

Chapitre I

Présentation du projet et caractéristiques des matériaux.

I Introduction

Ce chapitre, consacré à des généralités, donne la définition des caractéristiques géométriques de la structure objet de notre étude ainsi que les caractéristiques mécaniques des matériaux utilisés pour sa réalisation. Cette étape est indispensable pour un calcul adéquat.

I.1 Présentation de l'ouvrage

Notre projet consiste d'étude sismique d'une tour de **R+5** étage a usage d'habitation, située en **Zone III**, contreventée par des portiques+voiles en béton armé, régulière en plan et en élévation, ce bâtiment implanté sur site considéré comme meuble '**S3**', On insiste sur les sollicitations dues aux charges latérales (sismiques).

I.2 Caractéristiques de la structure

I.2.1 Dimensions en plan et en élévation

- Hauteur totale de bâtiment: $H = 19.04\text{m}$
- Hauteur de RDC: $h=3.40\text{m}$
- Hauteur d'étage courant: $h= 3.06\text{m}$
- Longueur totale: $Lx = 22.20\text{m}$
- Largeur totale: $Ly = 8.15\text{m}$

I.2.2 Caractéristiques du site

- Le bâtiment est implanté dans une zone classée par les règles parasismiques Algériennes 99/version 2003 comme zone de forte sismicité (zone III).
- L'ouvrage appartient au groupe d'usage 2.
- Le site est considéré comme meuble (S3),

I.3 Caractéristiques des matériaux

I.3.1 Béton

I.3.1.1 Définition

Le béton est un matériau constitué par le mélange, dans les proportions convenables de ciment, de granulats (sables et gravillon) et de l'eau et éventuellement de produits d'addition (adjuvant), le mélange obtenu est une pâte qui durcit rapidement.

I.3.1.2 Composition du béton

Un béton courant un mètre cube, est composé de:

350 Kg de ciment (CPA 325).

400 l Sable ($0 < D_g < 5\text{mm}$).

800 l de:

- Gravillons ($5 < D_g < 15\text{mm}$).
- Gravier ($15 < D_g < 25\text{mm}$).

175 l d'eau de gâchage.

Le béton obtenu aura une masse volumique qui varie entre 2200 Kg/m³ et 2500Kg /m³.

I.3.1.3 Résistance caractéristique du béton

a. Résistance caractéristique en compression f_{cj}

Dans les constructions courantes, le béton est défini, du point de vue mécanique par sa résistance caractéristique à la compression (à 28 jours d'âge noté « f_{c28} »). Cette résistance (f_{cj} en MPa) est obtenue par un grand nombre d'essais de compression jusqu'à la rupture sur une éprouvette cylindrique normalisée de 16 cm de diamètre et 32 cm de hauteur.

Le durcissement étant progressif, f_{cj} est fonction de l'âge du béton. Aussi, la valeur conventionnellement retenue pour le calcul des ouvrages est f_{cj} .

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

$$\begin{cases} f_{cj} = \frac{j}{4.76 + 0.83j} f_{c28} & \text{si } j \leq 60 \text{ jours} \\ f_{cj} = 1.1 f_{c28} & \text{si } j > 60 \text{ jours} \end{cases}$$

- Pour des résistances $f_{c28} > 40$ MPa.

$$\begin{cases} f_{cj} = \frac{j}{1.40 + 0.95j} f_{c28} & \text{si } j \leq 28 \text{ jours} \\ f_{cj} = f_{c28} & \text{si } j > 28 \text{ jours} \end{cases}$$

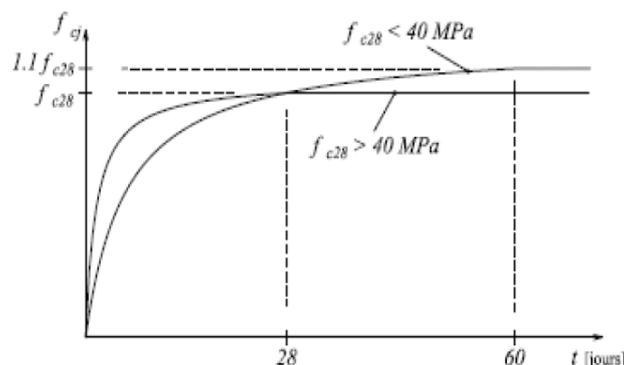


Figure I.1: Évaluation de la résistance f_{cj} en fonction de l'âge du béton

Pour 1m³ de béton courant doser à 350kg de ciment portland artificiel (CPA325), la résistance moyenne f_{c28} . Comprise entre 22 et 25 MPa.

