

Chapitre I

Présentation de L'ouvrage

I.1. Introduction :

La stabilité de l'ouvrage est en fonction de la résistance des différents éléments structuraux (poteaux, poutres, voiles...) aux différentes sollicitations (compression, flexion...) dont la résistance de ces éléments est en fonction du type des matériaux utilisés et de leurs dimensions et caractéristiques.

Donc pour le calcul des éléments d'un ouvrage, on se base sur des règlements et des méthodes connues (BAEL91, RPA99 modifié en 2003) qui s'appuie sur la connaissance des matériaux (béton et acier), le dimensionnement et le ferrailage des éléments résistants de la structure.

I.2. Implantation de l'ouvrage:

Le terrain retenu pour recevoir le projet de réalisation d'un pavillon d'urologie, se situe à coté de la clinique d'hémodialyse et de néphrologie afin de crée un établissement spécialisé en néphrologie et d'urologie dans la wilaya de Tiaret

La conception architecturale prévu se compose de trois blocs en R+4, avec un sous sol

I.3. Présentation de l'ouvrage :

Notre ouvrage est situé à TIARET dans une zone I d'une sismicité faible, d'après les règles parasismiques algériennes RPA99 modifié 2003.

Le projet est considéré comme un ouvrage a une importance vitale (hôpital) (groupe d'usage 1A).

L'ouvrage est composé de trois blocs : avec 2 joints de rupture.

- Bloc (A) : en (R+4+S/Sol)
- Bloc (B) : en (R+4+S/Sol)
- Bloc (C) : en (R+4+S/Sol)

*un sous-sol abrité le parking et les locaux techniques (buanderie, local chaufferie...) cuisine et des magasins.

*Un rez-de-chaussée destiné pour :

Laboratoire, service d'urgence, des salles de consultation et des soins et un haul de réception

*Le 1^{er} et 2^{ème} étage destiné pour :

Des chambres d'hospitalisation (étage 01 hospitalisations femme et étage 02 hospitalisations homme) : (chambre à deux lits, chambre à trois lits et chambre d'isolement)

*Le 3^{ème} étage destiné pour :

Bloc opératoire, service de réanimation, des bureaux et salle de réunion pour le staffe du bloc opératoire

- Le 4^{ème} étage destiné pour :

L'administration

Caractéristiques géométriques:

○ Longueur	40.49 m
○ Largeur	32.23 m
○ Hauteur totale de l'ouvrage	21,08 m
○ Hauteur du sous-sol	03.89 m
○ Hauteur du RDC.....	03.19 m
○ Hauteur des étages	03.19 m

