

## **I.1-Introduction :**

Ce chapitre présente d'une manière générale le contexte de travail et les objectifs de notre projet de fin d'études.

## **I.2-Présentation de l'ouvrage :**

Le projet consiste à l'étude et le calcul des éléments résistants d'un bâtiment(R+10) à usage d'habitation constitué de :

- Un rez-de-chaussée (RDC) au 10ème étage à usage d'habitation.

.Le bâtiment sera implanté à TISSEMSILT classé comme une zone de moyenne sismicité (zone IIa) d'après le règlement parasismique algériennes (RPA 99) modifié en 2003.

## **I.2-1-Caractéristiques géométriques:**

### **1.a Dimensions en élévation :**

Hauteur totale du bâtiment ..... H = 33,66 m

Hauteur du RDC..... h =3,06 m

Hauteur d'étage courant ..... h = 3,06 m

### **1.b Dimensions en plans:**

Longueur totale .....  $L_{long} = 28,60$  m

Largeur totale.....  $L_{trans} = 18,50$  m

Le projet est composé d'un seul bâtiment barre en R + 10 en béton armé comportant :

- un types de logements : F3
- Le RDC et étages courants sont à usage d'habitation

## **I.2-2-Données du site :**

Le bâtiment est implanté dans une zone classée par le RPA 99/version 2003 comme zone de moyenne sismicité (zone IIa).

- ❖ Le site est considéré comme site d'agressivité modérée.
- ❖ Contrainte admissible du sol  $\sigma_{sol} = 1,5$  bars.

## **I.3-Différents éléments de la structure:**

### **I.3-1-Superstructure :**

#### **Planchers :**

Il y a deux types de Plancher dans notre bâtiment :

Plancher à corps creux pour RDC et les étages courants.

Plancher en dalle pleine pour la dalle de l'ascenseur.

### Maconneries :

Les murs de notre structure seront exécutés en brique creuse :

**-Murs extérieurs :** Ils sont constitués d'une double cloison de 30 cm d'épaisseur. Brique creuse de 15 cm d'épaisseur pour les parois externes du mur, lame d'air de 5 cm d'épaisseur et brique creuse de 10 cm d'épaisseur pour les parois internes du mur.

**-Murs intérieurs :** Ils sont constitués par une cloison de 10 cm d'épaisseur qui sert à séparer deux services.

### Escalier :

Ils servent à relier les niveaux successifs et à faciliter les déplacements inter étages. Notre structure comporte un seul type d'escaliers, c'est un escalier multi volet droit perpendiculaires entre elles.

### Ascenseur :

C'est un appareil automatique élévateur installé, comportant une cabine dont les dimensions et la constitution permettant l'accès des personnes et de matériels.

### Revêtement :

Enduit en ciment pour le sous plafond.

Enduit en ciment pour les faces extérieures des murs de façade, et en plâtre pour les murs intérieurs.

Carrelage pour les planchers et les escaliers.

### Terrasse :

Il existe un seul type de terrasses : Terrasse inaccessible.

### I.3-2-L'infrastructure :

Suivant les résultats des essais de laboratoire et des essais in situ, la structure projetée peut être posée sur des fondations superficielles de type radié général.

Capacité portante  $\sigma_{sol} = 1,5$  bars pour d'ancrage  $D = 3.00$ m.

L'angle de frottement interne du sol  $\Phi = 30^\circ$ .

Le site est de nature meuble donc S3.

## I.4- Caractéristique des matériaux :

### I.4-1- Béton :

Le béton est un mélange composé de :

Ciment, eau, granulats et souvent des adjuvants pour constituer un mélange homogène. Le mélange du béton doit respecter des rapports bien définis ;

Ce matériaux résiste bien à la compression mais n'assure pas une bonne résistance à la traction ou au cisaillement.

La composition d'un mètre cube de béton est la suivante :

- 350 kg de ciment CM1/II A 42 ,5
- 400kg de sable  $C_g < 5\text{mm}$ .
- 800kg de gravillons 3/8 et 15/25.
- 175L d'eau de gâchage.