On prend $f_{c28} = 25$ MPa

b. Résistance à la traction f_{tj}

La mesure directe de la résistance à la traction par un essai de traction axiale étant délicate on a recours à deux modes opératoires différents:

- Flexion d'éprouvettes prismatiques non armées.
- Fendage diamétral d'une éprouvette cylindrique (essai Brésilien)

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

$$\begin{cases} f_{tj} = 0,6 + 0,06f_{c28} & \text{si } f_{c28} \leq 60 \text{ MPa} . \\ f_{tj} = 0,275 f_{c28} & \text{si } f_{c28} > 60 \text{ MPa} . \end{cases}$$

Pour $j = 28$ jours et $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$; $f_{t28} = 2,1 \text{ MPa}$

c. Contrainte limite

c.1 Etat limite ultime

- **Contrainte ultime de compression**

Pour le calcul à l'E.L.U on adopte le diagramme parabole- rectangle suivant :

$$f_{bu} = \frac{0,85 f_{c28}}{\theta \gamma_b}$$

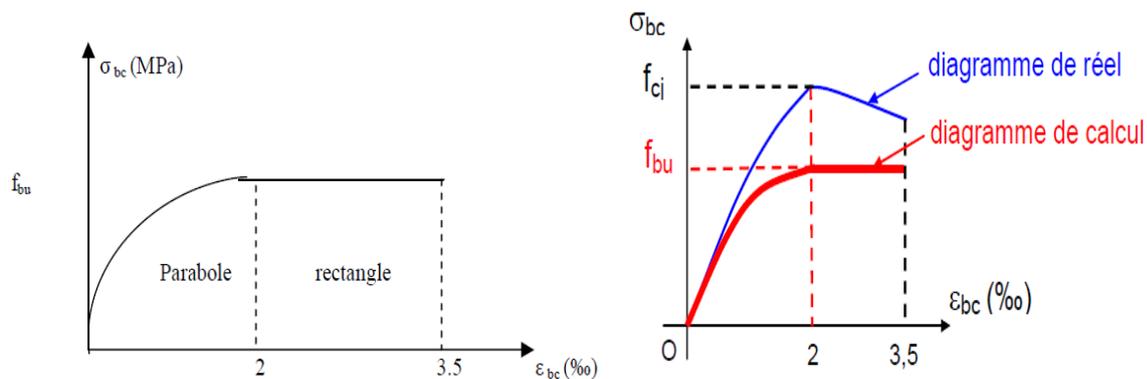


Figure I.2 : Diagramme des contraintes du béton

f_{bu} : contrainte ultime du béton en compression.

γ_b : Coefficient de sécurité:

- $\gamma_b = 1,5$ en situations durables ou transitoires.
- $\gamma_b = 1,15$ en situations accidentelles.

θ : dépend de la durée d'application des charges.

- $\theta = 1$: lorsque la durée probable d'application des charges considérées est supérieure à 24 heures.
- $\theta = 0,9$: lorsque cette durée est comprise entre 1 heure et 24 heures.
- $\theta = 0,85$: lorsqu'elle est inférieure à 1 heure.

Dans notre cas on $\theta = 1$.

$$f_{bu} = 14,17 \text{ MPa pour } : \gamma_b = 1,5$$

$$f_{bu} = 18,48 \text{ MPa pour } : \gamma_b = 1,15$$

• Contrainte ultime de cisaillement

La contrainte ultime de cisaillement est limitée par: $\tau \leq \tau_{adm}$

$$\tau_{adm} = \min \left(0,2 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} ; 5 \text{ MPa} \right) \text{ pour la fissuration peu nuisible.}$$

$$\tau_{adm} = \min \left(0,15 \frac{f_{cj}}{\gamma_b} ; 4 \text{ MPa} \right) \text{ pour la fissuration préjudiciable ou bien très préjudiciable.}$$

Dans notre cas on a $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$ donc:

$$\tau_{adm} = 3,33 \text{ MPa fissuration peu nuisible.}$$

$$\tau_{adm} = 2,5 \text{ MPa fissuration préjudiciable et très préjudiciable.}$$

c.2 Etat limite de service

Dans le cas de l'ELS on suppose que le diagramme parabole rectangle reste dans le domaine élastique linéaire, est défini par son module d'élasticité.