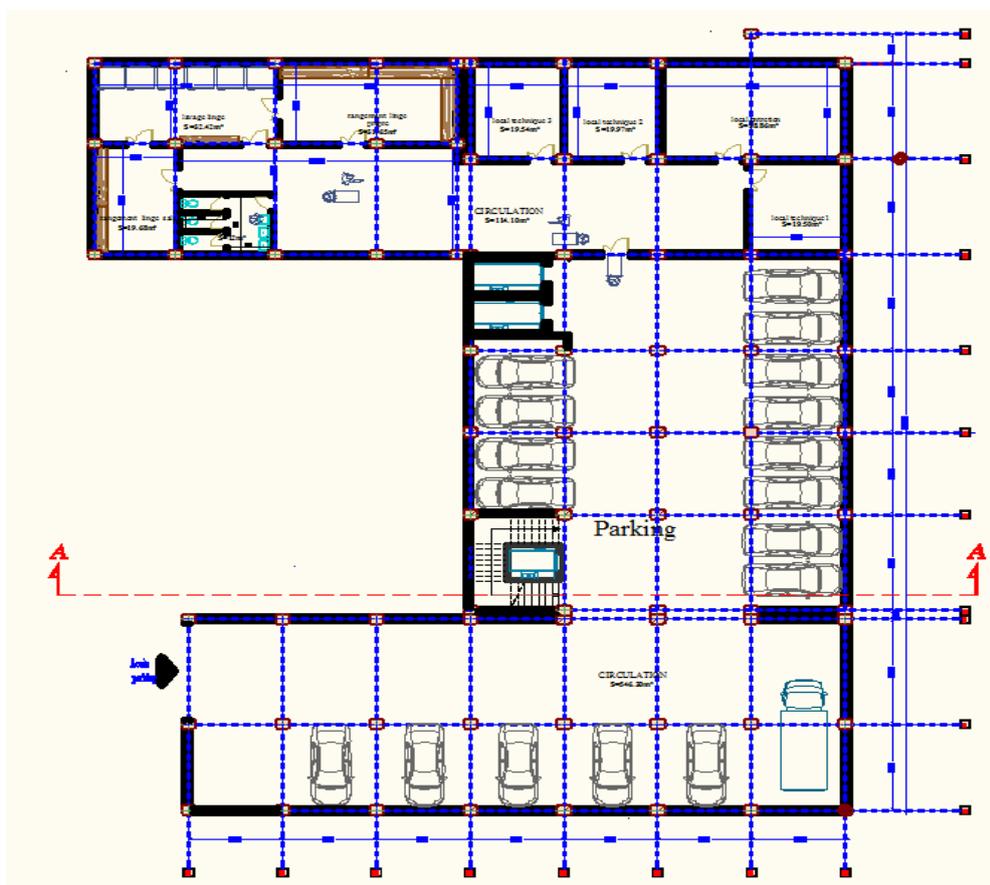


Figure I-I : vue en plan du sous sol

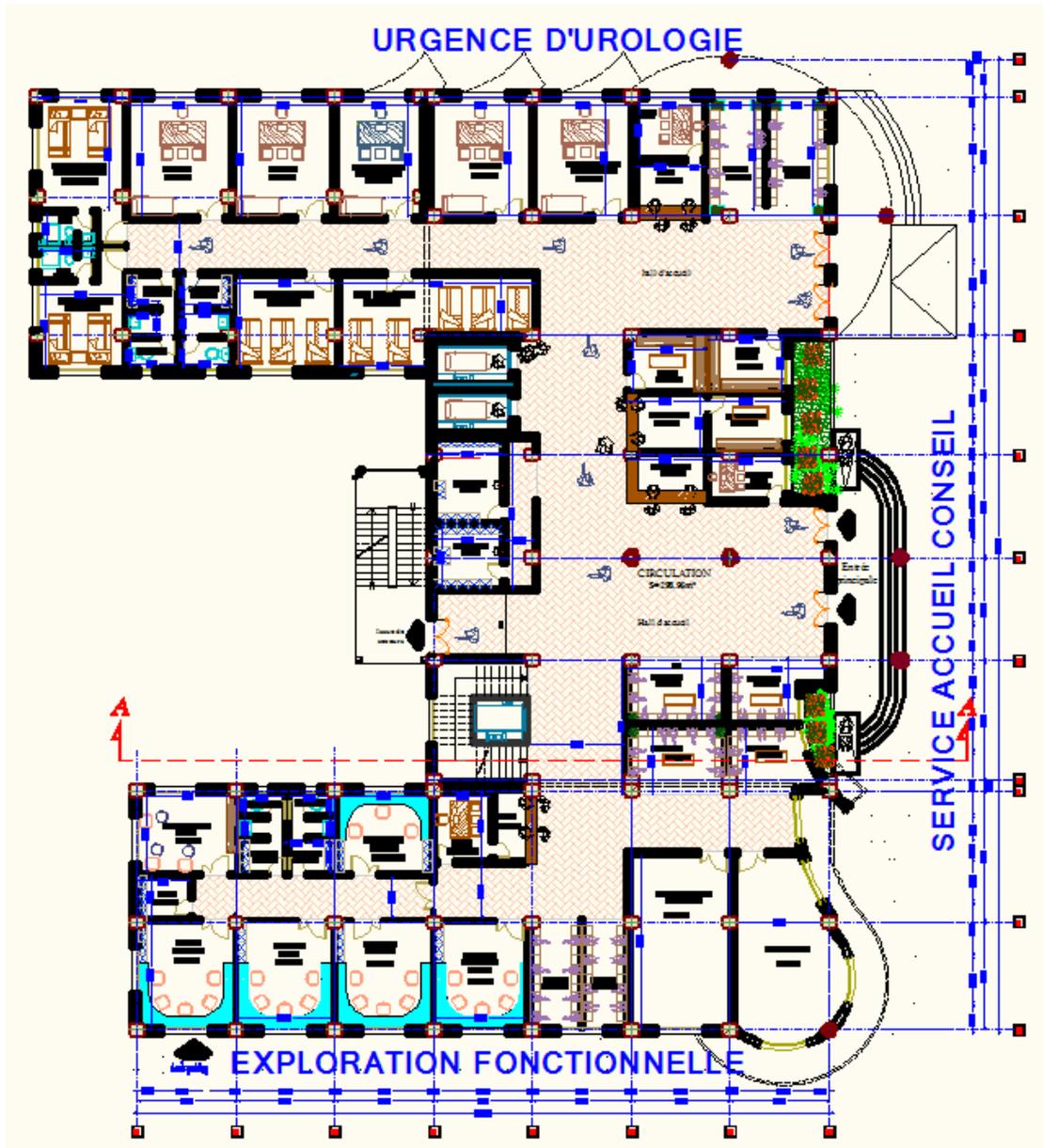


Figure I-2 : Vue en plan du RDC

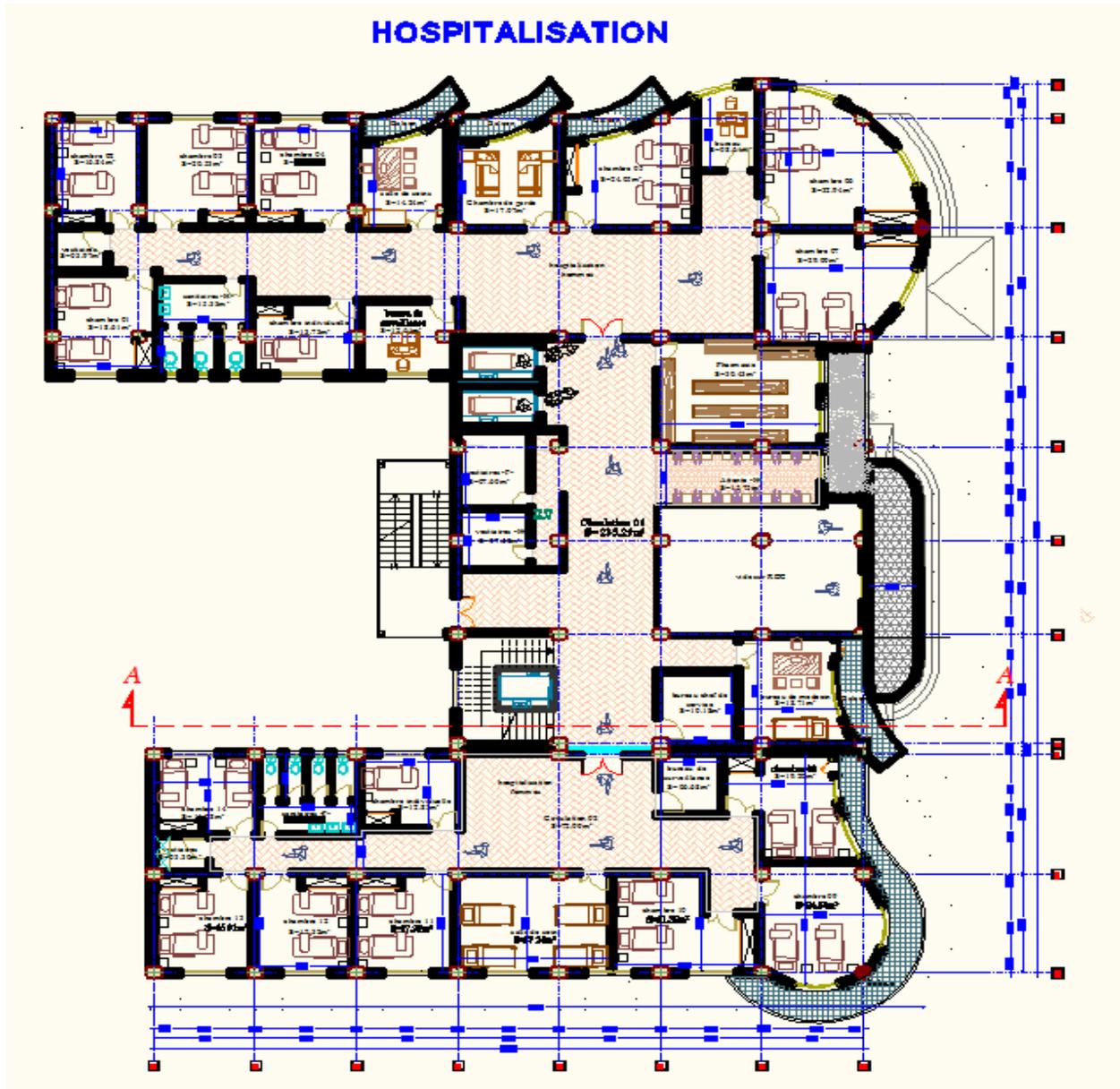


Figure I-2 : Vue en plan du étage 01

I.4.Ossature et système constructif adopté :

I.4.1.Ossature :

Le contreventement de la structure est assuré par des voiles et des portiques tout en justifiant l'interaction portiques-voiles, pour assurer la stabilité de l'ensemble sous l'effet des actions verticales et horizontales

I.4.2. Plancher :

Les planchers adoptés pour notre structure sont :

- Planchers à corps creux (RDC, étage courant et terrasse)
- Dalle pleine

- Planchers corps creux :

Ce type de plancher est constitué de poutrelles préfabriquées en béton armé ou bétonné sur place espacées de 60cm de corps creux (hourdis) et d'une table de compression en béton armé d'une épaisseur de 4 cm.

