

Code	D001
Intitulé	Histoire de l'architecture et de la construction en béton
Responsable	M. Moussard
Equipe enseignante	B. Espion / B. Quénée / / O. de Challus / B. Espion / D. Fernandez Ordonez / J.F. Douroux / J.P. Muzeau / A. Pantet /M. Moussard/ J-L Martin ...
Durée	~ 15 séances de 3h et une journée de visite
Évaluation	Travail encadré en groupe – Exposé oral en anglais devant un jury Demande environ 30 h de travail par étudiant (rendu bibliographique intermédiaire et suivi)

PRÉSENTATION

L'histoire de la construction couvre une période qui est celle de l'histoire des civilisations, plus de trente fois séculaire. C'est avant tout aux 19^{ème} et 20^{ème} siècles que sont nées les sciences et les techniques actuellement en usage dans le monde de la construction, mais il est intéressant et utile d'évoquer les racines plus profondes de ces connaissances, aussi bien d'un point de vue technique que d'un point de vue culturel. Il est important aussi de montrer les liens étroits entre l'art de l'ingénieur et celui de l'architecte, deux professions qui ont des origines communes et ne se sont différenciées que depuis le 17^{ème} siècle.

OBJECTIFS

Donner aux élèves une perspective historique des sciences et techniques qui constituent l'enseignement du CHEBAP, en complément des éléments historiques que ces enseignements comprennent déjà tout naturellement. Montrer aux élèves comment les sciences et les techniques répondent aux enjeux et aux besoins de chaque époque, et comment elles évoluent en conséquence. Susciter de l'intérêt et de la curiosité pour l'architecture, complément indispensable de la culture des ingénieurs spécialisés dans les structures de bâtiment et de génie civil, afin de les inciter à avoir une vision globale des projets et de les préparer à une collaboration fructueuse avec les architectes.

CONTENU

Nous présentons ici le contenu pour l'année 2021-2022. Ce contenu évolue d'une année à l'autre (15 séances en 2024/2025).

1) Histoire des liants hydrauliques de l'antiquité à nos jours (Bernard Quénée)

- L'exposé dresse l'histoire des liants dans la construction, depuis la haute antiquité jusqu'à nos jours. Il débute avec les familles de produits ayant permis les premières grandes constructions de l'humanité (argile agglomérée de paille, chaux, plâtre, béton romain...). Ce dernier matériau préfigure alors le béton actuel, avec de nombreuses réalisations toujours présentes, mais disparaît à la chute de l'empire romain. Il renaît au début du 19^{ème} siècle avec l'invention du ciment hydraulique par Vicat, dont l'utilisation gagnera rapidement tous les domaines de la construction. L'exposé détaille alors plus particulièrement cette époque pionnière, avec la mise au point progressive des systèmes d'armatures jusqu'au béton armé, au gré des inventeurs puis ingénieurs constructeurs, jusqu'à son appropriation par les architectes. Après une revue sur l'évolution de leur terminologie et de leur normalisation, il conclut sur les développements des bétons modernes, depuis leur apogée technique à la fin du 20^{ème} siècle avec l'apparition des BHP et BFUP jusqu'aux bétons les plus techniques, décoratifs, biosourcés, isolants, etc.

2) Le béton originel (Cyrille Simonnet)

- Le béton connaît une longue histoire et le béton armé beaucoup plus courte. La présentation évoque les points forts de cette double histoire, prenant la publication de J. Vicat (1823) sur le ciment hydraulique artificiel, à l'origine de la cimenterie, et le brevet de F. Hennebique de 1892

qui impulse une forte expansion de la nouvelle technique, comme deux moments clés de cette histoire.

- Une deuxième conférence interroge les difficultés du matériau dans des situations extrêmes, compte tenu de l'usage, de la technique, du développement territorial de son utilisation. Le pont Morandi est analysé de ce triple point de vue

3) **Sciences, histoire et construction médiévale - Notre Dame de Paris** (Olivier de Challus)

- L'exposé propose une épistémologie de l'histoire de la construction, appliquée à la période du Moyen Âge. Le plan est le suivant :
 - Science, histoires, modèles et construction médiévale
 - La construction de la connaissance
 - Organiser l'acte de bâtir au Moyen Âge
 - La question du savoir technique
 - La question des usages
 - La question du contexte
 - La question du patrimoine

4) **Histoire de l'invention du béton armé** (Jean-François Douroux)

- En introduction : historique de l'utilisation des renforcements métalliques dans la construction en maçonnerie.
- L'exposé présente comment le béton/ciment armé depuis l'intuition d'inventeurs curieux et à l'esprit pratique (Lambot, Monnier) est devenu un matériau de construction industriel (Hennebique, Hyatt...) qui a ensuite fait l'objet de règles dictées par l'état pour encadrer la pratique de ce nouveau mode constructif.
- Les perfectionnements réalisés tout au long du 20^e siècle, avec notamment les progrès sur les bétons (vibration) et l'utilisation des armatures à hautes adhérence et haute limite élastique, viennent compléter cet exposé.

5) **Histoire de l'invention du béton précontraint** (Michel Moussard)

- En introduction : présentation du concept de précontrainte et de son application au génie civil.
- Le fil conducteur est de montrer à travers l'histoire de l'invention du béton précontraint comment on passe d'un concept à une invention et au développement d'une technologie. Une très grande partie de l'exposé est consacrée à Eugène Freyssinet, compte tenu de son rôle majeur dans cette invention, mais aussi aux développements en Allemagne et en Belgique, puis dans le monde entier. L'exposé se termine avec l'apparition des premiers manuels, qui correspondent à l'arrivée à maturité de la technologie, au début des années 1950.

