



Institut supérieur des études technologiques de Nabeul



Département : génie civil

Classe : BAT22

Parcours :

BATIMENT

Organisme d'accueil : Bureau d'études HEDI AYED LAKHAL

Rapport de Stage de Perfectionnement

Réalisé par : AYA BEN SALAH

Encadreur académique

MR.HEDI AYED LAKHAL

2023/2024



Remerciement

Avant tout développement sur cette expérience, il apparaît opportun de commencer ce rapport de stage par des remerciements, à ceux qui m'ont beaucoup appris au cours de ce stage, et même à ceux qui ont eu la gentillesse de m'aider pour le bon déroulement de mon stage.

Je tiens à remercier Mr HEDI AYED LAKHAL, l'ingénieur conseil en génie civil, mon maître de stage qui m'a formé et m'a accompagné tout au long de cette expérience avec beaucoup de patience et de pédagogie.

Enfin je remercie mes enseignants à l'Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Nabeul pour l'importance qu'ils accordent toujours à la formation des jeunes étudiants en leur accordant des périodes de stage qui leur permettent d'acquérir des connaissances pratiques nécessaires pour intégrer le monde d'emploi.

Sommaire

Chapitre 1: Le stage	7
I. Le stage	7
1. Introduction	7
2. Choix de l'organisme de stage	7
3. Présentation générale du bureau d'étude	7
II. Présentation de projet	8
1. Introduction	8
2. Description architecturale.....	8
3. Tâches confiées	12
4. Contraintes architecturales à respecter pendant la conception :	16
III. Conclusion	16
Chapitre 2 : Conception et modélisation	17
I. Conception.....	17
1. Interprétation	17
2. Les éléments porteurs	17
3. Type de plancher	18
II. Modélisation	19
1. Dimensionnement des poteaux	19
2. Dimensionnement des poutres	19
Chapitre 3: Caractéristique de matériaux Hypothèse et calcul.....	20
<u>I.</u> Caractéristiques du béton.....	20
<u>II.</u> Caractéristiques de l'acier	20
<u>III.</u> Evaluation des charges.....	21
Chapitre 4 : Etude d'une poutre	24
1. Condition de limitation à la déformation :	24



2. Charges permanentes :	25
3. Charges d'exploitation :	25
4. Combinaison d'action :	25
5. Calcul des moments fléchissant :	26
6. Calcul des armatures longitudinales à l'ELU :	26
Chapitre 4 : Etude d'un poteau	29
I. Descente de charge sur le poteau :	29
1. Charge de plancher terrasse :	29
2. Charge de plancher intermédiaire :	30
3. Charge de plancher intermédiaire :	32
4. Combinaison d'action :	33
5. Calcul d'Élancement	33
6. Calcul d'espacement :	34
Chapitre 5: Etude d'une nervure	37
1. Pré dimensionnement de la nervure :	37
2. Combinaison d'action :	38
3. Calcul des moments fléchissant :	38
4. Calcul des armatures longitudinales à l'ELU :	39
Conclusion	41

LISTES DES FIGURES

Figure 1 : plan de RDC	9	
Figure 2: plan du 1er étage	10	
Figure 3 : plan du deuxième étage	11	
Figure 4 logiciel ARCHE	Figure 5:logiciel AUTOCAD	12
Figure 6 l'emplacement des poteaux en RDC	13	
Figure 7 :l'emplacement des poteaux en 1er étages	14	
Figure 8 :l'emplacement des poteaux en 2eme étage	15	
Figure 9 : Coupe plancher terrasse.....	21	
Figure 10 : Coupe planché intermédiaire	22	
Figure 11 :Poutre A7.....	24	
Figure 12 : Ferrailage de la poutre	28	
Figure 13 : : Descente de charge sur le poteau de plancher terrasse (2eme étage)	29	
Figure 14 : Descente de charge sur le poteau de plancher intermédiaire (1er étage)	30	
Figure 15 : Descente de charge sur le poteau de plancher intermédiaire (RDC)	32	
Figure 16 : : ferrailage de la poutre.....	36	
Figure 17 : Etude d'une nervure	37	
Figure 18 : ferrailage dune nervure.....	40	



LISTE DES ANNEXES

Plan de coffrage de RDC.....	42
Plan de coffrage de 1 ^{er} étage.....	43
Plan de coffrage de 2eme étage	44

Introduction Générale

Du 10/01/2024 au 03/02/2024, j'ai effectué un stage de perfectionnement au bureau d'études HEDI AYED LAKHAL, le stage de technicien est une étape dans la formation des techniciens supérieurs en Génie civil au sein de l'**Institut Supérieur Des Etudes Technologiques de Nabeul**.

Ce stage a pour finalité de nous faire découvrir le monde du travail et de recevoir des nouvelles connaissances. De plus, c'est une occasion pour améliorer la capacité de la réflexion afin de surmonter les problèmes rencontrés dans la vie professionnelle.

Ce travail comporte en premier lieu une description architecturale et une conception structurale élaborée. Puis, on a cité les différentes hypothèses des calculs et les caractéristiques des matériaux dans la perspective d'évaluer les différentes charges appliquées à la structure. Il s'en suit une modélisation par les logiciels <ARCHE> et un dimensionnement manuel de certains éléments de la structure.

Pour atteindre l'objectif général de notre projet, il faut :

- Effectuer une bonne lecture du plan architectural, les différentes coupes et les détails qui permettent une meilleure compréhension du projet.
- Etablir une conception adéquate du bâtiment et ses plans de coffrage en utilisant le logiciel « **AUTOCAD** ».
- Calculer les différents éléments de l'ossature manuellement.
- Effectuer une comparaison entre les résultats des calculs à travers le logiciel et des calculs manuels.

Les étapes de ce travail sont décrites le long de ce rapport et des annexes jointes : les différents résultats trouvés y sont rapportés en toute fidélité.

Chapitre 1: Le stage

I. Le stage

1. Introduction

Lors de notre stage technicien, nous avons cherché à atteindre des objectifs pour enrichir notre formation à travers l'étude du projet

Nous souhaitons avoir acquis des compétences et des méthodes de travail utiles et d'une importance accrue pour notre vie professionnelle.

Il est essentiellement une opportunité de découvrir les différents aspects de la vie professionnelle en consolidant mes acquis théoriques et en répondant à mes multiples requêtes pratiques.

2. Choix de l'organisme de stage

Nous avons choisi ce bureau d'études en raison des résultats fructueux et de l'amélioration tangible dont nous avons été objet lors de notre dernier passage dans ledit bureau à l'occasion du stage précédent. Amélioration due au sérieux du staff, à l'encadrement spécial de **Mr HEDI AYED LAKHAL** qui nous été réservé et à l'opportunité de choisir parmi divers projets disponibles.

3. Présentation générale du bureau d'étude

Nous avons eu le sublime honneur d'effectuer notre stage de perfectionnement d'un mois, au sein du bureau d'études des structures des bâtiments en béton armé.

*Adresse du siège social de l'entreprise : 80 ,rue hedi chaker , immeuble ben amara

*E-mail : ayedlakhahedi@gmail.com

*Téléphone :72231160

II. Présentation de projet

1. Introduction

Notre projet est l'étude de la structure d'une villa composée d'un RDC et deux étages

Une brève description architecturale et fonctionnelle du projet peut nous donner une idée sur les différentes contraintes rencontrées lors de la conception structurale.

2. Description architecturale

L'usage de la villa est réparti en fonction de 3 niveaux de la façon suivante :

- 1^{er} niveau : un RDC

La surface d'habitat du RDC est 57 m², il est composé d'un salon et deux chambres , une cuisine, un séjour, deux salles de bain

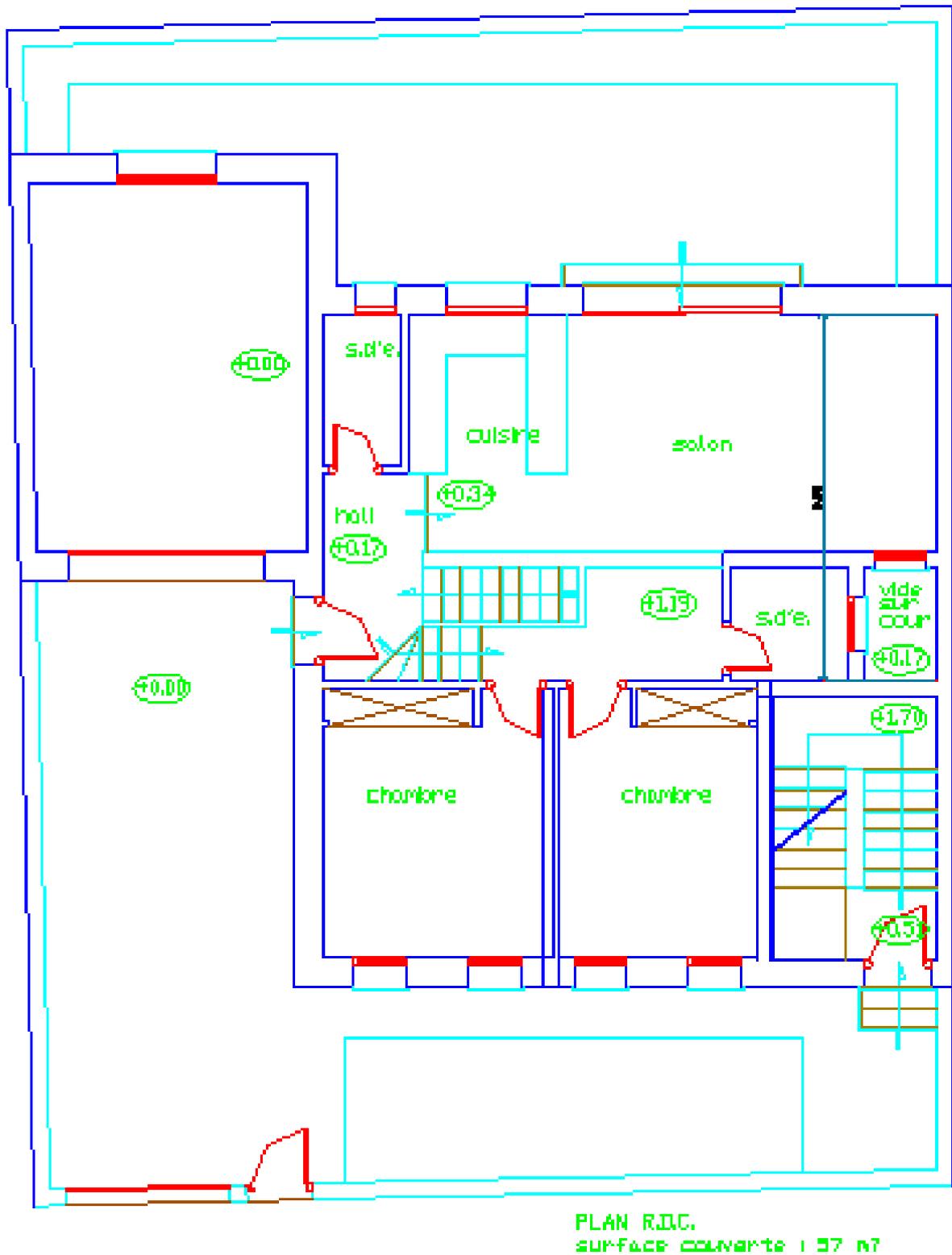


Figure 1 : plan de RDC

2eme niveau : un premier étage

La surface d'habitat du 1^{er} étage est 106 m², composé deux chambres, 2 dressings et 2 SDD, un hall, un salon