Ce type de planchers est généralement utilisé pour plusieurs raisons :

- réalisation facile ;
- pour des portées de l'ouvrage qui ne sont pas importantes ;
- Diminution du poids de la structure et par conséquent la résultante de la force sismique.
- Une économie du coût de coffrage (coffrage perdu constitué par le corps creux).

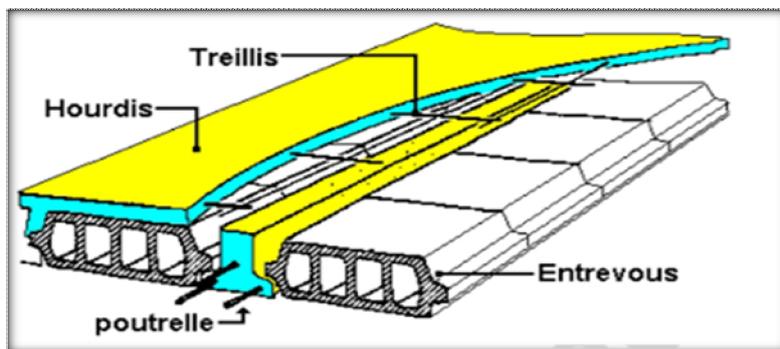


Figure I-3 : Plancher à corps creux

- Planchers dalle pleine :

Une dalle pleine est une plaque porteuse en béton armé coulé sur place, d'épaisseur variable de 10 à 20 cm ou plus, qui repose sur des appuis, murs ou poutres. Son épaisseur est en général égale au 25ème de la portée.

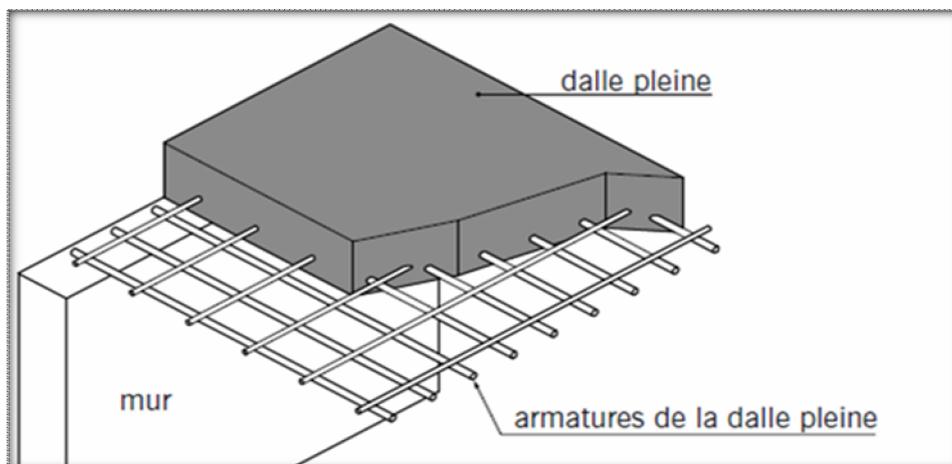


Figure I-4 : Plancher à dalle pleine

I.4.3. Escalier :

Sont des éléments non structuraux, permettant le passage d'un niveau à un autre avec deux volées et un palier inter étage

I.4.4. Maçonnerie :

Les murs extérieurs sont faits en double cloison en brique de 15 cm et de 10 cm d'épaisseur

Avec un vide de 5cm, les cloisons sont faites en simples cloisons de 10 cm d'épaisseur.

La maçonnerie la plus utilisée en ALGERIE est en briques creuses pour cet ouvrage nous avons deux types de murs

a. Murs extérieurs :

Le remplissage des façades est en maçonnerie elles sont composées d'une double cloison en briques creuses à 8 trous de 10 cm d'épaisseur avec une lame d'air de 5cm d'épaisseur.

b. Murs intérieurs :

Cloison de séparation de 10 cm.

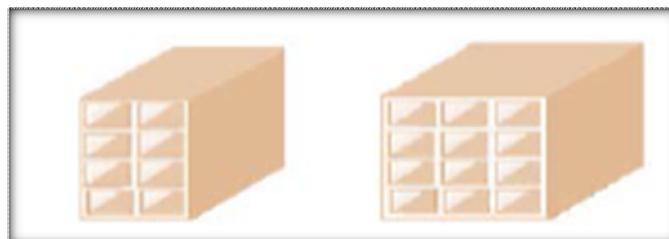


Figure I-5 : Brique creuse

I.4.5. Revêtement :

- Enduit en plâtre pour les plafonds.
- Enduit en ciment pour les murs extérieurs et les cloisons.
- Revêtement en carrelage pour les chambres d'hospitalisations les couloirs et les différents services.
- Le plancher terrasse sera couvert par une étanchéité multicouche évitant la pénétration des eaux pluviales.

