects régissant le comportement thermique d'un sol ou d'une roche : couplage thermo-hydro-mécanique
- Aspects thermo-mécaniques liés à l'évacuation géologique des déchets radioactifs (comportement mécanique, couplage, ...)
- Comportement d'un sol ou d'une roche soumis à un gel naturel ou artificiel (changement de phase, comportement mécanique, couplage,...)
- Modèles numériques appropriés

AMCO 2179 – Dynamique des sols (15-0)

I. OBJECTIFS :

- Le but est d'approfondir les aspects dynamiques du comportement du sol en temps que matériau et de son interaction avec les structures sollicitées dynamiquement

II CONTENU

- Types de sollicitations cycliques et dynamiques, naturelles et artificielles : tremblements de terre, houle, vent, trafic, battage, vibrofonçage
- Comportement du sol : développement des pressions interstitielles, ramollissement des argiles, liquéfaction des sables.
- Comportement dynamique des pieux : battage (équation de l'onde), essai de mise en charge dynamique, essai d'intégrité, méthodes d'auscultation dynamique.
- Les vibrations et le sol : sources, transfert et nuisances.

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATIONS :

- Module optionnel de la matière "Sols-roches-géologie"
- Cours préalables : "Mécanique des sols et des roches"
- Méthode pédagogique :
 - Cours et approfondissement personnel

AMCO 2183 – Mécanique des structures (30-30)

I. OBJECTIFS :

- Présentation des diverses classes de structures et de leur modélisation dans le cadre de l'élasticité linéaire.
- Application de la méthode des éléments finis à l'analyse statique des structures (y compris les problèmes de stabilité élastique).
- Familiarisation à l'utilisation de logiciels de calcul.

II. CONTENU :

- Fonction structurale et classes de structures
 - Présentation des principes de base (physique de la fonction structurale) et identification des différentes classes de structures (au vu de leur mode de fonctionnement).
- Modélisation des structures élastiques
 - Dérivation des modèles continus de base pour diverses classes de problèmes élasto-statiques (hypothèses de base, équations constitutives, champs de déformations, de déplacements et de contraintes). Développement de solutions de référence.
 - Structures à barres et à poutres (modèles de Bernoulli-Euler et de Timoshenko)
 - Câbles
 - Milieux continus 2-D (états plans de contrainte et de déformation)
 - Plaques minces et épaisses (modèles de Kirchhoff et de Reissner-Mindlin)
 - Coques minces et épaisses
 - Milieux continus 3-D
- Application de la méthode des éléments finis. à l'analyse des structures
Présentation de l'application de la méthode des éléments finis aux diverses classes de structures ci-dessus.
 - Formulation variationnelle (forme faible et aspects énergétiques)
 - Méthode de Galerkin (discrétisation, approche de type 'déplacement')
 - Mise en oeuvre numérique
 - Traitement de problèmes élasto-statiques avec des conditions aux limites variées (de type mécanique, cinématique, thermique, etc.)
 - Evaluation de la stabilité élastique (flambement)
- Utilisation de logiciels de calcul
 - Principes
 - Fonctionnalités
 - Pre- et post-traitements
 - Validation et vérification
 - Applications

AMCO 2185 –Béton précontraint (22.5-15)

I. OBJECTIFS :

- Etude du béton précontraint et de son application dans les ouvrages du génie civil.

II. CONTENU :

- Définition des caractéristiques propres du béton précontraint
- Calcul des sections
- Tracé des câbles
- Hyperstaticité
- Pertes de tension dans les câbles

AMCO 2187 – Projet de structure (0-60)

I. OBJECTIFS :

- A partir d'un terrain défini par sa topographie et des résultats d'essais de sol d'une part et d'un programme précisant les zones non aedificandi provisoires et définitives et les surcharges d'utilisation d'autre part, conception complète par groupe de 4 étudiants, formant un bureau d'étude, d'un ouvrage en béton répondant aux conditions imposées.

