

RÉPUBLIQUE DU BÉNIN

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (MESRS)

UNIVERSITÉ D'ABOMEY-CALAVI (UAC)

ÉCOLE POLYTECHNIQUE D'ABOMEY-CALAVI (EPAC)



CENTRE AUTONOME DE PERFECTIONNEMENT (CAP)

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

Option : Bâtiment et Travaux Publics (BTP)

**MÉMOIRE DE FIN DE FORMATION POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME D'INGÉNIEUR DE CONCEPTION, GRADE MASTER**

THÈME :

**CONCEPTION ET ETUDE STRUCTURALE D'UN BÂTIMENT DE
TYPE R+2 A USAGE D'HABITATION**

Réalisé et soutenu par :

AHOUE Gninanfon Romano

Sous la direction de :

Dr. DOKO Kouandété Valéry,

Maître de Conférences des Universités CAMES

Enseignant Chercheur à l'EPAC

MEMBRE DU JURY

PRESIDENT :

Pr. OLODO Emmanuel

Professeur Titulaire des Universités CAMES

Enseignant Chercheur à l'EPAC-UAC

MAITRE MEMOIRE

Dr. DOKO Kouandété Valéry

Maitre de Conférences des Universités CAMES

Enseignant Chercheur à l'EPAC-UAC

MEMBRE :

Dr. GODONOU Gildas

Maitre-Assistant des Universités CAMES

Enseignant à l'EPAC-UAC

MEMBRE :

M. GANMAVO Boris

Ingénieur de conception en Génie Civil

Collaborateur de l'EPAC-UAC

Année académique 2022-2023

8^{ème} Promotion

RÉPUBLIQUE DU BÉNIN

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (MESRS)

UNIVERSITÉ D'ABOMEY-CALAVI (UAC)

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

DIRECTEUR

Docteur ALITONOU Guy Alain

Professeur Titulaire des Universités du CAMES

Enseignant Chercheur à l'EPAC

DIRECTEUR ADJOINT

Chargé des Affaires Académiques

Prof. PRODJINONTO Vincent

Professeur Titulaire des Universités du CAMES

Enseignant Chercheur à l'EPAC

CHEF DE DÉPARTEMENT DE GENIE CIVIL

Dr. DOKO Kouandété Valéry

Maître de Conférences des Universités du CAMES

Enseignant Chercheur à l'EPAC

Année Académique 2023-2024

8^e Promotion

LISTE DES ENSEIGNANTS AYANT INTERVENU DANS NOTRE FORMATION

NOM	PRÉNOMS	MATIÈRES ENSEIGNÉES
ADJOVI	Codjo Edmond	Conception des charpentes en bois
ADELABOU	Saïdou	Planification et Contrôle de projet
AGOSSOU	Yémalin Daniel	Conception des ponts
AMADJI	T. Armel	Conception des charpentes en bois
ANANOUEH	Victor Kouassi	Construction métallique
AWANTO	Christophe	Techniques d'Optimisation Informatique appliquée
BOGNON	Wilfried	Structures hydrauliques
DOKO	K. Valéry	Mécanique des fluides pour Ingénieurs Contrôle de Qualité
FAGBEMI	Latifou	Transfert Thermique-Thermodynamique
GBAGUIDI	A. N. Magloire	Traitement des eaux
GBAGUIDI	Ahonankpon Hubert	Génie Urbaniste et Architecturale
GBAGUIDI	Victor	Béton armé Avancé Conception en Ouvrage d'Art et bâtiments
GBAGUIDI-AISSE	Gérard	Analyse dynamique des structures
GIBIGAYE	Mohamed	Structures Béton Précontraint
GNANHA	Martin	Hydraulique Routière
HODE	Wilfrid	Mécanique des sols
HOUANOU	Kocouvi Agapi	Introduction à l'Eurocode
KPETONI	Roufaï	Dessin Assisté par Ordinateur / Conception Assistée par Ordinateur
OLODO	Emmanuel	Introduction à la méthode des éléments finis
OLODO	Télé David	Conception des Routes Construction et Restauration des Chaussées
OLORY	Bienvenu	Anglais du Génie Civil
SOUMAHO	Gabriel	Passation des Marchés Publics
TANKPINOU KIKI	Yvette	Géotechnique
TCHOBO	Fidèle	Méthodologie de Recherche
WOTTO	Théophile	Économie de l'Ingénieur Entrepreneuriat et Innovation

DEDICACES

- ✓ A mes parents, **ASSONGBA AHOUE Benoît** et **LOUHOUEGNON Rachelle**, recevez ici, chers parents, le fruit de votre soutien inébranlable et des conseils éclairés que vous n'avez cessé de me prodiguer depuis mon enfance jusqu'à ce jour. C'est grâce à votre éducation attentive et bienveillante que j'ai pu atteindre ce stade de ma vie. Puisse Dieu vous bénir davantage pour votre dévouement et votre amour.

- ✓ A mon grand-père **GANTOLI Y. Geoffroy** et son épouse **GANTOLI Léontine**, pour vos soutiens, encouragements constants et l'amour indéfectible dont vous me comblez. Je vous remercie humblement et que Dieu vous accorde santé, bonheur et longévité.

REMERCIEMENTS

La reconnaissance est la mémoire du cœur et à qui de droit, elle est un devoir. L'élaboration du présent mémoire a été possible grâce au soutien indéfectible et à la franche collaboration de plusieurs personnes. Je tiens donc à leur exprimer à travers ces lignes, mes sincères remerciements et ma profonde gratitude.

En premier lieu, je remercie très vivement **DIEU, LE TOUT PUISSANT** pour son amour, sa grâce, sa protection et sa bénédiction inépuisables dont il nous comble et qui se renouvellent à tout instant pendant toutes ces années d'études. Merci Seigneur pour m'avoir permis d'en arriver là.

Nous tenons à témoigner nos vifs et sincères remerciements à l'endroit de :

- **ADJOVI C. Edmond**, Professeur Titulaire des Universités de CAMES, Enseignant à l'EPAC ;
- **Professeur Guy ALITONOU**, Professeur Titulaire des Universités de CAMES, actuel Directeur de l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) ;
- **Professeur Fidèle Paul TCHOBO**, Professeur Titulaire des Universités de CAMES, Chef du Centre Autonome de Perfectionnement (CAP), Enseignant-chercheur à l'EPAC ;
- **Dr. HOUANOU Agapi**, Maître de Conférences des Universités du CAMES, Enseignant- Chercheur à l'EPAC/UAC ;
- **Dr Valery DOKO**, Maître de Conférences des Universités du CAMES, Enseignant- Chercheur à l'EPAC/UAC, Chef du Département de Génie Civil à l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), qui de par son assistance et ses conseils a fait de l'aboutissement de cette œuvre une réalité. Je vous en suis reconnaissant.

Une attention particulière est portée à l'égard du corps administratif du Centre Autonome de Perfectionnement (CAP) et de tous les enseignants, en particulier ceux du Département de Génie Civil. Je voudrais vous dire merci pour la qualité de l'enseignement donné.

À tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont permis de traverser ces années d'étude à l'Université d'Abomey-Calavi, je vous remercie du fond du cœur.

Je voudrais enfin remercier d'une façon toute particulière, mes camarades et à travers eux, toute la 9^{ème} promotion de Génie Civil.

HOMMAGES

➤ **Au Président du jury,**

Pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider le jury de notre soutenance, Permettez-nous de vous exprimer nos respectueux hommages.

➤ **Aux honorables membres du jury,**

Ayant accepté de juger de la qualité scientifique de ce travail, vous nous apprenez la rigueur scientifique. Vos critiques permettront d'améliorer ce mémoire. Recevez ainsi l'expression de notre profonde gratitude.

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

Signes	Définitions
BAEL	Béton Armé aux Etats Limites
DTU	Document Technique Unifié
A_{\min}, A_{\max}	Section d'acier minimale et maximale
A_s	Section des aciers tendus
A'_s	Section des aciers comprimés
A_t	Section d'un cours d'armature transversale
B	Aire du béton
B_r	Section réduite du béton
ELS	Etat limite de service
ELU	Etat limite ultime
G	Charge permanente
M	Moment fléchissant
M_a	Moment sur appuis
M_{lu}	Moment limite à l'ELU
M_{ser}	Moment fléchissant à l'ELS
M_t	Moment fléchissant en travée
M_{rb}	Moment résistant béton
μ_{bu}	Moment fléchissant réduit à l'ELU
μ_{lu}	Moment fléchissant limite à l'ELU
PP _x	Poutres principales
N_{ser}	Effort normal de service
N_U	Effort normal ultime
Q	Charge d'exploitation
V	Effort tranchant
V_u	Effort tranchant ultime
V_{uo}	Effort tranchant réduit
A	Plus petit côté d'une section transversale
b_o	Largeur d'une lame
f_{bu}	Résistance de calcul du béton à la compression à l'ELU
f_{c28}	Résistance caractéristique à la compression du béton à 28 jours d'âge
F_e	Limite d'élasticité de l'acier
f_{ed}	Résistance de calcul des aciers à l'ELU
f_{t28}	Résistance conventionnelle à la traction du béton à 28 jours d'âge
H	Hauteur réelle d'une section
l_f	Longueur de flambement
l_r	Longueur de recouvrement
l_s	Longueur de scellement droit

l_0	Longueur libre d'une pièce
N	Coefficient d'équivalence
h_v	Epaisseur d'une dalle
l_i	Portée de la travée i
S_t	Espacement des cadres en zone courante
S'_t	Espacement des cadres en zone de recouvrement
σ_s	Contrainte de traction des aciers tendus à l'ELS
σ_{sce}	Contrainte de compression équivalente des aciers comprimés
τ_{su}	Contrainte d'adhérence moyenne
\emptyset_l	Diamètre des armatures longitudinales
\emptyset_t	Diamètre des armatures d'âme
τ_{lim}	Contrainte tangente limite
τ_u	Contrainte tangente conventionnelle
O.K	Vérification assurée
γ	Rapport du moment ultime au moment de service
A_S	Armatures supérieures
A_i	Armatures inférieures
Y	Axe neutre
Q	Charge uniformément répartie
P	Charge concentrée appliquée
q_{ser}	Charge uniformément répartie à l'ELS
q_u	Charge uniformément répartie à l'ELU
Z_b	Bras de levier de l'effort de compression du béton par rapport aux aciers tendus
α	Angle d'inclinaison des armatures d'âme
β	Coefficient de flambement des poteaux
γ_b	Coefficient partiel de sécurité du béton
γ_s	Coefficient partiel de sécurité de l'acier
η	Coefficient de fissuration
θ	Coefficient prenant en compte la durée d'application des charges
T	Durée d'application des charges
λ	Elancement géométrique
FPP	Fissuration peu préjudiciable
HA	Haute Adhérence
h_o	Epaisseur de la table de compression
h_e	Epaisseur de l'entrevous
N	Nervure
R_x	Réactions aux appuis
B	Base de la poutre
$\overline{\sigma}_{sol}$	Contrainte admissible du sol
$\overline{\sigma}_s$	Resistance de calcul à traction de l'acier à l'ELS
$\overline{\sigma}_{bc}$	Resistance de calcul du béton à la compression à l'ELS

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Superficies des locaux du bâtiment	5
Tableau 2: Composantes du béton.....	10
Tableau 3: Epaisseur des planchers	14
Tableau 4: Récapitulatif de prédimensionnement des poutres de Rez de chaussée	18
Tableau 5: Récapitulatif de prédimensionnement des poutres de l'Etage 1	19
Tableau 6: Récapitulatif de prédimensionnement des poutres de l'Etage 2.....	20
Tableau 7: Récapitulatif de prédimensionnement des poutres de l'Edicule.....	21
Tableau 8: Evaluation des charges sur plancher inaccessible de l'Edicule (R+3)	24
Tableau 9: Evaluation des charges sur la toiture-terrasse accessible R+2)	24
Tableau 10: Evaluation de charges sur les planchers courants (R+1 et RDC).....	25
Tableau 11: Descente des charges sur les poutrelles N1	27
Tableau 12: Descente des charges sur les poutrelles N1 et N2	28
Tableau 13: Descente des charges sur les poutrelles N1 et N2	28
Tableau 14: Descente des charges sur la poutrelle N3 au niveau des balcons	29
Tableau 15: Descente des charges sur poutre de la toiture-terrasse non accessible.....	29
Tableau 16: Descente des charges sur poutre de la toiture-terrasse accessible.....	30
Tableau 17: Descente des charges sur poutre des planchers courants.....	32
Tableau 18: Récapitulatif des charges sur poteaux de l'édicule et de R+2	34
Tableau 19: Récapitulatif des charges sur poteaux de R+1	35
Tableau 20: Récapitulatif des charges sur poteaux de RDC	36
Tableau 21: Tableau récapitulatif de calcul de la poutrelle N1	43
Tableau 22: Tableau des moments fléchissants à l'ELU.....	47
Tableau 23: Tableau des moments fléchissants à l'ELS	47
Tableau 24: Tableau des efforts tranchants à l'ELU	49
Tableau 25: Tableau des efforts tranchants à l'ELS.....	49
Tableau 26: Descente des charges de l'escalier.....	60
Tableau 27: Charges en tête de S8/P3 et S22/P3 rapprochées	73
Tableau 28 : Devis quantitatif et estimatif.....	80
Tableau 29 : Les hypothèses de planification.....	94
Tableau 30 : Les dosages de divers bétons.....	124
Tableau 31 : Nature et provenance des matériaux.....	127
Tableau 32 : Les différents débits des appareils.....	131
Tableau 33 : Diamètres de raccordement aux appareils	132

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Diagramme contrainte-déformation du béton à l'ELU	10
Figure 2: Diagramme contrainte-déformation du béton à l'ELS.....	10
Figure 3: Diagramme de contrainte-déformation de l'acier	11
Figure 4: Illustration des trois (03) pivots (S. MULTON, 2012)	12
Figure 5: Détail de plancher	15
Figure 6: Dimensions de la poutre principale.....	16
Figure 7: Dimensions de la poutre secondaire.....	17
Figure 8: Différents types de planchers de chaque niveau	23
Figure 9: Principe de répartition des charges sur les éléments de structure	27
Figure 10: Schéma de la poutrelle	38
Figure 11: Schéma statique de la poutrelle.....	38
Figure 12: Schéma statique de la poutre PP0.01	45
Figure 13: Plans de ferrailage de la poutre PP0.01	55
Figure 14: Schéma statique du poteau P2.....	55
Figure 15: Plan de ferrailage du poteau P2	58
Figure 16: Schéma d'un escalier	59
Figure 17: Schéma statique de l'escalier	61
Figure 18: Schéma de ferrailage de l'escalier	63
Figure 19: Semelle sous poteau	67
Figure 20: Dimensions d'une semelle carrée sous poteau carrée.....	69
Figure 21: Eléments de ferrailage d'une semelle isolée sous poteau	70
Figure 22: Ferrailage de la semelle isolée	73
Figure 23: Schéma de S8/P3 et S22/P3 rapprochées.....	74
Figure 24: Semelle Combinée (SC2) (210x290x50).....	75
Figure 25: Schéma statique de la poutre raidisseuse (45x65)	76

RESUME

Le présent mémoire de fin de formation d'ingénierie est relatif à une étude architecturale et structurale d'un bâtiment de type R+2 à usage d'habitation devant servir d'hôtel dans la ville de Parakou (BENIN).

Après avoir établi les plans architecturaux, l'étude technique a consisté au dimensionnement de la structure de tout le bâtiment, des plans d'exécution des éléments structuraux et non structuraux sur la base de ces plans architecturaux.

L'ossature du bâtiment est constituée d'une structure porteuse en béton armé (planchers – poutres – poteaux) reposant sur les fondations superficielles (semelles isolées et semelles filantes).

Les prescriptions techniques utilisées sont les règles BAEL 91 révisées 99, les DTU P 18-702 et les normes françaises NF P06-004 ; NF P06-001.

Pour l'étude technique, la méthodologie utilisée est celle d'un calcul manuel appuyé de quelques formules établies sur Excel et a consisté principalement à un pré dimensionnement, une descente de charges, un calcul complet des armatures et une étude de la fondation.

D'autres calculs ont été faits à l'aide du logiciel Autodesk Robot Structural 2014. Les plans de ferrailage sont établis avec le logiciel AutoCAD en tenant compte des dispositions constructives. Ainsi un dossier d'exécution du bâtiment a été produit et des recommandations ont été faites pour l'exécution des ouvrages.

Pour rendre le projet plus complet, une étude quantitative et estimative de l'ouvrage a été faite sans oublier le planning prévisionnel du projet.

Mots clés : Structure, Dimensionnement, Fondation, Armatures, Béton armé, Estimation.

ABSTRACT

This end of engineering training dissertation relates to an architectural and structural study of a R+2 type building for residential use to be used as a hotel in the town of Parakou (BENIN).

After establishing the architectural plans, the technical study consisted of the dimensioning of the structure of the entire building, the execution plans of the structural and non-structural elements on the basis of these architectural plans.

The framework of the building is made up of a reinforced concrete supporting structure (floors – beams – posts) resting on the surface foundations (insulated footings and strip footings).

The technical requirements used are the BAEL 91 rules revised 99, the DTU P 18-702 and the French standards NF P06-004; NF P06-001.

For the technical study, the methodology used is that of a manual calculation supported by a few formulas established in Excel and mainly consisted of a pre-sizing, a load descent, a complete calculation of the reinforcements and a study of the foundation.

Other calculations were made using Autodesk Robot Structural 2014 software. The reinforcement plans are drawn up with AutoCAD software taking into account the constructive provisions. Thus, a building execution file was produced and recommendations were made for the execution of the works.

To make the project more complete, a quantitative and estimated study of the work was carried out without forgetting the provisional planning of the project.

Keywords: Structure, Sizing, Foundation, Reinforcements, Reinforced concrete, Estimate

SOMMAIRE

LISTE DES ENSEIGNANTS AYANT INTERVENU DANS NOTRE FORMATION	iii
DEDICACES	iv
REMERCIEMENTS	v
HOMMAGES.....	vi
LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
RESUME.....	xi
ABSTRACT	xii
SOMMAIRE	xiii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
OBJECTIF GENERAL	2
OBJECTIFS SPECIFIQUES	2
<i>CHAPITRE 1: PRESENTATION DU PROJET</i>	<i>3</i>
1.1 Généralité	4
1.2 Décomposition du bâtiment	4
1.3 Hauteurs des constructions.....	7
<i>CHAPITRE 2 : HYPOTHESES DE CALCULS, CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX ET PRINCIPES GENERAUX.....</i>	<i>8</i>
2.1 Hypothèses de calculs	9
2.2 Caractéristiques des matériaux.....	9
2.3 Principes généraux	11
<i>CHAPITRE 3 : PREDIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS DE LA STRUCTURE ET DESCENTE DE CHARGES</i>	<i>13</i>
3.1 PREDIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS DE LA STRUCTURE.....	14
3.2 DESCENTE DES CHARGES	22
<i>CHAPITRE 4: DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS PORTEURS</i>	<i>37</i>
4.1 Dimensionnement des poutrelles	38

4.2	Dimensionnement des poutres	44
4.3	Dimensionnement des poteaux	55
4.4	Dimensionnement de l'escalier	58
	<i>CHAPITRE 5: ETUDE DE LA FONDATION</i>	64
5.1	Généralité	65
5.2	Dimensionnement de la semelle isolée S3	70
5.3	Dimensionnement de semelle combinée sous poteaux de différentes charges	73
5.4	Dimensionnement de la semelle filante SF1	76
	<i>CHAPITRE 6: EVALUATION FINANCIERE ET PLANNING PREVISIONNEL DU PROJET</i>	78
6.1	Etude financière (devis estimatif)	79
6.2	Planning prévisionnel.....	91
6.3	Planning.....	94
6.4	Conclusion.....	110
	CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	111
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	112
	TABLE DES MATIERES	113
	ANNEXE	117
	ANNEXE A : DEVIS DESCRIPTIF DU PROJET	118
	ANNEXE B :PLAN ARCHITECTURAUX.....	139
	ANNEXE C : PLAN D'EXECUTION	163

INTRODUCTION GENERALE

Les secteurs d'infrastructure et de tourisme sont en constante croissance dans de nombreuses régions du monde et en particulier au Bénin, et la construction d'un hôtel peut être un catalyseur important pour le développement économique, l'amélioration des infrastructures, et l'augmentation de l'attractivité touristique du pays.

L'aboutissement de la construction d'un bâtiment hôtelier présente des défis uniques qui nécessitent une planification minutieuse et une expertise technique approfondie qui doit répondre à des exigences élevées en termes de confort, d'économie, de durabilité et de performance énergétique.

L'objectif général de ce projet est d'explorer les différentes phases de la conception et de s'approprier des techniques de dimensionnement d'un bâtiment à plusieurs niveaux (R+2) suivant les principes de BAEL 91 modifié 99.

Il s'agit spécifiquement de :

- faire la conception architecturale du bâtiment,
- faire l'étude structurale,
- estimer le coût de réalisation,
- planifier les travaux de construction dudit bâtiment.

L'utilisation du Béton Armé (B.A) dans la réalisation est déjà un avantage d'économie, car il est moins cher par rapport aux autres matériaux (acier, bois,...) avec beaucoup d'autres avantages comme la souplesse d'utilisation, la durabilité (durée de vie), la résistance au feu.

Le présent mémoire a permis l'exploration des grandes lignes ci-après :

- Une première partie constituée de généralités sur le projet (présentation et description du projet, hypothèses et principes généraux, caractéristiques des matériaux...).
- Une deuxième partie qui consistera en un pré dimensionnement des éléments de la structure suivi d'une descente des charges manuelle).
- Une grande partie constituée d'étude complète de la structure qui renferme plusieurs composantes, à savoir le dimensionnement des éléments (structure du bâtiment), la quantification, l'estimation globale du projet et la planification prévisionnelle.
- Enfin des annexes comprenant le devis descriptif, les plans d'ensemble et dessins d'exécution.

OBJECTIF GENERAL

L'objectif général de cette étude est de procéder à la conception et au calcul de structure d'un bâtiment R+2 à usage d'habitation.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

Cette étude se propose les objectifs spécifiques ci-après :

- concevoir les plans architecturaux du bâtiment;
- concevoir les plans de structure du bâtiment ;
- évaluer les charges supportées par la structure ;
- modéliser la structure du bâtiment manuellement et dans le logiciel Robot Structural Analysis 2014 pour avoir de façon précise, les efforts internes ainsi que les déplacements des éléments de structure ;
- dimensionner les différents éléments (principaux et secondaires) de la structure ;
- quantifier et estimer le coût global du projet ;
- planifier prévisionnellement du projet.



CHAPITRE 1: PRESENTATION DU PROJET

1.1 Généralité

L'ouvrage faisant objet du présent projet est un bâtiment de type R+2 à usage d'habitation (hôtel), composé d'une guérite, de parking véhicule, d'un bar restaurant et des studios. Le bâtiment sera implanté à Parakou dans le département de Borgou au BENIN et couvre une superficie totale de 442,02 m² au sol.

Les normes de base du présent projet sont celles en vigueur au Bénin. Elles suivent et reprennent les normes françaises et les Documents Techniques Unifiés (D.T.U). Ces normes devront être fidèlement suivies dans l'exécution des travaux, particulièrement en l'absence de directives spécifiques dans le présent dossier.

1.2 Décomposition du bâtiment

La surface totale du bâtiment est de 1261,32 m² (RDC=442,02m² ; R+1= 409,97m² et R+2= 409,33m²), y compris le parking du Rez De Chaussée (RDC).

Le RDC comprend :

- 06 places de stationnement de véhicules
- 01 circulation pour véhicule
- 01 abri de groupe électrogène
- 01 cage d'escalier abritant une salle d'eau pour les visiteurs
- 01 accueil gérant avec sa toilette
- 01 bar restaurant
- 02 studios comprenant chacun une chambre, une kitchenette, une toilette et une arrière-cour
- 02 espaces verts
- 01 guérite avec sa toilette

Le premier étage (R+1) et le deuxième étage (R+2) sont presque identiques et comprennent :

- des studios constitués chacun :
- ✓ 01 séjour

- ✓ 01 kitchenette
- ✓ 01 toilette
- 01 débarras
- 01 cage d'escalier
- 01 balcon
- 01 vide d'aération

Le tableau ci-dessous, indique les surfaces des pièces du bâtiment.

Tableau 1: Superficies des locaux du bâtiment

NIVEAU	DESIGNATION		SURFACE (m2)	COEF PONDERATION	SURFACE UTILE (m2)
RDC	Parking	Parking véhicule	104,84	1	104,84
		Circulation	129,81	1	129,81
	Accueil	Guérite+Toil	10,04	1	10,04
		Local Gérant+Toil	14,69	1	14,69
		Terrasse	5,90	1	5,9
		Espace vert	8,95	1	8,95
		Abri GE	6,54	1	6,54
	Bar/Restaurant	Hall restaurant	42,15	1	42,15
		Magasin	7,51	1	7,51
		Cuisine	11,07	1	11,07
		Accueil/Comptoir	4,09	1	4,09
		Arrière cour	12,90	1	12,9
		Toil+SAS	6,25	1	6,25
	Studio 1	Séjour+Kitchenette	25,92	1	25,92
		Toilette	2,80	1	2,8
		Arrière cour	5,00	1	5
	Studio 2	Séjour+Kitchenette	25,92	1	25,92
		Toilette	2,80	1	2,8
		Arrière cour	5,00	1	5
	Escalier	Cage d'escalier	9,84	0	0
			Total RDC	442,02	
	Studio 3	Séjour+Kitchenette	23,42	1	23,42
		Toilette	2,80	1	2,8
	Studio 4	Séjour+Kitchenette	23,42	1	23,42
		Toilette	2,80	1	2,8
	Studio 5	Séjour+Kitchenette	23,42	1	23,42

	Toilette	2,80	1	2,8
Studio 6	Séjour+Kitchenette	32,50	1	32,5
	Toilette	5,76	1	5,76
Studio 7	Séjour+Kitchenette	25,92	1	25,92
	Toilette	2,80	1	2,8
Studio 8	Séjour+Kitchenette	25,92	1	25,92
	Toilette	2,80	1	2,8
Studio 9	Séjour+Kitchenette	25,92	1	25,92
	Toilette	2,80	1	2,8
Studio 10	Séjour+Kitchenette	25,19	1	25,19
	Toilette	2,80	1	2,8
Studio 11	Séjour+Kitchenette	21,38	1	21,38
	Toilette	2,80	1	2,8
Circulation	Balcon	91,35	1	91,35
Rangement	Débarras	8,29	1	8,29
Escalier	Cage d'escalier	9,84	0	0
Autres	Vide d'aération	45,24	0	0
Total R+1		409,97		354,89
Studio 12	Séjour+Kitchenette	23,42	1	23,42
	Toilette	2,80	1	2,8
Studio 13	Séjour+Kitchenette	23,42	1	23,42
	Toilette	2,80	1	2,8
Studio 14	Séjour+Kitchenette	23,42	1	23,42
	Toilette	2,80	1	2,8
Studio 15	Séjour+Kitchenette	32,50	1	32,5
	Toilette	5,76	1	5,76
Studio 16	Séjour+Kitchenette	25,92	1	25,92
	Toilette	2,80	1	2,8
Studio 17	Séjour+Kitchenette	25,92	1	25,92
	Toilette	2,80	1	2,8
Studio 18	Séjour+Kitchenette	25,92	1	25,92
	Toilette	2,80	1	2,8
Studio 19	Séjour	21,75	1	21,75
	Cuisine	6,00	1	6
	Chambre	15,63	1	15,63
	Dressing	3,70	1	3,7
	Toilette	4,45	1	4,45
Circulation	Balcon	91,35	1	91,35
Rangement	Débarras	8,29	1	8,29

	Escalier	Cage d'escalier	9,84	0	0
	Autres	Vide d'aération	45,24	0	0
	Total R+2		409,33		354,25
REZ DE CHAUSSEE			442,02		432,18
ETAGE 1			409,97		354,89
ETAGE 2			409,33		354,25
SUPERFICIE TOTALE			1261,32		1141,32

1.3 Hauteurs des constructions

- ✓ Rez de chaussée : H.S. P (du TN) **3, 65 m**
- ✓ 1er étage : H.S.P.....3, 20 m
- ✓ 2ème étage : H.S.P.....3, 20 m
- ✓ Edicule : H.S.P.....3, 00 m
- ✓ **La hauteur totale du bâtiment (du TN) :13,45 m**



***CHAPITRE 2 : HYPOTHESES DE CALCULS,
CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX ET
PRINCIPES GENERAUX***

2.1 Hypothèses de calculs

2.1.1 Choix du type de structure

L'immeuble est un bâtiment de type R+2 à usage d'habitation. Nous adoptons une structure ossaturée dont les éléments porteurs horizontaux sont les poutrelles et les poutres, et les éléments porteurs verticaux sont les poteaux. La transmission des charges au sol est assurée par l'intermédiaire des semelles isolées et des semelles filantes.

L'étude structurale de ce bâtiment consiste à dimensionner les sections du béton et d'acier des éléments porteurs de la structure y compris les semelles de fondation.

2.1.2 Règlement utilisé

L'ouvrage sera dimensionné conformément aux règles techniques de conception, calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites. Ces règles sont inscrites dans le BAEL 91 modifié 99-DTU P 18-702, NF P06-004 et NF P06-001. Les conditions de mise en œuvre des matériaux seront prises comme suit :

- Durée d'application des charges : $t > 24\text{h}$, soit $\theta = 1$;
- Flexion simple sans reprise de bétonnage : $k = 1$;
- Fissuration peu préjudiciable en superstructure et préjudiciable en infrastructure ;
- Tenue au feu : deux heures trente minutes (2h30min).

2.1.3 Capacité portante du sol

La capacité portante ou la contrainte admissible fournie après les études géotechniques est égale à $\overline{\sigma}_{\text{sol}}=1,4$ bar. Elle a été obtenue à une profondeur à partir de 1,20 mètre. Les poutres et les poutrelles sont calculées en flexion simple et les poteaux à la compression simple.

2.2 Caractéristiques des matériaux

2.2.1 Béton

• Composition moyenne du béton :

En l'absence d'une étude détaillée de la composition du béton on propose la composition moyenne suivante basée sur une estimation de la densité moyenne du gravier et du sable et en utilisant un dosage en ciment permettant d'obtenir dans des conditions courantes, une

résistance à la compression égale à « 22 MPA. »

Tableau 2: Composantes du béton

Composantes	Graviers 5/25	Sable 0/5	Ciment	Eau
Volume	800 l	400 l	8 sacs	180 l
Poids (kg)	1200	600	400	180

- ✓ La résistance caractéristique du béton à la compression à 28 jours d'âge : $f_{c28} = 22\text{MPa}$;
- ✓ La résistance conventionnelle à la traction du béton à 28 jours d'âge :
 $f_{t28} = 0,6 + 0,06 f_{c28} = 1,92\text{MPa}$; (éq.1)
- ✓ Coefficient de sécurité du béton : $\gamma_b = 1,5$;
- ✓ La durée d'application des charges est supérieure à 24 h $\Rightarrow \theta = 1$;
- ✓ La résistance de calcul du béton en compression à L'ELU

$$f_{bu} = \frac{0,85 f_{c28}}{\theta \gamma_b} ; \quad (\text{éq.2})$$

Dans notre cas : $f_{bu} = 12,47 \text{ MPa}$

- ✓ La durée d'application des charges est inférieure à 90 jours $\Rightarrow \theta = 1$;
- ✓ Le raccourcissement unitaire ultime du béton comprimé en flexion
 $\epsilon_{bu} = 3,5\%$

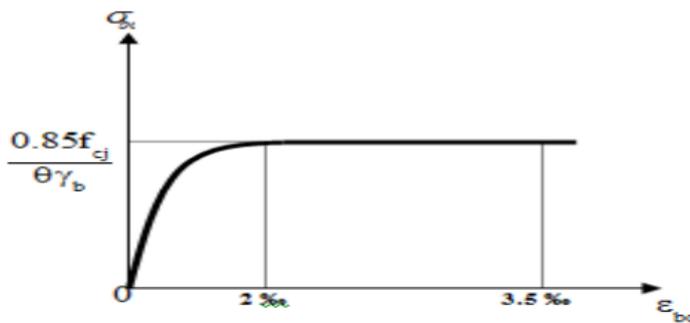


Figure 1: Diagramme contrainte-déformation du béton à l'ELU

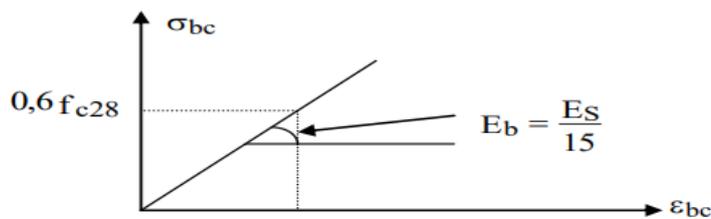


Figure 2: Diagramme contrainte-déformation du béton à l'ELS

2.2.2 Acier

Nous utiliserons les barres à haute adhérence (HA) de nuance FeE400. La structure sera réalisée dans une zone non agressive et par conséquent la fissuration sera peu préjudiciable en superstructure et préjudiciable en infrastructure avec un enrobage respectif de 3cm et de 5cm.

On a :

- ✓ Type d'acier : Fe E400 ;
- ✓ Coefficient de sécurité de l'acier : $\gamma_s = 1,15$;
- ✓ Limite d'élasticité garantie : $f_e = 400 \text{ MPa}$;
- ✓ Module d'élasticité : $E_s = 200\,000 \text{ MPa}$;
- ✓ Résistance de calcul des aciers à l'ELU : $\sigma_s' = f_{ed} = 347,83 \text{ MPa}$
- ✓ Contrainte admissible des aciers en traction à l'ELS

$$\bar{\sigma}_s = \min\left\{\frac{2}{3} F_e ; \max\left\{\frac{1}{2} F_e ; 110\sqrt{\eta f_{tj}}\right\}\right\} \text{ Avec } \eta=1,6 \text{ pour les HA} \quad (\text{éq.3})$$

$$\bar{\sigma}_s = \min\left\{\frac{2}{3} F_e ; \max\left\{\frac{1}{2} F_e ; 110\sqrt{1,6 \times 1,92}\right\}\right\} \Rightarrow \bar{\sigma}_s = \min\left\{\frac{2}{3} \times 400 ; \max\left\{200 ; 267,15\right\}\right\}$$

$$\Rightarrow \bar{\sigma}_s = 267,15 \text{ MPa}$$

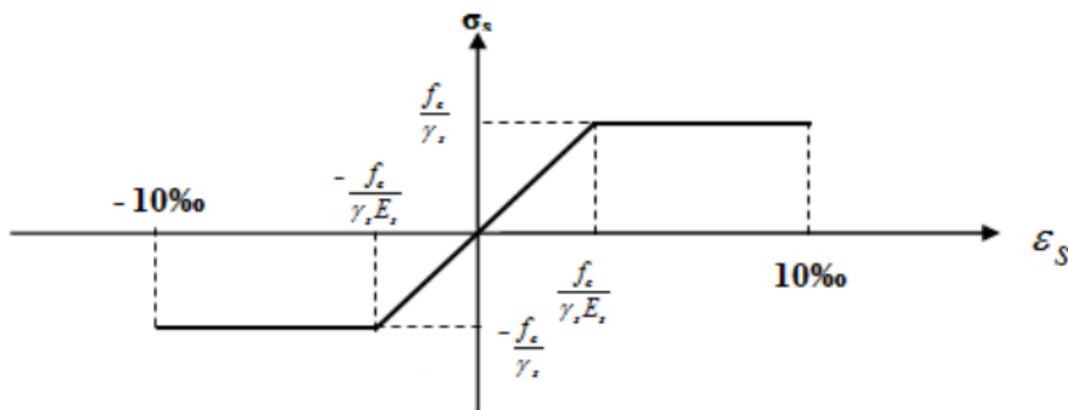


Figure 3: Diagramme de contrainte-déformation de l'acier

2.3 Principes généraux

Le principe consistera à calculer les sections d'armatures à l'Etat Limite Ultime (ELU) et sera adopté pour tous les éléments porteurs que nous détaillerons dans nos calculs afin d'aboutir à l'objectif de cette étude. Le calcul des sections d'acier à l'ELU doit obéir aux hypothèses suivantes :

- Les sections planes avant déformation restent planes et conservent leurs sections géométriques ;
- La résistance du béton tendu est considérée comme nulle ;
- Il n'y a pas de glissement relatif entre les armatures et le béton ;
- Le raccourcissement relatif du béton est limité à 3,5‰ en flexion et 2‰ en compression simple ;
- L'allongement relatif de l'acier tendu est limité conventionnellement à 10‰.
- Le diagramme linéaire de déformation de la section passe obligatoirement par l'un des trois pivots A, B, C.

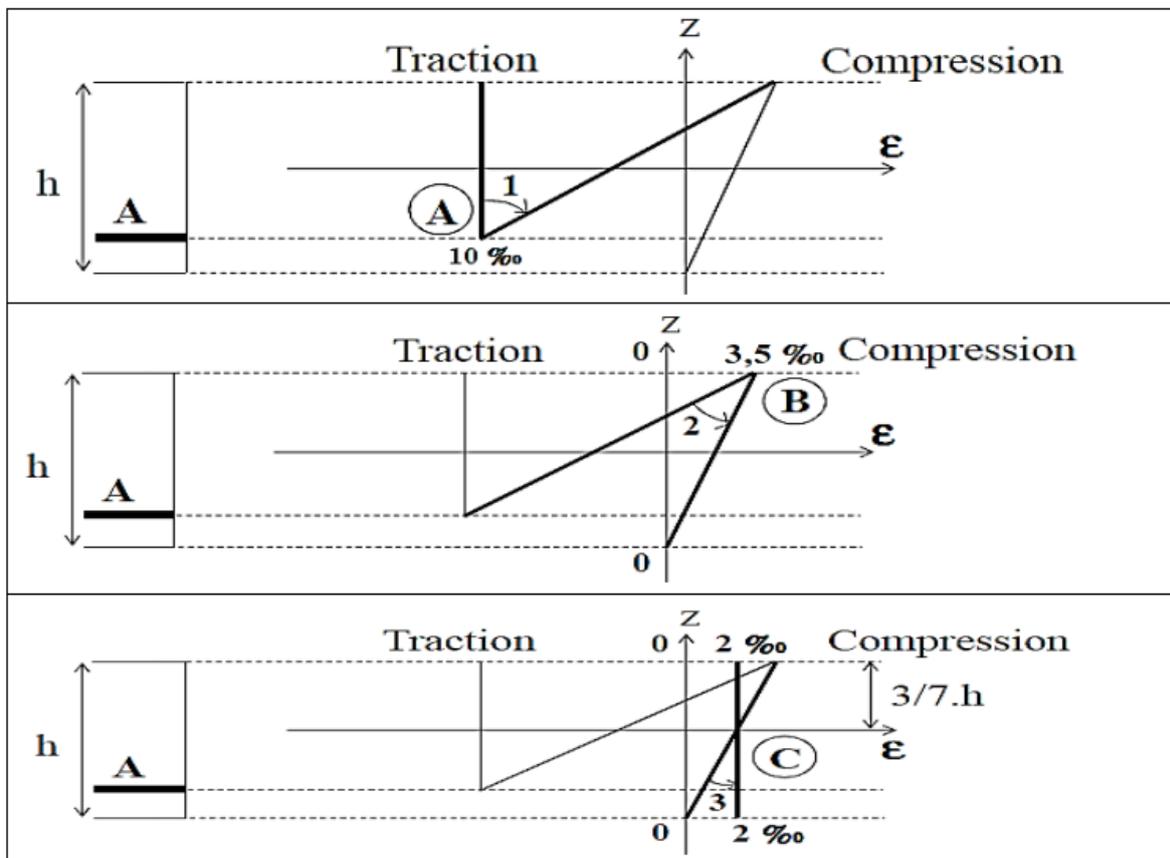


Figure 4: Illustration des trois (03) pivots (S. MULTON, 2012)

Pivot A : Allongement de l'acier le plus tendu : $\varepsilon_s = 10.10^{-3}$ (traction simple ou flexion simple ou composée).

Pivot B : Raccourcissement de la fibre de béton la plus comprimée : $\varepsilon_{bc} = 3,5.10^{-3}$ (flexion simple ou composée).

Pivot C : Raccourcissement de la fibre de béton à la distance de $3h/7$: $\varepsilon_{bc} = 2.10^{-3}$ (flexion composée ou compression simple).



***CHAPITRE 3 : PREDIMENSIONNEMENT DES
ELEMENTS DE LA STRUCTURE ET DESCENTE DE
CHARGES***

3.1 Prédimensionnement des éléments de la structure

Le type de structure faisant objet de notre projet est la structure ossaturée et le matériau principal est le Béton Armé (BA).

La structure ossaturée se compose essentiellement de plancher, de poutres et de poteaux. Les murs ne servent que de remplissage.

3.1.1 Planchers

Les couvertures des différents niveaux du bâtiment seront réalisées en planchers à corps creux et à poutrelles. Ce choix a été fait pour des raisons économiques et de la bonne qualité des isolations thermique et acoustique.

Son épaisseur est donnée par la formule suivante (Précis du bâtiment, 2002) :

$$\frac{l}{25} \leq e \leq \frac{l}{20} \quad (\text{éq.4})$$

Avec l : la portée de la plus grande poutrelle (plancher creux utilisé dans notre cas) en construction courante excepté les ponts.

En appliquant cette relation, nous avons défini les épaisseurs de nos différents planchers :

Tableau 3: Epaisseur des planchers

Planchers	l_{max}	$l_{max}/25$	$l_{max}/20$	e choisie
RDC, R+1 et R+2	500cm	20 cm	25 cm	20 cm

- L'épaisseur de la table de compression (h_o) est définie par la relation suivante :

$$h_o \geq \frac{le}{25} ; \text{ avec } le \text{ la longueur de l'entrevous} \quad (\text{éq.5})$$

$$h_o \geq \frac{50}{25} = 2cm$$

Prenons $h_o = 5cm$ (pour raison de dispositions constructives).

- La hauteur de l'entrevous $he = e - h_o$ (éq.6)

$$\Rightarrow he = 20cm - 5cm$$

On a: $he = 15cm$

Retenons alors les entrevous de 50x20x15.

Nous prenons $e = 20cm$ (soit un plancher de 15+5).

Pour les balcons en porte à faux, l'épaisseur du plancher est déterminée par la relation

(Précis du bâtiment, AFNOR/NATHAN, 2002) :

$$e \geq \frac{l}{10} \quad (\text{éq.7})$$

La longueur de la plus grande poutrelle étant 1,85 m, on a :

$$e \geq \frac{185}{10} = 18,50\text{cm}$$

Nous prenons $e=20\text{cm}$ (soit un **plancher de 15+5**) pour tous les balcons du bâtiment.

Conclusion : Suite à la détermination des épaisseurs de planchers effectuée, on retient un **plancher à corps creux d'épaisseur 20cm soit 15cm+5cm** pour tous les niveaux du bâtiment.

- Pour déterminer la largeur de l'âme bo de la poutrelle on a :

$$0,3d \leq bo \leq 0,5d \text{ avec } d = 0,9xe \text{ (hauteur utile)}$$

$$0,3 \times 0,9 \times 20 \leq bo \leq 0,5 \times 0,9 \times 20 \Rightarrow 5,4 \leq bo \leq 9$$

Prenons $bo=10 \text{ cm}$.

- Détermination de la largeur de table b

$$\frac{b-bo}{2} = \min \left\{ \frac{l_i}{10}, \frac{lt}{2} \right\} \Rightarrow \frac{b-bo}{2} = \min \left\{ \frac{500}{10}, \frac{50}{2} \right\} = \min \left\{ 50, 25 \right\} \quad (\text{éq.8})$$

Avec : l_i = Entre nus des poutrelles de poutres

l_i = Portée de la travée considérée

$$\Rightarrow \frac{b-bo}{2} = 25\text{cm} \Rightarrow b = (25 \times 2) + 10$$

$$\Rightarrow \mathbf{b = 60 \text{ cm}}$$

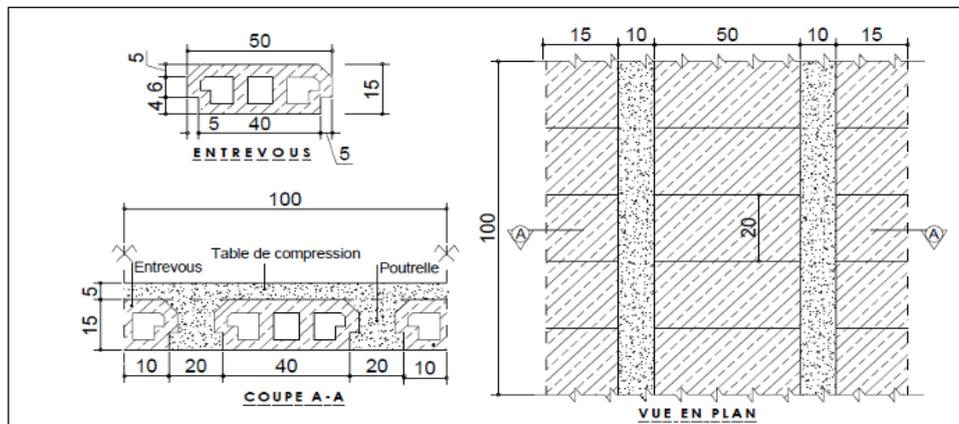


Figure 5: Détail de plancher

En considérant une section de 1m² du plancher ci-dessus, nous avons :

- 1,5 x 5 entrevous, soit 7,5 **entrevous**
- 02 poutrelles de section : 2x((3x0,05²) + (0,1x0,1)), soit **0,035m²**
- Table de compression de section 0,05*1, soit **0,05m²**

3.1.2 Poutres

La poutre est une pièce élancée dont la longueur ℓ est très supérieure aux dimensions transversales h et b .

3.1.2.1 Poutre principale

Soient h_{pp} et b_{pp} la hauteur et la largeur respectives d'une poutre principale. Pour éviter les problèmes de rigidité (flèche) et de fissuration h_{pp} se choisit entre (*Précis du bâtiment, 2002*) :

$$\frac{l}{12} \leq h_{pp} \leq \frac{l}{8} \quad (\text{éq.9})$$

La largeur b_{pp} est comprise entre (*Précis du bâtiment, 2002*) :

$$\frac{1}{3} h_{pp} \leq b_{pp} \leq \frac{1}{2} h_{pp} \quad (\text{éq.10})$$

Application :

Poutre PP0.01 : la longueur de la plus grande travée étant 5,85m, on aura :

$$\frac{585cm}{12} \leq h_{pp} \leq \frac{585cm}{8} \quad 48,75cm \leq h_{pp} \leq 73,13cm$$

Prenons **$h_{pp} = 55cm$**

La largeur b_{pp} est comprise entre : $\frac{55cm}{3} \leq b_{pp} \leq \frac{55cm}{2}$

$18,33cm \leq b_{pp} \leq 27,50cm$, prenons **$b_{pp}=25cm$**

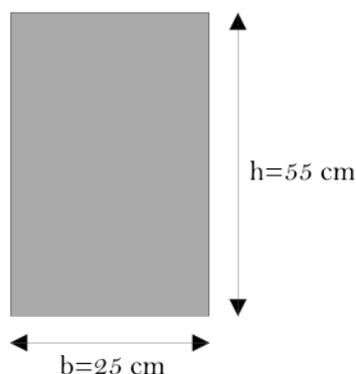


Figure 6: Dimensions de la poutre principale

3.1.2.2 Poutre secondaire

La hauteur d'une poutre secondaire est donnée par la relation :

$$\ell/18 < h_{ps} < \ell/12. \quad (\text{éq. 11})$$

La largeur se calcule de la même manière que celle de la poutre principale.

Application :

Poutre PS0.01 : la longueur de la plus grande travée étant 5,00m on aura :

$$500/18 < h_{ps} < 500/12 \text{ et cela donne : } 27,78\text{cm} < h_{ps} < 41,67\text{cm}$$

Prenons **h_{ps} = 35cm**

La largeur b_{ps} est comprise entre $1/3 \times (35) < b_{ps} < 1/2 \times (35)$

$$11,66\text{cm} < b_{ps} < 17,50\text{cm} \text{ soit } \mathbf{b_{ps} = 15\text{cm}}$$

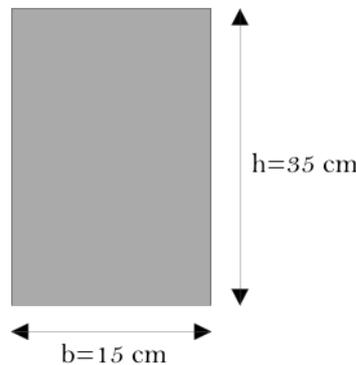


Figure 7: Dimensions de la poutre secondaire

Nota : Lorsque la portée d'une baie excède 2m et quelques fois moins de 2m (charge importante), le linteau est calculé comme une poutre.

De même, pour éviter les fissures couramment constatées sous les planchers au droit des murs de l'étage supérieur, tous les murs seront repris par des poutres PM (Poutre sous Mur) lorsqu'il n'y a pas de support sous-jacent.

La section minimale de poutre prise en compte est **15x20cm²**.

Le point de prédimensionnement des poutres du bâtiment se résume dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4: Récapitulatif de prédimensionnement des poutres de Rez de chaussée

RDC		
NOM DES POUTRES	LARGEUR (b) en cm	HAUTEUR (h) en cm
PP0.01	25	55
PP0.02	20	60
PP0.03	20	60
PP0.04	20	60
PP0.05	20	60
PP0.06	20	60
PP0.07	20	60
PP0.08	20	60
PP0.09	20	60
PP0.10	15	40
PP0.11	15	40
PP0.12	20	55
PP0.13	20	70
PP0.14	20	70
PP0.15	20	70
PP0.16	20	50
PP0.17	20	50
PP0.18	20	55
PS0.01	15	30
PS0.02	25	55
PS0.03	20	50
PS0.04	20	50

Tableau 5: Récapitulatif de prédimensionnement des poutres de l'Etage 1

R+1		
NOM DES POUTRES	LARGEUR (b) en cm	HAUTEUR (h) en cm
PP1.01	25	55
PP1.02	20	60
PP1.03	20	60
PP1.04	20	60
PP1.05	20	60
PP1.06	20	60
PP1.07	20	60
PP1.08	20	60
PP1.09	20	60
PP1.10	15	40
PP1.11	15	40
PP1.12	20	55
PP1.13	20	70
PP1.14	20	70
PP1.15	20	70
PP1.16	20	50
PP1.17	20	50
PP1.18	20	55
PS1.01	15	30
PS1.02	25	55
PS1.03	20	50
PS1.04	20	50

Tableau 6: Récapitulatif de prédimensionnement des poutres de l'Etage 2

R+2		
NOM DES POUTRES	LARGEUR (b) en cm	HAUTEUR (h) en cm
PP2.01	25	55
PP2.02	20	60
PP2.03	20	60
PP2.04	20	60
PP2.05	20	60
PP2.06	20	60
PP2.07	20	60
PP2.08	20	60
PP2.09	20	60
PP2.10	15	40
PP2.11	15	40
PP2.12	20	55
PP2.13	20	70
PP2.14	20	70
PP2.15	20	70
PP2.16	20	50
PP2.17	20	50
PP2.18	20	55
PS2.01	15	30
PS2.02	25	55
PS2.03	20	50
PS2.04	20	50

Tableau 7: Récapitulatif de prédimensionnement des poutres de l'Édicule

Édicule		
NOM DES POUTRES	LARGEUR (b) en cm	HAUTEUR (h) en cm
PP3.01	20	30
PS3.01	20	30

3.1.3 Poteaux

S'il est possible de prédimensionner un plancher, une poutre ; le dimensionnement des poteaux tient compte de l'élançement et de la charge N obtenue après descente des charges. Cependant on peut accepter la solution architecturale sous réserve de les vérifier au cours du calcul.

La condition suivante doit être vérifiée : $Br \geq \frac{\beta Nu}{\frac{f_{bu}}{0,9} + \frac{0,85 f_{ed}}{100}}$ (éq.12)

Avec : $\begin{cases} Br : \text{Section réduite} \\ \beta : \text{Coefficient de correction dépendant de l'élançement} \end{cases}$

Notons que :

$$\beta = \begin{cases} 1 + 0,2(\lambda/35)^2 & \text{si } \lambda \leq 50 \\ 0,85\lambda^2/1500 & \text{si } 50 < \lambda < 70 \end{cases} \quad (\text{éq.13})$$

Un poteau est caractérisé par sa section et donc les deux dimensions a et b afférentes.

a) Détermination de [a] :

$$\lambda = \frac{If}{i} = \frac{0,7 \times I_o}{i} \leq 50; i = \sqrt{\frac{I}{B}}; B = a \times b; I = \frac{b \times a^3}{12}$$

$$i = \sqrt{\frac{b \times a^3}{12 \times a \times b}} = \sqrt{\frac{a^2}{12}} = 0,289a$$

Donc en remplaçant par la valeur de i on a :

$$\lambda = \frac{If}{0,289a} = \frac{0,7 \times I_o}{0,289a} \leq 50 \quad (\text{éq.14})$$

Avec :

λ : Élançement mécanique d'une pièce comprimée ;

l_f : Longueur de flambement = $0,7 l_0$;

l_0 : Hauteur libre de poteau ;

i : Rayon de giration de la section droite du béton seule.

b) Détermination de [b] :

Selon le BAEL on a :

$$N_u \leq \alpha \left[\frac{Br \cdot f_{c28}}{0,9 \cdot \gamma_b} + A_s \frac{f_e}{\gamma_s} \right] \quad (\text{éq.15})$$

Avec :

Br : Section réduite du poteau ; $Br = (a - 2)(b - 2)$ [cm²]

A_s : Section d'armature longitudinale ; $A_s = 0,7\% Br$

γ_b : coefficient de sécurité du béton $\gamma_b = 1,5$.

γ_s : coefficient de sécurité de l'acier $\gamma_s = 1,15$.

f_e : nuance de l'acier. $f_e = 400$ MPA.

α : Facteur réducteur de N_u , il est en fonction de λ ;

$$\alpha = \frac{0,85}{\left[1 + 0,2 \left(\frac{\lambda^2}{35} \right) \right]} \quad (\text{éq.16})$$

$f_{c28} = 22$ MPa ; $f_e = 400$ MPa ; $\gamma_b = 1,50$; $\gamma_s = 1,15$.

3.2 Descente des charges

Les charges sont généralement de deux types : $\begin{cases} \text{permanentes (G)} \\ \text{exploitation (Q)} \end{cases}$

3.2.1 Charges permanentes (G)

Les charges permanentes à considérer définies par la norme **NF P 06-004** pour le calcul des structures en béton armé sont :

- **Poids propres**

Les poids propres seront évalués à partir des volumiques des matériaux indiqués dans la norme NF P 06-004.

- **Surcharges**

Il s'agit des revêtements sur les planchers et les différents types d'enduits. Elles seront définies et mieux détaillées au niveau du pré dimensionnement des éléments en fonction du type et du niveau des planchers.

Quelques charges permanentes G de matériaux (NF P 06-004) :

- Béton armé : 25 KN/m³
- Béton non armé : 22 KN/m³
- Mortier : 20 KN/m³
- Carrelage : 22 KN/m³
- Enduits : 20 KN/m³
- Agglomérés : 14 KN/m³
- Entrevous : 14 KN/m³
- Protection d'étanchéité en gravillon (ép=5cm) : 15 KN/m³
- Etanchéité multicouche : 0,10 KN/m².

3.2.2 Charges d'exploitation (Q)

Elles résultent de l'exploitation directe de la construction et sont donc constituées par le poids des utilisateurs et des éléments (matériel, mobilier...) nécessaires à l'utilisation des locaux.

La norme NF P 06-001 définit les charges surfaciques à prévoir, cependant, un maître d'ouvrage a toujours la possibilité de définir des valeurs au moins égales.

Quelques charges d'exploitation Q sur ouvrages (NF P 06-001) :

- Plancher non accessible : 1 kN/m²
- Toiture-terrasse accessible : 2,50 kN/m²
- Plancher courant : 1,50 kN/m² compte tenu de la destination qui change souvent.
- Balcon : 3,50 kN/m²
- Escalier : 2,50 kN/ m²

3.2.3 Bilan des charges sur les planchers

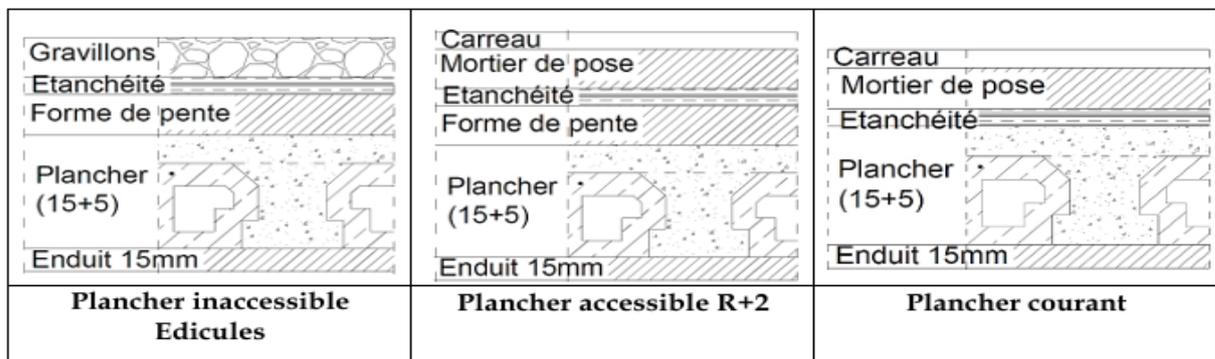


Figure 8: Différents types de planchers de chaque niveau

Suivant la figure ci-dessus, l'évaluation des charges sur planchers est présentée dans les tableaux ci-après :

Tableau 8: Evaluation des charges sur plancher inaccessible de l'Edicule (R+3)

N°	Désignation	U	Quantité
I	<u>Charges permanentes(G)</u>		
1	Protection d'étanchéité multicouche (gravillon de 4cm)	kN/m ²	0,60
2	Etanchéité multicouche	kN/m ²	0,12
3	Forme de pente : (0,10 x 22)	kN/m ²	2,20
4	Table de compression (0,05 x 25)	kN/m ²	1,25
5	Entrevous en mortier de ciment : $\frac{10 \times (0,5 \times 0,2 \times 0,15) \times 14}{1 \times 1,20}$	kN/m ²	1,75
6	Poutrelles espacées de 60cm : $\frac{2(0,10 \times 0,15 \times 1)25}{1 \times 1,20}$	kN/m ²	0,63
7	Enduit intérieur sous plancher : (20 x 0,015)	kN/m ²	0,30
	Total (G)	kN/m²	6,85
II	<u>Charges d'exploitation (Q)</u>		
	Plancher	kN/m²	1,00

Tableau 9: Evaluation des charges sur la toiture-terrasse accessible R+2)

N°	Désignation	U	Quantité
I	<u>Charges permanentes(G)</u>		
1	Carrelage	kN/m ²	0,22
2	Mortier de pose (4cm)	kN/m ²	0,88
3	Etanchéité multicouche	kN/m ²	0,10
4	Forme de pente : (0,10 x 22)	kN/m ²	2,20
5	Table de compression (0,05 x 25)	kN/m ²	1,25
6	Entrevous en mortier de ciment : $\frac{10 \times (0,5 \times 0,2 \times 0,15) \times 14}{1 \times 1,20}$	kN/m ²	1,75
7	Poutrelles espacées de 60cm :	kN/m ²	0,63

	$\frac{2(0,10 \times 0,15 \times 1)25}{1 \times 1,20}$		
8	Enduit intérieur sous plancher : (20 x 0,015)	kN/m ²	0,30
	Total (G)	kN/m²	7,33
II	<u>Charges d'exploitation (Q)</u>		
	Plancher	kN/m ²	1,5

Tableau 10: Evaluation de charges sur les planchers courants (R+1 et RDC)

N°	Désignation	U	Quantité
I	<u>Charges permanentes(G)</u>		
1	Carrelage	kN/m ²	0,22
2	Mortier de pose (4cm)	kN/m ²	0,88
3	Etanchéité multicouche	kN/m ²	0,10
4	Table de compression (0,05 x 25)	kN/m ²	1,25
5	Entrevous en mortier de ciment : $\frac{2(0,10 \times 0,15 \times 1)25}{1 \times 1,20}$	kN/m ²	1,75
6	Poutrelles espacées de 60cm : $\frac{2(0,10 \times 0,15 \times 1)25}{1 \times 1,20}$	kN/m ²	0,63
7	Enduit intérieur sous plancher : (15 x 0,02)	kN/m ²	0,30
	Cloisons	kN/m ²	1,00
	Total (G)	kN/m²	6,13
II	<u>Charges d'exploitation (Q)</u>		
1	Plancher des locaux	kN/m²	2,5
2	Plancher des balcons	kN/m²	3,5

3.2.4 Descente de charges par la méthode de dégression verticale

Avant toute descente de charges, il est indispensable d'établir les plans de poutraison des planchers afin de définir le principe de répartition des charges. La direction des poutrelles est généralement celle de la plus petite portée. La poutre principale est celle qui reçoit les

charges transmises par les poutrelles ou celle qui supporte une autre poutre secondaire qui résiste à l'action du plancher.

