Code	B001
Intitulé	**Les différents types de chantier**
Responsable	Jean-Luc TROTTIN
Equipe enseignante	Jérémie BAUMGARTNER – Jean-Paul BORIE – Patrick CHARLON – Jean-Christophe GUERINET – Gilles LEFRANC – Dominique MICHEL – Julien MULHBACHER – Daudet RANAIVOISON – Adrien REVERSAT– Romain ROTTOLI – Jean-Luc TROTTIN – Jean VINTAER
Durée	17 séances de 3 h
Evaluation	Travail personnel encadré

PRÉSENTATION

Introduction au contexte juridique des travaux, notions de maîtrise d'ouvrage de maîtrise d'œuvre, d'entreprise et de sous-traitance. Présentation par films et photos de chantiers, schémas et extraits de plans, ce dont il va être question en TP, terrassement et Bâtiment pendant la formation : vocabulaire, définitions d'ouvrages, pratiques de structures, conception des ouvrages, méthodes de construction, mise en évidence des caractéristiques spécifiques des projets.

L'ambiance des grands chantiers est présentée, avec les difficultés liées à la coactivité, pour mettre en évidence le besoin d'analyse des tâches, de l'importance de la réflexion sur les installations de chantier, des postes, les cycles de coffrage et étaiements, les différents corps d'état, les précisions de pose et la gestion des inserts …

OBJECTIFS

Connaître le contexte et le déroulement des différents de types de chantier de bâtiment, de génie civil et d'ouvrage d'art.

CONTENU

B.1.1 - Travaux publics et bâtiments - Introduction (JL. Trottin – JC. Guérinet)

- Accueil des étudiants (JL. Trottin)
  - ✓ Présentation générale du programme des cours et déroulement en deux semestres
  - ✓ PFE (projet de fin d'études)
  - ✓ Stage de 6 mois en entreprise
  - ✓ Visites techniques et Conférences
  - ✓ Contrôle des connaissances acquises
  - ✓ Blocs de compétences
  - ✓ Élection du chef de classe, rencontres avec les anciens
- Classification Bâtiment / TP multicritères (JC. Guérinet)
  - ✓ Classification juridique ; marchés publics et marchés privés ; marchés de travaux, de conception-réalisation, marchés au forfait et au bordereau
  - ✓ Points communs Bâtiment / TP et principales différences
  - ✓ Schéma récapitulatif et cumul des situations juridiques
- Rôle des principaux intervenants et liens contractuels (JC. Guérinet)
  - ✓ Schéma de présentation des intervenants et de leurs liens contractuels
    - Maître de l'ouvrage (public ou privé)
    - Maître d'œuvre
    - Coordonnateur SPS
    - Contrôleur technique et BET
    - Entrepreneur titulaire du marché (entreprise individuelle, groupements d'entreprises (GMEC – GMES), société en participation (SEP))
    - Sous-traitants
  - ✓ Exemples de montage d'opérations juridiques complexes

B.1.2 – Les ouvrages d'art et leurs équipements (Patrick CHARLON)

