

**I.1 Introduction :**

Pour n'importe quel projet de construction, il existe divers procédés de conception et de réalisation selon les besoins et les capacités : construction en béton armé, en précontrainte, charpente en bois ou charpente métallique.

Le béton armé est le matériau le plus utilisé dans le domaine de construction car il est conforme aux règles techniques de construction et de calculs des structures, La construction des bâtiments en béton armé a connu un développement rapide; l'homme doit toujours suivre le progrès et apprendre les nouvelles techniques de construction pour améliorer le comportement des structures des bâtiments.

Cependant, le comportement voulu nécessite une étude technique qui se présente un passage obligé le processus de construction des ouvrages. Cette étude vise à mettre en application les connaissances acquises durant les cinq années de formation d'ingénieur.

Dans le présent mémoire nous allons essayer d'appliquer toutes les connaissances acquises durant notre cursus sur un projet réel. L'objectif principal sera de comprendre et de compléter les informations déjà acquises dans le domaine de génie civil, ensuite viendra le second but qui est de présenter un travail satisfaisant en vue d'obtenir le diplôme de master.

**I.2 Présentation du projet :**

Notre projet de fin d'étude consiste à dimensionner et à étudier un bâtiment(R+5) en béton armé à usage d'habitation. Ce projet est située à Tiaret qui est classée en zone de faible sismicité (zone I) d'après le règlement parasismique Algérien (RPA 99 modifié 2003).

La stabilité du bâtiment est assurée par un système à contreventements mixte.

**I.3 Dimensions du bâtiment :**

Suivant la vue en plan, les dimensions de la structure sont :

- Longueur totale .....26,80 m
- Largeur totale .....18,40 m
- Hauteur d'étage.....3.06 m
- Hauteur total du bâtiment .....18,36 m
- Hauteur de l'acrotère.....0.6 m

**I.4 Différents éléments de la structure :**

**I.4.1 Superstructure :**

**I.4.1.1 Ossature :**

La stabilité de la structure est assurée par un système structurel mixte en béton armé (portiques et murs voile).

**I.4.1.2 Planchers :**

Pour notre structure les planchers sont réalisés en type :

- Plancher à corps creux

**I.4.1.3 Escaliers :** Ils permettent l'accès d'un niveau à autre et pour faciliter le déplacement entre les étages.

**I.4.1.4 Terrasse :** Inaccessible

**I.4.1.5 Acrotère :** La terrasse étant inaccessible, le dernier niveau est entouré d'un acrotère en béton armé d'une hauteur de 60 cm.

**I.4.1.6 Maçonnerie :**

a) Les murs extérieurs sont réalisés en doubles parois en briques creuses de (15 cm ; 10 cm) séparées par un vide de 5 cm.

b) Les murs intérieurs sont réalisés en simple cloison en brique creuse de 10 cm d'épaisseur

**I.4.1.7 Revêtement :**

- Enduit en plâtre pour les plafonds.
- Enduit en ciment pour les murs extérieurs et les cloisons.
- Revêtement à carrelage pour les planchers.
- Le plancher terrasse sera recouvert par une étanchéité multicouche imperméable évitant la pénétration des eaux pluviales.

**I.4.1.7 Isolation :**

L'isolation acoustique est assurée par le vide de corps creux et la masse du plancher par contre au niveau de murs extérieurs l'isolation est assurée par le vide d'air entre les deux parois qui compose se dernier.

A noter que l'isolation thermique est assurée par les couches de liège pour le plancher terrasse.

**I.4.2 Infrastructure :****I.4.2.1 Caractéristiques géotechniques du sol :**

Dans notre étude on a considéré que le sol d'assise de la construction est un sol ferme selon le rapport géotechnique du LTPO donc on adopte :

- la contrainte du sol :  $\sigma_{sol} = 1,5$  bars pour un ancrage 2,8m
- Le poids spécifique du sol :  $\gamma = 1,8$  t/m<sup>3</sup>
- L'angle de frottement interne du sol :  $\phi = 30^\circ$ .
- La cohésion :  $C = 0$ (sol pulvérulent).
- Le site est de nature meuble donc S3

**I.5 Caractéristiques des matériaux :****I.5.1 Le béton :**

Le rôle fondamental du béton dans une structure est de reprendre les efforts de compression.