Principe de descente de charges :

Les charges du plancher sont reprises linéairement par les poutrelles (charge sur plancher x entraxe entre poutrelle).

Les poutrelles à leur tour transmettent les charges reprises linéairement aux poutres sur lesquelles elles prennent appuis (charge sur poutrelle x moitié de la portée de la poutrelle située de part et d'autre de la poutre selon le cas).

Les charges reprises par les poutres sont transmises ponctuellement aux poteaux (charge sur poutres x moitié de la portée de la poutre).

Notons qu'une poutre principale peut également reprendre des charges ponctuelles (d'une poutre secondaire ou d'un poteau) qu'elle transmet aux poteaux sur lesquels elle se repose.

Lorsque nous avons plusieurs niveaux (étages), l'opération précédente est faite sur chaque niveau en commençant du sommet vers la fondation. Notons que la valeur de la charge sur un poteau est systématiquement reportée sur son appui (poteau ou poutre de l'étage sous-jacent sur lequel prendre appui le poteau de l'étage concerné). Alors, lorsque les poteaux sont superposés, le poteau du bas reprend systématiquement la charge du poteau qu'il supporte en plus des charges de poutres.

La charge d'un élément est constituée des charges permanentes G (dont le poids propre de l'élément) et des charges d'exploitations Q .

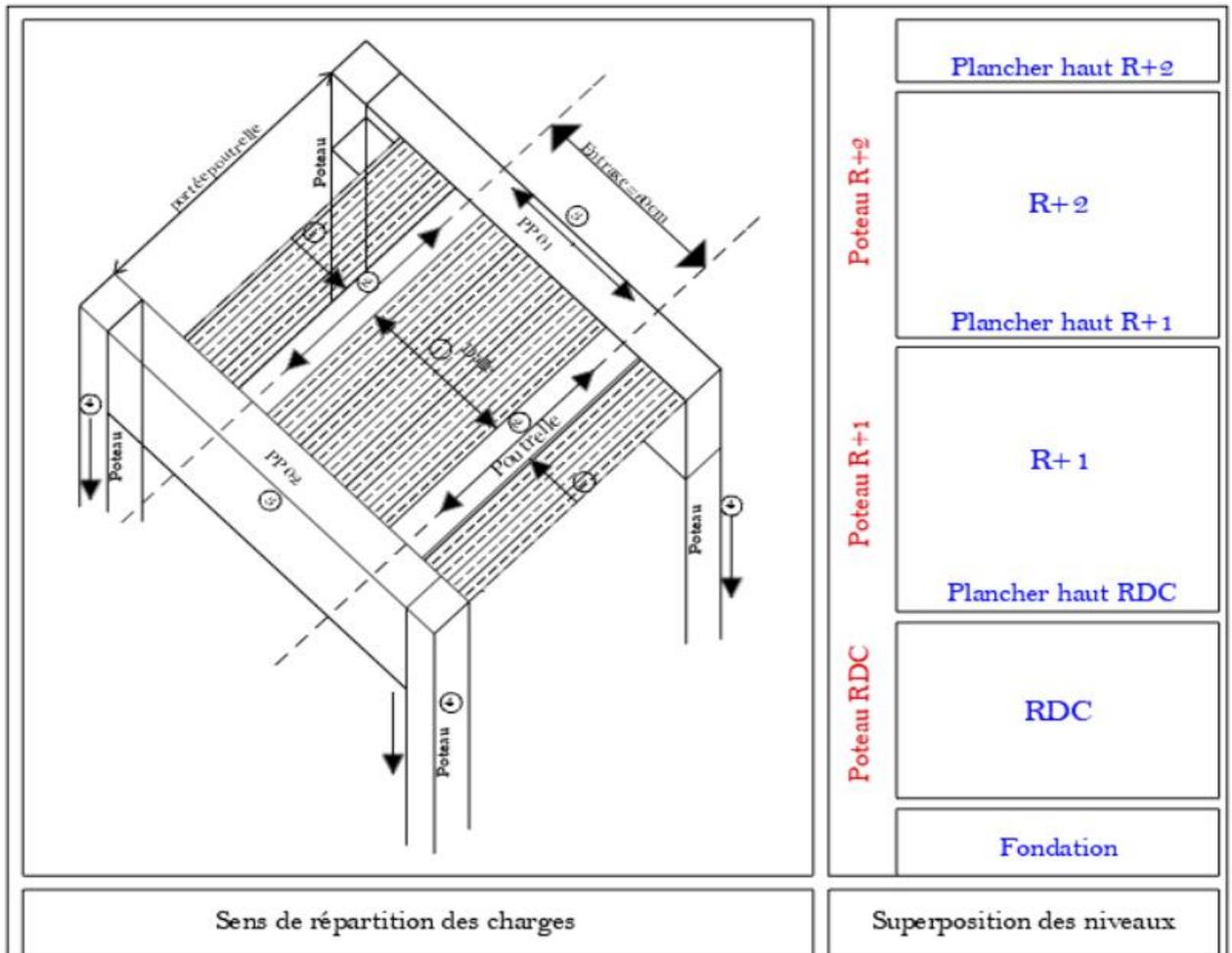


Figure 9: Principe de répartition des charges sur les éléments de structure

Application

3.2.5 Descente des charges sur les poutrelles (Cas des poutrelles N1, N2 et N3)

3.2.5.1 Descente des charges sur les poutrelles N1 de la toiture-terrasse inaccessible

Tableau 11: Descente des charges sur les poutrelles N1

N°	Désignation	U	Quantité
1	Charge permanente linéaire Plancher : $g=6,85 \times 0,60$	kN/m	4,11
2	Charge variable linéaire Plancher : $q=1,00 \times 0,60$	kN/m	0,60

3	Combinaison des charges linéaires		
	ELU : $p_u=1,35g+1,5q$ $p_u=1,35 \times 4,11+1,00 \times 0,60$	kN/m	6,15
	ELS : $p_{ser}= g+q$ $p_{ser}=4,11+0,60$	kN/m	4,71

3.2.5.2 Descente des charges sur les poutrelles N1 et N2 de la toiture-terrasse

Tableau 12: Descente des charges sur les poutrelles N1 et N2

N°	Désignation	U	Quantité
1	Charge permanente linéaire Plancher : $g= 7,33 \times 0,60$	kN/m	4,40
2	Charge variable linéaire Plancher : $q=2,50 \times 0,60$	kN/m	1,50
3	Combinaison des charges linéaires		
	ELU : $p_u=1,35g+1,5q$ $p_u=1,35 \times 4,40+1,50 \times 1,50$	kN/m	8,19
	ELS : $p_{ser}= g+q$ $p_{ser}=4,40+1,50$	kN/m	5,90

3.2.5.3 Descente des charges sur les poutrelles N1, N2 et N3 des planchers courants

Tableau 13: Descente des charges sur les poutrelles N1 et N2

N°	Désignation	U	Quantité
1	Charge permanente linéaire Plancher : $g=6,13 \times 0,60$	kN/ml	3,68

2	Charge variable linéaire Plancher : $q=1,50 \times 0,60$	kN/ml	0,90
3	Combinaison des charges linéaires ELU : $p_u=1,35g+1,5q$ $p_u=1,35 \times 3,68+1,50 \times 0,90$	kN/ml	6,32
	ELS : $p_{ser}=g+q$ $p_{ser}=3,68+0,90$	kN/ml	4,58

Tableau 14: Descente des charges sur la poutrelle N3 au niveau des balcons

N°	Désignation	U	Quantité
1	Charge permanente linéaire Plancher : $g=6,13 \times 0,60$	kN/m	3,68
2	Charge d'exploitation linéaire Plancher : $q=3,50 \times 0,60$	kN/m	2,10
3	Combinaison des charges linéaires ELU : $p_u=1,35g+1,5q$ $p_u=1,35 \times 3,68+1,50 \times 2,10$	kN/m	8,12
	ELS : $p_{ser}=g+q$ $p_{ser}=3,68+2,10$	kN/m	5,78

3.2.6 Descente des charges sur poutre (Cas de la poutre PP01 de chaque niveau)

Tableau 15: Descente des charges sur poutre de la toiture-terrasse non accessible

N°	Désignation	U	Quantité
	PP3.01 (15x35)		

1	Charges permanentes linéaires		
	Toiture terrasse inaccessible : 6,85 x 1,95	kN/ml	13,36
	Acrotère :(2,70 x 0,40)	kN/ml	1,08
	Poids propre PP3.01 : 25 x 0,15 x 0,40	kN/ml	1,50
	Enduits sur les deux faces de PP3.01 : 20 x 0,40 x 2 x 0,015	kN/ml	0,24
	Total (g) :	kN/ml	16,18
2	Charge d'exploitation linéaire		
	Toiture terrasse inaccessible : q=1,00 x 1,95	kN/ml	1,95
3	Combinaison des charges linéaires		
	ELU : $p_u = 1,35g + 1,5q$ $p_u = 1,35 \times 16,18 + 1,50 \times 1,95$	kN/ml	24,77
	ELS : $P_{ser} = g + q$ $p_{ser} = 16,18 + 1,95$	kN/ml	18,13

Tableau 16: Descente des charges sur poutre de la toiture-terrasse accessible

N°	Désignation	U	Quantité
	PP2.01 (25x55)		
1	Charges permanentes linéaires		
	Travée 1 et 3		
	Toiture-terrasse : 7,33 x 2,58	kN/ml	18,91
	Garde-corps + enduit + chaînage : [(2,70x1) + (0,15x0,20x25)]	kN/ml	3,45

	Poids propre PP1 : 25 x 0,25 x 0,55	kN/ml	3,44
	Enduits sur les deux faces de PP1 : 20 x 0,50 x 2 x 0,015	kN/ml	0,33
	Total (g1) :	kN/ml	26,13
	Travée 2		
	Toiture-terrasse : 7,33 x 1,00	kN/ml	7,33
	Garde-corps + enduit + chaînage : [(2,70x1) + (0,15x0,20x25)]	kN/ml	3,45
	Poids propre PP1 : 25 x 0,25 x 0,55	kN/ml	3,44
	Enduits sur les deux faces de PP1 : 20 x 0,50 x 2 x 0,015	kN/ml	0,33
	Total (g2) :	kN/ml	14,55
2	Charges d'exploitation linéaires		
	Travées 1 et 3 Toiture-terrasse : $q_1=2,50 \times 2,58$	kN/ml	6,45
	Travée 2 Toiture-terrasse : $q_2=2,50 \times 1,00$	kN/ml	2,50
3	Combinaison des charges linéaires ELU : Travées 1 et 3 : $p_{u1}=1,35g_1+1,5q_1$ $p_{u1}=1,35 \times 26,13+1,50 \times 6,45$	kN/ml	44,95
	Travée 2 : $p_{u2}=1,35g_2+1,5q_2$ $p_{u2}=1,35 \times 14,55+1,50 \times 2,50$	kN/ml	23,39
	ELS : Travées 1 et 3 : $p_{ser1}=g_1+q_1$ $P_{ser1}=26,13+6,45$	kN/ml	32,58

	<p>Travée 2 : $p_{ser2}=g_2+q_2$</p> <p>$P_{ser2}=14,55+2,50$</p>	kN/ml	17,05
--	---	--------------	--------------

Tableau 17: Descente des charges sur poutre des planchers courants

N°	Désignation	U	Quantité
	PP0.01 (25x55)		
1	Charges permanentes linéaires		
	Travée 1 et 3		
	Plancher courant : 6,13 x 2,58	kN/ml	15,82
	Mur en élévation + enduit + chaînage : [(2,70x3) + (0,15x0,20x25)]	kN/ml	8,85
	Poids propre PP1 : 25 x 0,25 x 0,55	kN/ml	3,44
	Enduits sur les deux faces de PP1.01 : 20 x 0,55 x 2 x 0,015	kN/ml	0,33
	Total (g₁) :	kN/ml	28,44
	Travée 2		
	Plancher courant : 6,13 x 1,00	kN/ml	6,13
	Garde-corps + enduit + chaînage : [(2,70x1) + (0,15x0,20x25)]	kN/ml	3,45
	Poids propre PP1.01 : 25 x 0,25 x 0,55	kN/ml	3,44
	Enduits sur les deux faces de PP1 : 20 x 0,55 x 2 x 0,015	kN/ml	0,33
	Total (g₂) :	kN/ml	13,35
2	Charges d'exploitation linéaires		

3	Travées 1 et 3 Plancher courant : $q_1=1,50 \times 2,58$	kN/ml	3,87
	Travée 2 Plancher courant : $q_2=3,50 \times 1,00$	kN/ml	3,50
	Combinaison des charges linéaires ELU : Travées 1 et 3 : $p_{u1}=1,35g_1+1,5q_1$ $p_{u1}=1,35 \times 28,44+1,50 \times 3,87$	kN/ml	44,20
	Travée 2 : $p_{u2}=1,35g_2+1,5q_2$ $p_{u2}=1,35 \times 13,35+1,50 \times 3,50$	kN/ml	23,27
	ELS : Travées 1 et 3 : $p_{ser1}=g_1+q_1$ $P_{ser1}=28,44+3,87$	kN/ml	32,31
	Travée 2 : $p_{ser2}=g_2+q_2$ $P_{ser2}=13,35+3,50$	kN/ml	16,85

3.2.7 Descente des charges sur les poteaux

Suivant le principe de descente des charges ci-dessus indiqué, le récapitulatif des charges sur les poteaux se présente comme suit :

Tableau 18: Récapitulatif des charges sur poteaux de l'édicule et de R+2

Niveau	Poteaux d'axe	Charges		Nu (kN)	Type de poteau
		G (kN)	Q (kN)		
R+3 (Edicule)	P-4 et P-8	31,54	2,61	46,49	P4 (20x20)
	S-4 et S-8	31,54	2,61	46,49	P4 (20x20)
R+2	A-2	72,81	15,26	121,18	P3 (25x25)
	A-8	164,61	34,45	273,90	P3 (25x25)
	A-12	176,42	37,7	294,72	P3 (25x25)
	A-17	77,58	16,44	129,39	P3 (25x25)
	D-2	130,07	32,84	224,85	P3 (25x25)
	D-8	280,41	63,37	473,61	P3 (25x25)
	D-12	289,2	66,52	490,20	P3 (25x25)
	D-17	141,57	36,27	245,52	P3 (25x25)
	G-2	124,15	32,22	215,93	P3 (25x25)
	G-8	248,87	57,85	422,75	P3 (25x25)
	G-12	253,29	60,23	432,29	P3 (25x25)
	G-17	134,49	35,7	235,11	P3 (25x25)
	L-2	89,75	21,74	153,77	P3 (25x25)
	L-8	200,55	39,86	330,53	P3 (25x25)
	L-12	270,88	63,02	460,22	P3 (25x25)
	L-17	134,66	35,51	235,06	P3 (25x25)
	P-1	275,07	0,05	371,42	P3 (25x25)
	P-4	120,92	15,32	186,22	P3 (25x25)
	P-8	162,76	29,5	263,98	P3 (25x25)
	S-1	55,5	8,96	88,37	P3 (25x25)
	S-4	205,76	38,58	335,65	P3 (25x25)
	S-8	120,97	31,04	209,87	P3 (25x25)
	U-12	207,22	51,49	356,98	P3 (25x25)
	U-17	158,69	40,67	275,24	P3 (25x25)
	X-8	131,93	35,78	231,78	P3 (25x25)
	X-12	45,53	7,98	73,44	P3 (25x25)
	Y-1	22,89	1,15	32,63	P3 (25x25)
	Z-3	99,87	27,69	176,36	P3 (25x25)
Z-8	41,94	8,18	68,89	P3 (25x25)	
Z-12	63,91	13,18	106,05	P3 (25x25)	
Z-17	76,03	14,93	125,04	P3 (25x25)	

Tableau 19: Récapitulatif des charges sur poteaux de R+1

Niveau	Poteaux d'axe	Charges		Nu (kN)	Type de poteau
		G (kN)	Q (kN)		
R+1	A-2	176,18	23,71	273,41	P3 (25x25)
	A-8	368,63	67,8	599,35	P3 (25x25)
	A-12	399,74	72,8	648,85	P3 (25x25)
	A-17	186,78	25,7	290,70	P3 (25x25)
	D-2	309,15	50,49	493,09	P3 (25x25)
	D-8	637,09	123,75	1045,70	P2 (30x30)
	D-12	651,75	128,74	1072,97	P2 (30x30)
	D-17	334,61	56,15	535,95	P3 (25x25)
	G-2	295,55	49	472,49	P3 (25x25)
	G-8	568,49	110,54	933,27	P2 (30x30)
	G-12	578,91	113,62	951,96	P2 (30x30)
	G-17	319,39	54,79	513,36	P3 (25x25)
	L-2	217,1	31,81	340,80	P3 (25x25)
	L-8	485,47	84,41	782,00	P3 (25x25)
	L-12	715,44	120,79	1147,03	P2 (30x30)
	L-17	319,99	54,68	514,01	P3 (25x25)
	P-1	29,29	1,81	42,26	P3 (25x25)
	P-4	236,28	27,34	359,99	P3 (25x25)
	P-8	226,77	43,03	370,68	P3 (25x25)
	S-1	112,91	13,9	173,28	P3 (25x25)
	S-4	352,41	61,81	568,47	P3 (25x25)
	S-8	397,28	75,81	650,04	P3 (25x25)
	U-12	466,65	98,58	777,85	P3 (25x25)
	U-17	384,18	70,23	623,99	P3 (25x25)
	X-8	293,83	66,81	496,89	P3 (25x25)
	X-12	101,95	18,67	165,64	P3 (25x25)
Y-1	54,48	2,58	77,42	P3 (25x25)	
Z-3	224,52	44,3	369,55	P3 (25x25)	
Z-8	107,7	13,45	165,57	P3 (25x25)	
Z-12	157,12	22,25	245,49	P3 (25x25)	
Z-17	183,46	23,89	283,51	P3 (25x25)	

Tableau 20: Récapitulatif des charges sur poteaux de RDC

Niveau	Poteaux d'axe	Charges		Nu (kN)	Type de poteau
		G (kN)	Q (kN)		
RDC	A-2	256,33	32,16	394,29	P3 (25x25)
	A-8	547,45	101,14	890,77	P2 (30x30)
	A-12	612,74	107,91	903,31	P2 (30x30)
	A-17	284,41	34,96	436,39	P3 (25x25)
	D-2	455,36	68,14	716,95	P3 (25x25)
	D-8	1002,04	184,15	1628,98	P1 (35x35)
	D-12	1017,06	190,97	1659,49	P1 (35x35)
	D-17	527,57	76,03	826,26	P2 (30x30)
	G-2	429,06	65,78	677,90	P3 (25x25)
	G-8	896,25	163,18	1454,71	P1 (35x35)
	G-12	916,68	167,02	1488,05	P1 (35x35)
	G-17	499,18	73,87	784,70	P3 (25x25)
	L-2	318,26	41,88	492,47	P3 (25x25)
	L-8	767,46	129,67	1230,58	P2 (30x30)
	L-12	962,18	178,56	1566,78	P1 (35x35)
	L-17	505,21	73,85	792,81	P3 (25x25)
	P-1	62,16	370	638,92	P3 (25x25)
	P-4	354,53	37,33	534,61	P3 (25x25)
	P-8	289,59	51,72	468,53	P3 (25x25)
	S-1	203,02	18,85	302,35	P3 (25x25)
	S-4	519,73	82,54	825,45	P3 (25x25)
	S-8	601,54	119,4	991,18	P2 (30x30)
	U-12	733,08	145,66	1208,15	P2 (30x30)
	U-17	608,74	99,8	971,50	P2 (30x30)
	X-8	466,23	98,1	769,88	P3 (25x25)
	X-12	163,36	29,36	264,58	P3 (25x25)
	Y-1	84,38	3,55	119,24	P3 (25x25)
	Z-3	366,05	60,92	585,55	P3 (25x25)
	Z-8	180,53	18,63	268,90	P3 (25x25)
	Z-12	255,23	31,32	391,54	P3 (25x25)
Z-17	295,79	32,85	448,59	P3 (25x25)	



***CHAPITRE 4: DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS
PORTEURS***

4.1 Dimensionnement des poutrelles

Les poutrelles sont des éléments horizontaux en béton armé qui reprennent les charges transmises par les planchers et les répartissent sur les poutres. Elles ont une section en T.

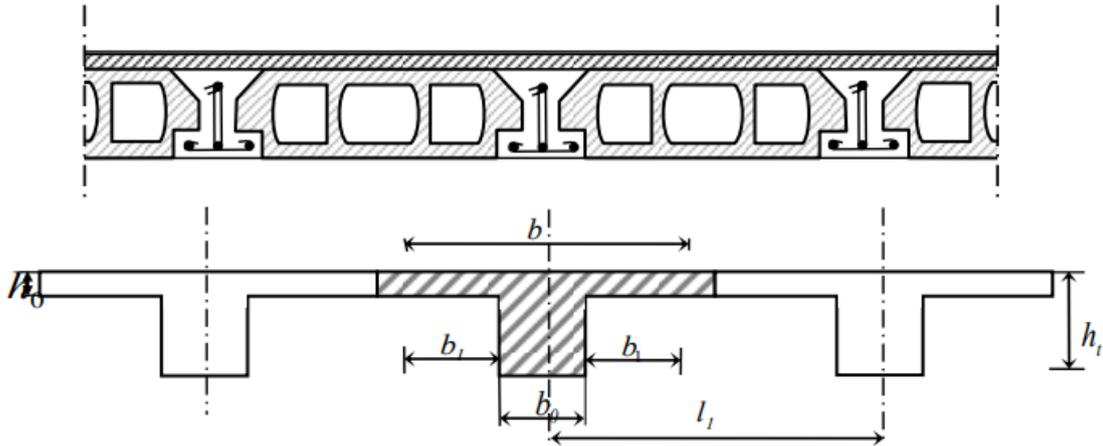


Figure 10: Schéma de la poutrelle

Exemple de dimensionnement de la poutrelle N1 des planchers courants

4.1.1 Détermination des sollicitations

- Schéma statique

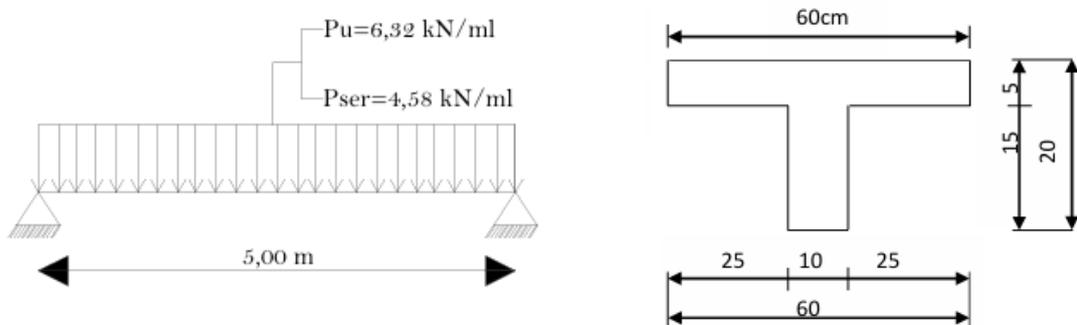


Figure 11: Schéma statique de la poutrelle

- *Détermination des sollicitations*

En Travée

- *Calcul des moments aux états-limites*

$$M_{tu} = p_u \times \frac{l^2}{8} \Rightarrow 6,32 \times \frac{5^2}{8}$$

$$M_{tu} = 19,75 \text{ kN.m} = 0,01975 \text{ MN.m}$$

$$M_{tser} = p_{ser} \times \frac{l^2}{8} \Rightarrow 4,58 \times \frac{5^2}{8}$$

$$M_{tser} = 14,32 \text{ kN.m} = 0,01432 \text{ MN.m}$$

4.1.2 Calcul des sections d'armatures

4.1.2.1 Calcul des armatures longitudinales en travée

- *Calcul de γ*

$$\gamma = \frac{M_{tu}}{M_{tser}} \Rightarrow \frac{19,75}{14,32} = 1,38$$

- *Moment de référence*

$$M_{Tu} = b \cdot h_o \cdot f_{bu} \left(d - \frac{h_o}{2} \right) \Rightarrow 0,6 \times 0,05 \times 12,47 \times \left(0,9 \times 0,2 - \frac{0,05}{2} \right)$$

$$M_{Tu} = 0,058 \text{ MN.m}$$

- *Comparaison de M_{tu} à M_{Tu}*

$$M_{tu} = 0,01975 \text{ MN.m} < M_{Tu} = 0,058 \text{ MN.m}$$

$M_{tu} < M_{Tu}$ Donc la section en T sera dimensionnée comme une section rectangulaire de dimension $b \times h$.

- *Calcul du moment réduit ultime*

$$\mu_b = \frac{M_{tu}}{bd^2 f_{bu}} \Rightarrow \frac{0,01975}{0,60 \times (0,9 \times 0,2)^2 \times 12,47} = 0,081$$

- *Calcul du moment réduit limite μ_u*

$$F_e E400 ; \theta=1 ; f_{c28} = 22 \text{ MPa} < 30 \text{ MPa}$$

$$\mu_{lu} = 10^{-4} (3440\gamma + 49f_{c28} - 3050)$$

$$\Rightarrow \mu_{lu} = 10^{-4} (3440 \times 1,38 + 49 \times 22 - 3050) = 0,28$$

- *Comparaison de μ_b à μ_u*

$\mu b_u = 0,093 < \mu l_u = 0,28$ donc la section ne nécessite pas d'aciers comprimés $A' = 0$

- *Calcul du bras de levier*

$$\mu b_u = 0,081 < 0,275 \Rightarrow Z_b = d (1 - 0,6 \times \mu b_u)$$

$$Z_b = 0,9 \times 0,2 (1 - 0,6 \times 0,081) = 0,171 \text{ m}$$

- *Calcul des armatures tendues en travée*

$$A_{tu} = \frac{M_{tu}}{z_b f_{ed}}$$

$$A_{tu} = \frac{0,01975}{0,171 \times 347,83} \times 10^4 = 3,32$$

$$A_{tu} = 3,32 \text{ cm}^2$$

- *Calcul de la section d'armatures minimale*

$$A_{min} = 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} b_o \cdot d$$

$$\Rightarrow A_{min} = 0,23 \times \frac{1,92}{400} \times 0,6 \times 0,9 \times 0,2 \times 10^4$$

$$A_{min} = 1,19 \text{ cm}^2$$

$$A_{tu} = 3,32 \text{ cm}^2 > A_{min} = 1,19 \text{ cm}^2$$

$$\text{D'ou } \mathbf{A_{tu} = 3,32 \text{ cm}^2}$$

- *Choix des armatures en travée*

Convenons de prendre **3HA14** totalisant une section de **4,68 cm²** et **1HA10** comme armature de construction.

4.1.2.2 Calcul des armatures chapeaux sur appuis

$$M_{au} = -0,15 M_{tu} = -0,15 \times 0,01975$$

$$M_{au} = -0,002963 \text{ MN.m}$$

$$M_{aser} = -0,15 M_{tser} = -0,15 \times 0,01432$$

$$M_{aser} = -0,002148 \text{ MN.m}$$

- *Calcul du moment réduit ultime*

$$\mu b_u = \frac{M_{au}}{b_0 d^2 f_{bu}} \Rightarrow \mu b_u = \frac{0,002963}{0,10 \times (0,9 \times 0,2)^2 \times 12,47} = 0,073$$

$\mu b_u = 0,073 < \mu l_u = 0,28$ donc la section ne nécessite pas d'aciers comprimés $A' = 0$

- *Calcul du bras de levier*

$$Z_b = 0,9 \times 0,2(1 - 0,6 \times 0,073) = 0,172 \text{ m}$$

- *Calcul des armatures tendues sur appuis*

$$A_{au} = \frac{M_{au}}{z_b f_{ed}}$$

$$A_{au} = \frac{0,002963}{0,172 \times 347,83} \times 10^4$$

D'ou $A_{au} = 0,50 \text{ cm}^2$

- *Choix des armatures sur appuis*

Convenons de prendre **1HA10** dont la section est de **0,79 cm²** comme armature chapeau sur appuis.

4.1.2.3 Calcul des armatures transversales

- *Effort tranchant maximal (V_{umax})*

$$V_{umax} = \frac{p_u}{2} \times l \Rightarrow V_{umax} = \frac{6,32}{2} \times 5$$

$$V_{umax} = 15,80 \text{ KN}$$

- *Effort tranchant réduit (V_{uo})*

$$V_{uo} = V_{umax} - \frac{5}{6} h \times P_u$$

$$V_{uo} = 15,80 - \frac{5}{6} 0,2 \times 6,32 = 14,75 \text{ KN}$$

- *Calcul de la contrainte tangente conventionnelle*

$$\tau_{uo} = \frac{V_{uo}}{b_0 d} \Rightarrow \frac{14,75}{0,10 \times 0,9 \times 0,2} \times 10^{-3} = 0,82 \text{ MPa}$$

$$\tau_{uo} = 0,82 \text{ MPa}$$

• **Contrainte tangentielle limite à L'ELU**

Fissuration Peu Préjudiciable

$$\tau_{lim} = \min\left(\frac{0,2f_{c28}}{\gamma_b}; 5\text{MPa}\right) \Rightarrow \min\left(\frac{0,2 \times 22}{1,5}; 5\text{MPa}\right) \Rightarrow \min(2,93\text{MPa}; 5\text{MPa})$$

$$\tau_{lim} = 2,93\text{MPa}$$

$$\tau_{uo} = 0,82 \text{ MPa} < \tau_{lim} = 2,93\text{MPa} \text{ OK!}$$

• **Espacement maximal des armatures transversales**

$$St_{max} = \text{Min} \begin{cases} 0,9d \\ 40\text{cm} \\ 15\phi'_{lmin} \text{ si } A' \neq 0 \end{cases} \Rightarrow St_{max} = \text{Min} \begin{cases} 0,9 \times 0,9 \times 20 \\ 40\text{cm} \\ 0 \end{cases} \Rightarrow \text{Min} \begin{cases} 16,20 \\ 40 \\ 0 \end{cases}$$

$$St_{max} = 16,20\text{cm}$$

• **Diamètre des armatures transversales**

$$\phi_t \leq \text{Min} \begin{cases} \frac{\phi_l}{35} \\ \frac{h}{10} \\ \frac{b_0}{10} \end{cases} \Rightarrow \phi_t \leq \text{Min} \begin{cases} \frac{14}{35} \\ \frac{200}{10} \\ \frac{100}{10} \end{cases} \Rightarrow \phi_t \leq \text{Min} \begin{cases} 5,71 \\ 20 \\ 10 \end{cases} ; \phi_t \leq 5,71\text{mm}$$

Prenons $\phi_t = 6\text{mm}$

• **Pourcentage minimal d'armatures**

$$\left(\frac{A_t}{b_0 S_t}\right)_{\min} \times f_{et} \geq 0,4\text{MPa} \Rightarrow \left(\frac{A_t}{S_t}\right)_{\min} \geq \frac{0,4b_0}{f_{et}}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{A_t}{S_t}\right)_{\min} = \frac{0,4 \times 0,10}{400} = 0,010\text{cm}^2/\text{cm}$$

$$\left(\frac{A_t}{S_t}\right)_{\min} = 0,010 \text{ cm}^2/\text{cm} \Rightarrow \left(\frac{A_t}{S_t}\right)_{\min} = \frac{1}{100} \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$\text{Or } A_t = 2 \times A_{\phi_t} = 2 \times A_{\phi_6} \Rightarrow 2 \times 0,28 = 0,56 \text{ cm}^2$$

$$S_t \leq 100 \times 0,56 = 56 \text{ cm}$$

Prenons $S_t = 15 \text{ cm}$

• **Vérification de la condition de non fragilité**

Cette condition impose la vérification de la relation : $A_s \geq \left(\frac{0,23b_0 d f_{t28}}{f_e}\right)$

- En travée : $A_s = 0,26 \text{ cm}^2 < A_{tu} = 3,32 \text{ cm}^2$ (Condition vérifiée)

- Sur appui : $A_s = 0,26 \text{ cm}^2 < A_{au} = 0,50 \text{ cm}^2$ (Condition vérifiée)

• *Vérification de l'Effort tranchant*

Nous avons : $\tau_{u0} = 0,82 \text{ MPa} < \tau_{lim} = 2,93 \text{ MPa}$ OK!

• *Influence de l'Effort tranchant au voisinage des appuis :*

Sur l'acier, l'effort tranchant doit vérifier la condition suivante : $V_u < \bar{V}_u$

$$\bar{V}_u = 0,4 \times \left(\frac{f_{c28}}{\gamma_b} \times 0,9 b_0 d \right) = 0,4 \times \left(\frac{22}{1,5} \times 0,9 \times 0,10 \times 0,18 \cdot 10^3 \right) = 95,04 \text{ kN}$$

$V_u = 15,80 \text{ kN} < \bar{V}_u = 95,04 \text{ kN}$ (Condition vérifiée)

Sur l'acier, la relation suivante doit être aussi vérifiée :

$$A_{appuis} \geq \frac{1,15}{f_e} \times (V_u + H) \text{ avec } H = \frac{M_{app \text{ max}}}{0,9d}$$

$$A_{appuis} \geq \frac{1,15}{400} \times \left(0,01580 + \frac{-3,384 \cdot 10^{-3}}{0,9 \times 0,18} \right) = -0,0000015 \text{ cm}^2$$

$A_{au} = 0,50 \text{ cm}^2 \geq 0,0000015 \text{ cm}^2$ (Condition vérifiée)

• *Vérification de la jonction table-poutrelle*

$$\tau_u = \frac{V_{u \text{ max}}}{1,8d} \times \frac{(b-b_0)}{bh_0} = \frac{15,80 \cdot 10^{-3}}{1,8 \times 0,18} \times \frac{(0,60-0,10)}{0,60 \times 0,05} = 0,813 \text{ MPa}$$

Nous avons : $\tau_u = 0,813 \text{ MPa} < \bar{\tau} = 2,93 \text{ MPa}$ OK !

Tableau 21: Tableau récapitulatif de calcul de la poutrelle N1

POUTRELLE		N1
Portée (m)		5,00
Travées	M_{tu} (kN.m)	19,75
	M_{tser} (kN.m)	14,32
Appuis	M_{au} (kN.m)	2,96
	M_{aser} (kN.m)	2,15
A_{tu} (cm ²)		3,32
A_{au} (cm ²)		0,50
$V_{u \text{ max}}$ (kN)		15,80
Armatures transversales		HA6 $S_t=15\text{cm}$
Ferrailage	1	3HA14

	2	1HA10
	3	Etrier HA6
	4	1HA10

4.2 Dimensionnement des poutres

4.2.1 Cas de la poutre PP0.01

Les poutres sont des éléments porteurs horizontaux en béton armé qui reprennent les charges transmises par les planchers et les transmettent aux poteaux. Elles ont une section rectangulaire.

Ici, nous avons des poutres isostatiques et des poutres continues. Nous utiliserons la méthode forfaitaire et le logiciel Autodesk Robot Structural 2014 pour les calculs.

Pour notre mémoire, nous allons présenter les détails de calcul de la poutre principale **PP0.01** des planchers courants. Le reste sera présenté en annexes.

4.2.2 Détermination des sollicitations

Les sollicitations (moments fléchissants et efforts tranchants) sont déterminées par la méthode forfaitaire car les charges réparties (G+Q) vérifient :

$$Q/G=2,50/6,15=0,41 < 2 \quad \leftrightarrow \quad Q < 2 G$$

$$Q = 2,50 \text{ kN/m}^2 \leq 5 \text{ kN/m}^2$$

Les travées successives sont dans un rapport compris entre 0,8 et 1,25. De plus, la fissuration est non préjudiciable.

➤ **Calcul du rapport des charges d'exploitation à la somme des charges permanentes et d'exploitation, en valeurs non pondérées**

$$\alpha = \frac{q}{g+q}$$

$$g = 28,44 \text{ kN/ml}$$

$$q = 3,87 \text{ kN/ml}$$

$$\alpha = \frac{3,87}{28,44 + 3,87} = 0,20$$

4.2.2.1 Moments fléchissants et efforts tranchants

• Schéma statique de la poutre PP0.01 (25x55) des planchers courants

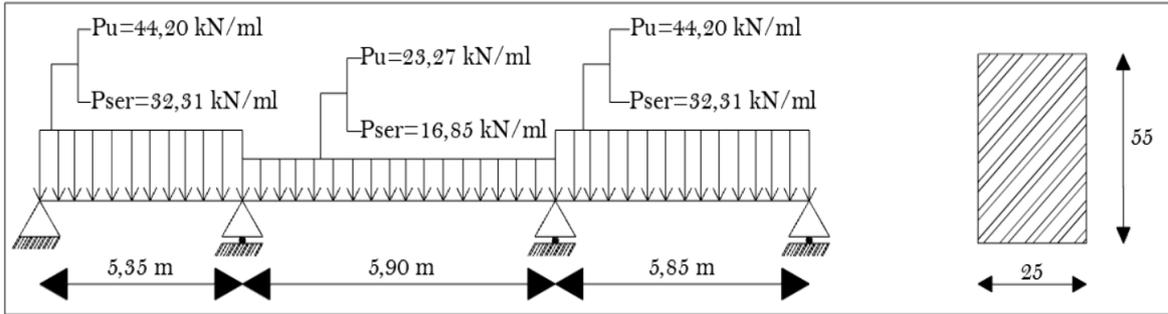


Figure 12: Schéma statique de la poutre PP0.01

4.3.3.1. Calcul des sollicitations

➤ *Calcul de la valeur maximale du moment fléchissant dans chaque travée de comparaison*

• Travée 1

$$M_{01} = \frac{PL_1^2}{8}$$

$$M_{0u1} = \frac{44,20 \times 5,35^2}{8} = 158,14 \text{ kN.m}$$

$$M_{0ser1} = \frac{32,31 \times 5,35^2}{8} = 115,60 \text{ kN.m}$$

• Travée 2

$$M_{0u2} = \frac{23,27 \times 5,90^2}{8} = 101,25 \text{ kN.m}$$

$$M_{0ser2} = \frac{16,85 \times 5,90^2}{8} = 73,32 \text{ kN.m}$$

• Travée 3

$$M_{0u3} = \frac{44,20 \times 5,85^2}{8} = 189,08 \text{ kN.m}$$

$$M_{0ser3} = \frac{32,31 \times 5,85^2}{8} = 138,22 \text{ kN.m}$$

➤ *Calcul des moments fléchissants à l'ELU et à l'ELS*

- M_w et M_e : valeurs absolues des moments sur appuis de gauche (w) et de droite (e) dans la travée considérée ;
- M_t : moment maximal en travée dans la travée considérée.

Les valeurs de M_t , M_w et M_e doivent vérifier les conditions suivantes :

$$\text{Condition 1 : } M_t \geq \text{Max} \{ 1+0,5 ; (1+0,3 \alpha) \} M_0 - \frac{M_w + M_e}{8}$$

$$\text{Condition 2 : } M_t \geq \frac{1,02+0,3\alpha}{2} M_0 \text{ dans la travée de rive}$$

$$M_t \geq \frac{1+0,3\alpha}{2} M_0 \text{ dans la travée intermédiaire}$$

Condition 3 : la valeur absolue de chaque moment sur appui intermédiaire doit être au moins égale à :

0,6 M_0 pour une poutre à deux travées ;

0,5 M_0 pour les appuis voisins de rive d'une poutre à plus de deux travées ;

0,4 M_0 pour les autres appuis intermédiaires d'une poutre à plus de trois travées.

➤ *Calcul des moments sur appuis à l'ELU et à l'ELS*

• **Appui 1 (appui de rive)**

$$M_{au1} = 0 \text{ kN.m}$$

$$M_{aser1} = 0 \text{ kN.m}$$

• **Appui 2 (appui voisin d'un appui de rive)**

$$M_{a2} = 0,5 \text{ max} (M_{01} ; M_{02})$$

$$M_{au2} = 0,5 \text{ max} (158,14 ; 101,25) = 0,5 \times 158,14 = 79,07 \text{ kN.m}$$

$$M_{aser2} = 0,5 \text{ max} (115,60 ; 73,32) = 0,5 \times 115,60 = 57,80 \text{ kN.m}$$

• **Appui 3 (appui voisin d'un appui de rive)**

$$M_{a3} = 0,5 \text{ max} (M_{02} ; M_{03})$$

$$M_{au3} = 0,5 \text{ max} (101,25 ; 189,08) = 0,5 \times 189,08 = 94,54 \text{ kN.m}$$

$$M_{aser3} = 0,5 \text{ max} (73,32 ; 138,22) = 0,5 \times 138,22 = 69,11 \text{ kN.m}$$

• **Appui 4 (appui de rive)**

$$M_{au4} = 0 \text{ kN.m}$$

$$M_{aser4} = 0 \text{ kN.m}$$

Tableau 22: Tableau des moments fléchissants à l'ELU

Travée	1	2	3	
L(m)	5,35	5,90	5,85	
$M_{0u} = \frac{P_u L^2}{8}$	158,14	101,25	189,08	
Appui	1	2	3	4
Coefficient forfaitaire	0	0,5	0,5	0
Moment sur appui (kN.m)	0	79,07	94,54	0
$M_t = 1,07M_{0u} - \frac{M_w + M_e}{2}$ (kN. m) Condition 1	129,67	21,53	155,05	
$M_t = 0,63M_{0u}$ (kN. m) condition 2-travée de rive	99,63		119,12	
$M_t = 0,53M_{0u}$ (kN. m) condition 2-travée intermédiaire		53,66		
M_{tu} (kN. m) résultat	129,67	53,66	155,05	

$$M_t = \max(1,05 ; 1 + 0,3\alpha)M_0 - \frac{M_w + M_e}{2}$$

$$\max(1,05 ; 1+0,3\alpha) = \max(1,05 ; 1+0,3 \times 0,20) = 1,06$$

$$\frac{1,02+0,3\alpha}{2} = \frac{1,02+0,3 \times 0,20}{2} = 0,54 \text{ en travée de rive}$$

$$\frac{1+0,3\alpha}{2} = 0,53 \text{ en travée intermédiaire}$$

Comme la charge est la même sur les travées 1 et 3 de la poutre, nous pouvons déduire les moments et efforts tranchants à l'ELS en les multipliant les résultats de calcul à l'ELU

par le coefficient $\frac{P_{ser}}{P_u} = \frac{32,31}{44,20} = 0,72$

Pour la travée 2, on a $\frac{P_{ser}}{P_u} = \frac{16,85}{23,27} = 0,72$

Tableau 23: Tableau des moments fléchissants à l'ELS

Travée	1	2	3	
L(m)	5,35	5,90	5,85	
Appui	1	2	3	4
Coefficient forfaitaire	0	0,5	0,5	0
Moment sur appui (kN.m)	0	56,93	68,07	0

M_{tsr} (kN. m) résultat	93,36	38,64	111,64
----------------------------	-------	-------	--------

➤ *Calcul des efforts tranchants à l'ELU et à l'ELS*

Sur une travée, le moment varie paraboliquement ; le maximum est ainsi obtenu à des abscisses a de l'appui de gauche (w) et b de l'appui de droit (e) avec $L=a+b$ telles que

$$a = \frac{L}{1 + \sqrt{\frac{M_e + M_t}{M_w + M_t}}} \text{ et } b = L - a$$

$$V_w = -\frac{M_w + M_t}{a} \quad \text{et} \quad V_e = \frac{M_e + M_t}{b}$$

• **Travée 1**

$M_w=0$; $M_e=79,07$ kN.m, $M_t=129,67$ kN.m, $L=5,35$ m

$$a = \frac{5,35}{1 + \sqrt{\frac{79,07+129,67}{0+79,07}}} = 2,04\text{m}$$

$$b = 5,35 - 2,04 = 3,31 \text{ m}$$

$$V_w = -2x \frac{0+129,67}{2,04} = -127,13 \text{ kN}$$

$$V_e = 2x \frac{79,07+129,67}{3,31} = 126,13 \text{ kN. m}$$

• **Travée 2**

$M_w=79,07$; $M_e=94,54$ kN.m, $M_t=53,66$ kN.m, $L=5,90$ m

$$a = \frac{5,90}{1 + \sqrt{\frac{94,54+53,66}{79,07+53,66}}} = 2,87\text{m}$$

$$b = 5,90 - 2,87 = 3,03 \text{ m}$$

$$V_w = -2x \frac{79,07+53,66}{2,87} = -92,49 \text{ kN}$$

$$V_e = 2x \frac{94,54+53,66}{3,03} = 97,82 \text{ kN. m}$$

• **Travée 3**

$M_w=94,54$; $M_e=0$ kN.m, $M_t=155,05$ kN.m, $L=5,85$ m

$$a = \frac{5,85}{1 + \sqrt{\frac{0+155,05}{94,54+155,05}}} = 3,27\text{m}$$

$$b = 5,85 - 3,27 = 2,58 \text{ m}$$

$$V_w = -2x \frac{94,54+155,05}{3,27} = -152,65 \text{ kN}$$

$$V_e = 2x \frac{0+155,05}{2,58} = 120,19 \text{ kN. m}$$

Tableau 24: Tableau des efforts tranchants à l'ELU

Travée	M _w (kN.m)	M _e (kN.m)	M _t (kN.m)	L(m)	a(m)	b(m)	V _w (kN)	V _e (kN)
1	0	79,07	129,67	5,35	2,04	3,31	-127,13	126,13
2	79,07	94,54	53,66	5,90	2,87	3,03	-92,49	97,82
3	94,54	0	155,05	5,85	3,27	2,58	-152,65	120,19

Tableau 25: Tableau des efforts tranchants à l'ELS

Travée	M _w (kN.m)	M _e (kN.m)	M _t (kN.m)	L(m)	a(m)	b(m)	V _w (kN)	V _e (kN)
1	0	79,07	93,36	5,35	2,04	3,31	-127,13	126,13
2	79,07	94,54	38,64	5,90	2,87	3,03	-92,49	97,82
3	94,54	0	111,64	5,85	3,27	2,58	-152,65	120,19

4.2.3 Calcul des sections d'armatures

Une fois les sollicitations de **PP0.01** sont déterminées, nous passerons au calcul des sections d'armatures nécessaires pour résister aux sollicitations. La fissuration étant préjudiciable, le dimensionnement est conduit à l'Etat Limite Ultime (ELU).

➤ Calcul des armatures longitudinales en travée

Sollicitations

En travée 1-2, 2-3 et 3-4 : $M_{tu} = \text{Max} (129,67 ; 53,66 ; 155,05)$

$$M_{tser} = \text{Max} (93,36 ; 38,64 ; 111,64)$$

$$M_{tu} = 155,05 \text{ kN.m}$$

$$M_{tser} = 111,64 \text{ kN.m}$$

- Calcul de γ

$$\gamma = \frac{M_{tu}}{M_{tser}} \Rightarrow \gamma = \frac{155,05}{111,64} = 1,39$$

- Calcul du moment réduit ultime

$$\mu_{bu} = \frac{M_{tu}}{bd^2f_{bu}} \Rightarrow \frac{0,15505}{0,25 \times (0,9 \times 0,55)^2 \times 12,47} = 0,20$$

➤ *Calcul du moment réduit limite μ_{lu}*

$F_e E_{400}$; $\theta=1$; $f_{c28} = 22 \text{ MPa} < 30 \text{ MPa}$

$$\mu_{lu} = 10^{-4}(3440\gamma + 49f_{c28} - 3050)$$

$$\Rightarrow \mu_{lu} = 10^{-4}(3440 \times 1,39 + 49 \times 22 - 3050) = 0,28$$

➤ *Comparaison de μ_{bu} à μ_{lu}*

$\mu_{bu}=0,20 < \mu_{lu}=0,28$ donc la section ne nécessite pas d'aciers comprimés $A_u'=0$

➤ *Calcul du bras de levier*

$$\mu_{bu}=0,20 < 0,275 \Rightarrow Z_b = d(1 - 0,6 \times \mu_{bu})$$

$$Z_b = 0,9 \times 0,55(1 - 0,6 \times 0,20) = 0,44 \text{ m}$$

➤ *Calcul de la section d'armatures tendues en travée*

$$A_{tu} = \frac{M_{tu}}{z_b f_{ed}}$$

$$A_{tu} = \frac{0,15505}{0,44 \times 347,83} \times 10^4 = 10,13$$

$$A_{tu} = 10,13 \text{ cm}^2$$

➤ *Calcul de la section d'armatures minimale*

$$A_{\min} = 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} b_o \cdot d$$

$$\Rightarrow A_{\min} = 0,23 \times \frac{1,92}{400} \times 0,25 \times 0,9 \times 0,55 \times 10^4$$

$$A_{\min} = 1,37 \text{ cm}^2$$

$$A_{tu} = 10,13 \text{ cm}^2 > A_{\min} = 1,37 \text{ cm}^2$$

$$D'ou \quad A_{tu} = \mathbf{10,13 \text{ cm}^2}$$

➤ *Choix des armatures en travée*

Convenons de prendre **6HA14 et 3HA10** totalisant une section de **11,60 cm²** et **3HA12** comme armature de construction.

➤ *Calcul des armatures longitudinales sur appuis*

Sollicitations

Sur appuis 2 et 3 : $M_{au} = \text{Max} (79,07 ; 94,54)$

$$M_{aser} = \text{Max} (57,80; 69,11)$$

$$M_{au} = 94,54 \text{ kN.m}$$

$$M_{aser} = 69,11 \text{ kN.m}$$

➤ *Calcul de γ*

$$\gamma = \frac{M_{au}}{M_{aser}} \Rightarrow \frac{94,54}{69,11} = 1,37$$

➤ *Calcul du moment réduit ultime*

$$\mu_{bu} = \frac{M_{au}}{bd^2f_{bu}} \Rightarrow \frac{0,09454}{0,25 \times (0,9 \times 0,55)^2 \times 12,47} = 0,12$$

➤ *Calcul du moment réduit limite μ_{lu}*

$F_e E400$; $\theta=1$; $f_{c28} = 22 \text{ MPa} < 30 \text{ MPa}$

$$\mu_{lu} = 10^{-4} (3440\gamma + 49f_{c28} - 3050)$$

$$\Rightarrow \mu_{lu} = 10^{-4} (3440 \times 1,37 + 49 \times 22 - 3050) = 0,27$$

➤ *Comparaison de μ_{bu} à μ_{lu}*

$\mu_{bu} = 0,12 < \mu_{lu} = 0,28$ donc la section ne nécessite pas d'aciers comprimés $A_{au}' = 0$

➤ *Calcul de la section d'armatures tendues en travée*

$$A_{au} = \frac{M_{au}}{z_b f_{ed}}$$

$$\mu_{bu} = 0,12 < 0,275 \Rightarrow Z_b = d (1 - 0,6 \times \mu_{bu})$$

$$Z_b = 0,9 \times 0,55 (1 - 0,6 \times 0,12) = 0,46 \text{ m}$$

$$A_{tu} = \frac{0,09454}{0,46 \times 347,83} \times 10^4 = 5,91$$

$$A_{au} = 5,91 \text{ cm}^2$$

➤ *Calcul de la section d'armatures minimale*

$$A_{\min} = 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} b_o \cdot d$$

$$\Rightarrow A_{\min} = 0,23 \times \frac{1,92}{400} \times 0,25 \times 0,9 \times 0,55 \times 10^4$$

$$A_{\min} = 1,37 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{tu}} = 5,91 \text{ cm}^2 > A_{\min} = 1,37 \text{ cm}^2$$

$$\text{D'ou } A_{\text{tu}} = 5,91 \text{ cm}^2$$

➤ *Choix des armatures sur appuis*

Convenons de prendre **3HA14** et **3HA10** totalisant une section de **6,97 cm²**.

➤ *Calcul des armatures transversales*

• **Effort tranchant maximal (V_{umax})**

$$V_{\text{umax}} = 152,65 \text{ KN}$$

• **Effort tranchant réduit (V_{uo})**

$$V_{\text{uo}} = V_{\text{umax}} - \frac{5}{6} h \times Pu$$

$$V_{\text{uo}} = 152,65 - \frac{5}{6} 0,55 \times 44,20 = 132,39 \text{ KN}$$

➤ *Calcul de la contrainte tangente conventionnelle*

$$\tau_{\text{uo}} = \frac{V_{\text{uo}}}{b_0 d} \Rightarrow \frac{132,39}{0,25 \times 0,9 \times 0,55} \times 10^{-3} = 1,07 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{uo}} = 1,07 \text{ MPa}$$

➤ *Contrainte tangentielle limite à L'ELU*

Fissuration Peu Préjudiciable

$$\tau_{\text{lim}} = \min\left(\frac{0,2f_{c28}}{\gamma_b}; 5\text{MPa}\right) \Rightarrow \min\left(\frac{0,2 \times 22}{1,5}; 5\text{MPa}\right) \Rightarrow \min(2,93\text{MPa}; 5\text{MPa})$$

$$\tau_{\text{lim}} = 2,93\text{MPa}$$

$\tau_{\text{uo}} = 1,07 \text{ MPa} < \tau_{\text{lim}} = 2,93\text{MPa}$ OK! Nous adoptons des armatures d'âme droites

($\alpha=90^\circ$).

➤ *Calcul des armatures d'âme*

$$\frac{A_t}{b_0 S_t} \times \frac{f_{\text{et}}}{\gamma_s} \geq \frac{\tau_{\text{uo}} - 0,3Kf_{t28}}{0,9 (\sin\alpha + \cos\alpha)} \Rightarrow \frac{A_t}{S_t} \geq \frac{\tau_{\text{uo}} - 0,3Kf_{t28}}{0,9} \times \frac{\gamma_s \times b_0}{f_{\text{et}}}$$

$$\frac{A_t}{S_t} \geq \frac{1,07-0,3 \times 1 \times 1,92}{0,9 \times 1} \times \frac{1,15 \times 0,25}{400} \times 100 = 0,039 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$\Rightarrow \frac{A_t}{S_t} \geq 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{cm}$$

➤ *Pourcentage minimal d'armatures*

$$\left(\frac{A_t}{b_0 S_t}\right) \min \times f_{et} \geq 0,4 \text{ MPa} \Rightarrow \left(\frac{A_t}{S_t}\right) \min \geq \frac{0,4 b_0}{f_{et}}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{A_t}{S_t}\right) \min \geq \frac{0,4 \times 0,25}{400} \times 100 = 0,025 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\left(\frac{A_t}{S_t}\right) \min \geq 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{cm}$$

Alors on a $\frac{A_t}{S_t} \geq \left(\frac{A_t}{S_t}\right) \min \Rightarrow$ Nous retenons $\frac{A_t}{S_t} \geq 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{cm}$

➤ *Diamètre des armatures transversales*

$$\varnothing_t \leq \text{Min} \begin{cases} \varnothing_t \\ \frac{h}{35} \\ \frac{b_0}{10} \end{cases} \Rightarrow \varnothing_t \leq \text{Min} \begin{cases} 14 \\ \frac{550}{35} \\ \frac{250}{10} \end{cases} \Rightarrow \varnothing_t \leq \text{Min} \begin{cases} 14 \\ 15,71 \\ 25 \end{cases} ; \varnothing_t \leq 14 \text{ mm}$$

Prenons $\varnothing_t = 6 \text{ mm}$

$$\text{Or } A_t = 2 \times A_{\varnothing_t} = 2 \times A_{\varnothing_6} \Rightarrow 2 \times 0,28 = 0,56 \text{ cm}^2$$

Espacement des armatures transversales

$$\left(\frac{A_t}{S_t}\right) \geq 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{cm} \Rightarrow S_t \leq \frac{A_t}{3,9 \cdot 10^{-2}} = \frac{0,56}{3,9 \cdot 10^{-2}} = 14,36 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow S_t \leq 14,36 \text{ cm}$$

➤ *Espacement maximal des armatures transversales*

$$S_{\text{max}} = \text{Min} \begin{cases} 0,9d \\ 40 \text{ cm} \\ 15\varnothing'_{\text{min si } A' \neq 0} \end{cases} \Rightarrow S_{\text{max}} = \text{Min} \begin{cases} 0,9 \times 0,9 \times 55 \\ 40 \text{ cm} \\ 0 \end{cases} \Rightarrow \text{Min} \begin{cases} 44,55 \\ 40 \\ 0 \end{cases}$$

$$S_{\text{max}} = 40 \text{ cm}$$

Retenons **$S_t = 15 \text{ cm}$**

➤ *Vérification de la condition de non fragilité*

Cette condition impose la vérification de la relation : $A_s \geq \left(\frac{0,23 b_0 d f_{t28}}{f_e}\right)$

- En travée : $A_s = 1,37 \text{ cm}^2 < A_{tu} = 10,13 \text{ cm}^2$ (Condition vérifiée)
- Sur appui : $A_s = 1,37 \text{ cm}^2 < A_{au} = 5,91 \text{ cm}^2$ (Condition vérifiée)

➤ *Vérification de l'Effort tranchant*

Nous avons : $\tau_{u0} = 1,07 \text{ MPa} < \tau_{lim} = 2,93 \text{ MPa}$ OK!

➤ *Influence de l'effort tranchant au voisinage des appuis :*

Sur l'acier, l'effort tranchant doit vérifier la condition suivante : $V_u < \bar{V}_u$

$$\bar{V}_u = 0,4 \times \left(\frac{f_{c28}}{\gamma_b} \times 0,9 b_0 d \right) = 0,4 \times \left(\frac{22}{1,5} \times 0,9 \times 0,25 \times 0,55 \cdot 10^3 \right) = 726,00 \text{ kN}$$

$V_u = 152,65 \text{ kN} < \bar{V}_u = 726,00 \text{ kN}$ (Condition vérifiée)

Sur l'acier, la relation suivante doit être aussi vérifiée :

$$A_{appuis} \geq \frac{1,15}{f_e} \times (V_u + H) \text{ avec } H = \frac{M_{app \max}}{0,9d}$$

$$A_{appuis} \geq \frac{1,15}{400} \times \left(0,15265 + \frac{-94,54 \cdot 10^{-3}}{0,9 \times 0,495} \right) = 0,000171 \text{ cm}^2$$

$A_{au} = 5,91 \text{ cm}^2 \geq 0,000171 \text{ cm}^2$ (Condition vérifiée)

Alors les armatures calculées sont suffisantes.

➤ *Vérification de la flèche*

$f = \frac{M_{\max} L^2}{9,6 \cdot EI}$ le moment d'inertie de de la section totale.

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{0,25 \times 0,55^3}{12} = 3,47 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$E = 32164,195 \text{ MPa}$ et $M_{\max} = M_{tu} = 155,05 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\Rightarrow f = \frac{155,05 \cdot 10^{-3} \times 5,85^2}{9,6 \times 32164,195 \times 3,47 \cdot 10^{-3}} = 4,95 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$f' = \frac{l}{500} = \frac{5,85}{500} = 1,17 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Nous avons : $f = 4,95 \cdot 10^{-3} \text{ m} < f' = 1,17 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ OK !