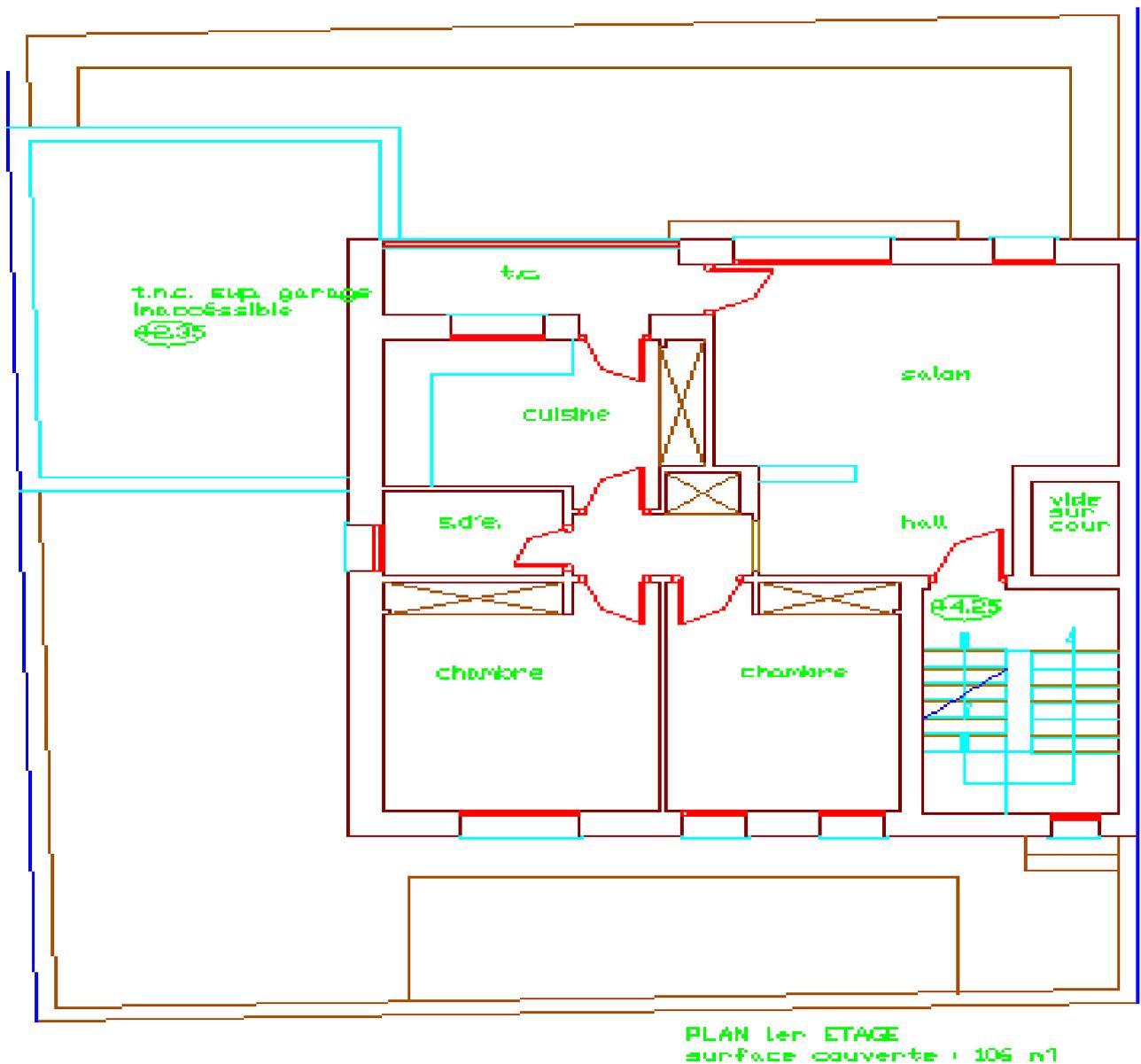


Figure 2: plan du 1er étage

3. Tâches confiées

Connaitre les conditions de travail de l'entreprise et avoir une idée sur la vie professionnelle.

Bien maitriser les logiciels « Autocad » et « Arche ».

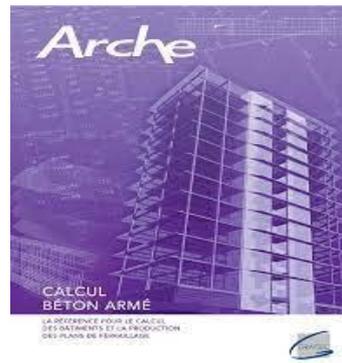


Figure 4 logiciel ARCHE



Figure 5:logiciel AUTOCAD

Mettre en pratique notre connaissance théorique.

Pour avoir une bonne formation durant notre stage, nous avons sélectionné un projet d'une ville que nous avons estimé intéressant et qui nous a été proposé par le bureau d'études.

➤ **1 ère étape** : Nous avons commencé par comprendre les détails des plans d'architecture de la ville et ses différentes coupes et vues. Les coupes des plans d RDC et les deux étages.

➤ **2ème étape** : Nous avons superposé les différents plans pour l'emplacement convenable des poteaux tout en respectant les détails architecturaux comme :

Les murs de doubles cloisons (les murs extérieurs) dont on doit décaler de l'intérieur vers l'extérieur de 12.5 cm : 11 cm c'est l'un demi de largeur de poteau + 1.5 l'épaisseur de l'enduit.

Les murs intérieurs de 25cm dont on met les poteaux au milieu donc on décale de 12.5 cm.

Les murs de séparation de 10 cm dont on décale de 12.5 cm selon l'emplacement.