**Les matériaux composant le béton:**

On appelle béton un matériau constitué par un mélange de

**Ciment** : Le ciment joue le rôle d'un liant. Sa qualité et ses particularités dépendent des proportions de calcaire et d'argile, ou de bauxite et de la température de cuisson du mélange.

**Granulats** : Les granulats comprennent les sables et les pierrailles :

**Sables** : Les sables sont constitués par des grains provenant de la désagrégation des roches. La grosseur de ses grains est généralement inférieure à 5mm. Un bon sable contient des grains de tout calibre, mais doit avoir d'avantage de gros grains que de petits.

**Graviers** : Elles sont constituées par des grains rocheux dont la grosseur est généralement comprise entre 5 et 25 à 30 mm

Elles doivent être dures, propres et non gélives. Elles peuvent être extraites du lit de rivière (matériaux roulés) ou obtenues par concassage de roches dures (matériaux concassés).

**La composition d'un mètre cube (1 m<sup>3</sup>) de béton ordinaire est de :**

- 350 kg de ciment (CPA 325).
- 400 l de sable ( $d_g \leq 5$  mm).
- 800 l de gravillon ( $d_g \leq 25$  mm).
- 175 l d'eau de gâchage.

La fabrication de béton est en fonction de l'importance du chantier, elle peut se former soit par une simple bétonnière de chantier, soit par l'installation d'une centrale à béton. La centrale à béton est utilisée lorsque les volumes et les cadences deviennent élevés, et la durée de la production sur un site donné est suffisamment longue.

### **I.5.1.1 Résistances mécaniques du béton :**

#### **a) Résistance à la compression :**

Le béton est défini du point de vue mécanique par sa résistance à la compression à 28 jours notée  $f_{c28}$  (Le béton tendu est négligé par hypothèse).

Cette caractéristique est déterminée en laboratoire par des essais de compression sur des éprouvettes cylindriques normalisées (16cm de diamètre, 32cm de hauteur).

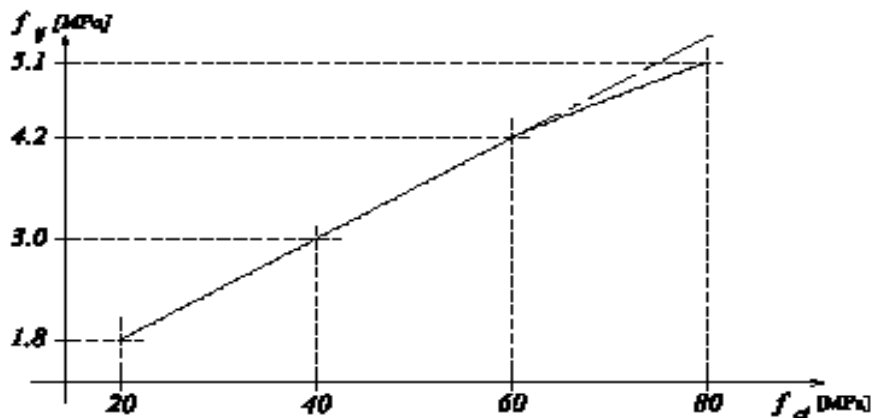
- La contrainte caractéristique du béton à la compression  $\sigma_{bc} = \frac{0,85 f_{c28}}{\gamma_b \cdot \theta}$ .

Avec :

- |   |  |
|---|--|
| { | $\gamma_b =$ Coefficient de sécurité :   |
|   | $\gamma_b = 1.5$ situation normale.  |
|   | $\gamma_b = 1.15$ situation accidentelle.  |
|   | $\theta = 1 \rightarrow$ La durée d'application des charges inférieure à 24 heures . |

**b) Résistance à la traction :**

Cette dernière est notée  $f_{ij}$  et elle est égale à :  $f_{ij} = 0,6 + 0,06f_{cj}$  ;  $f_{t28} = 0,6 + 0,06f_{c28}$ .



**Figure I.1 :** Évolution de la résistance du béton à la traction  $f_{tj}$  en fonction de celle à la compression  $f_{cj}$

**c) Méthode de calcul :**

La connaissance plus précise du comportement du matériau béton armé acquise à la suite de nombreux essais effectués dans les différents pays a permis une modification profonde des principes des méthodes de calcul et a conduit à la méthode de calcul aux états limites.

