Analyse technique et financière des solutions d'exécution pour un immeuble R+4 : comparaison entre le système de coffrage tunnel et le système 3P dans le cadre du projet YENITA à Bingerville.

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE **MASTER**

SPECIALITE Génie Civil – Bâtiment et Travaux Publics

Présenté et soutenu publiquement le 17 Juillet 2026 par

Chô Ruth Miséricorde KOKOLA (n° 20230180)

Directeur de mémoire : Pr. Adamah MESSAN, Enseignant-Chercheur, Institut 2iE

Encadrant : Dr. Césaire HEMA, Enseignant-Chercheur, Institut 2iE

Maître de stage : M. Éric Hervé OBODJI, Ingénieur en Génie civil, Directeur des Projets ARTEMIS CONSTRUCTION

Structure d'accueil du stage : ARTEMIS CONSTRUCTION ET TRAVAUX

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr Aly Ngoné NGOM

Membres : Dr Joseph WETHE

M. Fabrice Velegda Hugues SORE

Promotion 2025- 2026

DEDICACE

A notre famille ainsi qu'à toutes les personnes qui, par leur éducation, leurs prières, leurs conseils, leurs encouragements et leur soutien, ont contribué à notre réussite tout au long de notre parcours académique.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous adressons nos sincères remerciements à toutes les personnes et institutions qui ont contribué à sa réalisation.

Nous exprimons tout d'abord notre gratitude à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) ainsi qu'à l'ensemble des enseignants pour la qualité de la formation reçue et les connaissances acquises tout au long de notre parcours académique.

Nous remercions également l'encadrement académique pour son accompagnement, sa disponibilité ainsi que ses orientations qui ont contribué à l'amélioration de ce mémoire.

Nous exprimons également notre reconnaissance à l'encadrement professionnel ainsi qu'à l'ensemble du personnel technique et administratif de l'entreprise pour leur accueil, leur disponibilité et leur contribution à la bonne réalisation de ce travail.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont apporté leur soutien à l'aboutissement de ce mémoire.

RESUME

Le choix d'un système constructif constitue une étape déterminante dans la réalisation d'un projet de bâtiment, car il influence les performances techniques, les coûts, les délais d'exécution ainsi que les impacts environnementaux et sociaux. Dans les projets de construction en béton armé, le choix d'un système constructif adapté représente un enjeu important pour les entreprises, puisqu'il conditionne le comportement structural, l'organisation du chantier et le coût global du projet. Le présent mémoire porte sur l'analyse technique et financière de deux solutions d'exécution de la structure porteuse d'un immeuble R+4 dans le cadre du projet YENITA situé à Bingerville. L'objectif de l'étude est de comparer le système Planchers - Poutres - Poteaux (3P) et le système coffrage tunnel afin d'identifier la solution la plus adaptée au projet grâce à une analyse multicritère.

La démarche adoptée repose sur la collecte des données du projet, la modélisation des deux systèmes sous Robot Structural Analysis, l'évaluation de leurs performances techniques, financières, environnementales et sociales, complétée par une analyse multicritère. L'étude compare les efforts internes, les caractéristiques des éléments structuraux, les quantités de matériaux, les déboursés secs, les coûts de réalisation, ainsi que les délais d'exécution.

Les résultats montrent que le système coffrage tunnel présente les meilleures performances techniques grâce à une structure plus rigide, une meilleure répartition des charges et un délai d'exécution plus court (208 jours contre 483 jours pour le système 3P). En revanche le système 3P se distingue par des consommations de matériaux plus faibles et une meilleure rentabilité économique. Son déboursé sec estimé à 1 696 163 369 FCFA, contre 2 593 936 689 FCFA pour le coffrage tunnel. Le coût global du projet est évalué à 2 864 372 321 FCFA pour le système 3P contre 4 713 064 841 FCFA pour le système coffrage tunnel, soit respectivement 3 628 606 FCFA / m² et 5 970 184 FCFA / m² pour une surface d'un bloc symétrique étudié de 789,40 m². L'étude environnementale et sociale a également permis d'identifier les principaux impacts associés aux deux systèmes constructifs et de proposer des mesures d'atténuation adaptées afin de réduire les effets négatifs sur l'environnement et le milieu social.

Au terme de cette analyse multicritère, le système 3P est retenu comme la solution la plus appropriée pour le projet YENITA, en raison de son équilibre entre les performances techniques, la maîtrise des coûts et la prise en compte des aspects environnementaux et sociaux.

Mots-clés :

- **Analyse multicritère ;**
- **Analyse technico-économique ;**
- **Coffrage tunnel ;**
- **Immeuble R+4 ;**
- **Système 3P.**

ABSTRACT

The choice of a construction system is a key factor in the successful delivery of a building project, as it directly influences technical performance, construction costs, execution time, and environmental and social impacts. In reinforced concrete buildings projects, selecting the most appropriate structural behaviour, site organization, and the overall project cost. This dissertation presents a technical and financial analysis of two structural execution systems for an R+4 building with the YENITA project located in Bingerville. The objective is to compare the Beam-Slab-Column (3P) system and the tunnel formwork system in order to identify the most suitable solution through a multicriteria analysis.

