

I-1-Introduction générale :

Bâtir a toujours été l'un des premiers soucis de l'homme et l'une de ses occupations majeurs. A ce jour, la construction connaît un grand développement dans la plus part des pays ; Cependant, si le métier de construire peut être considéré parmi les plus anciens Exercés par l'homme, il faut reconnaître qu'il leur a fallu au cours des dernières décades, s'adapter pour tenir compte de l'évolution des constructions, mais surtout des nouvelles techniques qui permettent une fiabilité maximum de la structure vis-à-vis des aléas naturels Tel que les vents et les séismes. Cette étude offre à nous la mise en application de tous ce qu'on a vue durant Le cycle de formation afin d'être capable de calculer et concevoir de manière à ce qu'elle reste apte à l'utilisation pour laquelle elle a été prévue, compte tenu de sa durée de vie envisagée et de son coût :

- Elle ne doit pas être endommagée par des événements, tels que : les explosions, les chocs ou autre phénomène.
- Elle doit résister à toutes les actions et autres influences susceptibles de s'exercer aussi bien pendant l'exécution que durant son exploitation, Et a une durabilité suffisante en termes de coûts d'entretien.

Ce travail sera effectué comme suite :

- Une étude de charge et une étude préliminaire du pré-dimensionnement des éléments horizontaux (poutres; chaînages et plancher) et des éléments verticaux (poteaux, murs voiles périphérique).
- Calcul complet et détaillé des différents éléments non structuraux (acrotère, balcon, escalier, ascenseur).
- une étude sismique est effectuée pour trouver les caractéristiques dynamiques du bâtiment et calculer les efforts engendrés par cette sollicitation.
- Ferrailage des voiles de contreventements et voile périphérique
- Etude des différents éléments de l'infrastructure (semelles isolées, semelles filantes ou radier général).

Dans le cadre de cette étude, on a va utiliser le logiciel de calcul ETABS V9.6.0 pour faire le calcul dynamique des éléments structuraux. Les efforts engendrés dans le bâtiment sont utilisés pour ferrailer les éléments résistants suivant les combinaisons et les dispositions constructives exigées par le CBA93 et le RPA99/version2003. Donc le problème posé est comment peuvent assurer la résistance et la stabilité de notre construction aux différentes effets sans oublier le coté économique ?

I-2-Présentation de l'ouvrage :

Le présent travail est une étude technique d'une structure en béton armé à contreventement mixte (voiles-portiques) à usage d'habitation c d'un réez de chaussée et de 08 étages et présente une régularité en plan et en élévation

Cet ouvrage sera implanté à la wilaya de chlef classée selon le **(RPA99/V2003)** comme étant :

- comme une zone de forte sismicité (Zone III).

- L'ouvrage appartient au groupe d'usage 2.
- Le site est considéré comme un site meuble (S3).
- La contrainte admissible du sol $\sigma = 2$ bars.

I-2-1-Caractéristique géométrique (dimensions des plans) :

Tableau-I-1- dimensions des plans

En plan	Dimensions [m]
Longueur total du bâtiment	30.40 m
Largeur total du bâtiment	12.59

En élévation	Dimensions [m]
Hauteur total du bâtiment	27.88
Hauteur du R.D.C	3,40
Hauteur des étages courants (1^{ier} – 8^{ème})	3,06
Hauteur d'acrotère	0,76

I-2-2-Ossature et système constructif adopté :

I-2-2-1 Ossature :

La stabilité de la structure est assurée par une ossature à contreventement mixte

I-2-2-2-Planchers :

Les planchers adoptés pour notre structure sont des planchers à corps creux (Pour tous les niveaux.) :

Ils sont constitués d'une dalle de compression coulée sur place et des poutrelles préfabriquées en béton armé ou coulées sur place.

I-2-2-3-Escaliers :

Les escaliers sont des éléments constitués d'une succession de gradins permettant le passage entre les différents niveaux d'un bâtiment, dans notre cas on distingue type d'escalier, a trois volées, le 2eme volée à marche consol.