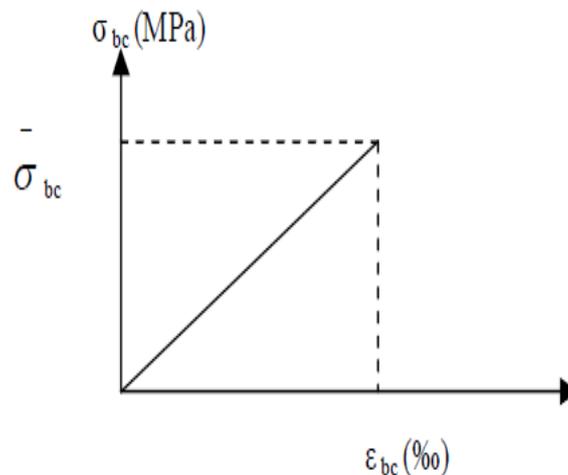


Figure I.3 : Diagramme des contraintes limite du béton

La contrainte limite de service en compression du béton est limitée par : $\sigma_{bc} = \bar{\sigma}_{bc}$

Avec:

$$\bar{\sigma}_{bc} = 0,6 f_{c28}$$

$$\bar{\sigma}_{bc} = 15 \text{ MPa}$$

d. déformation longitudinale du béton

On distingue deux modules de déformation longitudinale du béton ; le module de Young instantané E_{ij} et différé E_{vj}

- **Le module de déformation longitudinale instantané**

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

$$E_{ij} = 11000 \sqrt[3]{f_{cj}} \quad (f_{cj} = f_{c28} = 25 \text{ MPa}) \text{ d'où : } E_{i28} = 32164 \text{ MPa.}$$

- **Le module de déformation longitudinale différé**

Sous des chargements de longue durée (cas courant), le module de déformation Longitudinale différé qui permet de calculer la déformation finale du béton (qui prend en compte les déformations de fluage du béton) est donné par la formule:

$$E_{vj} = (1/3) E_{ij}$$

$$E_{ij} = 11000 \sqrt[3]{f_{c28}}$$

Pour les vérifications courantes : $j > 28$ jours on a:

Pour : $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$ on a:

$$E_{v28} = 10721,40 \text{ MPa}$$

$$E_{i28} = 32164,20 \text{ MPa}$$

- **Module déformation transversale**

$$G = \frac{E}{2(2\nu + 1)} \quad (\text{Module de glissement}).$$

Avec :

E : module de Young.

ν : Coefficient de poisson.

$$G_{Els} = 18493,45 \text{ MPa.}$$

La déformation longitudinale est toujours accompagnée d'une déformation transversale, le coefficient de poisson ν par définition est le rapport entre la déformation transversale et la déformation longitudinale.

$$\nu = \frac{\text{Déformation transversale}}{\text{Déformation longitudinale}}$$

$$\nu = \frac{\frac{\Delta d}{d_0}}{\frac{\Delta L}{L_0}} = \frac{\xi_t}{\xi_L}$$

Avec:

ξ_t : **déformation** limite transversale.

ξ_L : **déformation** limite longitudinale.

Pour le calcul des sollicitations (à l'ELS), le coefficient de poisson **est pris égal à 0.2**.

Pour le calcul des déformations (à l'ELU), le coefficient de poisson **est pris égal à 0**.

I.3.2 Acier

I.3.2.1 Définition

Le matériau acier est un alliage Fer et Carbone en faible pourcentage, l'acier est un matériau caractérisé par une bonne résistance aussi bien en traction qu'en compression; Sa bonne adhérence au béton, en constitue un matériau homogène.

Le module d'élasticité longitudinal de l'acier est pris égale à : $E_s = 200\ 000$ MPa.

I.3.2.2 Résistance caractéristique de l'acier

On définit la résistance caractéristique de l'acier comme étant sa limite d'élasticité : f_e

Principales armatures utilisés

Tableau I.1 : f_e en fonction du type d'acier

	Aciers ronds lisses		Aciers à hautes adhérences		Treillis soudé à fils lisses	Treillis soudés à haute adhérence
désignation	FeE215	FeE235	FeE400	FeE500	TLE500	FeTE500
f_e [MPa]	215	235	400	500	500	500

Dans notre cas on utilise des armatures à haute adhérence, un acier de FeE400.