The methodology is based on project data collection, structural modelling using Robot Structural Analysis, and the evaluation of the technical, financial, environmental, and social performance of both systems, complemented by a multicriteria analysis. The study compares internal forces, structural characteristics, material quantities, direct construction costs, total project costs, and execution time.

The results show the tunnel formwork system provides better technical performance through greater structural rigidity, improved load distribution, and a shorter execution period (208 days compared with 483 days for the 3P system). However, the 3P system requires lower material consumption and offers better economic performance. Its direct construction cost is estimated at FCFA 1,696,163,369, compared with FCFA 2,593,936,689 for the tunnel formwork system. The total project cost is estimated at FCFA 2,864,372,321 for the 3P system and FCFA 4,713,064,841 for the tunnel formwork system, corresponding to FCFA 3,628,606/m² and FCFA 5,90,184/m², respectively, for a studied area of 789,40m². The environmental and social assessment also identified the main impacts associated with both construction systems and proposed appropriate mitigation measures to reduce their negative effects.

Based on the multicriteria analysis, the 3P system was identified as the most suitable solution for the YENITA project because it provides the best balance between technical performance, cost efficiency, and environmental and social considerations.

Keywords:

- **3P system;**
- **Multicriteria analysis;**
- **R+4 building;**
- **Technical and financial analysis;**
- **Tunnel formwork system.**

TABLE DES MATIERES

DEDICACE i

REMERCIEMENTS ii

RESUME iii

ABSTRACT iv

ABREVIATIONS ET SIGLES ix

LISTE DES TABLEAUX x

LISTE DES FIGURES xii

INTRODUCTION GENERALE 1

Chapitre I. Présentation de la structure d'accueil et du projet 3

I.1. Introduction : 3

I.2. Présentation de la structure d'accueil : 3

I.2.1. Présentation générale de l'entreprise : 3

I.2.2. Organisation de l'entreprise : 3

I.2.3. Mission de l'entreprise dans le projet : 5

I.3. Présentation du projet YENITA : 5

I.3.1. Contexte du projet : 5

I.3.2. Situation géographique et zone d'étude du projet : 6

I.3.3. Description du projet : 8

I.3.4. Données de base : 11

Conclusion partielle : 11

Chapitre II. Etats de l'art sur les différents systèmes d'exécution de la structure porteuse des bâtiments 12

II.1. Introduction : 12

II.2. Généralité sur les structures porteuses des bâtiments : 12

II.2.1. Systèmes Planchers – Poutres – Poteaux : 13

II.2.1. Système Coffrage tunnel : 14

II.2.2. Système Préfabriqué : 14

II.2.3. Système Ossature métallique : 15

II.2.4. Autres systèmes d'exécution des projets de construction : 16

Conclusion partielle : 17

Chapitre III. Méthodologie de conception 18

III.1. Introduction : 18

III.2. Présentation du cadre méthodologique : 18

III.3. Données utilisées pour l'étude : 18

III.4. Outils et moyens utilisés : 19

III.5. Méthodologie générale : 20

III.5.1. Etude technique : 20

III.5.2. Etude financière : 22

III.5.3. Etude environnementale et sociale : 25

Conclusion partielle : 25

Chapitre IV. Etude technique des systèmes étudiés 27

IV.1. Introduction :.....27

IV.2. Hypothèses de chargement et de descente de charges des deux systèmes étudiés : 27

IV.3. Etude technique du système 3P :.....29

IV.3.1. Prédimensionnement des éléments porteurs :.....29

IV.3.2. Modélisation du système 3P sous Robot Structural Analysis :.....29

IV.3.3. Résultats du système 3P au niveau du rez-de-jardin :.....30

IV.4. Etude technique du système coffrage tunnel :.....33

IV.4.1. Prédimensionnement des éléments porteurs :.....34

IV.4.2. Modélisation du système tunnel sous Robot Structural Analysis :.....34

IV.4.3. Résultats du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin :.....35

IV.5. Comparaison et analyse multicritère technique des systèmes :.....38

IV.5.1. Comparaisons techniques des systèmes :.....38

IV.5.2. Analyse multicritère technique et choix du système optimal :.....41

Conclusion partielle :.....42

Chapitre V. Etude technico-économique des systèmes étudiés.....43

V.1. Introduction :.....43

V.2. Etude financière du système 3P :.....43

V.2.1. Déboursés secs en système 3P :.....43

V.2.2. Coût du projet en système 3P :.....44

V.2.3. Analyse technico-économique du système 3P :.....44

V.3. Etude financière du système coffrage tunnel :.....48

V.3.1. Déboursés secs en système coffrage tunnel : 48
V.3.2. Coût du projet en système coffrage tunnel : 48
V.3.3. Analyse technico-économique du système coffrage tunnel : 49
V.4. Comparaison et analyse multicritère financière des systèmes : 53
V.4.1. Comparaison financière des systèmes : 53
V.4.2. Analyse multicritère financière et choix du système optimal : 53
Conclusion partielle : 55
Chapitre VI. Etude environnementale et sociale 56
VI.1. Introduction : 56
VI.2. Cadre législatif et réglementaire : 56
VI.3. Composantes et phases du projet servant à l'identification des impacts environnementaux et sociaux : 57
VI.4. Identification des impacts environnementaux et sociaux du projet : 57
VI.5. Mesures d'atténuation et plan de gestion environnementale et sociale (PGES) : 59
Conclusion partielle : 61
Conclusion générale et recommandations : 62
VI.1. Conclusion générale : 62
VI.2. Recommandations : 63
Bibliographies 65
Annexes I