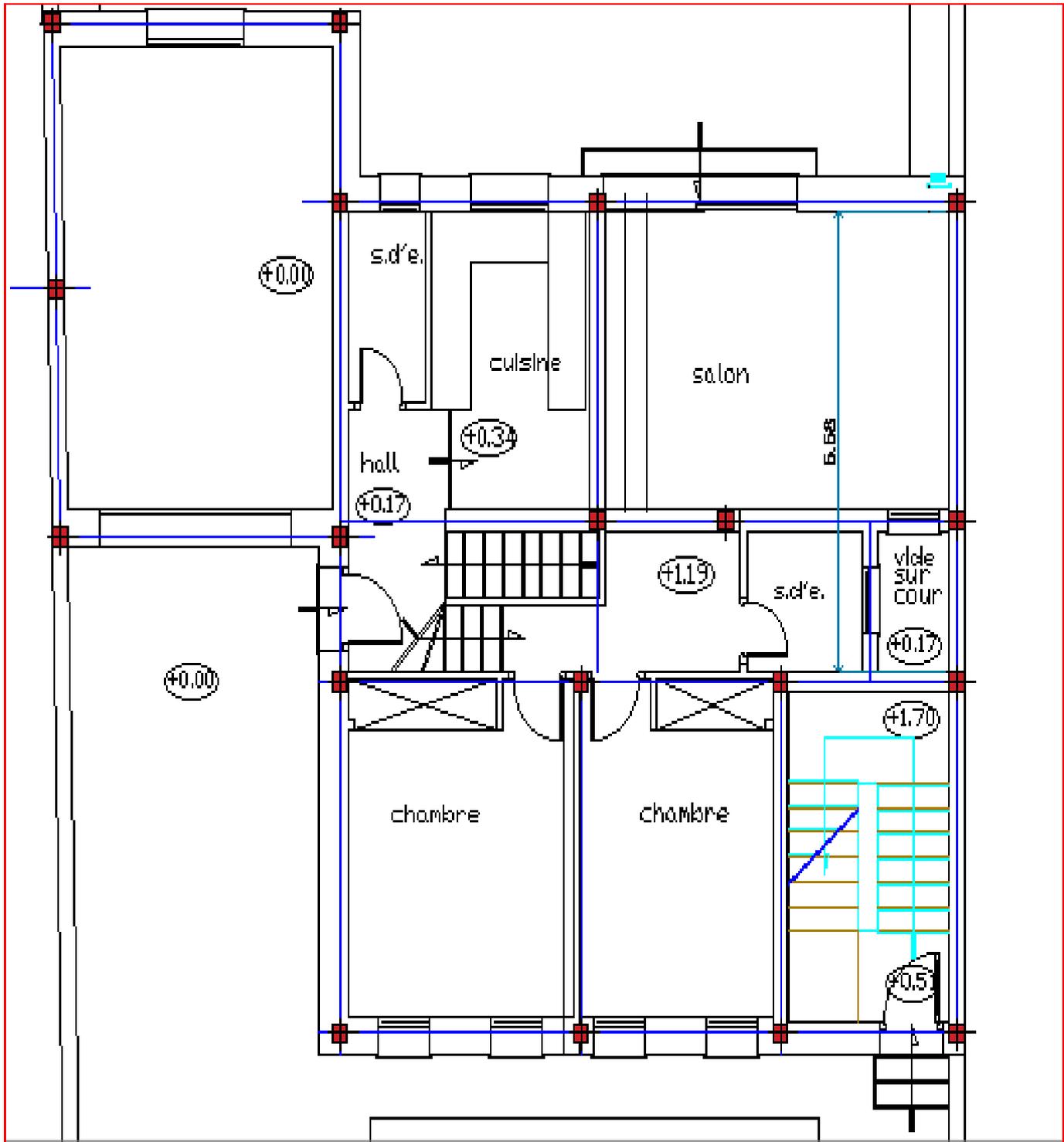


Figure 6 : l'emplacement des poteaux en RDC

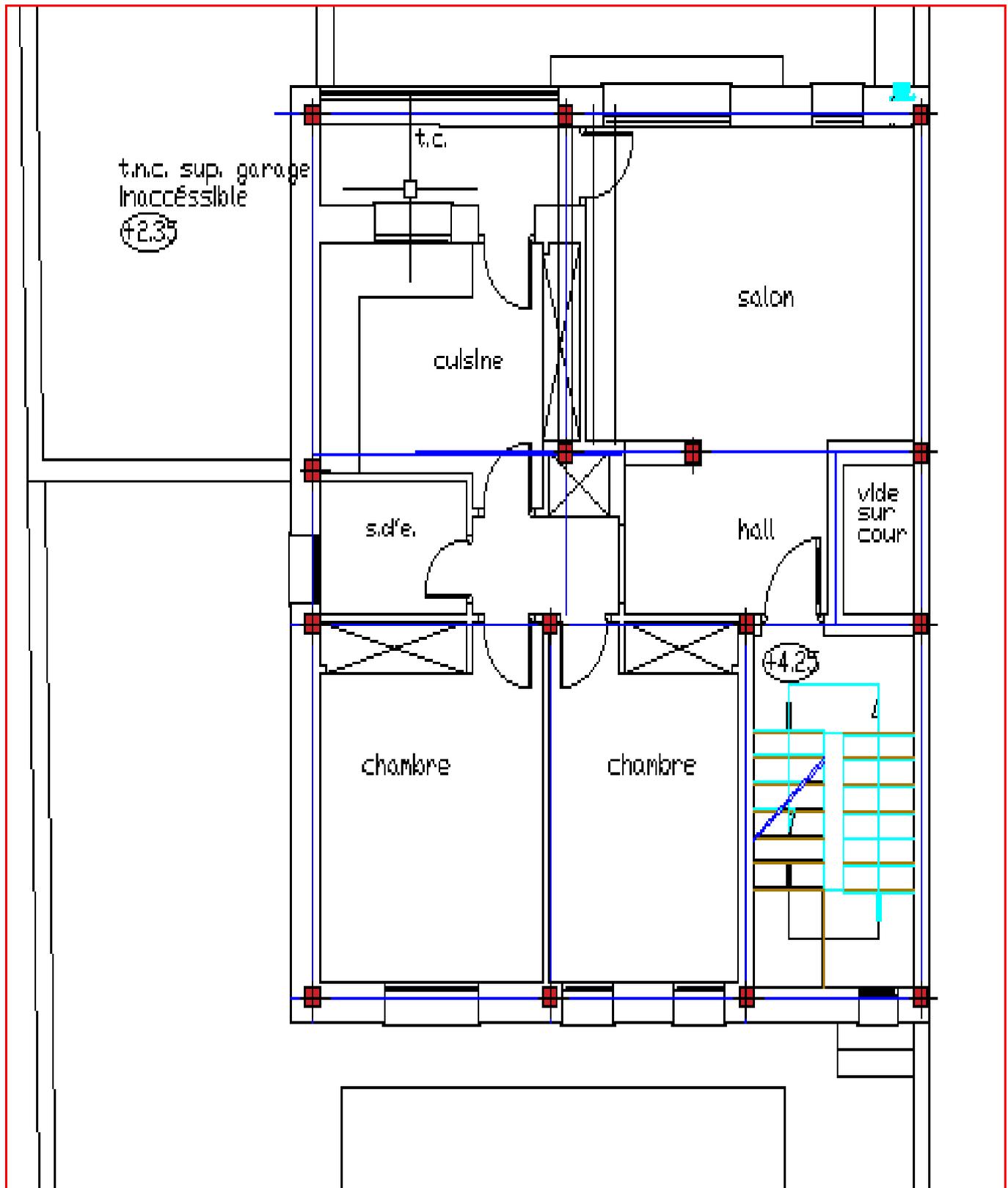


Figure 7 : l'emplacement des poteaux en 1er étages

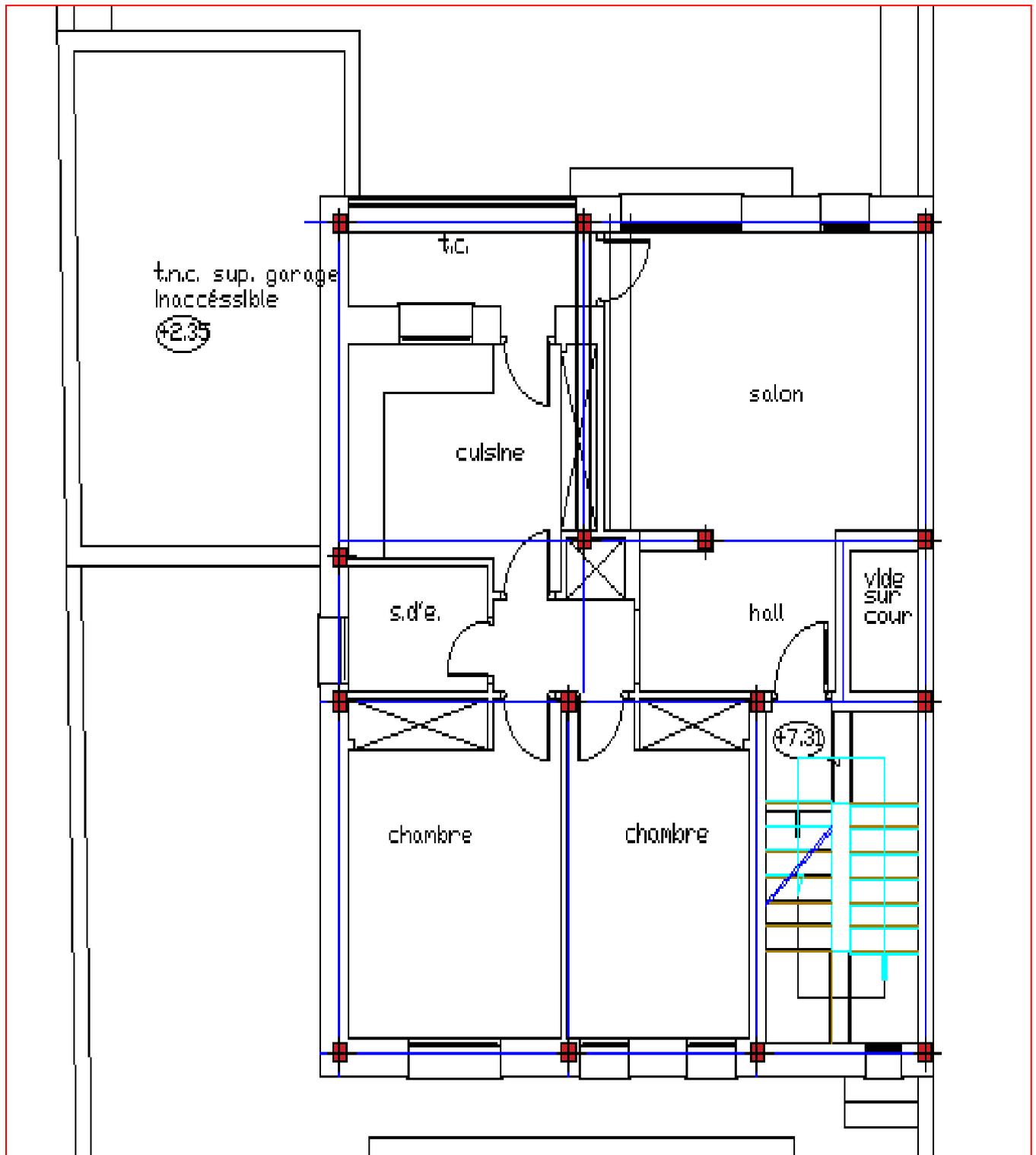


Figure 8 : l'emplacement des poteaux en 2eme étage

- **3ème étape** : Nous avons effectué les plans de coffrage en prenant en considération la facilité de l'exécution et du coup, l'économie des ressources humaines et matérielles.
- **4ème étape** : Nous avons fait la mise à jour de plan de coffrage.

4. Contraintes architecturales à respecter pendant la conception :

Le choix de la nature de l'ossature doit s'adapter avec les exigences de sécurité des usagers, le confort des exploitants et les exigences architecturales du projet.

Par conséquent, pour une bonne conception, il faut :

- Placer les poteaux de façon à ne pas gêner les détails architecturaux .
- Eviter au maximum l'implantation des poteaux implantés.
- Eviter les retombées dans les espaces des circulations et les salles (par exemples les salons

III. Conclusion

Le choix des éléments du système porteur de ce projet se fait suivant plusieurs contraintes architecturales Dont on peut citer :

- * Poteaux
- * Poutres
- * Dalle corps creux (16+5) : en raison de ses moyennes portées et compte tenu de ses critères économiques par rapport à la dalle pleine..

Chapitre 2 : Conception et modélisation

I. Conception

1. Interprétation

La conception est une étape très importante pour la construction d'un ouvrage quelconque afin de fixer les solutions les plus adéquates.

Cette étude impose la bonne lecture et compression des plans architecturaux et le bon choix des éléments porteurs de la structure.

Ce choix doit tenir compte toutes contraintes quelque soient (architecturales et géotechniques) tout en essayant de choisir la solution optimale (simple, économique, et réalisable) afin de faciliter l'exécution du projet et de réduire au minimum le coût de la construction

2. Les éléments porteurs

Poteau

Un poteau est un organe de structure d'un ouvrage sur lequel se concentrent de façon ponctuelle les charges de la superstructure (les poutres ou les dalles d'un niveau supérieur) et par lequel ces charges se répartissent vers les infrastructures (les fondations).

Et comme une étape très importante de la conception on a tout d'abord l'implantation des poteaux qui se manifeste en plusieurs taches selon :

- L'intersection des axes
- Les coins de la maison
- Plan d'architecture et les fonctions des locaux
- Ou n'y a pas de mur, de fenêtres.

➤ Avoir une supposition entre les différents étages :

On fait la désactivation de tous les calques sauf le calque des poteaux, on fait une copie des poteaux de 1er étage et on élimine les poteaux qui sont présentés dans les halls ou dans les chambres.

Poutre

La section de poutre est déterminée en fonction de la charge appliquée à l'état limite ultime Nu.

La partie de poutre en saillie par rapport à la sous-face du plancher s'appelle la retombée de poutre. La poutre est dite noyée lorsqu'elle est totalement incorporée dans l'épaisseur du plancher.

La partie de poutre en haut par rapport à la surface du plancher s'appelle l'allège de poutre.

- ❖ Cas d'une poutre continue : $h=L/12$
- ❖ Cas d'une poutre isostatique : $h=L/10$

L : la longueur de la travée.

3. Type de plancher

Plancher en corps creux

Ce type de plancher est le plus utilisé dans la majorité des chantiers en raison de sa disponibilité dans le marché, sa facilité de mise en œuvre, son coût économique et l'isolation thermique dont il est doté.

Et ce choix se manifeste selon la règle suivante :

On divise la portée parallèle au sens des nervures par 22.5 ($L/22.5$)

L : le porté maximal entre nus d'appuis

- ❖ Si $L/22.5 < 21$ cm on utilise des planchers en corps creux (16+5)
- ❖ Si $L < 4.7$ m on utilise des planchers en corps creux (16+5)

- ❖ Si $21 \text{ cm} < L/22.5 < 25 \text{ cm}$ on utilise des planchers en corps creux (19+6)
- ❖ Si $4.7\text{m} < L < 5.6\text{m}$ on utilise des planchers en corps creux (19+6).

Compositions

- Entrevous : servent de coffrage à la dalle de compression qui les recouvre (il s'agit d'un coffrage perdu) et permettent l'augmentation des qualités d'isolation du plancher.

- Nervures : sont reposées sur des poutres, elles constituent les éléments porteurs du plancher.

Elles sont placées entre les entrevous.

- Une chape de béton : permet à la transmission ainsi que la répartition des charges aux nervures.

II. Modélisation

1. Dimensionnement des poteaux

Une fois la descente des charges est faite, on exporte les poteaux de l'Arche ossature vers l'Arche poteau, on pré-dimensionne la section du poteau, puis on calcule son ferrailage.

On adopte généralement le même dimensionnement pour les poteaux supportant des charges proches.

2. Dimensionnement des poutres

De même on exporte les poutres de l'Arche ossature vers l'Arche poutre. On pré dimensionne la section de la poutre, puis on calcule son ferrailage en travée et sur appui. Il faut s'assurer aussi que les vérifications nécessaires sont vérifiées (les contraintes, la condition de limitation de la flèche).

Chapitre 3: Caractéristique de matériaux Hypothèse et calcul

L'étude et le dimensionnement des éléments de la structure sont menés suivant les règles techniques de conception, de calcul des ouvrages et de constructions en béton armé selon la méthode des états limites des règles Eurocode 2 : **EC2**.

