

# Dimensionnement des structures en béton selon l'Eurocode 2

## Présentation

---

La formation courte "Dimensionnement des structures en béton selon l'Eurocode 2" vise à donner aux ingénieurs / techniciens des méthodes de calcul des structures en béton armé selon l'Eurocode 2.

## Objectifs

---

Les objectifs de la formation sont de :

- connaître les règles et concepts de la norme NF EN 1992-1-1
- comprendre et appliquer les méthodes de calcul sur la base de nombreux exemples concrets
- maîtriser ces méthodes de calculs afin de choisir la plus adaptée au projet
- identifier clairement les avancées offertes par l'Eurocode 2 par rapport au BAEL.
- redonner confiance aux ingénieurs en désacralisant l'Eurocode 2
- comprendre simplement les méthodes de calcul
- optimiser la quantité d'armature

## Infos pratiques :

---

- > **Composante** : Polytech Grenoble
- > **Type de formation** : Formation initiale / continue
- > **Lieu** : Grenoble - Saint-Martin d'Hères
- > **Contacts** :

### Responsable(s) pédagogique(s)

Damien Ricotier  
Damien.Ricotier@univ-grenoble-alpes.fr

### Contact administratif

Formation continue STS  
fc-sts@univ-grenoble-alpes.fr

## Programme

---

### Documents fournis :

- L'ouvrage "*Dimensionnement des structures en béton selon l'Eurocode 2*" est offert à chaque stagiaire
- Les powerpoints au format papier sont fournis en début de séance

### Pré-requis :

- Dimensionnement des structures au BAEL
- Résistance des matériaux

#### **Pédagogie :**

- 24h de formation réparties sur 6 semaines
- Une séance par semaine, pour permettre une assimilation durable des notions

#### **Le formateur :**

Damien Ricotier est un ingénieur ENSAIS, ancien élève de l'ENS de Cachan et agrégé de génie civil, option "Structures et ouvrages". Il enseigne depuis 10 ans la résistance des matériaux et le calcul des structures en béton armé - au BAEL puis à l'Eurocode - au département Géotechnique de Polytech Grenoble. Il est l'auteur de l'ouvrage "*Dimensionnement des structures en béton selon l'Eurocode 2*" paru en 2012 aux éditions du Moniteur et de l'article "*Etude de cas sur une poutre isostatique*" publié en 2014 aux techniques de l'ingénieur.

#### **Plan :**

##### **1. Présentation des eurocodes**

- Préambule
- Organisation
- Guide d'application des normes NF EN 1992 : FD P 18-717 du 4/12/2013 (rôle, statut, contenu)
- Lecture des eurocodes (AN, (P), NOTES, les notations, comparatif BAEL...)
- Ce qui change dans les eurocodes EC0 EC1 EC2

##### **2. Bases de calcul des structures (NF EN 1990)**

- Généralités
- Les états limites
- ELS ELU, probabilité d'occurrence
- Les actions (permanentes, variables, accidentelles)
- Valeurs de calculs des actions et cas de charges
- Combinaison d'actions (coefficient  $\psi_i$ ) et cas de charges
- Les matériaux (valeurs caractéristiques, valeur de calcul)
- Format général de vérification de constructions

##### **3. Poids volumiques, poids propres et charges d'exploitations (NF EN 1991-1-1)**

- Présentation
- Poids propres (éléments structuraux, non structuraux)
- Charges d'exploitation (catégories de surfaces, intensité des charges)

##### **4. Le béton**

- Introduction
- Résistance caractéristique, de calcul, évolution dans le temps
- Fluage (fluage à l'infini  $\varphi(\infty; t_0)$ , fluage effectif  $\varphi_{ef}$ )
- Retrait (les retraits, prise en compte dans l'EC2)
- Diagrammes contraintes-déformation (parabole, rectangle, bilinéaire, rectangulaire, Sargin)
- Modules d'élasticités ( $E_{cd}$ ,  $E_{c,eff}$ ,  $E_{cm}$ )
- Synthèse des résultats (Tab 3.1 EC2)
- Autres caractéristiques (coefficient de poisson  $\nu$ , coefficient de dilatation thermique  $\alpha$ )

## 5. L'acier

- Présentation
- Caractéristiques des aciers (classes, nuances)
- Diagrammes contrainte-déformation (caractéristique, de calcul)
- Autres caractéristiques ( $E_s$ ,  $\rho$ ,  $\alpha$ )