**d) Définition des états limites :**

Un ouvrage doit être conçu et calculé de manière à présenter durant toute sa durée d'exploitation des sécurités appropriées vis-à-vis : Sa ruine totale ou partielle.

D'un comportement en service susceptible d'affecter gravement sa durabilité, son aspect, ou encore le confort des usagers.

Les états limites sont classés en deux catégories :

- **État limite ultime (ELU) :**

Correspond à la perte d'équilibre Statique (basculement), rupture, flambement. C'est-à-dire :

-État limite ultime d'équilibre statique : non renversement de la structure.

-État limite ultime de résistance.

-État limite ultime de stabilité de forme : non flambement d'un poteau.

- **État limite de service (ELS) :**

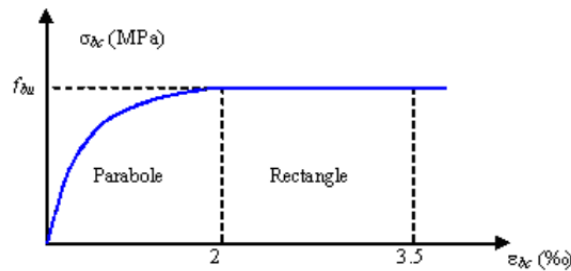
Au-delà du quels ne sont plus satisfaites les conditions normales d'exploitation et durabilité (ouvertures des fissures, déformation, excessives des éléments porteurs).

**1.5.1.2 Déformation et contrainte de calcul :****a) État limite ultime de résistance :**

Dans les calculs relatifs à l'état limite ultime de résistance on utilise pour le béton un diagramme conventionnel dit parabole- rectangle, et dans certains cas par mesure de simplification un diagramme rectangulaire.

**a.1) Diagramme parabole rectangle(B.A.E.L91modifié99.P80) :**

C'est un diagramme contraintes déformations du béton qui peut être utilisé dans le cas de E.L.U (en compression 2 ‰ et 3.5‰)

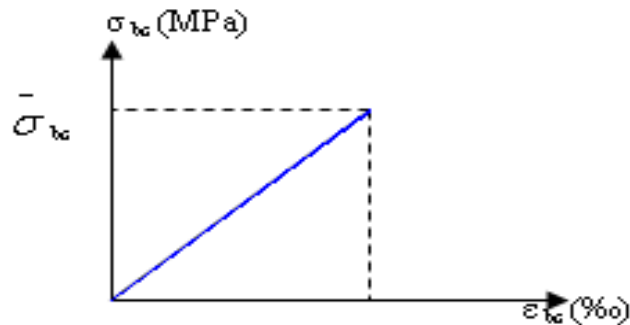


**Figure I.2 : Diagramme parabole - rectangle des Contraintes–Déformations du béton**

**b) État limite de service :**

La contrainte limite de service en compression est donnée par la formule suivante :

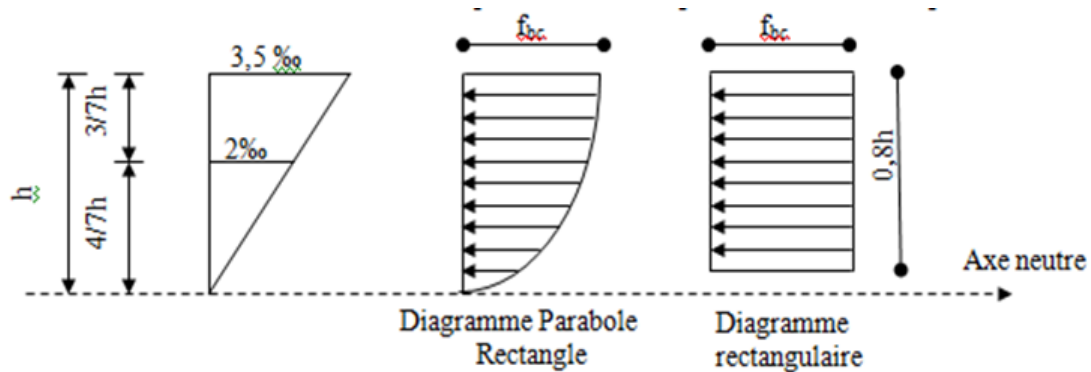
$$\sigma_{bc} = 0,6 \times f_{c28} = 0,6 \times 25 = 15 \text{ MPa.}$$



**Figure I.3 : Diagramme contrainte déformation du béton de calcul à l'ELS**

**b.1) Diagramme rectangulaire(B.A.E.L91modifié99.P81) :**

Lorsque la section est partiellement comprimée, on peut utiliser un diagramme rectangulaire simplifié.