Toutes les hypothèses de calcul sont indiquées ci-après.

I. Caractéristiques du béton

- La résistance caractéristique du béton à 28 jours :

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

- La résistance à la traction du béton à 28 jours :

$$f_{bu} = 0.85 \frac{f_{ck}}{1.5} = 14.16 \text{ MPa}$$

- La contrainte limite de compression du béton

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1.5} = 16.66 \text{ MPa}$$

II. Caractéristiques de l'acier

Les armatures longitudinales sont des aciers à haute adhérence de nuance B500A de limite d'élasticité garantie F_e et de module d'élasticité longitudinale E_s tels que :

$$F_{yk} = 500 \text{ MPa et } E_s = 2.105 \text{ MPa}$$

- Coefficient de scellement : $\psi_s = 1.5$
- Le coefficient partiel de sécurité des aciers $\gamma_s = 1.15$

Les armatures transversales sont des aciers doux (RL) de nuance B235C de limite d'élasticité garantie F_{et} :

- Enrobage $c=3\text{cm}$

Produits	Charges en KN/m ²
Protection gravillons (4cm)	0.72
Forme de pente (10cm)	2.2
Nervure +hourdis	2.09
Corps creux (16+5)	0.7
Enduit sous plafond (1.5cm)	0.3
G totale	6.01

Tableau1: Plancher terrasse

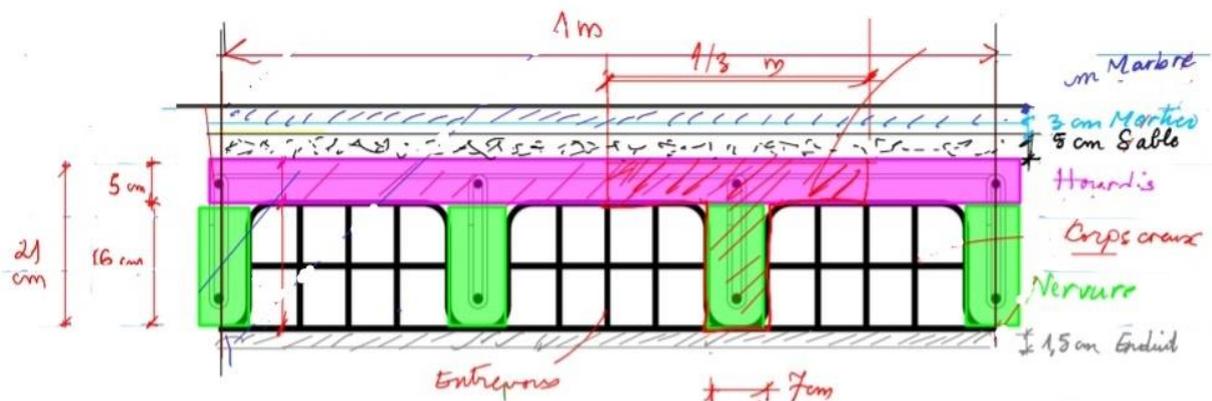


Figure 10 : Coupe planché intermédiaire



Produits	Charges en KN/m ²
Marbre (3cm)	0.67
Mortier de pose (3cm)	0.66
Lit de sable (5cm)	0.85
Hourdis	1.25
Nervure (×3)	0.84
Corps creux 16	0.7
Enduits (1.5cm)	0.3
G totale	5.27

Tableau 1: planché intermédiaire

Remarque : si le plancher supporte des cloisons de distribution on ajoute 1kn au charge permanent calcule **G totale= 6.27 KN/m²**

Charges d'exploitation

D'après L'EC2 :

- Terrasse accessible $Q=1,5\text{KN/m}^2$
- Terrasse inaccessible $Q=1\text{KN/m}$

Chapitre 3 : Etude d'une poutre

Les poutres sont des éléments porteurs en béton armé, leur rôle consiste essentiellement à supporter les charges transmises par le plancher intermédiaire.

Pré dimensionnement de la poutre : A7(22, 40)

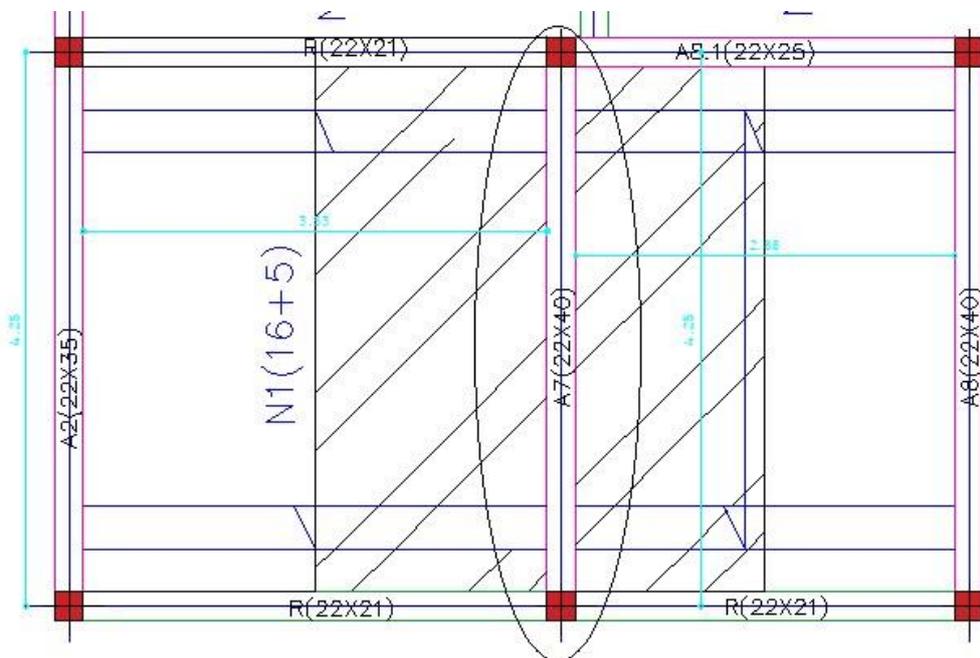


Figure 11 : Emplacement de poteau à étudier A7

1. Condition de limitation à la déformation :

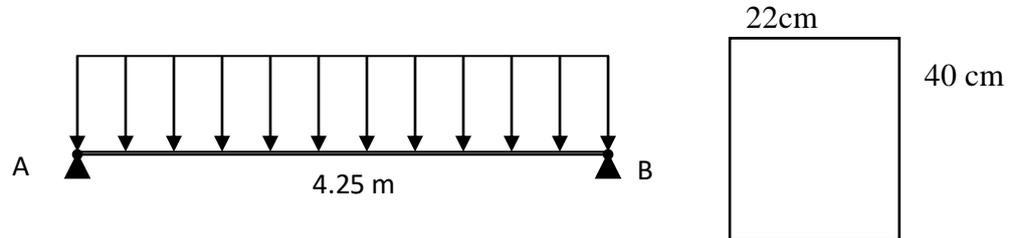
$$h \leq \frac{L}{10}$$

avec $L = 4.25 \text{ m}$

$$h < \frac{425}{10}$$

donc on prend $h = 40 \text{ cm}$

Schéma mécanique



2. Charges permanentes :

Charge permanent de plancher terrasse : 6.27 KN/m^2

Poids Propre de la poutre : $b \cdot h \cdot \gamma_b = 0.22 \times 0.4 \times 25 = 2.2 \text{ KN/m}$

Poids du Plancher : $6.27 \cdot L = 6.27 \times \left(\frac{2.88}{2} + \frac{3.53}{2} \right) = 20.1 \text{ KN/ml}$

$$\Rightarrow G_T = 2.2 + 20.1 = 22.3 \text{ KN/ml}$$

3. Charges d'exploitation :

$q = 1.5 \text{ KN/m}^2$

$$\Rightarrow Q = 1.5 \times \left(\frac{2.88}{2} + \frac{3.53}{2} \right) = 4.80 \text{ KN/ml}$$

4. Combinaison d'action :

A l'ELU :

$$P_u = 1.35G + 1.5Q$$

$$= 1.35 \cdot 22.3 + 1.5 \cdot 4.80 = 37.30 \text{ kN/m}$$

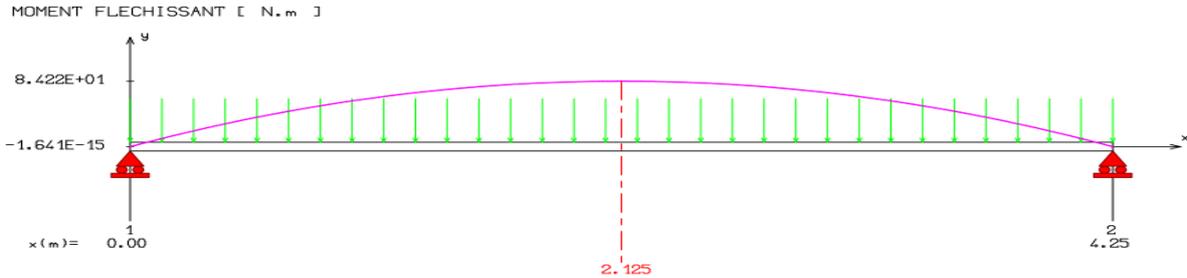
A l'ELS :

$$P_{ser} = G + Q$$

$$= 22.3 + 4.8 = 27.1 \text{ kN/m}$$

5. Calcul des moments fléchissant :

$$M_u = \frac{P_u \cdot L^2}{8} = \frac{37.30 \cdot 4.25^2}{8} = 84.21 \text{ kN.m}$$



6. Calcul des armatures longitudinales à l'ELU :

- $f_{ck} = 25 \text{ Mpa} < 50 \text{ Mpa} \rightarrow \lambda = 0.8$ et $\eta = 1$
- $b_w = b_{ff} = 0.22 \text{ m}$
- $\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{84.21}{0.2 \times (0.9 \times 0.4)^2 \times 16.66 \times 10^3} = 0.195$
- $\mu_{\max} = 0.2952$ (B500A)
- $\mu_{\max} > \mu_{Ed} \rightarrow$ pas d'acier comprimé (AS2=0)
- $\alpha_u = \frac{1}{\lambda} (1 - \sqrt{1 - 2 \mu_{Ed}}) = 0.273$
- $\mu_{AB} = 0.0561$ (B500)
- $\mu_{Ed} > \mu_{AB} \rightarrow$ Pivot B
- $\varepsilon_{SU1} = \frac{1 - \alpha_u}{\alpha_u} \varepsilon_{SU2} = \frac{1 - 0.273}{0.273} \times 3.5 = 9.32\%$
- $\varepsilon_{SU1} > \varepsilon_{yd}$ Avec $\varepsilon_{yd} = 2.174\%$