I.3.2.3 Contrainte limite

- **Etat limite ultime**

Pour le calcul on utilise le diagramme contrainte- déformation suivant :

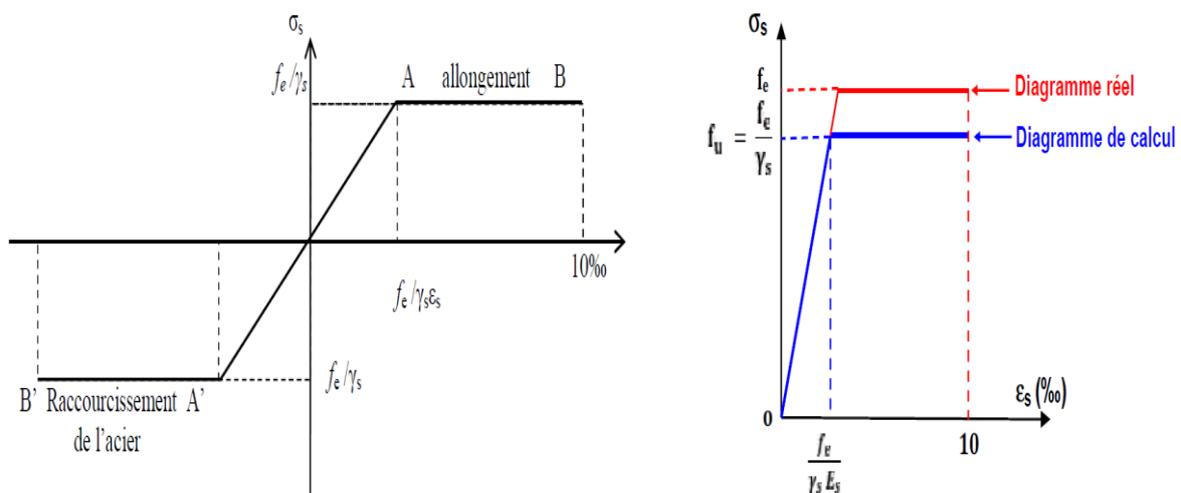


Figure I.4: Diagramme contrainte déformation de l'acier

$$\sigma = \frac{f_e}{\gamma_s}$$

$$\varepsilon_{es} = \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Avec:

$E_s = 200\,000$ MPa.

σ_s : Coefficient de sécurité $\begin{cases} \gamma_s = 1 \text{ cas de situations accidentelles.} \\ \gamma_s = 1,15 \text{ cas de situations durables où transitoires.} \end{cases}$

• Etat limite de service

Nous avons pour cet état :

- Fissuration peu nuisible .
- Fissuration préjudiciable : $\sigma_{st} \leq \bar{\sigma}_{st} = \min(2/3 f_e, 110 \sqrt{\eta f_{tj}})$
- Fissuration très préjudiciable : $\sigma_{st} \leq \bar{\sigma}_{bc} = \min(1/2 f_e, 90 \sqrt{\eta f_{tj}})$

η : Coefficient de fissuration.

$\eta = 1$ pour les ronds lisses (RL)

$\eta = 1,65$ pour les armatures à haute adhérence (HA).

Dans notre étude, les hypothèses de calcul adoptées sont :

- Résistance mécanique du béton à la compression et à la traction:
 $f_{c28} = 25$ MPa; $f_{t28} = 2.1$ MPa.
- La Résistance mécanique élastique d'armature à la compression et à la traction:
 $f_e = 400$ MPa.
- Module de déformation longitudinal instantané du béton: $E_{ii} = 32164$ MPa, calculé selon la formule suivante : $E_{ii} = 11000 (f_{cj})^{1/3}$
- Module de déformation longitudinal différé du béton: $E_{vj} = 10819$ MPa, calculé selon la formule suivante : $E_{vj} = 3700 (f_{cj})^{1/3}$
- Module de déformation longitudinal des armatures: $E_s = 200000$ MPa
- Poids volumique du béton : $\gamma = 25$ KN/m³
- $\nu = 0.2$: dans le cas des états limites de services.
- $\nu = 0$: dans le cas des états limites ultimes.