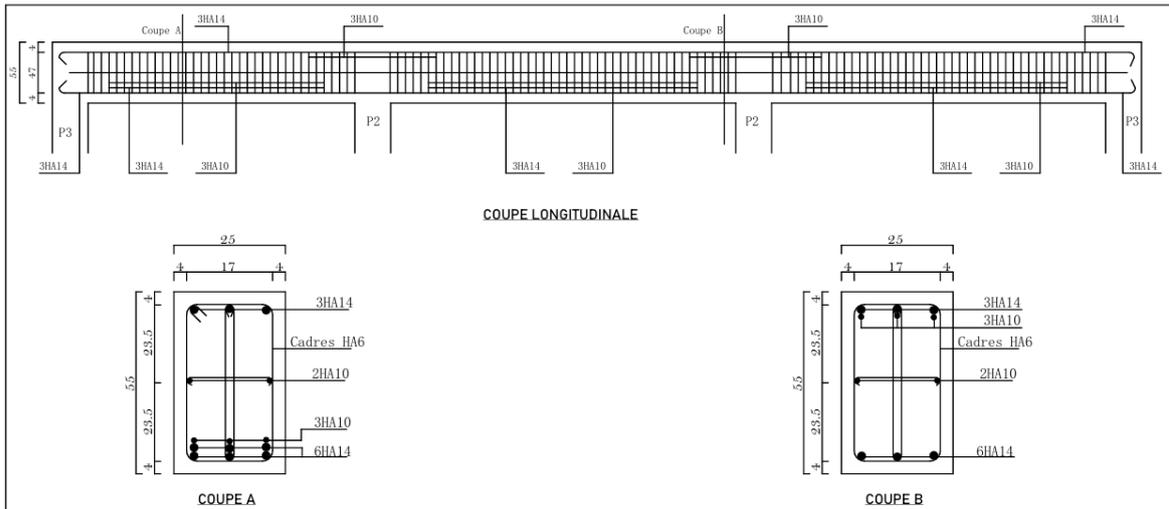


Figure 13: Plans de ferrailage de la poutre PP0.01

Les autres poutres sont dimensionnées à l'aide du logiciel Autodesk Robot Structural 14 et leurs plans de ferrailage sont en annexe.

4.3 Dimensionnement des poteaux

Les poteaux sont des éléments porteurs verticaux qui reçoivent les charges venant des poutres et les transmettent aux semelles de fondation. Nous allons dimensionner un poteau de type P2 du rez-de chaussée. Le reste sera dimensionné à l'aide du logiciel Robot 2014 en annexes.

4.3.1 Dimensionnement du poteau P2 (30x30)

4.3.1.1 Schéma statique du poteau P2

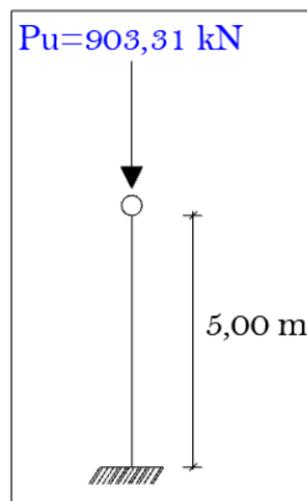


Figure 14: Schéma statique du poteau P2

4.3.1.2. Calcul des armatures longitudinales

➤ *Calcul de la section réduite du béton*

$$B_r = (a-2\text{cm})^2 = (30-2\text{cm})^2 = 784 \text{ cm}^2$$

➤ *Calcul de l'élancement α et de β*

$$l_0=5\text{m}$$

$$l_f=0,7l_0=0,7 \times 5 = 3,5\text{m}$$

$$\lambda = \frac{\sqrt{12} \times l_f}{a} = \frac{\sqrt{12} \times 3,50}{0,30} = 40,41$$

$$\lambda = 40,41 \leq 50 \Rightarrow \beta = 1 + 0,2 \times \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2$$

$$\Rightarrow \beta = 1 + 0,2 \times \left(\frac{40,41}{35}\right)^2 = 1,27$$

➤ *Calcul de la section des armatures longitudinales*

$$A_s = \frac{1}{f_{ed}} \times \left[(k \cdot \beta \cdot N_u - \frac{\theta \cdot f_{bu} \cdot B_r}{0,9}) \right]$$

$$A_s = \frac{1}{347,83} \times \left[(1 \times 1,27 \times 0,903) - \frac{1 \times 12,47 \times 0,0784}{0,9} \right] 10^4$$

$$A_s = 1,74 \text{ cm}^2$$

➤ *Calcul de la section des armatures longitudinales*

$$A_{\min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 4 \text{ cm}^2 \times u(m) \\ \frac{0,2B}{100} \end{array} \right. \Rightarrow A_s = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 4 \text{ cm}^2 \times 4 \times 0,30 = 4,80 \text{ cm}^2 \\ \frac{0,2 \times 30 \times 30}{100} = 1,80 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

$$A_{\min} = 4,80 \text{ cm}^2.$$

On constate que $A_s < A_{\min}$.

Donc $A_s = A_{\min} = 4,80 \text{ cm}^2$.

➤ *Choix des armatures longitudinales*

Convenons de prendre **8HA10** totalisant une section de **7,90 cm²**

➤ *Vérification du pourcentage d'acier*

Cette condition impose la vérification de la relation : $0,2\%B < A_s < 5\%B$

$$\frac{0,2 \times 30 \times 30}{100} < A_s < \frac{5 \times 30 \times 30}{100} \Rightarrow \frac{0,2 \times 30 \times 30}{100} < 4,80 < \frac{5 \times 30 \times 30}{100}$$

$$\Rightarrow 1,80 < 4,80 < 45,00 \text{ (Condition vérifiée)}$$

4.3.1.3. Calcul des armatures transversales (cadres)

➤ *Diamètre des armatures transversales*

$$\Phi_t \geq \frac{\Phi_{lmax}}{3} \text{ et } \Phi_t < 10 \text{ mm} \Rightarrow \Phi_t \geq \frac{10}{3} = 3,33 \text{ mm}$$

Retenons $\theta_t = 6 \text{ mm}$

➤ *Espacement des cadres en zone courante*

$$S_t \leq \text{Min} \begin{cases} 15\Phi_{lmin} \\ a + 10 \text{ cm} \\ 40 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow S_t \leq \text{Min} \begin{cases} 15 \times 1,00 = 15 \text{ cm} \\ 25 + 10 = 35 \text{ cm} \\ 40 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow S_t \leq 15 \text{ cm}$$

Retenons $S_t = 15 \text{ cm}$

➤ *Espacement des cadres en zone de recouvrement*

$$S_t' = \frac{l_r - 6}{2} \text{ Avec } l_r \geq 0,6 l_s$$

$$l_s = 40\Phi_{lmax} \text{ car FeE 400} \Rightarrow l_r \geq 24 \Phi_{lmax} = 24 \times 1,00 = 24 \text{ cm}$$

$$l_r \geq 24 \text{ cm}$$

Retenons $l_r = 40 \text{ cm}$

$$S_t' = \frac{40 - 6}{2} = 17 \text{ cm}$$

Retenons $S_t' = 10 \text{ cm}$

De ce qui précède, le poteau calculé est de section P2(30x30) et nécessite la section minimale d'armatures.

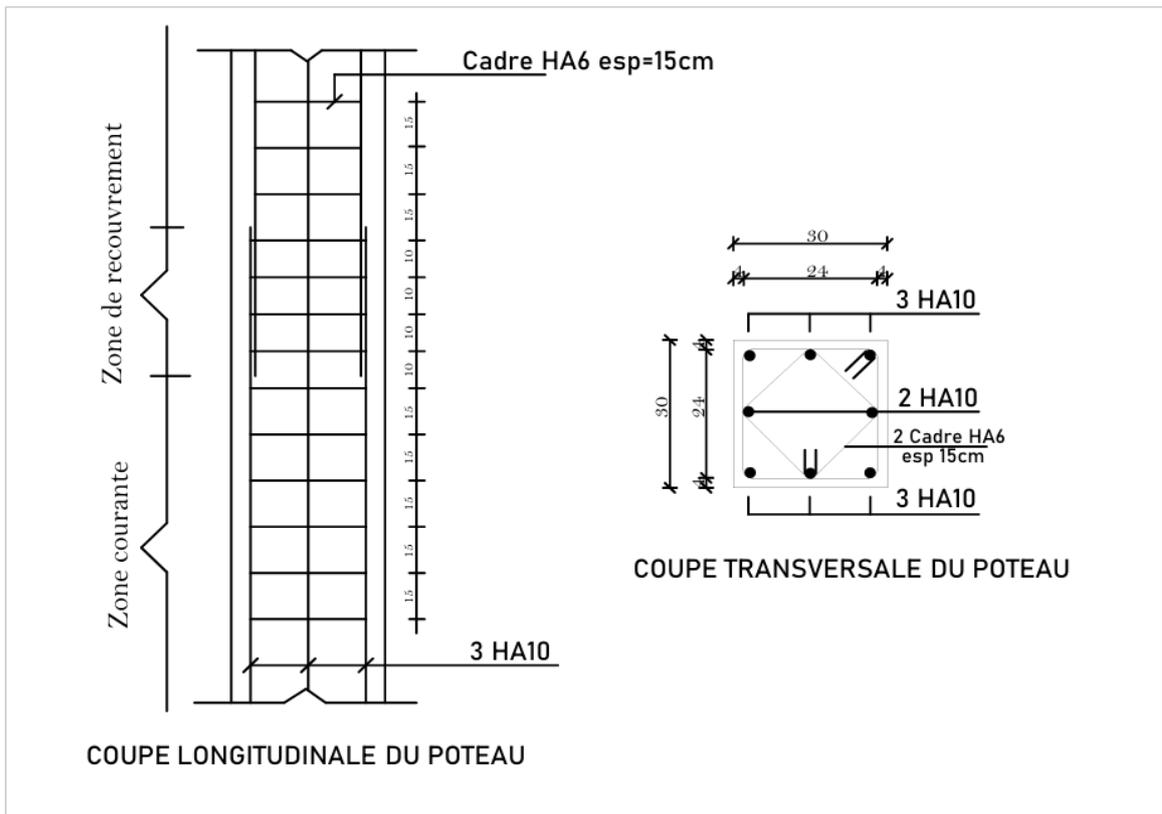


Figure 15: Plan de ferrailage du poteau P2

Les autres poteaux sont dimensionnés à l'aide du logiciel Autodesk Robot Structural 14 et le plan de ferrailage de ces poteaux sont en annexe.

4.4 Dimensionnement de l'escalier

Les escaliers sont des éléments constitués d'une succession de gradins permettant le passage à pied entre les différents niveaux d'un immeuble comme il constitue une issue de secours importante en cas d'incendie.

Un escalier se compose d'un nombre de marche, on appelle emmarchement la longueur de ces marches, la largeur d'une marche "g" s'appelle le giron, et la hauteur d'une marche "h". La dalle qui monte sous les marches s'appelle la paillasse, la partie verticale d'une marche s'appelle contre-marche, la cage est le volume où se situe l'escalier. La projection horizontale d'un escalier laisse au milieu un espace appelé jour.

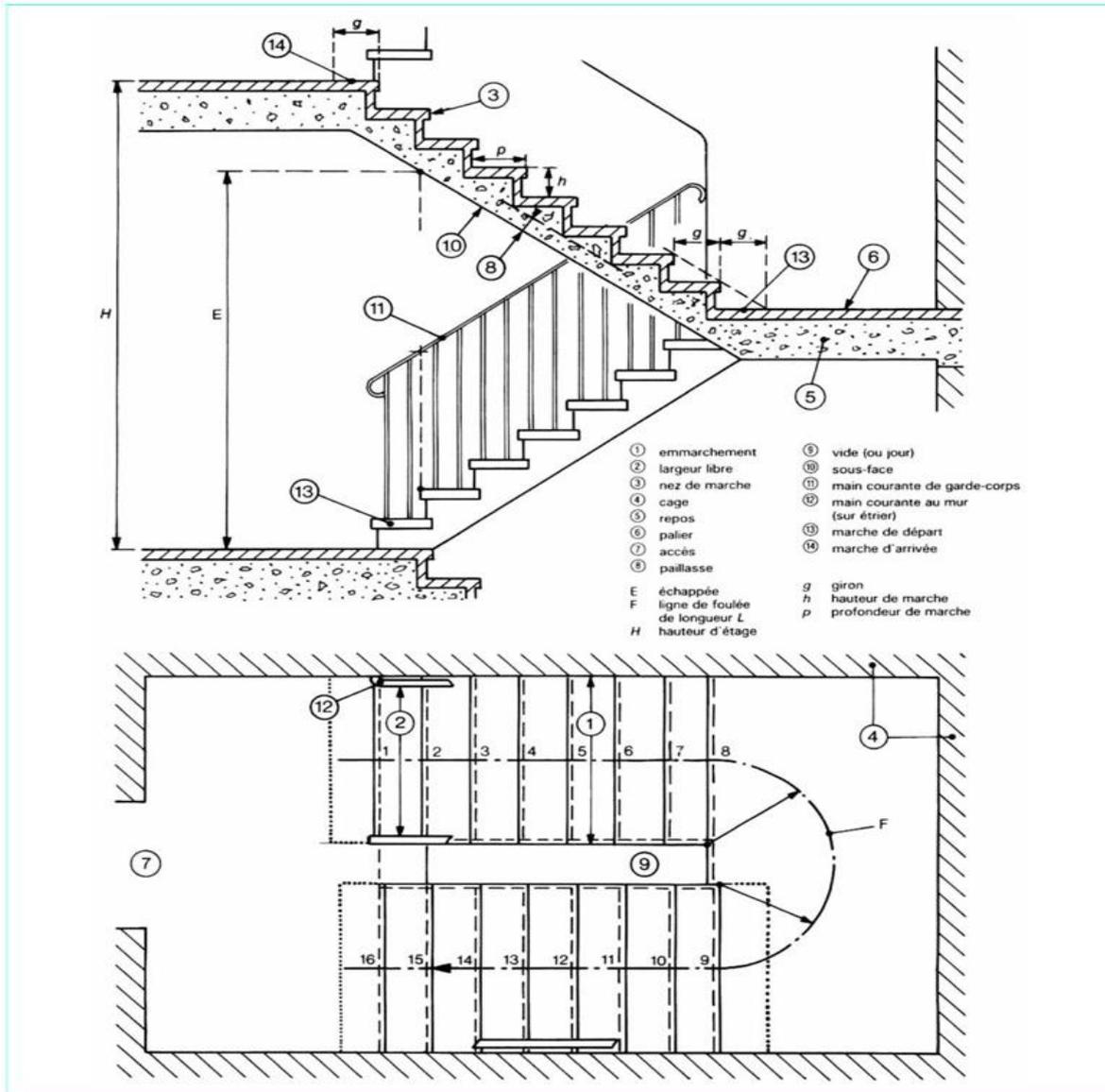


Figure 16: Schéma d'un escalier

Le type d'escalier est fourni par les plans architecturaux. Ses caractéristiques se présentent comme suit :

$h=17\text{cm}$ (Contremarche ou hauteur de marche)

$g=30\text{cm}$ (giron ou largeur de marche)

4.4.1 Calcul des épaisseurs de l'escalier

- **Épaisseur de la paillasse (ep.)**

$\frac{L}{30} < ep < \frac{L}{25}$ où L est la plus grande portée de travée

Ici $L=3,60\text{m}$

$$\frac{395}{30} < ep < \frac{395}{25} \Rightarrow 13,16 < ep < 15,80$$

Retenons $ep = 15 \text{ cm}$

• **Epaisseur moyenne de la paillasse (ep.)**

$\bar{e} = ep + \frac{h}{2} \cos \alpha$ et l'angle d'inclinaison α se calcule par la relation :

$$\tan \alpha = \frac{h}{g} \Rightarrow \alpha = \arctan \frac{h}{g}$$

$$\Rightarrow \alpha = 29,54^\circ$$

$$\bar{e} = 15 + \frac{17}{2} \cos 29,54 = 22,39 \text{ cm}$$

$$\bar{e} = 25 \text{ cm}$$

Nous allons prendre la même épaisseur pour la paillasse et le palier pour faciliter l'exécution.

4.4.2 Descente des charges de l'escalier

Tableau 26: Descente des charges de l'escalier

N°	Désignation	U	Quantité
I	Charges permanente (G)		
1	Paillasse : 25 x 0,25	kN/m ²	6,25
2	Marches : 0,17/2 x 25	kN/m ²	2,13
3	Revêtement des marches en carreaux	kN/m ²	1,20
4	Enduits sous paillasse : 20 x 0,02	kN/m ²	0,40
	Total (G)	kN/m²	9,98
II	Charges d'exploitation (Q)	kN/m²	2,50
III	<u>Combinaison des charges pour une bande de 1ml</u>		
	$P_{u2} = 1,35 G + 1,50 Q$	kN/ml	17,22
	$P_{ser2} = G + Q$	kN/ml	12,48

4.4.3 Schéma statique de l'escalier

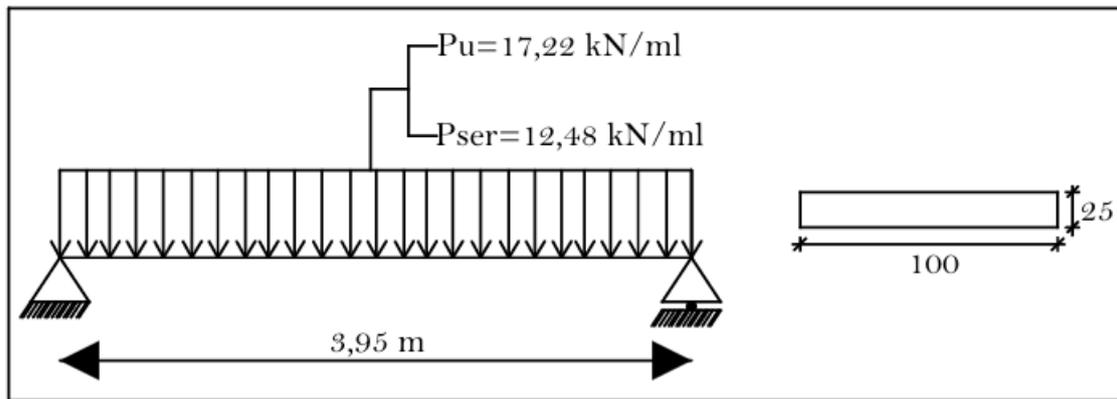


Figure 17: Schéma statique de l'escalier

4.4.4 Calcul des sollicitations

$$M_u = \frac{P_u L^2}{8}$$

$$M_u = \frac{17,22 \times 3,95^2}{8} = 33,58 \text{ kN.m/ml}$$

(par bande de 1m; b=1m)

$$M_{ser} = \frac{P_{ser} L^2}{8}$$

$$M_{ser} = \frac{12,48 \times 3,95^2}{8} = 24,34 \text{ kN.m/ml}$$

(par bande de 1m; b=1m)

- Calcul de γ

$$\gamma = \frac{M_u}{M_{ser}} \Rightarrow \gamma = \frac{33,58}{24,34} = 1,38$$

- Calcul du moment réduit ultime

$$\mu_{b_u} = \frac{M_u}{b d^2 f_{bu}} \Rightarrow \frac{0,03358}{1 \times (0,9 \times 0,25)^2 \times 12,47} = 0,053$$

- Calcul du moment réduit limite μ_{l_u}

$F_e E 400$; $\theta=1$; $f_{c28} = 22 \text{ MPa} < 30 \text{ MPa}$

$$\mu_{l_u} = 10^{-4} (3440 \gamma + 49 f_{c28} - 3050)$$

$$\Rightarrow \mu_{l_u} = 10^{-4} (3440 \times 1,38 + 49 \times 22 - 3050) = 0,28$$

- Comparaison de μ_{b_u} à μ_{l_u}

$\mu_{b_u} = 0,053 < \mu_{l_u} = 0,28$ donc la section ne nécessite pas d'aciers comprimés $A_u' = 0$

- Calcul du bras de levier

$$\mu b_u = 0,053 < 0,275 \Rightarrow Z_b = d (1 - 0,6 \times \mu b_u)$$

$$Z_b = 0,9 \times 0,25(1 - 0,6 \times 0,053) = 0,217 \text{ m}$$

- **Calcul de la section d'armatures principales (longitudinales)**

$$A_u = \frac{M_u}{z_b f_{ed}}$$

$$A_u = \frac{0,03358}{0,217 \times 347,83} \times 10^4 = 4,60$$

$$A_u = 4,60 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

- **Calcul de la section d'armatures minimale**

$$A_{\min} = 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} b_o \cdot d$$

$$\Rightarrow A_{\min} = 0,23 \times \frac{1,92}{400} \times 1 \times 0,9 \times 0,25 \times 10^4$$

$$A_{\min} = 2,48 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_u = 4,60 \text{ cm}^2/\text{ml} > A_{\min} = 2,48 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$\text{Donc } \mathbf{A_u = 4,60 \text{ cm}^2/\text{ml}}$$

- **Espacement maximal des armatures principales**

$$S_{t\max} \leq \text{Min}\{3\bar{e}; 33\text{cm}\} \Rightarrow S_{t\max} \leq \text{Min}\{3 \times 25\text{cm}; 33\text{cm}\}$$

$$S_{t\max} \leq \text{Min}\{65\text{cm}; 33\text{cm}\} \Rightarrow S_{t\max} \leq 33\text{cm}$$

$$\text{Retenons } S_t = 15 \text{ cm}$$

- **Choix des armatures principales**

Nous pouvons choisir des **HA12** avec **S_t = 15 cm** car nous avons :

$$\frac{1,13}{0,10} = 11,30 \text{ cm}^2/\text{ml} > A_u = 4,60 \text{ cm}^2/\text{ml} \text{ OK !}$$

- **Calcul de la section des armatures de répartition (transversales)**

$$A_r = \frac{A_u}{4}$$

$$A_r = \frac{4,60}{4}$$

$$\mathbf{A_r = 1,15 \text{ cm}^2/\text{ml}}$$

- **Espacement maximal des armatures de répartition**

$$S_{t\max} \leq \text{Min}\{4\bar{e}; 45\text{cm}\} \Rightarrow S_{t\max} \leq \text{Min}\{4 \times 25\text{cm}; 45\text{cm}\}$$

$$S_{t\max} \leq \text{Min}\{100\text{cm}; 45\text{cm}\} \Rightarrow S_{t\max} \leq 45\text{cm}$$

$$\text{Retenons } S_t = 15 \text{ cm}$$

- **Choix des armatures de répartition**

Nous pouvons choisir des **HA8** avec $S_t = 15 \text{ cm}$ car nous avons :

$$\frac{0,50}{0,15} = 3,33 \text{ cm}^2/\text{ml} > A_r = 1,15 \text{ cm}^2/\text{ml} \text{ OK !}$$

• **Calcul de la section des armatures chapeaux**

$$A_c = 15\%A_u$$

$$A_c = 15\% \times 4,60$$

$$A_c = 0,69 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

Nous pouvons choisir des **HA8** avec $S_t = 15 \text{ cm}$ car nous avons :

$$\frac{0,50}{0,15} = 5 \text{ cm}^2/\text{ml} > A_c = 0,69 \text{ cm}^2/\text{ml} \text{ OK !}$$

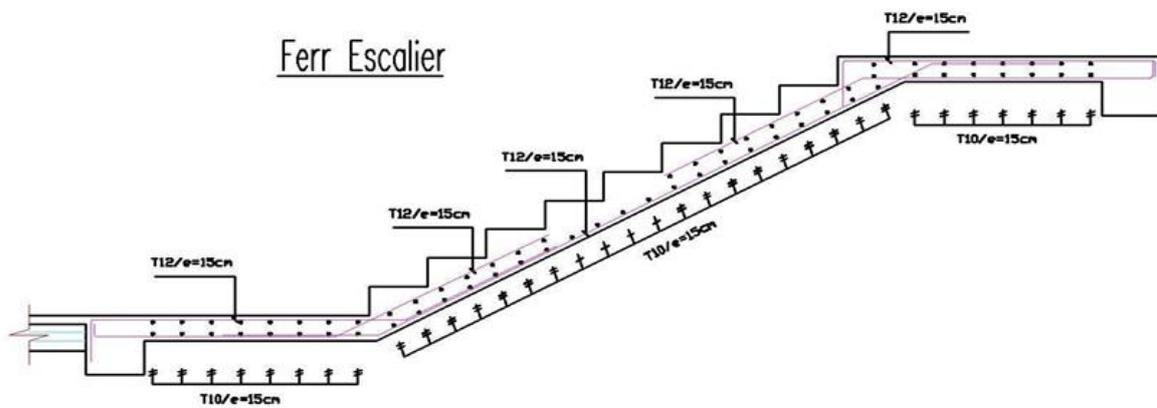
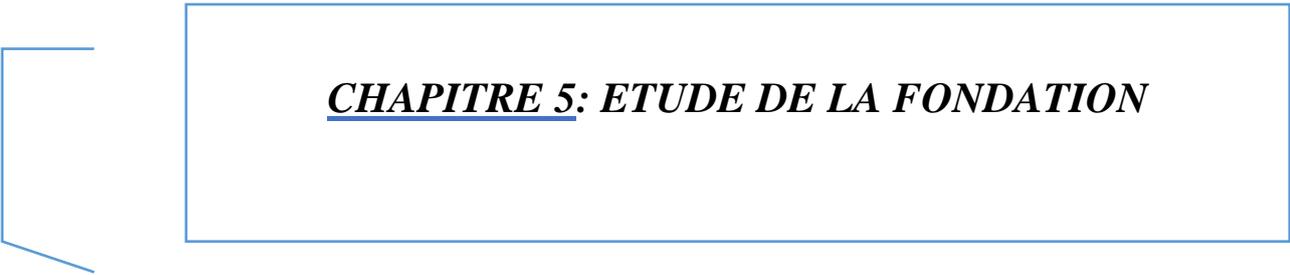


Figure 18: Schéma de ferrailage de l'escalier



CHAPITRE 5: ETUDE DE LA FONDATION

5.1 Généralité

Les fondations reprennent les charges (permanentes) et surcharges (variables et Climatiques) supportées par la superstructure et les transmettent au sol dans de bonnes conditions afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage.

Cette transmission peut être directe (cas des semelles reposant sur le sol ou cas des radiers) ou être assuré par l'intermédiaire d'autres éléments (par exemple, cas des semelles sur pieux).

La détermination des ouvrages de fondation se fait en fonction des conditions de résistance et de tassement liées aux caractères physiques ou mécaniques des sols. Les questions abordées dans ce chapitre concernent la détermination des dimensions et le ferrailage des éléments de fondations en tant qu'éléments en béton armé. Dans le cas le plus général, un élément de la structure peut transmettre à sa fondation (supposée horizontale) :

- un effort normal ;
- une force horizontale, résultante par exemple de l'action d'un séisme ;
- un couple qui peut être de grandeur variable et s'exerce dans des plans différents.

5.1.1 Choix du type de fondation

Le choix de type de fondation dépend de :

- la capacité portante du sol;
- la nature et l'homogénéité du sol ;
- la distance entre axes des poteaux ;
- les charges transmises au sol ;
- la raison économique ;
- la profondeur du sol résistant ;
- la facilité de réalisation.

Vu les moyens disponibles, nous envisageons une fondation superficielle. Alors nous nous baserons sur l'essai au pénétromètre dynamique réalisé sur le site puisque l'essai au pressiomètre nous renseigne plus sur la fondation profonde.

Après analyse des résultats de l'essai au pénétromètre dynamique fourni par le laboratoire, nous avons une contrainte de sol $\sigma_{sol} = 1,4 \text{ bar}$ (daN/cm^2) à **1,20m** de profondeur

Les fondations de notre projet sont constituées de semelles isolées et de semelles filantes. Certaines charges des niveaux supérieurs sont reprises par les poutres qui les

transmettent aux poteaux de fondation qui les transmettent à leur tour aux semelles. Les autres charges des niveaux supérieurs se transmettent aux murs porteurs qui les font parvenir aux semelles filantes. Enfin les semelles isolées et filantes transmettent les charges au sol bon porteur.

Ici, nous allons présenter les détails de calcul des semelles S₉ et SF.

Le reste des semelles se trouvera en annexes.

5.1.2 Hypothèses

Les calculs sont menés sur la base des hypothèses suivantes :

- la largeur A doit être supérieure ou égale à 60 cm, distance permettant le travail à un ouvrier;
- les semelles sont très rigides (relativement indéformable) de sorte que les contraintes sous la semelle aient une répartition linéaire ;
- les éléments de fondation sont, généralement, relativement massifs et ne se prêtent guère à l'application des méthodes de la résistance des matériaux ;
- les semelles de fondations sont calculées à l'E.L.S. pour le dimensionnement de la surface au sol et à l'E.L.U. vis-à-vis de leur comportement mécanique ;
- dosage minimum du béton :
- béton de propreté : 150 kg/m³ ;
- béton armé : 350 kg/m³ à sec ; 400 kg/m³ humide.

5.1.3 Combinaisons d'actions

Selon le B.A.E.L., deux combinaisons sont à considérer :

- G+Q (E.L.S.) ;
- 1,35 G + 1,5 Q (E.L.U.).

Selon le RPA99 modifié en 2003, les fondations superficielles sont dimensionnées selon les combinaisons d'action :

- G + Q + E ;
- 0.8 G ± E.

5.1.4 Résistance de calcul du sol

La justification de l'État Limite Ultime (E.L.U.) de résistance est satisfaite vis-à-vis du sol lorsque l'inégalité suivante est vérifiée : $\sigma \leq \bar{\sigma}$.

- $\bar{\sigma} = qu/2$ (E. L. U.) ;

- $\bar{\sigma} = qu/3$ (E. L. S.).
- qu : résistance ultime du sol entraînant la rupture du sol ou capacité portante du sol sous la semelle de fondation ;
- $\bar{\sigma}$: contrainte de référence de calcul.

Cette inégalité est à vérifier lorsque la réaction du sol est uniforme.

5.1.5 Etat limite d'ouverture des fissures : E.L.S.

En absence de justification adéquate vis-à-vis des actions de service, la section d'armatures à adopter en fonction de la section d'armatures calculée à l'E.L.U. est telle que :

$$A_s = \begin{cases} 1,1A_s & \text{si la fissuration est préjudiciable} \\ 1,5A_s & \text{si la fissuration est très préjudiciable} \end{cases}$$

5.1.6 Caractéristiques des semelles

On distingue les semelles flexibles de faible épaisseur et les semelles rigides. Nous ne considérerons ici que les semelles rigides.

Une semelle est considérée comme rigide si sa hauteur totale h est telle que :

$$h \geq \frac{(B - b)}{4} + 5cm$$

- h doit être supérieure ou égale à 15 cm. Les petites semelles sur terrain très résistant ou peu chargé seront donc de section rectangulaire et de 15 cm d'épaisseur ;
- La hauteur de rive e des semelles trapézoïdales est de 10 à 15 – 20 cm ;
- Les semelles reposent toujours sur une couche de béton de propreté de 5 à 10 cm d'épaisseur dosé à 150 kg/m³ de chaux hydrique ou de ciment de laitier.

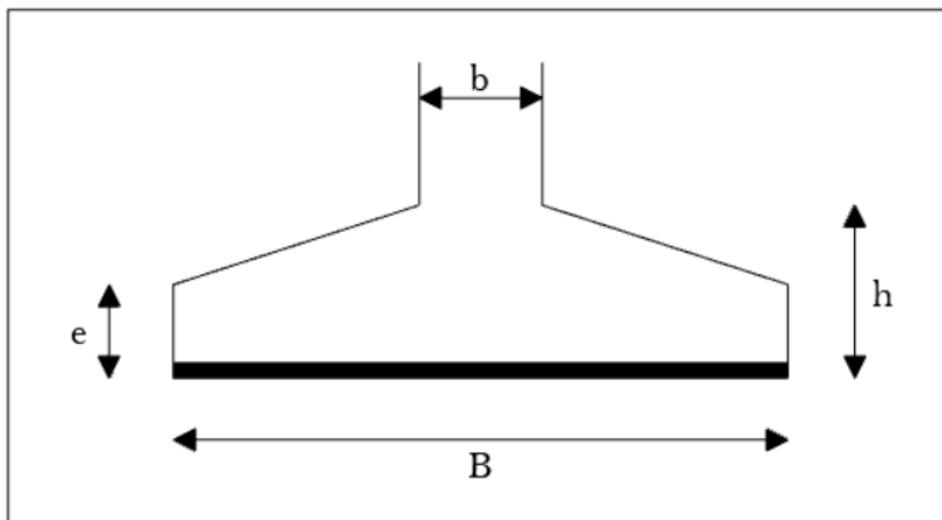


Figure 19: Semelle sous poteau

5.1.7 Diagramme de contraintes

Les contraintes sous une semelle rigide pleine ont une répartition rectangulaire (uniforme) pour tous les types de sol sauf pour le rocher et le béton de puits pour lesquels le diagramme est bitriangulaire.

Lorsque la semelle est rigide, on ne peut plus considérer qu'elle travaille en flexion. L'examen des tracés des isostatiques dans une semelle rigide chargée ponctuellement montre qu'on peut considérer la semelle comme une succession de bielles de béton travaillant en compression, inclinées et transmettant aux aciers inférieurs des efforts de traction. Cela conduit à la « méthode des bielles ».

5.1.8 Dimensionnement

Dans le cas général, on choisit les dimensions de la semelle (A , B) de telle sorte qu'elle soit homothétique du poteau (a , b). Supposons que $A \leq B$ et $a \leq b$:

$$\frac{A}{B} = \frac{a}{b}$$

Les côtés A et B sont déterminés par la relation suivante :

$$A \cdot B \geq \frac{P_{ser}}{\bar{\sigma}_{sol}} \quad (\text{Condition de portance})$$

$$B \geq \sqrt{\frac{b \cdot P_{ser}}{a \cdot \bar{\sigma}_{sol}}} \quad \text{ou} \quad A \geq \sqrt{\frac{a \cdot P_{ser}}{b \cdot \bar{\sigma}_{sol}}}$$

Les hauteurs utiles (da et db) des armatures parallèles aux côtés A et B respectivement doivent respecter :

$$\begin{aligned} \frac{B-b}{4} \leq db \leq B-b \\ \frac{A-a}{4} \leq da \leq A-a \end{aligned} \quad (\text{Condition de rigidité})$$

La hauteur des patins e est donnée en fonction du diamètre Φ des armatures tendues.

$$e \geq \text{Max} \left\{ 15 \text{ cm} ; \left(\frac{6\Phi + 6 \text{ cm}}{12\Phi + 12 \text{ cm}} \right) \right\} \quad \text{avec } e \text{ et } \Phi \text{ en cm}$$

Le contrôle de la contrainte sol doit respecter la relation suivante :

$$\frac{P_{ser} + P_{Semelle}}{A \cdot B} \leq \bar{\sigma}_{sol}$$

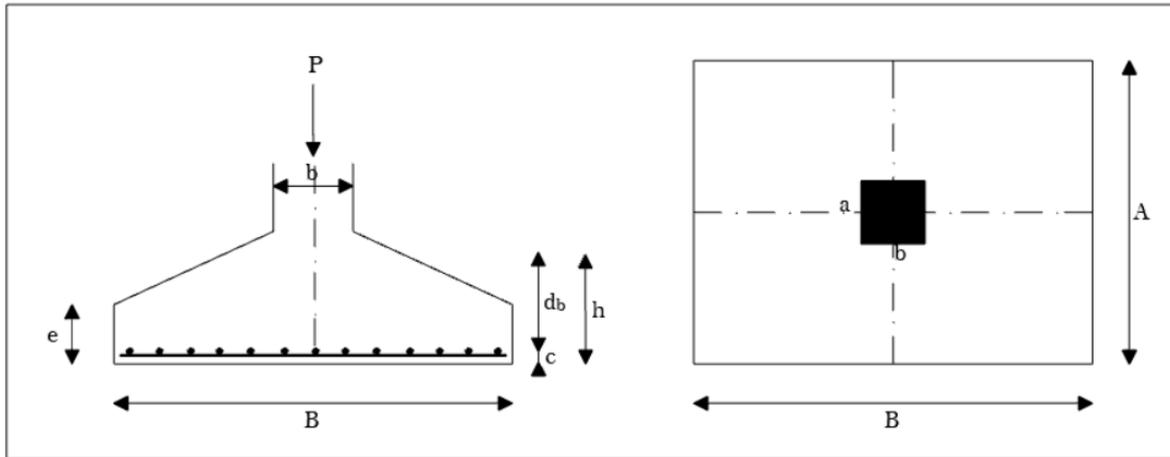


Figure 20: Dimensions d'une semelle carrée sous poteau carrée

5.1.9 Ferrailage

En supposant que la répartition des contraintes est uniforme sous la semelle, on peut écrire :

$$\sigma_{sol} = \frac{P}{A \cdot B}$$

$$dR = \frac{P}{A \cdot B} \times d_x \cdot d_y$$

$$dF = dR \frac{\rho}{h}$$

Projetons dF sur les axes x et y :

$$dFa = dR \cdot \frac{x}{h} = \frac{P}{A \cdot B} \times \frac{x}{h} \times d_x \cdot d_y \rightarrow Fa = \frac{P}{A \cdot B \cdot h} \int_{-B/2}^{B/2} dy \int_0^{A/2} x dx = \frac{P \cdot A}{8h}$$

Avec

$$\frac{A}{h} = \frac{A - a}{da}; \quad Fa = \frac{P \cdot (A - a)}{8da}$$

Les sections d'armatures sont donc A_{sa} parallèlement au côté A et A_{sb} parallèlement au côté B , avec $P = Pu$.

$$A_{sa} = \frac{Pu(A - a)}{8 \cdot da \cdot \sigma_s} \quad \text{et} \quad A_{sb} = \frac{Pu(B - b)}{8 \cdot da \cdot \sigma_s}$$

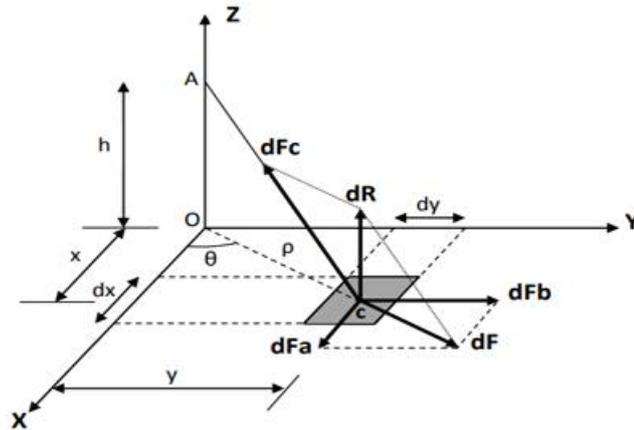


Figure 21: Eléments de ferrailage d’une semelle isolée sous poteau

Remarques :

- Les armatures A_{sa} et A_{sb} seront réparties uniformément suivant les deux directions A et B . Les armatures parallèles au grand côté constitueront le lit inférieur du quadrillage.
- Ces armatures s’étendront, dans chaque direction, jusqu’aux extrémités de la semelle. Elles seront munies ou non de crochets en comparant respectivement les longueurs de scellement l_{sa} et l_{sb} des barres à $A/4$ et $B/4$.
- Si $l_{sa} \leq A/4$: les barres dans le sens A n’ont pas besoin de crochets, sinon il faut en mettre.
- Si $l_{sb} \leq B/4$: les barres dans le sens B n’ont pas besoin de crochets, sinon il faut en placer.

5.2 Dimensionnement de la semelle isolée S3

La fissuration étant préjudiciable, le dimensionnement se fera à l’ELS.

• **Sollicitations**

$N_u = 903,31 \text{ kN}$

$N_{ser} = 635,94 \text{ kN}$

$\sigma_{sol} = 0,14 \text{ MPa}$

• **Prédimensionnement de la semelle S3**

$$S = \frac{N_{ser}}{\sigma}$$

Relation homothétique :

$$\frac{A}{B} = \frac{a}{b} \Rightarrow A=B \text{ car } a = b$$

Or $S=A \times B$

$$A^2 = \frac{N_{ser}}{\sigma_{sol}} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{N_{ser}}{\sigma_{sol}}}$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{\frac{0,635}{0,14}} = 2,12 \text{ m}$$

Nous choisissons **A=B=2,30 m**

• *Calcul de la hauteur de la semelle*

$$\frac{A-a}{4} \leq d \leq \frac{B-b}{4} \Rightarrow d \geq \frac{230-30}{4}$$

$$\Rightarrow d \geq 50 \text{ cm}$$

Prenons d=50cm

$$H=d+5\text{cm} \Rightarrow H=50+5$$

$$\Rightarrow H=55 \text{ cm}$$

Soit **S₃ (230x230x55)**

• *Vérification de la contrainte engendrée par la semelle S₃*

Poids propre S₃=2,30 x 2,30 x 0,55 x 25=72,74 kN

$$N_{ser} = 635,94+72,74 = 708,68 \text{ kN}$$

$$\sigma_{semelle} = \frac{N_{ser}}{A \times B}$$

$$\sigma_{semelle} = \frac{0,708}{2,30 \times 2,30} = 0,13 \text{ MPa} < \sigma_{sol} = 0,14 \text{ MPa OK!}$$

• *Calcul de la section des armatures suivant la méthode des bielles*

Sens (x)

$$A_x = \frac{N_u(A-a)}{8df_{ed}}$$

$$A_x = \frac{0,903(2,30 - 0,30)}{8 \times 0,50 \times 347,83} \times 10^4$$

$$A_x = 12,98 \text{ cm}^2$$

Sens (y)

$$A_y = \frac{N_u(B-b)}{8df_{ed}}$$

$$A_y = \frac{0,903(2,30 - 0,30)}{8 \times 0,50 \times 347,83} \times 10^4$$

$$A_y = 12,98 \text{ cm}^2$$

Retenons:

{ Suivant le sens (x): **17HA10** totalisant une section de 13,35 cm², **espacement = 13cm** }
 { Suivant le sens (y): **17HA10** totalisant une section de 13,35 cm², **espacement = 13cm** }

• *Nous choisissons des semelles avec glaci.*

- **Hauteur de rive**

$$h_1 \geq \max \begin{cases} 15cm \\ 6\Phi + 6cm \text{ barres sans crochets} \\ 12\Phi + 6cm \text{ barres avec crochets} \end{cases}$$

Dans notre cas, $h_1 \geq \max \begin{cases} 15cm \\ 12\Phi + 6cm \text{ barres avec crochets} \end{cases}$

$$h_1 \geq \max \begin{cases} 15cm \\ 12 \times 1,0 + 6cm = 18 cm \end{cases}$$

$$h_1 \geq 18,00 \text{ cm}$$

Retenons $h_1 = 35 \text{ cm}$

- **Hauteur du glacis**

$$h_2 = H - h_1$$

$$h_2 = 55 - 35$$

$$h_2 = 20 \text{ cm}$$

Soit $S_3 (230 \times 230 / 35 + 20)$

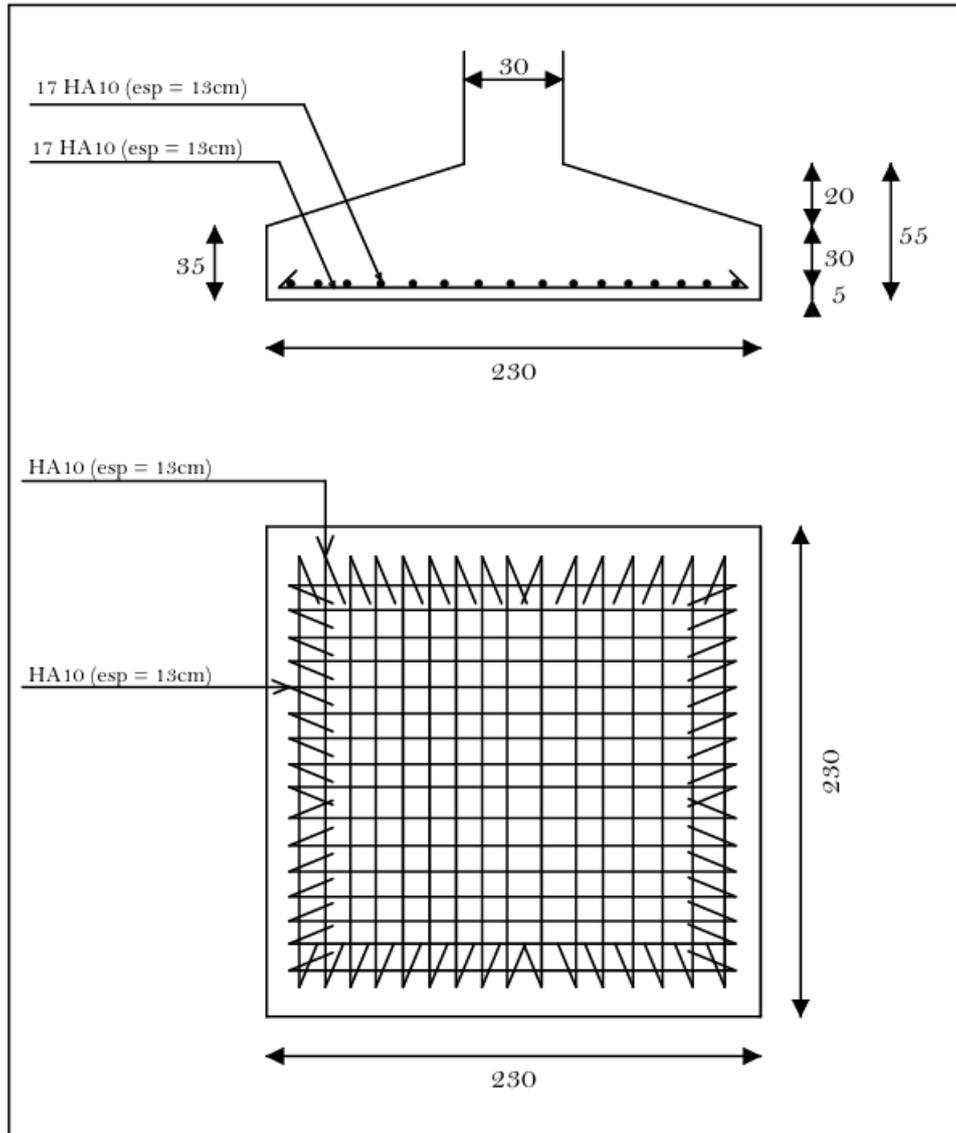


Figure 22: Ferrailage de la semelle isolée

5.3 Dimensionnement de semelle combinée sous poteaux de différentes charges

La fissuration étant préjudiciable, le dimensionnement se fera à l'ELS.

Tableau 27: Charges en tête de S8/P3 et S22/P3 rapprochées

Semelles	Nu (kN)	Nser (kN)
S ₈ /P ₃	769,88	554,32
S ₂₂ /P ₃	268,90	184,27

Après prédimensionnement des semelles S10 et S11 sous des poteaux P3 de même de section (25x25), nous obtenons : S₁₁(115x115x50) et S₁₀(210x210x50).

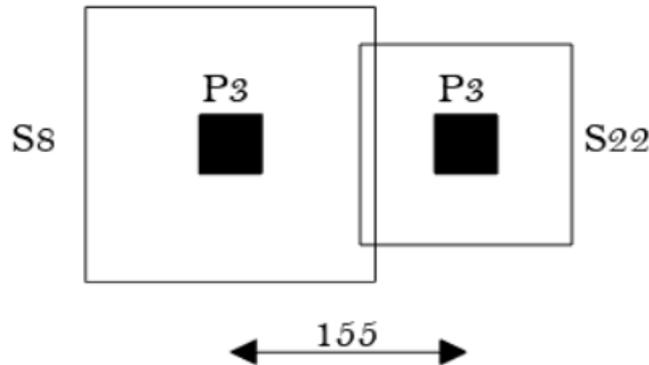


Figure 23: Schéma de S8/P3 et S22/P3 rapprochées

L'entraxe des deux poteaux est $e=1,55\text{m}$. Les semelles sont très rapprochées.

• **Détermination de la position de la résultante R des charges**

Le centre de la semelle est à placer au centre de gravité des charges, soit à une distance x du poteau de gauche. On a donc $R \cdot x = e \cdot P_2$ avec R : résultante des charges.

$$x = \frac{e \cdot P_2}{R} = \frac{e \cdot P_2}{P_1 + P_2}$$

$$x = \frac{1,55 \times 184,27}{554,32 + 187,27}$$

$$x = 0,39\text{m}$$

• **Détermination de la poutre raidisseuse**

La largeur de la poutre raidisseuse est égale à 0,55m (plus grand coté du poteau).

Retenons un même débord latéral de 0,90m. Donc $d = \frac{\text{débord}}{2} = 0,45\text{m}$ et $h=0,50\text{m}$

La largeur de la semelle vaut : $0,30 + 2 \times \text{débord}$. Soit $B=0,30 + 0,90 \times 2$

B = 2,10m

La longueur de la semelle est donnée par : $L \times B = \frac{N_{\text{ser1}} + N_{\text{ser2}}}{\sigma_{\text{ser}}}$

$$L = \frac{N_{\text{ser1}} + N_{\text{ser2}}}{B \cdot \sigma_{\text{ser}}}$$

$$L = \frac{(554,32 + 184,27)}{2,10 \times 0,14} \times 10^{-3} = 2,51\text{m}$$

Prenons **L=2,90 m**.

Soit SC2(210x290x50)

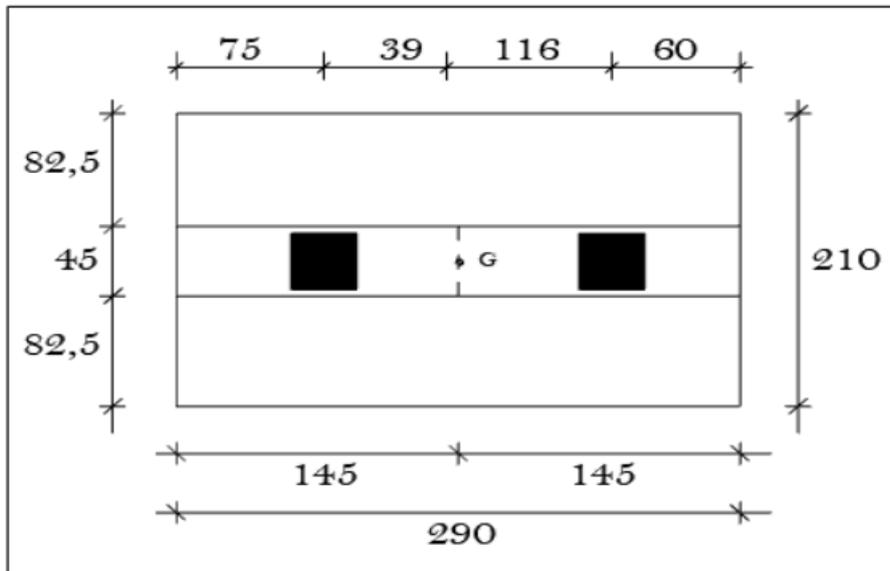


Figure 24: Semelle Combinée (SC2) (210x290x50)

- *Vérification de la contrainte engendrée par la semelle combinée*

Poids propre SC= 2,10 x 2,90 x 0,50 x 25 = 76,13 kN

N_{ser} = 554,23+184,27+76,13 = 814,63 kN

$$\sigma_{\text{semelle}} = \frac{N_{\text{ser}}}{L \times B}$$

$$\sigma_{\text{semelle}} = \frac{0,814}{2,90 \times 2,10} = 0,13 \text{ MPa} < \sigma_{\text{sol}} = 0,14 \text{ MPa OK!}$$

- *Détermination des aciers transversaux par la méthode des bielles*

Sens (x)

$$A_x = \frac{(N_{u1} + N_{u2})(B - b)}{L \cdot 8d_{\text{ed}}}$$

$$A_x = \frac{(769,88 + 268,90)10^{-3}(2,10 - 0,30)}{2,90 \times 8 \times 0,50 \times 347,83} \times 10^4$$

$$A_x = 4,63 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

- *Détermination des armatures longitudinales de répartition suivant la méthode des bielles*

Sens (y)

$$A_y = A_x \frac{B}{4}$$

$$A_y = 4,63 \times \frac{2,10}{4}$$

$$A_y = 2,43 \text{ cm}^2$$

La fissuration étant préjudiciable, les sections d'acier calculées seront majorées de 10%.

$$A_x = 4,63 \text{ cm}^2 \times 1,10 = 5,09 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_y = 2,43 \text{ cm}^2 \times 1,10 = 2,63 \text{ cm}^2$$

Retenons :

{ Suivant le sens (x): **19HA8** totalisant une section de 9,55 cm²/ml, avec **espacement = 15cm** }
 { Suivant le sens (y): **11HA8** totalisant une section de 5,52 cm²/ml, **espacement = 25cm** }

- *Descente de la charge uniformément répartie sur la poutre raidisseuse*

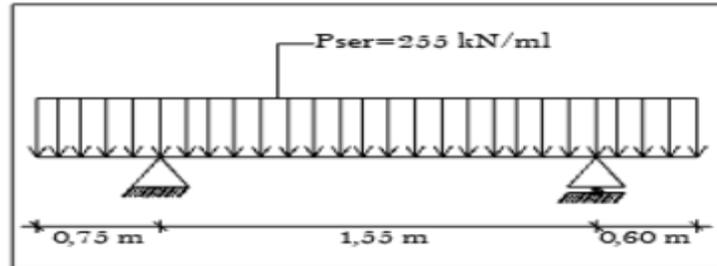


Figure 25: Schéma statique de la poutre raidisseuse (45x65)

La charge répartie vaut : $p = \frac{N_{ser1} + N_{ser2}}{L}$

$$p = \frac{554,23 + 184,27}{2,90} = 254,69$$

$$p = 255 \text{ kN/ml}$$

Le dimensionnement de la poutre raidisseuse est fait à l'aide du logiciel Autodesk Robot Structural à l'ELS.

5.4 Dimensionnement de la semelle filante SF1

La fissuration étant préjudiciable, le dimensionnement se fera à

- l'ELS. *Sollicitations*

$$N_u = 17,62 \text{ kN/ml}$$

$$N_{ser} = 13,05 \text{ kN/ml}$$

$$\sigma_{sol} = 0,14 \text{ MPa}$$

- *Prédimensionnement de la semelle filante SF₁*

$$S = \frac{N_{ser}}{\sigma}$$

$$\text{Or } S = B \times l$$

$$B \times l = \frac{N_{ser}}{\sigma_{sol}} \Rightarrow B = \frac{N_{ser}}{\sigma_{sol}}$$

$$\Rightarrow B = \frac{0,01305}{0,14} = 0,09 \text{ m}$$

Nous choisissons **B=60 cm**

- *Calcul de la hauteur de la semelle*

$$d \geq \frac{B-b}{4} \Rightarrow d \geq \frac{60-15}{4}$$

$$\Rightarrow d \geq 11,25 \text{ cm}$$

Prenons $d=15\text{cm}$

$$H=d+5\text{cm} \Rightarrow H=15+5$$

$$\Rightarrow H=20 \text{ cm}$$

Soit **SF₁ (60x20)**

- *Vérification de la contrainte engendrée par la semelle SF₁*

Poids propre SF₁=0,60 x 1,00 x 0,20 x 25=3,00 kN

$$N_{ser} = 13,05 + 3,00 = 16,05 \text{ kN}$$

$$\sigma_{semelle} = \frac{N_{ser}}{B \times l}$$

$$\sigma_{semelle} = \frac{0,01605}{0,60 \times 1} = 0,027 \text{ MPa} < \sigma_{sol} = 0,14 \text{ MPa OK!}$$

- *Calcul de la section des armatures transversaux suivant la méthode des bielles*

Sens (x)

$$A_x = \frac{N_u(B-b)}{8 \cdot d \cdot f_{ed}}$$

$$A_x = \frac{0,01762(0,60 - 0,15)}{8 \times 0,15 \times 347,83} \times 10^4$$

$$A_x = 0,20 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

- *Calcul de la section des armatures longitudinales de répartition suivant la méthode des bielles*

Sens (y)

$$A_y = A_x \frac{B}{4}$$

$$A_y = 0,20 \times \frac{0,60}{4}$$

$$A_y = 0,03 \text{ cm}^2$$

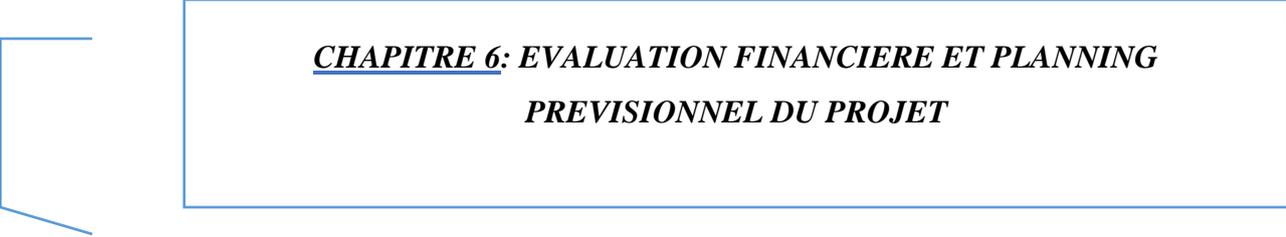
La fissuration étant préjudiciable, les sections d'acier calculées seront majorées de 10%.

$$A_x = 0,20 \text{ cm}^2 \times 1,10 = 0,22 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_y = 0,03 \text{ cm}^2 \times 1,10 = 0,033 \text{ cm}^2$$

Retenons:

{ Suivant le sens (x): **6HA6** totalisant une section de 1,70 cm²/ml, avec **espacement = 17cm** }
 { Suivant le sens (y): **4HA6** totalisant une section de 1,13 cm², **espacement = 15cm** }



**CHAPITRE 6: EVALUATION FINANCIERE ET PLANNING
PREVISIONNEL DU PROJET**

6.1 Etude financière (devis estimatif)

6.1.1 Introduction

L'estimation du coût des tâches se fait en introduisant deux paramètres, la durée et le coût de la tâche aux ressources utilisées pour réaliser cette tâche. Les prix utilisés sont ceux du Répertoire des Prix de l'année 2019 du Ministère de l'Economie et des Finances du Bénin. Après l'introduction de toutes les informations (les tâches, leur durée et les ressources) sur logiciel MS Project 2003 ; on obtient les résultats suivants :

- ✓ La durée du projet est de 18 mois soit 841 jours de travail.
- ✓ Le début du projet est prévu pour le : 02/09/2024
- ✓ La fin du projet est prévue pour le : 29/04/2025

En ce qui concerne le coût de réalisation du Projet, les valeurs suivantes ont été obtenues :

- ✓ Le coût brut du projet est de : 250 092 355 F.CFA.
- ✓ Le montant TVA (18%) : 45 016 624 F.CFA.
- ✓ Le montant Total (TTC) : 295 108 979 F.CFA.

6.1.2 Devis estimatif du projet

Sur la base des plans architecturaux et structuraux, nous avons procédé au métré (détermination des quantités) nécessaires à la réalisation du bâtiment de type R+2 de notre projet. Ainsi, nous avons appliqué des prix unitaires aux quantités obtenues à l'aide du logiciel MICROSOFT EXCEL 2021.