II. CONTENU :

- Introduction par le titulaire du projet, des notions particulières nécessaires à la conception de l'ouvrage
- Analyse géotechnique du site
- Proposition justifiée d'une structure pour la réalisation de barrages
- Choix justifié de chaque élément composant la structure
- Vérification de la stabilité générale de l'ensemble
- Dimensionnement de chaque élément
 - Calcul des actions
 - Calcul des efforts internes
 - Dimensionnement des sections de béton et d'armatures actives et passives
 - Schémas complets des coffrages, câblage et armaturage des éléments structuraux
- Etablissement des plans généraux de l'ouvrage

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATION

- Prérequis
 - Stabilité : structures isostatiques; poutres hyperstatiques; calcul des efforts internes; calcul des contraintes
 - Matériaux : béton armé; béton précontraint
 - Géotechnique : interprétation des résultats d'essais; calcul de la portance et du tassement des fondations superficielles et profondes; calcul de la poussée et de la butée

Ces notions peuvent être enseignées parallèlement au déroulement du projet.

- Introduction des notions de base : si le projet de structure concerne un pont, il convient de prévoir 6h des 60h pour introduire les notions particulières à la conception des ponts :
 - Généralités : 1h
 - Superstructure : 2h
 - Appuis : 1h
 - Infrastructure : 1h
 - Equipements : 1h
- Evaluation
 - Cotation du rapport reçu en fin de quadrimestre
 - Amélioration de la note du rapport suite au correctif introduit
 - Vérification par interview individuelle de la compréhension du rapport remis par le groupe

AMCO 2188 (ex MECA 2520) – Dynamique des structures (30-30)

I. OBJECTIFS :

- Ce cours plus spécialisé est consacré à l'analyse dynamique par éléments finis, à la dynamique des systèmes couplés (et plus particulièrement à l'interaction dynamique fluide-structure et/ou sol-structure) ainsi qu'à la dynamique stochastique (excitations aléatoires).

II. CONTENU :

- Analyse dynamique par éléments finis
 - Approches discrètes et semi-discrètes par éléments finis
 - Formulation des équations du mouvement
 - Evaluation des matrices de raideur, de masse et d'amortissement
 - Problème aux valeurs propres
 - Méthodes de transformation matricielle
 - Méthodes d'itération vectorielle
 - Méthodes de sous-espace
 - Réduction et sous-structuration
 - Méthodes d'intégration directe
 - Méthodes implicites et explicites
 - Etude de la stabilité et de la précision
 - Implémentation
 - Extension aux problèmes non-linéaires
 - Applications
- Interaction dynamique fluide-structure
 - Equations linéarisées des petits mouvements de fluides non visqueux
 - Modes de ballonnement
 - Réponse harmonique d'un fluide incompressible
 - Formulation variationnelle
 - Modèle d'éléments finis
 - Analyse modale
 - Vibrations hydroélastiques
 - Modes de cavité acoustique
 - Vibro-acoustique
- Dynamique stochastique
 - Variables et processus aléatoires
 - Processus stationnaires et non-stationnaires
 - Caractérisation des processus stationnaires
 - Fonction d'auto-corrélation et de corrélation croisée
 - Densité spectrale de puissance
 - Paramètres statistiques associés
 - Caractérisation d'excitations aléatoires réparties
 - Excitation aérodynamique (de type 'couche limite')
 - Excitation acoustique (de type 'diffus')
 - Evaluation de la réponse aléatoire d'un système linéaire
 - Système à un degré de liberté
 - Système à plusieurs degrés de liberté
 - Approches 'fréquence' et 'temps'
 - Statistiques de dépassement de seuil
 - Evaluation du risque de rupture

AMCO 2191 - GEOENVIRONNEMENT (30-15)

I OBJECTIFS

- Donner aux ingénieurs GC les notions de base relatives aux problèmes environnementaux liés au sous-sol : motivation et éléments historiques, caractérisation de la pollution souterraine et de aquifères, transport des contaminants dans le sous-sol, méthodes de réhabilitation et centres d'enfouissement technique.