La masse volumique de béton armé est de  $2,50\text{t/m}^3$

### 1.1- Résistances mécaniques du béton :

**1. a - Résistance à la compression:** La résistance caractéristique à la compression du béton  $f_{cj}$  à jours d'âge est déterminée à partir des essais sur des éprouvettes normalisées de 16 cm de diamètre et de 32cm de hauteur.

1. Pour des résistances  $f_{c28} \leq 40\text{MPa}$  :

$$\begin{cases} F_{cj} = \frac{j}{4.76 + 0.83j} f_{c28} & \text{si } j < 28\text{jours} \\ F_{cj} = 1.1 f_{c28} & \text{si } j > 28\text{jours} \end{cases}$$

2. Pour des résistances  $f_{c28} > 40\text{MPa}$  :

$$\begin{cases} F_{cj} = \frac{j}{1.4 + 0.95j} f_{c28} & \text{si } j < 28\text{jours} \\ F_{cj} = f_{c28} & \text{si } j > 28\text{jours} \end{cases}$$

## 1. b- Résistance à la traction :

La résistance caractéristique à la traction du béton à j jours, notée  $f_{tj}$ , est conventionnellement définie par les relations :

$$\begin{cases} f_{tj} = 0,6 + 0,06f_{cj} & \text{si } f_{c28} \leq 60\text{Mpa} \\ f_{tj} = 0,275(f_{cj})^{2/3} & \text{si } f_{c28} > 60\text{Mpa} \end{cases}$$

## I.5-Déformation et contraintes de calcul :

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

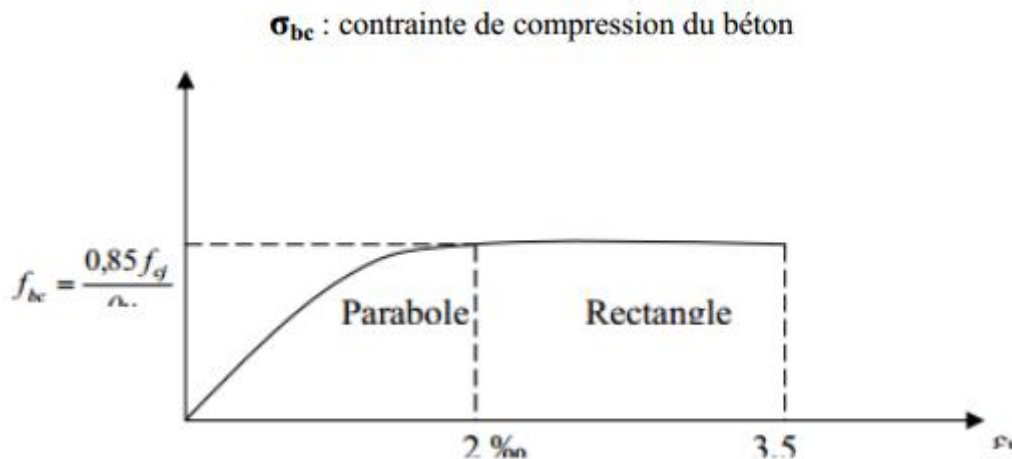
- Sa ruine totale ou partielle.
- Du comportement en service susceptible d'affecter gravement sa durabilité, son aspect, ou encore le confort des usagers.

### I.5.1-Etat limite 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.

### I.5.2-Diagramme parabole rectangle :

C'est un diagramme de contraintes déformations du béton qui peut être utilisé dans le cas de ELU (en compression 2 ‰ et 3,5‰)(BAEL 91 révisée 99.p25)



**Figure I-1 : Diagramme parabole-rectangle des contraintes-Déformations du béton**

$\sigma_{bc}$ : contrainte de compression du béton

$\epsilon_{bc}$ : Déformation du béton en compression.