Le devis quantitatif et estimatif du projet de construction dudit bâtiment à usage d'habitation se présente comme suit :

Tableau 28 : Devis quantitatif et estimatif

RDC						
N°	DESIGNATION DES OUVRAGES	U	QTE	PRIX UNITAIRE F CFA	MONTANT F CFA	
					PARTIEL	TOTAL
I	TRAVAUX PREPARATOIRES - TERRASSEMENTS					
1.01	Nettoyage du site y compris le désherbage, l'abattage et le dessouchage des arbres	FF	1,00	100 000	100 000	
1.02	Installation de chantier y compris amené et repli de matériels	FF	1,00	600 000	600 000	
1.03	Implantation	m ²	500,00	1 200	600 000	
1.04	Fouilles en trou et rigole	m ³	209,04	1 500	313 560	
1.05	Remblai provenant des fouilles	m ³	125,56	1 000	125 560	
1.06	Remblai en terre d'apport, sable jaune ou latérite	m ³	213,67	8 500	1 816 195	
	TOTAL I					3 555 315
II	MACONNERIES - BETONS - ENDUIT					
2.01	Béton de propreté dosé à 150 Kg/m ³	m ³	4,95	70 000	346 500	
2.02	Gros béton dosé dosé à 250 Kg/m ³ pour marches	m ³	1,08	130 000	140 400	
2.03	Béton armé dosé à 350Kg/m ³ pour semelles isolée et filante	m ³	79,10	175 000	13 842 500	
2.04	Béton armé dosé à 300Kg/m ³ pour forme de dallage et rampe ép = 10 cm	m ³	46,31	140 000	6 483 400	
2.05	Béton armé dosé à 350Kg/m ³ pour poutres du plancher corps creux	m ³	30,65	175 000	5 363 750	
2.06	Béton armé dosé à 350Kg/m ³ pour poteaux et raidisseurs	m ³	12,63	175 000	2 210 250	
2.07	Béton armé dosé à 350Kg/m ³ pour chaînages (bas et haut)	m ³	11,88	175 000	2 079 000	
2.08	Béton armé dosé à 350Kg/m ³ pour escalier	m ³	8,50	175 000	1 487 500	
2.09	Plancher à corps creux (15+5)	m ²	387,88	30 000	11 636 400	
2.10	Murs agglos pleins de 0,15m d'ép. pour sousbassement	m ²	296,93	8 500	2 523 905	
2.11	Murs en agglos creux de 0,15m d'ép. pour élévations	m ²	633,44	8 500	5 384 240	
2.12	Enduits horizontaux au mortier de ciment	m ²	387,88	2 000	775 760	

2.13	Enduits verticaux intérieurs et extérieurs au mortier de ciment	m ²	1034,09	1 500	1 551 135	
	TOTAL II					53 824 740
III	REVETEMENTS					
3.01	Fourniture et pose de carreaux au sol type grès cérame UPEC de 60 X 60	m ²	454,35	19 500	8 859 825	
3.02	Fourniture et pose de carreaux au sol type grès cérame de 40X40 au sol dans les toilettes	m ²	16,82	19 500	327 990	
3.03	Fourniture et pose de plinthe en carreaux grès cérame	ml	280,00	3 500	980 000	
3.04	Carreaux en faïence 30x60 aux murs jusqu'au plafond dans toutes les toilettes et cuisine	m ²	183,77	12 000	2 205 240	
	TOTAL III					12 373 055
IV	MENUISERIE - BOIS - ALU VITREE - METALLIQUE					
4.01	<i>Fourniture et pose de porte en menuiserie bois massif y compris les paumelles, le couvre joint, la serrure de premier choix de marque LAPERCHE ou similaire et de peinture glycérophthalique</i>					
4.01.1	80 /210	U	10,00	120 000	1 200 000	
4.01.2	90 /210	U	8,00	140 000	1 120 000	
4.02	<i>Fourniture et pose de portes Alu Vitrées y compris les accessoires de pose et la serrure de premier choix de marque LAPERCHE ou similaire</i>					
4.02.1	570/210	U	1,00	800 000	800 000	
4.03	<i>Fourniture et pose de portes métalliques pleines sur cadre métalliques, y compris les accessoires de pose, la serrure de premier choix de marque LAPERCHE ou similaire et de peinture glycérophthalique</i>					
4.03.1	80 /200	U	1,00	120 000	120 000	
4.03.2	90 /200	U	1,00	140 000	140 000	
4.03.3	300 /200	U	1,00			

4.04	Fourniture et pose de portillon au niveau du comptoir en alu plaquette y compris toutes sujétions de dimensions (0,80 x 1,00) m ²	U	1,00	50 000	50 000	
4.05	<i>Fourniture et pose de fenêtres Alu Vitrées + barreaudage anti effraction + Grillage anti moustique, y compris toutes sujétions</i>					
4.05.1	45/60	U	2,00	40 000	80 000	
4.05.2	80/60	U	4,00	50 000	200 000	
4.05.3	120/120	U	3,00	150 000	450 000	
4.05.4	150/120	U	2,00	180 000	360 000	
4.05.5	160/120	U	1,00	190 000	190 000	
4.05.6	200/120	U	3,00	200 000	600 000	
4.06	Fourniture et pose de porte grille métallique en de fer plat y compris toutes sujétions	m ²	22,89	50 000	1 144 500	
4.07	Fourniture et pose de rampe d'escalier en alu poli y compris toutes sujétions	ml	8,00	80 000	640 000	
	TOTAL IV					7 094 500
V	PLOMBERIE-SANITAIRE					
5.01	Tuyauterie pour alimentation et évacuation	Ens	1,00	800 000	800 000	
5.02	Fosse septique de 20 usagers	U	2,00	1 400 000	2 800 000	
5.03	Puisard de 1,5 m de diamètre et 5 m de profondeur	U	4,00	300 000	1 200 000	
5.04	Regard de visite	U	6,00	50 000	300 000	
5.05	WC standard avec réservoir attenant Complet	U	6,00	90 000	540 000	
5.06	Lavabo de 50 cm sur pied avec robinet	U	6,00	55 000	330 000	
5.07	Siphon de sol	U	6,00	3 000	18 000	
5.08	Colonne de douche complet	U	4,00	8 500	34 000	
5.09	Porte-papier hygiénique	U	6,00	5 000	30 000	
5.10	Porte savon	U	6,00	5 000	30 000	
5.11	Tablette lavabo en porcelaine	U	5,00	12 000	60 000	
5.12	Glace lavabo	U	5,00	12 000	60 000	
5.13	Robinet de puisage	U	7,00	5 000	35 000	
5.14	Robinet d'arrêt DN 15	U	10,00	5 000	50 000	
5.15	Fourniture et pose de porte serviette	U	4,00	6 500	26 000	
	TOTAL V					6 313 000

VI	ELECTRICITE					
6.01	Fourniture et pose de fourreau, de câble et de filerie	Ens	1,00	1 000 000	1 000 000	
6.02	Réalisation de la prise de terre (ceinturage à fond de fouille par câble cuivre nu de section minimale 32 mm ² renforcé par des piquets de terre cuivre); valeur de la prise de terre doit être inférieure à 3 (trois) ohms y compris réalisation de la liaison équipotentielle avec les prises de terre de masse dans le voisinage	ml	100,00	6 000	600 000	
6.03	Mise à la terre des tableaux divisionnaires (TD) et équipements par conducteur vert/jaune de section 25 mm ² à partir des barrettes de contrôle	Ens	1,00	300 000	300 000	
6.04	Tableau de Distribution (TDL14 et TDF14) conformément aux schémas unifilaires	Ens	1,00	350 000	350 000	
6.05	Fourniture et pose de coffrets, boîtes et de disjoncteurs DPN unipolaire	Ens	1,00	300 000	300 000	
6.06	Fourniture et pose d'interrupteur simple allumage (SA)	U	22,00	6 000	132 000	
6.07	Fourniture et pose et d'interrupteur double allumage (DA)	U	12,00	7 000	84 000	
6.08	Fourniture et pose d'interrupteur va et vient étanche (VV)	U	4,00	7 000	28 000	
6.09	Fourniture et pose d'interrupteur double va et vient (DVV)	U	3,00	9 000	27 000	
6.10	Fourniture et pose de bouton poussoir	U	4,00	6 000	24 000	
6.11	Fourniture et pose de dismatic pour climatiseur	U	3,00	20 000	60 000	
6.12	Réglette à tube led mono 0,60m 1x9-10 W	U	5,00	7 000	35 000	
6.13	Réglette à tube led mono 1,20m 1x18-20 W	U	15,00	14 000	210 000	
6.14	Réglette à tube led mono 1,20m 1x18-20 W étanche	U	11,00	15 000	165 000	
6.15	Hublot rond étanche équipé d'ampoule led de 10W dans les toilettes	U	8,00	8 000	64 000	
6.16	Applique tête de lit	U	4,00	8 000	32 000	
6.17	Plafonnier rond led de 10W au niveau des balcons	U	5,00	7 000	35 000	

6.18	Applique sanitaire	U	4,00	8 000	32 000	
6.19	Bloc autonome d'éclairage de sécurité (BAES) pour le balisage des circulations et sorties 45 lumens	U	4,00	25 000	100 000	
6.20	Prise de courant 2P + T / 16A pour les bureaux	U	16,00	7 000	112 000	
6.21	Brasseur d'air pour minimum trois vitesses contrôlées à partir de son rhéostat	U	9,00	40 000	360 000	
6.22	Prise informatique	U	5,00	10 000	50 000	
6.23	Fourniture et pose de climatiseur monosplit de 18000 BTU de 5 kW	U	1,00	860 000	860 000	
6.24	Fourniture et pose de climatiseur monosplit de 12000 BTU de 2,6 kW	U	2,00	650 000	1 300 000	
	TOTAL VI					6 260 000
VII	PEINTURE					
7.01	Travaux préparatoires	m ²	1321,97	500	660 985	
7.02	Enduits lisses sur murs intérieurs	m ²	233,92	3 500	818 720	
7.03	Peinture Vinylique à eau sur murs intérieurs	m ²	501,49	2 500	1 253 725	
7.04	Peinture Vinylique à eau sous plafond et auvents	m ²	387,88	3 500	1 357 580	
7.05	Peinture marmorex sur murs extérieurs	m ²	432,60	4 500	1 946 700	
7.06	Peinture Glycérophtalique à huile sur murs	m ²	5,10	3 500	17 850	
	TOTAL VII					6 055 560
VIII	ASSAINISSEMENT					
8.01	Regard de descente d'eau pluviale	U	10,00	40 000	400 000	
	TOTAL VIII					400 000
	TOTAL RDC HT (EN F CFA)					95 876 170
R+1						
N°	DESIGNATION DES OUVRAGES	U	QTE	PRIX UNITAIRE F CFA	MONTANT F CFA	
					PARTIEL	TOTAL
II	MACONNERIES - BETONS - ENDUIT					
2.05	Béton armé dosé à 350Kg/m3 pour poutres du plancher corps creux	m ³	30,65	175 000	5 363 750	
2.06	Béton armé dosé à 350Kg/m3 pour poteaux et raidisseurs	m ³	10,85	175 000	1 898 750	

2.07	Béton armé dosé à 350Kg/m3 pour chaînage haut)	m ³	5,76	175 000	1 008 000	
2.08	Béton armé dosé à 350Kg/m3 pour escalier	m ³	8,50	175 000	1 487 500	
2.09	Plancher à corps creux (15+5)	m ²	387,88	30 000	11 636 400	
2.11	Murs en agglos creux de 0,15m d'ép. pour élévations	m ²	704,33	8 500	5 986 805	
2.12	Enduits horizontaux au mortier de ciment	m ²	387,88	2 000	775 760	
2.13	Enduits verticaux intérieurs et extérieurs au mortier de ciment	m ²	1249,97	1 500	1 874 955	
	TOTAL II					30 031 920
III	REVETEMENTS					
3.01	Fourniture et pose de carreaux au sol type grès cérame UPEC de 60 X 60	m ²	359,72	19 500	7 014 540	
3.02	Fourniture et pose de carreaux au sol type grès cérame de 40X40 au sol dans les toilettes	m ²	28,16	19 500	549 120	
3.03	Fourniture et pose de plinthe en carreaux grès cérame	ml	330,50	3 500	1 156 750	
3.04	Carreaux en faïence 30x60 aux murs jusqu'au plafond dans toutes les toilettes et cuisine	m ²	204,80	12 000	2 457 600	
	TOTAL III					11 178 010
IV	MENUISERIE - BOIS - ALU VITREE - METALLIQUE					
4.01	<i>Fourniture et pose de porte en menuiserie bois massif y compris les paumelles, le couvre joint, la serrure de premier choix de marque LAPERCHE ou similaire et de peinture glycérophtalique</i>					
4.01.1	80 /210	U	9,00	120 000	1 080 000	
4.01.2	90 /210	U	10,00	140 000	1 400 000	
4.05	<i>Fourniture et pose de fenêtres Alu Vitrées + barreaudage anti effraction + Grillage anti moustique, y compris toutes sujétions</i>					
4.05.2	80/60	U	9,00	50 000	450 000	
4.05.4	150/120	U	1,00	180 000	180 000	
4.05.6	200/120	U	9,00	200 000	1 800 000	
4.05.7	590/680	U	1,00	1 500 000	1 500 000	

4.07	Fourniture et pose de rampe d'escalier en alu poli y compris toutes sujétions	ml	8,00	80 000	640 000	
	TOTAL IV					7 050 000
V	PLOMBERIE-SANTAIRE					
5.01	Tuyauterie pour alimentation et évacuation	Ens	1,00	600 000	600 000	
5.05	WC standard avec réservoir attenant Complet	U	9,00	90 000	810 000	
5.06	Lavabo de 50 cm sur pied avec robinet	U	9,00	55 000	495 000	
5.07	Siphon de sol	U	9,00	3 000	27 000	
5.08	Colonne de douche complet	U	9,00	8 500	76 500	
5.09	Porte-papier hygiénique	U	9,00	5 000	45 000	
5.10	Porte savon	U	9,00	5 000	45 000	
5.11	Tablette lavabo en porcelaine	U	9,00	12 000	108 000	
5.12	Glace lavabo	U	9,00	12 000	108 000	
5.13	Robinet de puisage	U	9,00	5 000	45 000	
5.14	Robinet d'arrêt DN 15	U	12,00	5 000	60 000	
5.15	Fourniture et pose de porte serviette	U	9,00	6 500	58 500	
	TOTAL V					2 478 000
VI	ELECTRICITE					
6.01	Fourniture et pose de fourreau, de cable et de filerie	Ens	1,00	1 000 000	1 000 000	
6.04	Tableau de Distribution (TDL14 et TDF14) conformément aux schémas unifilaires	Ens	1,00	350 000	350 000	
6.05	Fourniture et pose de coffrets, boites et de disjoncteurs DPN unipolaire	Ens	1,00	400 000	400 000	
6.06	Fourniture et pose d'interrupteur simple allumage (SA)	U	18,00	6 000	108 000	
6.07	Fourniture et pose et d'interrupteur double allumage (DA)	U	8,00	7 000	56 000	
6.08	Fourniture et pose d'interrupteur va et vient étanche (VV)	U	4,00	7 000	28 000	
6.09	Fourniture et pose d'interrupteur double va et vient (DVV)	U	3,00	9 000	27 000	
6.10	Fourniture et pose de bouton poussoir	U	0,00	6 000	0	
6.11	Fourniture et pose de dismatic pour climatiseur	U	9,00	20 000	180 000	
6.12	Réglette à tube led mono 0,60m 1x9-10 W	U	6,00	7 000	42 000	
6.13	Réglette à tube led mono 1,20m 1x18-20 W	U	16,00	14 000	224 000	

6.14	Réglette à tube led mono 1,20m 1x18-20 W étanche	U	8,00	15 000	120 000	
6.15	Hublot rond étanche équipé d'ampoule led de 10W dans les toilettes	U	9,00	8 000	72 000	
6.16	Applique tête de lit	U	9,00	8 000	72 000	
6.17	Plafonnier rond led de 10W au niveau des balcons	U	12,00	7 000	84 000	
6.18	Applique sanitaire	U	9,00	8 000	72 000	
6.19	Bloc autonome d'éclairage de sécurité (BAES) pour le balisage des circulations et sorties 45 lumens	U	3,00	25 000	75 000	
6.20	Prise de courant 2P + T / 16A	U	19,00	7 000	133 000	
6.21	Brasseur d'air pour minimum trois vitesses contrôlées à partir de son rhéostat	U	10,00	40 000	400 000	
6.24	Fourniture et pose de climatiseur monosplit de 12000 BTU de 2,6 kW	U	9,00	650 000	5 850 000	
	TOTAL VI					9 293 000
VII	PEINTURE					
7.01	Travaux préparatoires	m ²	1882,20	500	941 100	
7.02	Enduits lisses sur murs intérieurs	m ²	723,90	3 500	2 533 650	
7.03	Peinture Vinylique à eau sur murs intérieurs	m ²	723,90	2 500	1 809 750	
7.04	Peinture Vinylique à eau sous plafond et auvents	m ²	387,88	3 500	1 357 580	
7.05	Peinture marmorex sur murs extérieurs	m ²	526,07	4 500	2 367 315	
	TOTAL VII					9 009 395
	TOTAL R+1 (EN F CFA)					69 040 325
R+2 & EDICULE						
N°	DESIGNATION DES OUVRAGES	U	QTE	PRIX UNITAIRE F CFA	MONTANT F CFA	
					PARTIEL	TOTAL
II	MACONNERIES - BETONS - ENDUIT					
2.05	Béton armé dosé à 350Kg/m3 pour poutres du plancher corps creux	m ³	31,74	175 000	5 554 500	
2.06	Béton armé dosé à 350Kg/m3 pour poteaux et raidisseurs	m ³	11,60	175 000	2 030 000	
2.07	Béton armé dosé à 350Kg/m3 pour chaînage haut)	m ³	6,30	175 000	1 102 500	

2.08	Béton armé dosé à 350Kg/m3 pour escalier	m ³	8,50	175 000	1 487 500	
2.09	Plancher à corps creux (15+5)	m ²	407,76	30 000	12 232 800	
2.11	Murs en agglos creux de 0,15m d'ép. pour élévations	m ²	778,20	8 500	6 614 700	
2.12	Enduits horizontaux au mortier de ciment	m ²	387,88	2 000	775 760	
2.13	Enduits verticaux intérieurs et extérieurs au mortier de ciment	m ²	1606,87	1 500	2 410 305	
2.14	Béton dosé à 200 Kg/m3 pour forme de pente	m ³	38,79	120 000	4 654 800	
	TOTAL II					36 862 865
III	REVETEMENTS					
3.01	Fourniture et pose de carreaux au sol type grès cérame UPEC de 60 X 60	m ²	360,87	19 500	7 036 965	
3.02	Fourniture et pose de carreaux au sol type grès cérame de 40X40 au sol dans les toilettes	m ²	27,01	19 500	526 695	
3.03	Fourniture et pose de plinthe en carreaux grès cérame	ml	360,75	3 500	1 262 625	
3.04	Carreaux en faïence 30x60 aux murs jusqu'au plafond dans toutes les toilettes et cuisine	m ²	220,35	12 000	2 644 200	
3.05	Fourniture et pose de carreaux au sol avec mortier de pose étanche y compris toutes sujétions sur la toiture terrasse accessible	m ²	387,88	20 000	7 757 600	
3.05	Etanchéité en hyrène	m ²	19,88	18 000	357 840	
3.06	Relevé d'étanchéité en hyrène	ml	18,20	10 000	182 000	
	TOTAL III					19 767 925
IV	MENUISERIE - BOIS - ALU VITREE - METALLIQUE					
4.01	<i>Fourniture et pose de porte en menuiserie bois massif y compris les paumelles, le couvre joint, la serrure de premier choix de marque LAPERCHE ou similaire et de peinture glycérophtalique</i>					
4.01.1	80 /210	U	10,00	120 000	1 200 000	
4.01.2	90 /210	U	10,00	140 000	1 400 000	

4.03	<i>Fourniture et pose de portes métalliques pleines sur cadre métalliques, y compris les accessoires de pose, la serrure de premier choix de marque LAPERCHE ou similaire et de peinture glycérophthalique</i>					
4.03.2	90 /210	U	1,00	140 000	140 000	
4.05	<i>Fourniture et pose de fenêtres Alu Vitrées + barreaudage anti effraction + Grillage anti moustique, y compris toutes sujétions</i>					
4.05.2	80/60	U	8,00	50 000	400 000	
4.05.3	150/120	U	4,00	180 000	720 000	
4.05.4	200/120	U	9,00	200 000	1 800 000	
4.07	Fourniture et pose de rampe d'escalier en alu poli y compris toutes sujétions	ml	8,00	80 000	640 000	
	TOTAL IV					6 300 000
V	PLOMBERIE-SANITAIRE					
5.01	Tuyauterie pour alimentation et évacuation	Ens	1,00	600 000	600 000	
5.05	WC standard avec réservoir attenant Complet	U	8,00	90 000	720 000	
5.06	Lavabo de 50 cm sur pied avec robinet	U	8,00	55 000	440 000	
5.07	Siphon de sol	U	8,00	3 000	24 000	
5.08	Colonne de douche complet	U	8,00	8 500	68 000	
5.09	Porte-papier hygiénique	U	8,00	5 000	40 000	
5.10	Porte savon	U	8,00	5 000	40 000	
5.11	Tablette lavabo en porcelaine	U	8,00	12 000	96 000	
5.12	Glace lavabo	U	8,00	12 000	96 000	
5.13	Robinet de puisage	U	9,00	5 000	45 000	
5.14	Robinet d'arrêt DN 15	U	13,00	5 000	65 000	
5.15	Fourniture et pose de porte serviette	U	8,00	6 500	52 000	
	TOTAL V					2 286 000
VI	ELECTRICITE					
6.01	Fourniture et pose de fourreau, de câble et de filerie	Ens	1,00	1 000 000	1 000 000	
6.04	Tableau de Distribution (TDL14 et TDF14) conformément aux schémas unifilaires	Ens	1,00	350 000	350 000	

6.05	Fourniture et pose de coffrets, boites et de disjoncteurs DPN unipolaire	Ens	1,00	400 000	400 000	
6.06	Fourniture et pose d'interrupteur simple allumage (SA)	U	20,00	6 000	120 000	
6.07	Fourniture et pose et d'interrupteur double allumage (DA)	U	10,00	7 000	70 000	
6.08	Fourniture et pose d'interrupteur va et vient étanche (VV)	U	5,00	7 000	35 000	
6.09	Fourniture et pose d'interrupteur double va et vient (DVV)	U	4,00	9 000	36 000	
6.10	Fourniture et pose de bouton poussoir	U	0,00	6 000	0	
6.11	Fourniture et pose de dismatic pour climatiseur	U	9,00	20 000	180 000	
6.12	Réglette à tube led mono 0,60m 1x9-10 W	U	7,00	7 000	49 000	
6.13	Réglette à tube led mono 1,20m 1x18-20 W	U	18,00	14 000	252 000	
6.14	Réglette à tube led mono 1,20m 1x18-20 W étanche	U	8,00	15 000	120 000	
6.15	Hublot rond étanche équipé d'ampoule led de 10W dans les toilettes	U	8,00	8 000	64 000	
6.16	Applique tête de lit	U	8,00	8 000	64 000	
6.17	Plafonnier rond led de 10W au niveau des balcons	U	12,00	7 000	84 000	
6.18	Applique sanitaire	U	8,00	8 000	64 000	
6.19	Bloc autonome d'éclairage de sécurité (BAES) pour le balisage des circulations et sorties 45 lumens	U	3,00	25 000	75 000	
6.20	Prise de courant 2P + T / 16A	U	22,00	7 000	154 000	
6.21	Brasseur d'air pour minimum trois vitesses contrôlées à partir de son rhéostat	U	10,00	40 000	400 000	
6.24	Fourniture et pose de climatiseur monosplit de 12000 BTU de 2,6 kW	U	9,00	650 000	5 850 000	
	TOTAL VII					9 367 000
VII	PEINTURE					
7.01	Travaux préparatoires	m ²	1994,75	500	997 375	
7.02	Enduits lisses sur murs intérieurs	m ²	721,60	3 500	2 525 600	
7.03	Peinture Vinylique à eau sur murs intérieurs	m ²	759,70	2 500	1 899 250	
7.04	Peinture Vinylique à eau sous plafond et auvents	m ²	387,88	3 500	1 357 580	
7.05	Peinture marmorex sur murs extérieurs	m ²	847,17	4 500	3 812 265	
	TOTAL VIII					10 592 070

	TOTAL R+2 & EDICULE (EN F CFA)					85 175 860
	TOTAL GENERAL HTVA (EN F CFA)					250 092 355
	TOTAL GENERAL TVA (EN F CFA)					45 016 624
	TOTAL GENERAL TTC (EN F CFA)					295 108 979

Arrêté le présent devis à la somme de : **Deux cent quatre-vingt-quinze millions cent huit mille neuf-cent-soixante-dix-neuf (295 108 979) FCFA TTC.**

6.2 Planning prévisionnel

6.2.1 Introduction

La conception et la réalisation d'un projet de construction exigent une masse énorme de travaux de natures diverses et compliquées, faisant intervenir un grand nombre de participants, donc il est nécessaire de mettre en place des plannings qui assurent le succès du projet. Les avantages sont les suivants :

- Le planning par ces prévisions sérieuses, reste un excellent instrument de navigation qui permet d'éviter les conflits.
- Il définit la meilleure façon d'atteindre les objectifs ainsi le but final du projet.
- La planification est un outil de prise de décision et un pont de communication entre les différents acteurs du projet.
- Il permet de bien gérer les délais d'exécution et de mettre en cohérence les besoins en matériels, matériaux et la main d'œuvre nécessaire pour l'exécution du projet.
- Il permet au maître d'ouvrage d'assurer le suivi financier au fur et mesure de l'avancement des travaux.

6.2.2 Management de projet

Le management de projet est l'application de connaissances, de compétences, d'outils et de techniques aux activités du projet, il permet l'intégration des processus groupés en : démarrage, planification, exécution, surveillance et maîtrise, et clôture.

Un manager de projet doit déterminer les exigences, tout en définissant des objectifs clairs et réalisables, en équilibrant les exigences concurrentes de qualité, de contenu, de délai et de coût, et en s'adaptant sur les spécifications, les plans et l'approche aux différentes

préoccupations pour attentes des diverses parties permanentes.

6.2.3 Projet

Un projet est défini comme une action unique non récurrente et spécifique. Il est aussi défini par la complexité de ses tâches qui demande et exige des connaissances particulières et nécessite comme ressources certain nombre de groupe ou d'équipe, avec une organisation appropriée.

Un projet a des facteurs principaux qui sont : la performance, le cout et le temps, le respect de ces facteurs permet d'assurer une bonne qualité du produit réalisé. Ainsi la bonne compréhension des besoins du client permet de nous donner une perspective générale sur la jonction des facteurs principaux d'un projet.

6.2.4 Objectifs à atteindre

Pour les besoins inhérents au présent Projet de Fin d'Etude, nous nous sommes fixés uniquement comme objectifs, de définir le délai et le cout. Pour les besoins de notre étude nous avons choisi le MS Project 2010 comme outil de travail.

6.2.5 MS Project

MS Project est un outil informatique qui permet de planifier et suivre un projet. Il permet de gérer les taches, les ressources, les charges de travail, les coûts, et les calendriers...

6.2.6 Création d'un projet sur MS Project :

Les étapes de création et la gestion d'un projet sont :

- 1- Définir le calendrier global.
- 2- Définir les ressources.
- 3- Définir les tâches.
- 4- Organiser l'enchaînement des tâches.
- 5- Attribuer les ressources aux tâches.
- 6- Démarrer le projet [Outils – Suivi – Mettre à jour le projet].
- 7- Informer les acteurs.
- 8- Introduire les états d'avancement.
- 9- Corriger les dérives éventuelles et mettre à jour le projet.
- 10- Clôturer le projet.

6.2.7 Taches, jalons et livrables :

✓ Une tâche

Une tâche est une action à mener pour aboutir à un résultat. A chaque tâche définie, il faut associer :

- Un objectif précis et mesurable.
- Des ressources humaines, matérielles et financières adaptées.
- Une charge de travail exprimée en nombre de journée, et des travailleurs.
- Une durée ainsi qu'une date de début et une date de fin.

Les taches sont reliées par des relations d'antériorité, pour montrer dans quel ordre elles doivent être exécutées à savoir :

- **Liaison Fin-Début** : L'activité amont doit s'achever avant que l'activité avale ne commence.
- **Liaison Fin-Fin** : L'activité amont doit s'achever avant que l'activité avale ne finisse.
- **Liaison Début-Début** : L'activité amont doit commencer avant que l'activité avale ne commence.
- **Liaison Début-Fin** : L'activité amont doit commencer avant que l'activité avale ne finisse.

✓ Un jalon

Les jalons d'un projet se définissent comme suit :

- Des événements clé d'un projet, montrant une certaine progression du projet.
- Des dates importantes de réalisation d'un projet.
- Une réalisation concrète (production de livrables)

Dans le cadre du planning, les jalons limitent le début et la fin de chaque phase et servent de point de synchronisation. Sur les diagrammes de GANTT, les jalons sont représentés par des losanges.

✓ Un livrable

Un livrable est tout résultat, document, mesurable, tangible ou vérifiable, qui résulte de l'achèvement d'une partie de projet ou du projet.

6.2.8 Ordonnancement et planification

C'est l'activité qui consiste à déterminer et à ordonnancer les tâches du projet, à estimer leurs charges et à déterminer les profils nécessaires à leur réalisation. Les objectifs du planning

sont les suivants :

- Déterminer si les objectifs sont réalisés ou dépassés.
- Suivre et communiquer l'avancement du projet.

✓ *Le diagramme de GANTT :*

Le diagramme de GANTT est la technique et représentation graphique permettant de renseigner et situer dans le temps les phases, activités, tâches et ressources du projet. Il peut être aussi utilisé pour surveiller l'avancement d'un projet. En ligne, on liste les tâches et en colonne les jours, semaines ou mois. Les tâches sont représentées par des barres dont la longueur est proportionnelle à la durée estimée.

6.3 Planning

- Hypothèses

Les présentes hypothèses de planification sont basées sur une enquête partielle sur quelques chantiers de construction dans la ville de Parakou.

Ainsi, nous avons les hypothèses ci-après :

Horaires de travail :

Lundi au vendredi : 08h-13h puis 15h-19h

Samedi : 08h-13h

Jours sans travaux :

25 Décembre 2024 : Jour de Noel

01 Janvier 2025 : Nouvelle an

Autres hypothèses de rendements de travaux

Toutes les démarches administratives sont passées, projet en phase d'exécution

Tableau 29 : Les hypothèses de planification

MAÇONNERIE - BETON et ENDUITS				
Tâche	Rendement journalier	Autres dispositions	Equipe constituée	Matériel
Fouille en rigole et en trou avec remblai provenant des fouilles	334,6 m ³ le même jour (avec un rendement de 55m ³ /h et pour 7h de travail d'une pelle mécanique).	Respect des dispositions de fouille (talus,...)	02 conducteurs d'engins + 02 guides + 01 responsable terrassement	- 01 Pelle - 01 Chargeuse

Elévation mur en agglos plein de 15	12 m ² /jour/maçon	pour 05 maçons, Nous avons besoin de 04 manoeuvres	Equipe de 10 maçons et 08 manoeuvres	- Malaxeur de mortier de ciment - Outillages de maçon (pelle, truelle, niveau, brouette, fil à plomb.)
Elévation mur en agglos creux de 15		16 m ² /jour/maçon		
Enduit vertical au mortier de ciment	25,6 m ² /jour/maçon (soit 02 panneaux de 3,20x4)	Nous avons besoin d'un manoeuvre pour aider chaque maçon	Equipe de 10 maçons et 10 manoeuvres	Même matériel que pour l'élévation de murs
Enduit horizontal au mortier de ciment		16 m ² /jour/maçon (soit 01 panneau de 4x4)		
Coulage de béton de grand volume (fondation et planchers)	50 m ³ de béton mis en oeuvre avec 04 maçons, 15 manoeuvres et 03 machinistes +		- 01 Grue - 02 bétonnières - Outillages de maçon	
Coulage de béton pour chainage, poteau et poutre	3,5 m ³ de béton mis en oeuvre avec 02 maçons, 08 manoeuvres et 02 machinistes (bétonnière + grue)		- 01 Grue - 01 bétonnière - Outillages de maçon	
Coffrage	25m ² /jour/coffreur	02 coffreurs 01 manoeuvre	10 coffreurs 05 manoeuvres	
Ferrailage	02 ferrailleurs 01 manoeuvre		10 ferrailleurs + 05 manoeuvres	
ELECTRICITE - CLIMATISATION				
Tâche	Rendement journalier	Autres dispositions	Equipe constituée	Matériel
Fourniture et pose de fourreau, de câble	Permanence de 03 électriciens et d'un (01) responsable sur le site des travaux		Outillages d'électricien	
Filerie	02 locaux/jour/électricien	08 électriciens pour trois jours par étage		Outillages d'électricien
Pose et raccordement d'équipements électriques		04 spécialistes en raccordement d'équipements + 01 responsable (05 jours par étage)		

Pose et raccordement de splits	02 frigoristes + 01 manoeuvre pour 02 jours par split	Outillages de frigoriste		
PLOMBERIE-SANITAIRE ET ASSAINISSEMENT				
Tâche	Rendement journalier	Autres dispositions	Equipe constituée	Matériel
Tuyauterie pour alimentation et évacuation		Permanence de 03 plombiers et d'un (01) responsable sur le site des travaux		Outillages de plombier
Regard de visite Fosse septique de 20 usagers Puisard de 1,5 m de diamètre et 5 m de profondeur		Permanence de 02 plombiers spécialiste de ces ouvrages et d'un (01) responsable sur le site des travaux		Outillages de plombier, adéquats
Pose et raccordement d'équipements sanitaires		04 spécialistes en raccordement d'équipements + 01 responsable (05 jours par étage)		
PEINTURE				
Tâche	Rendement journalier	Autres dispositions	Equipe constituée	Matériel
Travaux préparatoires et enduits lisse sur murs	120 m2/jour/peintre	-	Equipe de 10 peintres + 01 responsable	Outillage du peintre
Application de la couche de peinture		150 m2/jour/peintre		-

REVETEMENT ET ETANCHEITE				
Tâche	Rendement journalier	Autres dispositions	Equipe constituée	Matériel
Poses de carreaux et revêtements	Besoins de carreleurs 50m2/Jours/Carreleurs	2 manoeuvres	01 manoeuvre /carreleurs	Outillages adaptés pour le carreleur
Nettoyage du support et Application de flintkot	70 m2/jour/étanchéiste	Besoin d'un manoeuvre par étanchéiste	02 étanchéistes + 02manoeuvres + 01 responsable	Outillage d'étanchéiste
Pose d'une couche de membrane d'étanchéité		100 m2/jour/étanchéiste		
MENUISERIE - BOIS - ALU VITREE - METALLIQUE				

Tâche	Rendement journalier	Autres dispositions	Equipe constituée	Matériel
Pose de portes métalliques	7 cadres/jour / vitrier	02 manoeuvre	02 vitriers	2 vitriers + 2 manoeuvres Outillage du menuisier
Pose de cadre portes et fenêtres	03 cadres/jour / menuisier	01 manoeuvre pour 02 menuisiers	04 menuisiers + 02 manoeuvres	Outillage du menuisier
Pose de fenêtres, barreaudages et grillages	03 éléments/jour / vitrier	01 manoeuvre pour 02 vitriers	03 vitriers + 02 manoeuvres	Outillage du vitrier
Pose de rampes d'escaliers	2 rampes / jours / vitrier	1 manoeuvre	1 vitrier + 1 manoeuvre	Outillage du vitrier

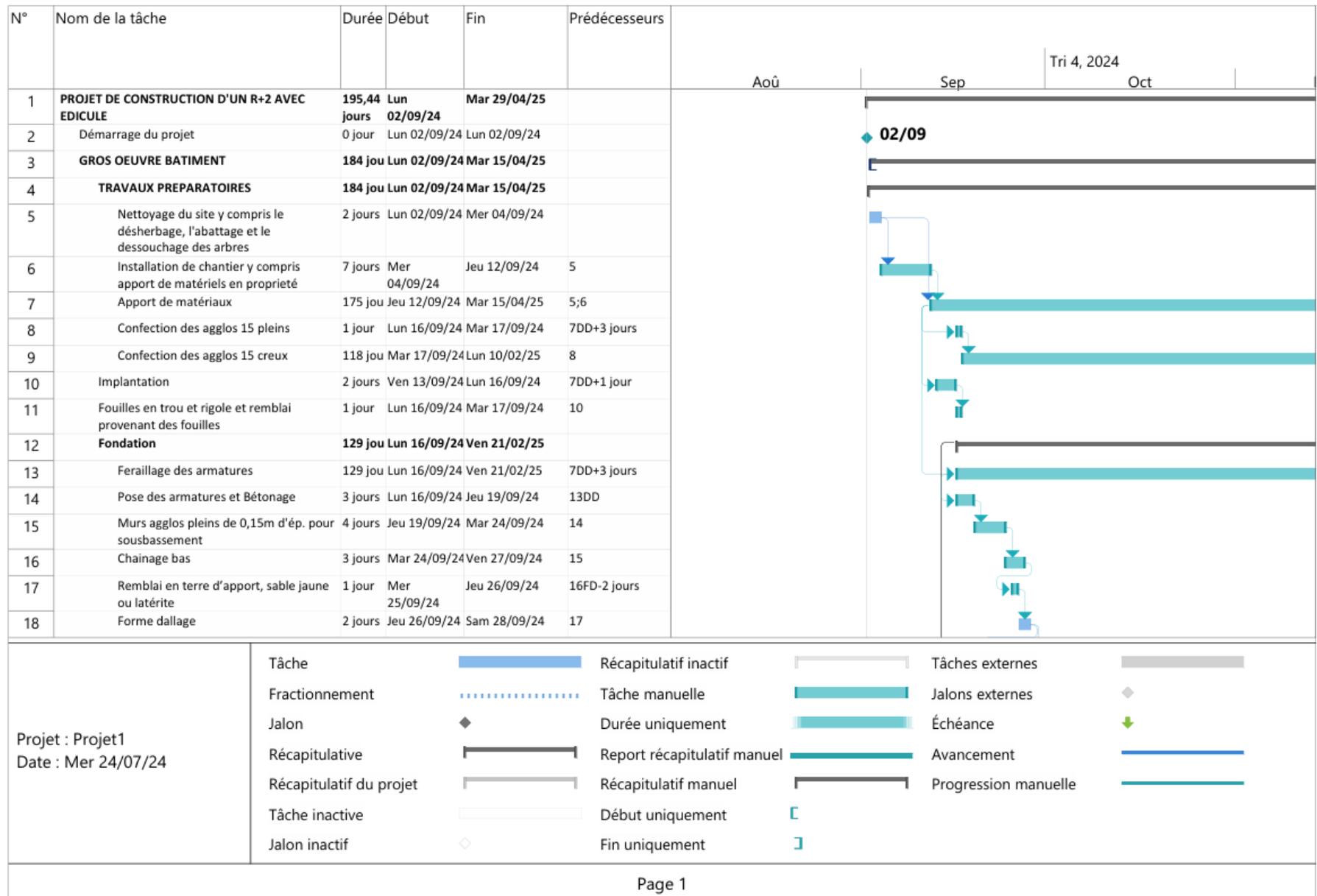
- Planning

Le planning prévisionnel du projet se présente comme suit :

N°	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseurs	Tri 4, 2024			
						Aoû	Sep	Oct	
39	R+2	43 jour	Sam 11/01/25	Mar 04/03/25					
40	Elevation murs maçonnerie	17 jour	Sam 11/01/25	Ven 31/01/25	38FD+2 jours				
41	Elevation poteaux	7 jours	Mer 29/01/25	Jeu 06/02/25	40FD-2 jours				
42	Réalisation retombées de poutres	6 jours	Ven 07/02/25	Ven 14/02/25	41;40				
43	Toiture terrasse	13 jour	Lun 17/02/25	Mar 04/03/25					
44	Coffrage plancher	3 jours	Lun 17/02/25	Jeu 20/02/25	42FD+2 jours				
45	Pose des entrevous	4 jours	Mer 19/02/25	Lun 24/02/25	44FD-1 jour				
46	Ferraillage plancher	5 jours	Lun 24/02/25	Sam 01/03/25	45				
47	Escaliers R+2	1 jour	Sam 01/03/25	Lun 03/03/25	46				
48	Bétonnage	1 jour	Lun 03/03/25	Mar 04/03/25	47				
49	EDICULE	9 jours	Mer 05/03/25	Lun 17/03/25					
50	Elevation Murs	1 jour	Jeu 06/03/25	Ven 07/03/25	48FD+2 jours				
51	Elevation Poteaux	2 jours	Mer 05/03/25	Ven 07/03/25	50FD-2 jours				
52	Réalisation retombées de Poutres	1 jour	Ven 07/03/25	Lun 10/03/25	50;51				
53	Coffrage plancher	2 jours	Mer 12/03/25	Ven 14/03/25	52FD+2 jours				
54	Pose des entrevous	1 jour	Jeu 13/03/25	Ven 14/03/25	53FD-1 jour				
55	Ferraillage plancher	1 jour	Ven 14/03/25	Sam 15/03/25	54				
56	Bétonnage	1 jour	Sam 15/03/25	Lun 17/03/25	55				
57	SECOND OEUVRE BATIMENT	186 jou	Lun 02/09/24	Jeu 17/04/25					
58	ELECTRICITE - CLIMATISATION	170,22	Lun 02/09/24	Sam 29/03/25					

Projet : Projet1
Date : Mer 24/07/24

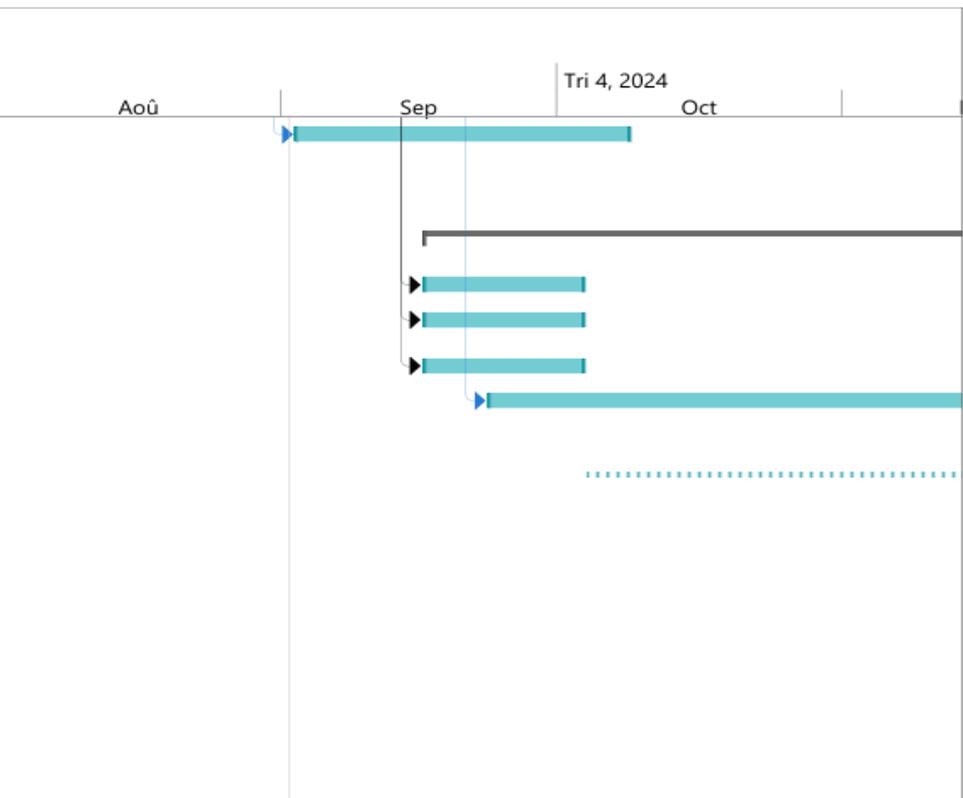
Tâche		Récapitulatif inactif		Tâches externes	
Fractionnement		Tâche manuelle		Jalons externes	
Jalon		Durée uniquement		Échéance	
Récapitulative		Report récapitulatif manuel		Avancement	
Récapitulatif du projet		Récapitulatif manuel		Progression manuelle	
Tâche inactive		Début uniquement			
Jalon inactif		Fin uniquement			



N°	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseurs	Aoû Sep Oct		
19	RDC	42 jour:	Lun 30/09/24	Mar 19/11/24		Tri 4, 2024		
20	Murs en agglos creux de 0,15m d'ép. Pour élévations	20 jours	Lun 30/09/24	Mer 23/10/24	18	[Barre bleue]		
21	Elevation poteaux et raidisseurs	4 jours	Jeu 17/10/24	Mar 22/10/24	20FD-5 jours	[Barre bleue]		
22	Réalisation de retombées de poutres et chainages hauts	11 jours	Mer 23/10/24	Mer 06/11/24	20;21	[Barre bleue]		
23	Plancher haut RDC	9 jours	Ven 08/11/24	Mar 19/11/24		[Barre bleue]		
24	Coffrage plancher	3 jours	Ven 08/11/24	Mar 12/11/24	22FD+2 jours	[Barre bleue]		
25	Pose des entrevous	3 jours	Lun 11/11/24	Jeu 14/11/24	24FD-1 jour	[Barre bleue]		
26	Ferraillage plancher	2 jours	Jeu 14/11/24	Sam 16/11/24	25	[Barre bleue]		
27	Escaliers RDC	1 jour	Sam 16/11/24	Lun 18/11/24	26	[Barre bleue]		
28	Bétonnage	1 jour	Lun 18/11/24	Mar 19/11/24	27	[Barre bleue]		
29	R+1	38 jour:	Jeu 21/11/24	Jeu 09/01/25		[Barre bleue]		
30	Elevation murs maconnerie	18 jours	Jeu 21/11/24	Ven 13/12/24	28FD+2 jours	[Barre bleue]		
31	Elevation Poteaux	4 jours	Mer 11/12/24	Lun 16/12/24	30FD-2 jours	[Barre bleue]		
32	Réalisation retombées de poutres	5 jours	Lun 16/12/24	Sam 21/12/24	31;30	[Barre bleue]		
33	Plancher haut R+1	11 jour:	Mar 24/12/24	Jeu 09/01/25		[Barre bleue]		
34	Coffrage plancher	3 jours	Mar 24/12/24	Sam 28/12/24	32FD+2 jours	[Barre bleue]		
35	Pose des entrevous	4 jours	Ven 27/12/24	Jeu 02/01/25	34FD-1 jour	[Barre bleue]		
36	Ferraillage plancher	3 jours	Jeu 02/01/25	Mar 07/01/25	35	[Barre bleue]		
37	Escaliers R+1	1 jour	Mar 07/01/25	Mer 08/01/25	36	[Barre bleue]		
38	Bétonnage	1 jour	Mer 08/01/25	Jeu 09/01/25	37	[Barre bleue]		

Projet : Projet1 Date : Mer 24/07/24	Tâche	[Barre bleue]	Récapitulatif inactif	[Barre grise]	Tâches externes	[Barre grise]
	Fractionnement	[Pointillés]	Tâche manuelle	[Barre orange]	Jalons externes	[Losange]
	Jalon	[Losange]	Durée uniquement	[Barre orange]	Échéance	[Flèche verte]
	Récapitulative	[Barre grise]	Report récapitulatif manuel	[Barre orange]	Avancement	[Barre bleue]
	Récapitulatif du projet	[Barre grise]	Récapitulatif manuel	[Barre grise]	Progression manuelle	[Barre orange]
	Tâche inactive	[Barre grise]	Début uniquement	[Carré]		
	Jalon inactif	[Losange]	Fin uniquement	[Carré]		

N°	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseurs	
59	RDC	30 jours	Lun 02/09/24	Mar 08/10/24	22DD	
60	R+1	40 jours	Lun 23/12/24	Mer 12/02/25	37DD-10 jours	
61	R+2 et édicule	35 jours	Sam 15/02/25	Sam 29/03/25	47DD-12 jours	
62	PLOMBERIE-SANITAIRE ET ASSAINISSEMENT	135,33 jours	Lun 16/09/24	Ven 28/02/25		
63	Fosse septique de 20 usagers	15 jours	Lun 16/09/24	Jeu 03/10/24	12DD	
64	Puisard de 1,5 m de diamètre et 5 m de profondeur	15 jours	Lun 16/09/24	Jeu 03/10/24	12DD	
65	Regard de visite	15 jours	Lun 16/09/24	Jeu 03/10/24	12DD	
66	RDC	48 jours	Lun 23/09/24	Mer 20/11/24	18FD-5 jours	
67	R+1	35 jours	Jeu 26/12/24	Ven 07/02/25	38FD-10 jours	
68	R+2 et édicule	40 jours	Ven 04/10/24	Ven 28/02/25		
69	PEINTURE INTERIEURE ET EXTERIEURE	105 jours	Mar 19/11/24	Ven 28/03/25		
70	RDC	15 jours	Mar 19/11/24	Ven 06/12/24	19	
71	R+1	20 jours	Jeu 09/01/25	Sam 01/02/25	38	
72	R+2 et édicule	20 jours	Mar 04/03/25	Ven 28/03/25	48	
73	Extérieure	12 jours	Jeu 20/02/25	Jeu 06/03/25	56FD-20 jours	
74	REVETEMENT-ENDUITS ET ETANCHEITE	121 jours	Mar 19/11/24	Jeu 17/04/25		
75	RDC	51 jours	Mar 19/11/24	Mer 22/01/25	19	
76	R+1	32 jours	Jeu 09/01/25	Lun 17/02/25	38	
77	R+2 et édicule	36 jours	Mar 04/03/25	Jeu 17/04/25	48	



Projet : Projet1 Date : Mer 24/07/24	Tâche		Récapitulatif inactif		Tâches externes	
	Fractionnement		Tâche manuelle		Jalons externes	
	Jalon		Durée uniquement		Échéance	
	Récapitulative		Report récapitulatif manuel		Avancement	
	Récapitulatif du projet		Récapitulatif manuel		Progression manuelle	
	Tâche inactive		Début uniquement			
	Jalon inactif		Fin uniquement			

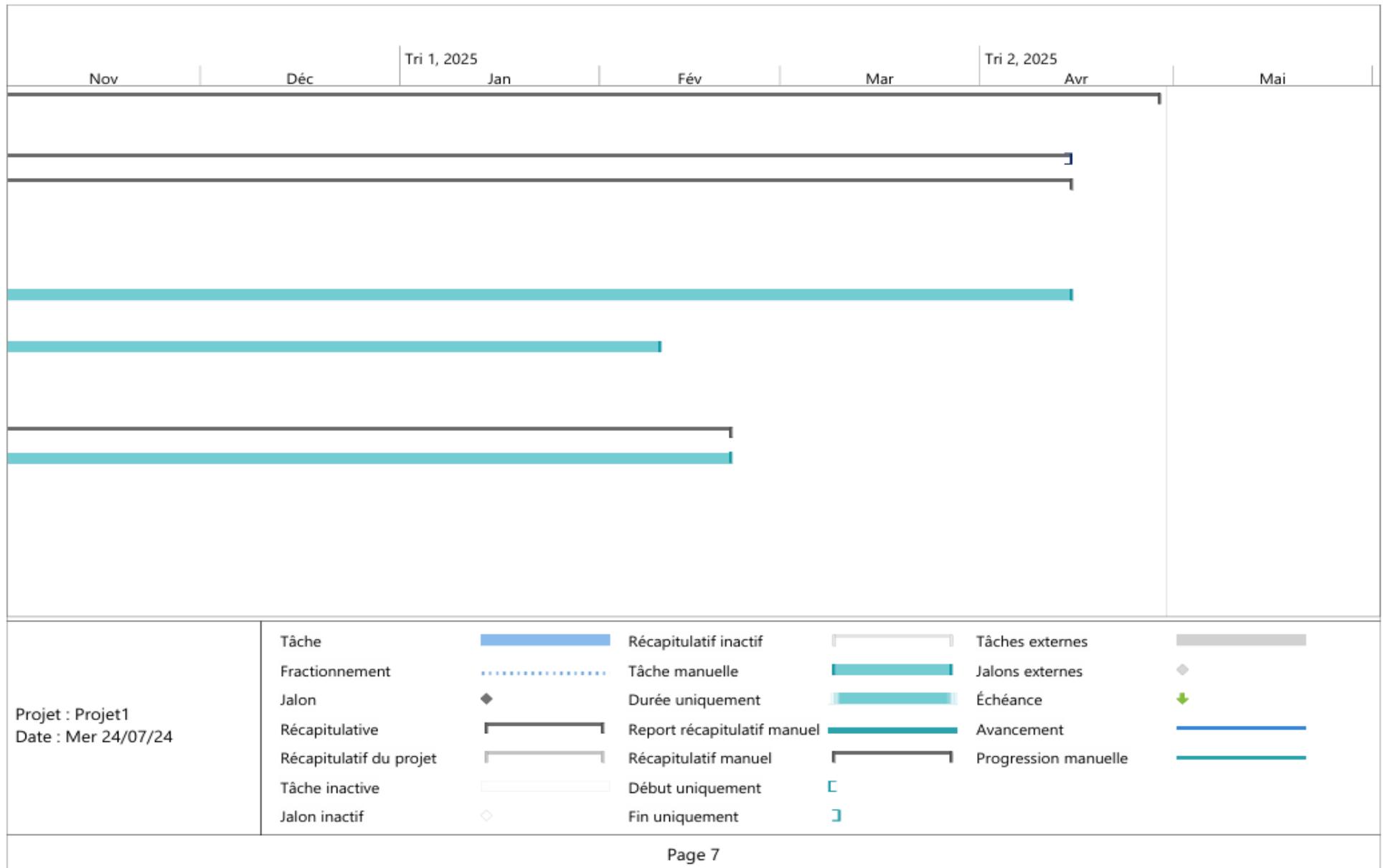
N°	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseurs	Tri 4, 2024		
						Aoû	Sep	Oct
78	MENUISERIE - BOIS - ALU VITREE - METALLIQUE	182 jours	Lun 02/09/24	Ven 11/04/25				
79	RDC	115 jou	Lun 02/09/24	Mar 21/01/25	70FF+10 jours			
80	R+1	61 jours	Ven 29/11/24	Ven 14/02/25	71FF+10 jours			
81	R+2 et édicule	53 jours	Ven 07/02/25	Ven 11/04/25	72FF+12 jours			
82	CONCESSIONNAIRES	31,11 jc	Jeu 13/03/25	Sam 19/04/25				
83	Eau potable	10 jour:	Mer 09/04/25	Lun 21/04/25				
84	Mise au point du raccordement en eau (SONEB)	10 jours	Mer 09/04/25	Lun 21/04/25				
85	Electricité	8 jours	Jeu 13/03/25	Lun 24/03/25				
86	Mise au point du raccordement électrique (SBEE)	8 jours	Ven 14/03/25	Lun 24/03/25				
87	Essais	10 jour:	Sam 12/04/25	Jeu 24/04/25				
88	Essais réseaux d'eau	3 jours	Sam 19/04/25	Mer 23/04/25	84FD-1 jour			
89	Essai électrique	7 jours	Sam 12/04/25	Lun 21/04/25	86FD+2 jours			
90	OPERATIONS PREALABLES A LA RECEPTION	25,78 jc	Mar 25/03/25	Ven 25/04/25				
91	OPR RDC	1 jour	Mar 25/03/25	Mer 26/03/25	98			
92	OPR R+1	2 jours	Mer 26/03/25	Ven 28/03/25	91			
93	OPR R+2	2 jours	Mar 22/04/25	Jeu 24/04/25	92			
94	OPR Edicules	1 jour	Jeu 24/04/25	Ven 25/04/25	93			
95	OPR extérieur batiment	2 jours	Ven 28/03/25	Lun 31/03/25	69			
96	PHASE DE RECEPTION DU BATIMENT	53 jour:	Lun 24/02/25	Mar 29/04/25				

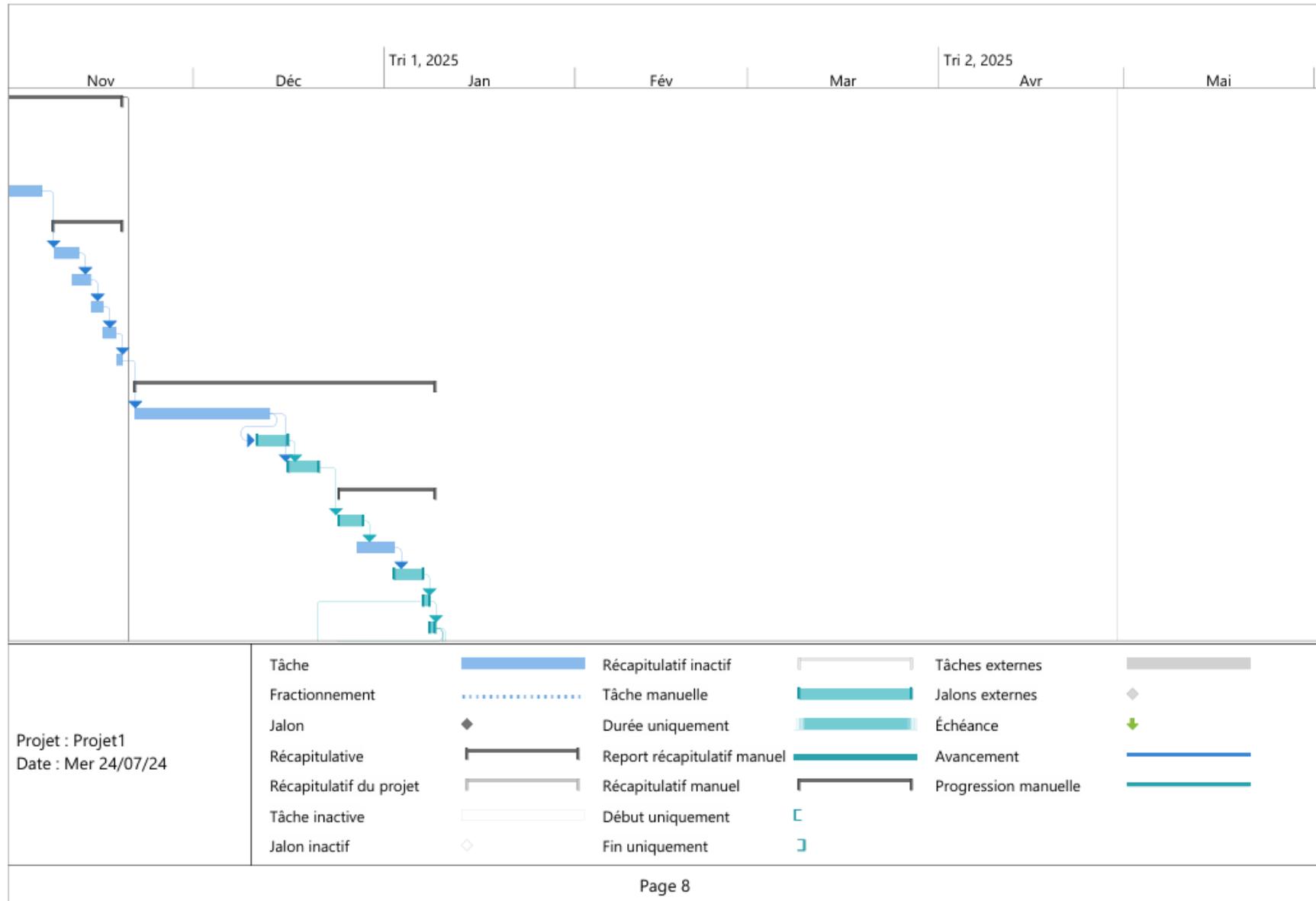
Projet : Projet1
Date : Mer 24/07/24

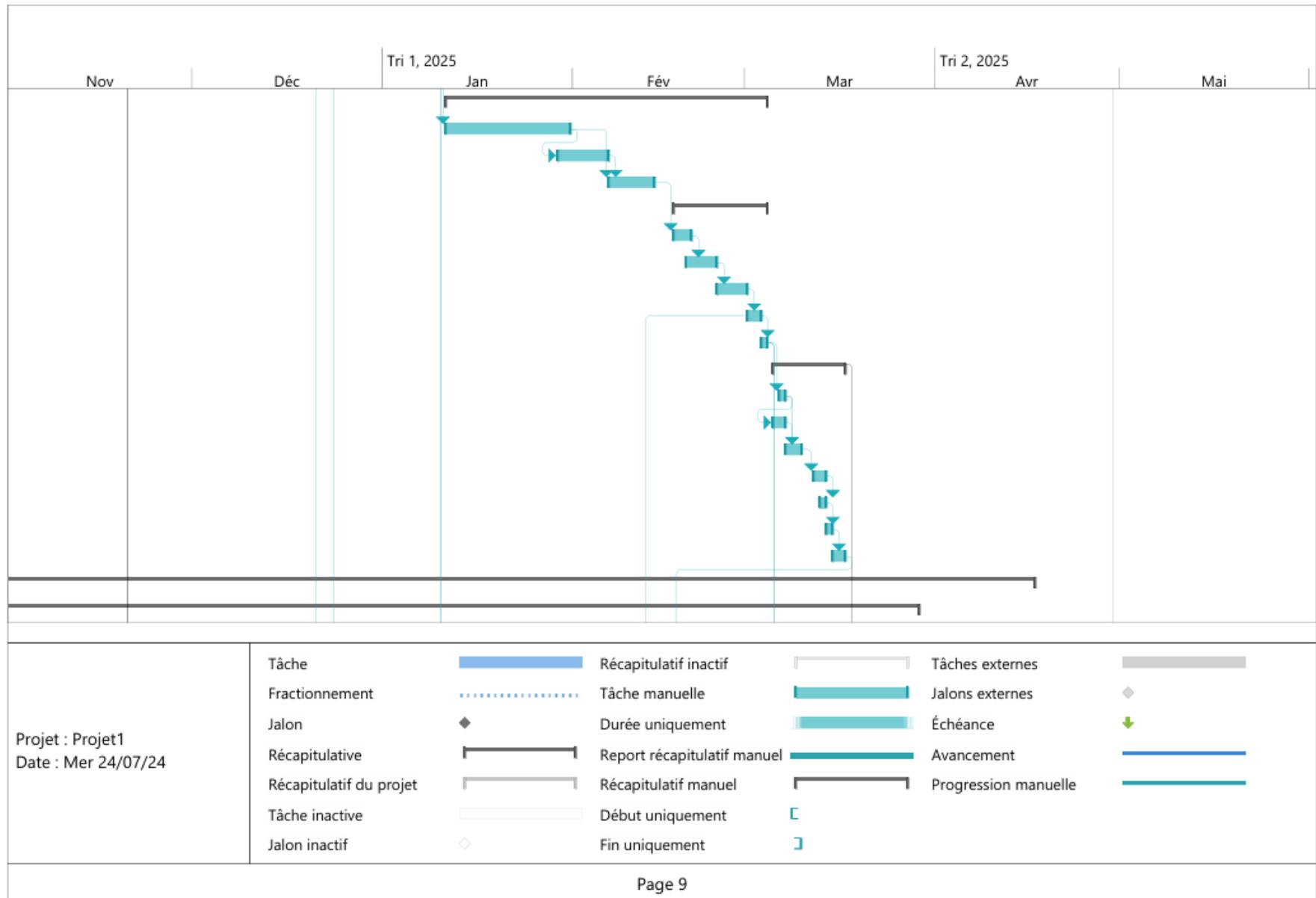
Tâche		Récapitulatif inactif		Tâches externes	
Fractionnement		Tâche manuelle		Jalons externes	
Jalon		Durée uniquement		Échéance	
Récapitulative		Report récapitulatif manuel		Avancement	
Récapitulatif du projet		Récapitulatif manuel		Progression manuelle	
Tâche inactive		Début uniquement			
Jalon inactif		Fin uniquement			