- $\sigma_{SU1} = f_{yd}$
- $f_{yd} = \frac{500}{1.15} = 434.8 \text{ MPa}$
- $AS1 = \frac{b \cdot d \cdot \alpha_u \cdot \lambda \cdot f_{cd}}{\sigma_{SU1}} = \frac{0.22 \times 0.9 \times 0.4 \times 0.8 \times 0.273 \times 16.66}{434.8} = 6.62 \text{ cm}^2$
- $AS_{max} = 0.04 \times AC = 0.04 \times b \times h = 0.04 \times 0.22 \times 0.4 = 35.2 \text{ cm}^2$
- $AS_{min} = \max\left\{ \frac{0.26 \times f_{ctm}}{f_{yk}} \times \frac{h}{2} \times d; 0.0013 \times \frac{h}{2} \times d \right\}$
- $AS_{min} = \max\{ 1.23 \text{ cm}^2 ; 0.936 \text{ cm}^2 \} = 1.23 \text{ cm}^2$
- $AS_{min} < AS1 < AS_{max}$
- **on prend 3HA14 + 3HA12=8.01cm**

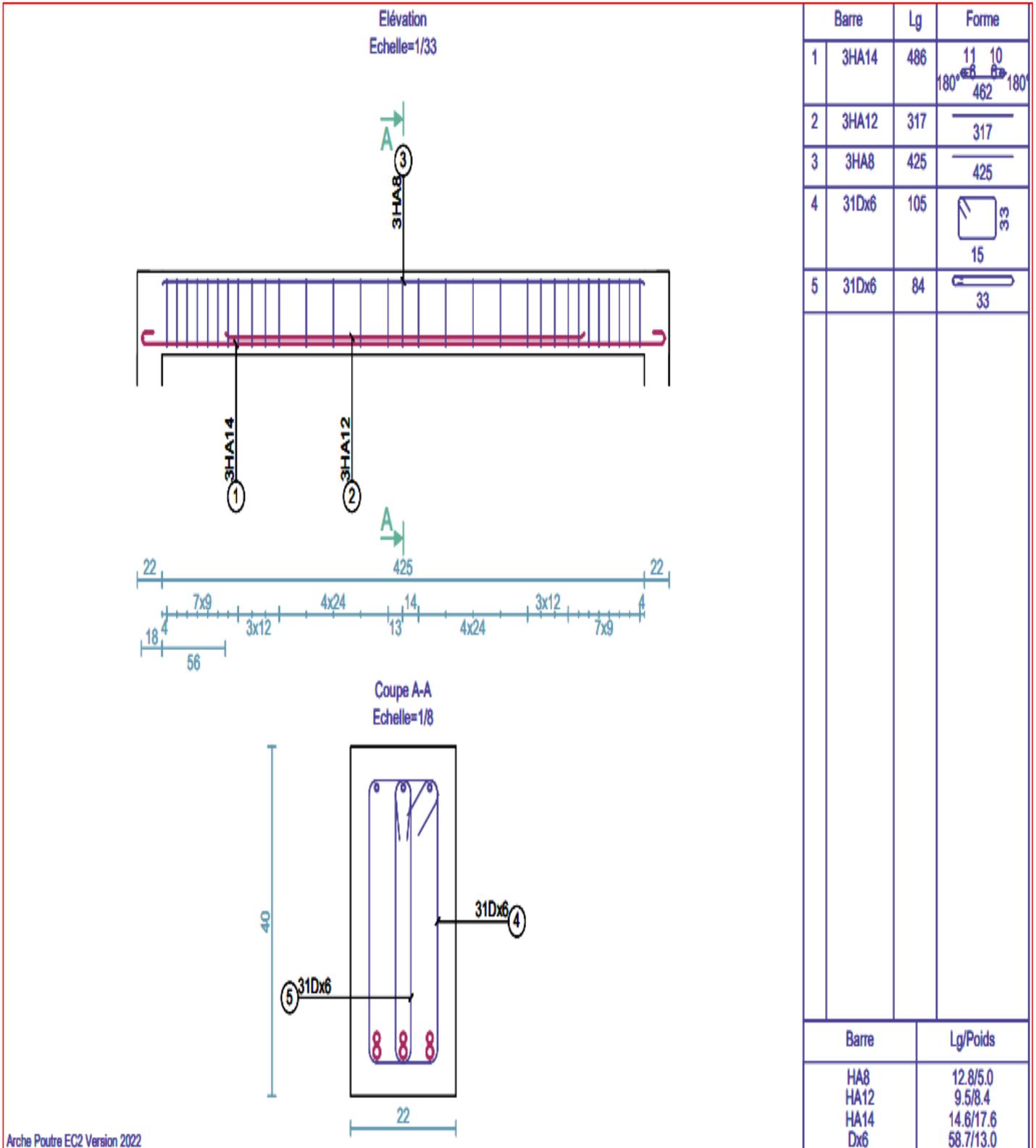


Figure 12 : Ferrailage de la poutre

Chapitre 4: Etude d'un poteau

Les poteaux sont les éléments verticaux de la structure soumis à des charges qu'ils transmettent jusqu'aux fondations. Ils constituent les éléments porteurs du système planchers, poutres et raidisseur. Généralement soumis la compression simple centrée et éventuellement à la flexion composée.

- On choisit un poteau carré (22x22) :

I. Descente de charge sur le poteau :

1. Charge de plancher terrasse :

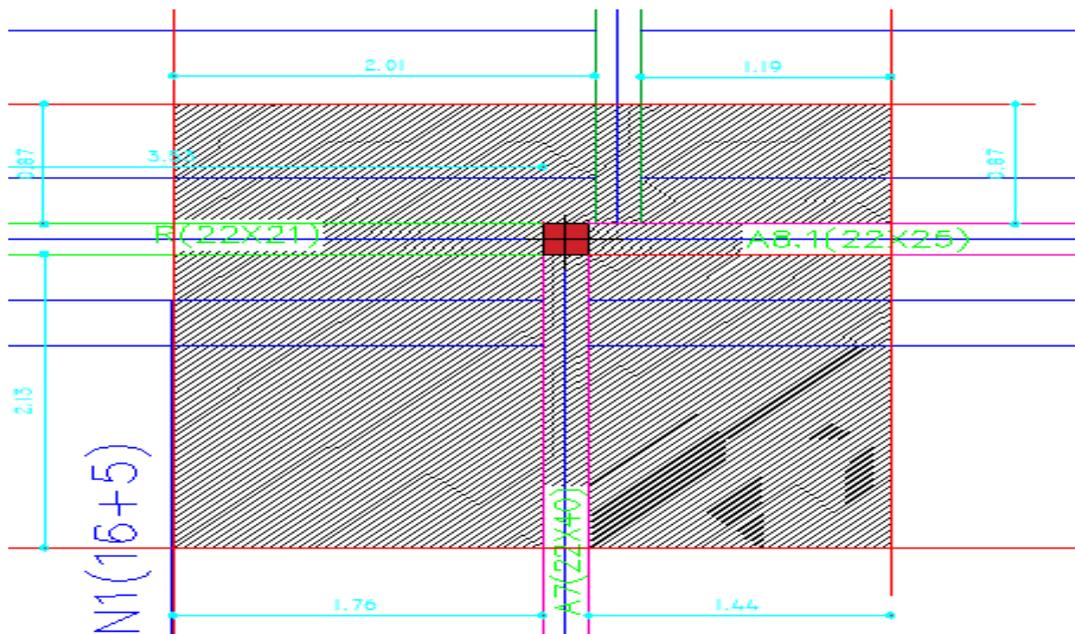


Figure 13 : : Descente de charge sur le poteau de plancher terrasse (2eme étage)

Plancher terrasse : 6.01 kN/m^2

Poids propre du plancher : $6.01 * SG = 6.01 * 9.6 = 57.7 \text{ kN}$

$$\text{or } SG = 0.87 \times 2.01 + 1.19 \times 0.87 + 2.13 \times 1.44 + 2.13 \times 1.76 = 9.6 \text{ m}^2$$

Poids propre du poteau : $25 * 0.22^2 * 3.21 = 3.88 \text{ kN}$

Poids propre de la poutre :

$$(0.22 * 0.25 * 1.44 * 25) + (0.22 * 0.40 * 2.13 * 25) = 6.66 \text{ kN}$$

Poids propre du raidisseur : $25 * (0.21 * 0.22 * (2.01 + 0.87)) = 3.3 \text{ kN}$

$$\Rightarrow G_t = 3.3 + 6.66 + 3.88 + 57.7 = 71.54 \text{ kN}$$

a) **Charge d'exploitation :**

$$q = 1.5 \text{ kN/m}$$

$$SQ = SG + 0.22 * (0.87 + 1.44 + 2.13 + 2.01) + 0.22^2 = 11.07 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow Q_t = 11.07 * 1.5 = 16.60 \text{ kN}$$

2. **Charge de plancher intermédiaire :**

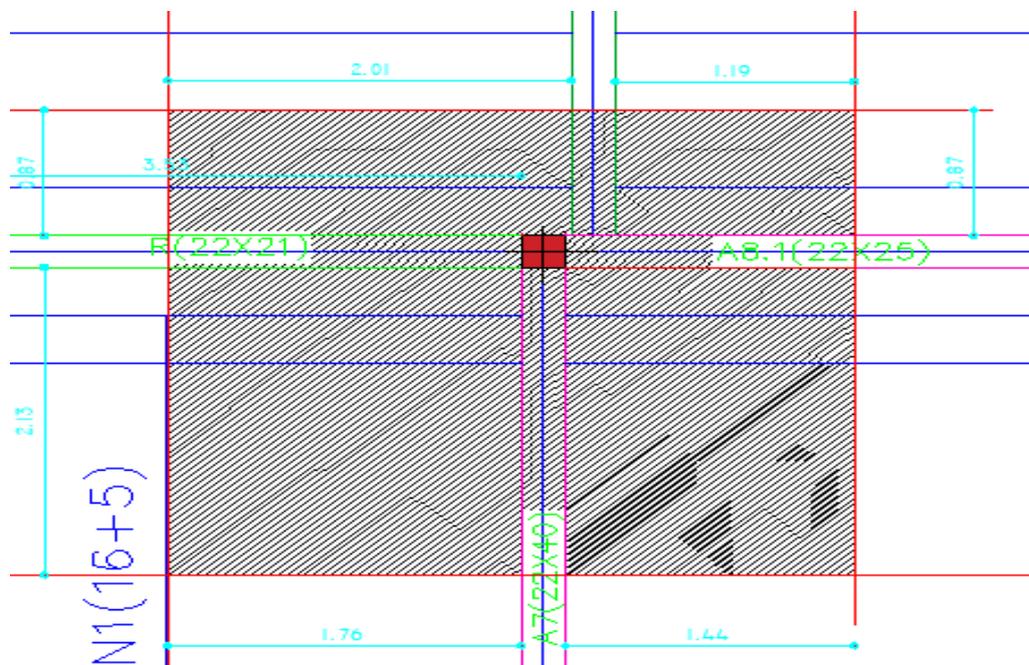


Figure 14 : Descente de charge sur le poteau de plancher intermédiaire (1er étage)

Plancher intermédiaire : 6.27 kN/m²

Poids propre du plancher : $6.27 * SG = 6.27 * 9.6 = 60.2\text{kN}$

$$\text{or } SG = 0.87 \times 2.01 + 1.19 \times 0.87 + 2.13 \times 1.44 + 2.13 \times 1.76 = 9.6 \text{ m}^2$$

Poids propre du poteau : $25 * 0.22^2 * 3.21 = 3.88\text{kN}$

Poids propre de la poutre :

$$(0.22 \times 0.25 \times 1.44 \times 25) + (0.22 \times 0.40 \times 2.13 \times 25) = 6.66 \text{ kN}$$