- Les différents composants des ouvrages d'art
  - ✓ Les fondations usuelles en OA
    - Fondations superficielles et semi-profondes- les puits marocains- les pieux, micropieux, barrettes- les fondations par traitement de terrain- les fondations très spéciales (terre armée, havage, gabions, caissons mis en place par flottaison)
    - Choix- méthodes d'exécution- exemples
  - ✓ Les ouvrages provisoires : les batardeaux, les estacades fixes et/ou mobiles, les ponts provisoires
  - ✓ Les culées
    - Définitions et terminologie
    - Les culées enterrées, remblayées, perchées- les piles culées- les culées creuses- les culées contre-poids- les culées en terre armée
  - ✓ Les piles des OA : les piles simples des OA courants- les piles marteau et les piles de grande hauteur- la préfabrication- les piles architectoniques- les piles des ponts à haubans et des ponts suspendus
  - ✓ Les tabliers des OA : les ouvrages d'art courants- les passerelles piétons- les ponts métalliques à poutres latérales- les ponts à poutres béton- les ponts caisson en béton- les bipoutres et les caissons métalliques- quelques ouvrages particuliers : pont canal, pont levant, pont tournant, Bow String, pont sous bandé, pont extradossé- les ouvrages exceptionnels.
- Classification et domaines d'utilisation des OA
  - ✓ Classification des OA
    - Les ouvrages d'art courants et non courants
    - Les ouvrages d'art soumis à la loi sur l'eau
    - Les critères jouant sur l'économie des projets
    - Classification des types d'ouvrages : selon le schéma longitudinal, le schéma transversal, les méthodes d'exécution
  - ✓ Domaines d'utilisation des ouvrages routiers selon les portées, les sections transversales, les élancements
    - Les ouvrages courants et les TOARCH
    - Les dalles nervurées- les voûtes préfabriquées ou coulées en place- les ponts à béquilles
    - Les ouvrages classiques de portées entre 10 et 200m (ouvrages en béton ou ouvrages mixtes- poussage- lançage)
  - ✓ Cas des ouvrages ferroviaires : spécificités- élancements et portées pour les ouvrages classiques- Bow String- poutres treillis ou Warren
  - ✓ Les ratios usuels de quantités et de main d'œuvre
    - Les ouvrages courants (CBA et PIPO- PS et PRO) - les bipoutres mixtes autoroutiers- les tranchées couvertes- les ouvrages mixtes ferroviaires et exemple spécifique des lignes à grande vitesse- les ponts en encorbellements coulés en place ou à voussoirs préfabriqués et quelques exemples de réalisation- cas des ouvrages extradossés- les ponts poussés en béton précontraint
- Les Équipements des OA

  Leur connaissance et leur maîtrise sont indispensables au niveau même de la conception des tabliers, voire des piles

  - ✓ Définitions des équipements et généralités
    - Les équipements fonctionnels

- Les équipements d'entretien et de maintenance
- Les caractéristiques des équipements
- La spécificité des équipements

✓ Les appareils d'appui : description des d'appui en néoprène fretté et des appareils d'appui à pot- rôle, dimensionnement et choix des appareils d'appui- les vérins parasismiques

✓ Les joints de chaussées : les fonctions et les principaux types de joint- le souffle- la pose des joints- les joints garde-ballast- les joints de trottoir

✓ Etanchéité et couche de roulement

- Les raisons d'étancher un tablier de pont
- Les différentes familles de procédés et le domaine réglementaire
- Les relevés d'étanchéité
- Les conditions de mise en œuvre et le matériel de pose
- La couche de protection- la couche de roulement
- Le phasage des travaux

✓ Les dispositifs de retenue transversale

- Détermination de l'indice de danger
- Les garde-corps, les dispositifs de retenue N et H
- L'évolution des normes et de la réglementation

✓ L'assainissement des ponts : les collectes longitudinales et transversales- l'évacuation des eaux hors de l'ouvrage

✓ Les équipements de bord de l'ouvrage : les corniches préfabriquées ou coulées en place- les corniches caniveau (béton ou métal)- les trottoirs- les écrans acoustiques- cas des ouvrages ferroviaires : écrans pare-ballast, auvents métalliques anti-vandalisme, les mains courantes, les plots support de caténaires

✓ Les équipements spéciaux : la serrurerie et les mises à la terre- les déshumidificateurs pour les caissons métalliques- les dispositifs GEFRA

✓ L'aspect financier des équipements

B.1.3 – Les terrassements (Julien MUHLBACHER)