I-2-2-4-Maçonnerie :

Les murs extérieurs sont faits en doubles cloisons en brique de 15 cm et 10cm d'épaisseur avec un vide d'air de 5cm; les cloisons sont faites en simples cloisons en brique de 10 cm d'épaisseur.

I-2-2-5-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-2-2-6-Acrotères :

La terrasse étant inaccessible, le dernier niveau est entouré par un acrotère en béton armé d'une hauteur variant entre 60 cm et 100 cm et de 10cm d'épaisseur.

I-2-2-7-Cage d'ascenseur :

L'ascenseur est un appareil élévateur permettant le déplacement vertical et l'accès aux différents niveaux du bâtiment, il se constitue principalement de la cabine et de sa machinerie, elles sont confinées dans un noyau ouvert nommé cage d'ascenseur.

I-2-2-8-Isolation :

- L'isolation acoustique est assurée par la masse du plancher et par le vide d'air des murs extérieurs.
- L'isolation thermique est assurée par les couches de liège pour les planchers terrasses; et par le vide d'air pour les murs extérieurs.

I-2-3-Caractéristiques géotechniques du sol :

Le sol d'assise de la construction est un sol meuble d'après le rapport du laboratoire de la mécanique des sols,

- La contrainte du sol est $\sigma_{\text{sol}} = 2,00$ bars pour un ancrage $D = 1,80$ m.
- Le poids spécifique de terre $\gamma = 1,80$ t / m³.
- L'angle de frottement interne du sol $\varphi = 30^\circ$.

I-3-Caractéristiques mécaniques des matériaux :

Les caractéristiques des matériaux utilisés dans la construction seront conformes aux règles techniques de conception et de calcul des structures en béton armé le règlement du béton armé aux états limites BAEL 91, ainsi que le règlement parasismique Algérien RPA 99/2003 .

I-3-1-Le Béton :

Le béton est un matériau constitué par le mélange de ciment, granulats (sables, gravillons) et de l'eau de gâchage. Le béton armé est obtenu en introduisant dans le béton des aciers (armatures) disposés de manière à équilibrer les efforts de traction.

Le béton armé utilisé dans la construction des ouvrages doit être conforme aux normes et règles techniques de conception et du calcul des structures (B.A.E.L.91, CBA 93 et R.P.A 99 V.2003).

La composition d'un mètre cube (m³) de béton courant est défini comme suit :

- 350 Kg de ciment CPJ42.5
- 400 L de sable $d_g \leq 5$ mm
- 800 L de gravillons $d_g \leq 25$ mm
- 175 L d'eau de gâchage.

La préparation du béton (malaxage) se fait mécaniquement à l'aide d'une bétonnière
Ou d'une centrale à béton.

La réalisation d'un élément d'ouvrage en béton armé, comporte les 4 étapes suivantes :

- La mise en place d'un coffrage (moule) en bois ou en métal.
- La mise en place du ferrailage (armatures) dans le coffrage.
- Le coulage du béton dans le coffrage.
- Décoffrage ou démoulage après durcissement suffisant du béton.

Les principaux avantages du béton armé sont:

- **Economie:** Le béton est plus économique que l'acier pour la transmission des efforts de compression. Son association avec des armatures en acier lui permet de résister à des efforts de traction importants.

- **Souplesse des formes:** Elle résulte de la mise en œuvre du béton dans les coffrages auxquels on peut donner toutes les sortes de formes.

- **Résistance aux agents atmosphériques:** elle est assurée par un enrobage correct et suffisant des armatures et une compacité convenable du béton.

- **Résistance au feu** : le béton armé résiste dans les bonnes conditions aux effets des incendies.

- **Les inconvénients du béton armé sont** :

La fissuration constitue un handicap majeur pour le béton armé, particulièrement le retrait et le fluage qui constituent des Inconvénients difficile cernés.

