

Code	B004 / B005
Intitulé	Béton précontraint
Responsable	E. Bouchon / J.B.Datry
Équipe enseignante	L. Xercavins / M. Galland / F. Gedalof / A. Zonco / J.F. Seignol
Durée	39 séances de 3h (19 séances de cours et 20 d'applications)
Évaluation	-

PRÉSENTATION

Inventé par Eugène Freyssinet, le béton précontraint a connu ses premières applications dans les années 30 et s'est développé de manière considérable à partir de 1950. Les ingrédients de base – le béton et l'acier – sont les mêmes que ceux du béton armé mais le comportement et la philosophie de conception des ouvrages sont très différents. La précontrainte a permis de repousser très loin les limites d'emploi du béton en matière de portée et d'élançement des structures. Associée à la préfabrication, elle se prête très bien à la réalisation d'ouvrages de grande ampleur à cadence élevée et à des coûts très compétitifs. Elle trouve ses applications les plus emblématiques dans la construction des ponts mais son domaine d'utilisation couvre tous les secteurs de la construction, depuis la maison individuelle jusqu'aux grands ouvrages de génie civil comme les centrales nucléaires.

Au fur et à mesure que la technique a gagné en maturité, les principes de conception et les règles de calcul ont évolué. La précontrainte totale des débuts, qui ne tolérait aucune décompression du béton sous les actions extrêmes en service, a progressivement laissé la place à des conceptions où la fissuration du béton est admise sous certains cas de charges, moyennant la mise en place d'armatures passives destinées à la maîtriser. Pour autant, le béton précontraint n'est pas simplement du béton armé amélioré et il n'y a pas de continuité de l'un à l'autre. Les deux techniques (on pourrait dire les deux matériaux) ont toujours été traitées de manière séparée par les règles françaises. Cela correspond bien à la différenciation des approches de conception : pour simplifier, on peut dire qu'en béton armé, on dimensionne vis-à-vis de la sécurité à rupture et l'on vérifie ensuite le comportement en service normal alors qu'en béton précontraint, on fait exactement l'inverse. Cette séparation disparaît, tout au moins en apparence, avec l'arrivée de l'Eurocode 2, qui regroupe sous l'expression "béton structurel" toutes les utilisations du béton dans la construction, depuis le béton non armé jusqu'au béton précontraint.

OBJECTIFS

L'enseignement dispensé au CHEBAP vise à donner aux étudiants :

- une vision aussi large que possible de la technique et du domaine d'utilisation du béton précontraint ;
- une bonne compréhension du comportement général et local des structures précontraintes, et plus généralement, la compréhension des réalités pratiques et des phénomènes physiques qui sous-tendent les règles de calcul et de justification ;
- la maîtrise des différents aspects du calcul des ouvrages en béton précontraint : calcul des effets de la précontrainte, dimensionnement et optimisation de la précontrainte, calcul des sections, etc.
- une sensibilisation à l'importance de bonnes dispositions constructives.
- Ce cours est aussi l'occasion de montrer les similitudes et les différences entre règlements et d'insister sur le fait que les règles ne font rien d'autre que synthétiser l'expérience accumulée sur les ouvrages déjà construits et les connaissances acquises par la réflexion théorique et les essais de laboratoire.

On veut que les étudiants prennent conscience des limites des codes et normes de calcul et qu'ils apprennent à réfléchir indépendamment de ces textes. Ils doivent être capables de les appliquer,

et d'appliquer n'importe quel autre code étranger. Mais il faut aussi qu'ils sachent – et qu'ils agissent en conséquence – que la conception des structures n'est pas une affaire de code de calcul mais le résultat d'une démarche d'ingénieur et que l'application stricte d'un code n'a pas le pouvoir de rectifier les défauts d'une mauvaise conception.

CONTENU

Cours

1	Présentation de la précontrainte : principe général, historique, place du BP dans le monde et en France, philosophie de la précontrainte
2	Les matériaux du béton précontraint : le béton et l'acier, effet de la précontrainte : méthode interne, méthode directe
3	Calcul de l'effort de précontrainte
4	Flexion des poutres isostatiques, comportement physique de la mise en tension à la rupture, classes de précontrainte, aspects réglementaires, Eurocode et BPEL,
5	Flexion des poutres isostatiques en l'absence de fissuration : calcul et dimensionnement aux états-limites de service.
6	Flexion en précontrainte partielle : intérêt de la précontrainte partielle, calcul en section fissurée aux états limites de service
7	Étude de la flexion à l'état limite ultime : sectionnel, déformation répartie, strut and tie (bielles et tirants)
8	Étude de l'effort tranchant et de la torsion : théorie et aspects réglementaires
9	Zones d'introduction des forces de précontrainte : diffusion des efforts concentrés
10	Système de précontrainte, matériels, et dispositions constructives
11	Étude des constructions hyperstatiques
12	Poutres continues à câbles filants
13	Poutres continues construites à l'avancement, application aux ponts dalles et aux ponts à nervures
14	Les ponts en caisson, les différents câblages adaptés aux méthodes de construction : ponts poussés, ponts construits par encorbellements successifs
15	Constructions précontraintes diverses : arcs et portiques, réservoirs, constructions offshores
16	Précontrainte extérieure au béton
17	Précontrainte dans le bâtiment : fils adhérents, torons gainés graissés, câbles de post tension et précontrainte des planchers
18	L'introduction de la précontrainte dans les calculs électroniques
19	Pathologie, réparation des ouvrages précontraints

Applications

1	Calcul d'un tirant – pertes de précontrainte
2	Tirant – calcul des pertes (suite)
3	Caractéristiques d'une section (section brute, section nette, section homogénéisée). Flexion : sections sous-critiques et sur-critiques
4	Flexion sans fissuration des poutres isostatiques – dimensionnement de sections rectangulaires.
5	Flexion sans fissuration des poutres isostatiques – sections rectangulaires
6	Flexion sans fissuration des poutres isostatique – sections en Té
7	Flexion sans fissuration des poutres isostatique – sections en Té
8	Flexion en précontrainte partielle
9	Flexion en précontrainte partielle
10	Flexion – états-limites ultimes
11	Effort tranchant
12	Effort tranchant
13	Structures hyperstatiques – calcul des effets de la précontrainte – méthode interne, méthode externe.

14	Poutres continues à câbles filants – détermination de la précontrainte
15	Poutres continues à câbles filants – détermination de la précontrainte
16	Ponts construits à l'avancement – exemple de calcul
17	Ponts construits à l'avancement – exemple de calcul
18	Ponts construits par encorbellements successifs
19	Ponts construits par encorbellements successifs
20	Ponts poussés

COMPÉTENCES VISÉES**Bloc de compétence 4 : Effectuer les vérifications réglementaires (*Dimensionner une structure*)**

En particulier

- dimensionner une structure en béton précontraint

PRÉREQUIS

Cours de RDM de début d'année