Les caractéristiques du béton et de l'acier utilisé sont données dans le tableau suivant :

Matériaux	Caractéristique mécanique		Valeurs (MPa)
Béton	Résistance caractéristique (f_{c28})		25
	Contrainte limite à l'ELU:	situation durable	14,2
		situation accidentelle	18,45
	Contrainte limite à l'ELS (σ_{bc})		15
	Module de déformation longitudinale instantanée E_{ij}		32164,19
Module de déformation longitudinale différée E_{vj}		10721,39	
Acier	Limite d'élasticité f_e		400
	Module d'élasticité		$2 \cdot 10^5$
	Contrainte de calcul à l'ELU:	situation durable	348
		situation accidentelle	400
	Contrainte à l'ELS:	FPN	348
		FN	240
FTN		176	

I.4 Les Plans

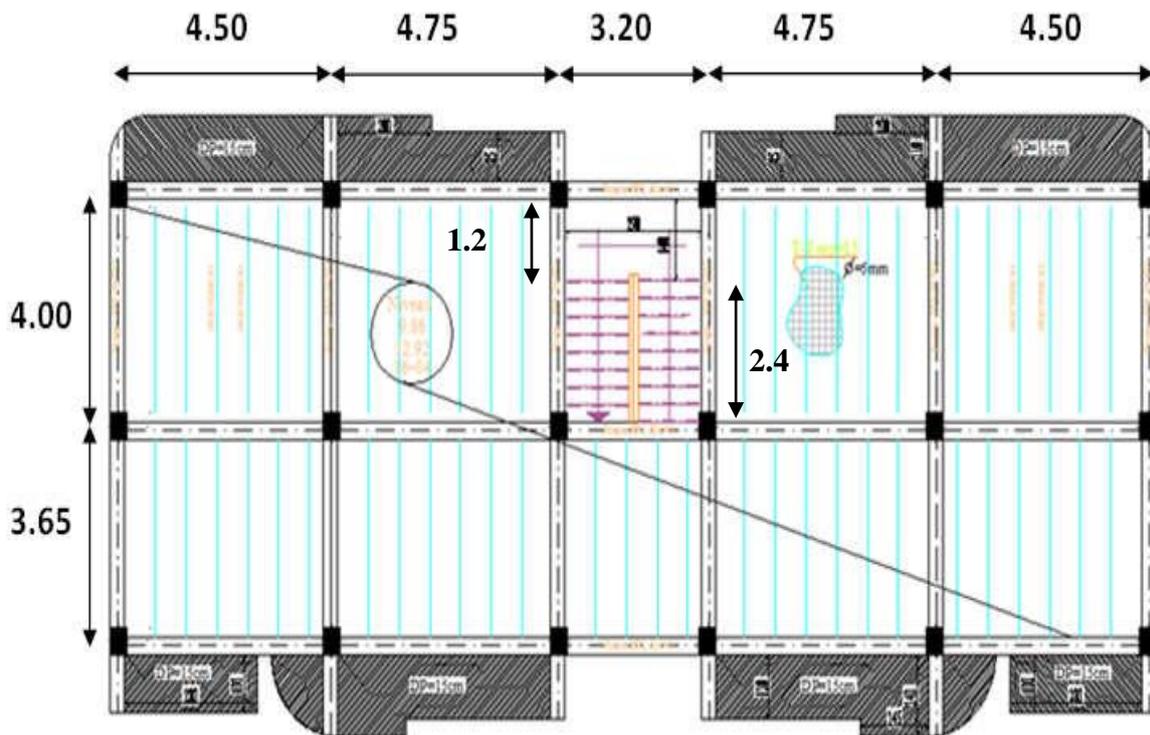


Figure I.3: La vue en plan de la structure niveau d'étage.