**Figure I.4 : Diagramme rectangulaire simplifié**

### **I.5.1.3 Contrainte admissible de cisaillement :**

- Fissuration préjudiciable :  $\bar{\tau}_{ad} = \min\left(0,15 \frac{f_{c28}}{\gamma_b}, 4 \text{ MPa}\right)$ .

- Fissuration peut nuisible :  $\bar{\tau}_{ad} = \min\left(\frac{0,2 f_{c28}}{\gamma_b}, 5 \text{ MPa}\right)$ .

Contrainte ultime de cisaillement :  $\tau_u = \frac{T_u}{b_0 \cdot d}$ .

Avec :

$T_u$  : Effort tranchant ;  $b_0$  : Largeur de la pièce ;  $d$  : Hauteur utile de la pièce.

La contrainte limite de cisaillement est limitée par :  $\tau_u \leq \bar{\tau}_{ad}$ .

### **I.5.1.4 Module de déformation longitudinal du béton :**

#### **a) Module de déformation instantanée :**

Sous des contraintes normales d'une durée d'application inférieure à 24h, le module de déformation instantanée  $E_{ij}$  du béton âgé de j jour égal à :

$$E_{ij} = 11000 \sqrt[3]{f_{cj}} = 11000 \sqrt[3]{25} = 32164,19 \text{ MPa}$$

#### **b)-Module de déformation différée :**

$$E_{vj} = 3700 \sqrt[3]{f_{cj}} = 3700 \sqrt[3]{25} = 10818,86 \text{ MPa}$$

La déformation totale vaut environ trois fois la déformation instantanée

### **I.5.1.5 Coefficient de poisson :**

Ce dernier représente le rapport entre les déformations longitudinales et les déformations transversales et il est noté «  $\nu$  ».

Le **C.B.A93** donne deux valeurs pour ce coefficient selon les états limites.

$\nu = 0,2$ . Pour ELS.

$\nu = 0$ . Pour ELU.

### I.5.2. Acier :

L'acier est un alliage du fer et du carbone en faible pourcentage, leur rôle est de résister les efforts de traction, de cisaillement et de torsion.

Les aciers pour béton armé sont ceux de :

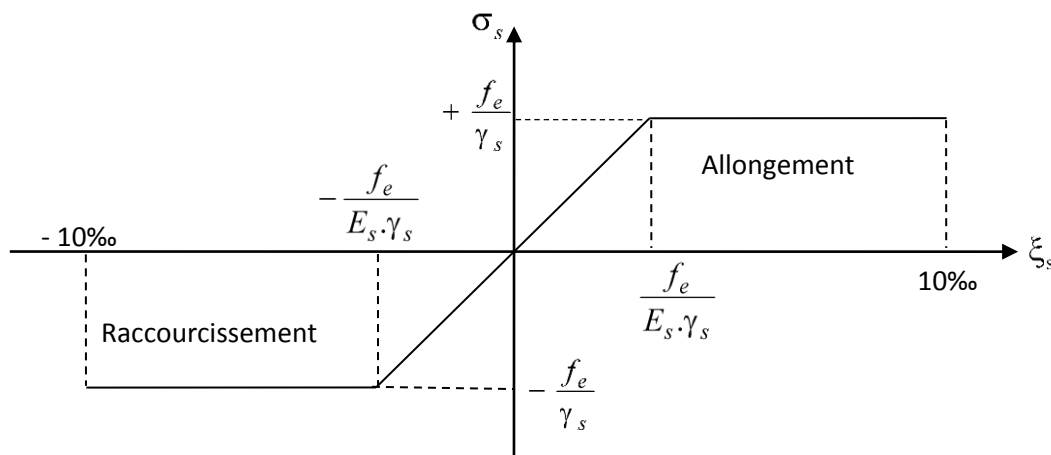
- Nuance douce pour 0,15 à 0,25% de carbone.
- Nuance mi- dure et dure pour 0,25 à 0,40% de carbone.
- Dans la pratique en utilisé les nuances d'acier suivantes :
- Acier naturel Fe E215 Fe E235
- Acier à haute adhérence Fe E400, Fe E500
- Treillis soudés de maille 150 x 150 mm<sup>2</sup> avec  $\Phi = 3,5$ mm
- Le caractère mécanique servant de base aux justifications est la limite d'élasticité.
- Le module d'élasticité longitudinal de l'acier est pris égale à :  $E_s = 200\ 000$  MPa.