ABREVIATIONS ET SIGLES

3P	:	Planchers – Poutres – Poteaux
ACT	:	Artemis Construction et Travaux
BAEL	:	Béton Armé aux Etats Limites
C25 / 30	:	Béton de classe de résistance du béton caractérisée par une résistance à la compression de 25Mpa sur éprouvette cylindrique et 30 Mpa sur cube
DQE	:	Devis quantitatif et estimatif
ELU		Etat Limite Ultime
ELS		Etat Limite de Service
f_{c28}	:	Valeur caractéristique de résistance à la compression du béton
G. O	:	Gros œuvre
HA	:	Haute Adhérence
Mcu		Moment limite en compression
Mru		Moment résistant ultime de la section
Mtu		Moment limite en traction
Mu		Moment fléchissant de calcul à l'état limite ultime
N_u	:	Effort normal ultime
RDC	:	Rez – De - Chaussée
RDJ	:	Rez – De - Jardin
S. O	:	Second œuvre
σ_{adm}	:	Contrainte admissible

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition des logements et magasins 9

Tableau 2: Présentation synthétique des autres systèmes d'exécution des projets de construction 17

Tableau 3: Hypothèses de calcul BAEL utilisé pour le dimensionnement des éléments structuraux.....19

Tableau 4: Charges permanentes et charges d'exploitation retenues pour le système 3P 28

Tableau 5: Charges permanentes et charges d'exploitation retenues pour le système coffrage tunnel 28

Tableau 6:Comparaison des efforts internes des deux systèmes 38

Tableau 7: Comparaison des sections des deux systèmes 39

Tableau 8 : Comparaison des quantités d'acier des deux systèmes 39

Tableau 9: Comparaison des quantités de béton des deux systèmes.....40

Tableau 10: Comparaison des densités des deux systèmes 40

Tableau 11: Synthèse globale des critères de comparaison des deux systèmes.....41

Tableau 12: Notations des critères techniques des deux systèmes.....41

Tableau 13:Synthèse du déboursé sec en système 3P 43

Tableau 14: Synthèse du coût du projet en système 3P.....44

Tableau 15:Rendements observés sur le chantier du système 3P 45

Tableau 16: Rendements retenus sur le chantier du système 3P.....46

Tableau 17: Synthèses des durées de réalisation estimées pour le gros œuvre du système 3P 46

Tableau 18:Synthèses des coûts de réalisation de gros œuvre du système 3P pour un bloc du projet 47

Tableau 19: Synthèse du coût du projet en système coffrage tunnel 48

Tableau 20: Synthèse du coût du projet en système coffrage tunnel 49

Tableau 21: Rendements observés sur le chantier du système coffrage tunnel 50

Tableau 22: Rendements retenus sur le chantier du système coffrage tunnel 51

Tableau 23: Synthèses des durées de réalisation pour le gros œuvre du système coffrage tunnel 51

Tableau 24: Synthèses des coûts de réalisation de gros œuvre du système coffrage tunnel pour un bloc du projet 52

Tableau 25: Comparaison financière des systèmes 3P et coffrage tunnel 53

Tableau 26: Notations des critères financières des deux systèmes 54

Tableau 27: les principaux impacts environnementaux et sociaux du projet 59

Tableau 28: Mesures de gestion environnementale et sociale du projet 60

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme simplifié de l'entreprise (source : Entreprise ARTEMIS CONSTRUCTION ET TRAVAUX) 4

Figure 2: Vue perspective du projet YENITA (Source : Carnet architecture résidence YENITA) 6

Figure 3: Zone d'intervention (Source : Carnet architecture résidence YENITA) 7

Figure 4: Situation géographique (Source : Carnet architecture résidence YENITA) 7

Figure 5 : Carte représentative de la zone d'étude 8

Figure 6: Vue architecturale du rez-de-jardin (Source : Carnet architecture résidence YENITA) 9

Figure 7: Vue architecturale du rez-de-chaussée (Source : Carnet architecture résidence YENITA.....10

Figure 8: Vue architecturale de la mezzanine (Source : Carnet architecture résidence YENITA) 10

Figure 9: Vue architecturale de l'étage courant (Source : Carnet architecture résidence YENITA) 11

Figure 10: Exécution d'un ouvrage avec le système 3P [10].....13

Figure 11: Exécution d'un bâtiment avec le système coffrage tunnel (Source : Projet AHOUE_Entreprise ARTEMIS CONSTRUCTION) 14

Figure 12: Réalisation d'un ouvrage avec le système préfabriqué [15] 15

Figure 13: Réalisation d'un bâtiment avec le système ossature métallique [18] 16

Figure 14: Modélisation du système 3P sous le logiciel Robot Structural Analysis.....30