I-4-Résistance mécanique :

a- Résistance caractéristique à la compression :

Le béton est caractérisé par sa bonne résistance à la compression, cette dernière, elle est donnée à "j" jour en fonction de la résistance à 28 jours par les formules suivantes :

$$\begin{cases} f_{c28} \leq 40 \text{ MPa} \rightarrow f_{cj} = \frac{j}{4.76 + 0.83j} \times f_{c28} \\ f_{c28} \geq 40 \text{ MPa} \rightarrow f_{cj} = \frac{j}{1.40 + 0.95j} \times f_{c28} \end{cases}$$

- Pour : 28 jours < j < 60 jours : $f_{cj} = f_{c28}$

- Pour : $j \geq 60$ jours : $f_{cj} = 1,1$

- Pour notre étude, on prend : $f_{c28} = 25 \text{ Mpa}$

b - Résistance caractéristique à la traction :

La résistance caractéristique à la traction du béton à "j" jours est conventionnellement

Définie par la relation: $f_{tj} = 0,6 + 0,06 f_{cj}$

Donc pour $f_{c28} = 25 \text{ Mpa}$; $f_{t28} = 2,1 \text{ Mpa}$

c - Méthode de calcul:

Définition des états limitent:

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

- De sa ruine ou de celle de l'un de ses éléments.

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

I-4-1-Les états limites :

Sont classés en deux catégories:

a-Etat limite ultime (E.L.U) :

Il correspond à la perte d'équilibre statique (basculement), à la perte de stabilité de forme (flambement) et surtout à la perte de résistance (rupture) qui conduit à la ruine de l'ouvrage.

b-Etat limite de service (E.L.S):

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

I-4-2Définition des contraintes de calcul :**a- 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.

b- Diagramme parabole-rectangle :

C'est un diagramme déformations - contraintes du béton qui peut être Utilisé dans tous les cas

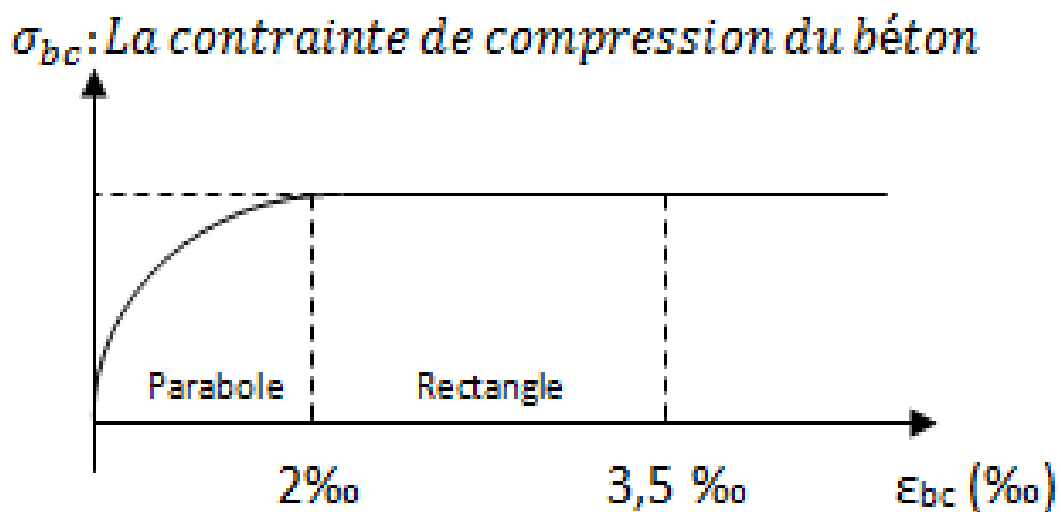


Figure-I-1-Diagramme parabole-rectangulaire (idéalisé).

Avec:

ϵ_{bc} : Déformation du béton en compression ;

f_{bc} : Contrainte de calcul pour $2\text{‰} < \epsilon_{bc} < 3,5\text{‰}$;

f_{cj} : Résistance caractéristique à la compression du béton à "j" jours ;

γ_b :Coefficient de sécurité ;

$\gamma_b = 1,5$ cas générale ;

$\gamma_b = 1,15$ cas de combinaisons accidentelles ;

Le coefficient de minoration 0,85 tient compte de l'influence défavorable de la durée d'application des charges et des conditions de bétonnage vis-à-vis des résistances caractéristiques obtenues par essais sur éprouvettes.

c - Diagramme rectangulaire :

Utilisé dans le cas où la section considérée est partiellement comprimée en flexion simple.