## 6. Durabilité et sécurité

- Durabilité
- Définition
- Conditions d'environnement et classes d'exposition (carbonatation, chlorures (sels de déverglaçage, marins), gel dégel, chimique). Spécificités des XF
  - Exemples (fondations, murs intérieurs et extérieurs, murs de soutènement, balcons, etc.)
  - Influence sur les enrobages, les classes de béton, les ouvertures de fissures, les vérifications des contraintes, etc.
- Enrobage ( $c_{nom}$ ,  $c_{min}$ ,  $\Delta c_{dev}$ , cas des bétons coulés au contact du sol)
- Sécurité
- Chaînages (intérieurs, horizontaux, verticaux)
- Section minimale d'armatures longitudinales
- Espacements courants
- Armatures de peau
- Armatures de montage
- Poussée au vide

## 7. Association acier-béton

- Adhérence (essai, contrainte d'adhérence, conditions d'adhérence)
- Ancrages (longueur d'ancrage de référence, de calcul, coefficients  $\alpha_i$ )
- Mandrins de cintrage (crochets, coudes, armatures transversales et longitudinales)
- Recouvrement de coupleurs (longueur de recouvrement de calcul, longueur minimale, coefficient  $\alpha_6$ )
- Paquets de barres

## 8. Flexion à l'ELU

- Introduction
- Modélisation de la structure (largeur de table de compression, portées utiles)
- Hypothèses et notation
- Dimensionnement des aciers longitudinaux
- Optimisations possibles (branche inclinée acier, hauteur utile)
- Sections en T
- Les pivots A, B et C

## 9. Flexion à l'ELS

- Introduction
- Calculs des contraintes (ELS caractéristique, coefficient d'équivalence  $\alpha$ , rectangulaire et en T)
- Maîtrise de la fissuration (valeurs limites, section minimale, tableaux 7.2 et 7.3, calcul de l'ouverture des fissures)
  - Limitation des flèches (valeurs limites, dispense de calcul, calcul selon l'art 7.4.3)

## 10. Effort tranchant

- Rappels de réactance des matériaux (analyse théorique sur poutre homogène, calcul des contraintes tangentées)
- Vérifications des efforts tranchants (éléments sans armatures d'effort tranchant, éléments avec, treillis Ritter-Mörsch, ferrailage minimal et espacements maximaux)
- Répartition des armatures transversales (règle du décalage et de distance à l'appui)
- Discussion du cot  $\theta$
- Conséquences sur les armatures longitudinales (biselles d'abouts et d'appuis intermédiaires, contrainte dans le béton, décalage du moment fléchissant et épure d'arrêt de barres)
- Cisaillement table-nervure des sections en T (armatures de coutures)
- Cisaillement le long des surfaces de reprise de bétonnage

## 11. Descente de charges

- Prise en compte des continuités des poutres
- Réduction de la charge d'exploitation pour grande surface
- Dégression en fonction du nombre d'étages

## 12. Dalles

- Sens de portée
- Evaluation des sollicitations
- Dispositions constructives (section minimale, espacement des armatures, arrêt des barres)
- Calcul de la résistance au poinçonnement (contour de contrôle de référence, comparaison BAEL/EC)

## 13. Poutres et dalles continues

- Rappels de résistance des matériaux : formule des 3 moments
- Cas de charges (travées paires, impaires et adjacentes à l'appui)
- Redistribution des moments fléchissants (phénomène, analyse, résolution)
- Tracé de l'épure d'arrêt des barres
- Comparaison avec le guide d'application de la norme NF EN 1992 (Caquot et forfaitaire)

## 14. Poteaux

- Charge critique d'Euler
- Élanement et longueur efficace (calcul de souplesse des liaisons, en fonction du poteau et de la poutre, dans les deux directions)
- Effet du second ordre négligés ( $\lambda_{lim}$ )
- Effets du second ordre non négligés (méthode générale, rigidité nominale, courbure nominale, et méthode simplifiée du guide d'application de la norme NF EN 1992)
- Disposition constructives (armatures longitudinales, transversales, à proximité des dalles, cas du  $\alpha_G$ )

## 15. Voiles

- Armés / non armés, critères de choix
- Calcul de l'élanement
- Sections minimales, verticales et horizontales
- Espacements, armatures en bordures des ouvertures et chaînages
- **16. Fondations superficielles**
- Généralités (enrobages, profondeurs hors gel, dimensions minimales, sections minimales)
- Méthodes de calculs des armatures (méthode des moments, des moments écrêtés, bielles et tirants) comparaison avec la méthode des bielles