Poids propre du raidisseur : $25 * (0.21 * 0.22 * (2.01 + 0.87)) = 3.3 \text{ kN}$

$$\Rightarrow G_t = 3.3 + 6.66 + 3.88 + 60.2 = 74.04 \text{ KN}$$

a) Charge d'exploitation :

$$q = 1.5 \text{ kNm}$$

$$SQ = SG + 0.22 * (0.87 + 1.44 + 2.13 + 2.01) + 0.22^2 = 11.07 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow Q_t = 11.07 * 1.5 = 16.60 \text{ kN}$$

3. Charge de plancher intermédiaire :

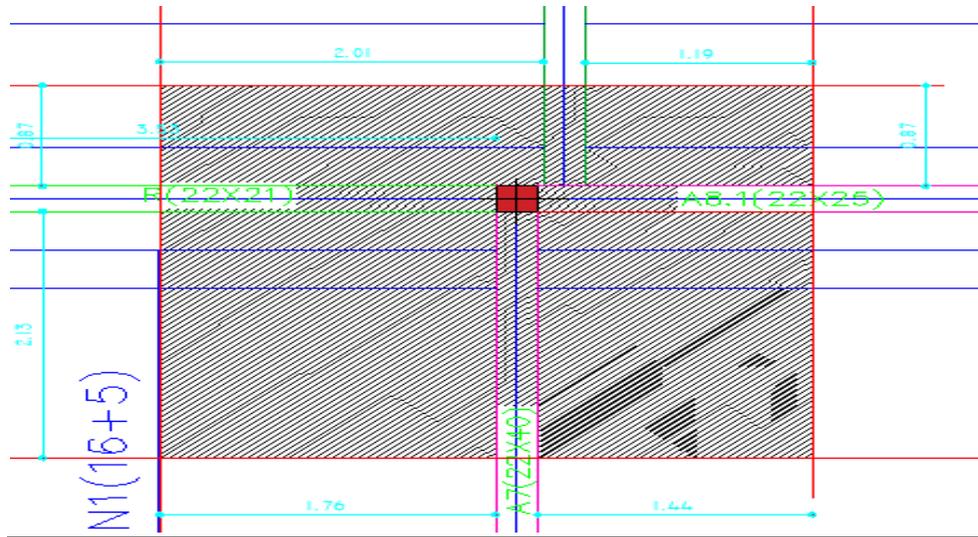


Figure 15 : Descente de charge sur le poteau de plancher intermédiaire (RDC)

Plancher intermédiaire : 6.27 kN/m^2

Poids propre du plancher : $6.27 * SG = 6.27 * 9.6 = 60.2 \text{ kN}$

$$\text{or } SG = 0.87 \times 2.01 + 1.19 \times 0.87 + 2.13 \times 1.44 + 2.13 \times 1.76 = 9.6 \text{ m}^2$$

Poids propre du poteau : $25 * 0.22^2 * 3.21 = 3.88 \text{ kN}$

Poids propre de la poutre :

$$(0.22 \times 0.25 \times 1.44 \times 25) + (0.22 \times 0.40 \times 2.13 \times 25) = 6.66 \text{ kN}$$

Poids propre du raidisseur : $25 * (0.21 * 0.22 * (2.01 + 0.87)) = 3.3 \text{ kN}$

$$\Rightarrow G_t = 3.3 + 6.66 + 3.88 + 60.2 = 74.04 \text{ kN}$$

a) **Charge d'exploitation :**

$$q = 1.5 \text{ kNm}$$

$$SQ = SG + 0.22 * (0.87 + 1.44 + 2.13 + 2.01) + 0.22^2 = 11.07 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow Q_t = 11.07 * 1.5 = 16.60 \text{ kN}$$

4. Combinaison d'action :

A l'ELU :

$$N_G = 1.35 \times (74.04 + 71.54 + 74.04) + 1.5 \times (16.6 + 16.6 + 16.6) = 371.187KN$$

A l'ELS :

$$N_Q = (74.04 + 71.54 + 74.04) + (16.6 + 16.6 + 16.6) = 269.42KN$$

Longueur de flambement :

$$L_0 = 1 \times L = 1 \times 3 = 3m \quad \text{avec } L: \text{longueur de poteau}$$

Élancement de :

$$\lambda = \frac{\sqrt{12}}{0.22} \times 3 = 47.23$$

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \times 0.7 \times 0.7 \times 1.1}{\sqrt{\frac{NEd}{AC \times F_{cd}}}} = \frac{20 \times 0.7 \times 0.7 \times 1.1}{\sqrt{\frac{0.3711}{0.22^2 \times 16.66}}} = 15.9$$

$$\text{Avec : } AC = b \times h$$

$$\rightarrow \lambda_{lim} < \lambda \quad (\text{élancement non vérifier})$$

5. Calcul d'Élancement

$$\lambda_{lim} < \lambda < 120 \rightarrow \text{Methode simplifiée}$$

$$A_s = \left[\frac{Ned}{\alpha \times Kh \times Ks} - AC \times F_{cd} \right] \times \frac{1}{f_{yd}}$$

$$\text{Poteau bi-articulé : } L_0 = L$$

$$\lambda = \frac{\sqrt{12}}{0.22} \times 3 = 47.23 < 60$$

$$\alpha = \frac{0.86}{1 + \left(\frac{47.23}{62}\right)^2} = 0.54$$

$$Kh = (0.75 + 0.5 \times h) \times 0.95 \text{ car } h < 0.5m$$

$$kh = 0.817$$

$$K_s = 1 \text{ car } F_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow A_s = \left[\frac{0.3711}{0.54 \times 0.817 \times 1} - 0.22^2 \times 16.66 \right] \times \frac{1}{434.8} = 0.8 \text{ cm}^2$$

➤ On prend 4 HA8 = 2.01 cm²

Acier transversales :

➤ $\theta t \geq \text{Max} \left\{ \frac{\theta l_{max}}{4} = 2 \text{ mm} ; \theta t = 6 \text{ mm} \right\} \rightarrow \text{en utilise 1 cadre RL06}$

6. Calcul d'espacement :

Hors zone de recouvrement :

$$\rightarrow S_{ctmax} = \min \left\{ \begin{array}{l} 20\theta_{tmin} = 20 \times 8 = 160 \text{ mm} \\ b = 220 \text{ mm} \\ 400 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

Donc l'espacement entre 2 cadres successif est égal à 16Cm

Zone de recouvrement :

$$\rightarrow L_r = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \alpha_6 L_{brqd}$$

$$L_{brqd} = \frac{\theta \sigma_s}{4 \times f_{bd}} = \frac{434.8 \times 8}{4 \times 2.3} = 378.08 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1$$

$$f_{bd} = 2.25 \times \eta_1 \times \eta_2 \times f_{ctd} = 2.3 \text{ MPa}$$

$$1 \leq \alpha_6 = \left(\frac{P_1 = 100}{25} \right)^{0.5} \leq 1.5 \rightarrow \text{en prend } \alpha_6 = 1.5$$



Donc $L_r = 378.08 \times 1.5 \rightarrow$ en prend $L_r = 56cm$

Pour 3 cadres $22.5cm > 16 cm \rightarrow$ l'espace est non vérifié

Pour 4 cadres $15cm < 16 cm \rightarrow$ l'espace est vérifié.

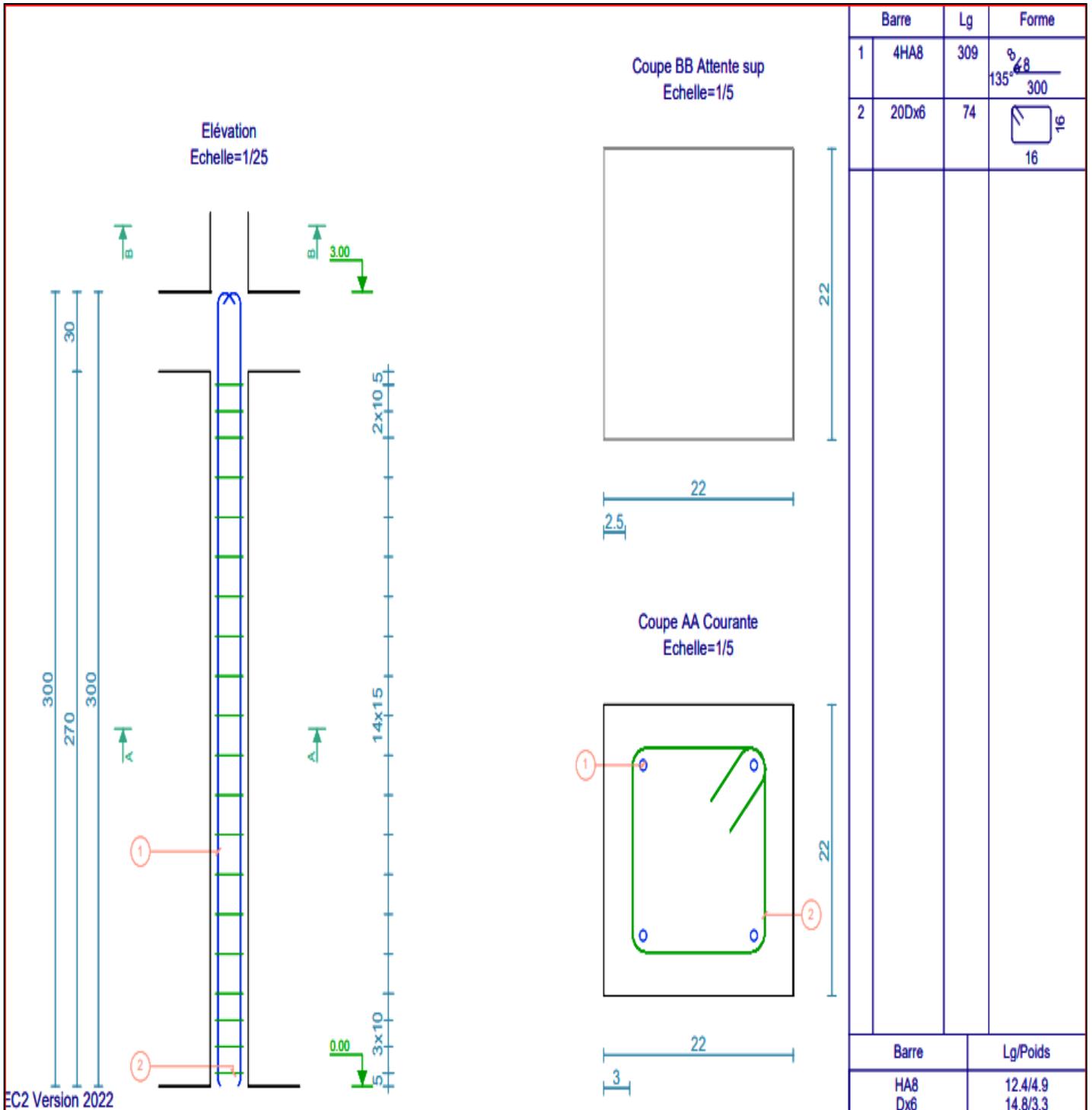


Figure 16 : Ferrailage du poteau (par l'arche)