II CONTENU

1. Introduction

- Historique
- Géotechnique environnementale
- Rôle des règlements
- Sources de déchets
- Nature des déchets dangereux
- Rappel de lois essentielles de chimie physique

2. Transport en milieu saturé

- Caractérisation du milieu
- Advection
- Diffusion
- Dispersion mécanique
- Combinaison des phénomènes
- Adsorption
- Atténuation radioactive

3. Transport en milieu non saturé

- Tension superficielle
- Succion et capillarité
- Perméabilité
- Ecoulements bi-phasiques

4. Aspects expérimentaux

- Observations in situ
- Mesures in situ
- Prélèvements
- Analyse en laboratoire

5. Modélisation des phénomènes de transport

- Solutions analytiques
- Vitesses d'écoulement
- Distribution des concentrations
- Méthode des différences finies
- Méthode des éléments finis
- Méthode des éléments frontières
- Méthode des éléments analytiques

6. Traitement et réhabilitation

- Approche générale
- Méthodes physico-chimiques
- Méthodes biologiques
- Méthodes de confinement
- Méthodes de fixation
- Méthodes thermiques

7. Centres d'enfouissement

- Considérations générales
- Lixiviats et gaz
- Systèmes d'étanchéité
- Systèmes de couverture
- Systèmes de collecte
- Stabilité
- Mise en oeuvre et contrôle de qualité

AMCO 2193 – Gestion des choix technologiques (22.5-0)

I. OBJECTIFS :

- En prolongement des notions élémentaires de matériaux structuraux, ce cours tente de définir les méthodes permettant un choix et une utilisation des matériaux en fonction de l'environnement technique et économique.

II. CONTENU :

- Dans une première partie du cours, trois matériaux classiques (béton, bois et terre cuite) sont étudiés d'un point de vue "performances" liées à l'état et au type de contraintes, l'environnement climatique et chimique, ...
- Dans une seconde partie sont abordées les techniques permettant d'améliorer certaines propriétés : cuissons partielles, usage de fibres, d'adjuvants, ...
- Dans une troisième partie sont analysés les domaines d'application des matériaux améliorés ou non en fonction de la localisation géographique et des conditions économiques.

AMCO 2194 – Projet d'environnement (0-45)

I. OBJECTIFS :

- Introduire à la problématique de la conception des méthodes de réhabilitation environnementale de sites pollués de manière accidentelle
- En interaction avec le cours "Géo-environnement", apprendre à se documenter et à raisonner en vue de projets d'aménagement faisant intervenir des infrastructures justifiées par des besoins environnementaux

II. CONTENU :

Le contenu du projet est déterminé en fonction de l'intérêt des étudiants et des données disponibles. Il est sélectionné parmi les thèmes suivants

- Réhabilitation d'une friche industrielle
- Mise en place d'un système de lessivage et d'extraction de vapeur du sol
- Modernisation d'une station de distribution d'hydrocarbures
- Etude d'un site d'enfouissement technique

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATIONS :

- Module complémentaire de la matière "Environnement"
- Cours préalables : "Géo-environnement" et "Pollution de l'environnement"
- Méthode pédagogique :
 - évaluation de la qualité des données et de la documentation disponible
 - éventuellement, enrichissement des données par une campagne de mesures sur le terrain
 - première approche par la discussion en groupe
 - apprentissage des matières non abordées au cours par une approche centrée sur les problèmes

AMCO 2195 – Acoustique environnementale (22.5-15)

I. OBJECTIFS :

- Présentation des notions fondamentales d'acoustique linéaire (rayonnement, diffraction et transmission) et des principales techniques de contrôle du bruit en acoustique environnementale (espaces clos, écrans acoustiques).
- Aperçu des réglementations en vigueur et familiarisation à l'utilisation de logiciels de calcul.