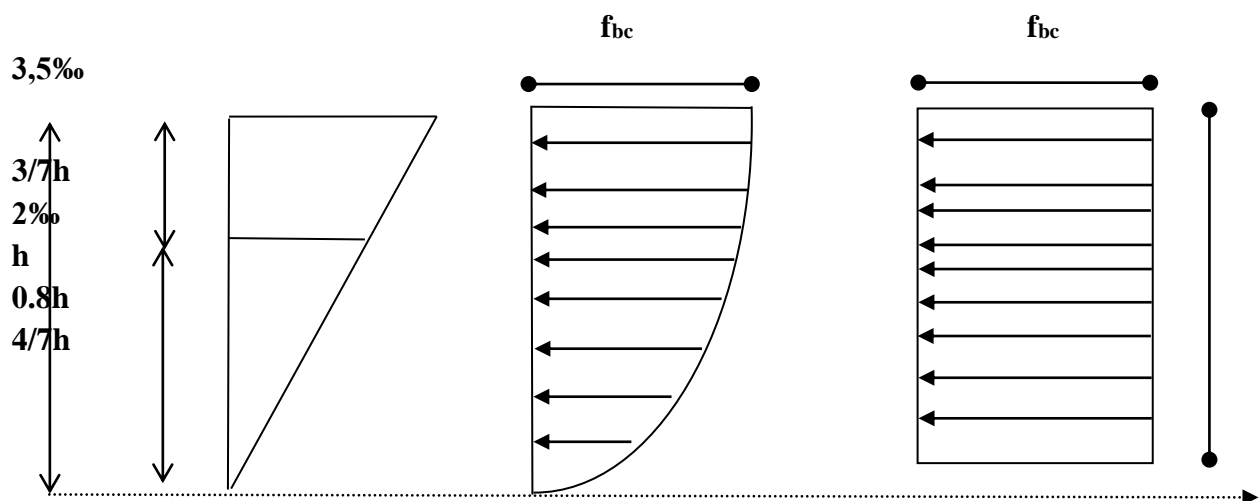


Diagramme Parabole
Rectangle rectangulaire

Figure-I-2-Diagramme rectangulaire

I-4-3-Contrainte admissible de cisaillement:

$$\tau_u = \min\left(\frac{0.2f_{cj}}{\gamma_b}, 5\text{Mpa}\right) \text{ Fissuration peu préjudiciable.}$$

$$\tau_u = \min\left(\frac{0.15f_{cj}}{\gamma_b}, 4\text{Mpa}\right) \text{ Fissuration préjudiciable ou très préjudiciable}$$

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

$$\tau_u = \frac{T_u}{b_0 \cdot d}$$

Avec b_0 : largeur de la pièce.

d : hauteur utile.

I-4-4-Modules de déformation longitudinale du béton:

Module de déformation instantanée:

Sous des contraintes normales d'une durée d'application inférieure à 24h:

$E_{ij} = 11000(f_{cj})^{1/3}$; pour $f_{c28} = 25\text{Mpa}$; $E_{i28} = 32164,20\text{Mpa}$.

Module de déformation différée:

$E_{vj} = 3700(f_{cj})^{1/3}$; pour $f_{c28} = 25\text{Mpa}$; $E_{i28} = 10818,87\text{Mpa}$

La déformation totale vaut environ trois fois la déformation instantanée.

I-4-5- Coefficient de Poisson:

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

Avec:

($\Delta d/d$): déformation relative transversale ;

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

Il est pris égal à :

0,2 pour E.L.S (béton non fissuré),

Et0 pour E.L.U (béton fissuré) ;

I-4-6- Les Aciers :

L'acier est un alliage (fer + carbone) en faible pourcentage ; les aciers pour le béton armée sont ceux de:

- Nuance pour 0.15 à 0.25% de carbone.
- Nuance mi-dure et dure pour 0.25 à 0.40% de carbone.