Figure 15:Moments fléchissants minimaux et maximaux M_y des poutres du système 3P au niveau du RDJ sous le logiciel Robot Structural Analysis 31

Figure 16: Diagramme du moment fléchissant minimaux et maximaux My de la poutre la plus sollicitée du système 3P au niveau du RDJ sous le logiciel Robot Structural Analysis 31

Figure 17: Efforts normaux F_x des poteaux du système 3P au niveau du rez-de-jardin sous le logiciel Robot Structural Analysis 32

Figure 18:Modélisation du système coffrage tunnel sous le logiciel Robot Structural Analysis 35

Figure 19: Moments fléchissants minimaux et maximaux My du système coffrage tunnel au niveau du RDJ sous le logiciel Robot Structural Analysis 35

Figure 20: Diagramme du moment fléchissant minimaux et maximaux My de la poutre la plus sollicitée du système coffrage tunnel au niveau du RDJ sous le logiciel Robot Structural Analysis 36

Figure 21: Efforts normaux Fx du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin sous le logiciel Robot Structural Analysis 36

INTRODUCTION GENERALE

Le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP) occupe une place importante dans le développement économique, social et urbain de la Côte d'ivoire. L'urbanisation rapide, la croissance démographique et les besoins croissants en logements et en infrastructures stimulent le développement de nombreux projets de construction. Selon le recensement Général de la population et de l'Habitat (RGPH 2021), le taux de l'urbanisation de la Côte d'ivoire est de 53,5 % avec 15,7 millions d'habitants vivant en milieu urbain. A lui seul, le district Autonome d'Abidjan concentre 39,2% de la population urbaine nationale et présente un taux d'urbanisation de 97,4%, traduisant une forte pression sur les besoins en logements et en infrastructures[1].

Dans les projets en béton armé, le choix du système constructif constitue une étape importante, car il influence directement le comportement structurel de l'ouvrage, les méthodes d'exécution, l'organisation du chantier, les ressources mobilisées, les délais de réalisation ainsi que le coût global du projet. Il représente ainsi un élément essentiel dans la réussite technique et économique des projets de bâtiment.

Le présent mémoire porte sur le thème suivant : « Analyse technique et financière des solutions d'exécution pour un immeuble R+4 : comparaison entre le système de coffrage tunnel et le système de 3P (Planchers-Poutres-Poteaux) dans le cadre du projet YENITA ».

Dans le cadre de ce projet, l'entreprise ARTEMIS CONSTRUCTION ET TRAVAUX (ACT) souhaite optimiser les méthodes d'exécution de la structure porteuse en comparant le système 3P et le système coffrage tunnel, afin d'identifier la solution la plus adaptée aux exigences du projet. Cette comparaison repose sur l'analyse des performances techniques, financières, complétée par une étude environnementale et sociale.

Le choix du système constructif représente aujourd'hui un enjeu important dans la réalisation des ouvrages, puisqu'il conditionne les performances techniques, les conditions d'exécution, les coûts de construction ainsi que les délais de réalisation [2]. Dès lors, il apparaît nécessaire d'évaluer les avantages et les limites de chacune des deux solutions afin d'orienter le choix vers le système le plus adapté aux exigences du projet YENITA.

Ainsi, la problématique de cette étude est la suivante :

Quelle solution d'exécution entre le système de coffrage tunnel et le système 3P présente les meilleures performances techniques et financières pour la réalisation d'un immeuble R+4 dans le cadre du projet YENITA ?

L'objectif général de cette étude est de comparer les performances techniques et financières des deux systèmes afin d'identifier la solution la plus adaptée aux exigences du projet.

Pour y parvenir, l'étude s'appuie sur la collecte et l'analyse des données du projet, la modélisation des variantes structurelles sous Robot Structural Analysis, les études techniques, financières, environnementales et sociales, ainsi qu'une comparaison et une analyse multicritère permettant de retenir le système constructif le plus approprié.

Le mémoire est organisé en six chapitres. Le premier présente la structure d'accueil et le projet d'étude. Le deuxième est consacré à l'état de l'art aux systèmes constructifs étudiés. Le

troisième décrit la méthodologie adoptée. Le quatrième présente les résultats techniques. Le cinquième expose les résultats de l'étude financière et le sixième traite l'étude environnementale et sociale des deux systèmes constructifs. Enfin, une conclusion générale synthétise les principaux résultats de l'étude et formule des recommandations.

Chapitre I. Présentation de la structure d'accueil et du projet

I.1. Introduction :

Ce chapitre présente le cadre général de l'étude. Il décrit la structure d'accueil dans laquelle le projet a été réalisée, le projet YENITA ainsi que ces principales caractéristiques. Cette présentation permet de situer le contexte de l'étude et de mieux comprendre les enjeux techniques, financiers, environnementaux et sociaux liés au choix du système constructif.