- Introduction
  - ✓ Définitions, objectifs et caractéristiques des terrassements
  - ✓ Adaptation aux terrains rencontrés
  - ✓ Exemples de chantiers de terrassements
- Le marché des terrassements : le réseau routier national- les acteurs de la route en France- poids des terrassements et des travaux routiers dans l'activité TP.
- Principales étapes de l'élaboration d'un projet routier
  - ✓ Les études d'opportunité
  - ✓ Les études préalables
  - ✓ La déclaration d'utilité publique (DUP)
  - ✓ Les études de projet : conception détaillée
  - ✓ La réalisation des travaux de construction
  - ✓ La remise à l'exploitant et la mise en service
  - ✓ Les bilans et évaluation de l'opération
- La classification des sols :
  - ✓ Les connaissances minimales
  - ✓ Les caractéristiques géométriques
  - ✓ Classification des matériaux pour remblai et couche de forme
  - ✓ Conditions d'utilisation des sols en remblai
- Principes d'organisation d'un chantier de terrassement
  - ✓ Ordre chronologique des opérations de terrassement
  - ✓ Pente de talus
  - ✓ La masse volumique et le foisonnement des sols
- Les engins de terrassement et la norme ISO 6165-2012
- Les techniques spéciales de terrassement :
  - ✓ Le traitement des sols
  - ✓ La couche de forme
  - ✓ Le minage
  - ✓ Le concassage ou broyage
  - ✓ Les géotextiles
- Les annexes
  - ✓ Abréviations, symboles, vocabulaire spécifique
  - ✓ Classification des matériaux de construction en remblais et couche de forme
  - ✓ Conditions d'utilisation des matériaux en remblai
  - ✓ Les engins de terrassement
  - ✓ Conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme
  - ✓ Emploi des explosifs dans le BTP- décret 87-231
- Exercice sur un mouvement de terre

B.1.4 – Travaux souterrains (Jean-Luc TROTTIN)

- Panorama général
  - ✓ Tunnels forés : Technique conventionnelle - Tunneliers
  - ✓ Autres ouvrages : les tunnels immergés - les tranchées couvertes
  - ✓ Les grands chantiers de souterrains du passé
- Les tunnels forés
  - ✓ Les techniques conventionnelles (ou traditionnelles) - travail séquentiel
    - Cinématique au front
      - ❖ Excavation : abattage mécanique (pelle, fraise, machine à attaque ponctuelle), à l'explosif (matériaux, plan de tir), ventilation, rendements
      - ❖ Marinage et cycle de production : pelles de chargement et dumpers, traction thermique, traction électrique, convoyeur à bande
      - ❖ Soutènement : cintres métalliques, béton projeté (fibré), boulons radiaux
      - ❖ Amélioration du terrain : pré-soutènement, drainage, voûte parapluie (fibre de verre), boulonnage du front de taille, haveuse (pré-découpage et pré-soutènement), injections, jet Grouting, voûte parapluie en jet Grouting
    - Cinématique à l'arrière du front
      - ❖ Étanchéité, géomembrane
      - ❖ Revêtement : béton coulé en place - coffrages outils – exemples
    - Illustration de différentes méthodes traditionnelles
      - ❖ Méthode autrichienne
      - ❖ Excavation en demi-section
      - ❖ Excavation en pleine section (méthode Lunardi)
      - ❖ Exemple des Crossovers du tunnel sous la Manche
    - La voûte Jacobson
    - Analyse du cyclo-gramme et éléments de coûts
- Les tunnels réalisés au tunnelier
  - ✓ Tunnelier à attaque ponctuelle, sans roue de coupe et sans confinement- tunnelier de type Gripper- outils de coupe et surcoupe- principe - de soutènement au rocher
  - ✓ Tunnelier à bouclier simple- poussée sur voussoirs- sans confinement
  - ✓ Tunnelier à pression de boue et tunnelier à pression de terre
  - ✓ Les 3 grands types de géologie pour le confinement
  - ✓ Pression de terre/pression de boue : domaines d'application
  - ✓ Tunnelier à mode convertible type SOCATOP
  - ✓ Tunnelier à confinement : remplacement des outils de coupe
  - ✓ Sécurité dans les tunneliers
  - ✓ Le tunnelier et son train suiveur
  - ✓ Montage- démontage- installations de surface
  - ✓ Le revêtement en voussoirs préfabriqués
  - ✓ La préfabrication des voussoirs
- Pilotage d'un chantier de tunnel - Monitoring
- Éléments de coûts d'un ouvrage souterrain – Méthode du CETU
- Les tranchées couvertes – Les tunnels immergés

B.1.5 – Géotechnique – Fondations – Soutènements – Consolidation (D. Michel)