I.4.6. Isolation :

- L'isolation acoustique sera assurée par la masse du plancher et par lame d'air des murs extérieurs.
- L'isolation thermique sera assurée par les couches de polystyrène pour le plancher terrasse

I.4.7. Acrotères :

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

I.4.8. Gaine d'ascenseurs :

Vu l'importance de ce bâtiment, et son usage, la conception d'un ascenseur est indispensable pour faciliter le déplacement verticale des malades et le personnel entre les différents étages

I.5. Caractéristiques géotechniques du sol :

Le sol d'assise de la construction est un sol meuble, la contrainte du sol $\sigma_{sol} = 1.0$ bars pour un ancrage $D = 5.0m$ par rapport aux T.N.

I.6. 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 CBA 93, le règlement du béton armé aux états limites à savoir le BAEL 91, ainsi que le règlement parasismique Algérien RPA 99/2003.

I.6.1. Le Béton :

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

I.6.1.1. Les matériaux composant le béton :

On appelle béton un matériau constitué par un mélange de :

a. 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.

b. Granulats : Les granulats comprennent les sables et les pierrailles :

b.1. Sables :

Les sables sont constitués par des grains provenant de l'altération 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.

b.2. Gravier :

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)).

Elles sont constituées par des grains rocheux dont la taille des granulats varie en fonction de celle de coffrage de la densité d'acier .

Les granulats les plus courants sont des graviers : 3/8, 8/15 et 15/25

b. 3 Eau de gâchage:

L'eau doit être propre, c'est généralement de l'eau potable.

Il est nécessaire de définir la teneur en eau selon l'usage du béton et d'obtenir le juste équilibre pour que le matériau soit résistant et néanmoins maniable

I.7. Dosage et composition du béton :

Pour obtenir au moment de la mise en œuvre une consistance convenable et après durcissement des qualités par les quelles l'étude est orientée notre béton est constitué de :

350Kg de ciment	CPJ42.5
400L de sable	dg≤5mm
800L de gravier	dg≤25mm
175L d'eau de gâchage	

La préparation du béton sera faite mécaniquement à l'aide d'une bétonnière ou d'une centrale à béton.

I.8.Résistances mécaniques du béton :

I.8.1. Résistance à la compression : CBA.93 [ART 2.1.1.1])

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

Pour un dosage courant de 350 Kg/m³ de ciment CPA325, la résistance en compression à 28 jours est estimée à 25 MPa ($f_{c28} = 25$ MPa).

- Pour des résistances $f_{c28} \leq 40$ MPa :

$$\left[\begin{array}{l} f_{cj} = \frac{j}{4,76+0,83j} f_{c28} \quad \text{si } j < 28j \\ f_{cj} = 1,1f_{c28} \quad \text{si } j > 28j \end{array} \right.$$

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

$$\left\{ \begin{array}{ll} f_{cj} = \frac{j}{1,40+0,95j} f_{c28} & \text{si } j < 28j \\ f_{cj} = f_{c28} & \text{si } j > 28j \end{array} \right.$$