I.2. Présentation de la structure d'accueil :

I.2.1. Présentation générale de l'entreprise :

ARTEMIS CONSTRUCTION ET TRAVAUX (ACT) est une entreprise ivoirienne évoluant dans le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP). Elle intervient principalement dans les domaines de la construction de bâtiments, du génie civil, des infrastructures routières, des voiries et des réseaux divers (VRD) ainsi que des travaux d'aménagement urbain. L'entreprise est une filiale du groupe KAYDAN et participe à la réalisation de projets résidentiels, commerciaux et d'infrastructures en Côte d'ivoire [3]. Elle a pour objectif de concevoir et réaliser des ouvrages de qualité répondant aux exigences techniques, économiques et réglementaires, tout en assurant la satisfaction des clients dans le respect des délais d'exécution.

I.2.2. Organisation de l'entreprise :

L'organisation de l'entreprise repose sur une structure hiérarchique permettant d'assurer la coordination des activités administratives, techniques et opérationnelles.

Cette organisation favorise :

- La planification des travaux ;
- Le suivi technique des projets ;
- Le contrôle de la qualité ;
- Le respect des exigences de sécurité et des délais d'exécution.

La figure 1 présente l'organigramme simplifié de la structure d'accueil.

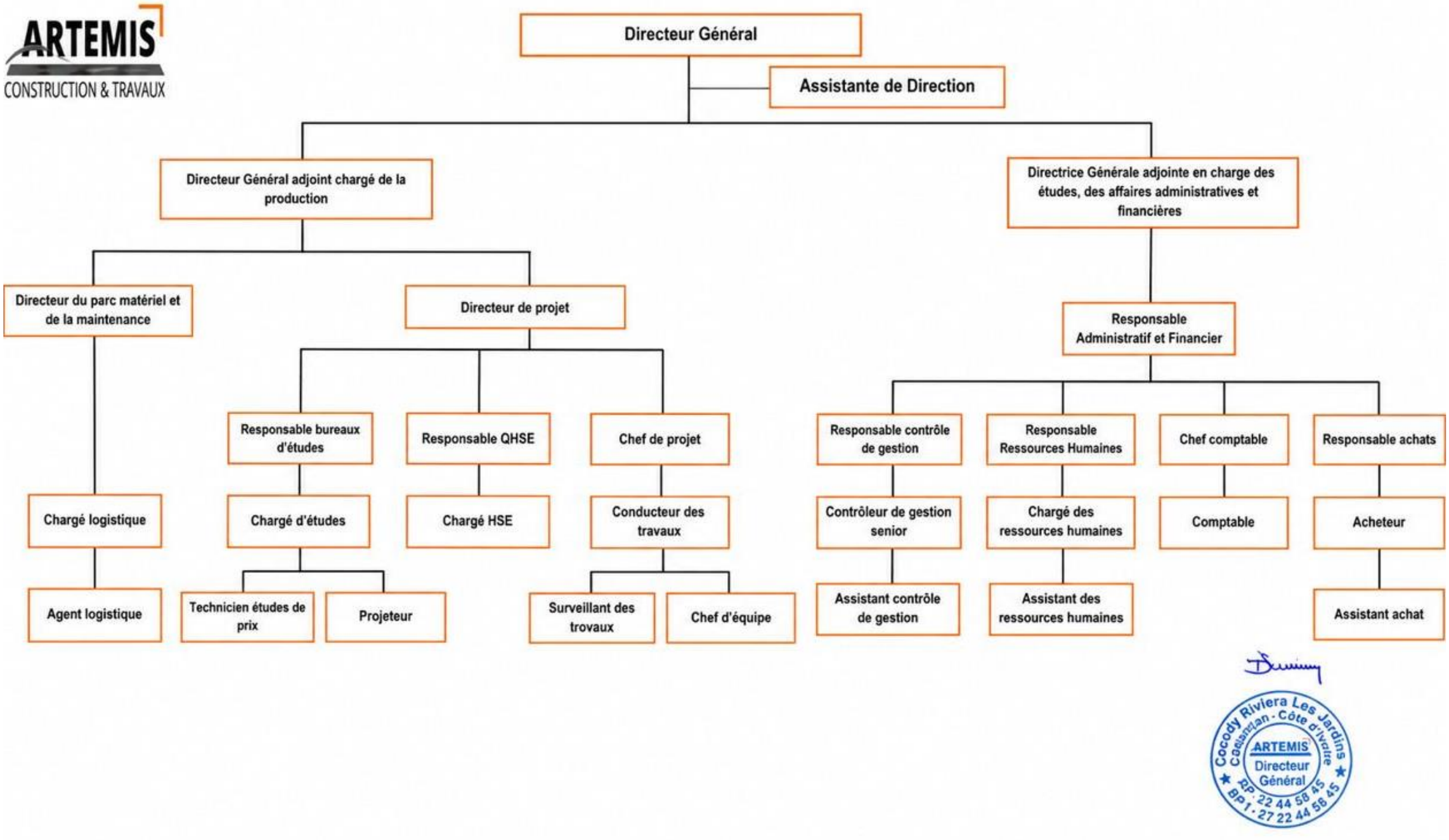


Figure 1: Organigramme simplifié de l'entreprise (source : Entreprise ARTEMIS CONSTRUCTION ET TRAVAUX)

I.2.3. Mission de l'entreprise dans le projet :

Dans le cadre du projet YENITA, ART²EMIS CONSTRUCTION ET TRAVAUX (ACT) intervient en qualité d'entreprise d'exécution.