- Conception et comportement des fondations
  - ✓ Problématique : l'adaptation au sol du projet
  - ✓ La structure à construire : porter les charges et les transférer jusqu'au sol
  - ✓ Le choix du mode de fondation- principe
  - ✓ Les charges appliquées : charges verticales- charges horizontales
  - ✓ Calculs géotechniques : Eurocode 7- catégories géotechniques des sols- les différents états limites à vérifier
  - ✓ Les conditions de sol et leur comportement
  - ✓ Les sols : les roches- la courbe granulométrique- les sols granulaires- les sols fins cohérents- les sols organiques- importance de l'eau dans le sol
  - ✓ Comportement d'une fondation chargée
  - ✓ Les missions géotechniques
  - ✓ Les moyens d'investigation
- Les techniques de fondations
  - ✓ Les différents modes de fondation
  - ✓ Les fondations superficielles- ordres de grandeurs de ratios de quantités
  - ✓ Les fondations profondes
    - Avec refoulement du sol en place : pieux battus, vissés refoulés- matériel de battage et de manutention- les pieux battus béton moulés dans le sol- Jack-in piles- pieux vérinés
      - Pieux vissés refoulés (système Bauer)
    - Les pieux avec extraction de sol
      - ❖ Pieux forés- pieux forés tubés- matériel de forage et de manutention
      - ❖ Forages sous boues : bentonite- pieux forés sous boue- barrettes- pieux de gros diamètres- pieux ancrés dans le rocher- matériel
    - Les barrettes : matériel
    - Les pieux à la tarière creuse- les outils
    - Les essais de pieux- le recépage des pieux
    - Les pieux Starsol
    - Les micropieux : types- dimensions- ancrages- liaison avec la fondation- reprises en sous œuvre
- Les techniques de soutènement
  - ✓ Les techniques de soutènement- Généralités
  - ✓ Les principaux types de soutènement
    - Les parois berlinoises : domaines d'utilisation- les profilés- les blindages (bois, béton) - tirants éventuels- matériel
    - Les parois parisiennes : pieux forés béton armé- blindage béton foré- tirants éventuels- matériel
    - Les voiles par passes : profondeur limitée- pas d'eau- butonnage
    - Les parois moulées : dimensions- profondeur- joints- matériel- Hydrofraise- forage sous boue- séquence de réalisation- bétonnage- ferraillage- recépage
    - Les pieux sécants ou tangents- bétonnage- ferraillage
    - Les rideaux de palplanches : différents types- murs de quai
    - Les tirants d'ancrage : longueur de scellement- longueur libre
    - Terrassement et stabilisation des soutènements
      - ❖ Fouille ouverte- tirants d'ancrage- butons
      - ❖ Terrassement sous dalle- poteaux pré-fondés
    - Principe de dimensionnement
- Les techniques d'amélioration des sols

- ✓ Objectif de l'amélioration des sols : les critères de choix dépendent de la granulométrie des terrains à traiter
- ✓ Préchargements- drainage- consolidation atmosphérique- matériels et matériaux utilisés
- ✓ Vibroflottation et colonnes ballastées : matériels et matériaux utilisés
  - Méthode humide- méthode sèche- nombreux exemples
- ✓ Les injections solides : matériel- contrôles
- ✓ Les inclusions rigides : les colonnes à module contrôlé (CMC)
- ✓ Le Jet Grouting : méthodes- applications- contrôles
- ✓ Le *Soil-mixing* : matériel- applications
- ✓ Les injections de terrain : les coulis- le ciment- les tubes à manchettes- contrôles- les injections de compensation- le remplissage des vides

B.1.6 – Ouvrages complexes de génie civil – (R. ROTTOLI)