$f_{bc}$ : contrainte de calcul pour  $2‰ \leq \epsilon_{bc} \leq 3,5‰$

$f_{cj}$  : résistance caractéristique à la compression du béton à « j » jours.

$\gamma_b$ : coefficient de sécurité.

$\gamma_b = 1,5$  cas général.

$\gamma_b = 1,15$  cas accidentel.

D'où la contrainte  $\sigma_{bc}$  est en fonction de son raccourcissement.

$$0 \leq \varepsilon_{bc} \leq 2\text{‰} \rightarrow \sigma_{bc} = 0,25 f_{bc} \times 103 \varepsilon_{bc} (4 - 103 \times \varepsilon_b)$$

$$2\text{‰} \leq \varepsilon_{bc} \leq 3,5\text{‰} \rightarrow \sigma_{bc} = f_{bc}$$

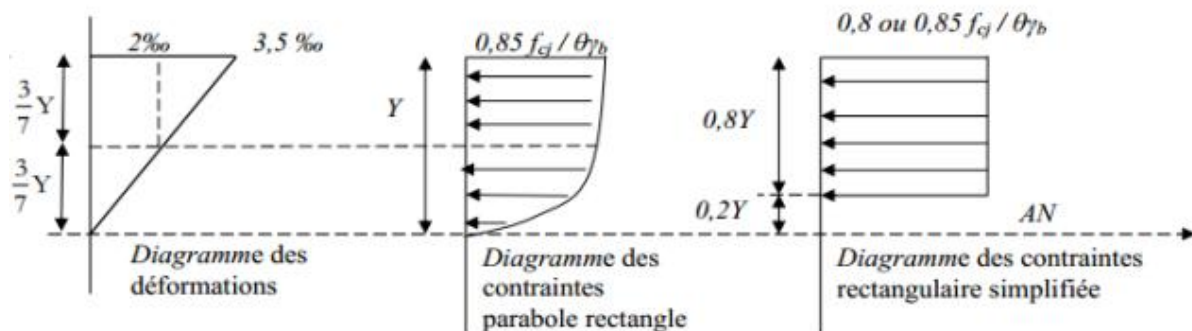
$\theta$ : Coefficient d'application (**BAEL 91 révisée 99.p26**)

**Tableau I-1 : Coefficient d'application**

$\theta$	Durée d'application
1	>24 h
0,9	1h ≤ durée ≤ 24h
0,85	<1h

**I.5.3-Diagramme rectangulaire :**

Lorsque la section est partiellement comprimée, on peut utiliser un diagramme rectangulaire simplifié. (**BAEL91 révisée 99.p26**)



**Figure I-2 : Diagramme rectangulaire simplifié**

- Sur une distance de 0,2 y compté à partir de l'axe neutre la contrainte est nulle.
- Sur la distance restante 0,8 y la contrainte a pour valeur
- $0,85 \times f_{cj} / (\gamma_b \times \theta)$  pour les zones comprimées dont la largeur est croissante ou constante vers les fibres les plus comprimées.
- $0,8 \times f_{cj} / (\theta \times \gamma_b)$  pour les zones comprimées dont la largeur est décroissante ou constante vers ces mêmes fibres.

## **I.5.4-Contrainte admissible de cisaillement :**

D'après le **BAEL 91 révisée 99.p36** on a :

$\tau_u = \text{Min} (0,2f_{cj} / \gamma_b, 5\text{MPa})$  Fissuration peu préjudiciable.

$\tau_u = \text{Min} (0,15f_{cj} / \gamma_b, 4\text{MPa})$  Fissuration préjudiciable ou très préjudiciable.

La contrainte ultime de cisaillement dans une pièce en béton est définie par rapport à l'effort tranchant ultime  $T_u$ .

$$\tau_u = \frac{T_u}{bd}$$

Avec  $b$  : largeur de la pièce.

$d$  : hauteur utile.