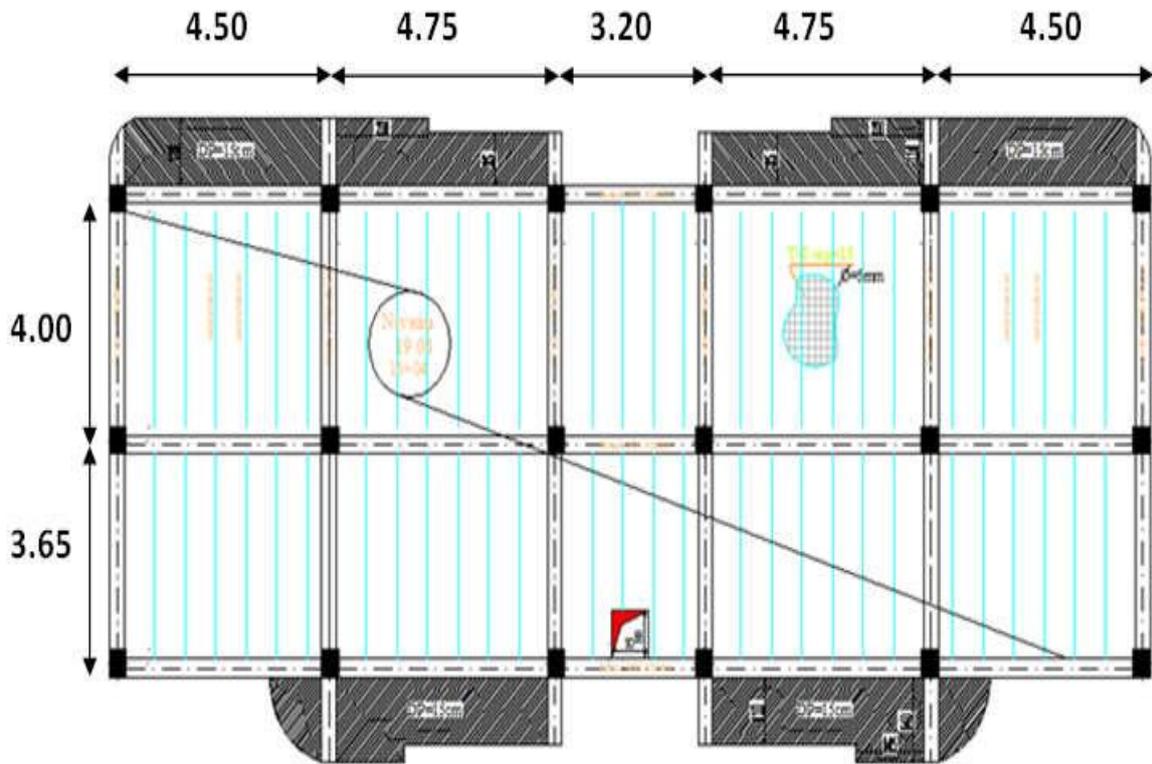


Figure I.2 : La vue en plan de la structure niveau terrasse.

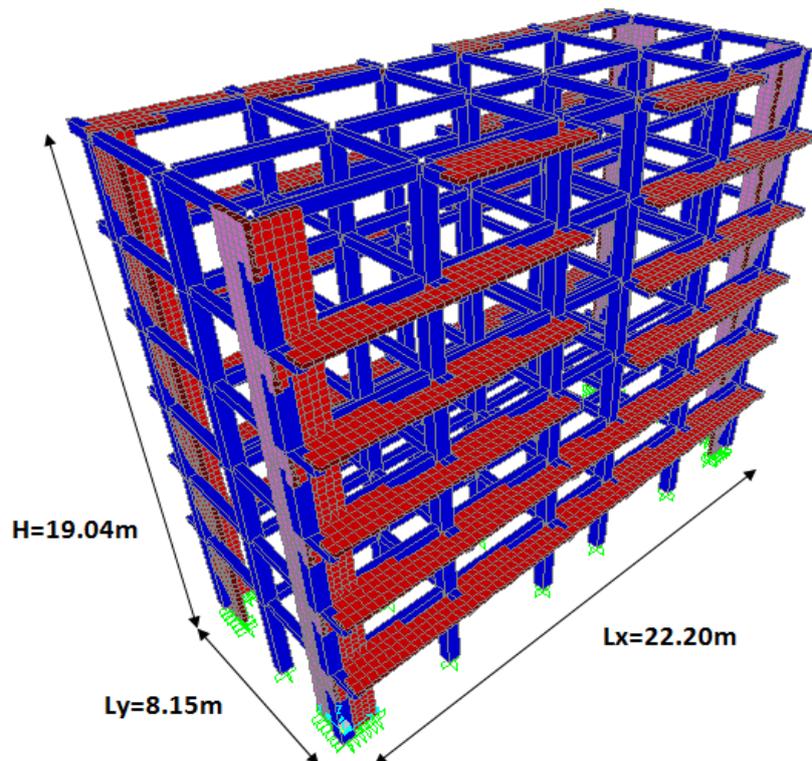


Figure I.3: La vue en 3D de la structure