Dans la pratique, on utilise les nuances d'aciers suivants:

- Acier naturel (feE215, feE235);
- Acier à haute adhérence (feE400, feE500) ;
- Treillis soudés de maille (150 x 150) mm² avec $\varnothing = 3,5$ mm (T.S.L feE500) ;
- Le module d'élasticité longitudinal de l'acier est pris égal à: $E_s = 200\ 000$ Mpa ;

I-4-6-1. Diagramme déformation-contrainte de calcul :

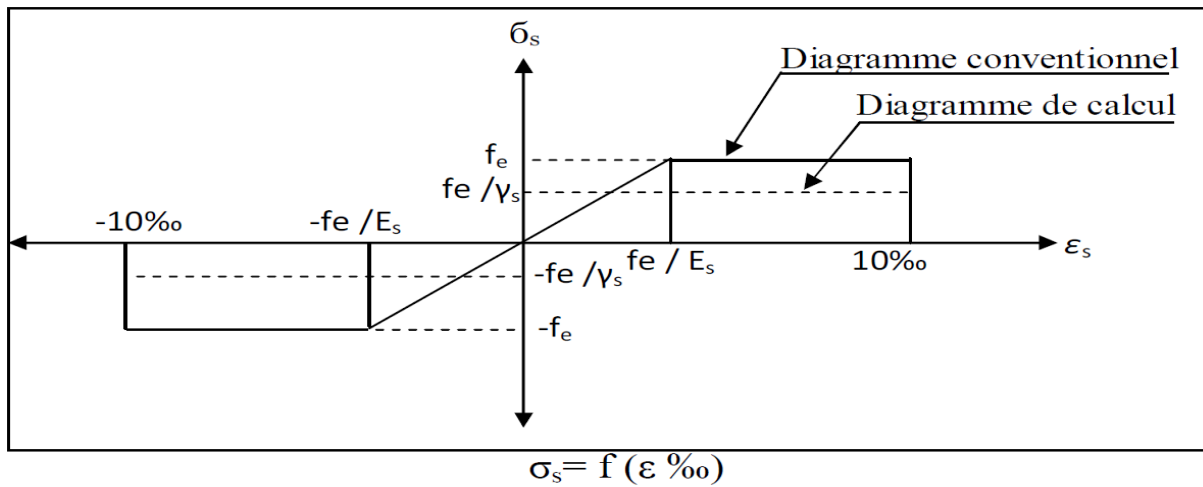


Figure-I-3-Diagramme de déformations-contraintes

Dans les calculs relatifs aux états limites, on introduit un coefficient de sécurité γ_s quia les valeurs suivantes:

$\gamma_s=1.15$ cas général.

$\gamma_s=1.00$ cas des combinaisons accidentelles.

Pour notre étude, on utilise des aciers FeE400.

I-4-6-2- Contraintes limites de traction des armatures:

Fissuration peu préjudiciable..... st $\bar{\sigma}_{st} \leq fe$ pas de limitation ;

Fissuration préjudiciable..... $\bar{\sigma}_{st} = \min (2/3fe; 110\sqrt{\eta \cdot f_{tj}})$ Mpa ;

Fissuration très préjudiciable..... st $\bar{\sigma}_{st} = \min (0.5fe; 90\sqrt{\eta \cdot f_{tj}})$ Mpa ;

η : coefficient de fissuration ;

- $\eta = 1$ Pours ronds lisses ;
- $\eta = 1.6$ Pour hautes adhérences avec $\emptyset \geq 6\text{mm}$;
- $\eta = 1.3$ Pour hautes adhérences avec $\emptyset < 6\text{mm}$;

Poids volumique :

- Béton armé : $\gamma_b=25$ KN/m³

- Béton non armé : $\gamma_b=22$ KN/m³
- Acier : $\gamma_a=78,5$ KN/m³

I-5- Etats limites:

Selon les règles **B.A.E.L91**, on distingue deux états de calcul :

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

I-5-1-E.L.U.R:

Il consiste à l'équilibre entre les sollicitations d'actions majorées et les sollicitations résistantes calculées en supposant que les matériaux atteignant les limites de rupture minorée, Ce qui correspond aussi aux règlements parasismiques algériens R.P.A 99 (version2003). 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.