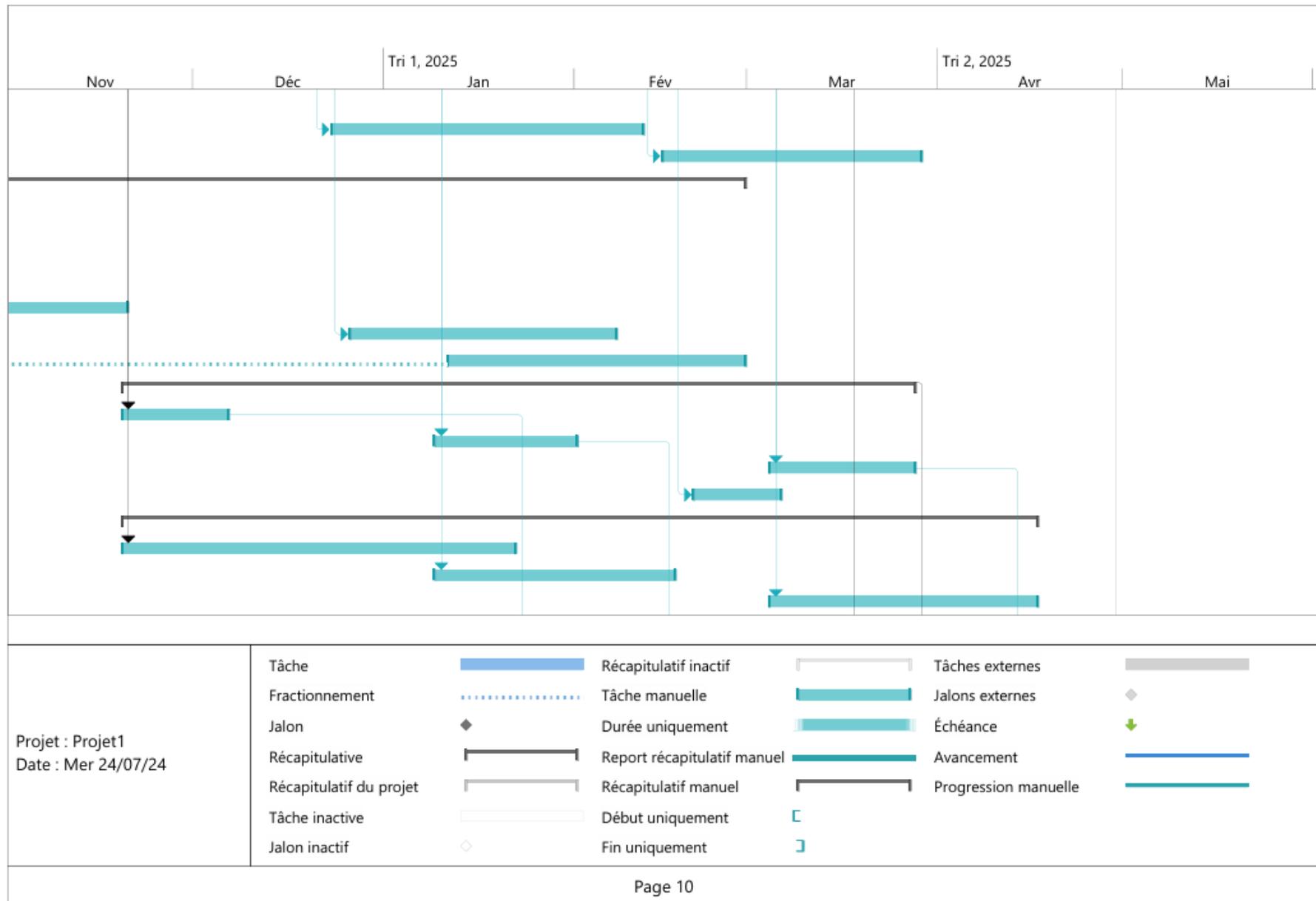
N°	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseurs	Tri 4, 2024		
						Aoû	Sep	Oct
97	Repli du matériel	51 jours	Lun 24/02/25	Ven 25/04/25				
98	Nétoyage général du bâtiment	7 jours	Lun 17/03/25	Mar 25/03/25	49			
99	Réception du bâtiment + PV	0 jour	Mar 29/04/25	Mar 29/04/25	90			

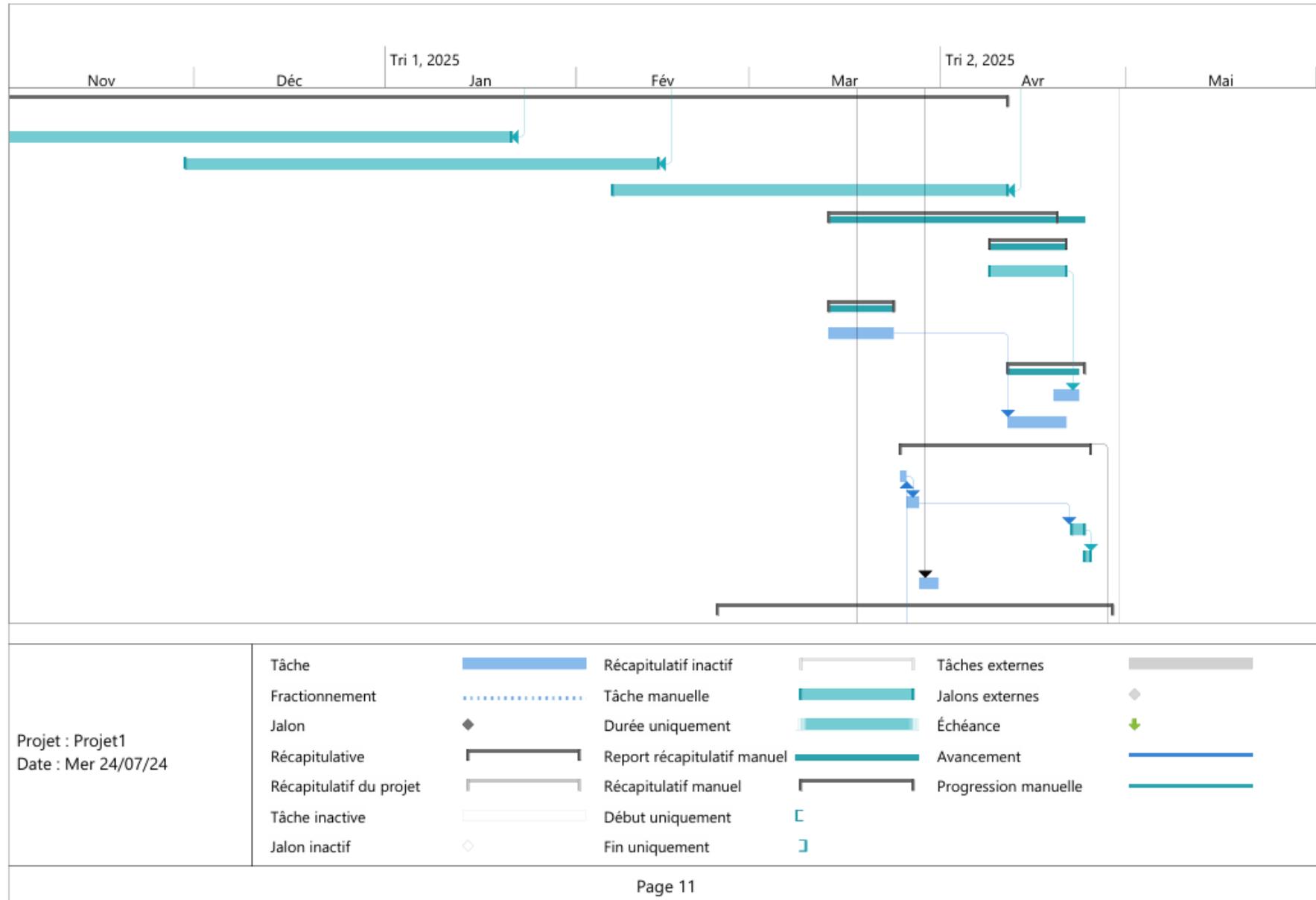
Projet : Projet1 Date : Mer 24/07/24	Tâche		Récapitulatif inactif		Tâches externes	
	Fractionnement		Tâche manuelle		Jalons externes	
	Jalon		Durée uniquement		Échéance	
	Récapitulative		Report récapitulatif manuel		Avancement	
	Récapitulatif du projet		Récapitulatif manuel		Progression manuelle	
	Tâche inactive		Début uniquement			
	Jalon inactif		Fin uniquement			

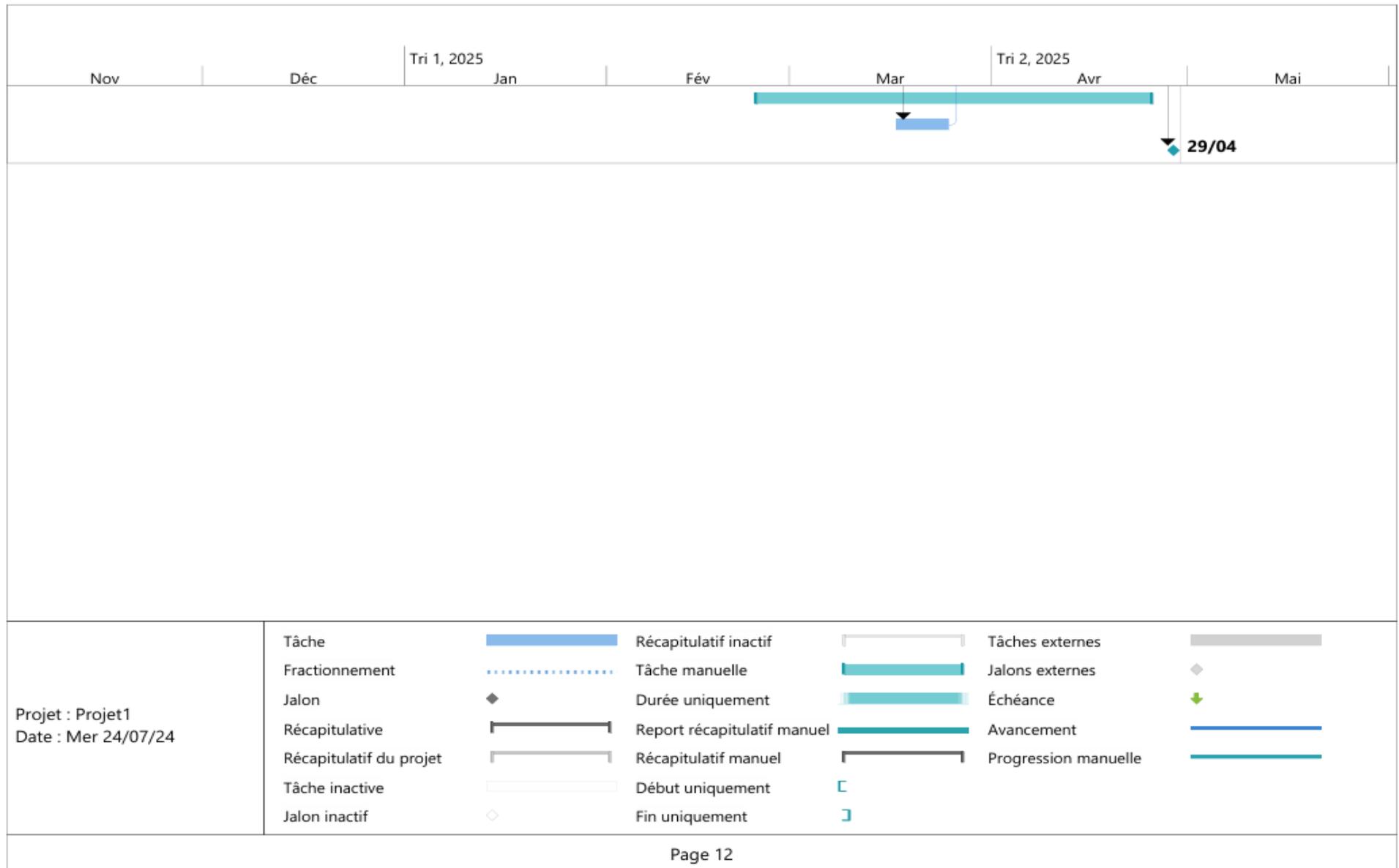












6.4 Conclusion

De nos jours, l'exécution d'un projet de construction nécessite au primordiale une étude de la gestion et la planification dudit projet sur l'aspect économique. Car il existe des dizaines, voire des centaines ou des milliers de projet de construction dans le monde qui ont des dépassements non seulement sur le coût mais aussi sur la durée.

Grâce à la phase de planification et au logiciel de gestion de projet (MS Project), le chef du projet sera en mesure de gérer son projet de façon proactive, en appliquant les règles de l'art en gestion de projet.

Donc, le planning prévisionnel établi pour notre projet de construction vise à garantir le respect des délais tout en maintenant une qualité optimale des travaux.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

L'étude de ce projet évoque l'exploration des travaux de recherche sur les différentes étapes du processus d'aboutissement d'une construction de bâtiment suivant les règles de l'art avec une maîtrise du délai et du coût.

Le présent mémoire nous a permis d'approfondir nos connaissances sur les différentes techniques et logiciels (ArchiCAD ; AutoCAD ; Autodesk Robot Structural Analysis ; MS Project) ainsi que la réglementation régissant les principes de conception et de calcul des ouvrages dans le domaine du bâtiment sans oublier sa planification prévisionnelle.

D'après cette étude, il convient de souligner que pour la conception, il est très important que l'ingénieur civil et l'architecte travaillent en étroite collaboration dès le début du projet pour éviter toutes les conceptions ne répondant pas les normes et pour arriver à une sécurité réalisée sans surcoût important. L'étude de l'infrastructure est conçue en semelles isolées, ceci pour bien reprendre les charges transmises par la structure au sol d'assise.

Pour la gestion de ce projet, des outils et techniques de management de projet sont indispensables pour obtenir un meilleur contrôle des activités afin d'atteindre les objectifs dans le respect des coûts et des délais.

La présente étude nous fait toucher les difficultés auxquels peut être confrontées l'Ingénieur civil des pays en voie de développement du fait de l'absence de normes propres et des données concrètes de terrain relatives aux rendements des ouvriers pour la planification. Il serait donc nécessaire que nous envisagions de nouvelles perspectives pour l'établissement des données de base fiables et principes concrets issus des chantiers locaux, devant servir de levier pour les projets futurs. Aussi, la collecte d'informations réelles du terrain en ce qui concerne les rendements des ouvriers en fonction des conditions de travail sur quelques chantiers de la ville de Parakou, donne une crédibilité au travail de planification que nous avons réalisé dans le cadre de ce projet. Ces informations pourront être utilisées comme début de base pour la planification des projets dans la région de Parakou au Bénin.

Toutefois, il faut une continuité de la recherche et de l'innovation dans le domaine de Génie Civil afin de relever les défis futurs de la conception et de la construction de bâtiments.

REFERRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- D. Didier, M. le Brazidec, P. Nataf, J. Théisme, 2002. Conception-Mise en œuvre Normalisation, Précis du bâtiment. Edition Nathan.
- EPAC, 2020. Canevas de rédaction du mémoire de master et de mémoire d'Ingénieur de conception grade master à l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi.
- Ernst NEUFERT, 2000. Les éléments des projets de construction, 8ème Edition.
- Eurocode 0, 2003. « Bases de calcul des structures». AFNOR, France.
- Jean- pierre MOUGIN- *EYROLLES 1994. Cours de béton armé BAEL91.
- Jean PERCHAT et Jean ROUX-. Pratiques du BAEL91-*3eme édition 99*.
- Jean Pierre MOUGIN – EYROLLES 2000. BAEL 91 modifié 99 et DTU associé.
- Henry THONIER EYROLLES 1999. Conception et calcul de structures de bâtiments Tome 1.
- Mir MOSCOU – I. MIROLIOUBOV 1986. Résistance des matériaux.

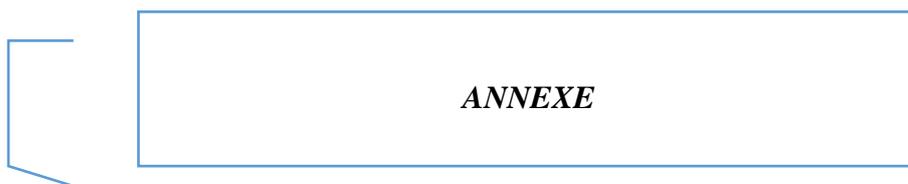
TABLE DES MATIERES

LISTE DES ENSEIGNANTS AYANT INTERVENU DANS NOTRE FORMATION	iii
DEDICACES	iv
REMERCIEMENTS	v
HOMMAGES.....	vi
LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
RESUME.....	xi
ABSTRACT	xii
SOMMAIRE	xiii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
OBJECTIF GENERAL	2
OBJECTIFS SPECIFIQUES	2
<i>CHAPITRE 1: PRESENTATION DU PROJET</i>	3
1.1 Généralité	4
1.2 Décomposition du bâtiment	4
1.3 Hauteurs des constructions.....	7
<i>CHAPITRE 2 : HYPOTHESES DE CALCULS, CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX ET PRINCIPES GENERAUX</i>	8
2.1 Hypothèses de calculs	9
2.1.1 Choix du type de structure.....	9
2.1.2 Règlement utilisé	9
2.1.3 Capacité portante du sol	9
2.2 Caractéristiques des matériaux.....	9
2.2.1 Béton.....	9
2.2.2 Acier	11
2.3 Principes généraux	11
<i>CHAPITRE 3 : PREDIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS DE LA STRUCTURE ET DESCENTE DE CHARGES</i>	13
3.1 Predimensionnement des elements de la structure.....	14
3.1.1 Planchers.....	14

3.1.2	Poutres	16
3.1.2.1	Poutre principale.....	16
3.1.2.2	Poutre secondaire.....	17
3.1.3	Poteaux	21
3.2	Descente des charges.....	22
3.2.1	Charges permanentes (G)	22
3.2.2	Charges d'exploitation (Q).....	23
3.2.3	Bilan des charges sur les planchers	23
3.2.4	Descente de charges par la méthode de dégression verticale	25
3.2.5	Descente des charges sur les poutrelles (Cas des poutrelles N1, N2 et N3)	27
3.2.5.1	Descente des charges sur les poutrelles N1 de la toiture-terrasse inaccessible 27	
3.2.5.2	Descente des charges sur les poutrelles N1 et N2 de la toiture-terrasse.....	28
3.2.5.3	Descente des charges sur les poutrelles N1, N2 et N3 des planchers courants 28	
3.2.6	Descente des charges sur poutre (Cas de la poutre PP01 de chaque niveau)	29
3.2.7	Descente des charges sur les poteaux.....	33
	CHAPITRE 4: DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS PORTEURS	37
4.1	Dimensionnement des poutrelles	38
4.1	Exemple de dimensionnement de la poutrelle N1 des planchers courants	38
4.1.1	Détermination des sollicitations	38
4.1.2	Calcul des sections d'armatures	39
4.1.2.1	Calcul des armatures longitudinales en travée	39
4.1.2.2	Calcul des armatures chapeaux sur appuis	40
4.1.2.3	Calcul des armatures transversales	41
4.2	Dimensionnement des poutres	44
4.2.1	Cas de la poutre PP0.01	44
4.2.2	Détermination des sollicitations	44
4.2.2.1	Moments fléchissants et efforts tranchants.....	45
4.3	Dimensionnement des poteaux	55
4.3.1	Dimensionnement du poteau P2 (30x30)	55
4.4	Dimensionnement de l'escalier	58
4.4.1	Calcul des épaisseurs de l'escalier.....	59

4.4.2	Descente des charges de l'escalier.....	60
4.4.3	Schéma statique de l'escalier.....	61
4.4.4	Calcul des sollicitations.....	61
	<i>CHAPITRE 5: ETUDE DE LA FONDATION</i>	64
5.1	Généralité	65
5.1.1	Choix du type de fondation	65
5.1.2	Hypothèses	66
5.1.3	Combinaisons d'actions.....	66
5.1.4	Résistance de calcul du sol	66
5.1.5	État limite d'ouverture des fissures : E.L.S.....	67
5.1.6	Caractéristiques des semelles	67
5.1.7	Diagramme de contraintes.....	68
5.1.8	Dimensionnement.....	68
5.1.9	Ferraillage.....	69
5.2	Dimensionnement de la semelle isolée S3	70
5.3	Dimensionnement de semelle combinée sous poteaux de différentes charges .	73
5.4	Dimensionnement de la semelle filante SF1	76
	<i>CHAPITRE 6: EVALUATION FINANCIERE ET PLANNING PREVISIONNEL DU PROJET</i>	78
6.1	Etude financière (devis estimatif)	79
6.1.1	Introduction	79
6.1.2	Devis estimatif du projet	79
6.2	Planning prévisionnel.....	91
6.2.1	Introduction	91
6.2.2	Management de projet	91
6.2.3	Projet.....	92
6.2.4	Objectifs à atteindre.....	92
6.2.5	MS Project	92
6.2.6	Création d'un projet sur MS Project :.....	92
6.2.7	Taches, jalons et livrables :.....	93
6.2.8	Ordonnancement et planification.....	93
6.3	Planning.....	94
6.4	Conclusion.....	110

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	111
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	112
TABLE DES MATIERES	113
ANNEXE	117
ANNEXE A : DEVIS DESCRIPTIF DU PROJET	118
ANNEXE B : PLANS ARCHITECTURAUX.....	139
ANNEXE C : PLANS D'EXECUTION	163



ANNEXE A : DEVIS DESCRIPTIF DU PROJET

Généralités

Travaux préparatoires

Toute la parcelle de terrain sera débroussaillée et rendue propre.

Pour permettre l'implantation du module, les souches d'arbres et d'arbustes seront arrachées ainsi que toutes les racines. On procédera également à l'enlèvement de tous les gravats, détritrus ou affleurement rocheux et à la construction de baraque de chantier.

Les arbres ayant plus de 3 mètres de haut et situés à plus de 3 mètres de l'emprise des bâtiments seront maintenus sauf avis contraire du maître d'œuvre.

Etudes d'exécution

Etablissement par l'entreprise des études d'exécution, à partir des documents du DCE (Dossier de Consultation des Entreprises) en coordination avec le maître d'œuvre et les entreprises titulaires des autres lots.

L'entrepreneur devra fournir et faire approuver :

- ✓ La descente de charges
- ✓ Les notes de calculs d'exécution des différents ouvrages du gros œuvre
- ✓ Les notes de calculs d'exécution des différents lots techniques
- ✓ Les plans d'exécution des travaux

Réception Plateforme

L'acceptation de la plateforme devra faire l'objet d'un procès-verbal de réception accepté contradictoirement. L'acceptation portera sur l'altimétrie de la plateforme, sa planéité, son implantation et ses dimensions en plan, les tolérances étant fixées par les normes et DTU.

Prix inclus dans celui des ouvrages.

Constat

Établissement aux frais de l'entreprise, d'un constat général de l'état des voiries et des bâtiments avoisinants, réalisé par un huissier avant réalisation et après achèvement des travaux, en présence de la maîtrise d'ouvrage.

En cas de désordres imputés aux travaux réalisés par l'entreprise, celle-ci devra la remise en état à ses frais avec un démarrage des travaux au plus tard 15 jours après établissement du

Procès-Verbal.

Reconnaissance des réseaux

Enquête auprès du service technique de la ville de Cotonou et reconnaissance sur place des réseaux à conserver sur l'emprise du chantier ou à proximité. A matérialiser sur place avec les lots concernés, la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage.

Implantation

L'implantation, le piquetage des bâtiments ainsi que la vérification après exécution seront effectués à partir d'un plan de bornage fourni par le Maître d'Ouvrage.

L'implantation sera réalisée par un géomètre ; elle sera matérialisée par chaises implantées au dehors de l'emprise des bâtiments et portera les encoches et marques nécessaires à la détermination du contour des constructions.

Le niveau + ou - 000 sera matérialisé sur le terrain par un trait gravé sur des témoins fixés et stables. A l'issue de l'implantation des ouvrages, il sera dressé un procès-verbal relatant tous les détails de l'opération et les modifications éventuelles apportées au projet initial.

Installation de chantier

Plan d'installation

Les plans d'installation de chantier seront établis avant le démarrage des travaux en coordination avec l'ensemble des intervenants.

Ces plans feront apparaître au moins les dispositions suivantes :

- ✓ les aires de stockage des matériaux et matériel
- ✓ l'emplacement des postes de bétonnage
- ✓ les parcs à ferraille et ateliers
- ✓ l'emplacement des grues
- ✓ les aires de stockage divers
- ✓ les branchements d'eau et d'électricité avec comptage
- ✓ le bureau de chantier
- ✓ les baraques de chantier éventuelles
- ✓ les accès piétons et véhicules du personnel travaillant au chantier, des approvisionnements
- ✓ les mesures d'isolement entre chantier et environnement et la matérialisation des

accès.

Ces plans seront soumis à l'approbation de la maîtrise d'œuvre, du maître d'ouvrage. Ils devront être repris autant que nécessaire jusqu'à l'obtention d'un accord.

Clôture de Chantier

L'entreprise doit la fourniture et pose d'une clôture de 2 m de haut résistant aux vents, avec accès fermant à clé. Les matériaux utilisés devront être uniformes, solides et d'aspect correct. Compris entretien pendant la durée du chantier, déplacement et enlèvement à la fin des travaux.

Moyen de levage

L'entreprise mettra en place les moyens de levage nécessaire à la réalisation de ses ouvrages. Prix inclus dans celui des ouvrages.

Terrassements

L'Entrepreneur exécutera les terrassements généraux et les fouilles en priorité par des moyens mécaniques de son choix, permettant une bonne exécution dans les délais. Ces travaux comprennent :

- le nivellement général de la zone, précisant les différentes plates-formes d'implantation des ouvrages selon les côtes du plan ;
- le décapage superficiel du sol avant l'exécution des remblais ;
- le remblai en terre d'apport ;
- le raccordement à la route d'accès au site.

Terrassement mécanique en déblai

Les fouilles seront en rigole et/ou en excavation (voir plan d'ingénierie). Elles descendront jusqu'au bon sol conformément aux résultats des études géotechniques, par rapport au terrain naturel. Celles en rigole auront une même largeur sous tous les murs de soubassement tandis que celles en excavation seront variables selon les dimensions des semelles isolées.

Terrassement à conduire dans les terrains meubles par des moyens mécaniques adaptés, pour réalisation des fonds de fouille, compris :

- Nivellement et compactage des fonds de fouille
- Evacuation des déblais non réutilisés à une décharge autorisée.
- Sujétions de talutages entre plateformes. Les pentes des talus sont à déterminer par

l'entrepreneur, étant précisé qu'il sera responsable de tous les incidents découlant d'un manque de précautions. Dressage des talus et protections si nécessaire.

- Sujétions liées à la pluie : les talus seront protégés par un film polyane
- Sujétions de protection des réseaux conservés.

NB : Le blindage et l'étalement de sécurité, sa mise en place et son entretien relève de la seule responsabilité de l'entreprise.

Remblais

Les déblais provenant des fouilles destinées au remblai et les remblais en terre d'apport seront exempts de débris d'origine végétale ou organique. La mise en place se fera par couches successives de 0,20 m soigneusement compactée avec arrosage optimal pour chaque couche.

Compactage et contrôle par essais à la plaque à raison de 1 essai pour 300 m².

Après exécution des fondations en béton armé, le remblaiement des espaces de travail doit être fait par tout venant d'apport 0/31.5 soigneusement compacté.

Bétons

Béton de Propreté

Les semelles de propreté en béton dosé à 150 kg/m³ seront coulées au fond des fouilles isolées bien réglées. Elles auront une épaisseur de 0,05 m et déborderont de 0,05 m.

Béton Armé en fondation

Après avoir pris toutes les dispositions de bonne mise en place du coffrage, du ferrailage et du réglage des attentes - poteaux, il sera coulé en fondation et sur béton de propreté un béton dosé à 350 kg/m³. Ces bétons seront rigoureusement vibrés.

Armatures en acier HA.

Compris toutes sujétions de réservations et d'inserts, ou d'acier en attente, décaissés, liaisons entre semelles.

Béton Arme dose a 350 kg/m³

Seront en béton armé dosé à 350 kg/m³ tous les éléments fléchis, travaillant en compression ou en traction. Ce sont les poutres, les chaînages (chaînages bas, chaînages allèges, chaînages hauts, chaînages rampants), les poteaux et les longrines. Ils devront être coffrés en bois blanc (Samba de préférence) de 40 mm d'épaisseur ou en coffrage métallique.

Leur aplomb et le parallélisme de leurs faces devront être strictement respectés. Sont également en béton armé dosé à 350 kg les planchers en dalle corps creux de 20 cm.

Rebouchage des Réservations

Bouchement des différentes gaines techniques, après passage des différents fluides techniques, en respectant le degré coupe-feu, avec un matériau ayant les mêmes caractéristiques acoustiques que le plancher.

Compris toutes sujétions de coffrage et décoffrage, ancrage par acier dans les rebords des trémies.

Forme de dallage – Rampe d'accès – Marches, Escalier

Sur le remblai bien compacté, il sera exécuté une forme de dallage en béton dosé à 300 kg/m³ avec incorporation d'une maille de répartition d'armatures haute adhérence de diamètre 8 mm ; ces aciers formant un quadrillage de dimensions précisées sur les plans.

Cette forme de dallage aura une épaisseur totale de 15 cm pour tous les sols à l'exception des sols carrelés.

Les marches seront réalisées en béton dosé à 250 kg/m³ et leur positionnement sera conforme aux plans.

- Réalisation d'escalier en béton armé coulé sur place ou préfabriqué.

Largeur volée : 1.40 m

Marches : hauteur 17 cm, giron 30cm

Aspect : finition béton ciré ou carreau antidérapant

- Réalisation d'acrotères en béton dosé à 350 kg de CPJ-CEM II 42,5 par m³ de béton.
Section selon plans. Coffrage droit à parement soigné.

Armatures en acier HA.

Compris : reprise de bétonnage ; feuillures, engravures ; réservations ; incorporations diverses ; renforcement des armatures pour lutter contre le retrait.

Composition des Bétons

La quantité d'agrégats entrant dans la composition du béton sera en moyenne de 0,400 m³ de sable et 0,800 m³ de gravier. La fabrication du béton devra être conforme aux règles BAEL.

- *Ciment : nature – stockage et mode de livraison*

Le ciment employé est le CPJ 35 répondant à la norme NFD 15302 et des normes nouvelles qui la modifient ou la complètent. L'emploi du ciment reconditionné et de chaux comme liant pur ou mélangé au ciment est strictement interdit.

Le ciment sera livré en bon état en sacs plombés, non reconditionnés et portant les marques d'origine. Il sera stocké dans les locaux couverts et à l'abri de l'humidité. Le délai maximum de stockage est de trois (03) mois à compter de la date d'ensachage.

- *Eau de gâchage*

L'eau de gâchage ne doit contenir ni matière organique ni sel dépassant la limite admise par la norme. Son poids sera sensiblement égal à 25% du poids de ciment dans le cas compatible avec une bonne mise en œuvre. En particulier, la proportion d'eau devra être adaptée à l'état hygrométrique des granulats. L'eau de mer est formellement interdite.

- *Les aciers*

Les aciers pour armatures seront de type laminé répondant aux conditions des normes :

Les aciers à haute adhérence seront employés comme armatures principales dans les éléments en béton armé. Les surfaces des aciers peuvent être légèrement oxydées, mais sans rouilles ni traces de peinture, ni graisse.

- *Le granulat (sable)*

Il devra être propre, exempt de tous produits animaux et végétaux. Le sable pour mortier et béton ne devra contenir en poids, plus de 5% de fins traversant le tamis de 900 mailles par centimètre carré. Il ne devra pas contenir de grains dont les dimensions dépasseraient les limites ci-après :

- sable pour enduits intérieurs : devra passer au travers d'un grillage moustiquaire ;
- sable pour autres enduits : devra passer au travers d'un grillage de 2,5m/m ;
- sable pour béton : devra passer au travers d'un grillage de 5m/m ;
- sable pour béton non armé : devra passer au travers d'un grillage de 10m/m.

Son équivalence de sable sera supérieure à 80. Les sables et leur origine ne seront acceptés que par les respects des prescriptions ci-dessus :

- **Graviers**

Les graviers seront soit du quartz du granite concassé et devront satisfaire aux granulométries suivantes :

- gravillon pour béton, pour agglomérés et corps creux : ne pouvoir passer en aucun sens dans l'anneau de 5m/m et pouvoir passer en tous sens dans l'anneau de 10m/m ;
- gravillon pour béton armé : ne pouvoir passer en aucun sens dans l'anneau de 5m/m et pouvoir passer en tous sens dans l'anneau de 20m/m ;
- pierre cassée pour tous les autres bétons : ne pouvoir passer en aucun sens dans l'anneau de 40m/m.

Sous réserve de confirmation par un laboratoire agréé, les dosages suivants sont à considérer :

Tableau 30 : Les dosages de divers bétons

N°	Série	Dosages	Granulométrie	
		Kg/m ³	Sable	Gravier
1	Béton de propreté	150	0,16/3	6,3/25
2	Dallage	300	0,16/3	6,3/25
3	Semelles, socles, îlots	250 ou 350	0,16/3	6,3/25
4	Chainage, poteaux, poutres, voiles	350	0,1/6	6,3/25
5	Enduit	350	0,1/6	-
6	Parpaing	250	0,1/6	-
7	Claustras	400	0,1/6	-
8	Chape	600	-	-

Réseaux enterrés

Tranchées et Remblais

Exécution de tranchées par tout moyen mécanique adaptée, à partir des plates-formes de terrassement, ou des remblais sous dallage exécutés par le présent lot.

Compris évacuation des déblais à une décharge publique, réglage des parois et fonds.

Compris élargissement des fouilles au droit des regards.

Profondeur variable.

Avant mise en œuvre des canalisations, fourniture et compactage d'un lit de sable 0/5 de 15 cm d'épaisseur mini en fond de fouille. Après pose des canalisations, couverture sable 0/5, épaisseur 15 cm au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau, compactée. Fermeture par TV 0/20 compacté pour le reste des fouilles.

Enrobage des canalisations par du béton dans le cas de faible couverture (< 15 cm sous

dallage) en remplacement du sable et du tout-venant.

Canalisations enterrées

Pour réseau ER :

Tuyaux en PVC série assainissement. Diamètres selon plans.

Compris pentes, pièces spéciales, raccordements sur les regards, calfeutrements étanches, attentes par culottes obturées hors dallage et toutes sujétions.

Regards de visite

Fourniture et pose de regards de visite étanches préfabriqués, en béton, avec tampon hydraulique en fonte, pour circulation véhicules légers.

Dimensions en plan : 50 x 50 cm. Profondeur fonction du fil d'eau.

Compris élargissement des fouilles au droit des regards.

Compris raccordement des tuyaux, calfeutrement et étanchéité.

Regard avaloir

Réalisation d'un regard avaloir, en béton, avec tampon grille en fonte, pour circulation véhicules légers.

Dimensions en plan : 50 x 50 cm. Profondeur en fonction du fil d'eau.

Compris élargissement des fouilles au droit des regards et remblaiement.

Travaux de Maçonnerie

Les travaux de maçonnerie concernent :

- les murs de soubassement ;
- les murs en élévation.

Les Murs de Soubassement

Ils sont réalisés en agglos pleins de 0,15 x 0,2 x 0,4 m hourdés au mortier de béton dosé à 250 kg/m³.

Les Murs en Elévation

Les murs en élévation formeront un bardage entre les éléments porteurs. Ils seront en agglomérés creux de 0,15 x 0,2 x 0,4 m ou en agglos pleins de 0,10 x 0,20 x 0,40 m ou en béton armé de 25 cm d'épaisseur selon le cas. Ils seront fondés sur la semelle filante ou sur éléments horizontaux (aux étages). Ils seront enduits à la face intérieure et à la face

extérieure. Ils seront hourdés au mortier de ciment dosé à 250 kg/m³ ou dosés à 350 kg/m³ selon le cas.

Revêtements Maçonnés

- **Enduits**

Toutes les maçonneries en élévation à l'exception des surfaces destinées à être revêtues de carreaux seront enduites au mortier de ciment.

Les enduits seront exécutés en deux couches (corps d'enduits 11 à 16 mm et couche de finition 4 mm) avec une épaisseur de 1,5 cm pour les enduits intérieurs et 2 cm pour les enduits extérieurs avec introduction d'un hydrofuge de type sikalite (1 kg par paquet de ciment). Le mortier de ciment sera dosé à 350 kg de ciment/m³.

Tous les enduits seront talochés et bien nivelés.

L'enduit devra présenter une surface nette permettant d'avoir des arêtes bien rectilignes au niveau des intersections de plans.

- **Chapes**

La chape au sol sera exécutée au mortier de ciment dosé à 600 kg/m³. Elle couvrira le sol de certains locaux non destinés à être carrelés.

Exécution des ouvrages de maçonnerie

Les agglomérés pleins et creux seront moulés conformément aux normes. Le taux de résistance à l'écrasement à 21 jours doit donner un résultat satisfaisant. Le moulage des agglomérés doit être effectué dans un endroit non ensoleillé et les briques moulées doivent être posées et seront conservées afin d'éviter les phénomènes de prise rapide non normalisée du mortier.

Prescriptions générales sur matériaux

La qualité des matériaux est définie par référence aux spécifications et prescriptions techniques imposées pour chacun d'eux.

L'Entrepreneur propose à l'agrément du Maître d'Œuvre la nature et la provenance des matériaux. Il est précisé que, l'entrepreneur devra fournir au Maître d'œuvre les noms et adresses de tous les fournisseurs, sites, carrières et ballastières et qu'aucun approvisionnement ne pourra se faire sans l'accord préalable écrit du Maître d'Œuvre.

Il est également indiqué que l'entrepreneur ne peut modifier les provenances et lieux d'extraction des matériaux sans l'autorisation du Maître d'Œuvre.

Tout matériau non conforme fera l'objet de son remplacement par l'Entrepreneur.

Les provenances des différents types de matériaux à mettre en œuvre par l'entrepreneur sont définies dans le tableau ci-dessous :

Tableau 31 : Nature et provenance des matériaux

Nature des matériaux	Provenance des matériaux
Matériaux pour remblais généraux, fouilles, contigus aux ouvrages	Emprunts agréés par le Maître d'Œuvre
Sables pour mortiers et bétons agrégats moyens et gros pour bétons	Carrières et ballastières agréées par le Maître d'Œuvre
Ciments, aciers pour Béton Armé	Usines agréées par le Maître d'Œuvre ; Producteurs agréés par le Maître d'Œuvre
Fer, fonte, et fabricants et acier	Usines, producteurs agréés par le Maître d'Œuvre
Bitume, asphalte, étanchéité bois, badigeons	Usines, producteurs agréés par le Maître d'Œuvre
Éléments préfabriqués en béton	Usines, producteurs agréés par le Maître d'Œuvre
Waterstop, drains, tuyaux PVC et tout autre produit faisant l'objet du projet	Usines, producteurs agréés par le Maître d'Œuvre

Dans tous les cas, les ciments d'une même spécification proviendront d'une même usine.

Travaux de menuiserie

Menuiserie Bois

Les travaux de menuiserie bois concernent :

- ✓ la fabrication et la pose de portes en bois massif (teck de préférence) de dimensions variables selon les plans. Leurs positions respectives sont indiquées sur les plans. L'épaisseur des portes sera de 4 cm au minimum. Les cadres auront au minimum 4 cm d'épaisseur et devront être parfaitement scellés dans les maçonneries. La feuillure de fermeture des portes sera de 3,8 cm. Tous les cadres seront munis de couvre-joints en bois durs de 1 x 3 cm avec moulures.
- ✓ La fabrication et la pose de placards de diverses dimensions. L'Entrepreneur veillera à ce que les huisseries soient bien ancrées dans les murs.

La quincaillerie de chaque porte comprend :

- ✓ 3 paumelles doubles à nœud cylindrique en laiton étiré de 140 x 60 minimum ;
- ✓ une serrure type débaurain ou similaire de sûreté spécialement traitée anticorrosion;
- ✓ serrure à condamnation extérieure et à bouton tournant intérieur pour les toilettes ;
- ✓ verrous encastrés selon les cas.

Toutes ces quincailleries seront de première qualité, estampillées des premières marques françaises type La perche ou Vachette.

La qualité du bois et ses conditions de protection doivent être conformes aux

prescriptions du CCTP. Le bois à mettre en œuvre aussi bien pour les portes que pour les fenêtres ne devra comporter aucun nœud ou trace de pourriture ; Il sera parfaitement sec et traité contre les xylophages, à l'aide des produits fongicides et insecticides (2 couches à appliquer obligatoirement sur le chantier).

Menuiserie Métallique et aluminium

Les travaux de menuiserie métallique comprennent :

- la fabrication et la pose de portes métalliques en acier selon les indications des plans ;
- la fabrication et la pose de portails et de portillons en acier selon les indications des plans;
- la pose de grilles antieffraction incorporées ou non aux cadres des fenêtres.

Les portes sont à paroi unique avec châssis creux unilatéral périphérique en tôle (15/10è) d'acier emboutie, chanfreinée ou étirée, avec une tôle (15/10è) lisse simple, pliée dans le châssis creux et fixée sur lui par des points de soudure. Les portes seront munies de crochets de blocage.

Les profilés laminés répondent aux DIH 1022 à 1029 (Fer cornière de 35 et tube carré de 30).

Les fenêtres seront vitrées avec ossatures en alu.

Les grilles antieffraction de protection des ouvertures hautes d'aération seront réalisées avec des tuyaux galvanisés de 40/49 ou à défaut avec des fers à béton haute adhérence de diamètre 14 mm protégés par des tuyaux PVC de 20 mm.

Selon les dimensions des portes, les châssis, profilés et tôles, des dimensions suffisamment fortes pour assurer la stabilité de la surface.

Avant leur pose, elles reçoivent une protection appropriée antirouille et anticorrosion.

- ***Fenêtres***

Toutes les fenêtres extérieures seront de type fenêtres en aluminium anodisé 20 microns avec barreaudage antieffraction intérieur.

Tous les éléments : Pré cadres, cadres, montures, jets d'eau, pièces d'appui, par closes, habillages, calfeutremments, quincailleries, accessoires divers, doivent être conformes (ainsi que les assemblages) aux normes. La coloration demandée pour l'aluminium est le bronze obtenu par le procédé de l'anodisation.

Marque de référence : HUECK, PECHINEY ou similaire.

Le choix des profilés constituant les châssis et cadres est soumis à l'approbation de l'ingénieur et du maître d'ouvrage dans le respect des impératifs définis : système d'ouverture, mode d'assemblage, etc.

Les assemblages devront présenter une parfaite rigidité sans toutefois permettre des infiltrations et le séjour de l'eau entre les profilés assemblés.

Une parfaite étanchéité des vantaux à l'eau et à l'air devra être assurée. Les eaux de condensation seront conduites vers l'extérieur par des « tubes de buées » judicieusement disposés (orifices extérieurs protégés) de façon à éviter les refoulements d'eau sous l'action du vent.

Fixation des accessoires exclusivement par vis inoxydables.

L'entrepreneur présentera au maître d'œuvre, des propositions sous la forme de catalogues, fiches techniques et échantillons nécessaires.

- **Vitrage**

Les vitrages seront en verre d'épaisseur en aucun cas inférieur à 6 mm, verre teinté et réfléchissant avec une légère coloration bleue ou verte. Marque de référence : COOLLITE type S.V.08 de Saint Gobain.

Electricité

Alimentation électrique

Ce chapitre s'assurera que les branchements aux réseaux publics seront réalisés sous le contrôle des services gestionnaires.

Bilan de puissance

Le titulaire devra également faire valider les coefficients de foisonnement et de simultanéité par la Maîtrise d'Œuvre.

Installation du chantier

- ✓ L'éclairage des escaliers (si leur éclairage ne peut être maintenu pendant les travaux) par une installation fixe (hublots classe II) avec éclairage de sécurité par blocs autonomes à chaque palier.
- ✓ L'éclairage des axes de circulations principales de chaque niveau par une installation fixe composé de luminaires fluorescents et de blocs de balisage de sécurité.

Distribution

Toutes les canalisations électriques seront constituées de conducteurs agréés. En aucun cas, elles ne seront encastrées dans les planchers.

- ***Chemins de câble***

Les chemins de câbles seront différenciés pour les courants forts « CFO », les courants faibles CFA et les câbles Voix Données Image « VDI ».

Toutes ces canalisations comporteront un conducteur de protection vert-jaune de mise à la terre.

- ***Mise à la terre***

Tous les éléments constituant les prises et circuits de terre sont prévus au présent corps d'état.

- ***Mise à la terre des cellules***

L'ensemble du matériel sera mis à la terre par un conducteur cuivre nu 50 mm² reliant toutes les cellules et masses métalliques et aboutissant sur une barre cuivre permettant le raccordement à la prise de terre générale.

- ***Parafoudres***

Les matériels électroniques sensibles seront protégés par des parafoudres spécifiques de capacité standard.

Les commandes d'éclairage de ces locaux se feront par interrupteurs.

- ***Appareillages***

Toutes les commandes des locaux seront accessibles depuis l'entrée du local côté ouvrant.

Les matériels utilisés pour l'infrastructure électrique devront être à la norme CE et on privilégiera les matériels de la marque LEGRAND ou ARNOULD ou équivalent approuvé (Disjoncteurs, prises, câbles, etc..).

La hauteur d'implantation de l'appareillage par rapport au sol fini (sauf indication contraire sur les plans) sera pour :

- Boutons poussoirs, commandes 1,10 m.
- Prises de courant 0,40 m.
- Prises de courant des locaux techniques ou humides 1,10 m.

Implantation de ces éléments à plus de 40 cm dans un angle rentrant.

Plomberie

Eau de ville

Le réseau d'eau potable sera alimenté par l'eau de la SONEB.

EU/EV

Aucun réseau d'égout existant

L'installation de fosses septiques est prévue.

Calcul des débits

Les critères de calcul des installations sanitaires, tant en alimentation qu'en évacuation sont établis conformément au DTU 60.11.

Les débits à prendre en compte pour les appareils sont les suivants :

Tableau 32 : Les différents débits des appareils

	Débit l/s EF	Débit l/s ECS	Débit l/s Evac
WC suspendu avec robinet de chasse	1,5		1,5
Lavabo	0,2	0,2	0,75
Lave main	0,1	0,1	0,5
Déversoir mural	0,33	0,33	0,75
Paillasse	0,2	0,2	0,75
Kitchenette	0,2	0,2	0,75
Robinet de puisage	0,33	0,33	1,5

Le débit à prendre en compte est obtenu en multipliant la somme des débits des appareils par un coefficient de simultanéité (suivant DTU 60.11) donné par la formule :

$$\frac{0,8}{\sqrt{x-1}} \quad x = \text{nombre d'appareils}$$

Diamètres entre les réseaux généraux et les appareils :

A l'intérieur de chaque local terminal d'utilisation (cellule sanitaire, toilettes...), le diamètre intérieur des tuyauteries d'alimentation EF/EC sera sélectionné suivant le mode de calcul "Installation individuelle" défini au chapitre 2.12 du DTU 60.11.

Le mode de calcul "Installation collective" sera appliqué dans les cas suivants :

- Trop grand nombre d'appareils entraînant une somme des coefficients supérieurs à 15.
- Tronçon commun alimentant une production d'eau chaude individuelle.
- Tronçon alimentant des robinets de chasse de WC.

Contraintes Techniques

- **Vitesse d'écoulement minimum**

Canalisation d'amenée au bâtiment 2,00 m/s.

Réseaux généraux en locaux techniques, en vide sanitaire ou en sous-sol 1,50 m/s. Réseaux généraux, hors locaux techniques, en zone habitée ou d'activité, colonnes montantes 1,10 m/s.

Réseaux particuliers à l'intérieur des locaux habités 1,00 m/s.

- **Pression**

Pression minimum résiduelle au robinet sanitaire le plus défavorisé 1bar.

Pression minimum résiduelle sur attentes corps d'états techniques 3bars.

Pression maximum au robinet le plus exposé 3 bars.

- **Diamètres minima**

En tout état de cause les diamètres minimaux à mettre en œuvre par type de tuyauterie sont :

- 10/12 pour le tube cuivre.

- **Calculs des réseaux généraux d'eau chaude**

Température :

- Température de production : >60°C.

- Température de distribution au départ des réseaux d'eau chaude : 60°C.

- Température maximum de distribution aux appareils dans les pièces destinées à la toilette: 50°C.

Réseaux d'eaux usées et d'eaux vannes

Débits de base des appareils : suivant DTU 60.11.

- **Dimensionnement des réseaux**

- La simultanéité sera estimée d'après le chapitre eau froide.
- Les vitesses choisies devront être comprises entre 0,75 m/s et 3 m/s afin de conserver l'auto curage des tuyauteries.
- Le remplissage sera prévu à 5/10.

Tableau 33 : Diamètres de raccordement aux appareils

	Cuivre	PVC
Douche	40/42	43 ⁶ x 50
Lavabo	30/32	26 ⁸ x 32
Evier	40/42	43 ⁶ x 50
Urinoir	50/52	56 ⁶ x 63

Les WC seront évacués par des pipes en PVC de diamètre 100 mm.

Les vidanges et les siphons seront conformes à la norme en vigueur.

- *Collecteurs secondaires*

Les bouchons de dégorgeement seront de même diamètre que les canalisations. Ils seront disposés à chaque changement de direction et en bout de collecteur.

Il ne devra être effectué aucune diminution de diamètre en suivant le fil d'eau des canalisations.

Il sera donné autant que possible une pente de 2 cm/m, avec un minimum de 1 cm/m, et un maximum de 3 cm/m (afin d'éviter les effets d'auto-siphonage des appareils).

- *Description du système employé pour les chutes et collecteurs*

Le système de chute employé sera le système séparatif (chutes EU et EV distinctes) étant précisé que, d'une manière générale, toutes les précautions seront prises afin de protéger les gardes d'eau des siphons des appareils contre les effets induits par les autres appareils ou les auto-siphonages et afin que la circulation de l'air soit assurée dans toutes les parties du système :

- Chaque siphon d'appareil sanitaire devra avoir 50 mm minimum de garde d'eau.
- Respecter les diamètres fixés.
- Ventiler en secondaire les collecteurs reprenant plus de 2 appareils, tel que défini dans le DTU 60.11 ou ayant des distances de raccordement supérieures à 5 m en développé.
- Chaque chute fera l'objet d'une ventilation ramenée en terrasse soit par une ventilation de même diamètre, soit par une ventilation largement dimensionnée reprenant plusieurs chutes (diam. 125 pour 2 chutes et au-delà).
- Les sorties de ventilation en terrasse devront se faire dans des parties inaccessibles et jamais situées près de prises d'air de climatisation.

Il sera posé des orifices de dégorgeement à tous les changements de direction, tous les 30 mètres au maximum s'il n'y a pas de changement de direction et à tous les pieds de chutes.

- **Installation**

Le concessionnaire prévoit l'installation d'un compteur d'Eau Potable en limite de propriété. Depuis ce compteur, le réseau est acheminé dans le local technique plomberie du RDC (local AEP). Chaque appartement dispose d'un décompteur, chaque salle d'eau est équipée d'une vanne d'arrêt en plus des vannes d'arrêt des équipements.

Les travaux à réaliser comprennent : la pose de tous les appareils, robinetterie et accessoires sanitaires, les raccordements au réseau d'eau, les réseaux de distribution d'eau potable, les appareils sanitaires, robinetterie et accessoires, les réseaux d'évacuation des eaux usées et eaux vannes jusqu'aux fosses septiques et puisards.

Les différents appareils sanitaires seront posés conformément aux plans aménagés et plan de plomberie (voir plans aménagé et plan de plomberie).

L'alimentation en eau sera en tuyaux PVC. La collecte et le drainage des eaux usées et des eaux vannes vers les fosses septiques et puisards se fera suivant le plan de plomberie. Il est prévu la construction de :

- une (01) fosse septique de type 30 usagers,
- trois (03) puisards dont 01 pour la fosse septique et 02 autres pour recueillir les eaux usées
- quatre (04) regards pour eaux usées et eaux pluviales.

- **Appareils sanitaires**

Les appareils sanitaires et accessoires sont de type tertiaire.

Tous les appareils isolés sont équipés de vannes d'isolement.

- **Sanitaires**

Les WC sont sur pied et équipés de réservoir de chasse 3/6 Litres.

Des lavabos sont également prévus dans les sanitaires.

Les robinetteries sont temporisées, sauf dans les locaux de service.

- **Eaux Pluviales**

Des descentes en PVC sont prévues pour l'évacuation de l'eau pluviale

Climatisation

Les chambres et les séjours aux étages sont équipés de climatiseur type split system :

Les unités intérieures sont murales. Elles comprennent :

- Une enveloppe métallique, en tôle acier galvanisé traité et peint en une peinture décorative et résistante aux intempéries.

- Une batterie d'évaporation en tube cuivre à ailettes aluminium.
- Un moto-ventilateur centrifuge ultra -silencieux.
- Un filtre à Air à haute efficacité régénérable
- Une grille de soufflage à aubes directionnelles et automatiques (quatre directions fixes pour les cassettes).
- Une grille de reprise.

Les unités extérieures sont installées contre le bâtiment ou au sol selon les cas. Elles comprennent :

- Un compresseur hermétique rotatif ou " Scroll " équipés d'une protection interne
- Un moto-ventilateur centrifuge
- Une batterie de condensation à Air, protégée contre les effets de l'embrun marin.
- Un coffret électrique de protection et de commande.

Les Puissances frigorifiques des locaux doivent être en compte pour l'installation des splits.

Commande et Régulation

Le climatiseur split-system sera doté d'une télécommande à infrarouge affichage à cristaux liquides équipée d'une fonction de déshumidification réglée par micro-processeurs, d'un thermostat, d'un sélecteur de vitesse et de mode de fonctionnement (froid ou ventilateur).

Evacuation condensats

L'évacuation des condensats est réalisée depuis les appareils jusqu'aux attentes EU par canalisation PVC pression en carté de diamètre 25mm.

En pied de chaque colonne « EU condensats », des siphons sont mis en place.

Installation des climatiseurs split-system

L'installation des climatiseurs split-systèmes s'effectuera en trois étapes :

- 1- La pose et le contrôle d'étanchéité des liaisons frigorifiques et électriques (tuyauteries frigorifiques isolées, tuyauteries d'évacuation des condensats, et câbles d'alimentation) ;
- 2- La pose, le raccordement frigorifique et électrique de l'unité intérieure et des appareillages de protection ;
- 3- La pose, le raccordement frigorifique et électrique du groupe condenseur.

La soudure est formellement interdite sur les tuyauteries frigorifiques entre les unités intérieures et extérieures des climatiseurs split-system. Si les câbles reliant les unités des

climatiseurs split-systèmes sont dans le même fourreau PVC que les tuyauteries frigorifiques calorifugées, ils doivent être de type U 1000 R02V ou VGV multi paires.

L'étanchéité au point de jonction des isolants thermiques (armaflex) devra être assurée. La colle PVC devra être utilisée dans le cas des tuyaux PVC.

Les unités intérieures des climatiseurs splits posées au mur à une hauteur minimale de deux (02) mètres du sol fini. Quant aux unités extérieures, elles seront posées au sol sur socle maçonné. Les évacuations des condensats seront encastrées drainées dans des tuyaux PVC de diamètre 32 mm, vers regards au sol.

Conditions intérieures

Pour l'ensemble des locaux

Température sèche : 23° C + 1° C

Hygrométrie : 50 % HR + 10 % HR

Peinture

Après le brossage et le nettoyage des surfaces enduites, toutes les faces intérieures visibles des maçonneries recevront trois (03) couches de peinture vinylique FOM à l'intérieur et de MAMOREX à l'extérieur.

Les teintes sont au choix du maître d'ouvrage qui se réserve le droit de faire exécuter des surfaces – témoins.

Les menuiseries en bois (portes, etc.) recevront trois couches de peinture glycérophtalique (à huile).

Les menuiseries métalliques recevront deux couches d'antirouille et deux couches de peinture à huile.

La finition des surfaces peintes doit être nette et de teinte uniforme.

Toutes les faces vues des maçonneries extérieures seront peintes conformément aux plans de façade présentée par l'Architecte.

Les sanitaires, cuisine et salle d'eau recevront (lorsqu'elles ne sont pas carrelées sur leurs parois verticales) la peinture à l'huile jusqu'à la hauteur des portes (2,10m) avant de recevoir la couche d'apprêt. Les enduits recevront un badigeon d'eau acidulée d'une solution de sulfate de Zinc pour neutraliser les traces de chaux éventuelles. Les surfaces seront ensuite préparées selon les règles de l'Art et recevront deux couches croisées de peinture à l'huile brillante 30%.

Toutes les surfaces devront être complètement recouvertes sans traces de ponceau, gouttes ou surépaisseur.

Les teintes et les qualités seront précisées par l'Architecte en agrément avec le maître d'ouvrage après présentation d'échantillons.

Etanchéité

L'étanchéité sur l'édicule sera exécutée avec le produit "HYRENE" et selon les indications prescrites par le fabricant.

Autres travaux

Fourniture et pose de pavés (ép 11cm)

Fourniture et pose de pavés en béton, suivant les prescriptions suivantes :

- Couleur et forme du pavé suivant la demande de l'architecte.
- Revêtement de sol pour circulation, extérieur et parking
- Résistance aux agressions climatiques, Résistance à l'abrasion

Les tolérances de pose des pavés sont :

- x et y : $\pm 0,5\text{cm}$
- z : 0, + 0,5cm

Verdure

Il est prévu la réalisation d'espace vert (jardin) dont les dimensions et positions sont précisées dans les plans architecturaux.