II. CONTENU :

- Notions fondamentales d'acoustique linéaire :
 - Hypothèses générales
 - Dérivation de l'équation d'onde
 - Conditions limites
 - Densité et flux d'énergie
 - Niveaux acoustiques et échelles associées
- Rayonnement et diffraction acoustique
 - Solutions de base en coordonnées cylindriques et sphériques
 - Formulation intégrale
 - Diffusion acoustique
 - Diffraction acoustique par des écrans
 - Théorie de la diffraction de Kirchoff-Fresnel
 - Approximations de Fraunhofer et de Fresnel
 - Théorie géométrique de la diffraction de Keller
- Transmission acoustique
 - Equation du mouvement des parois minces, planes, homogènes et isotropes
 - Transparence des parois minces indéfinies, homogènes et isotropes (loi de masse, phénomène de coïncidence)
 - Transparence des parois minces finies, homogènes et isotropes
- Acoustique des espaces clos
 - Physique de l'acoustique des espaces clos (théorie modale)
 - Problèmes à densité modale élevée
 - Approche statistique du champ diffus
 - Acoustique des salles
- Principes généraux de conception
 - Indicateurs de performance acoustique
 - Quantification des sources (moyens de transport terrestre et aérien)
 - Techniques de contrôle du niveau de bruit
 - Techniques d'absorption
 - Contrôle actif
 - Aperçu des réglementations actuelles
 - Logiciels de simulation
 - Conception des écrans acoustiques

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATION

- Références :
 - F. Fahy, "Sound and structural vibration - Radiation, transmission and response", Academic Press, London, 1985.
 - M. Bruneau, "Manuel d'acoustique fondamentale", Hermes, Paris, 1998.
 - F. Fahy and J. Walker, "Fundamentals of noise and vibration", E & FN Spon, London, 1998.
 - J.P. Cowan, "Handbook of environmental acoustics", 1997.

Cahiers des charges peu ou pas modifiés

| |
|-----------------------|
| MATIERE "HYDRAULIQUE" |
|-----------------------|

AMCO 2146 – Hydrographie (30-0)

I. OBJECTIFS :

- Initiation à l'hydrographie fluviale et côtière

II. CONTENU :

- Cartographie fluviale et côtière :
 - Rappels de topographie, positionnement,
 - Sondages (étiages conventionnels), détection des obstacles
 - Représentation cartographique.
- Evolution des fonds alluvionnaires, influence des cycles hydrologiques
- Critères de sécurité, signalisation et travaux d'amélioration (dragages, déroctages) des routes de navigation

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATIONS :

- Module optionnel de la matière "hydraulique"
- Cours préalables : "hydraulique" et "hydraulique fluviale"

AMCO 2148 – Hydroélectricité (30-0)

I. OBJECTIFS :

- Introduction aux différents aspects de la production d'électricité à partir de l'énergie hydraulique. L'accent est mis sur les problèmes de faisabilité notamment dans les pays en développement
- Introduction aux machines électriques pour les étudiants en génie civil

II. CONTENU :

- L'hydroélectricité dans le monde : le passé, le présent, l'avenir
- Critères de sélection des sites hydroélectrique :
 - Potentiel brut, potentiel équipable,
 - Contexte géologique et hydrologique
- L'hydraulique de l'hydroélectricité :
 - Notions fondamentales : énergie et rendement; quantité de mouvement; moment de quantité de mouvement
 - Circuit hydraulique : pertes de charge
 - Coups de bélier : prise en compte en hydroélectricité
 - Cheminées d'équilibre
- Les turbines hydrauliques :
 - Classification et conception générale
 - Similitude et turbines spécifiques
 - Conception générale d'une centrale hydroélectrique
- Problèmes électriques
 - Introduction aux machines électriques
 - Notions sur les alternateurs et les réseaux; régulation
- Microcentrales et centrales en pays en voie de développement : étude de cas
- Aspects économiques

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATIONS :

- Module optionnel de la matière "hydraulique"
- Cours préalables : "hydraulique" ou "mécanique des fluides"

AMCO 2145 (AMCO 2192 à partir de 2000-2001) – Maîtrise des crues et des étiages (22.5-0)

I. OBJECTIFS :

- Initiation des ingénieurs et des hydrologues à la problématique des crues et des étiages : prédétermination, régularisation, moyens d'aménagement