- Généralités :
  - ✓ Définitions et caractéristiques ; équipements à cheval entre Bâtiment et TP
  - ✓ Les particularités : études très volumineuses- intervention des « process » - grosse études de logistiques de construction- installations exigües et évolutives- phasages complexes- interfaces GC/ « process » - impact sur l'environnement- ouvrages se développant sur 2 ou 3 directions.
  - ✓ On trouvera ci-dessous 8 exemples caractéristiques de ces ouvrages
- Les stations enterrées (type métro ou RER) : définition et fonction- les sections des stations- les modes de construction (à ciel ouvert ou en « taupe ») - les galeries d'accès au public- nombreuses illustrations des butonnages, trémies, ponts roulants et portiques de manutention.
- Les grands stades à couverture mobile, ç pelouse rétractable, à jauges variables : les obligations du MOA, le rôle des architectes, les groupements constructeurs (en général multi-métiers), ouvrages faisant souvent l'objet de PPP- exemple détaillé de la construction du grand stade de LILLE : structure, outils coffrant, cadences de réalisation, matériel de manutention- une application est faite à cet effet par les étudiants.
- Les grands barrages :
  - ✓ La classification des grands barrages selon : leur fonction, leurs caractéristiques géométriques, leur conception.
  - ✓ Les composants des barrages : le barrage proprement dit, ses dispositifs de drainage et d'étanchéité- les évacuateurs de crue- les dispositifs de contrôle et de surveillance- les prises d'eau et vannes de fond pour les barrages réservoir- les vannes de régulation de débit, les écluses, les passes à poissons pour les barrages au fil de l'eau.
  - ✓ La stabilité des barrages et les sollicitations
  - ✓ Les barrages poids en terre ou en béton
  - ✓ Les barrages voûtes en béton et ses modes de construction
  - ✓ Les barrage poids en terre et/ou en enrochements ; les barrages zonés
  - ✓ Le BCR : béton compacté au rouleau
  - ✓ Les barrages en béton vibré
- Les ports maritimes type Combi Wall ; ils se caractérisent par :
  - ✓ Des études techniques importantes au niveau de la conception et de la stabilité (tubes, palplanches, tirants, remblai arrière, amortisseurs)
  - ✓ Des moyens très lourds de mise en œuvre (terrestres et nautiques)
  - ✓ Des équipements spécifiques : guide de battage, poutre de couronnement, protection cathodique, défenses, bollards, rail.
  - ✓ Deux types de quai sont décrits : en site terrestre (FOS 2XL)- en site nautique (SIERRA LEONE)
- Les stations d'épuration :
  - ✓ Les marchés correspondant à ces projets sont traités en loi MOP ou en CCR (si le groupement adjudicataire est aussi en charge du « process »).
  - ✓ Caractéristiques particulières se ces ouvrages : emprise de chantier importante- multitude de bâtiments de structures très différentes- recherche de bétons résistant à des boues agressives et à des liquides chargés- intervention de nombreux corps d'état- multitude de réseaux enterrés, en interface avec le GC- interfaces nombreux avec les équipements du « process » - élaboration très lourde du planning des travaux (pilotage/coordination).
  - ✓ Types d'ouvrages rencontrés : ouvrages classiques- ouvrages à structure répétitive- ouvrages circulaires- réseaux enterrés.

- ✓ Méthodes générales : bétons pompés- utilisation de coffrages standards et de coffrages outils spécifiques- manutention à l'aide de nombreuses grues à tour et bras de bétonnage- recours à la préfabrication.
- ✓ Description des ouvrages classiques avec découpage par plots.
- ✓ Description des ouvrages à structure répétitive.
- ✓ Description des ouvrages à structure complexe :
  - Présence de tuyauteries de gros diamètre sous les ouvrages-
  - Hauteurs de planchers variables : ouvrages circulaires et hydrauliques
  - Zones de mise à disposition anticipée
  - Mise en œuvre de diverses sortes de coffrages, y compris coffrages grimpants mis en place à la grue.
- ✓ Description des ouvrages circulaires et des réseaux
- ✓ Conception des étanchéités entre plots hydrauliques

➢ Les centrales thermiques

• Description d'un projet réalisé en CCR à La Réunion, clés en main :