Ses principales missions portent sur :

- La préparation et l'organisation des travaux ;
- L'exécution des ouvrages ;
- Le suivi du chantier ;
- Le contrôle qualité ;
- Le respect des délais d'exécution ;
- L'application des règles de sécurité sur chantier.

L'entreprise assure également la coordination des travaux afin de garantir la conformité des ouvrages aux exigences techniques du projet.

I.3. Présentation du projet YENITA :

I.3.1. Contexte du projet :

L'urbanisation croissante observée en Côte d'ivoire s'accompagne d'une augmentation progressive des besoins en logements et infrastructures urbaines. Cette dynamique est particulièrement visible dans le district autonome d'Abidjan où le développement immobilier connaît une évolution importante.

Selon la Banque mondiale en 2021, la croissance urbaine contribue à l'extension des zones résidentielles et au développement de nouveaux programmes immobiliers afin de répondre à la demande en habitat et en équipements urbains[4]. Par ailleurs, le secteur du logement fait face à un déficit estimé à près de 500 000 logements, qui s'accroît chaque année de 40 000 à 50 000 unités, principalement dans le Grand Abidjan où se concentre la majeure partie de la demande.[5]

C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet YENITA, qui prévoit la réalisation d'un ensemble immobilier comprenant des logements, des espaces commerciaux ainsi que les infrastructures d'accompagnement. Le présent mémoire porte principalement sur les bâtiments R+4 du projet.

Il vise à comparer les systèmes constructifs planchers - poutres - poteaux (3P) et coffrage tunnel afin de déterminer la solution la plus adaptée sur les plans technique, financier, environnemental et social.

La figure 2 montre une vue perspective du projet YENITA.



Figure 2: Vue perspective du projet YENITA (Source : Carnet architecture résidence YENITA)

Les vues architecturales complémentaires du projet sont présentées en annexe 10.

I.3.2. Situation géographique et zone d'étude du projet :

Le projet YENITA est localisé dans la commune de Bingerville, situé dans le district autonome d'Abidjan.

Le site est implanté dans la zone de Faya, à proximité de l'école Jules Vernes. Il est accessible depuis le boulevard Germain Koffi Gadeau, qui constitue l'un des principaux axes reliant plusieurs communes du district d'Abidjan.

Le terrain du projet couvre une superficie d'environ 20 000 m² soit 2 hectares.

Les figures 3, 4 et 5 présentent la zone d'intervention, la situation géographique ainsi que la carte représentative de la zone d'étude.