1.8.2 Résistance à la traction :

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

$$f_{tj} = 0,6 + 0,06f_{cj} \quad \text{si } f_{c28} \leq 60\text{Mpa.}$$

$$f_{tj} = 0,275(f_{cj})^{2/3} \quad \text{si } f_{c28} > 60\text{Mpa}$$

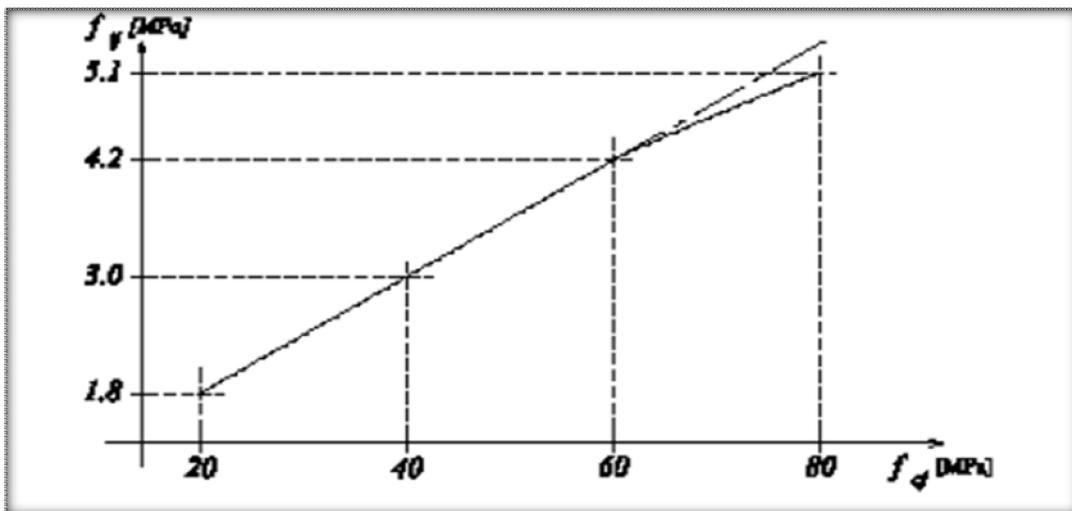


Figure I-6- : Evolution de la résistance du béton à la traction f_{tj} en fonction de celle à la compression f_{cj}

I-9- Déformation et contraintes de calcul :

I.9.1 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.

a- Diagramme parabole – rectangle :

C'est un diagramme déformations – contraintes du béton qui peut être utilisé dans tous les cas.

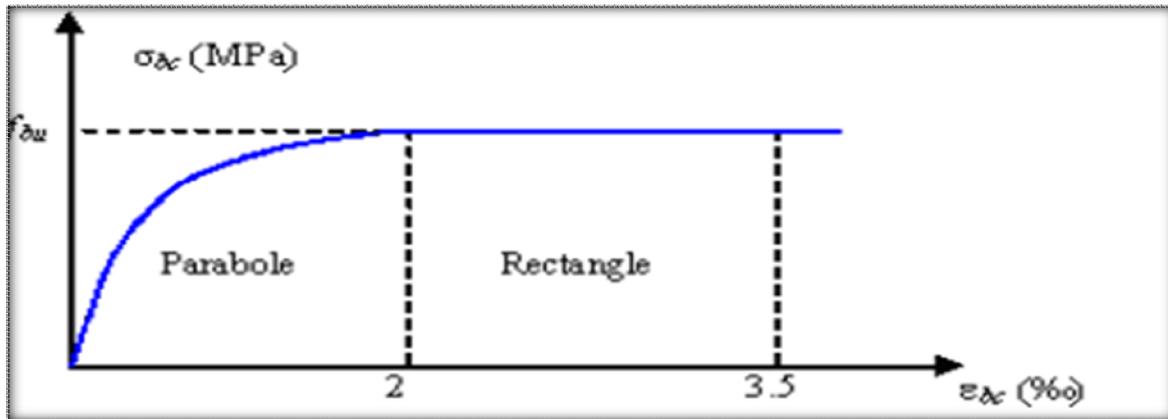


Figure I-7: Diagramme parabole–rectangle des Contraintes–Déformations du béton

Avec :

ε_{bc} : Déformation du béton en compression

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

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 les essais sur éprouvettes.

b- Diagramme rectangulaire :

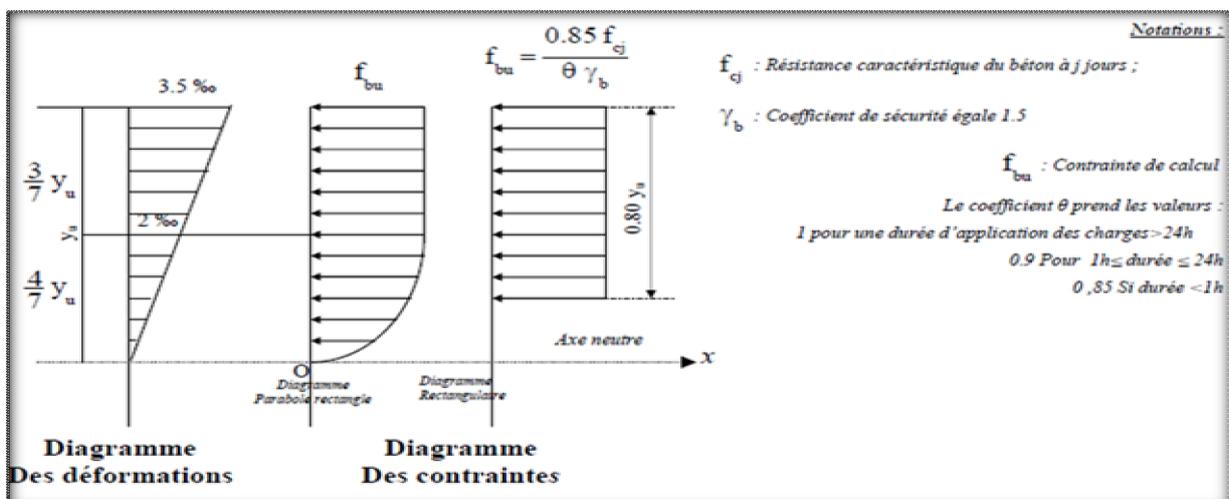


Figure I-8 : Diagrammes déformations –contraintes de béton

I.9.2-Contrainte admissible de cisaillement :

$\tau_u = \min(0.2f_{cj} / \gamma_b, 5MPa)$ Fissuration peu préjudiciable.