6) **Histoire des voiles minces en béton armé** (Bernard Espion)

- On entend généralement par « voiles minces en béton armé » (thin concrete shells) un type de couverture d'espace qui a été rendu possible par le béton armé - et lui est donc spécifique - qui a commencé vers 1915 et dont l'apogée se situe au début des années 1960. On parle également de « coque », c'est-à-dire un type de couverture continue non plane, dont l'épaisseur (typiquement 5-8 cm) est très faible (moins de 1/100) par rapport à la plus grande dimension de l'espace couvert.
- L'épopée des voiles minces dans sa phase « formatrice » (1915-1959) est intimement liée à la typologie structurelle et à sa promotion par quelques ingénieurs dont le nom est passé à la postérité. Durant cette période, la conception des voiles minces en béton armé est aussi très liée aux modèles d'analyse mathématique structurelle qui induisent la forme géométrique de ces voiles minces : dômes, voûtes en berceau (courtes ou longues), conoïdes, paraboloides hyperboliques, voiles plissés, hyperboloïdes de révolution...
- Nombre de ces structures peuplent aujourd'hui notre environnement, revendiquent souvent un statut patrimonial et nécessitent un « assessment » par rapport à leur durée de vie résiduelle. Il importe donc de connaître l'origine de ces structures particulières, les modèles de dimensionnement qui ont présidé à leur conception – dans ce cours on se limitera à l'exposé des théories « membranaires » - , leurs détails technologiques et les expériences récentes de réhabilitation de célèbres « voiles minces ».

7) Histoire des ponts (Michel Moussard)

L'exposé s'efforce de traiter de tous les types de ponts.

- L'introduction permet d'identifier les trois formes « naturelles » de pont : le tronc d'arbre (ou la dalle de pierre), l'arche naturelle et la corde, et de montrer que tous les ponts s'y réfèrent plus ou moins directement.
- La première partie traite des ponts en maçonnerie, de l'antiquité romaine aux ouvrages de Paul Séjourné au début du 20ème siècle, et des premiers ponts en fonte en Angleterre à la fin du 18ème siècle.
- La deuxième partie traite du développement des ponts modernes aux 19èmes et 20èmes siècles, en abordant successivement les ponts suspendus, les ponts métalliques, les ponts en béton, depuis les ponts en béton non armé comme le franchissement de l'Yonne par l'aqueduc de la Vanne, construit par François Coignet, jusqu'aux ponts en voussoirs préfabriqués construits par Jean Muller à partir des années 1960, et enfin les ponts à haubans.
- La troisième et dernière partie concerne les ponts contemporains, avec la prise en compte des exigences environnementales et le rôle joué par les architectes dans la conception, afin de répondre aux attentes nouvelles de la société dans ce domaine.

8) Histoire de la préfabrication en béton – en anglais (David Fernandez Ordonez)

- Le cours sur l'histoire de la préfabrication traite des débuts du béton préfabriqué au 19ème siècle. Il traite ensuite de l'influence de la précontrainte sur la préfabrication au XXe siècle et de l'évolution des différents types d'éléments préfabriqués de ponts et de bâtiments. Il se termine par un aperçu de la préfabrication actuelle et des développements futurs.

9) Histoire de la construction métallique (Jean-Pierre Muzeau)

- Le cours est divisé en plusieurs chapitres où l'on distingue l'histoire des bâtiments (dont celle des IGH), celle des ponts et passerelles, mais aussi l'histoire des autres types de constructions (grandes couvertures, structures verticales élancées, etc.). Il comporte également un volet où sont mis en exergue quelques personnalités parmi les architectes et les ingénieurs ayant eu un impact fort dans ce domaine.
- L'accent est mis sur les étapes successives en allant du fer puddlé (1773) jusqu'aux aciers modernes d'aujourd'hui en tenant compte de l'évolution des techniques d'assemblage, des rivets à chaud jusqu'aux techniques d'assemblage du 21e siècle.
- Les constructions retenues sont présentées dans un ordre sensiblement chronologique et les évolutions en matière de bâtiments et d'ouvrages d'art sont examinées en parallèle.
- L'échelle de temps va sensiblement de la 2e moitié du 18e siècle à nos jours, c'est-à-dire que certains ouvrages remarquables récents sont également présentés.
- Le cours est très abondamment illustré de photos ou de dessins des constructions et ouvrages présentés complète un document polycopié conséquent.

10) Visite de la Ville du Havre – présentation de l'œuvre d'Auguste Perret et de sa gestion patrimoniale (Anne Pantet)

- Conférence
 - Présentation du fil rouge de la journée (Anne Pantet+ Élu)
 - Perret et la transition écologique (Service urba VDH +Cu plateforme de la rénovation)
 - Perret et la rénovation (ACMH)
 - Gestion patrimoine UNESCO =(ABF)
- Visite du site et de bâtiments remarquables

COMPÉTENCES VISÉES

Bloc de compétence 2 : Réaliser une synthèse technique, technologique ou réglementaire

En particulier :

- Utiliser les outils de recherche documentaire disponibles sur un sujet technique
- A partir des ressources documentaires, prendre connaissance des évolutions, innovations et faire un état de l'art ou des connaissances
- Rédiger une synthèse technique en Français ou en Anglais en faisant preuve de rigueur scientifique
- Réaliser une présentation adaptée au public concernée

PRÉREQUIS : aucun