## **I.5.5-Module de déformation longitudinale du béton :**

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

Sous des contraintes normales d'une durée d'application inférieure à 24h. On admet qu'à l'âge de «  $j$  » jours le module de déformation longitudinale instantanée du béton  $E_{ij}$  est égale à :

$E_{ij} = 11000 \sqrt[3]{f_{cj}}$  avec  $E_{ij}$  et  $f_{cj}$  en MPa (**B.A.E.L 91 révisée 99.p13**)

Pour  $f_{c28}=25\text{Mpa}$ ..... $E_{i28}=32164.20\text{MPa}$

### **b. Module de déformation différée:**

Sous des contraintes de longue durée d'application on admet qu'à l'âge de «  $j$  » jours le module de déformation longitudinal différée du béton  $E_{vj}$  est donné par la formule:

$E_{vj} = 3700 f_{cj} \times 1/3$  avec  $E_{vj}$  et  $f_{cj}$  en MPa (**B.A.E.L 91 révisée 99.p13**)

Pour  $f_{c28}=25\text{Mpa}$   $E_{v28}=10818.90\text{MPa}$

## **I.5.6-Coefficient de poisson :**

$$\nu = (\Delta d / d) / (\Delta L / L)$$

Avec  $(\Delta d / d)$  : déformation relative transversale.

$(\Delta L / L)$  : déformation relative longitudinale.

D'après le (**BAEL 91 révisée 99.p13**) Il est pris égale à :

$\nu = 0,2$  pour ELS (béton non fissuré).

$\nu = 0,0$  pour ELU (béton fissuré).

## I.6-Les aciers :

Le matériau acier est un alliage Fer+Carbone en faible pourcentage. 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.

Les aciers utilisés pour le béton armé sont:

- Le rond lisse ( $\phi 6$  ;  $\phi 8$  ;  $\phi 10$ ).
- Les barres à hautes adhérence (HA12 ; HA14 ; HA16 ....)
- Treillis soudés de maille  $150 \times 150 \text{ mm}^2$  avec  $\phi = 3.5 \text{ mm}$ .

## I.7-Diagramme déformation -contrainte de calcul:

Dans les calculs relatifs aux états limites, on introduit un coefficient de sécurité  $\gamma_s$  qui a les valeurs suivantes (BAEL 91 révisée 99.p24) :

$\gamma_s = 1,15$  cas général.

$\gamma_s = 1,00$  cas des combinaison accidentelles.

Pour notre cas on utilise des aciers FeE400.