- ✓ Les acteurs : maîtrise d'ouvrage et groupement
- ✓ Principe de fonctionnement d'une centrale thermique au fuel lourd
- ✓ Le planning prévisionnel
- ✓ Le site de construction : zone urbanisée nécessitant le respect de nombreuses normes de sécurité ; création d'une digue de protection vis-à-vis de la houle.
- ✓ La gestion des données et de la maquette BIM
- ✓ Les risques :
  - Au niveau de la conception ; le dossier PRO (DOW)
  - Au niveau du partenariat du groupement
  - Au niveau du planning : études et travaux
  - L'organisation du groupement : base arrière, base travaux, BET ; les obligations respectives des membres
  - Responsabilités contractuelles des membres : obligations de coût (pris forfaitaire), obligations de résultat, obligation de délai, obligations de de performances.
- ✓ Des études complexes : la réglementation parasismique et son impact sur les ratios d'aciers HA et sur la charpente métallique ; les ouvrages à risques spéciaux (classement SEVESO, ICPE ; sécurité incendie ; PPRT ; murs périphériques de la rétention de fuel).
- ✓ Les interfaces GC/ « process » : phasage des travaux- réceptions anticipées- réservations- inserts.
- ✓ Réception : essais divers avant réception- contrôle des performances- dossier de récolement- guide d'exploitation et d'entretien- service après-vente et formation du personnel d'exploitation

➢ Les ouvrages spatiaux :

• La base de lancement d'Ariane 6 sert de support à la mise en évidence de la complexité d'un tel projet :

- ✓ Multitude de bâtiments techniques, et notamment le massif de lancement avec ses deux carneaux, le portique mobile, le bâtiment d'assemblage du lanceur
- ✓ Nécessité d'une base travaux et d'une base arrière en charge des études et de la coordination des approvisionnements
- ✓ Études très complexes de l'impact des efforts au lancement sur les structures ; gestion de la maquette BIM ; ratios d'aciers et coupleurs très nombreux, nécessitant des plans d'armatures en 3D
- ✓ Dossier de synthèse très lourd ; réseaux énormes d'eau, d'oxygène et d'hydrogène, notamment au niveau du massif de lancement

- ✓ Contraintes au sol, fondations, étanchéité du terrain de fondation du massif de lancement
- ✓ Recherche de bétons très résistants ; zones sacrificielles ; fortes épaisseurs de béton
- ✓ Étude et mise en œuvre de coffrages outils spéciaux pour les carneaux inclinés.

➢ Les centrales nucléaires et les EPR :

• L'EPR de Finlande et celui de Flamanville illustrent la problématique de ces constructions hors du commun et notamment :

- ✓ Exigüité du site de construction et des installations de chantier
- ✓ Densité très importante de bâtiments de toutes hauteurs
- ✓ Réseaux enterrés multiples
- ✓ Etudes très volumineuses et complexes ; « process » en évolution en cours des travaux
- ✓ Séquences et phasages des travaux très sévères
- ✓ Bétons spécifiques ; ratios énormes ; incidences des coupleurs et des inserts ; conception du bâtiment réacteur (liner, coupole) ; moyens de manutention hors normes.

B.1.7 – Les travaux maritimes et fluviaux (G. LEFRANC)

- ➢ Spécificité et avenir des travaux maritimes
- ➢ Les travaux de dragage :
  - ✓ Le dragage proprement dit ; les types de drague
  - ✓ Le transport des matériaux
  - ✓ Le stockage en terre- le clapage en mer- le remblayage
- ➢ Les ouvrages de protection :
  - ✓ Définitions et fonctions
  - ✓ Les digues à talus : construction- calculs- exemples
  - ✓ Les digues verticales : principes et types de digues- construction- calculs
- ➢ Les ouvrages d'accostage et d'exploitation :
  - ✓ Les quais :
    - Quais poids : maçonnerie- blocs- caissons- murs en L- gabions en palplanches
    - Les écrans : palplanches- paroi moulée
  - ✓ Les appontements :
    - Quais sur pieux adossés à un talus
    - Isolés et perpendiculaires au rivage
  - ✓ Les ducs d'albe :
    - Souples
    - Rigides

B.1.8- Bâtiments et Complexes d'Equipement (JP. Borie)