Signalisation horizontale

La signalisation horizontale sera couleur blanche en résine thermoplastique. Les produits doivent répondre aux normes et certifications ASQUER en vigueur. Les spécifications techniques des produits devront répondre aux critères suivants :

- Visibilité de jour : composantes trichromatiques,
- Visibilité de jour : coefficient de luminance sous éclairage diffus,
- Visibilité de nuit par temps sec, par temps humide et par temps de pluie : coefficient de luminance rétro réfléchi,
- Résistance au glissement : coefficient SRT,
- Facilité de mise en œuvre : temps de séchage et aptitude au stockage prolongé.
- Les produits utilisés satisfont au référentiel PMA_NF2 (produits de marquage de

chaussées certifiées selon les normes européennes : NF EN 1436 et NF EN 1824)

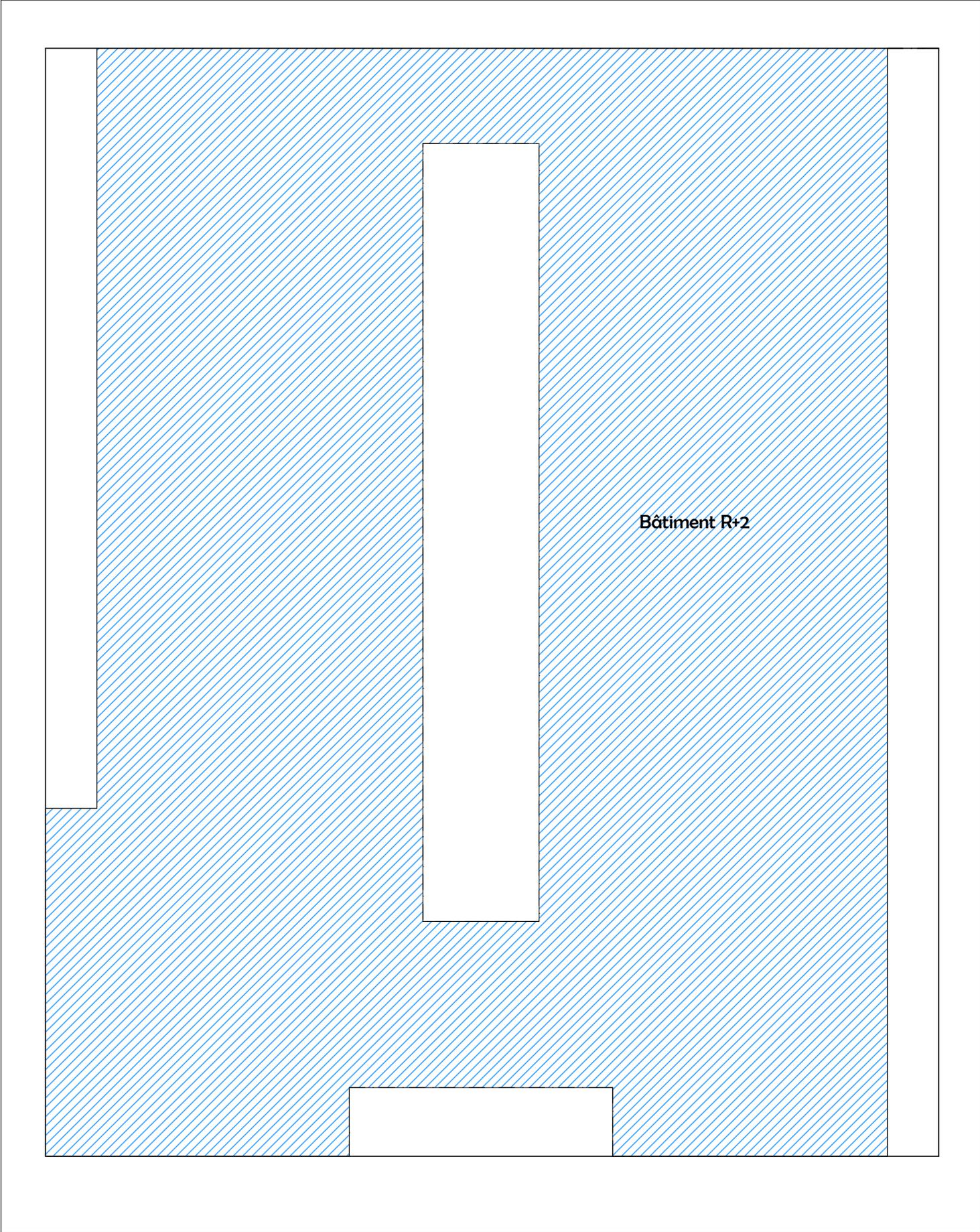
Localisation : REZ DE CHAUSSEE

Nettoyage de mise en service

Les nettoyages de mise en service seront exécutés conformément aux stipulations du DTU. Ces travaux ont pour but de livrer tout le bâtiment en parfait état de propreté pour la réception provisoire avant la prise de possession par le maître d'ouvrage. Ils se résument comme suit :

- Nettoyage des revêtements au sol.
- Nettoyage des revêtements muraux.
- Nettoyage des appareils et accessoires sanitaires.
- Nettoyage des baies de portes et fenêtres.
- Nettoyage de la cour et des environs immédiats.

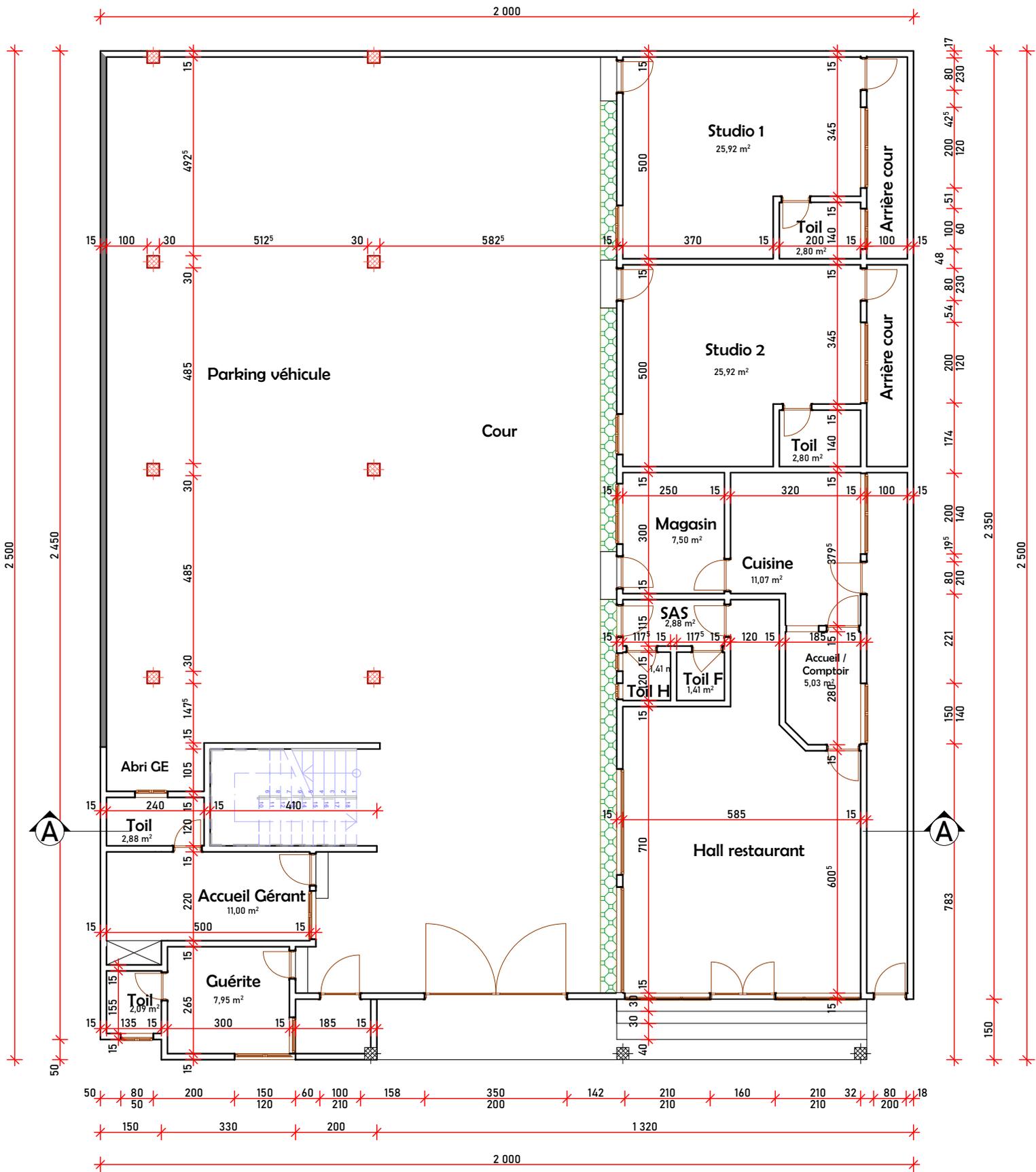
ANNEXE B: PLANS ARCHITECTURAUX



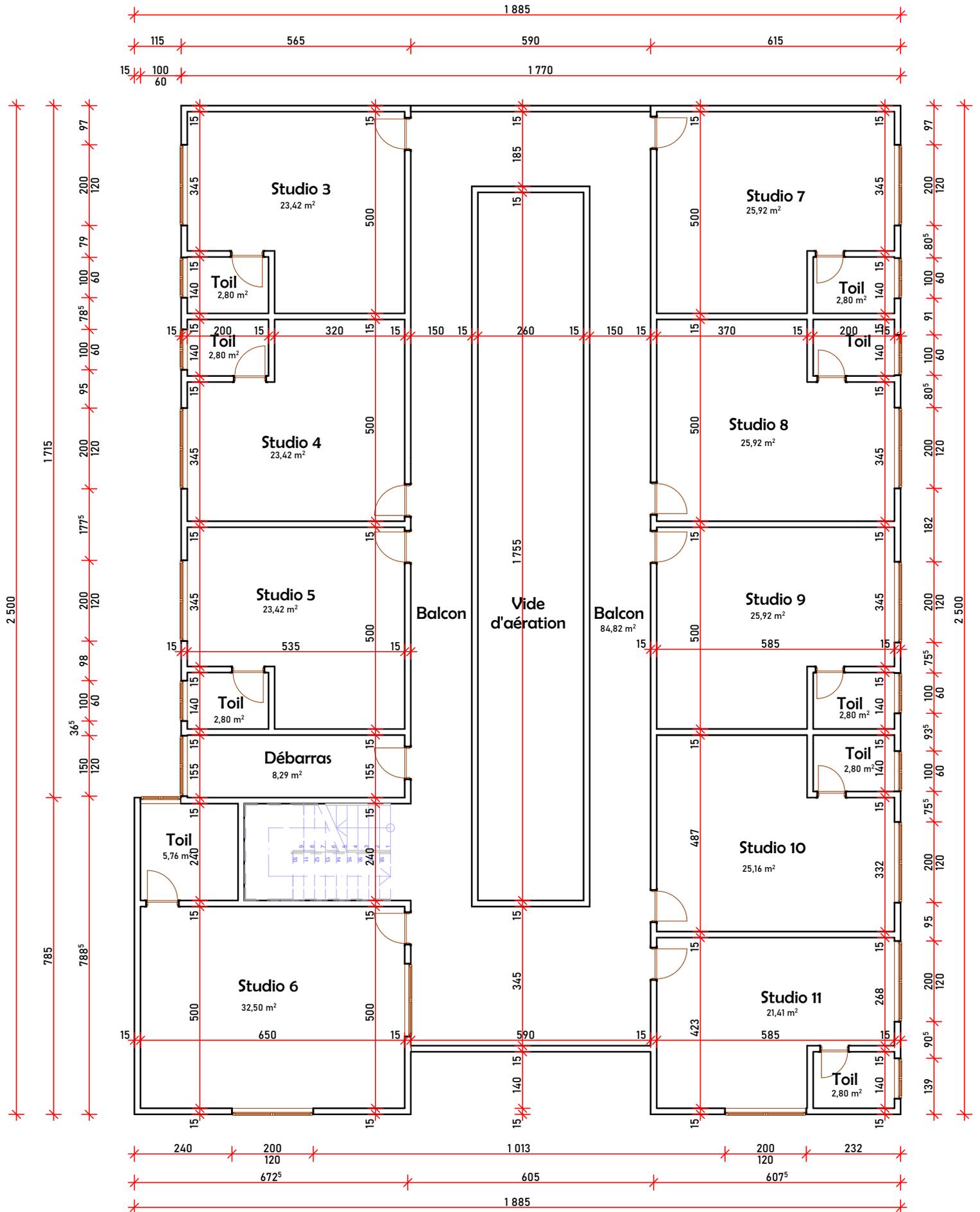
Bâtiment R+2

Plan de masse

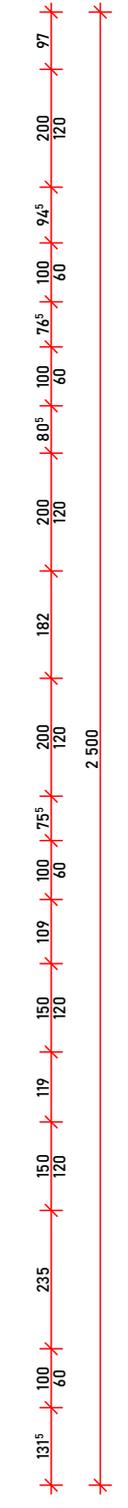
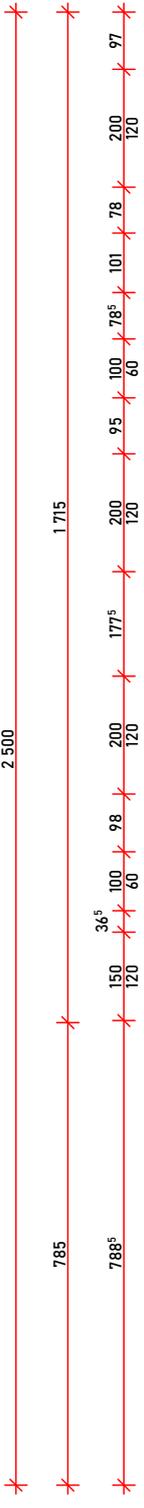
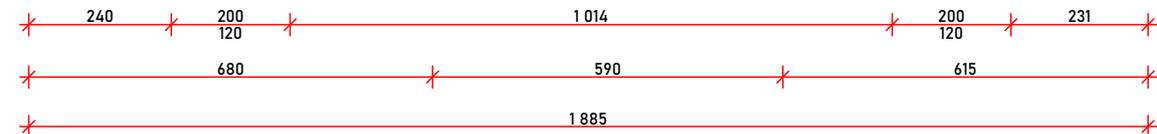
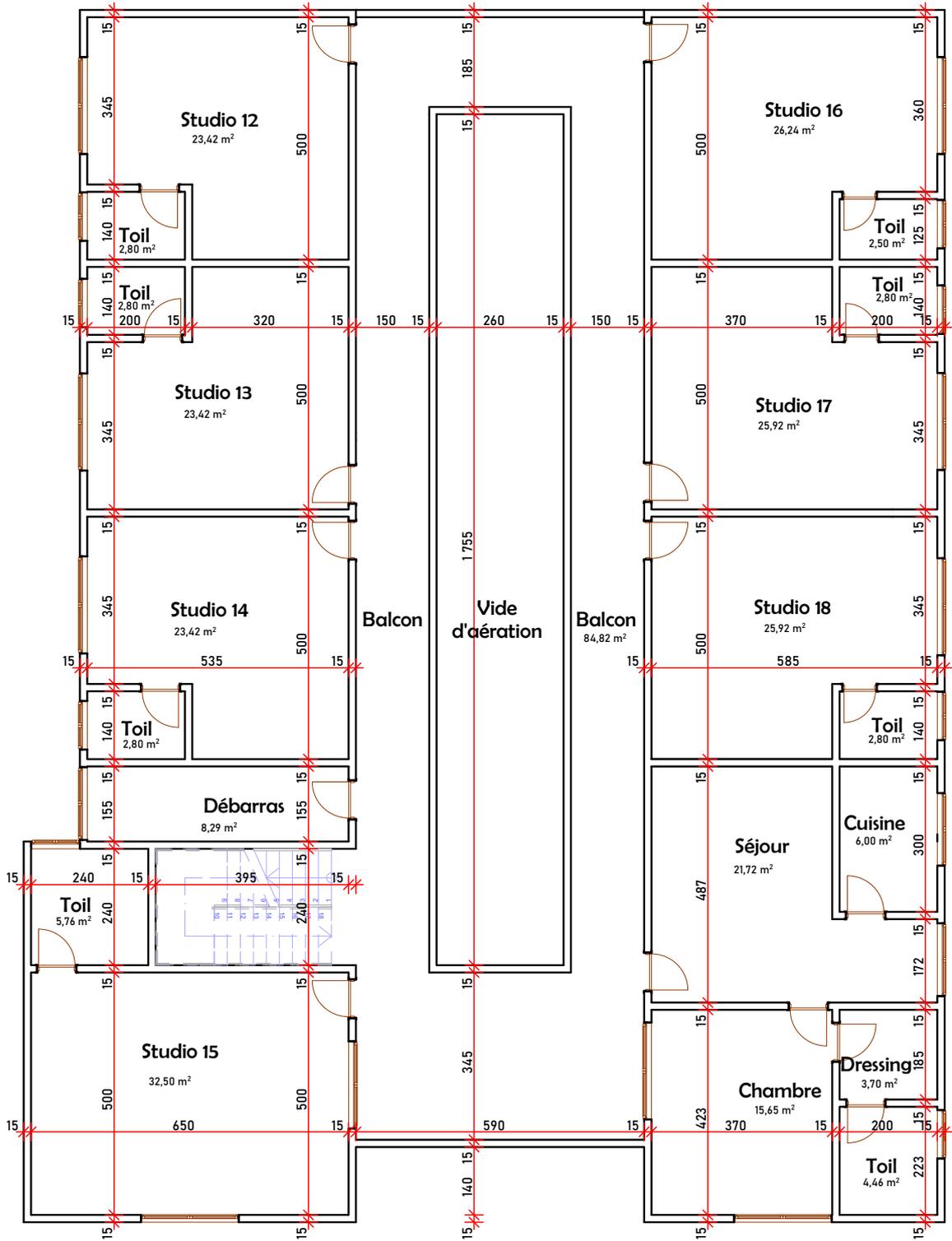
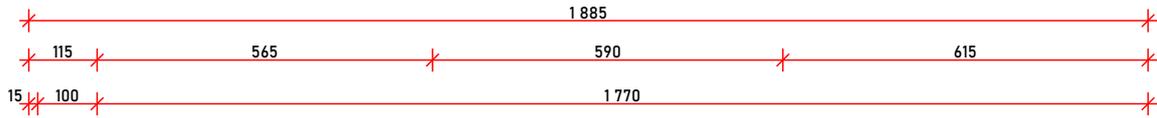
Echelle 1/100



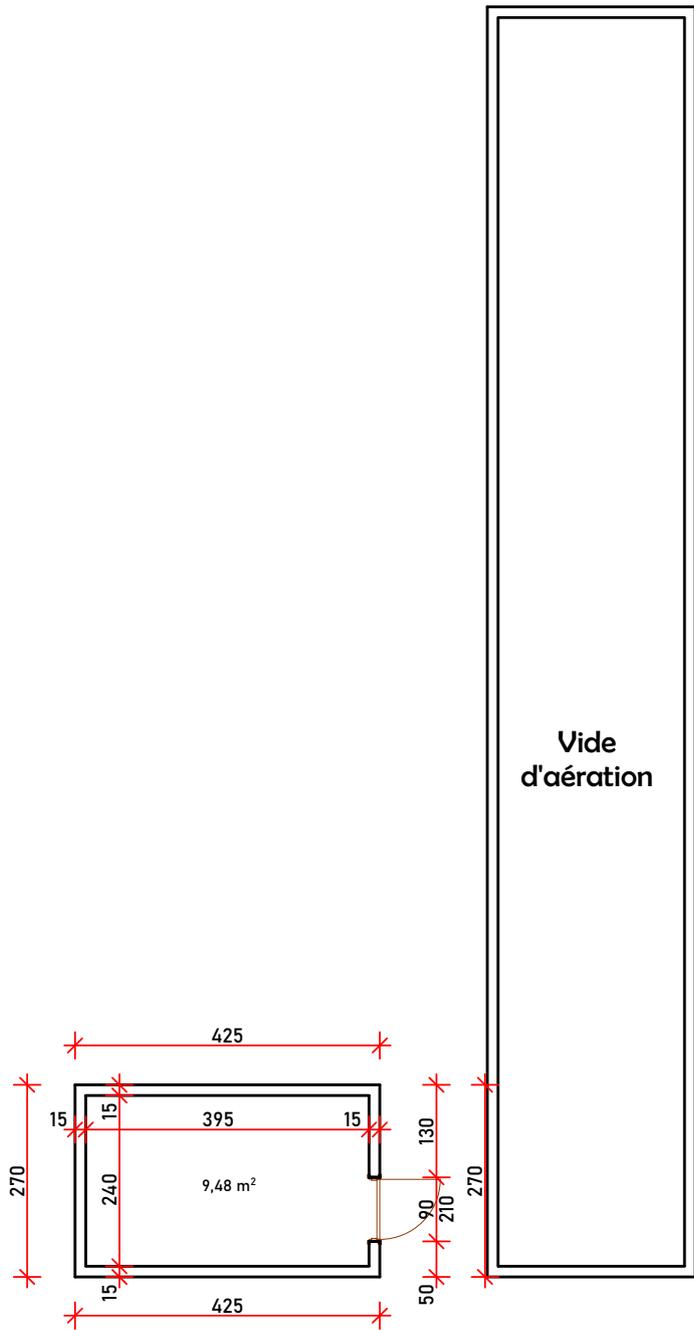
Vue en plan RDC



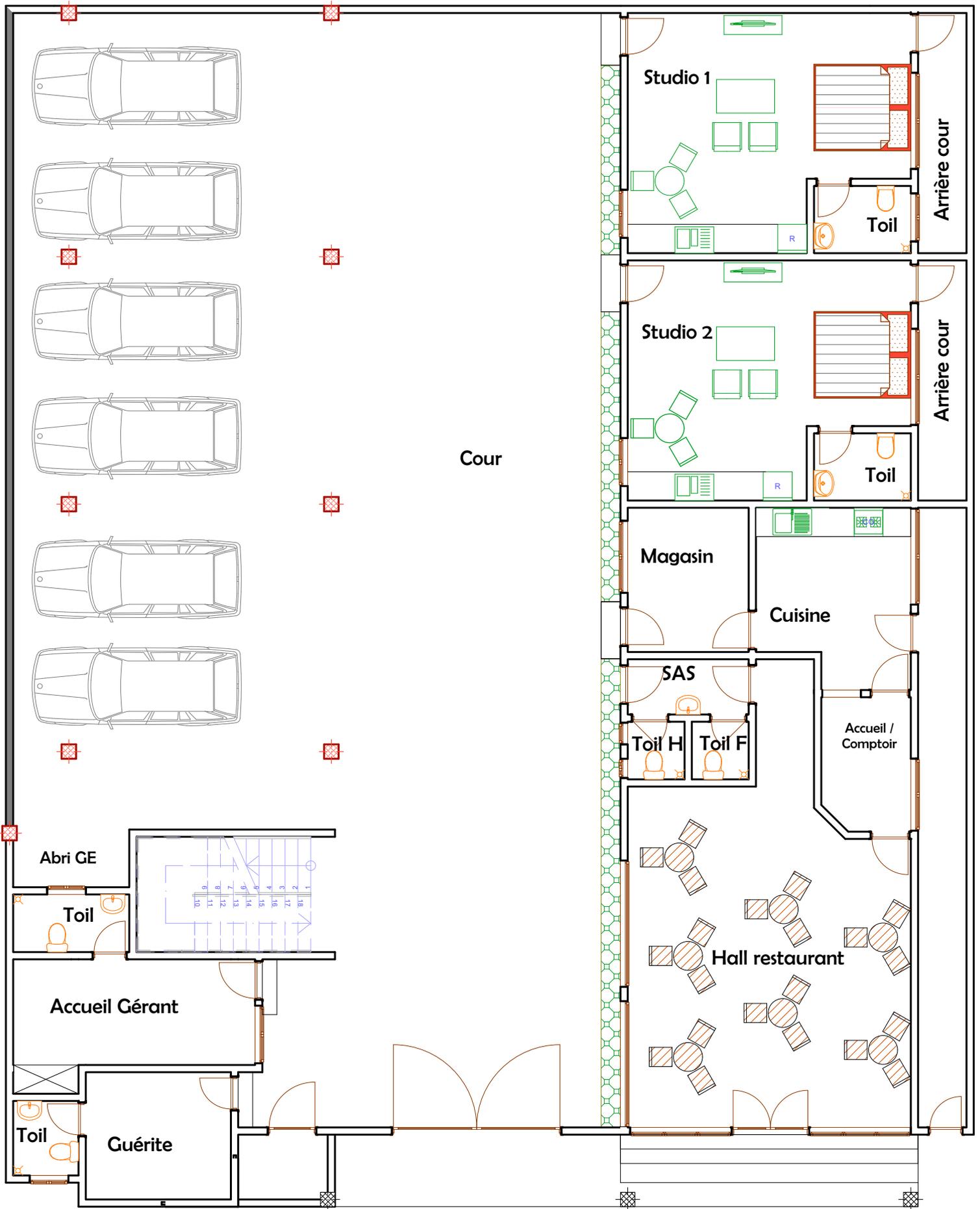
Vue en plan R+1



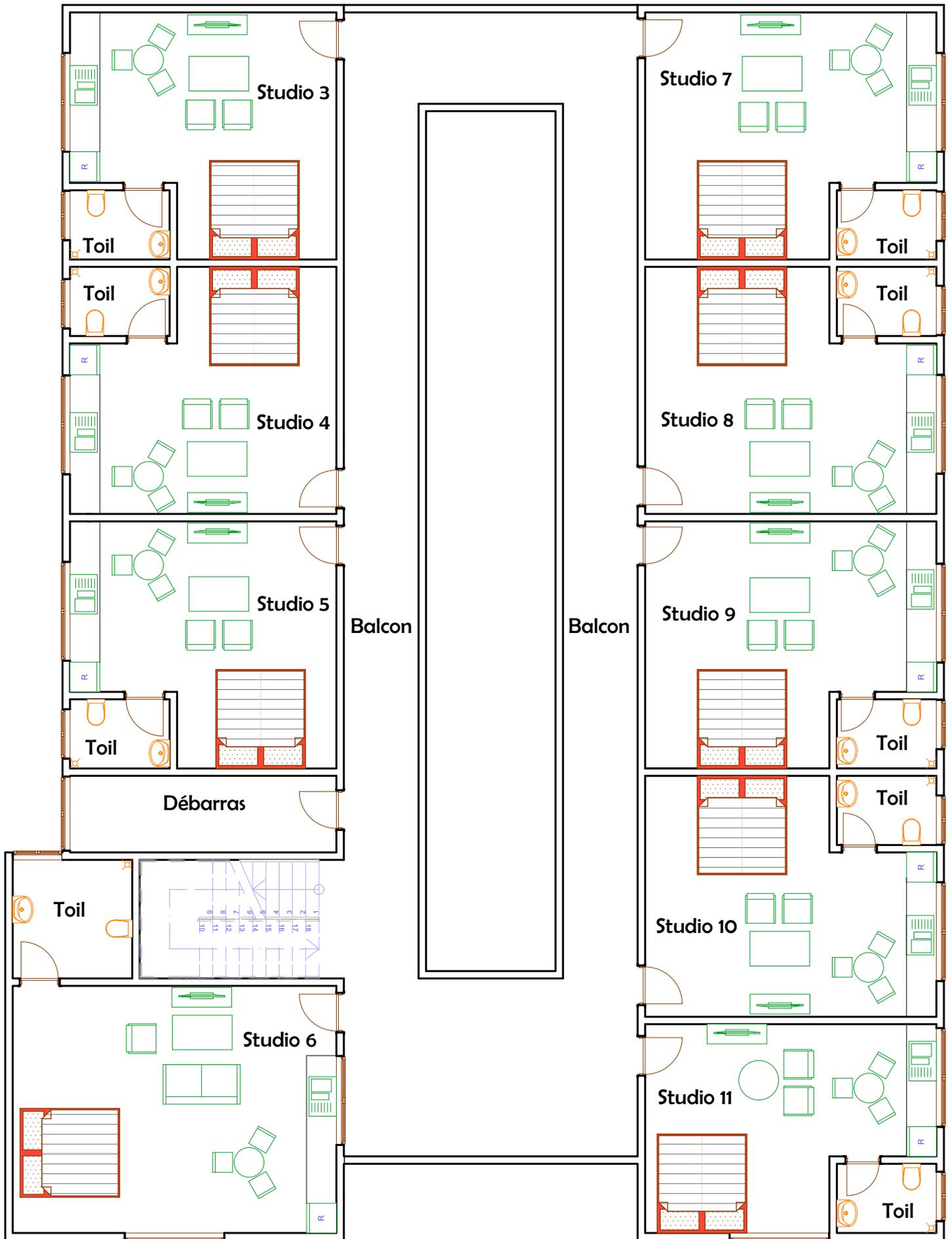
Vue en plan R+2



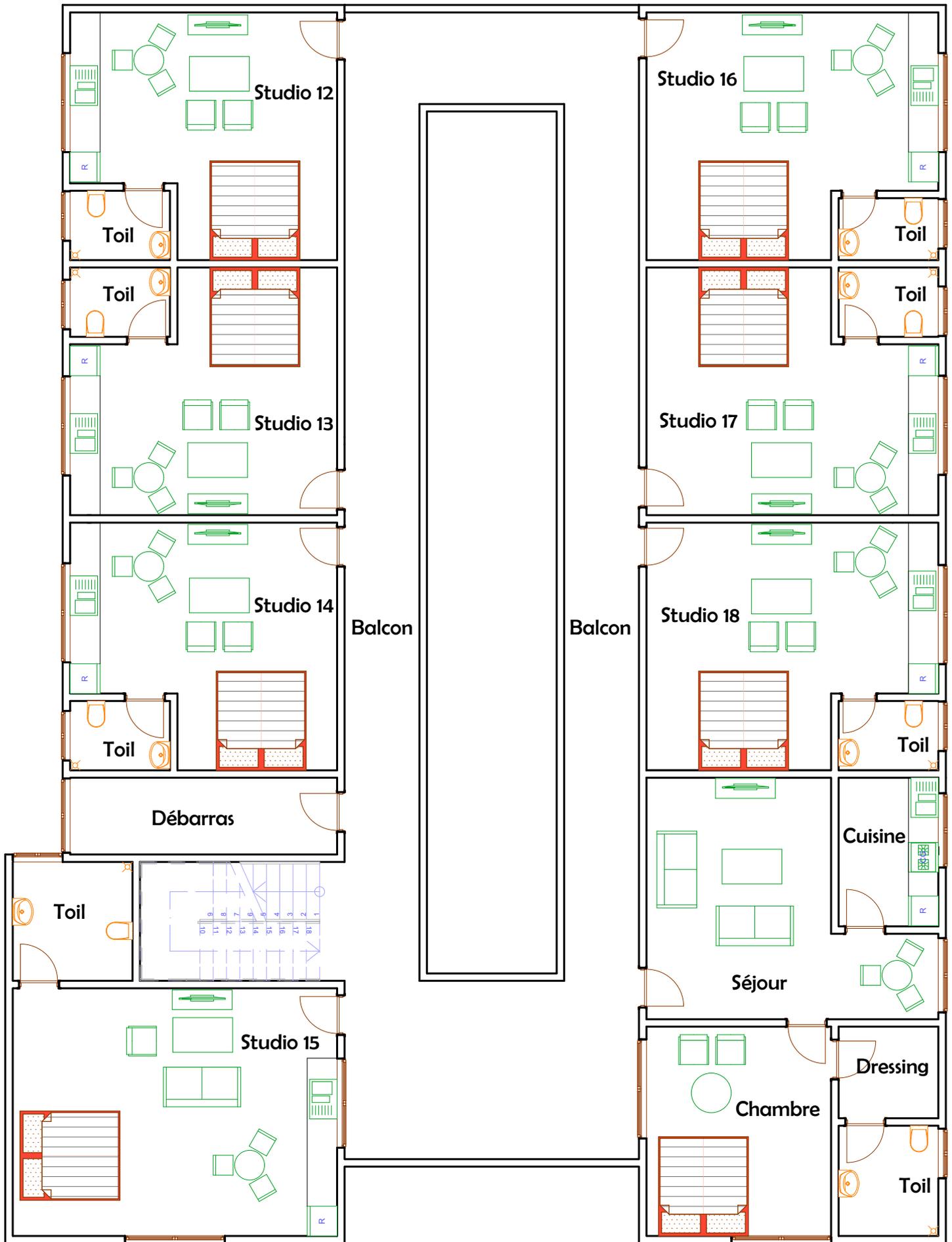
Vue en plan Edicule



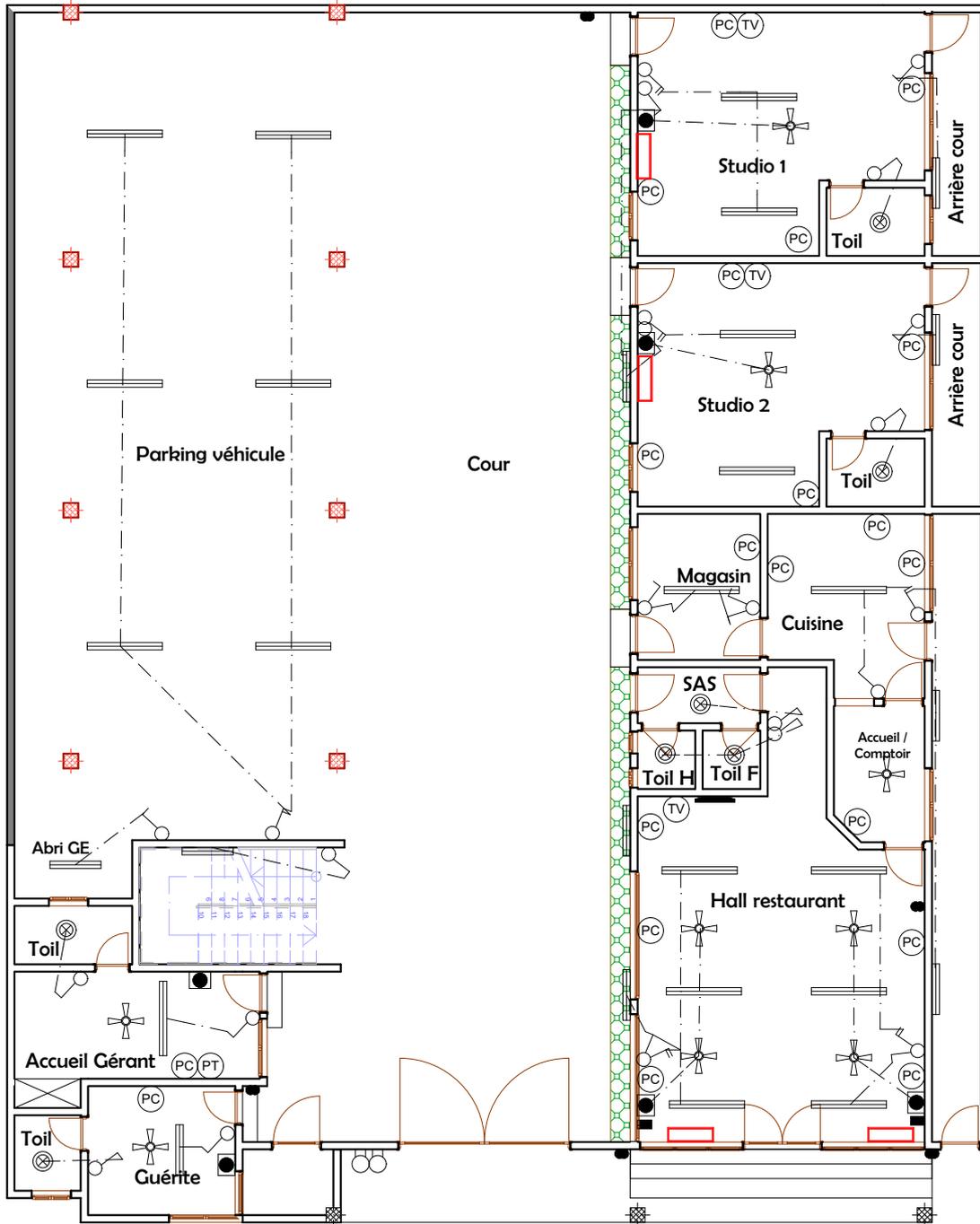
Plan d'Aménagement RDC



Plan d'Aménagement R+1



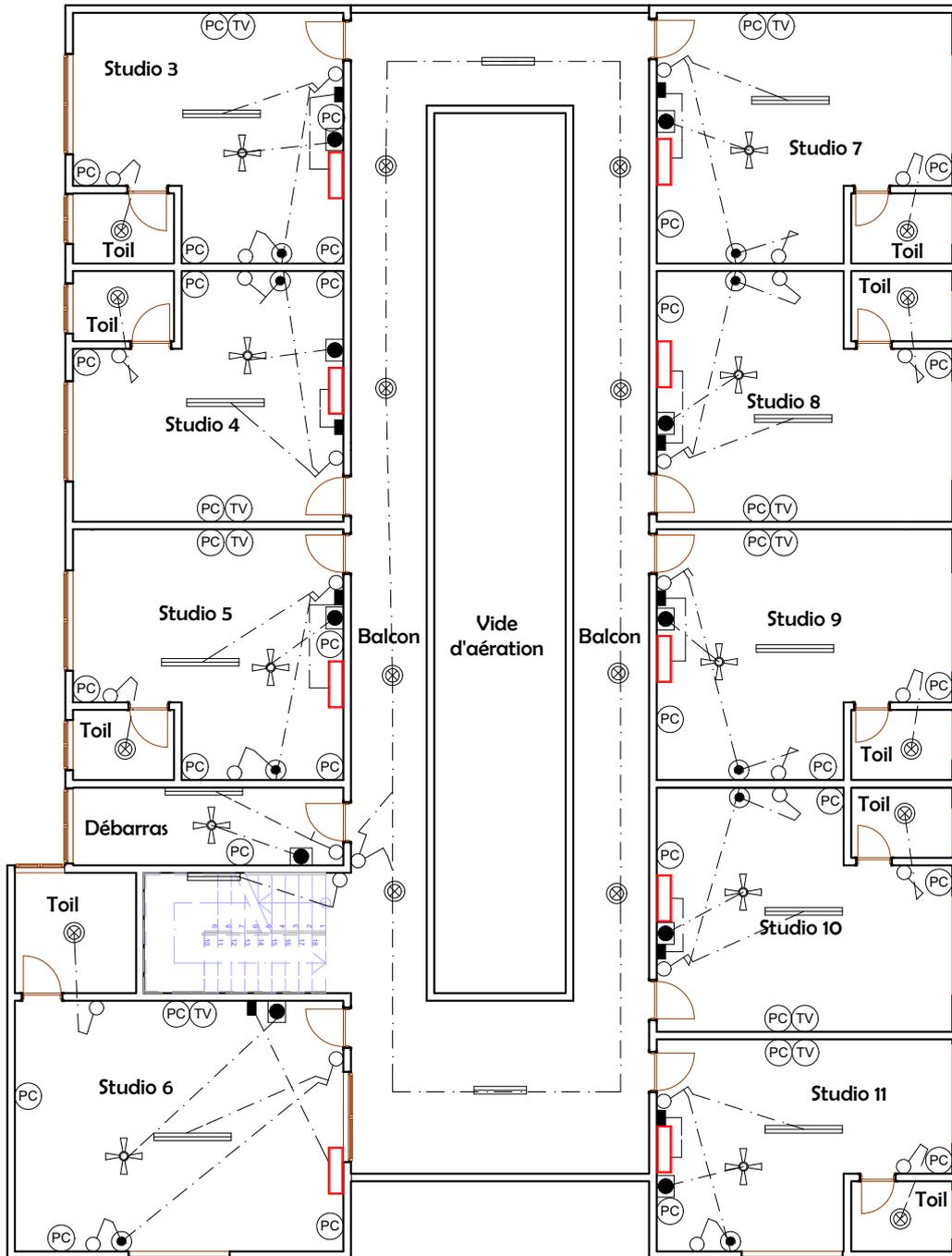
Plan d'Aménagement R+2



LEGENDE

-  Interrupteur double allumage va et vient
-  Interrupteur simple allumage va et vient
-  Interrupteur simple allumage
-  Interrupteur double allumage
-  Prise courant 2P+T
-  Prise téléphonique
-  Prise télévision
-  Rhéostat
-  Lampe réglable 0.60
-  Lampe réglable 1.20
-  Bouton poussoir
-  Lampe plafonnier
-  Caméra de surveillance
-  Brasseur d'air
-  Ecran de caméra+ unité d'enregistrement
-  Dismatic
-  Sonnerie
-  Climatiseur

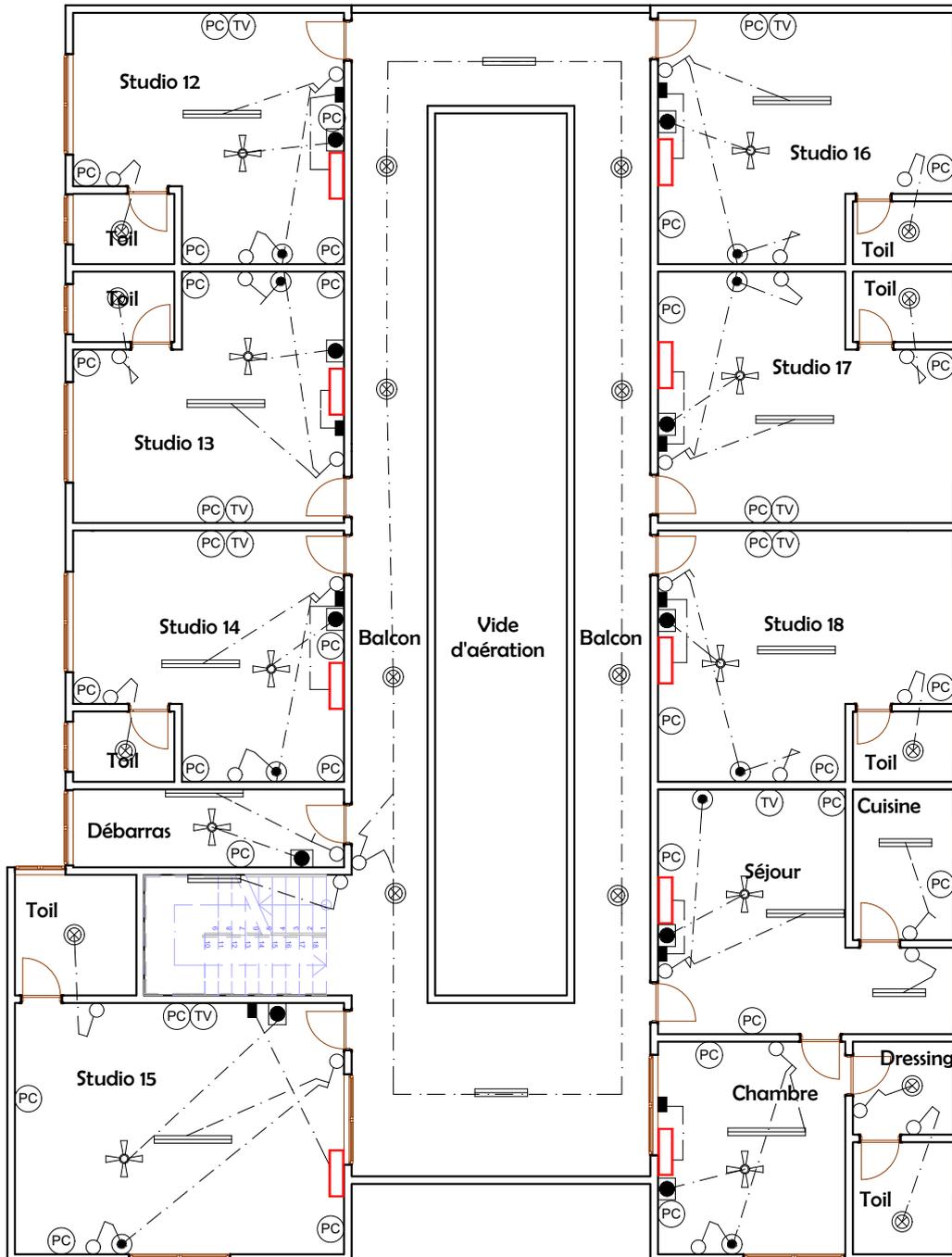
Plan d'Electricité RDC



LEGENDE

-  Interrupteur double allumage va et vient
-  Interrupteur simple allumage va et vient
-  Interrupteur simple allumage
-  Interrupteur double allumage
-  Prise courant 2P+T
-  Prise téléphonique
-  Prise télévision
-  Rhéostat
-  Lampe réglable 0.60
-  Lampe réglable 1.20
-  Bouton poussoir
-  Lampe plafonnier
-  Caméra de surveillance
-  Brasseur d'air
-  Ecran de caméra+ unité d'enregistrement
-  Dismatic
-  Sonnerie
-  Climatiseur
-  Veilleuse

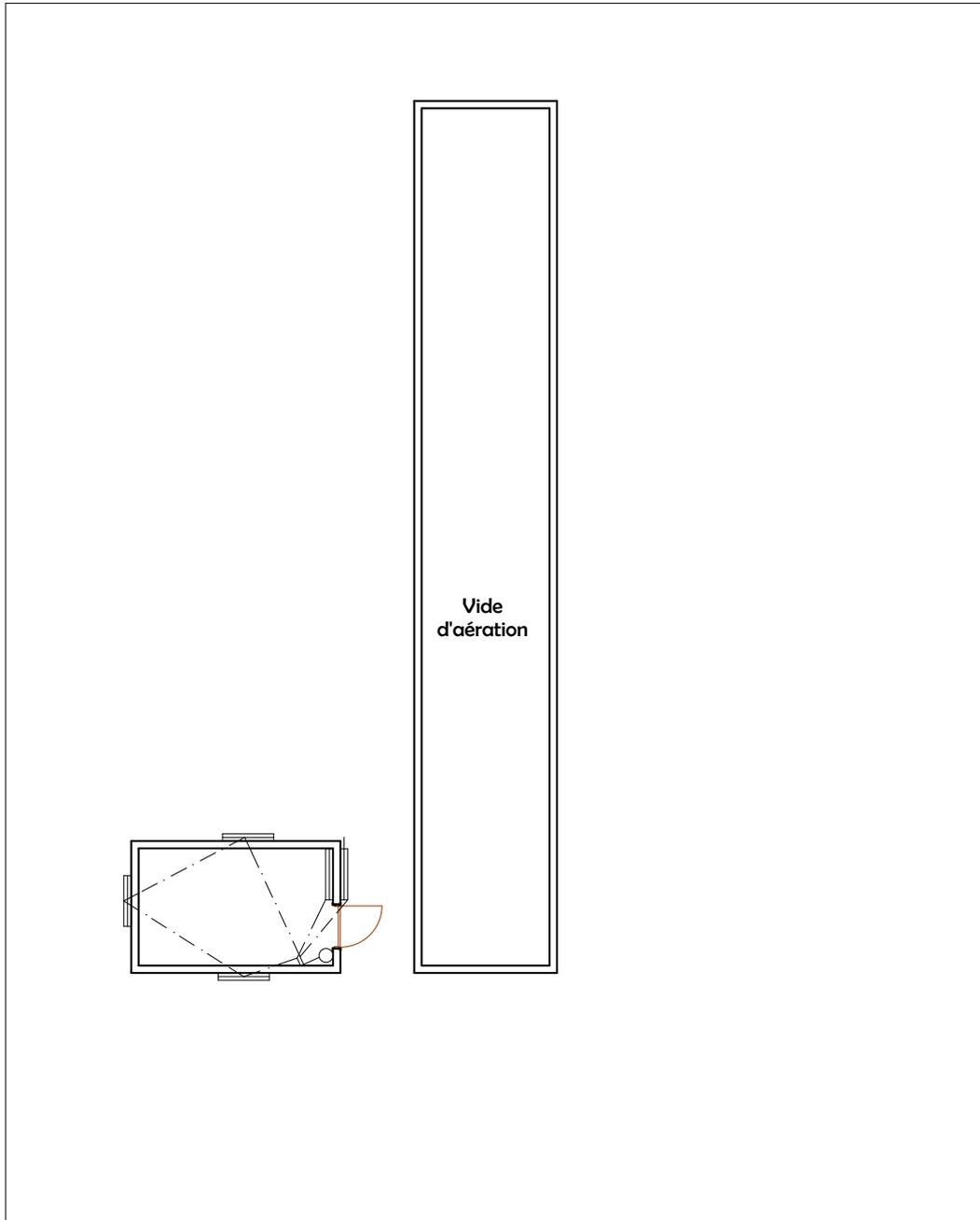
Plan d'Electricité R+1



LEGENDE

-  Interrupteur double allumage va et vient
-  Interrupteur simple allumage va et vient
-  Interrupteur simple allumage
-  Interrupteur double allumage
-  Prise courant 2P+T
-  Prise téléphonique
-  Prise télévision
-  Rhéostat
-  Lampe réglable 0.60
-  Lampe réglable 1.20
-  Bouton poussoir
-  Lampe plafonnier
-  Caméra de surveillance
-  Brasseur d'air
-  Ecran de caméra+ unité d'enregistrement
-  Dismatic
-  Sonnerie
-  Climatiseur
-  Veilleuse

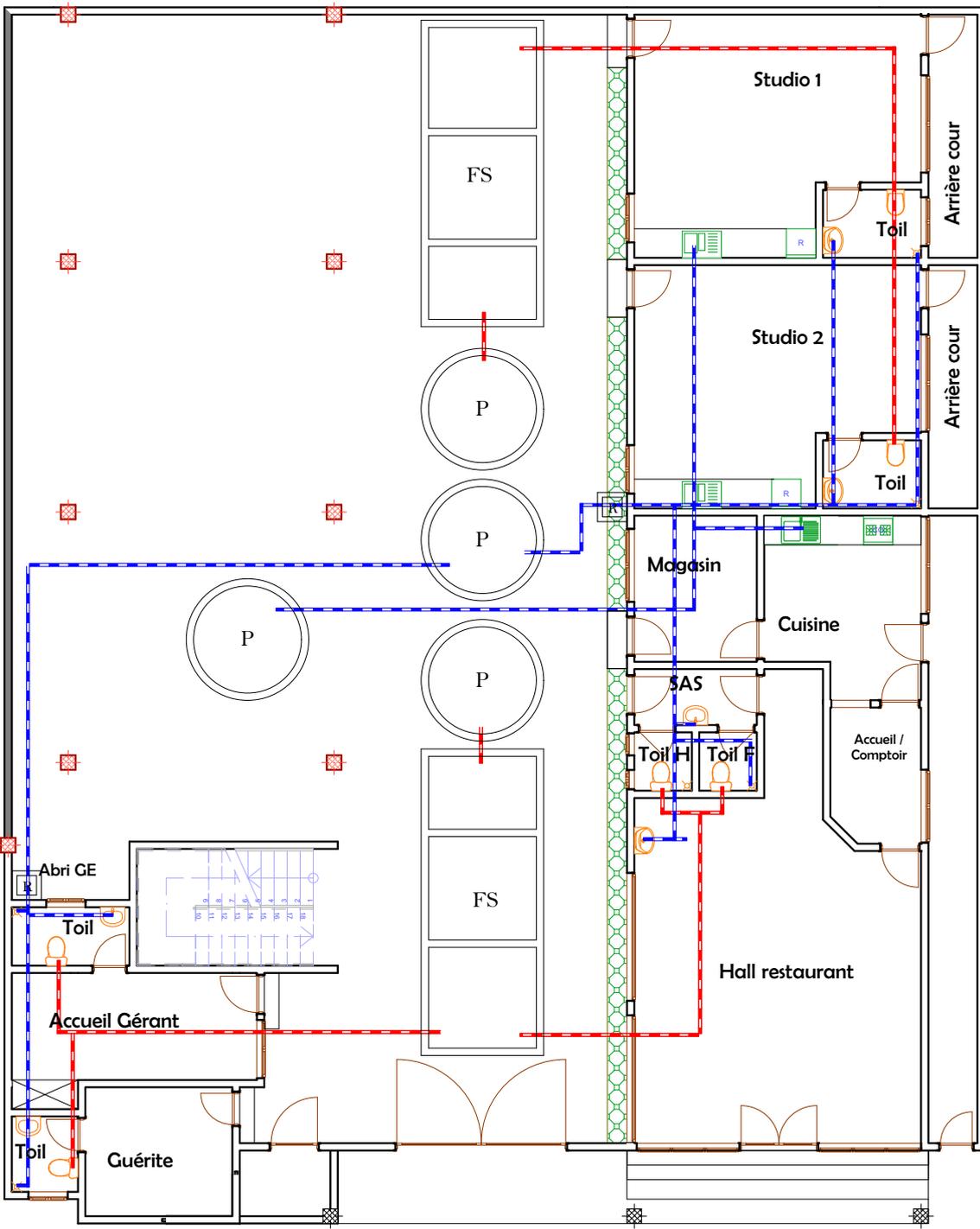
Plan d'Electricité R+2



LEGENDE

-  ----- Interrupteur double allumage va et vient
-  ----- Interrupteur simple allumage va et vient
-  ----- Interrupteur simple allumage
-  ----- Interrupteur double allumage
-  ----- Prise courant 2P+T
-  ----- Prise téléphonique
-  ----- Prise télévision
-  ----- Rhéostat
-  ----- Lampe réglette 0.60
-  ----- Lampe réglette 1.20
-  ----- Bouton poussoir
-  ----- Lampe plafonnier
-  ----- Caméra de surveillance
-  ----- Brasseur d'air
-  ----- Ecran de caméra+ unité d'enregistrement
-  ----- Dismatic
-  ----- Sonnerie
-  ----- Climatiseur
-  ----- Veilleuse

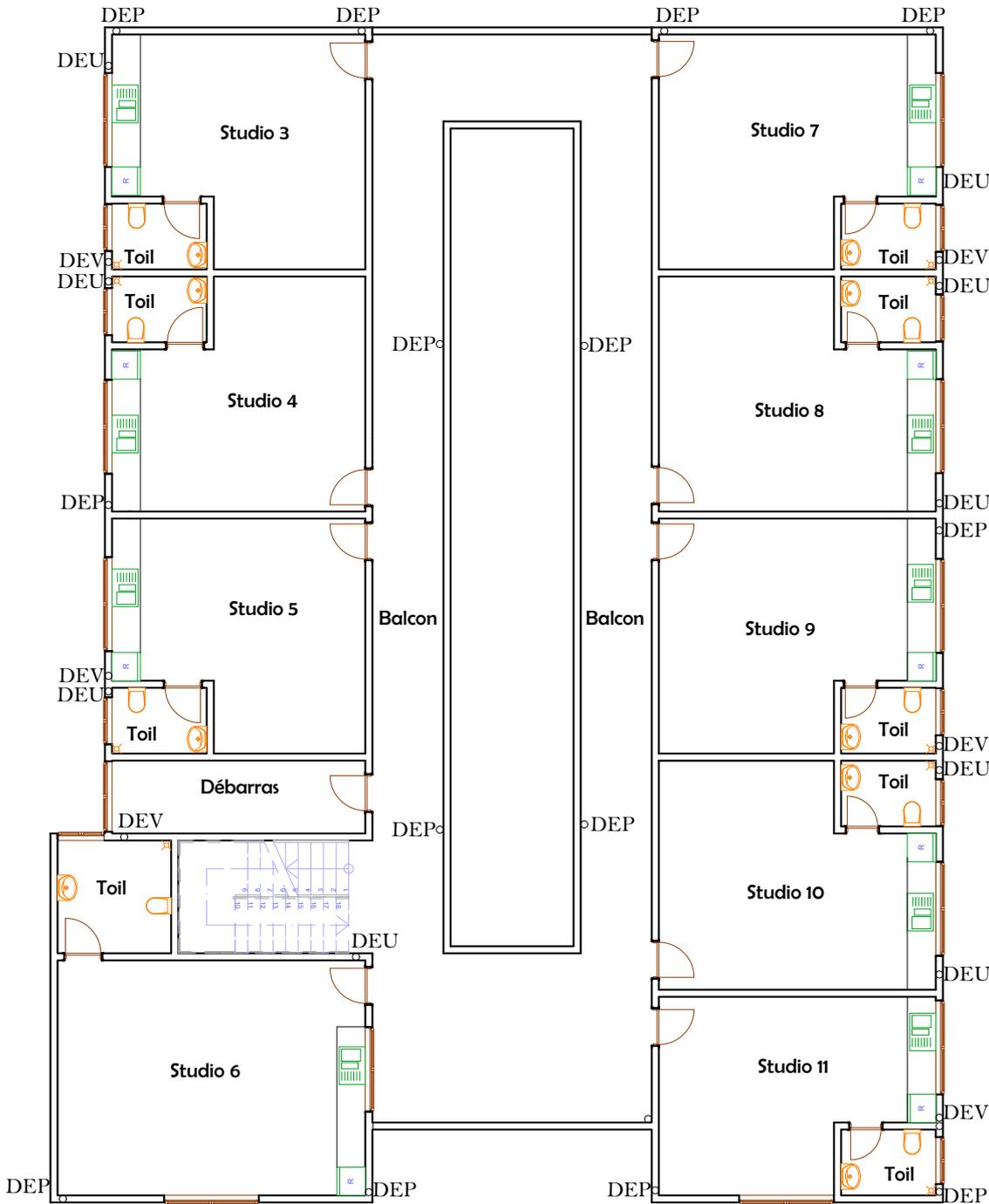
Plan d'Electricité Edicule



LEGENDE

- R Regard
- FS Fosse Septique
- P Puits
- Evacuation des eaux vannes
- Evacuation des eaux usées
- E Evier
- Lavabo
- WC
- ✕ Siphon
- DEU Descente d'eau usée
- DEV Descente d'eau vanne
- DEP Descente d'eau pluviale