II. CONTENU :

- Introduction à la problématique des crues :
 - Origine des crues
 - Facteurs aggravants
 - Gestion du risque en matière de crues
- Prédétermination des crues et des étiages :
 - Méthodes empiriques : méthode historique, méthodes basées sur le bassin versant
 - Méthodes statistiques : rappels
- Régularisation des débits :
 - Gestion de réservoirs :
 - laminage des crues
 - simulation de l'exploitation : courbe des débits cumulés, modélisation stochastique (modèle lognormal, modèle autorégressif saisonnier de Fiering)
 - sédimentation des réservoirs : débit d'envasement, évolution des sédiments, modélisation de l'envasement
 - Compensation des crues induites par l'exploitation hydroélectrique
- Protection contre les crues :
 - Aménagement du bassin versant
 - Endiguement
 - Aménagement des lits majeurs
- Propagation des crues
 - Modélisation de la propagation (méthode Muskingum)
 - Modélisation des inondations (méthode des cellules)
- Sécheresse et étiages
 - Position du problème : origine et facteurs aggravants
 - Prédiction des étiages
 - Analyse des saisons sèches et des sécheresses

III. AUTRES ELEMENTS D'INFORMATIONS :

- Module complémentaire de la matière "environnement" et optionnel de la matière "hydraulique"
- Cours préalables : "hydrologie générale et statistique" et, si possible, "hydraulique" ou cours équivalents

Cahiers des charges ce cours non donnés par GC

MATIERE "STRUCTURES–MATERIAUX"

MECA 2100 – Mécanique des solides déformables (45-45) 2q

I. OBJECTIFS :

- Introduire les concepts de base relatifs à la mécanique des solides déformables (élasticité linéaire)
- Développer des modèles spécialisés bien adaptés à l'étude des barres, des poutres et des plaques minces et démontrer leur pertinence dans le cadre de l'élasticité linéaire
- Introduire les notions fondamentales de stabilité élastique (flambement) et de thermo-élasticité
- Familiarisation à la problématique du dimensionnement et de la vérification ainsi qu'à la notion de sécurité

II CONTENU :

- Equations de base de l'élasto-statique (tenseurs des contraintes et des déformations, loi de Hooke, états de contrainte particuliers, formulation d'un problème élasto-statique, énergie de déformation, principe de superposition, principe de Saint-Venant, équations de Navier, équations de Beltrami-Mitchell, introduction aux modèles simplifiés (poutres, plaques et coques)).
- Formulations variationnelles, théorèmes du travail et de l'énergie (théorème des travaux virtuels, formulation variationnelle en déplacements et en contraintes, théorèmes de l'énergie potentielle et de l'énergie complémentaire, théorème de réciprocité de Maxwell-Betti, introduction aux méthodes numériques (Ritz, Galerkin)).
- Notions de sécurité et de dimensionnement (résistance et sécurité, problématique du dimensionnement, matériaux ductiles et fragiles, critères de rupture, rupture par fatigue, éléments de la théorie semi-probabiliste de la sécurité).
- Théorie des poutres (définitions, flexion pure d'une poutre droite de section uniforme et solution en élasticité 3D, hypothèses fondamentales de Navier-Bernoulli, modélisation des efforts internes et externes, équations des poutres droites à plan moyen chargées dans leur plan, conditions d'appui, calcul pratique des moments fléchissants, efforts tranchants et efforts normaux par la méthode des coupes fictives, calcul des contraintes normales et de cisaillement, problèmes isostatiques ou hyperstatiques, théorème de Castigliano, énergie de déformation d'une poutre, application des théorèmes de Maxwell-Betti et de Castigliano, lignes d'influence).
- Torsion de barres (barre pleine de section uniforme, formulation de Prandtl, étude de sections elliptiques, circulaires et triangulaires, analogie de la membrane, analyse de sections rectangulaires minces, torsion de barres creuses, méthode approchée pour les profilés minces).
- Flambement (équilibres stables et instables, approches énergétiques et directes, méthode d'Euler pour le calcul de la charge critique de flambement d'une barre comprimée avec diverses conditions d'extrémité, méthode approchée basée sur l'approche énergétique, traitement de forces non-conservatives).
- Thermoélasticité (équation de la chaleur, formulation de problèmes thermo-mécaniques, contraintes thermiques, contraintes thermiques axisymétriques dans un tube long, contraintes thermiques transitoires dans une plaque mince).
- Plaques minces (définitions, efforts internes, équations d'équilibre, hypothèses de Kirchhoff-Love, déformations, équations constitutives, équations fondamentales d'un problème de flexion, conditions aux frontières, calcul des contraintes et examen des contradictions dans la théorie de Kirchhoff-Love).