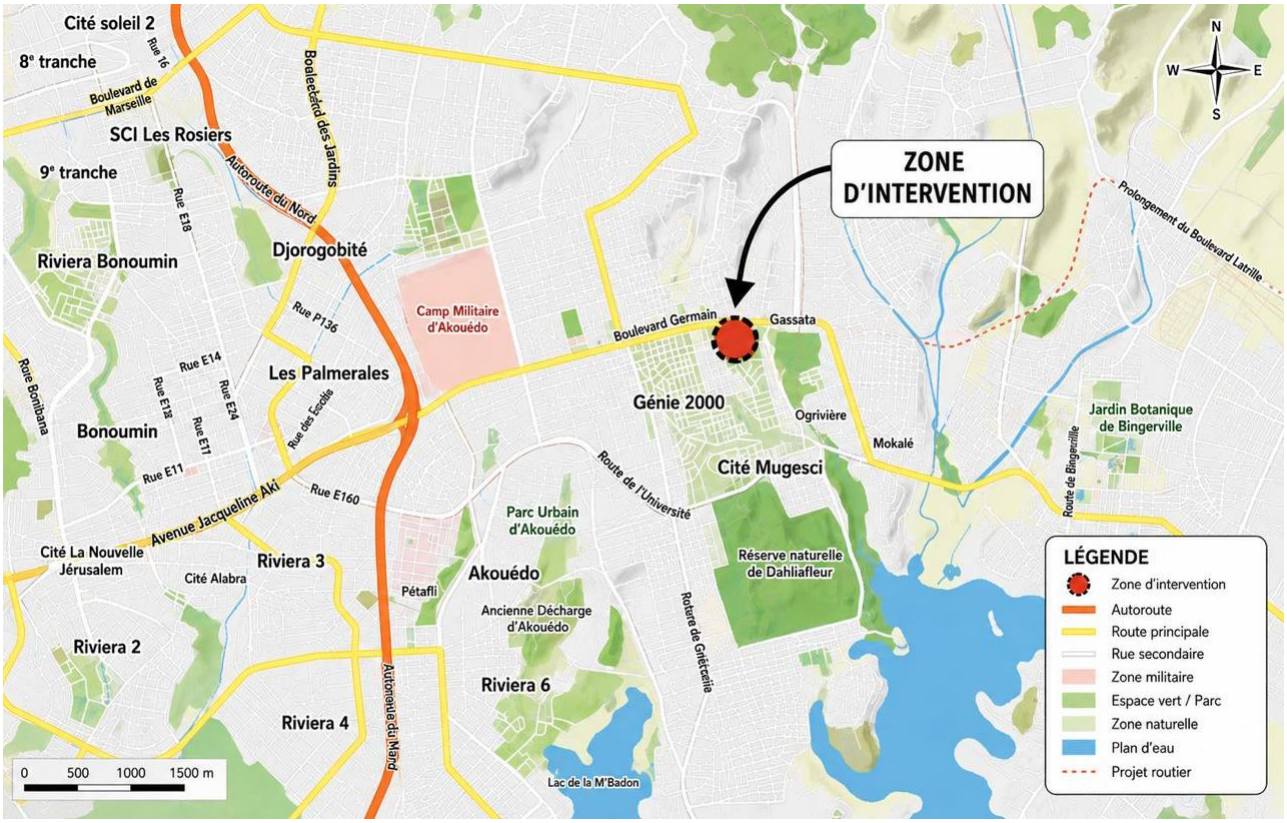


Figure 3: Zone d'intervention (Source : Carnet architecture résidence YENITA)



Figure 4: Situation géographique (Source : Carnet architecture résidence YENITA)

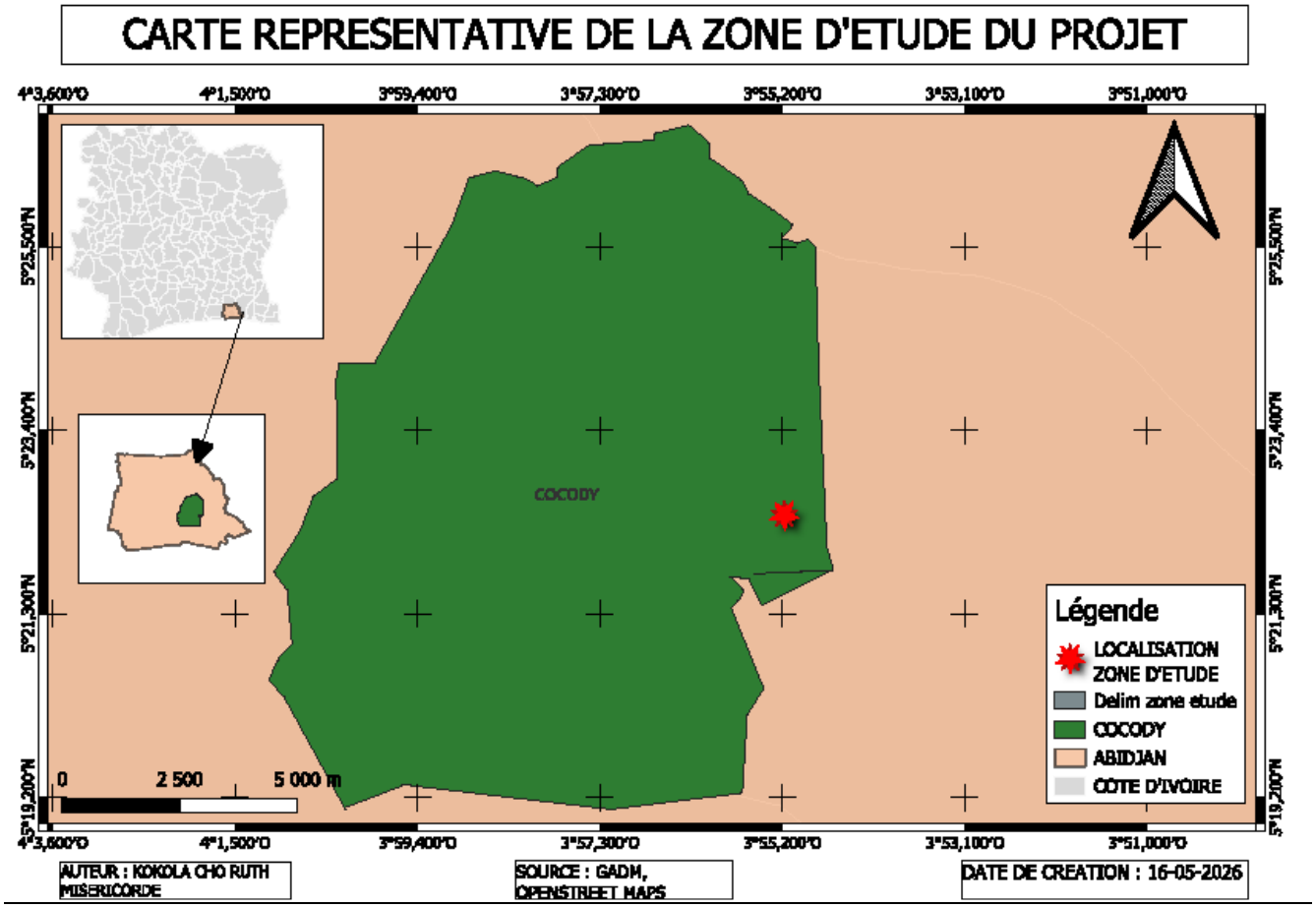


Figure 5 : Carte représentative de la zone d'étude

I.3.3. Description du projet :

Le projet YENITA est un programme immobilier à usage mixte associant des fonctions résidentielles et commerciales. Il comprend plusieurs bâtiments destinés à répondre à la demande croissante en logements et en espaces commerciaux dans la commune de Bingerville.