$\tau_u = \min(0.15f_{cj} / \gamma_b, 4MPa)$ Fissuration préjudiciable ou très préjudiciable.

La contrainte ultime de cisaillement dans une pièce en béton définie par rapport à l'effort tranchant ultime T_u . $\tau_u = T_u / b_0 \cdot d$

Avec : b_0 : largeur de la pièce. d : hauteur utile.

I.9.3. 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 $f_{c28} = 25$ MPa ; $E_{i28} = 32164,2$ MPa.

- Module de déformation différée :

$E_{vj} = 3700(f_{cj})^{1/3}$; pour $f_{c28} = 25$ MPa ; $E_{i28} = 10818,9$ MPa

La déformation totale vaut environ trois fois la déformation instantanée.

I.9.4. Coefficient de poisson :

Lorsqu'on soumet une éprouvette de longueur L , à un effort de compression elle se produit un raccourcissement ΔL , d'où un raccourcissement relatif $(\Delta L/L)$, par contre

Une dimension transversale d de la section devient $(\Delta d+d)$. D'où un allongement relatif $(\Delta d/d)$. On appelle : Coefficient de poisson ν le rapport

$$\nu = \frac{\text{Allongement relatif du côté de la section}}{\text{Raccourcissement relatif longitudinalement}}$$

Coefficients de poisson :

Le coefficient de poisson sera pris égal à :

- $\nu = 0$ pour un calcul des sollicitations à l'Etat Limite Ultime (ELU).
- $\nu = 0,2$ pour un calcul de déformations à l'Etat Limite Service (ELS).

I.10. Les Aciers :

L'acier est un alliage (fer + carbone) en faible pourcentage ; les aciers pour le béton armé 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 (f_e E 215, f_e E 235)
- Acier à haute adhérence (f_e E 400, f_e E 500)
- Treillis soudés de maille (150 x 150) mm² avec $\varnothing = 3,5$ mm (T.S.L f_e E500)
- le module d'élasticité longitudinal de l'acier est pris égal à : $E_s = 200\,000$ MPa

I.10.1- Diagramme déformation- contrainte de calcul : $\sigma_s = f(\varepsilon_{\text{‰}})$

Dans les calculs relatifs aux états limites, on introduit un coefficient de sécurité γ_s qui a les valeurs suivantes: $\gamma_s = 1,15$ cas général; $\gamma_s = 1,00$ cas des combinaisons accidentelles.

Pour notre étude, on utilise des aciers F_e E400

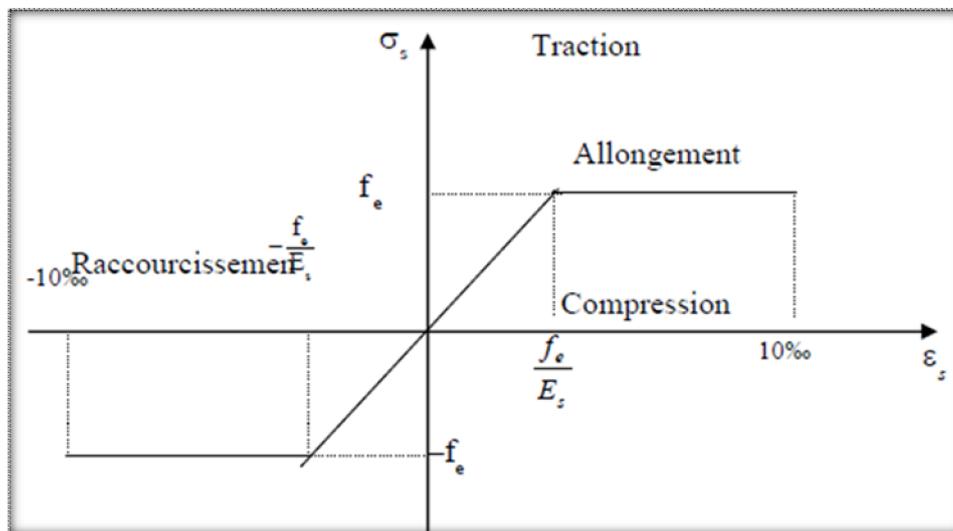


Figure I-9 : Diagramme déformations – contraintes

I.10.2- Contraintes limites de traction des armatures :