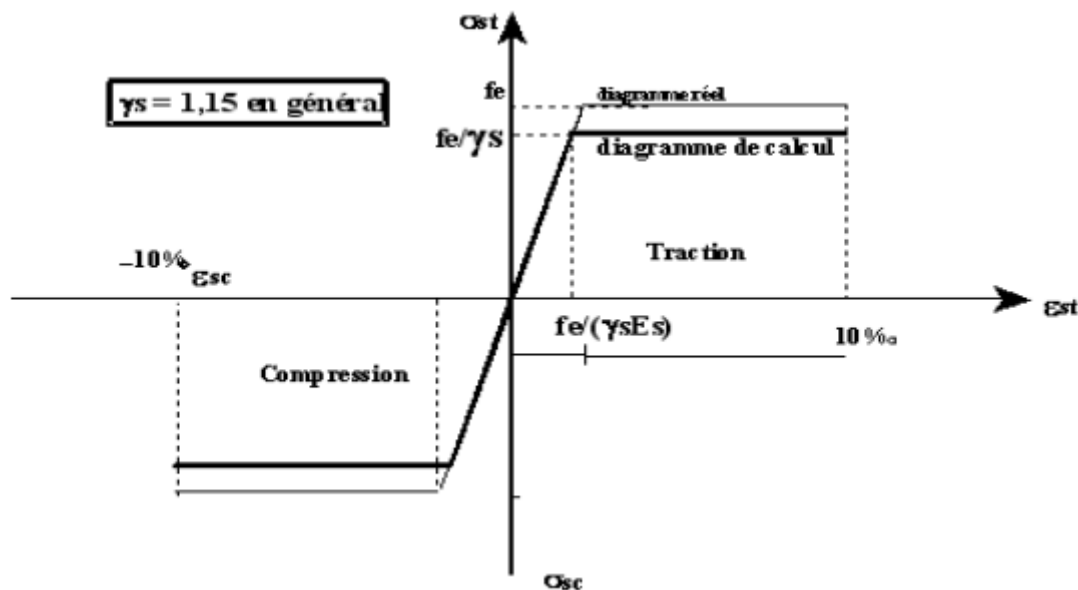


Figure I-3 : Diagramme Contrainte-Déformation d'acier

## I.8-Contrainte limite de traction des armatures :

D'après le BAEL 91 révisée 99.p32 :

- Fissuration peu préjudiciable  $\leq f_e$  pas de limitation.
- Fissuration préjudiciable  $= \min ((3/2)f_e; 110\sqrt{\eta * f_{tj}})$ .
- Fissuration très préjudiciable  $= \min (0,5f_e; 90\sqrt{\eta * f_{tj}})$ .

$\eta$  : coefficient de fissuration.

$\eta = 1$  : pour des ronds lisses(RL).

$\eta = 1,6$  : pour les hautes adhérences avec  $\Phi \geq 6$  mm (HA).

a. Poids volumique :

D'après le **DTR p35** :

- Béton armé :  $\gamma_b = 25 \text{KN /m}^3$
- Béton non armé :  $\gamma_b = 22 \text{KN /m}^3$
- Acier :  $\gamma_b = 78,5 \text{KN /m}^3$

### **I.9-Etats limites:**

Suivant les règles **B.A.E.L** on distingue deux états de calcul :

- Etats limites ultimes de résistance .....E.L.U.R
- Etats limites de service.....E.L.S

### **I.9.1-E.L.U.R:**

Il consiste à équilibrer entre les sollicitations d'action majorées et les sollicitations résistantes calculées en supposant que les matériaux atteignent les limites de rupture minorées, ce qui correspond aux règlements parasismiques Algériens **R.P.A99 (version 2003)**.

On doit par ailleurs vérifier que l'E.L.U.R n'est pas atteint en notant que les actions sismiques étant des actions accidentelles.

### **1.1- Hypothèse de calcul :**

- Les sections planes avant déformation restent planes après déformation.
- Pas de glissement relatif entre les armatures et le béton.
- La résistance du béton à la traction est négligée (a cause des fissurations).
- Le raccourcissement du béton est limité à :
  - $\epsilon_{bc} = 2\text{‰}$  en flexion composée.
  - $\epsilon_{bc} = 3,5\text{‰}$  en compression simple. (**BAEL 91 révisée 99,p24**)
- L'allongement de l'acier est limité à  $\epsilon_s = 10\text{‰}$ .