- ➢ Logements et bureaux
  - ✓ Caractéristiques courantes des bâtiments de logement collectif (structures BA) :

- Infrastructures : 1 à 2 niveaux (h=2.50m)- poteaux/poutres /dalles + voiles périphériques contre terre- surcharge : 250 daN/m2
- Superstructures : R + 3 à R + 6- RDC : commerces ou logements- structures voiles/dalles- hauteur d'étage : 2.70m- surcharges : logements :150 dan/m2 ; balcons : 350 dan/m2 ; parties courantes : 250 dan/m2 ; communs : 500 dan/m2
- Spécificités : balcons et décrochements en façade- ouvertures non répétitives en façades- impact des réglementations thermiques récentes- ratio coût GO/CE :50% /50%.

✓ Bureaux : principales différences entre bureaux et logements :

Surcharge en superstructures : 350dan/m2- noyaux centraux (escaliers, ascenseurs, sanitaires, gaines techniques) - trame classique : 12m * 6m- isolation par l'extérieur- façades en mur rideaux- planchers de transfert en façade- ratio de coût : 30%/70%.

➢ Bâtiments fonctionnels

✓ Hôpitaux : structure mixte (bureaux/hôtellerie) – multiplication des fonctions- opération de grande envergure- importance des CE (10 à 15 fluides).
✓ Prisons : voile/dalle- R + 3 maxi- bureaux et ateliers (poteaux/poutres) -mur d'enceinte (h=6m ; linéaire :400 à 500m) - isolant entre 2 murs béton- importance du lot serrurerie.
✓ Ecoles et lycées : R +1 pour écoles- R + 3 pour lycées- gymnases- piscines- grandes portées- bureaux, cantines.
✓ Universités : hauteurs importantes- poteaux/poutres- infrastructures (parkings, locaux techniques) – locaux spécifiques (amphi, labos).
✓ Aérogares : juxtaposition de bâtiments très différents- dimensions et volumes gigantesques- béton + charpente- exigences architecturales.
✓ Espaces culturels de prestige : hauteurs et volumes de grandes tailles- opération de construction unique- corps d'état complexes et de haute technicité- exemples présentés : musée quai Branly- Philarmonie de Paris.
✓ Stades : zone bâtiment (locaux fermés, parking) – zone ouvrage d'art (tribune, toiture) – structure mixte (acier, béton).
✓ Bâtiments industriels et centres commerciaux : R + 1 ou R + 2 – béton ou charpente métallique- grandes surfaces de dallages- emprise étendue.
✓ IGH/Tours : structure BA/CM- noyau central de contreventement- batteries d'ascenseurs- étages répétitifs- sécurité incendie.

B.1.9- la précontrainte (J. Baumgartner)

➢ Généralités : définition de la précontrainte et principales applications au génie civil- pré-tension et posttension.
➢ Description des éléments constitutifs d'un procédé de précontrainte :

✓ Torons et câbles- barres de précontrainte
✓ Kit de précontrainte : corps d'ancrage
✓ Conduits et gaines pour précontraintes intérieure et extérieure
✓ Protection des armatures : coulis de ciment, cire pétrolière
✓ Matériel de mise en œuvre : enfilage, mise en tension, injection

➢ Applications dans le GC et le bâtiment :

✓ Ouvrages définitifs
✓ Ouvrages d'art

- ✓ Réservoirs
- ✓ Bâtiments : poutres, planchers préfabriqués
- ✓ Ouvrages provisoires, ancrages, tirants
- ✓ Brêlage, manutention

➢ Réglementation :

- ✓ Agrément Technique Européen (ATE)
- ✓ Attestation ASQPE
- ✓ Marquage CE
- ✓ Essais initiaux et essais de suivi

➢ Exemple de dimensionnement d'un brêlage

B.1.10- Drainage et réseaux divers (D. Ranaivoson).