#### **Diagramme déformation contrainte de calcul : $\sigma_s = f(\varepsilon_{\infty})$**

Dans les calculs relatifs aux états limites, on introduit un coefficient de sécurité  $\gamma_s$  qui a les valeurs suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_s = 1,15 ; \text{ Cas générale, on a } \sigma_s = 348 \text{ MPa} \\ \gamma_s = 1,00 ; \text{ Cas accidentelles, on a } \sigma_s = 400 \text{ MPa} \end{array} \right.$$

Pour notre cas on utilise des aciers FeE400.



**Figure I-5: Diagramme contraintes - déformations de l'acier.**



**1.5.2.2 Contraintes limites :**

**a- Contrainte à l'état limite ultime ELU :**

$\sigma_s = f_e / \gamma_s$ . Avec :

- $f_e$  : limite d'élasticité garantie.
- $\gamma_s$  : coefficient de sécurité de valeur :
  - 1 situation accidentelle
  - 1,5 situation normale.

**b -Contrainte à l'état limite de service ELS :**

La contrainte de traction des armatures est limitée selon le cas des fissurations on distingue :

- Fissuration peut préjudiciable : pas de limite aucune vérification exigée.
- Fissuration préjudiciable :  $\bar{\sigma}_s = \xi = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e ; \max \left( 0,5 \cdot f_e ; 110 \sqrt{\eta \cdot f_{tj}} \right) \right\}$ .
- Fissuration très préjudiciable :  $\bar{\sigma}_s = 0,8 \xi$ .

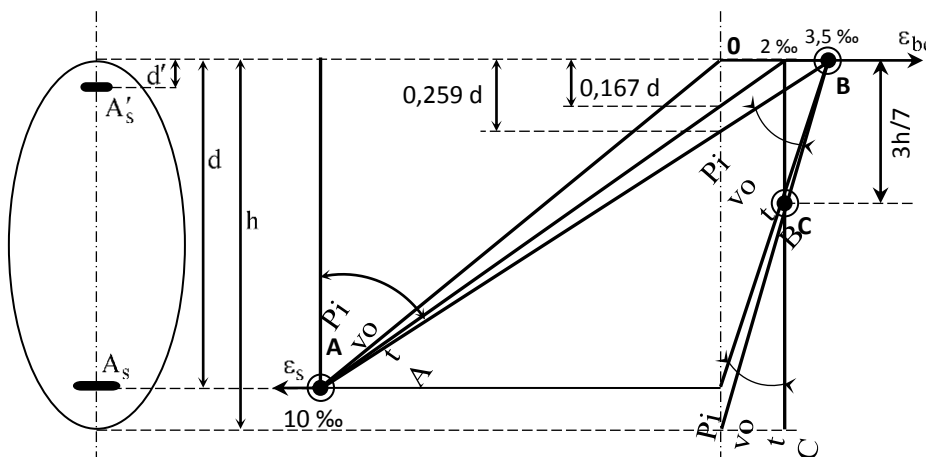
- $\eta = 1$  : pour les ronds lisses.
- $\eta = 1,6$  : pour les armatures à haute adhérence.

**Diagramme des déformations limites de la section :**

**Règle des trois pivots :**

Le problème consiste à trouver les positions limites du diagramme des déformations d'une section de sorte qu'aucune des déformations limites précédemment ne soit pas dépassée.

La section étant sollicitée, à l'ELU, selon les différents types de sollicitations normales qui sont : la traction pure, la traction excentrée, la flexion simple, la flexion composée, la compression pure.



**Figure I-6 : La règle des trois pivots.**