Fissuration peu préjudiciable..... $\overline{\sigma}_{st} \leq f_e$ pas de limitation

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

Fissuration très préjudiciable... $\overline{\sigma}_{st} = \min(0.5f_c; 90 \sqrt{\eta \cdot f_{tj}})$ MPA.

$$\left\{ \begin{array}{l} \eta = 1 \quad \text{Pour les ronds lisses} \\ \eta = 1,6 \quad \text{Pour hautes adhérences avec } \varnothing \geq 6 \text{ mm} \\ \eta = 1,3 \quad \text{Pour hautes adhérences avec } \varnothing < 6 \text{ mm} \end{array} \right.$$

η : coefficient de fissuration.

-Poids volumique :

- 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.10.3.Etats limites :

Selon les règles B.A.E.L 91, on distingue deux états de calcul :

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

I.10.3.1. 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 parasismique algériennes R.P.A 99 (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.

I.10.3.1.1. 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 : $\varepsilon_{bc} = 3,5\%$ en flexion composée. $\varepsilon_{bc} = 2\%$ en compression simple.
- L'allongement de l'acier est limité à : $\varepsilon_{bc}=10\%$

I.10.3.1.2. Règles 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 appelés pivots.

Pivot	Domaine	Déformations limites du pivot considéré
A	1	Allongement unitaire de l'acier $10^0/_{00}$
B	2	Raccourcissement unitaire du béton $3,5^0/_{00}$
C	3	Raccourcissement unitaire du béton $2^0/_{00}$

Tableau I-3 : Règle des trois pivots

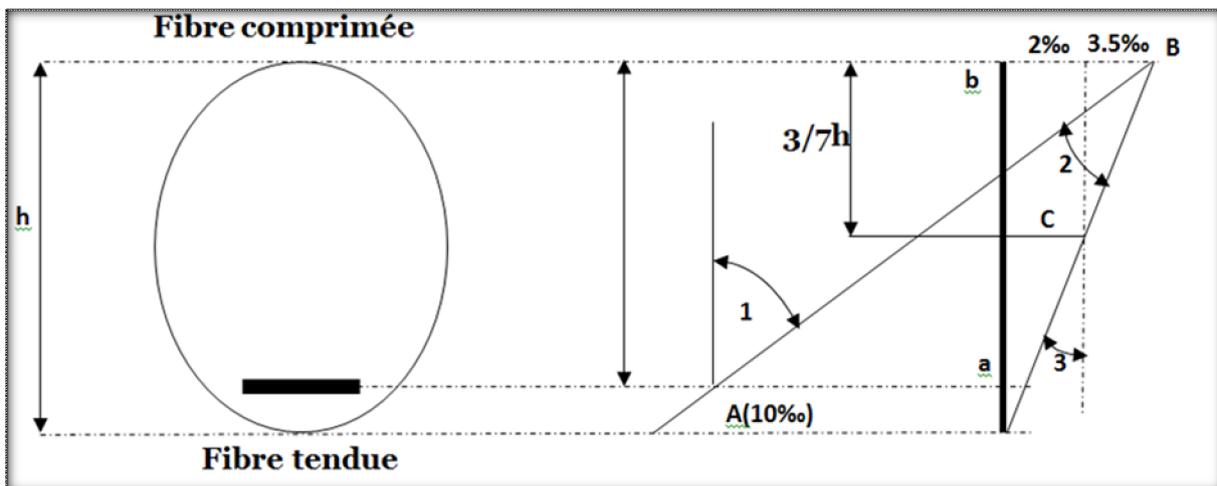


Figure I-10 : Diagramme des déformations limites de la section règle des trois pivots

- Dans le domaine 01 le diagramme passe par le point A, qui correspond à un allongement de 10‰ de l'armature la plus tendue, supposée concentrée en son centre de gravité.
- Dans le domaine 02 le diagramme passe par le point B, qui correspond à un raccourcissement de 3,5‰ de la fibre la plus comprimée.

- Dans le domaine 03 le diagramme passe par le point C, qui correspond à un raccourcissement de 2‰ du béton, à une distance de la fibre la plus comprimée égale à 3/7 de la hauteur total h de la section.

I.10.3.2.E.L.S :

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

I.10.3.2.1. Hypothèses de calcul :

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

$$\sigma_{bc} = E_b \times \varepsilon_{bc} \quad ; \quad \sigma_s = E_s \times \varepsilon_s$$

-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.10.3.2.2. 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 : $1,35G+1,5Q$

• Etat limite de service :

Combinaison d'action : $G+Q$

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

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