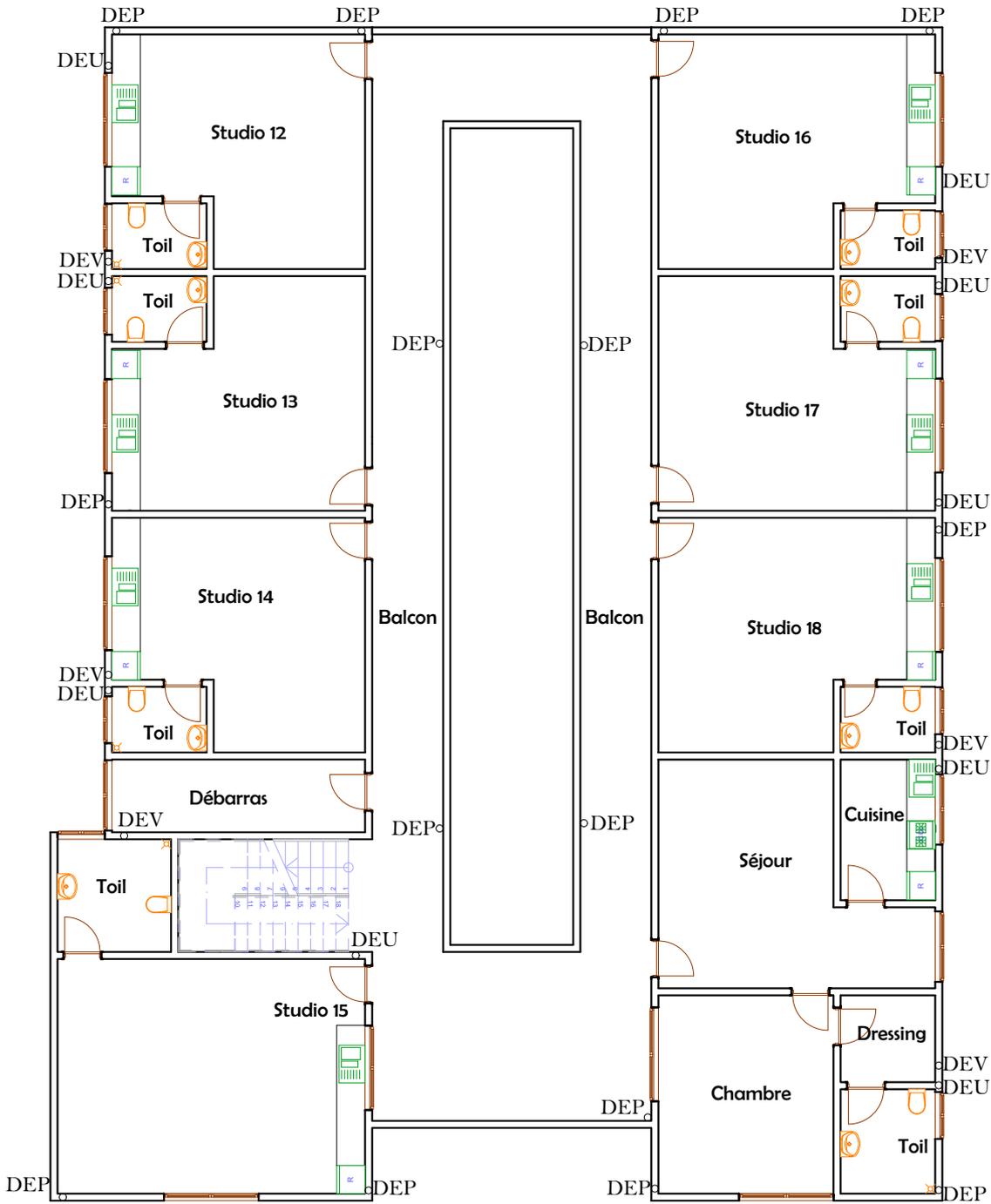
Plan de plomberie RDC



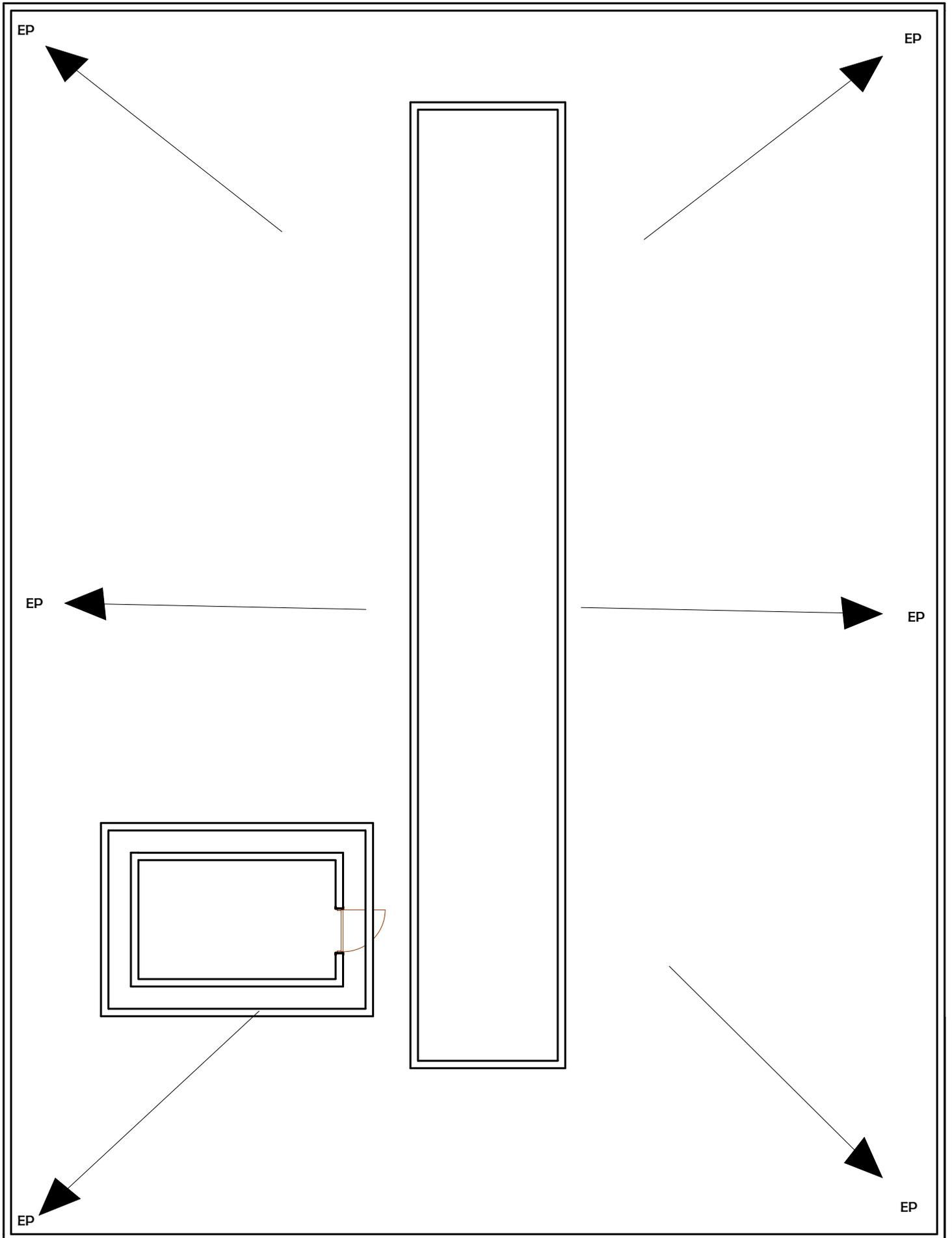
LEGENDE

-  Regard
-  Fosse Septique
-  Puisard
-  Evacuation des eaux vannes
-  Evacuation des eaux usées
-  Evier
-  Lavabo
-  WC
-  Siphon
-  Descente d'eau usée
-  Descente d'eau vanne
-  Descente d'eau pluviale

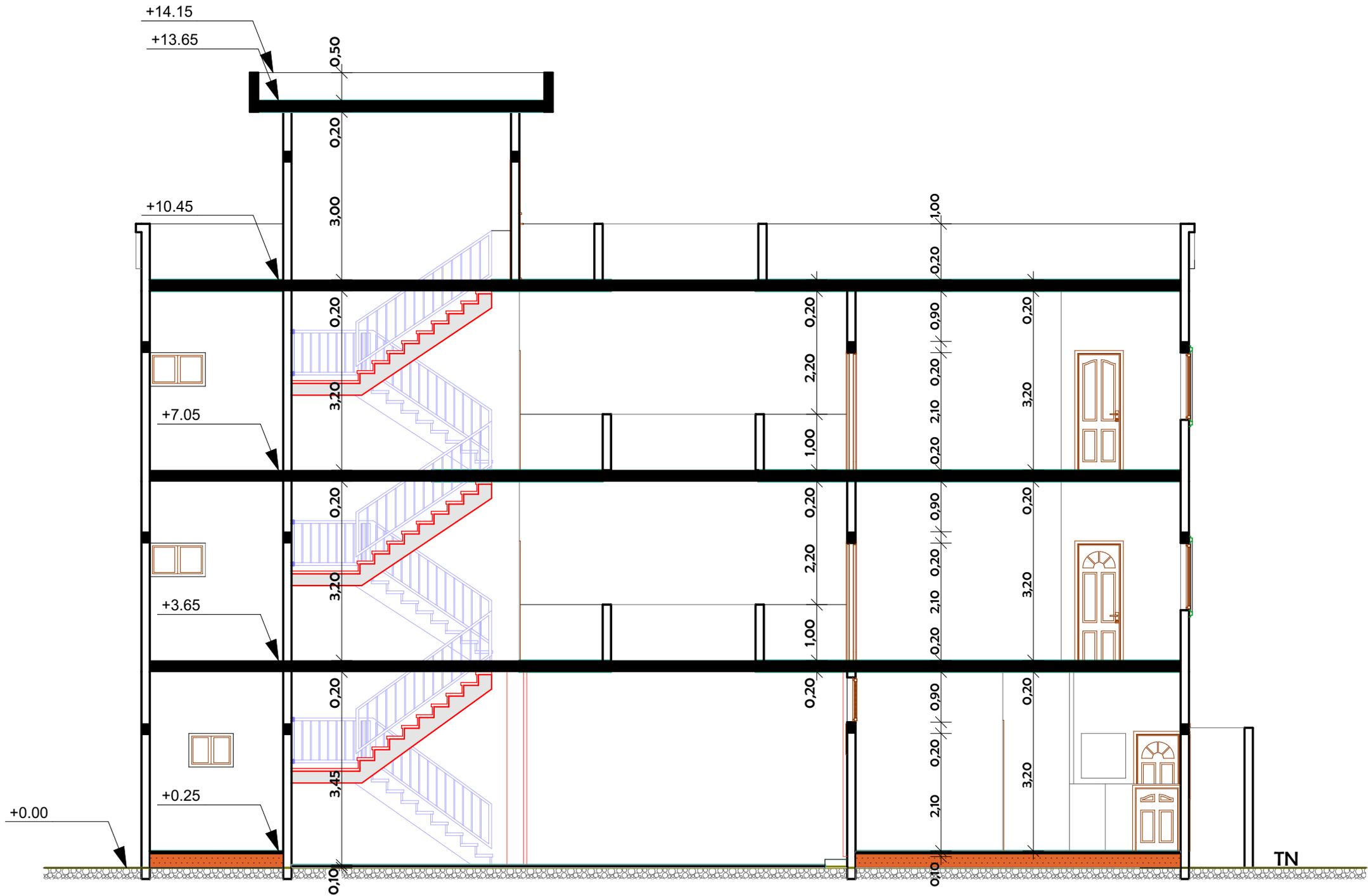
Plan de plomberie R+1



Plan de plomberie R+2



Plan toiture-terrasse accessible



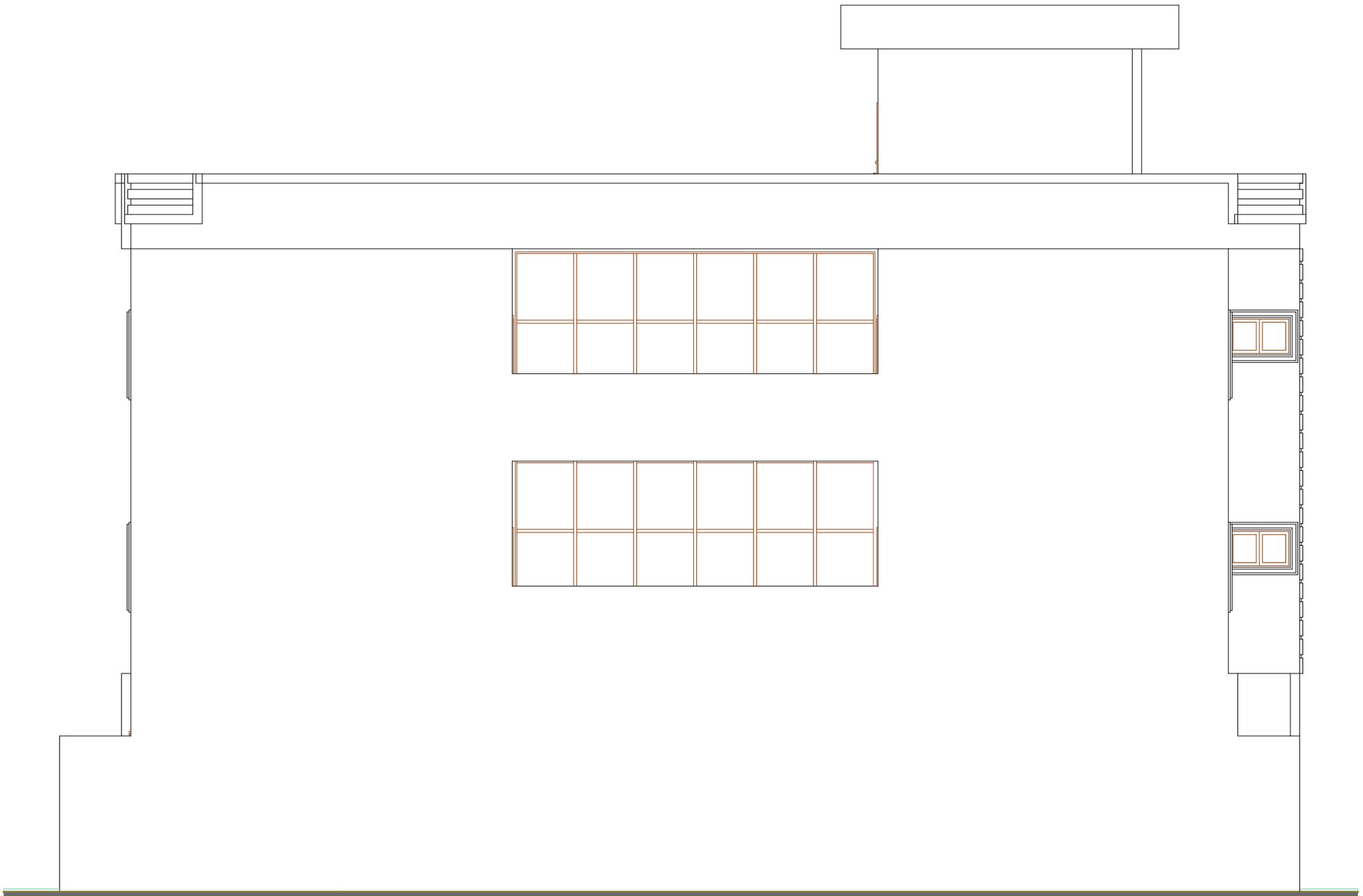
Coupe AA



Façade principale



Façade latérale droite



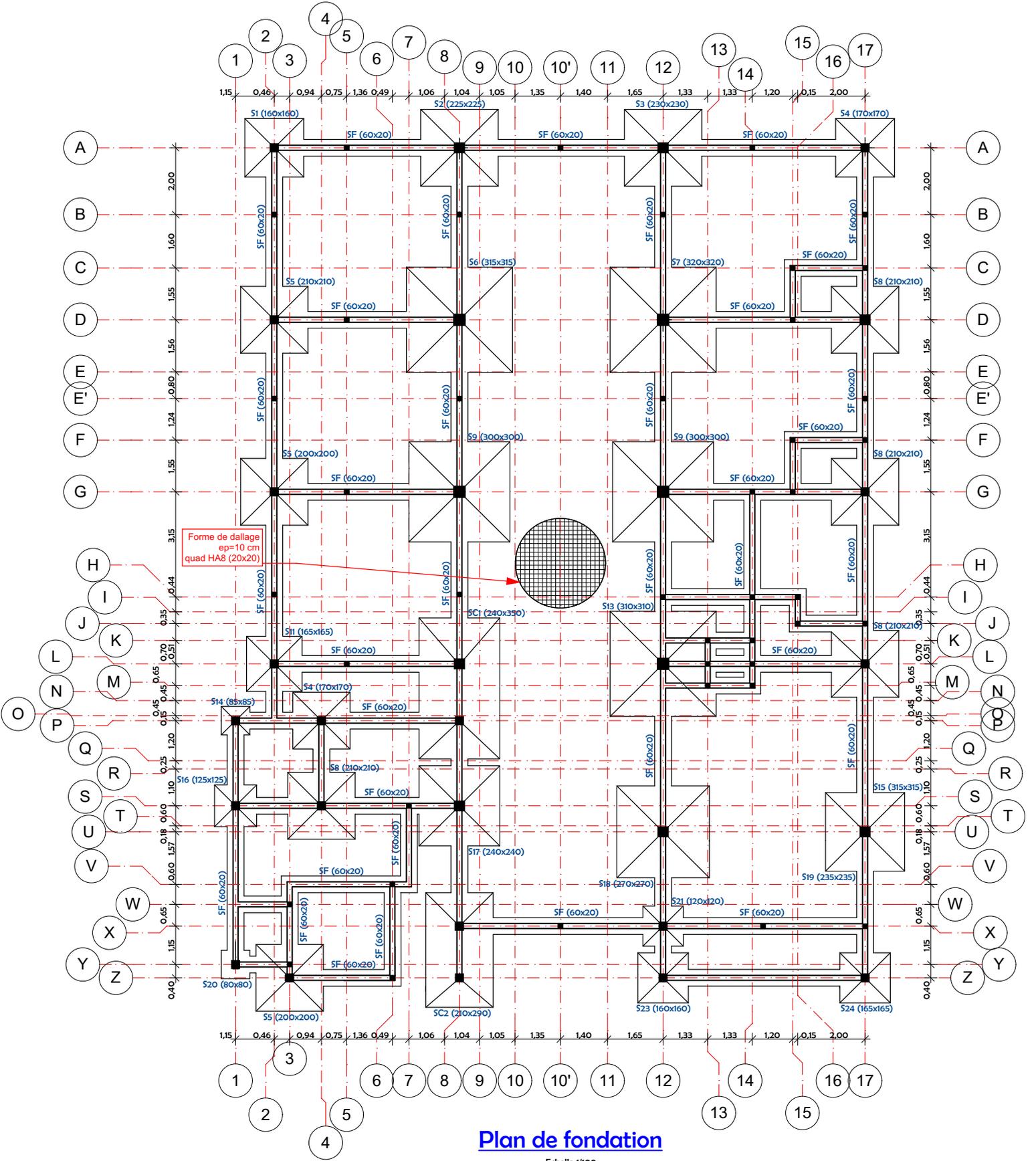
Façade postérieure





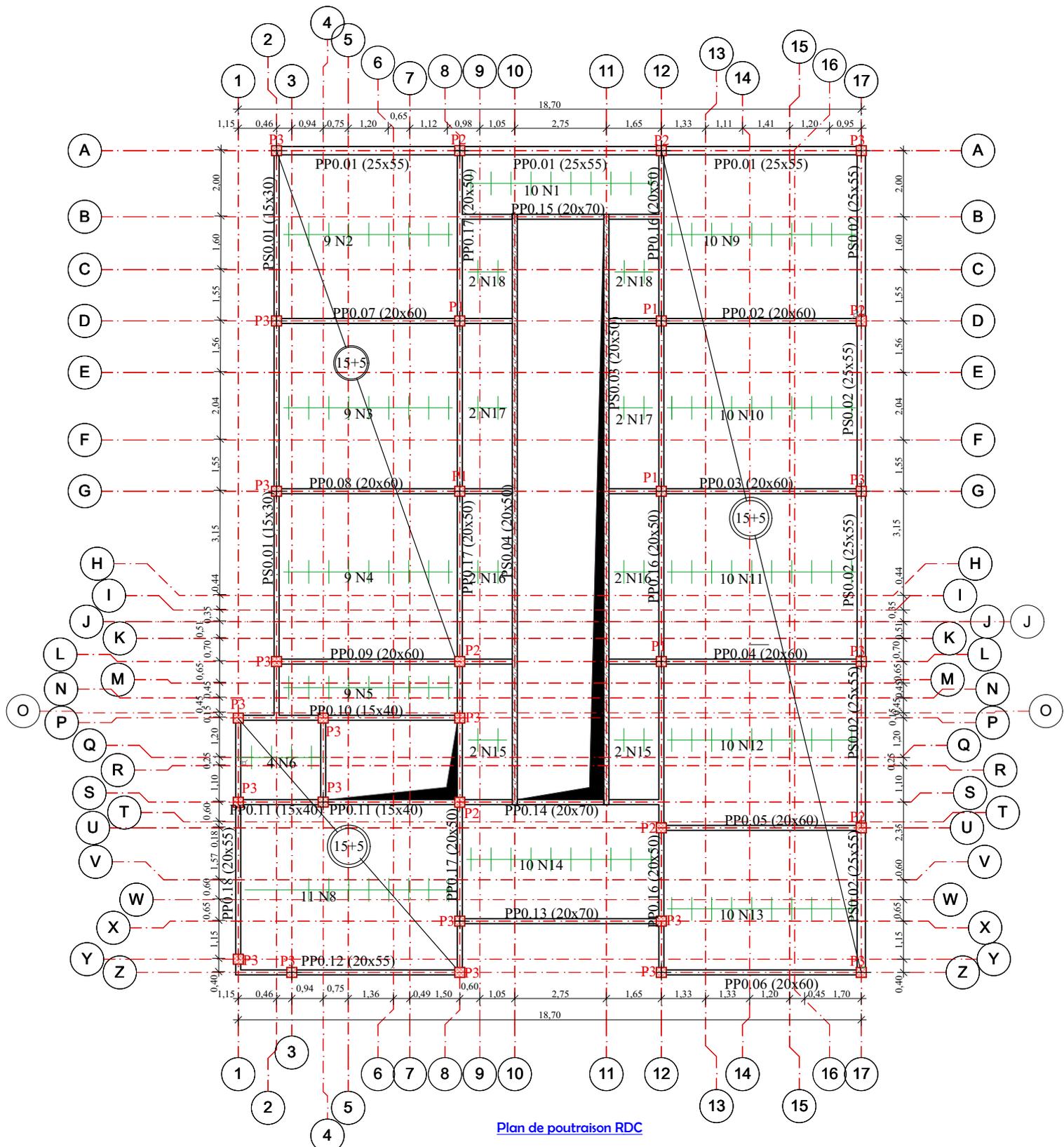


ANNEXE C : PLANS D'EXECUTION

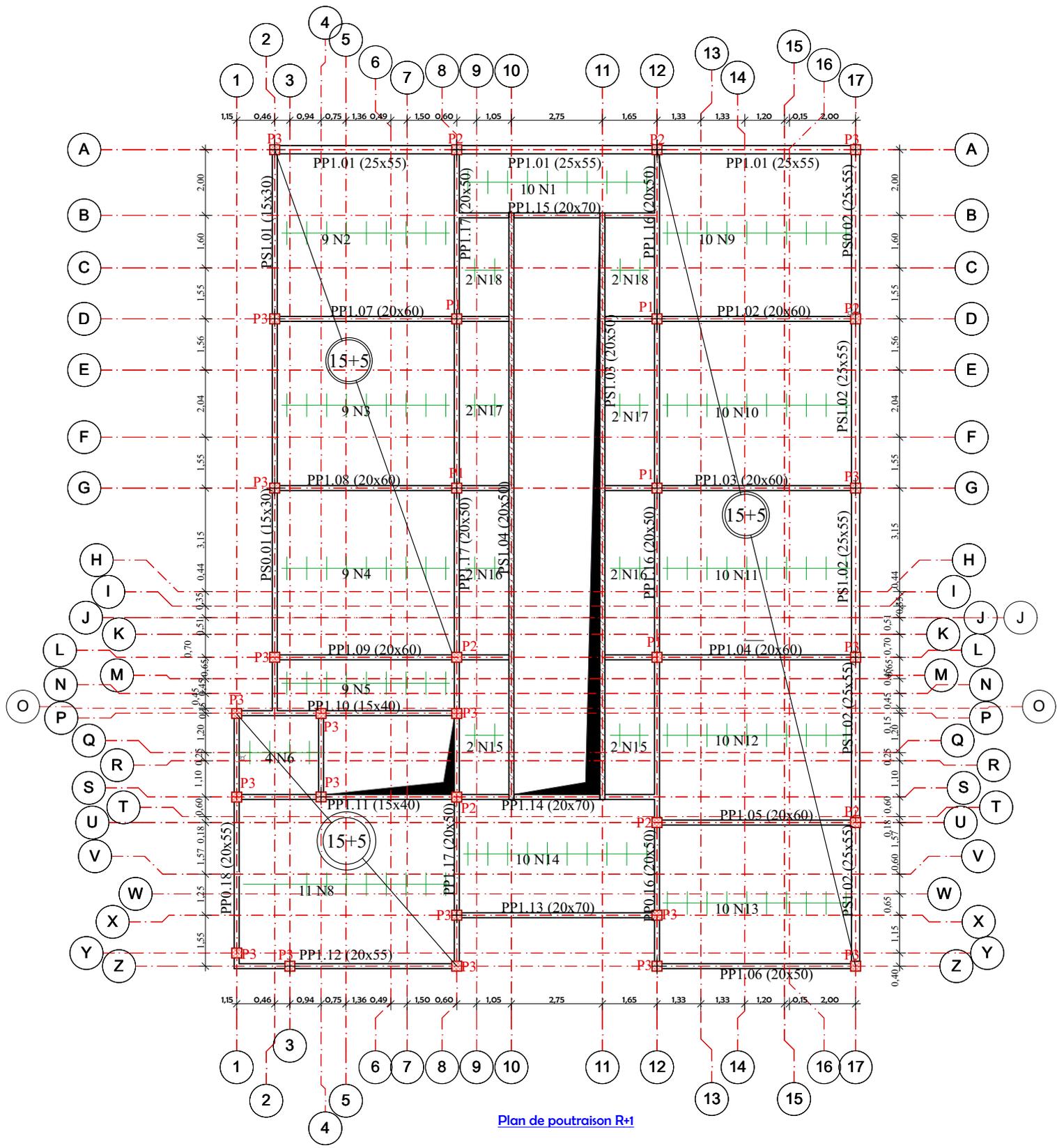


Plan de fondation

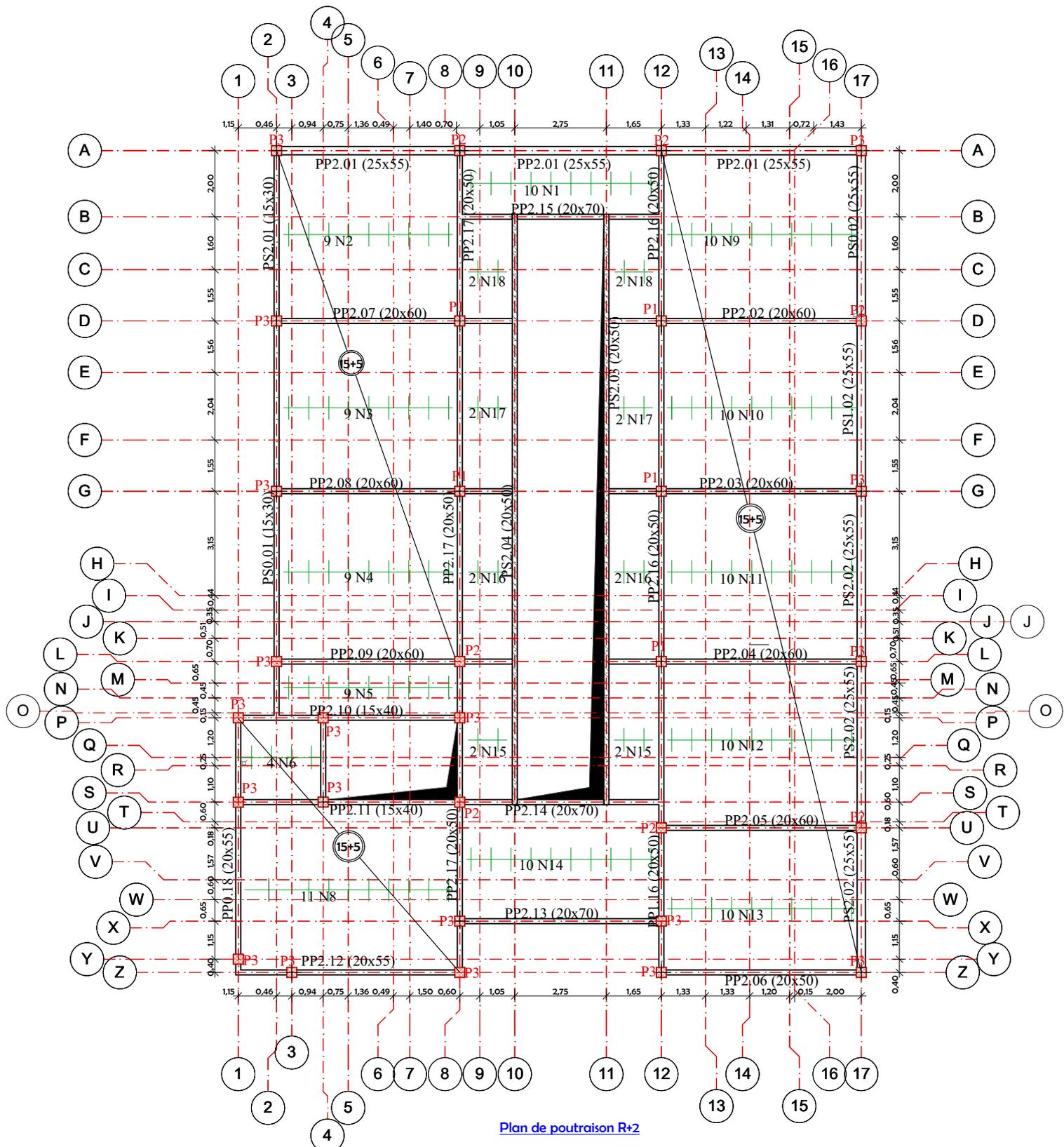
Echelle 1/100



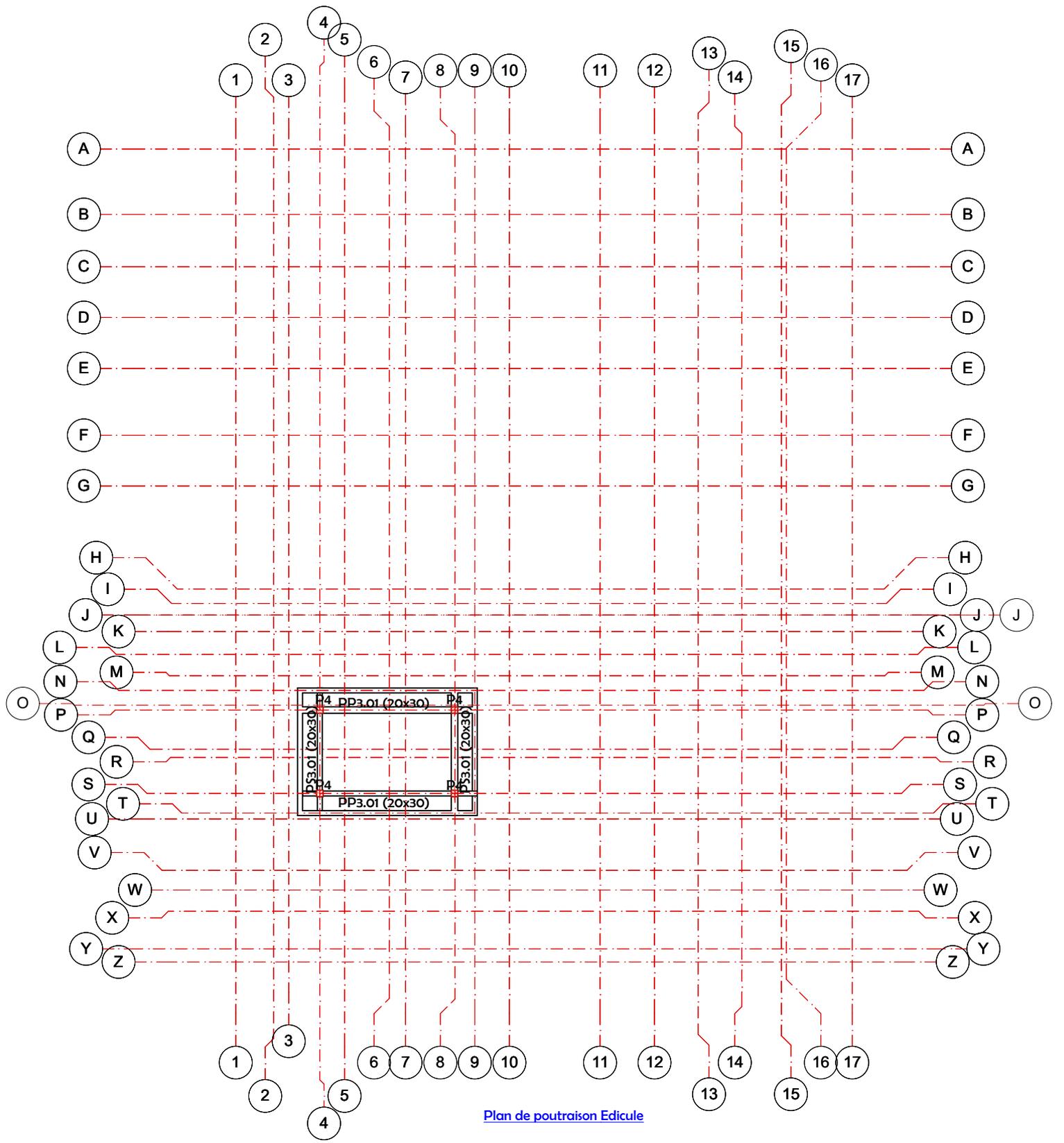
Plan de poutrason RDC



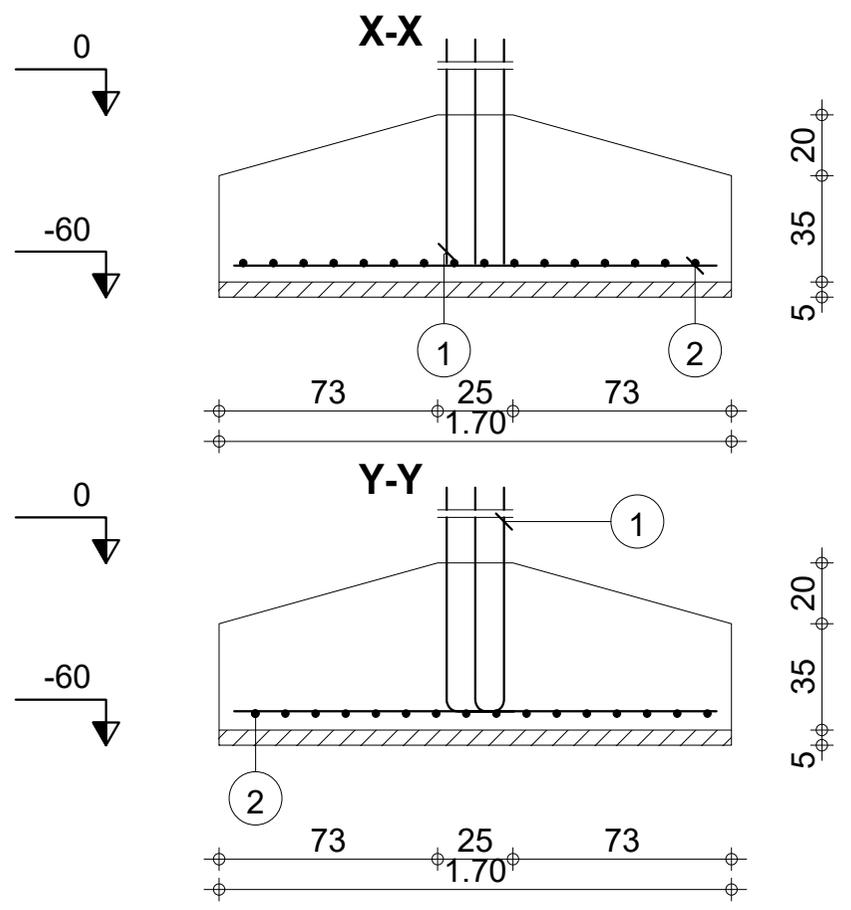
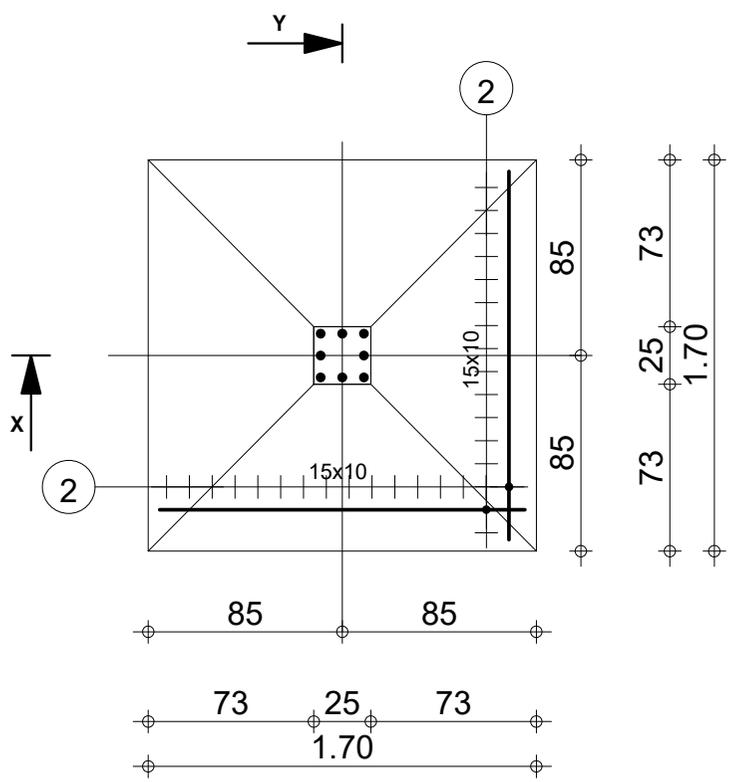
Plan de poutraison R+1



Plan de poutraison R+2

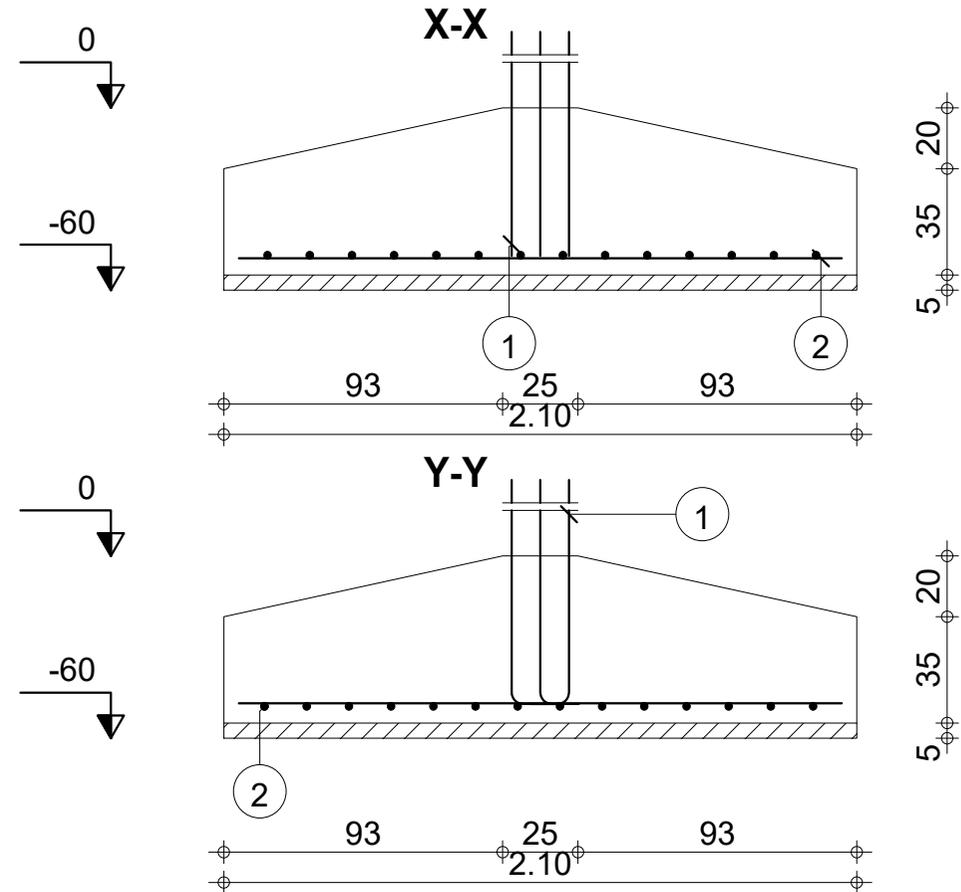
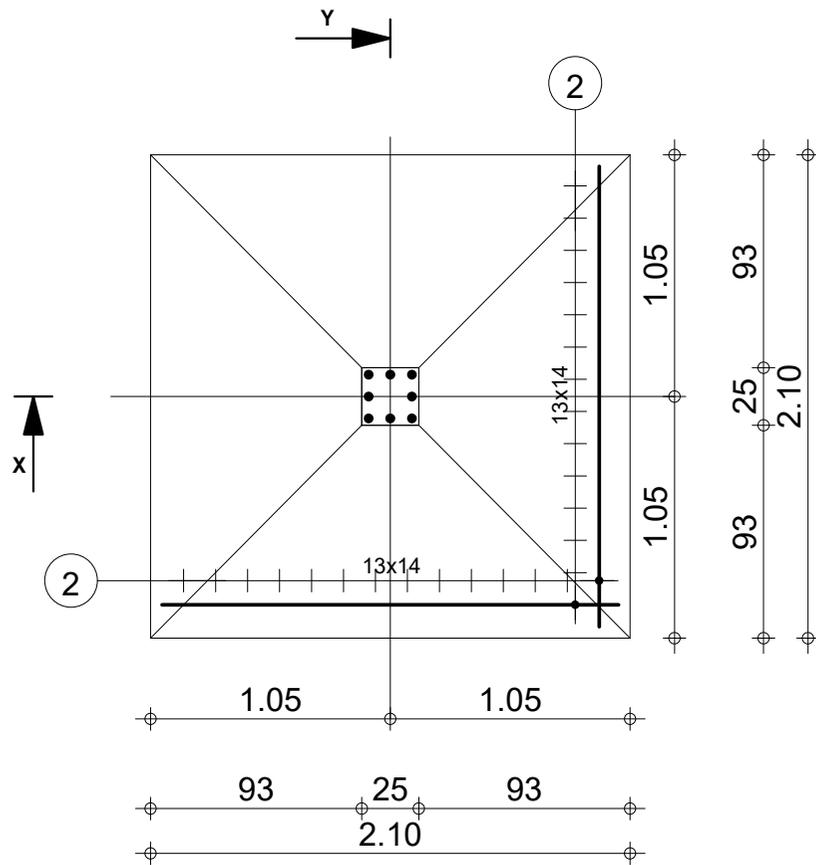


Plan de poutraison Edicule



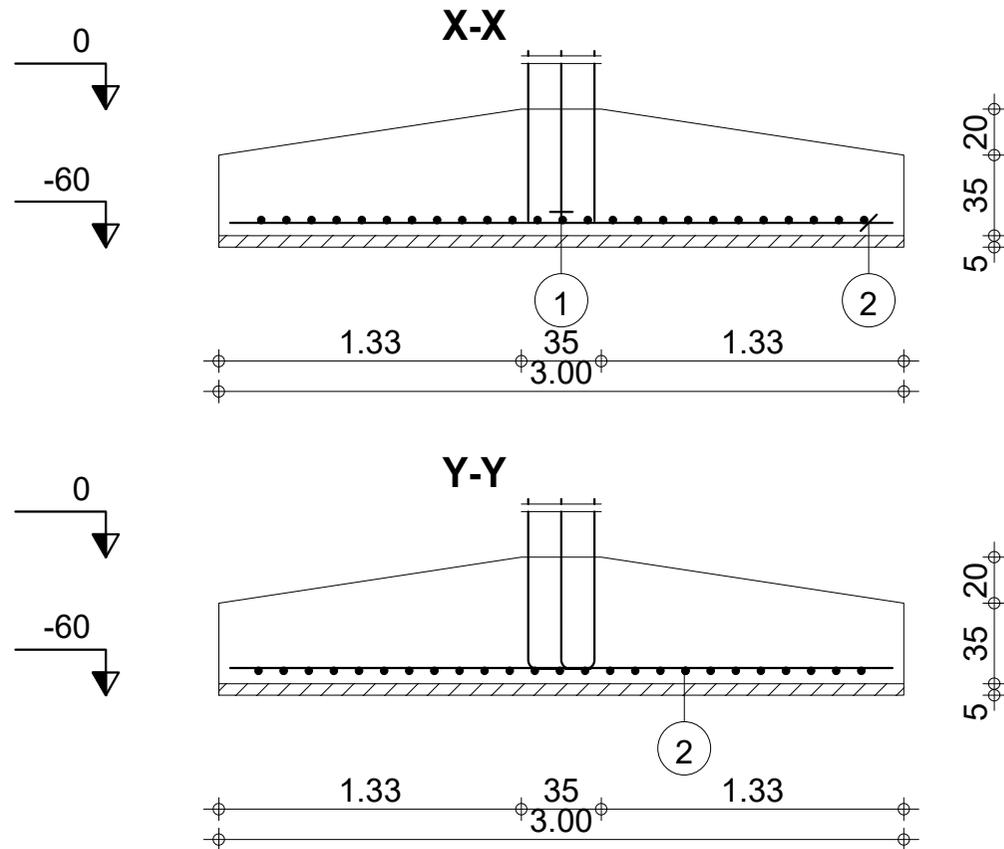
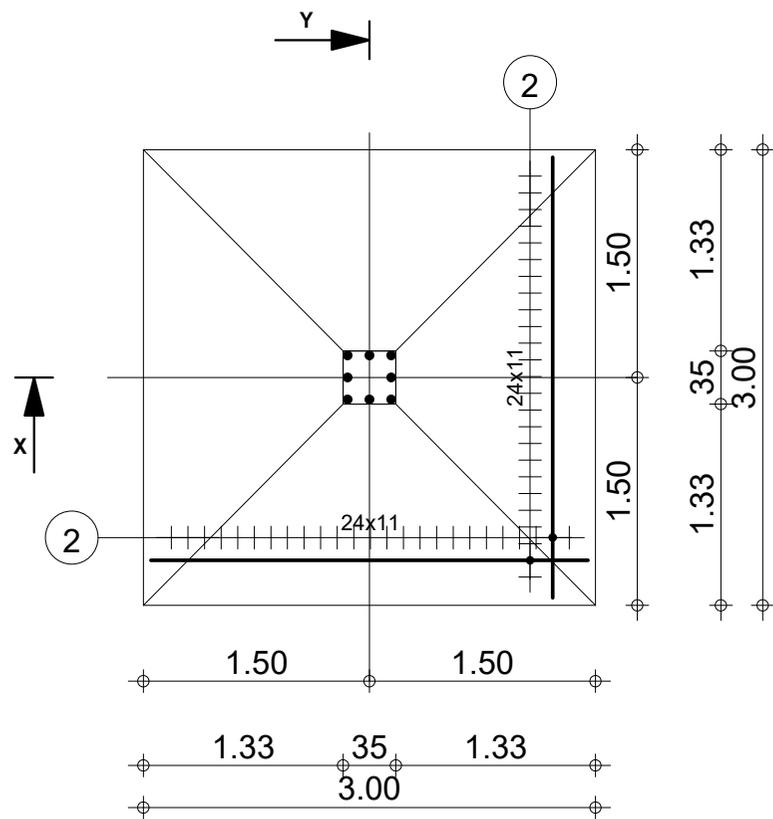
Pos.	Armature	Code	Forme
①	8HA 6 l=85	00	74
②	32HA 8 l=1.60	00	1.60

		Tél.	Fax	Acier HA 400 = 21.7 kg	
Fissuration peu préjudiciable				Béton : BETON25 = 1.31 m ³	
FONDATION Structure	S4	Nombre 1		Surface du coffrage = 5.31 m ² Enrobage c1 = 5 cm, c2 = 3 cm	
				Densité = 16.56 kg/ m ³	
				Echelle pour la vue 1/33	Page 1/1



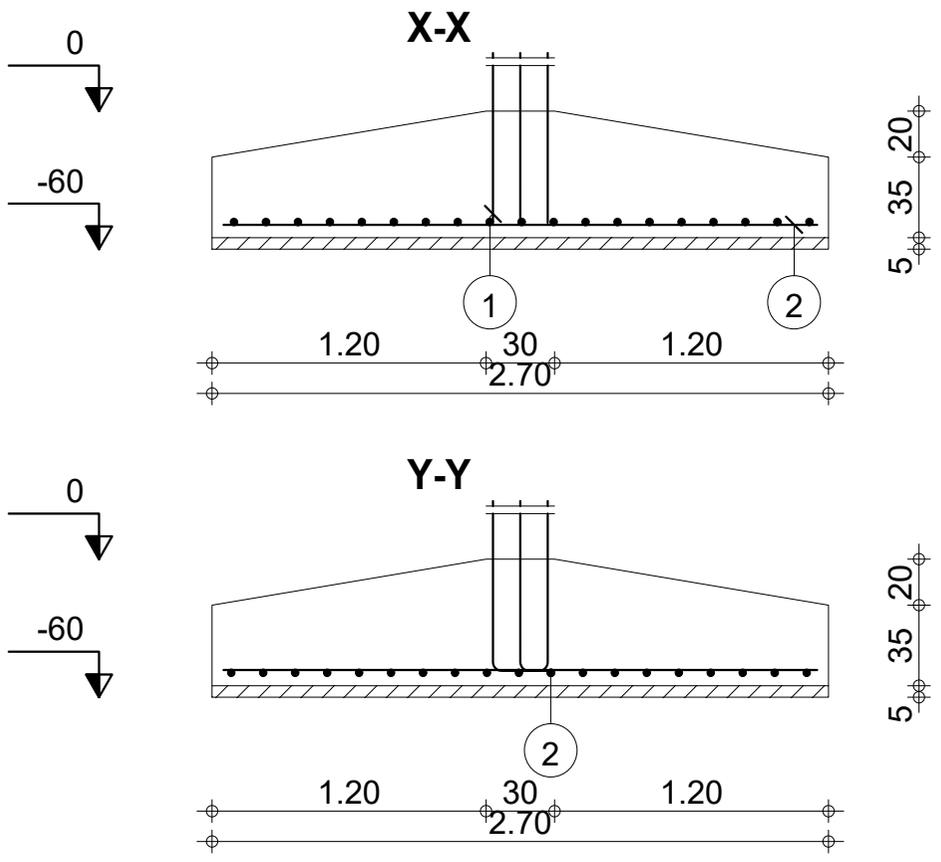
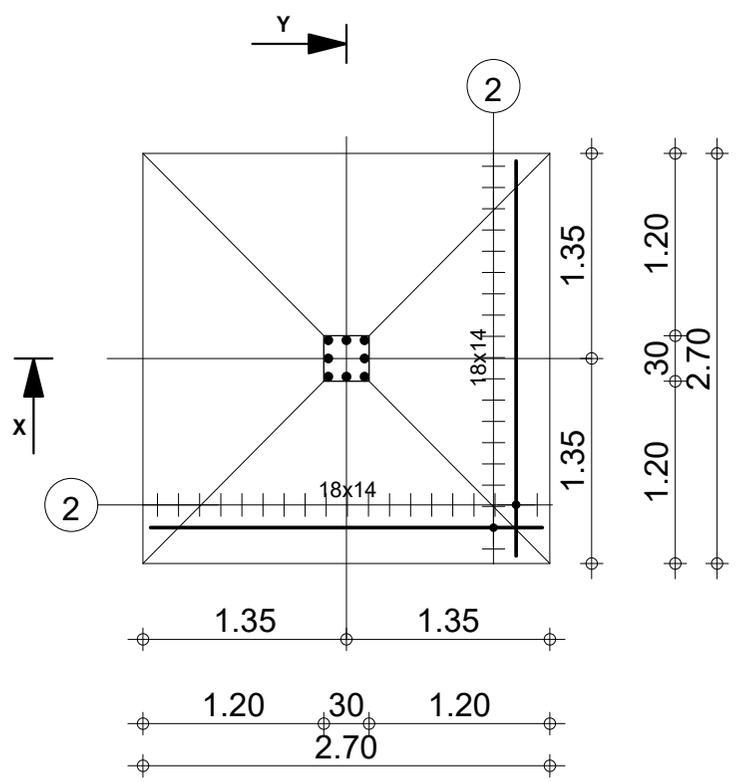
Pos.	Armature	Code	Forme
①	8HA 6 l=85	00	74
②	28HA 10 l=2.00	00	2.00

Tél.		Fax		Acier HA 400 = 36 kg	
Fissuration peu préjudiciable				Béton : BETON25 = 1.97 m ³	
FONDATION		S5		Surface du coffrage = 7.39 m ²	
				Enrobage c1 = 5 cm, c2 = 3 cm	
Structure		Nombre 1		Densité = 18.27 kg/ m ³	
				Echelle pour la vue 1/33	
				Page 1/1	



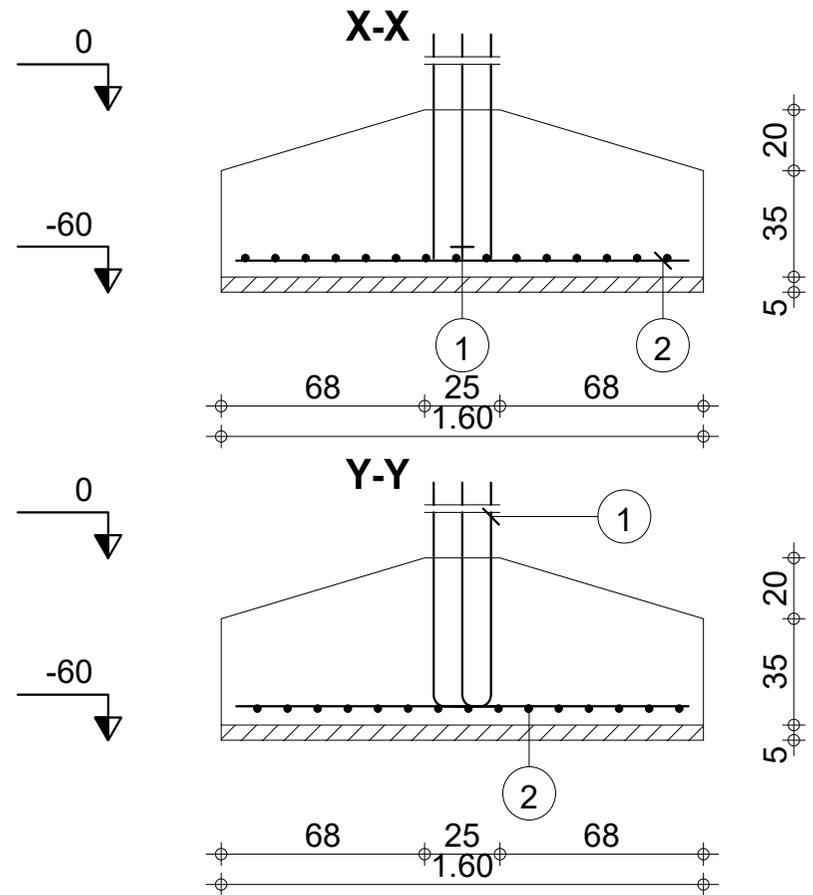
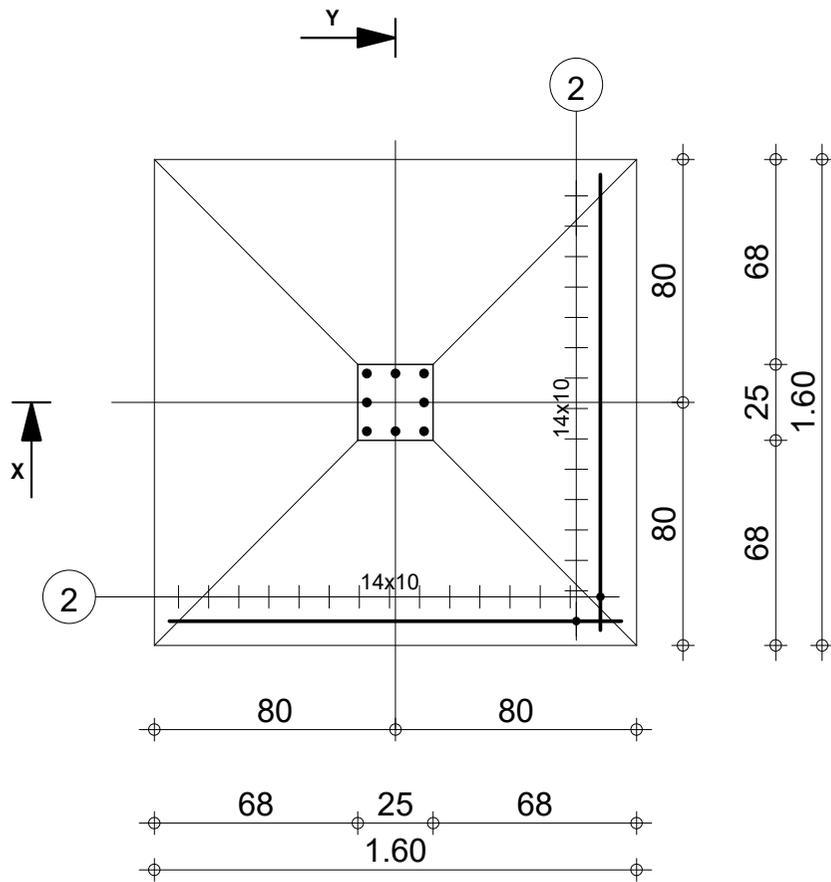
Pos.	Armature	Code	Forme
①	8HA 6 l=85	00	74
②	50HA 12 l=2.90	00	2.90

Tél.		Fax		Acier HA 400 = 130 kg	
Fissuration peu préjudiciable				Béton : BETON25 = 4.01 m ³	
FONDATION		S10		Surface du coffrage = 13.2 m ²	
				Densité = 32.42 kg/ m ³	
Structure		Nombre 1		Enrobage c1 = 5 cm, c2 = 3 cm	
				Echelle pour la vue 1/50	
				Page 1/1	



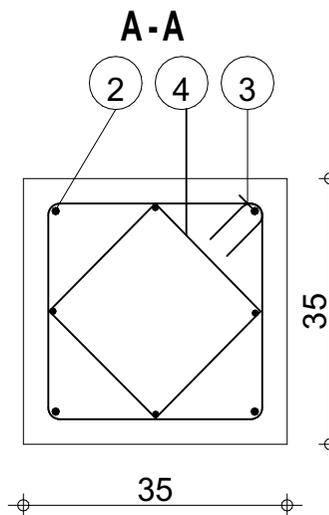
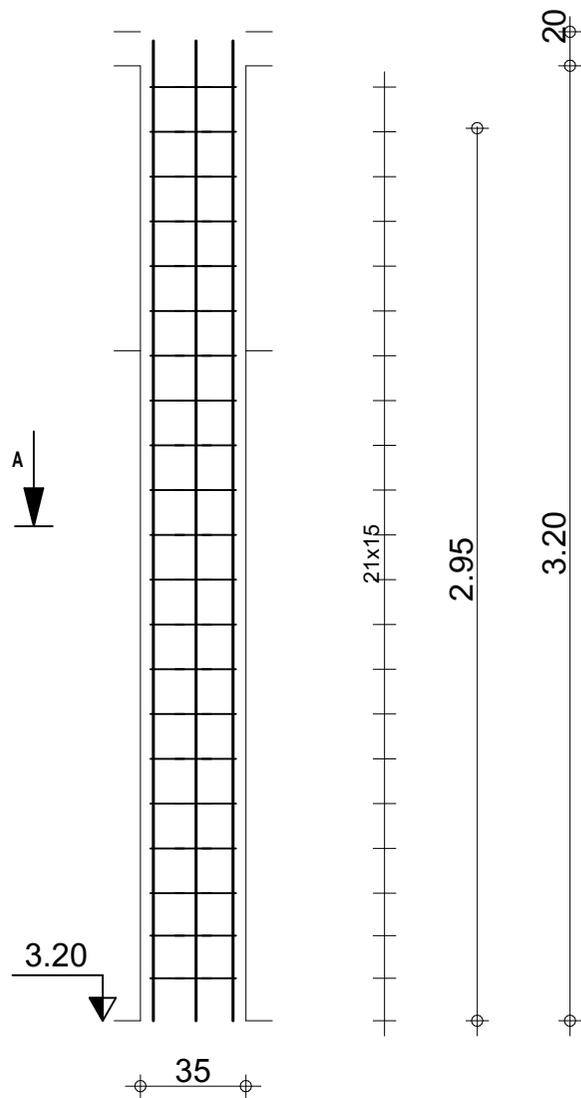
Pos.	Armature	Code	Forme
①	8HA 6 l=85	00	74
②	38HA 12 l=2.60	00	2.60

		Tél.	Fax	Acier HA 400 = 89.2 kg	
Fissuration peu préjudiciable				Béton : BETON25 = 3.24 m ³	
FONDATION Structure	S18	Nombre 1		Surface du coffrage = 11.1 m ²	
				Enrobage c1 = 5 cm, c2 = 3 cm	
				Densité = 27.53 kg/ m ³	
				Echelle pour la vue 1/50	
				Page 1/1	



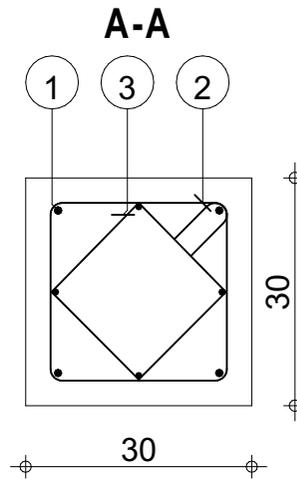
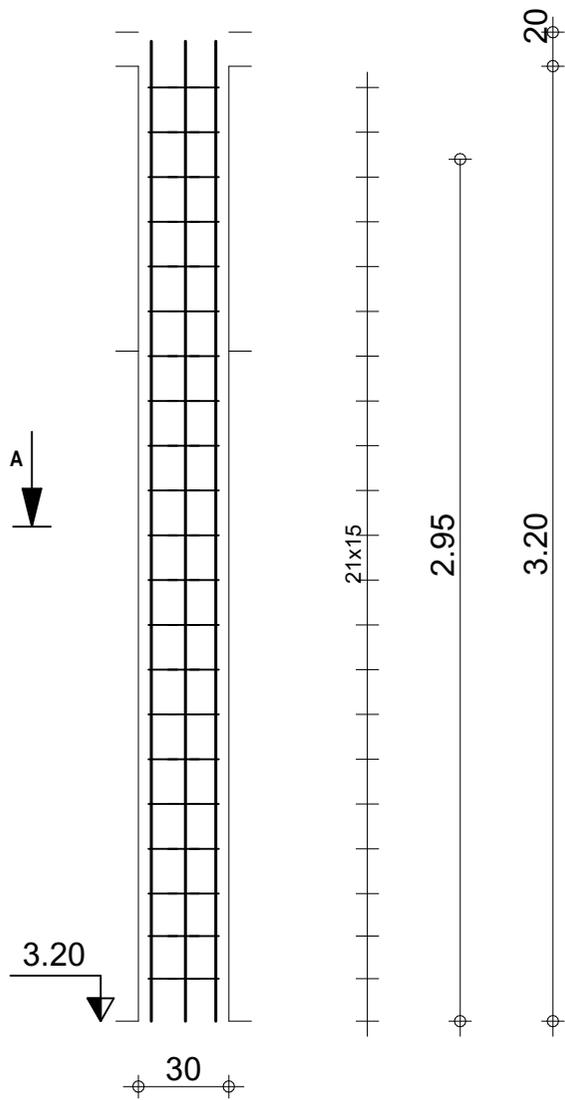
Pos.	Armature	Code	Forme
①	8HA 6 l=85	00	74
②	30HA 8 l=1.50	00	1.50

Tél.		Fax		Acier HA 400 = 19.3 kg			
Fissuration peu préjudiciable				Béton : BETON25 = 1.17 m ³			
				Surface du coffrage = 4.84 m ²		Enrobage c1 = 5 cm, c2 = 3 cm	
FONDATION Structure				S23 Nombre 1		Densité = 16.5 kg/ m ³	
						Echelle pour la vue 1/25	



Pos.	Armature	Code	Forme
②	8HA 10	l=3.23	00
③	21HA 6	l=1.28	31
④	42HA 6	l=41	00

POTEAU P1	P1 Section 35x35	Tél.	Fax	Acier HA 500 = 15.9 kg	Béton : BETON = 0.27 m3
				Acier HA 500 = 9.78 kg	Surface du coffrage = 3.09 m2
				Enrobage 3 cm	
				Echelle pour la vue 1/25	Page 1/1
				Echelle pour la section 1/10	



Pos.	Armature	Code	Forme
①	8HA 10 l=3.23	00	3.23
②	21HA 6 l=1.08	31	
③	42HA 6 l=36	00	

Tél.