Chapitre : Etude d'une nervure

La nervure est un élément du plancher destiné à supporter des dalles de faible portée. La nervure étudiée dans cette partie est une nervure isostatique de longueur 3.53m

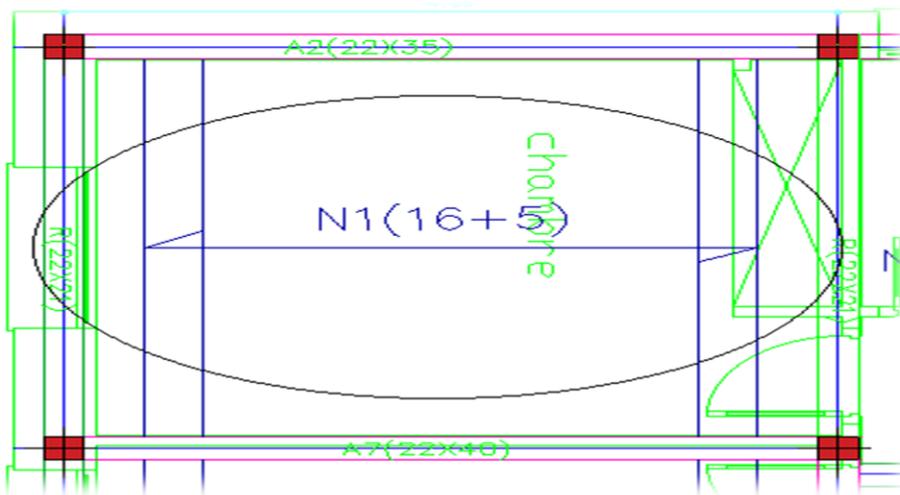


Figure 17 : Etude d'une nervure N1 (16+5)

1. Pré dimensionnement de la nervure :

$$\frac{L}{25} < h < \frac{L}{20} \rightarrow h = \frac{L}{22.5}$$

$$\frac{353}{25} < h < \frac{353}{20} \rightarrow 14.12 < h < 17.65$$

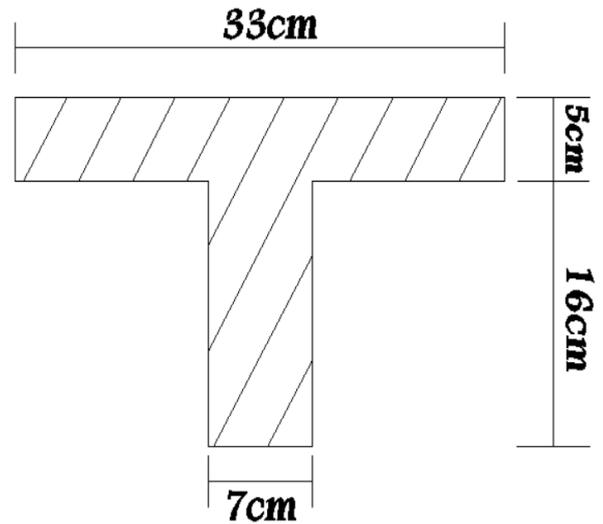
→ On utilise plancher corps creux 16+5

Largeur de la table de compression : $b = 33\text{cm}$

Hauteur de la table : $h_0 = 5\text{cm}$

Hauteur de l'âme : $h - h_0 = 16\text{cm}$

Largeur de l'âme : $b_0 = 7\text{cm}$



2. Combinaison d'action :

Charge permanent de plancher intermédiaire :

$$6.27 \text{ KN/m}^2$$

Poids du Plancher :

$$\Rightarrow G = 6.27 * b = 6.27 \times 0.33 = 2.0691 \text{ KN/ml}$$

$$\Rightarrow Q = 1.5 \times 0.33 = 0.495 \text{ KN/ml}$$

A l'ELU :

$$P_u = 1.35G + 1.5Q$$

$$= 1.35 * 2.0691 + 1.5 * 0.495 = 3.53 \text{ kN/m}$$

A l'ELS :

$$P_{se} = G + Q$$

$$= 2.0691 + 0.495 = 2.5641 \text{ kN/m}$$

3. Calcul des moments fléchissant :

$$M_u = \frac{P_u * L_{eff}^2}{8} = \frac{3.53 * 3.75^2}{8} = 6.2 \text{ kN.m}$$

4. Calcul des armatures longitudinales à l'ELU :

- $f_{ck} = 25 \text{ Mpa} < 50 \text{ Mpa} \rightarrow \lambda = 0.8$ et $\eta = 1$
- Section en T $\rightarrow Mtu = beff * h0 * \eta * fcd * (d - \frac{h0}{2})$

$$Mtu = 0.33 * 0.05 * 16.66 * (0.9 * 0.21 - \frac{0.05}{2}) = 0.045 \text{ MPa}$$
- $MEd < Mtu \rightarrow bw = b_{ff} = 0.33m$
- $\mu_{Ed} = \frac{MEd}{bw \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{6.2}{0.33 \times (0.9 \times 0.21)^2 \times 16.66 \times 10^3} = 0.03$
- $\mu_{max} = 0.2952$ (B500B)
- $\mu_{max} > \mu_{Ed} \rightarrow$ pas d'acier comprimé (AS2=0)
- $\alpha_u = \frac{1}{\lambda} (1 - \sqrt{1 - 2 \mu_{Ed}}) = 0.038$
- $\mu_{AB} = 0.0561$ (B500B)
- $\mu_{Ed} < \mu_{AB} \rightarrow$ Pivot A
- $\sigma_{SU1} = f_{yd}$
- $f_{yd} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$
- $AS1 = \frac{b \cdot d \cdot \alpha_u \cdot \lambda \cdot f_{cd}}{\sigma_{SU1}} = \frac{0.33 \times 0.9 \times 0.21 \times 0.8 \times 0.038 \times 16.66}{434.78} = 0.76 \text{ cm}^2$
- $AS_{max} = 0.04 \times AC = 0.04 \times b \times h = 0.04 \times 0.33^2 = 43.56 \text{ cm}^2$
- $AS_{min} = \max\{ \frac{0.26 \times f_{ctm}}{f_{yk}} \times \frac{h}{2} \times d; 0.0013 \times \frac{h}{2} \times d \}$
- $AS_{min} = \max\{ 0.42 \text{ cm}^2; 0.6 \text{ cm}^2 \} = 0.42 \text{ cm}^2$
- $AS_{min} < AS1 < AS_{max}$
 - **on prend 1HA10 = 0.78cm²**

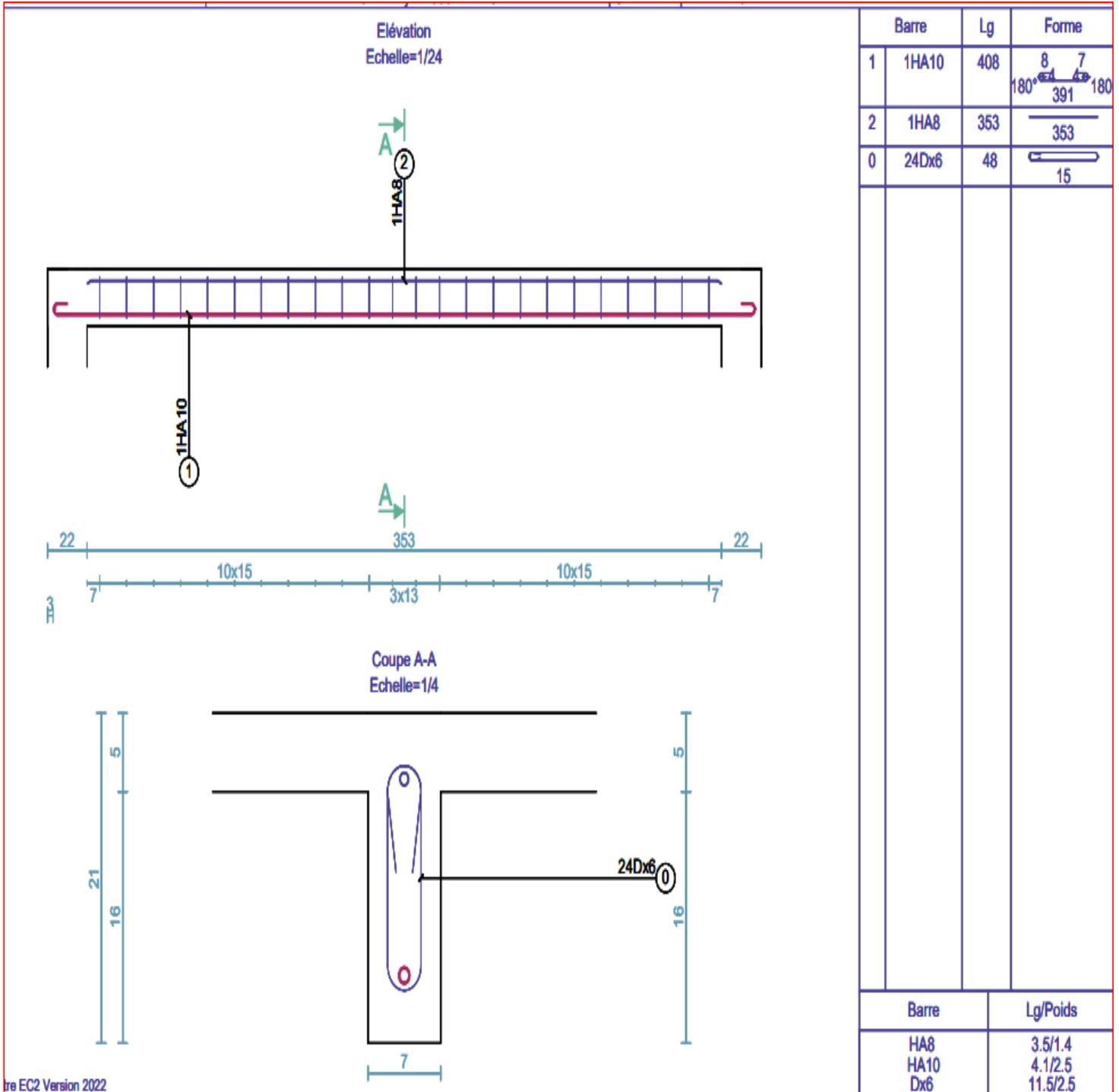
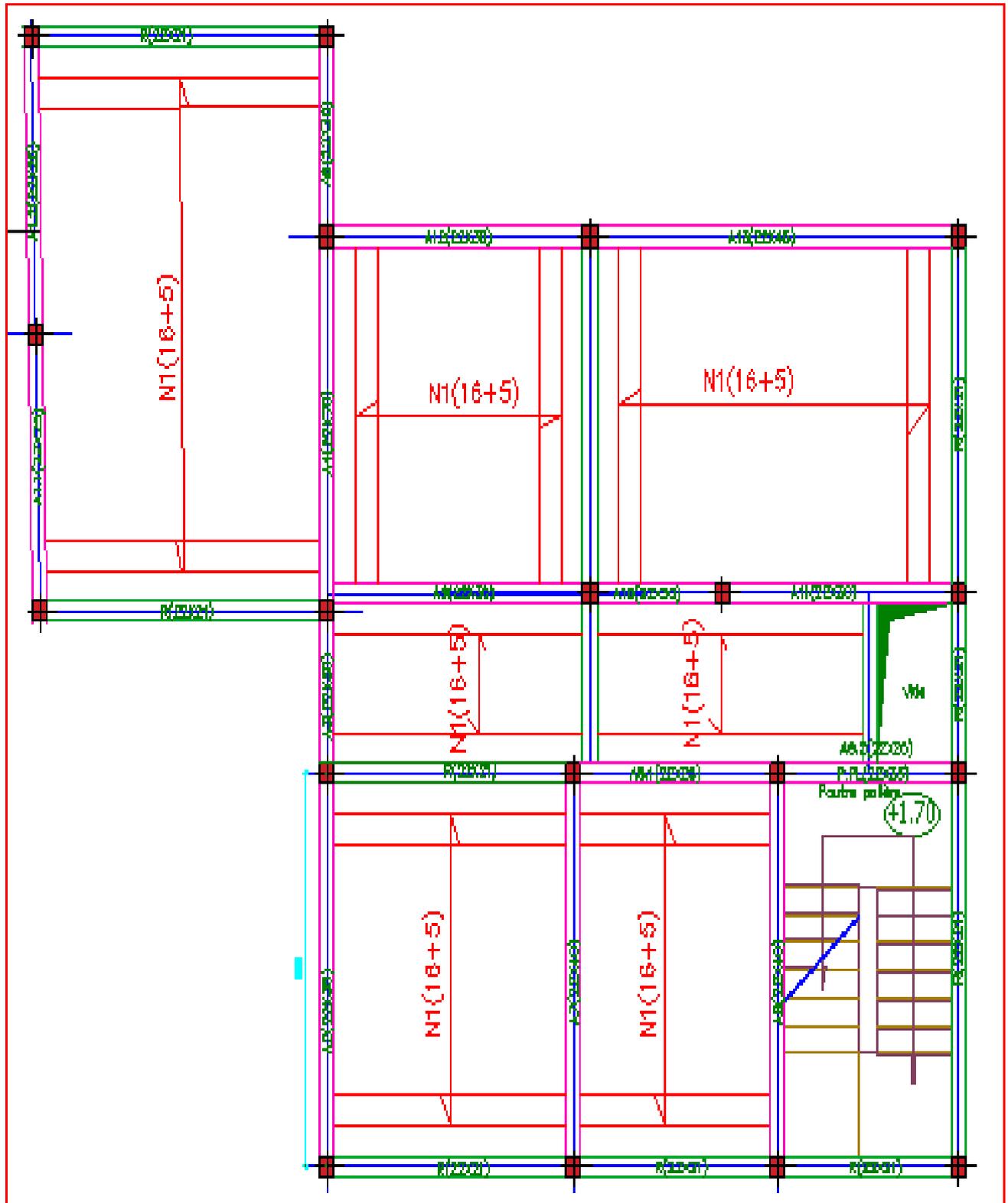