I-5-1-1-Hypothèses 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.
- Le raccourcissement du béton est limité à: $\epsilon_{bc} = 3,5\%$ en flexion composée et à 2% en Compression simple.
- L'allongement de l'acier est limité à : $\epsilon_{bc}=10\%$.
- Les diagrammes déformations-contraintes sont définis pour:
Le béton en compression.
L'acier en traction et en compression.

I-5-1-2-Règles des trois pivots :

En fonction des sollicitations normales la rupture d'une section en béton armé, on 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, Bou Capelés Pivots.**

Pivot	Domaine	Déformations limites du pivot considéré
A	1	Allongement unitaire de l'acier 100‰
B	2	Raccourcissement unitaire du béton 3,5‰
C	3	Raccourcissement unitaire du béton 2‰

Tableau-I-2-Les déformations limites du pivot.

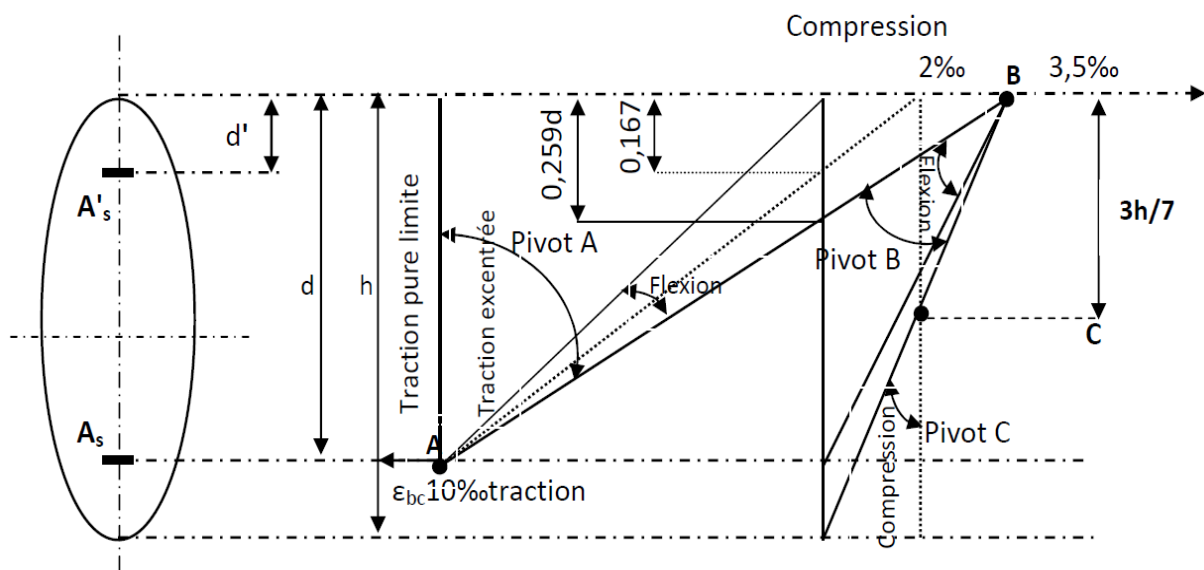


Figure-I-4-Diagramme des déformations limitées de la section

I-5-2-E.L.S:

Il consiste à l'équilibrer des sollicitations d'actions réelles (non majorées) et les sollicitations résistances calculées dépassant des contraintes limites.

I-5-2-1-Hypothèses 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 dans les calculs.
- Les contraintes sont proportionnelles aux déformations.

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

- Pour convention η correspond au rapport du module d'élasticité longitudinale de l'acier à celui béton

$$\eta = E_s/E_b = 15 \text{ «coefficient d'équivalence ».}$$

I-5-2-2-Sollicitation du calcul vis-à-vis des états limites :

Etat limite ultime :

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

Suivante : Combinaison d'action **1,35G+1,5Q**

Etat limite de service : Combinaison d'action : **G+Q**

- Les règles parasismiques algériennes préconisent les combinaisons d'actions suivantes:

$$\left. \begin{array}{l} G+Q\pm E \\ G+Q\pm 1,2E \text{ Avec :} \\ 0,8G\pm E \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{G}: \text{ charge permanente} \\ \mathbf{Q} : \text{ charge d'exploitation} \\ \mathbf{E}: \text{ effort de séisme.} \end{array} \right.$$