Fax

POTEAU P2

Structure

P2

Section 30x30

Acier HA 500 = 15.9 kg

Béton : BETON = 0.199 m3

Acier HA 500 = 8.38 kg

Surface du coffrage = 2.65 m2

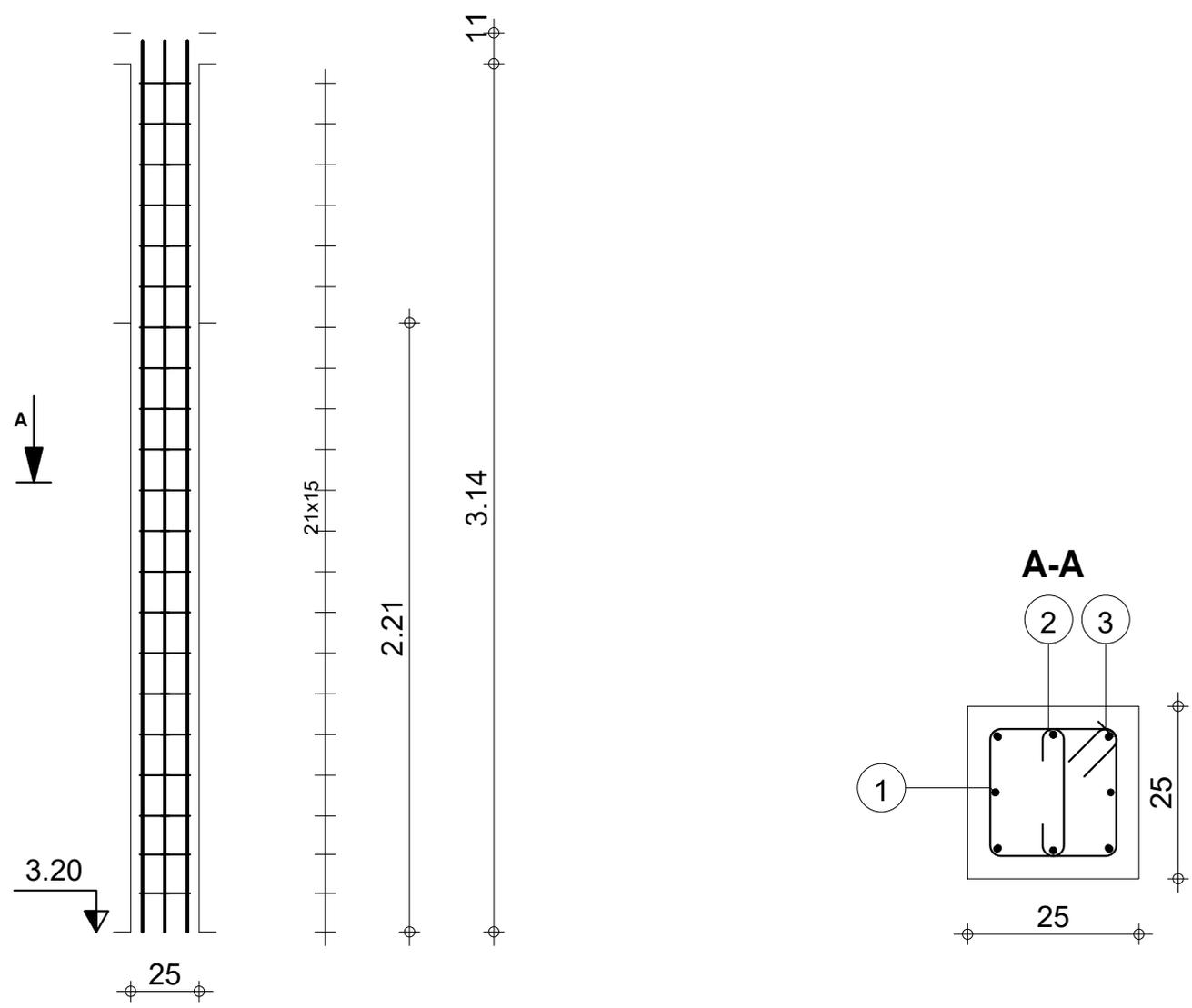
Enrobage 3 cm

Echelle pour la vue 1/25

Echelle pour la section 1/10

Page 1/1

Pos.	Armature	Code	Forme
①	8HA 8 l=3.23	00	3.23
②	6HA 10 l=3.23	00	3.23
③	21HA 6 l=88	31	
④	21HA 6 l=31	00	



Tél. Fax

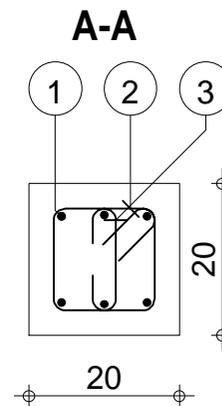
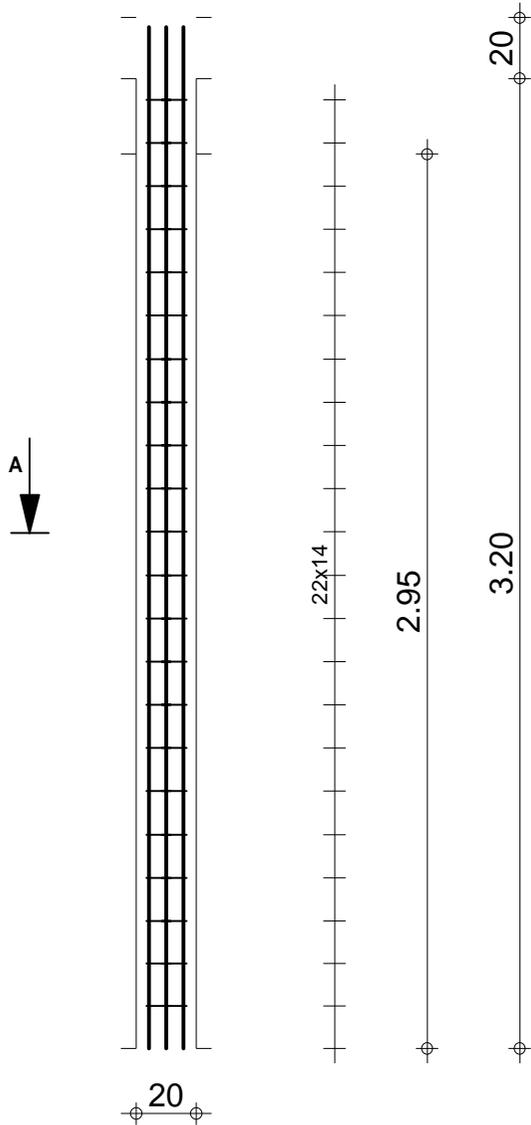
Acier HA 400 = 22.1 kg Béton : BETON25 = 0.138 m3
 Acier HA 500 = 5.54 kg Surface du coffrage = 2.21 m2
 Enrobage 3 cm



0
Structure

1_P3
Section 25x25

Echelle pour la vue 1/25
 Echelle pour la section 1/10



Pos.	Armature	Code	Forme
①	6HA 10 l=3.37	00	3.37
②	22HA 6 l=68	31	
③	22HA 6 l=26	00	

Tél.

Fax

Acier HA 400 = 12.5 kg

Béton : BETON = 0.118 m3

Acier HA 400 = 4.58 kg

Surface du coffrage = 2.36 m2

Enrobage 3 cm

PROJET DE CONSTRUCTION D'UN BATIMENT DE TYPE R+2

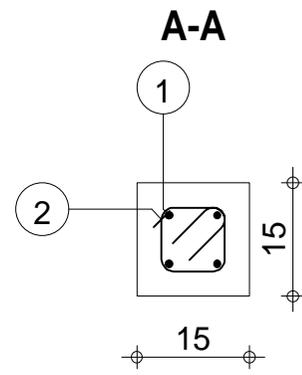
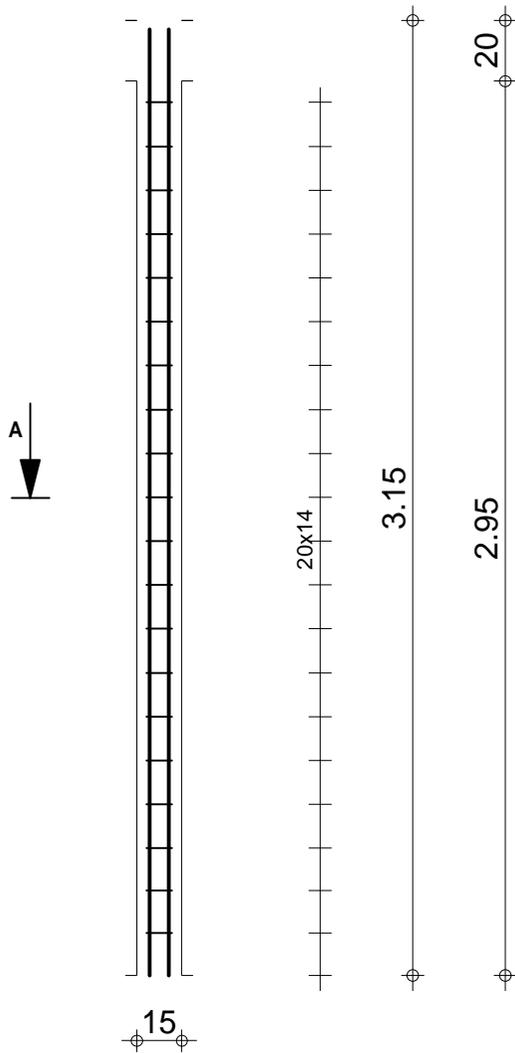
Poteau P4

Section 20x20

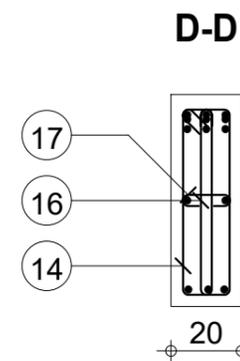
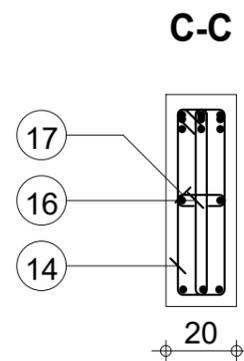
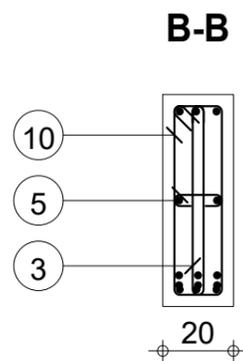
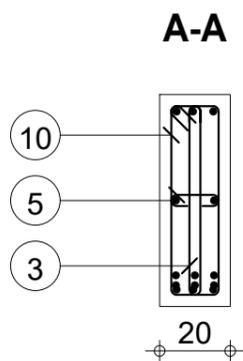
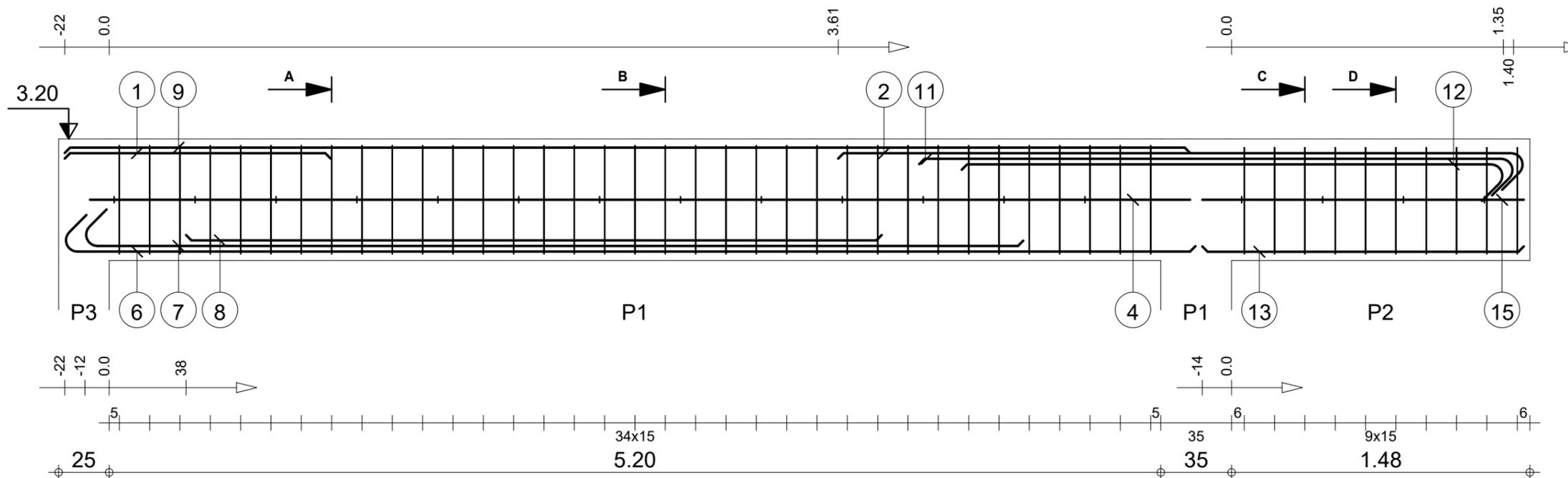
Echelle pour la vue 1/25

Echelle pour la section 1/10

Pos.	Armature	Code	Forme
①	4HA 10 l=3.12	00	3.12
②	20HA 6 l=48	31	

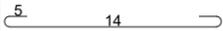


PROJET DE CONSTRUCTION D'UN BATIMENT DE TYPE R+2	Tél. Fax	Acier HA 500 = 7.69 kg Béton : BETON = 0.0709 m3
	Raidisseur Section 15x15	Acier HA 500 = 2.12 kg Surface du coffrage = 1.89 m2
		Enrobage 3 cm
	Echelle pour la vue 1/25 Echelle pour la section 1/10	Page 184 / 1



Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme
①	3HA 12	l=1.31	00	1.31	④	2HA 10	l=5.44	00	5.44	⑦	3HA 12	l=4.83	00	4.64	⑩	35HA 6	l=1.48	31	14/8
②	3HA 12	l=3.58	00	3.39	⑤	13HA 6	l=26	00	5/14	⑧	3HA 12	l=3.44	00	3.44	⑪	3HA 12	l=3.13	00	2.94
③	35HA 6	l=1.21	00	0.0	⑥	3HA 12	l=5.78	00	5.59	⑨	3HA 10	l=5.57	00	5.56	⑫	3HA 12	l=2.87	00	2.68

RDC Structure	PP0.07 Section 20x60	Tél. _____ Fax _____	Nombre 1	Acier HA 500 = 79.7 kg	Enrobage supérieur 3 cm	Enrobage latéral 3 cm
				Béton : BETON25 = 0.873 m3	Acier HA 400 = 36.4 kg	
				Enrobage inférieur 3 cm	Echelle pour la vue 1:25	
				Densité = 132.9 kg/ m3	Echelle pour la section 1:20	
			Surface du coffrage = 10.3 m2		Page 1/2	

Pos.	Armature	Code	Forme
16	10HA 6 l=1.19		
17	4HA 6 l=26	00	

Tél.

Fax

0**Structure****PP0.07****Section 20x60****Nombre 1**

Béton : BETON25 = 0.873 m3

Enrobage inférieur 3 cm

Densité = 132.9 kg/ m3

Surface du coffrage = 10.3 m2

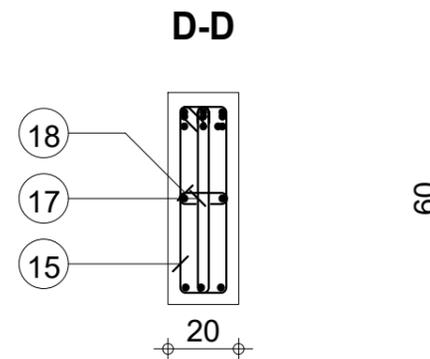
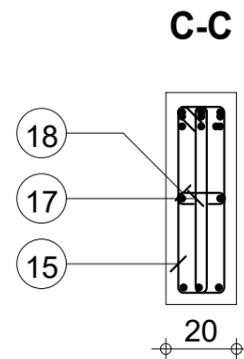
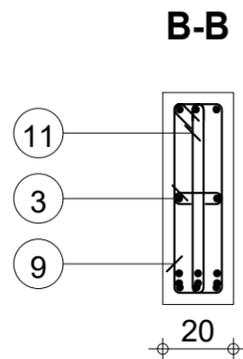
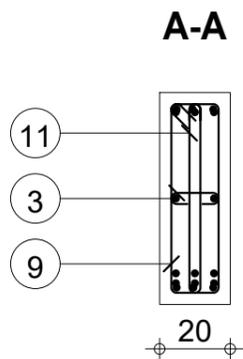
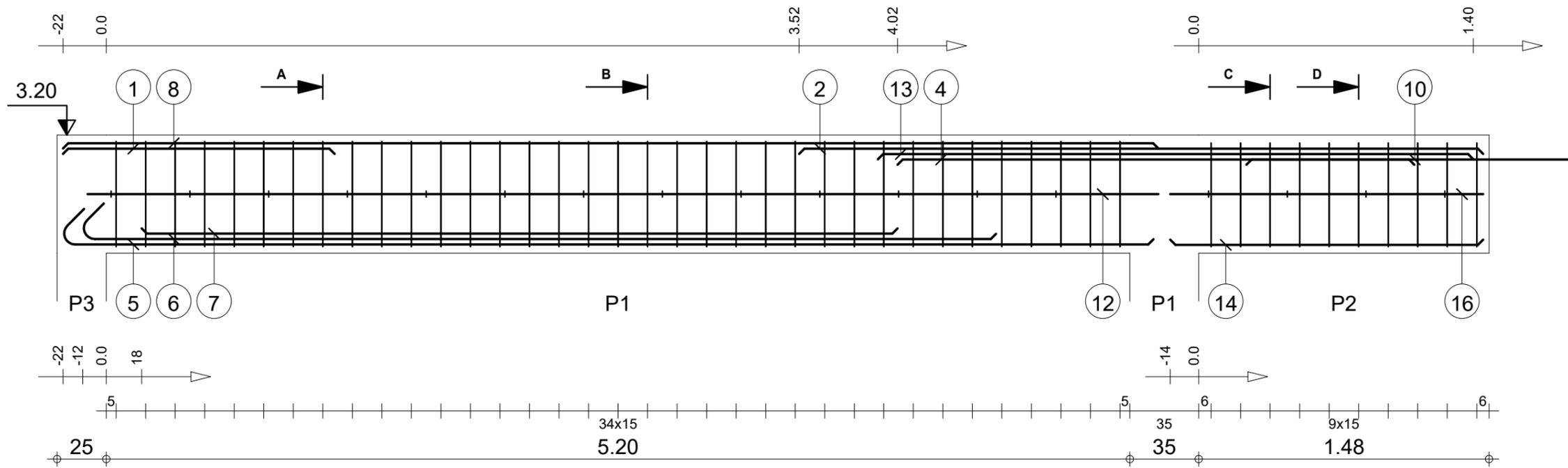
Acier HA 500 = 79.7 kg

Acier HA 400 = 36.4 kg

Enrobage supérieur 3 cm

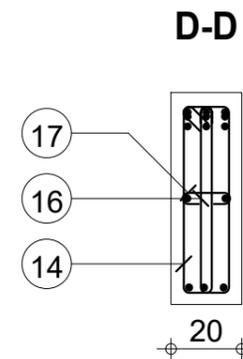
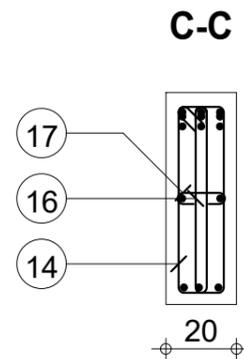
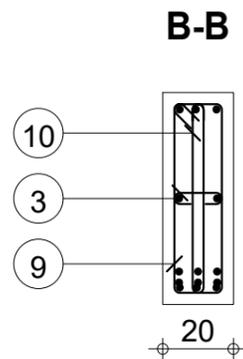
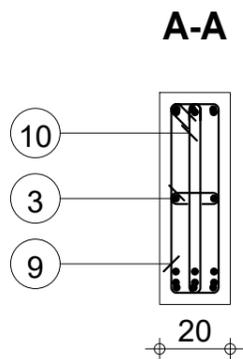
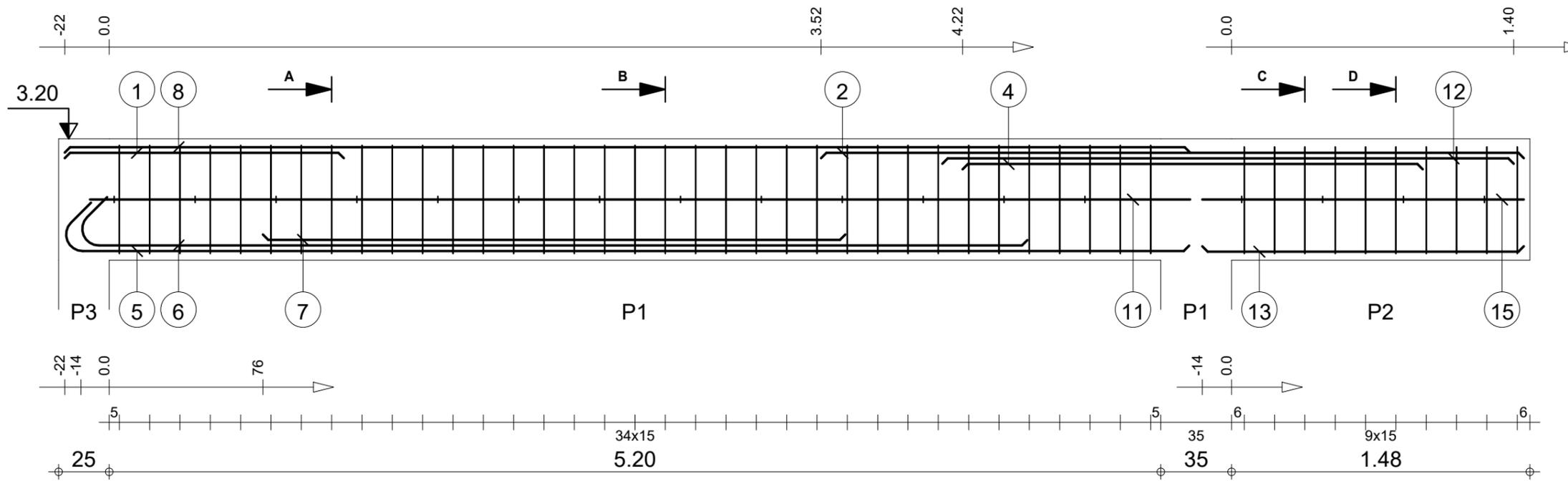
Enrobage latéral 3 cm

Page 2/2



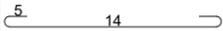
Pos.	Armature	Code	Forme																
①	3HA 12	I=1.38	00	④	3HA 12	I=2.63	00	⑦	3HA 12	I=3.84	00	⑩	1HA 12	I=1.91		⑬	3HA 12	I=3.02	00
②	3HA 12	I=3.48	00	⑤	3HA 12	I=5.73	00	⑧	3HA 8	I=5.57	00	⑪	35HA 6	I=1.21		⑭	3HA 8	I=1.59	00
③	13HA 6	I=26	00	⑥	3HA 12	I=4.83	00	⑨	35HA 6	I=1.48	31	⑫	2HA 10	I=5.44	00	⑮	10HA 6	I=1.45	31

RDC Structure	PP0.08 Section 20x60	Nombre 1	Tél.	Fax	Acier HA 400 = 76.5 kg	Acier HA 400 = 36.4 kg	
			Béton : BETON = 0.873 m3		Enrobage inférieur 3 cm	Enrobage supérieur 3 cm	
			Densité = 129.4 kg/ m3		Echelle pour la vue 1:25		Enrobage latéral 3 cm
			Surface du coffrage = 10.3 m2		Echelle pour la section 1:20		Page 1/2



Pos.	Armature	Code	Forme																	
①	3HA 12	I=1.38	00	④	3HA 12	I=2.27	00	⑦	3HA 14	I=2.88	00	⑩	35HA 6	I=1.21		⑬	3HA 8	I=1.59	00	
②	3HA 12	I=3.48	00	⑤	3HA 14	I=5.80	00	⑧	3HA 8	I=5.57	00	⑪	2HA 10	I=5.44	00	⑭	10HA 6	I=1.45	31	
③	13HA 6	I=26	00	⑥	3HA 14	I=4.92	00	⑨	35HA 6	I=1.48	31	⑫	3HA 12	I=2.83	00	⑮	2HA 10	I=1.59	00	

R+2 Structure	PP2.09 Section 20x60	Nombre 1	Tél.	Fax	Béton : BETON = 0.873 m3	Acier HA 400 = 84.3 kg	
					Enrobage inférieur 3 cm	Acier HA 400 = 36.4 kg	
					Densité = 138.6 kg/ m3	Enrobage supérieur 3 cm	Enrobage latéral 3 cm
					Surface du coffrage = 10.3 m2	Echelle pour la vue 1:25	Echelle pour la section 1:20

Pos.	Armature	Code	Forme
16	10HA 6 l=1.20		
17	4HA 6 l=26	00	

Tél.

Fax

0**Structure****PP0.09****Section 20x60****Nombre 1**

Béton : BETON = 0.873 m3

Enrobage inférieur 3 cm

Densité = 138.6 kg/ m3

Surface du coffrage = 10.3 m2

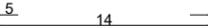
Acier HA 400 = 84.3 kg

Acier HA 400 = 36.4 kg

Enrobage supérieur 3 cm

Enrobage latéral 3 cm

Page 2/2

Pos.	Armature		Code	Forme
16	2HA 10	l=1.59	00	
17	10HA 6	l=1.20		
18	4HA 6	l=26	00	

Tél.

Fax

0**Structure****PP0.08****Section 20x60****Nombre 1**

Béton : BETON = 0.873 m3

Enrobage inférieur 3 cm

Densité = 129.4 kg/ m3

Surface du coffrage = 10.3 m2

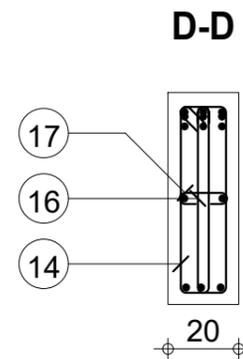
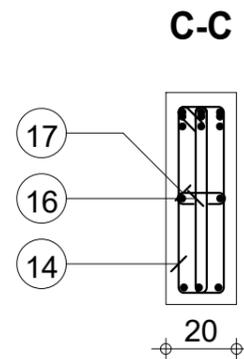
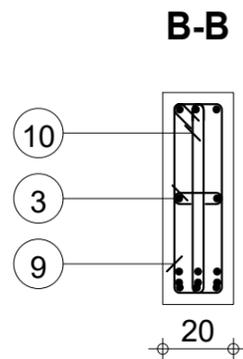
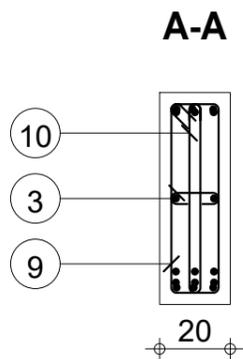
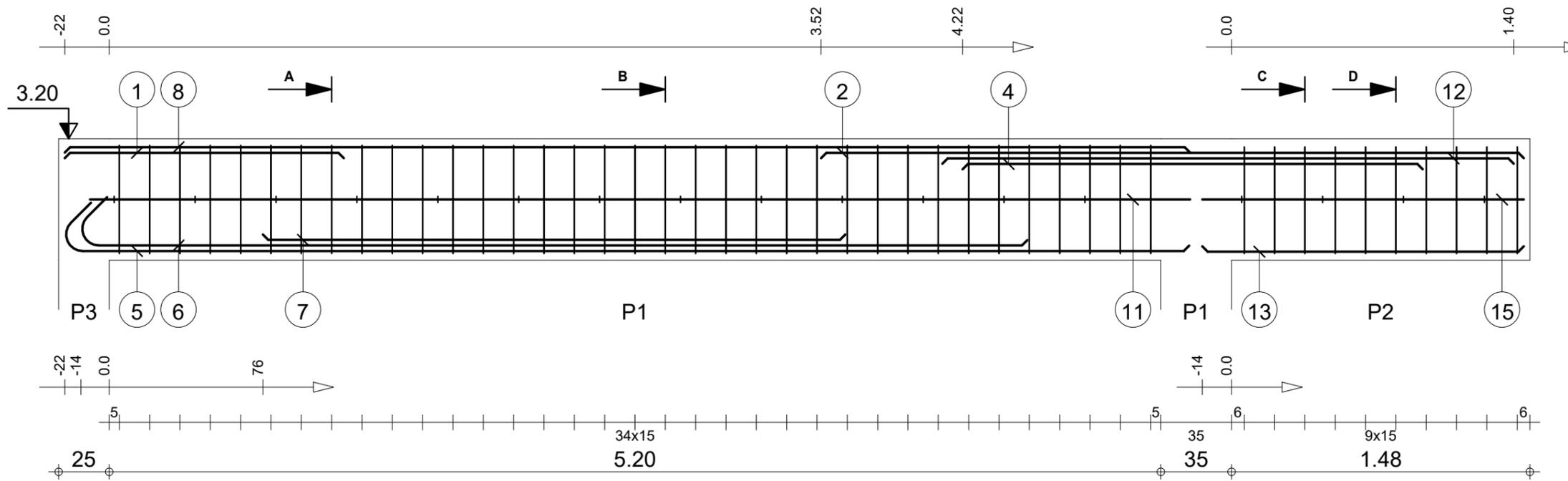
Acier HA 400 = 76.5 kg

Acier HA 400 = 36.4 kg

Enrobage supérieur 3 cm

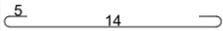
Enrobage latéral 3 cm

Page 2/2



Pos.	Armature	Code	Forme																
①	3HA 12	I=1.38	00	④	3HA 12	I=2.27	00	⑦	3HA 14	I=2.88	00	⑩	35HA 6	I=1.21		⑬	3HA 8	I=1.59	00
②	3HA 12	I=3.48	00	⑤	3HA 14	I=5.80	00	⑧	3HA 8	I=5.57	00	⑪	2HA 10	I=5.44	00	⑭	10HA 6	I=1.45	31
③	13HA 6	I=26	00	⑥	3HA 14	I=4.92	00	⑨	35HA 6	I=1.48	31	⑫	3HA 12	I=2.83	00	⑮	2HA 10	I=1.59	00

R+2 Structure	PP2.09 Section 20x60	Nombre 1	Tél.	Fax	Béton : BETON = 0.873 m3	Acier HA 400 = 84.3 kg	
					Enrobage inférieur 3 cm	Acier HA 400 = 36.4 kg	
					Densité = 138.6 kg/ m3	Enrobage supérieur 3 cm	Enrobage latéral 3 cm
					Surface du coffrage = 10.3 m2	Echelle pour la vue 1:25	Page 1/2

Pos.	Armature	Code	Forme
16	10HA 6 l=1.20		
17	4HA 6 l=26	00	

Tél.

Fax

0**Structure****PP0.09****Section 20x60****Nombre 1**

Béton : BETON = 0.873 m3

Enrobage inférieur 3 cm

Densité = 138.6 kg/ m3

Surface du coffrage = 10.3 m2

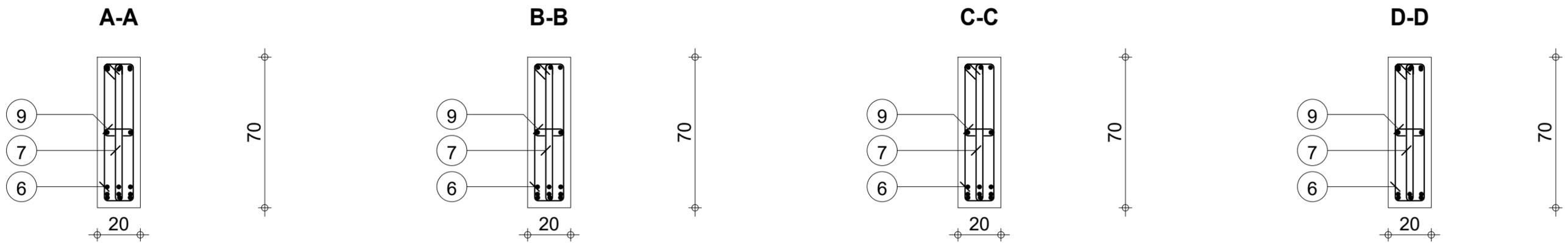
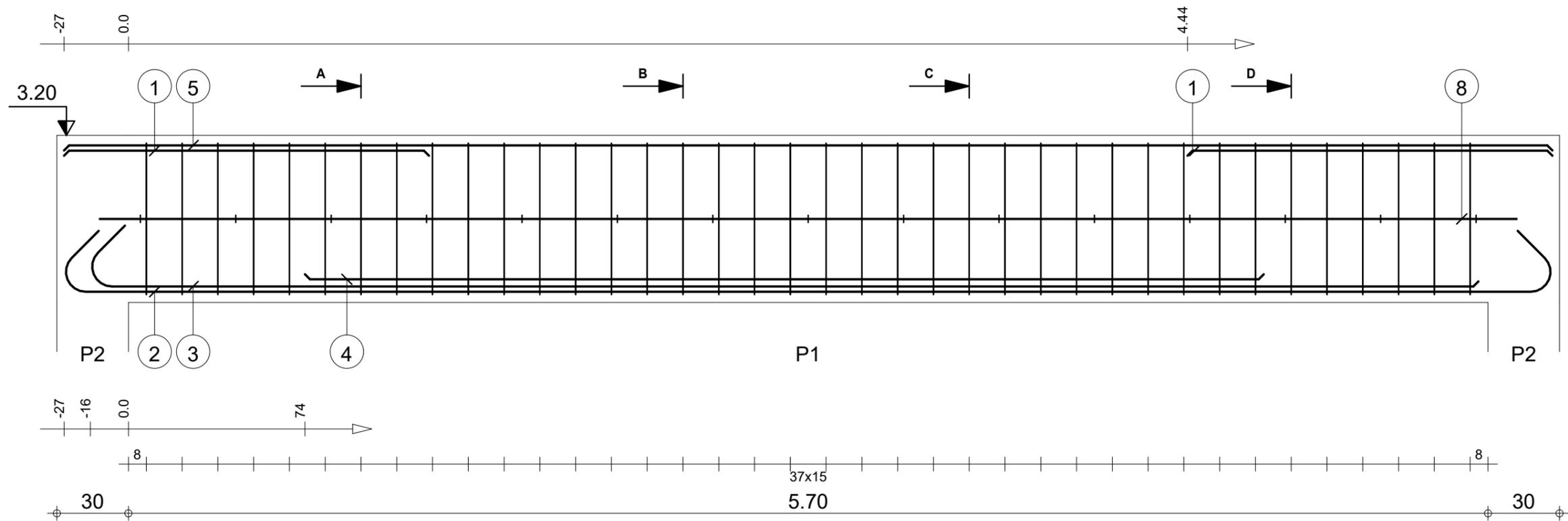
Acier HA 400 = 84.3 kg

Acier HA 400 = 36.4 kg

Enrobage supérieur 3 cm

Enrobage latéral 3 cm

Page 2/2



Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme
①	6HA 12	l=1.53	00	④	3HA 16	l=4.02	00	⑦	38HA 6	l=1.41	
②	3HA 16	l=6.77	00	⑤	3HA 8	l=6.24	00	⑧	2HA 10	l=5.94	00
③	3HA 16	l=6.09	00	⑥	38HA 6	l=1.68	31	⑨	15HA 6	l=26	00

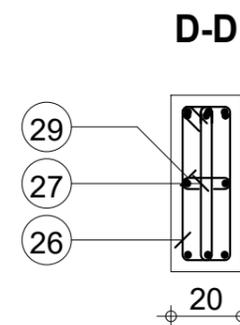
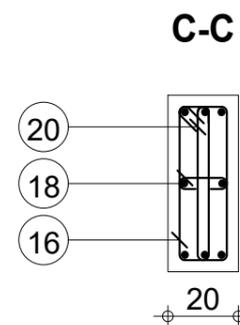
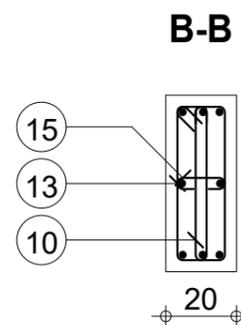
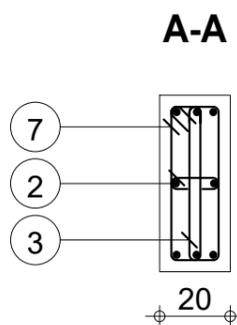
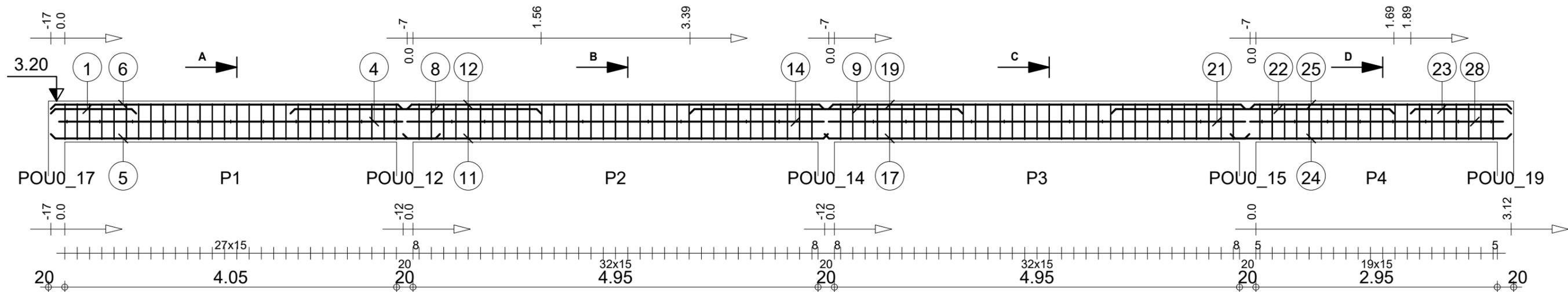
Tél. Fax

R+2
Structure

PP2.13: P1
Section 20x70

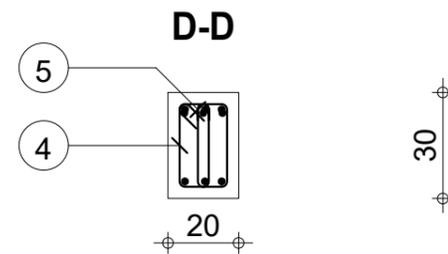
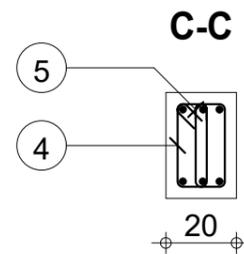
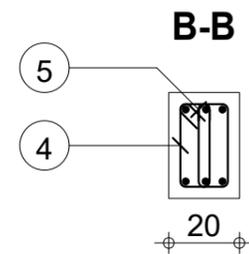
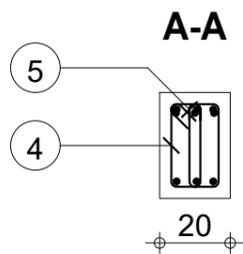
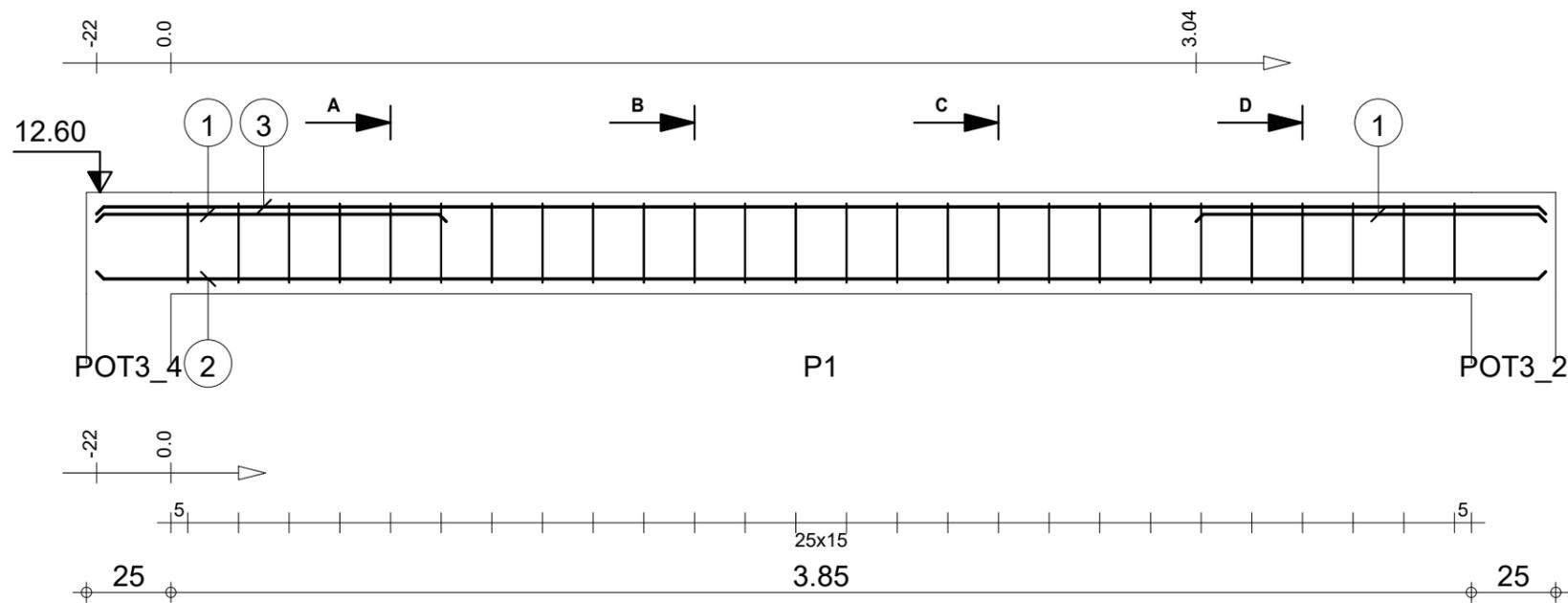
Nombre 1

Béton : BETON = 0.882 m3	Acier HA 400 = 95.4 kg
Enrobage inférieur 3 cm	Acier HA 400 = 34.3 kg
Densité = 147.4 kg/ m3	Enrobage supérieur 3 cm
Surface du coffrage = 10.2 m2	Enrobage latéral 3 cm
Echelle pour la vue 1:20	Page 1/1
Echelle pour la section 1:20	



Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme					
1	3HA 12	l=1.04	00	1.04	4	2HA 10	l=4.20	00	4.19	7	28HA 6	l=1.28	31	1.28	10	33HA 6	l=1.01		1.01	13	33HA 6	l=1.28	31	1.28
2	11HA 6	l=2.6	00	2.6	5	3HA 12	l=4.75	00	4.75	8	3HA 12	l=3.06	00	3.06	11	3HA 12	l=5.19	00	5.19	14	2HA 10	l=5.09	00	5.09
3	28HA 6	l=1.01		1.01	6	3HA 10	l=4.29	00	4.29	9	3HA 12	l=3.33	00	3.33	12	3HA 10	l=5.09	00	5.09	15	13HA 6	l=2.6	00	2.6

R+2 Structure	PS2.04 Section 20x50	Nombre 1	Tél.	Fax	Acier HA 500 = 114 kg	Acier HA 400 = 82.1 kg		
			Béton : BETON25 = 1.79 m3		Enrobage inférieur 3 cm	Enrobage supérieur 3 cm	Enrobage latéral 3 cm	
			Densité = 109.5 kg/ m3		Surface du coffrage = 21.5 m2		Echelle pour la vue 1:50	Echelle pour la section 1:20
							Page 1/2	



Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme
①	6HA 12	l=1.03	00	④	26HA 6	l=88	31
②	3HA 12	l=4.29	00	⑤	26HA 6	l=61	
③	3HA 10	l=4.29	00				

Tél. Fax

**EDICULE
Structure**

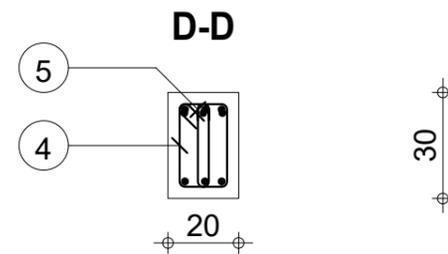
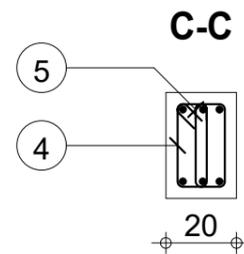
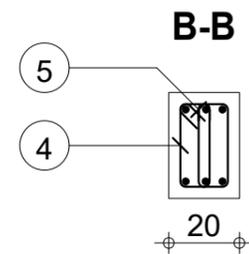
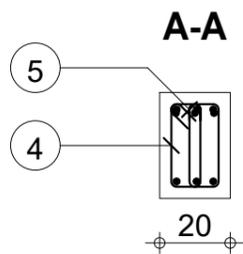
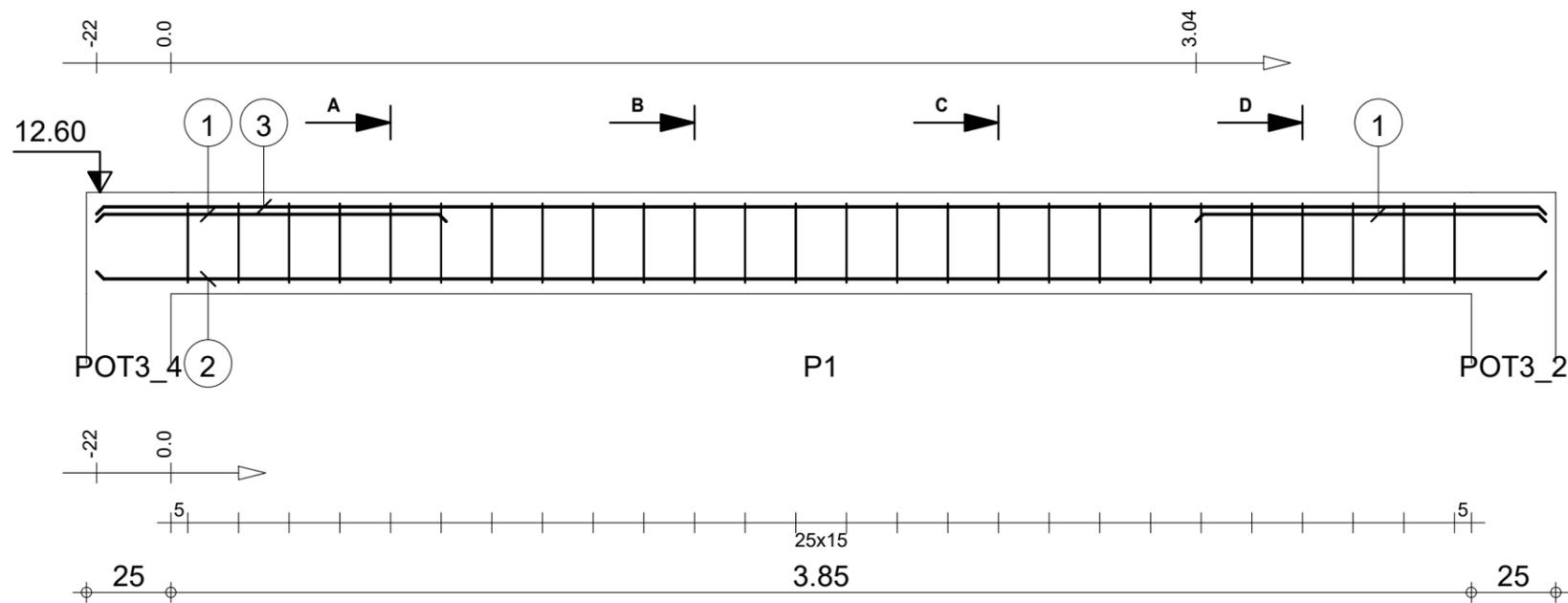
**PP3.01
Section 20x30**

Nombre 1

Béton : BETON25 = 0.261 m3	Acier HA 500 = 24.9 kg	Acier HA 400 = 8.6 kg
Enrobage inférieur 3 cm	Enrobage supérieur 3 cm	Enrobage latéral 3 cm
Densité = 128.4 kg/ m3	Echelle pour la vue 1:20	Echelle pour la section 1:20
Surface du coffrage = 3.5 m2		Page 1/1

Pos.	Armature		Code	Forme	Pos.	Armature		Code	Forme
16	33HA 6	l=1.28	31		27	20HA 6	l=1.01		
17	3HA 12	l=5.19	00		28	2HA 10	l=3.09	00	
18	13HA 6	l=26	00		29	8HA 6	l=26	00	
19	3HA 10	l=5.09	00						
20	33HA 6	l=1.01							
21	2HA 10	l=5.09	00						
22	3HA 12	l=3.45	00						
23	3HA 12	l=1.23	00						
24	3HA 12	l=3.43	00						
25	3HA 10	l=3.19	00						
26	20HA 6	l=1.28	31						

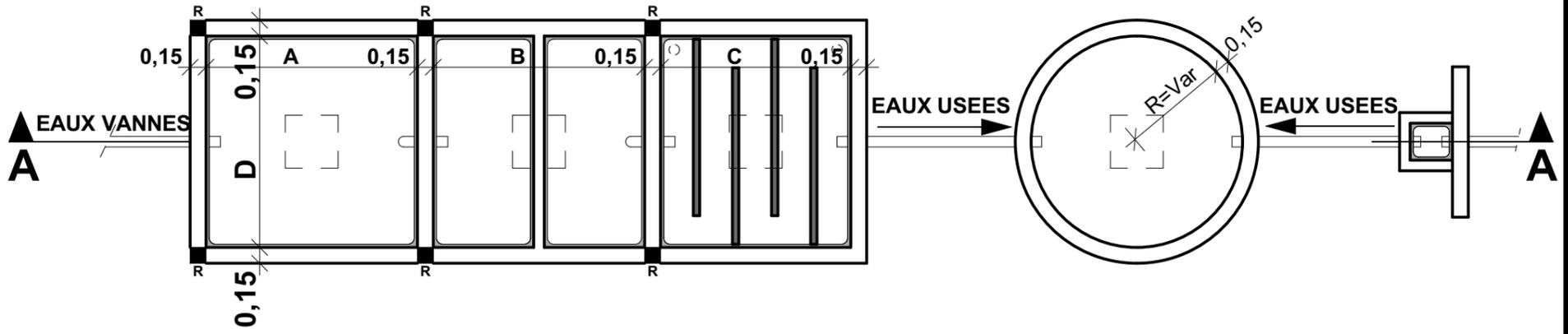
0 Structure	PS0.04 Section 20x50	Tél.	Fax	Acier HA 500 = 114 kg	
		Nombre 1		Béton : BETON25 = 1.79 m3	Acier HA 400 = 82.1 kg
				Enrobage inférieur 3 cm	Enrobage supérieur 3 cm
		Surface du coffrage = 21.5 m2		Page 2/2	



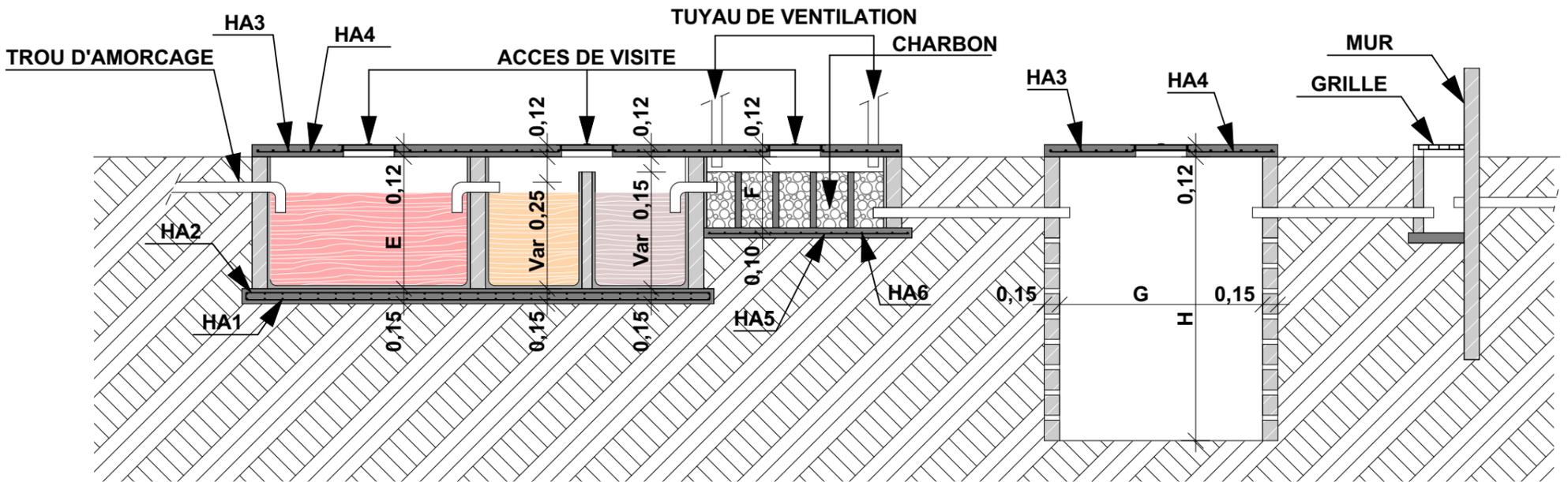
Pos.	Armature	Code	Forme	Pos.	Armature	Code	Forme
①	6HA 12	l=1.03	00	④	26HA 6	l=88	31
②	3HA 12	l=4.29	00	⑤	26HA 6	l=61	
③	3HA 10	l=4.29	00				

EDICULE Structure	PP3.01 Section 20x30	Tél. _____ Fax _____	Nombre 1	Béton : BETON25 = 0.261 m3	Acier HA 500 = 24.9 kg	
				Enrobage inférieur 3 cm	Acier HA 400 = 8.6 kg	
				Densité = 128.4 kg/ m3	Enrobage supérieur 3 cm	Enrobage latéral 3 cm
				Surface du coffrage = 3.5 m2	Echelle pour la vue 1:20	Echelle pour la section 1:20

CONSTRUCTION



VUE EN PLAN COTE FOSSE SEPTIQUE - PUISARD - REGARD

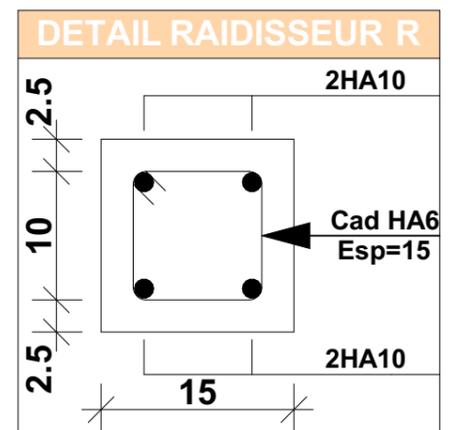


COUPE A-A

FOSSE SEPTIQUE									
	VOLUMES			DIMENSION					
	Fosse 1	Fosse 2	Fosse 3	A	B	C	D	E	F
5	1000	1000	0450	100	100	90	100	100	50
8	1600	1600	0720	100	100	90	160	100	50
10	2000	2000	0900	100	100	90	200	100	50
20	4000	4000	1800	200	200	180	200	100	50
30	6000	6000	2700	300	310	270	200	100	50
50	10000	10000	4500	500	500	460	200	100	50
70	13950	14000	7550	510	520	360	300	150	70
100	19980	19980	9988	444	444	428	300	150	70
150	1000	1000	0450	100	100	90	300	150	70

PUISARD			
TYPE	A UTILISER POUR	G	H
1	Fosse septique pour 5 à 10 Usagers	150	200
2	Fosse septique pour 11 à 20 Usagers	200	200
3	Fosse septique pour 21 à 35 Usagers	250	300
4	Fosse septique pour 36 à 60 Usagers	300	400
5	Fosse septique pour 61 à 90 Usagers	400	500

FERAILLAGE		
TYPE	DIAMETRE	Esp
HA1	08	12
HA2	08	12
HA3	12	15
HA4	12	15
HA5	08	15
HA6	08	15



Projet : **Projet de construction d'un bâtiment de type R+2**

Réalisé par: **AHOUE Romano**

N° de plan: Titre: **DETAILS FOSSE SEPTIQUE ET PUISARD**

Echelle : Format : Date d'émission : Phase des travaux:
A3 Juillet 2024 EXECUTION