Figure 18 : ferrailage dune nervure

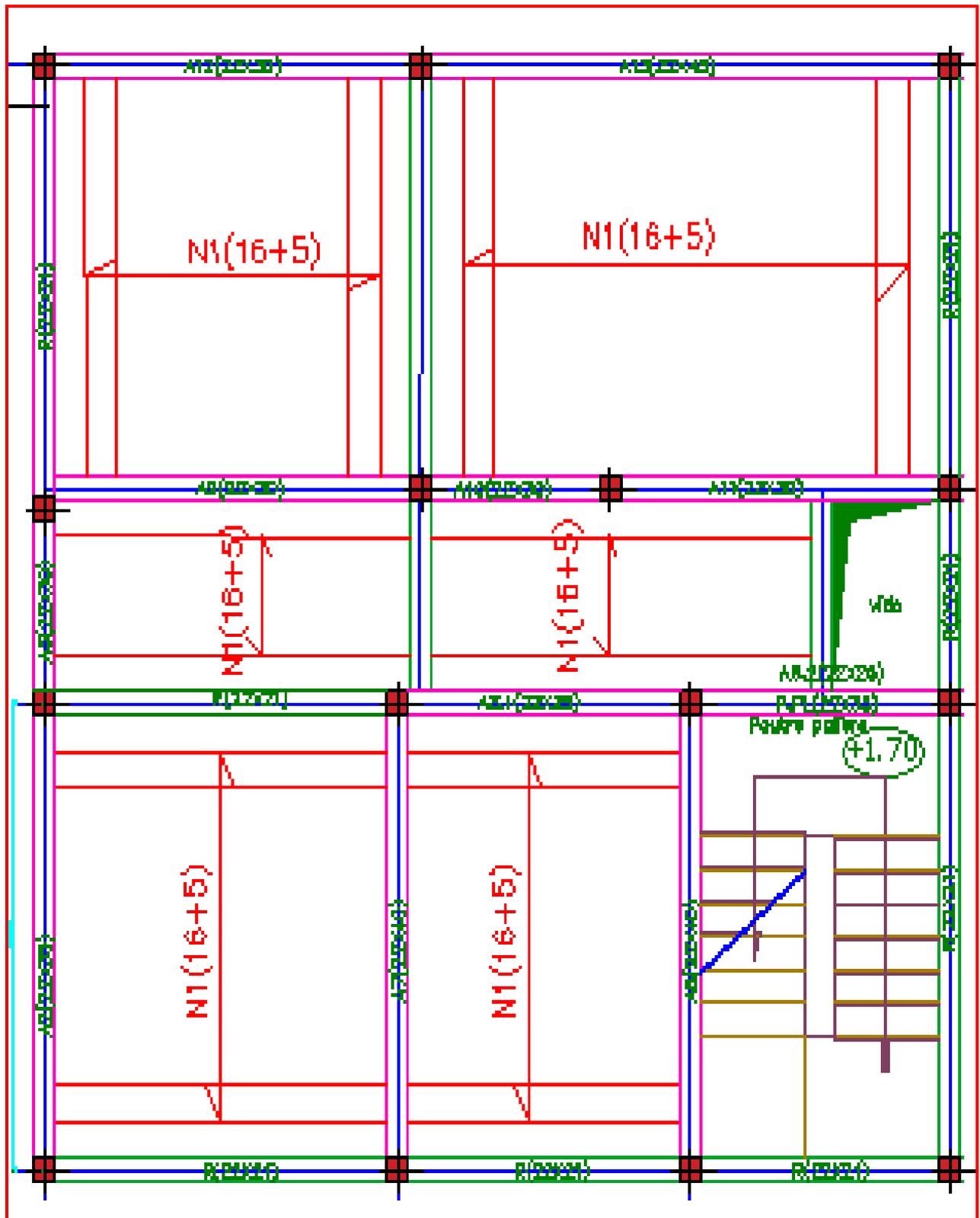
Conclusion

Ce stage m'a permis d'acquérir une bonne expérience professionnelle. Il m'a fait découvrir de nombreuses techniques de travail spécialisées dans les travaux de construction des habitations les différents services du circuit administratif et leurs attributions. En outre, mon stage dans ce bureau d'étude fut très enrichi pour moi, car j'ai découvert de plus le côté pratique du domaine de génie civil.

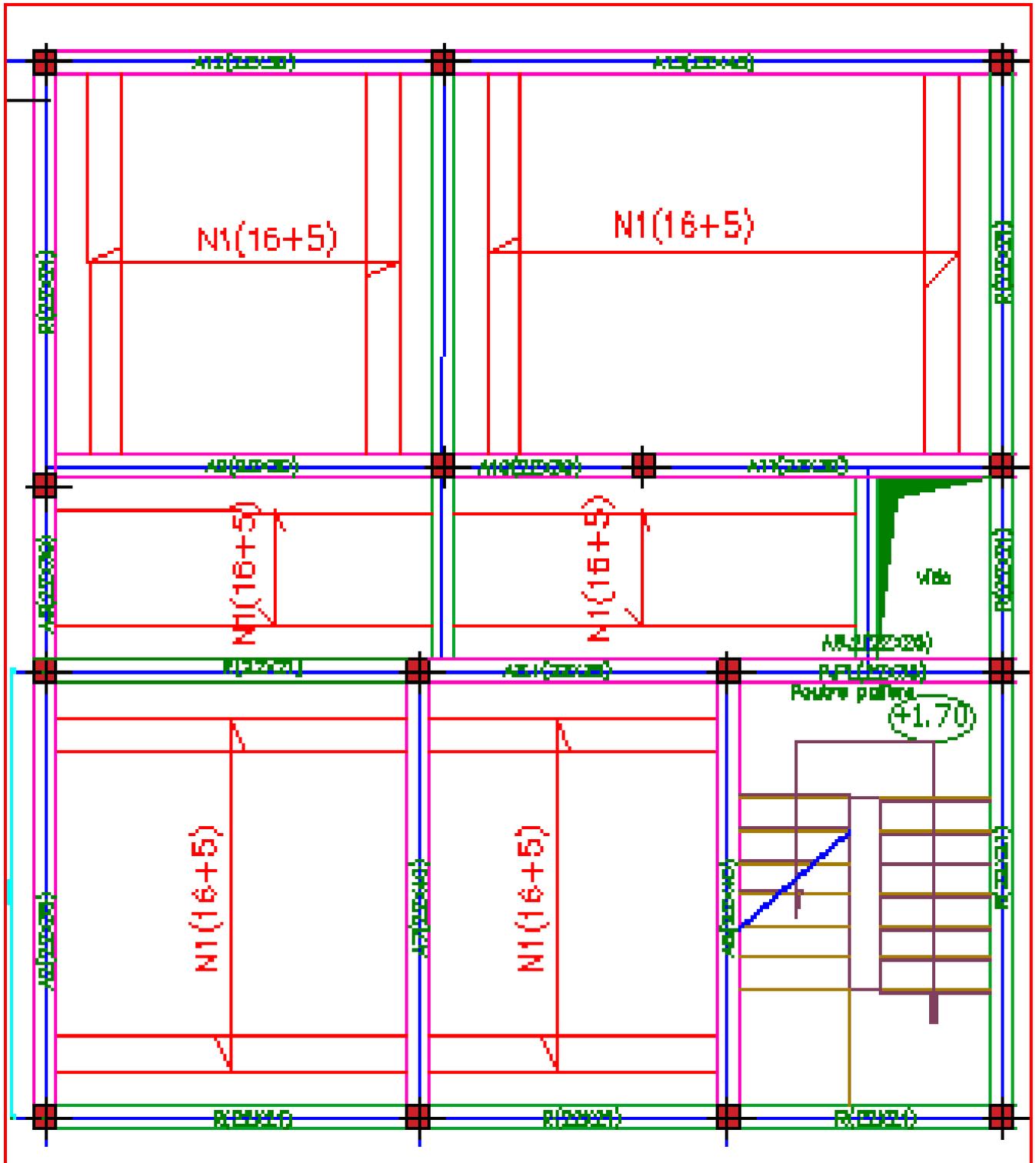
Finalement je vois qu'un stage pour une durée d'un mois est insuffisant pour mieux enrichir mes connaissances pratiques et j'espère que lors du prochain stage j'aurai l'occasion de rencontrer d'autres techniques dans le domaine du GENIE CIVIL.



PLAN DE COFFRAGE DE RDC



PLAN DE COFFRAGE DE 1^{ER} ETAGE



PLAN DE COFFRAGE DE 2EME ETAGE