➢ Grandes lignes d'un projet en service traitant de la gestion des eaux pluviales :

- ✓ Introduction
- ✓ Cadre réglementaire : exigence de transparence hydraulique et écologique- Dossier de demande d'autorisation environnementale unique.
- ✓ Les ouvrages de rétablissement des écoulements extérieurs au projet : fonctionnalité, typologie, critères de conception des ouvrages hydrauliques suivant les enjeux hiérarchisés du milieu
- ✓ Les ouvrages de gestion des eaux de la plateforme projet : fonctionnalité, typologie, critères de conception des ouvrages d'assainissement et de protection des eaux suivant les enjeux hiérarchisés du milieu
- ✓ Méthodes de réalisation : dispositions constructives et phasage des travaux d'ouvrages hydrauliques (buses, dalots), et d'ouvrages d'assainissement (dispositifs longitudinaux et transversaux- bassins de déconfinement, de traitement et d'écrêtement) – moyens de réalisation.
- ✓ Méthodes de dimensionnement : méthode de base pour le calcul de débit d'écoulement et de la capacité de petits ouvrages ainsi que du volume de bassin nécessaire pour le confinement d'une pollution accidentelle ou l'abattement de la pollution chronique ou l'écrêtement des eaux.

➢ Assainissement provisoire de chantier

- ✓ Maîtrise des contraintes dues au ruissellement sur le chantier : enjeux et risques de pollution associés au ruissellement en phase travaux- obligation des entreprises de travaux de mettre en œuvre des dispositifs d'assainissement provisoire adaptés et efficaces
- ✓ Cadre réglementaire : exigences environnementales de moindre impact- réglementations encadrant les rejets d'effluents- les principaux polluants ; leurs impacts et les seuils de rejet réglementaires- les contrôles et sanctions
- ✓ Collecte et évacuation des eaux : fonctionnalité, typologie et critères de conception suivant les enjeux hiérarchisés du milieu
- ✓ Traitement et protection de la ressource en eau : fonctionnalité, typologie et critères de conception suivant les enjeux hiérarchisés du milieu
- ✓ Gestion de l'assainissement provisoire aux différentes étapes d'un projet : conception-estimation-construction- entretien- suivi et mesures- remise en état du site
- ✓ Annexe 1 ; dimensionnement des ouvrages de collecte et d'évacuation : calcul de débit et de capacité hydraulique

- ✓ Annexe 2 ; dimensionnement des bassins provisoires : volume de bassin nécessaire pour le confinement de pollution accidentelle ou la décantation de matières en suspension et autres polluants ou l'écrêtement des eaux- puis déshuilage et filtration avant rejet dans le milieu naturel.
- •
- •

B 1.11 – Les travaux routiers (J. Vintaer)

- ✓ Définition des produits bitumineux et asphaltiques
- ✓ Les différentes applications : routes – trottoirs – parking – tarmac – zone portuaire
- ✓ Les produits d'étanchéité : Bâtiments – TP
- ✓ La fabrication des enrobés et produits bitumineux : les matériaux de base, les centrales à enrobés
- ✓ Le transport et la mise en œuvre : organisation, Matériel, Main d'œuvre
- ✓ L'évolution des produits : enrobés à basses températures, enrobés verts, routes HQE
- ✓ Les nouvelles applications : dans le domaine ferroviaire

Les corps de chaussée : couches de forme et de roulement

COMPETENCES VISEES

L'ingénieur acquiert la connaissance et les particularités des différents types de travaux et de chantiers, en bâtiment et en TP, qu'il pourra rencontrer dès son arrivée dans l'entreprise tels que : ouvrages d'art, terrassements, travaux souterrains, ouvrages complexes de géni civil, travaux maritimes, ouvrages et complexes d'équipement. Ce module lui permettra également d'affiner son goût pour les TP ou le Bâtiment en vue notamment du choix pour son stage.

Il apprend également une connaissance détaillée dans le domaine des techniques de fondations et de consolidation des terrains, de la précontrainte et du drainage des plateformes (en phase provisoire ou définitive.

ORGANISATION ET METHODES PEDAGOGIQUES

Cours (avec polycopiés et nombreux documents annexes) ou PPT, illustrés par beaucoup d'exemples concrets de chantiers réalisés, puisés dans l'expérience des différents professeurs.

PREREQUIS

Inédit