### **1.2- Règle des trois pivots :**

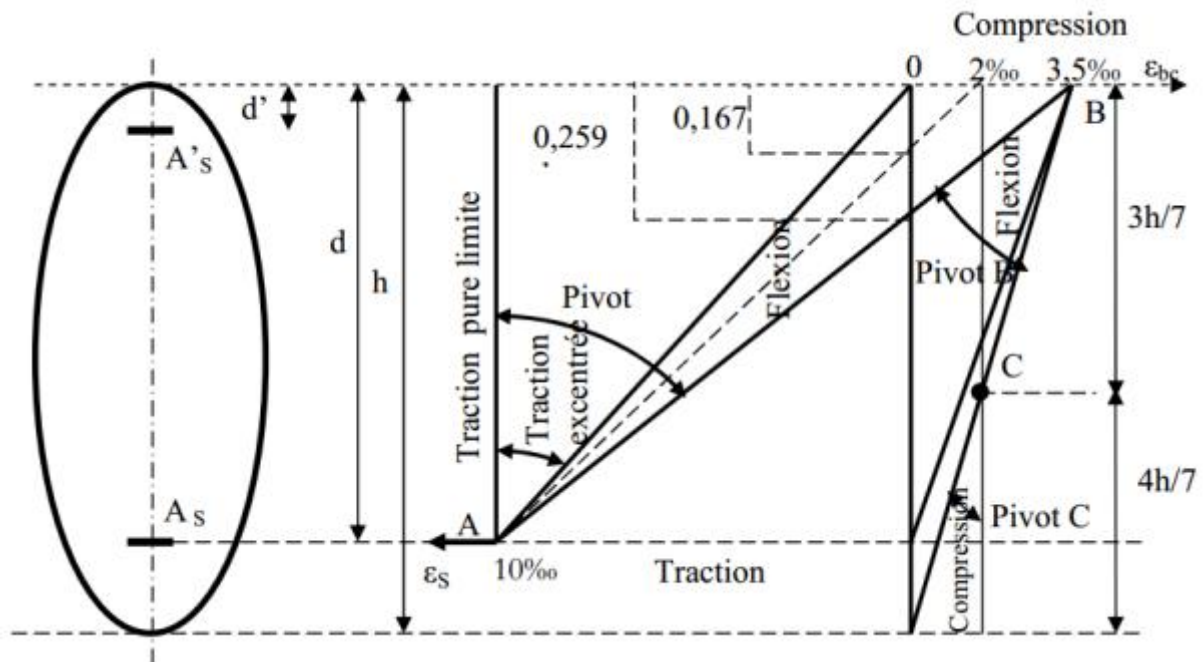
En fonction des sollicitations normales, la rupture d'une section en béton armé peut intervenir :

- par écrasement du béton comprimé.
- par épuisement de la résistance de l'armature tendue.

Les positions limites que peut prendre le diagramme des déformations sont déterminées à partir des déformations limites du béton et de l'acier.



La déformation est représentée par une droite passant par l'un des points A,B ou C appelées pivots (**BAEL 91 révisée 99,p25**)



**Figure I-4 : Diagramme des déformations limites de la section : règle des trois pivots**

- En résumé :
  - **Pivot A** : Traction simple ou composée, flexion avec état limite ultime atteint dans l'acier.
  - **Pivot B** : Flexion avec état limite ultime atteint dans béton.
  - **Pivot C** : Compression simple ou composée.

### **I.9.2-E.L.S:**

Il consiste à l'équilibre des sollicitations d'actions réelles (non majorée) et les sollicitations résistance dépassant des contraintes limites.

### **2.1- Hypothèse de calcul**

- Les sections droites restent planes.
- Il n'y a pas de glissement relatif entre les armatures et le béton.
- Le béton tendu est négligé.
- Les contraintes sont proportionnelles aux déformations.

$$\sigma_{bc} = E_b \times \epsilon_{bc} ; \sigma_s = E_s \times \epsilon_s$$

- Par convention (n) correspond au rapport du module d'élasticité longitudinal de l'acier à celui du béton.

$$n = E_s / E_b = 15 \text{ « coefficient d'équivalence ». (BAEL 91 révisée 99,p28)}$$

### **I.10-Sollicitations de calcul vis-à-vis des états limites :**

#### **a. Etat limite ultime :**

Les sollicitations de calcul sont déterminées à partir de la combinaison d'action suivante :

$$1,35 G + 1,5 Q(\text{CBA 93 p117})$$

#### **b. Etat limite de service :**

Combinaison d'action suivante :  $G + Q$

Le **RPA 99version 2003 P 53** a prévu des combinaisons d'action suivantes :

$$G + Q \pm E \quad \text{avec} \quad G: \text{charge permanente.}$$

$$G + Q \pm 1,2 E \quad \text{avec} \quad Q : \text{charge d'exploitation.}$$

$$0,8 G \pm E \quad \text{avec} \quad E : \text{effort de séisme.}$$