- Flexion de plaques minces circulaires (transformation des équations en coordonnées polaires, problèmes à symétrie axiale, plaque uniformément chargée, plaque chargée suivant un cercle, plaque chargée suivant un disque).
- Problèmes plans en coordonnées cartésiennes (déformations planes, contraintes planes, fonction de contraintes d'Airy).
- Problèmes plans en coordonnées polaires (transformation des équations en coordonnées polaire, fonction de contraintes d'Airy, problèmes à symétrie axiale, tube de Lamé, flexion d'une poutre courbe, rotation d'un disque d'épaisseur uniforme, rotation d'un disque d'épaisseur variable, fonctions d'Airy périodiques, concentration de contraintes dans une plaque trouée, force concentrée sur le bord rectiligne d'une plaque semi-infinie, déformations planes généralisées).

MECA 2510 – Dynamique des systèmes élastiques (30-30)

I. OBJECTIFS :

- Introduire les concepts de base relatifs à la dynamique des systèmes élastiques (systèmes à un degré de liberté, systèmes continus et systèmes à plusieurs degrés de liberté)
- Ce cours de base s'articule autour d'un tronc commun correspondant aux notions fondamentales de dynamique. Il contient deux parties plus spécifiques : l'une consacrée à la dynamique des rotors (suivie par les étudiants MECA) et l'autre dévolue à la dynamique en zone sismique (suivie par les étudiants GC).

II. CONTENU :

- Notions fondamentales
 - Equilibre dynamique d'une particule
 - Formulation variationnelle (théorème des travaux virtuels)
 - Systèmes de particules
 - Contraintes cinématiques
 - Déplacements généralisés
 - Théorème de Hamilton
 - Equations de Lagrange
- Systèmes à un degré de liberté
 - Système masse/ressort/amortisseur
 - Vibrations libres (avec et sans amortissement)
 - Vibrations forcées (avec et sans amortissement)
 - Excitations harmoniques et périodiques
 - Excitations impulsives
 - Excitations quelconques (intégrale de Duhamel)
 - Analyse de Fourier (FFT, IFFT)
- Systèmes à plusieurs degrés de liberté
 - Vibrations linéaires autour d'une position d'équilibre
 - Modes normaux de vibration
 - Vibrations libres
 - Vibrations forcées
 - Excitations harmoniques
 - Excitations quelconques (expansion modale)
 - Excitations cinématiques (mouvement des supports)
 - Méthodes variationnelles (Rayleigh)
- Systèmes continus
 - Rappels des équations de base (élasticité linéaire)
 - Equations de Navier (formulation déplacement)
 - Equations de Beltrami-Michell (formulation contrainte)
 - Unicité et réciprocity
 - Propriétés de l'équation d'onde
 - Equations en régime harmonique
 - Solution au moyen de fonctions propres
 - Méthodes variationnelles
 - Méthode de Rayleigh-Pitz
 - Applications (tige, poutre, plaque, cavité sphérique, demi-espace infini)

- Analyse modale expérimentale
 - Capteurs
 - Méthodes expérimentales d'analyse modale (EMA)
 - Surveillance vibratoire des machines tournantes
 - Domaine 'temps'
 - Domaine 'fréquence'
 - Détection des défauts
 - Analyse de sensibilité
- Dynamique des rotors (pour les étudiants MECA)
 - Cinématique et choix des repères
 - Rotor sur arbre flexible et vitesses critiques
 - Rotor sur paliers flexibles ou rigides, équilibrage
 - Stabilité des rotors
 - Méthodes discrètes particulières (matrices de transfert)
- Dynamique en zone sismique (pour les étudiants GC/ARCH)
 - Séismologie de base
 - Analyse du comportement de structures sous séismes
 - Spectres de réponse et de calcul
 - Comportement inélastique (plasticité et ductilité)
 - Aspects énergétiques (dissipation)
 - Rôle de l'amortissement
 - Analyse de structures à niveaux multiples
 - Techniques d'isolation structurelle
 - Aperçu des réglementations en vigueur