

Code	B002
Intitulé	Béton Armé
Responsable	R. Coyère / B. Saunier
Équipe enseignante	P. Mugnier / J. Battais / B. Saunier
Durée	CM : 15 séances de 3h – TD : 14 séances de 3h
Évaluation	2 compositions de 3h

## PRÉSENTATION

Le béton armé, familièrement en abrégé le « BA », ce bi-composant qui associe acier et béton ; est certainement un des produits qui est le plus employé dans l'acte de construire.

Ses capacités, la diversité de situations où on l'emploie, son comportement, les manières de l'employer sont extrêmement riches et variées. De ce fait on croit bien le connaître. Mais le BA peut réserver même à l'ingénieur expérimenté quelques surprises. Il suffit de voir le nombre de contentieux où il est mis en cause. Le BA requiert donc de la part des ingénieurs et projeteurs de Bureaux d'études, l'humilité, la compréhension des phénomènes physiques et le souci du détail. Ceci d'autant plus que l'usage des logiciels, qui sont un outil formidable, peut conduire l'ingénieur à négliger ou sous-estimer le soin à apporter aux documents produits : « l'ordinateur fait..... ».

## OBJECTIFS

Le cours de BA au CHEC est en filiation avec celui de RDM qui permet de déterminer les sollicitations dans la structure et de les appréhender. Partant des phénomènes physiques, on va passer en revue les moyens et réponses à apporter aux questions posées pour que l'ouvrage en BA soit pérenne.

L'objectif idéal du cours de BA est bien sûr de connaître les méthodes de calculs du BA MAIS AUSSI une sensibilisation aux problèmes pratiques de chantiers liés au BA (qu'est-ce qu'un bon plan de ferrailage ? quand le chantier va hurler...). De plus le BA vit comme d'autres une époque formidable. Nous sommes en pleine période de transition des règlements nationaux type BAEL aux Eurocodes. C'est une période rare, où quelques habitudes seront remises en cause et de nouvelles pratiques à développer.

## CONTENU

### Cours

#### 1) Principes du BA – Caractéristiques des matériaux

- Bases de la conception - Principe du BA - Propriétés mécaniques du béton - Retrait & fluage - Propriétés mécaniques des armatures - Enrobages et durabilité

#### 2) Flexion simple

- Règle des pivots
- Poutres rectangulaires sans armatures comprimées - Calcul ELU et vérification des contraintes à l'ELS - Adhérence et fissuration – Dimensionnement des tirants – Calcul des déformations - Dimensionnement ELS – Moment limite – Optimisation de la section - Poutres rectangulaires avec armatures comprimées - Poutres en T – Sections de forme quelconque

#### 3) Flexion composée ELU

- Analyse de la règle des pivots
- Poutre rectangulaire – Dimensionnement ELU – Dimensionnement ELS
- Optimisation ELU/ELS

#### 4) Effort tranchant

- Contraintes tangentielles – Effet des contraintes tangentielles en BA – Modèle du treillis généralisé – Efforts tranchants limites : écrasement du béton et plastification des armatures

- Effort tranchant EC2 – Calcul des sollicitations – Justification d’une section courante – Zone d’application des efforts – Justification de la bielle d’about – Liaison hourdis nervure – Poutre à talon tendu – Cisaillement le long d’une surface de reprise
- Dispositions constructives – Généralités - Dispositions minimales - Répartition des armatures d’âme – Traitement des ouvertures - Petites ouvertures - Grandes ouvertures

### 5) Torsion et poinçonnement

- Généralités
  - Préambule - Différents types de torsion - Méthodes de calcul
- Rappels de RDM
  - Notions de flux et de contraintes tangentes - Modèle du treillis spatial - Équations d’équilibre - Principes de vérification de la sécurité
- Torsion EC2
  - Hypothèses de base - Limitation de la contrainte du béton - Ferrailage transversal - Ferrailage longitudinal - Pourcentage minimal - Dispositions constructives
- Poinçonnement
  - Contours de contrôle de référence :  $u_1$  - Principe de calcul de la résistance au poinçonnement - Calcul de  $V_{Ed}$  - Vérification au droit du contour chargé - Calcul de  $V_{Rd,c}$  dans une dalle - Calcul de  $V_{Rd,c}$  dans une semelle - Cisaillement limite en présence d’armatures de poinçonnement - Exemple de calcul de poinçonnement d’une dalle

### 6) Méthode des bielles et tirants

- Introduction
  - Présentation de la méthode - De quoi s’agit-il ? - Optimisation des modèles
- Analyse avec la méthode des bielles-tirants
  - Cadre de l’analyse – Exemple type du massif de fondation sur pieux – Les bielles de béton avec ou sans traction transversale – Les tirants en acier
- Justification des nœuds
  - Nœud soumis à une compression sans tirant – nœud soumis à compression et traction avec un tirant ancré dans une seule direction - nœud soumis à compression et traction avec un tirant ancré dans plus d’une direction
  - Dispositions particulières pour les nœuds de portiques – Angle dont l’intérieur est comprimé – Angle dont l’intérieur est tendu

### 7) Poteaux – Flambement

- Introduction
  - Définitions - Comportement expérimental des poteaux soumis à de la compression centrée
- Méthode forfaitaire applicable aux poteaux en compression centrée
  - Cadre de la méthode et principe de vérification - Poteau rectangulaire - Poteau circulaire
- Flambement et effets du second ordre
  - Flambement Eulérien - Élançement et longueur de flambement - Corrections en fonction de la forme du 1er ordre
- Effets du second ordre suivant l’EC2
  - Critère d’élançement pour les éléments isolés - Imperfections géométriques - Fluage
- Méthode d’analyse
  - Méthode basée sur une rigidité nominale - Méthode basée sur une courbure nominale - Méthode générale
- Effets globaux du second ordre dans les bâtiments
- Dispositions constructives pour les poteaux
  - Armatures longitudinales - Armatures transversales
- Annexe – Intégration de la loi de Sargin – Cas de la section rectangulaire
  - Géométrie – Matériaux - Efforts internes

## Applications

### 1) Principe du béton armé

- Principe du béton armé – Les différents types d'armature - Rappels ELS & ELU - Section rectangulaire en flexion simple sans aciers comprimés – pas d'ouverture de fissures

### 2) Flexion simple

- Flexion simple : on augmente les charges pour  $A' > 0$
- Différentes classes d'environnement

### 3) Ouvertures de fissures

### 4) Sections en T

### 5) Flexion composée (2 séances)

- Flexion composée – Diagramme d'interaction - Section rectangulaire

### 6) Épures d'arrêt des barres - Contrôle des déformations

### 7) Dispositions constructives

### 8) Effort tranchant

### 9) Liaisons hourdis nervures

### 10) Torsion

### 11) Poteaux – Méthode forfaitaire

### 12) Poteaux – Méthode de Faessel

### 13) Bielles et tirants – Consoles courtes

## COMPÉTENCES VISÉES

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

En particulier

- dimensionner une structure en béton armé

## PRÉREQUIS

Cours de RDM de début d'année, en particulier concernant la flexion, l'effort normal et le cisaillement