Le projet résidentiel porte sur un bâtiment de type R+4 comprenant des logements de type F2 (un salon et d'une chambre), des logements de types F3 (un salon et de deux chambres), des logements de F4 (un salon et trois chambres et des magasins), ainsi que des espaces commerciaux aménagés en rez-de-chaussée.

La répartition des logements et des magasins est présentée dans le tableau 1.

DESIGNATIONS	SURFACE (m²)	NOMBRE D'APPARTEMENTS
Logements type F2	112,86	4
Logements type F3	155,56	4
Logements type F4	133,04	16
Magasin 1	50,47	8
Magasin 2	55,40	8
TOTAL DES UNITES		**40**

Tableau 1 : Répartition des logements et magasins

Les bâtiments étudiés sont constitués :

- Un rez-de-jardin (RDJ) d'une hauteur de 4,50 m ;
- Un rez-de-chaussée (RDC) d'une hauteur de 3,00 m ;
- Une mezzanine d'une hauteur de 3,00 m ;
- Des étages courants (04) d'une hauteur de 3,50 m.

Les vues architecturales du rez-de-jardin, du rez-de-chaussée, de la mezzanine et de l'étage courant sont présentées aux figures 6,7,8 et 9. Concernant le rez-de-jardin, un seul bloc a été représenté, puisque le second est identique en raison de la symétrie du projet.

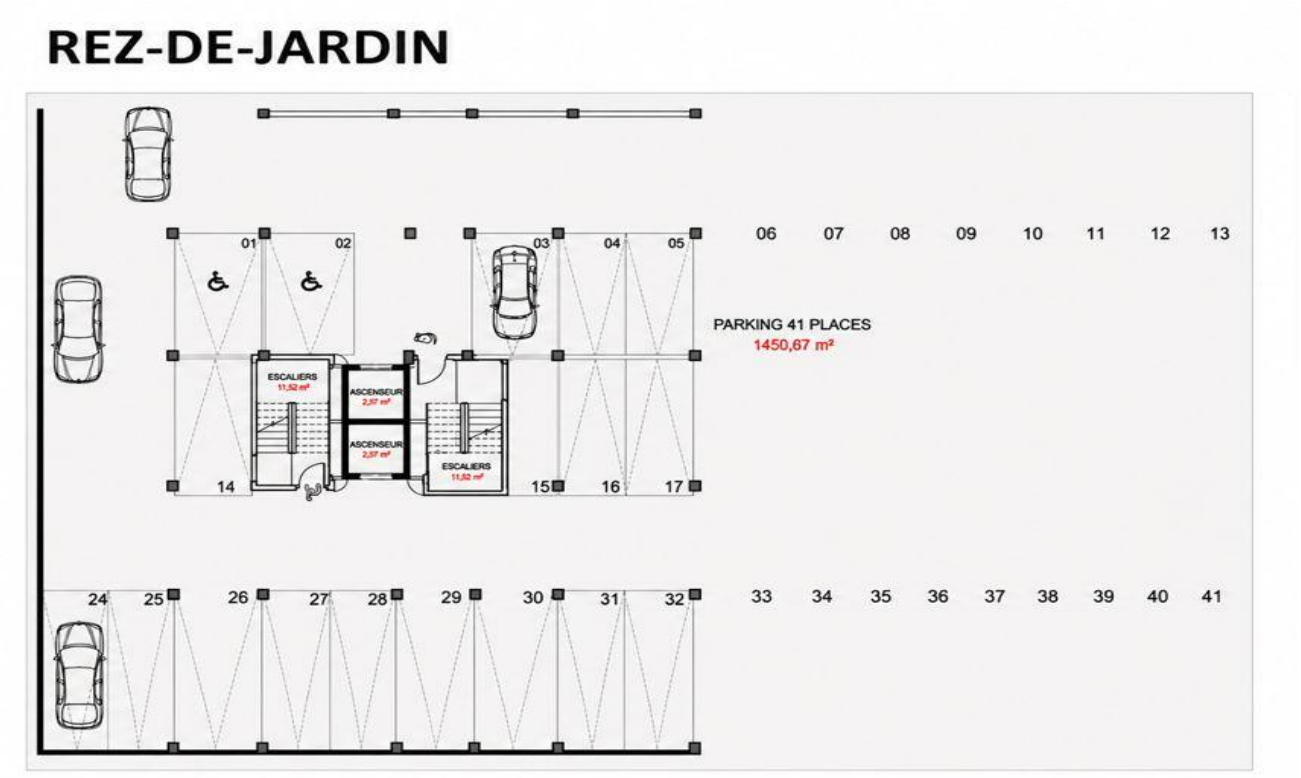


Figure 6: Vue architecturale du rez-de-jardin (Source : Carnet architecture résidence YENITA)

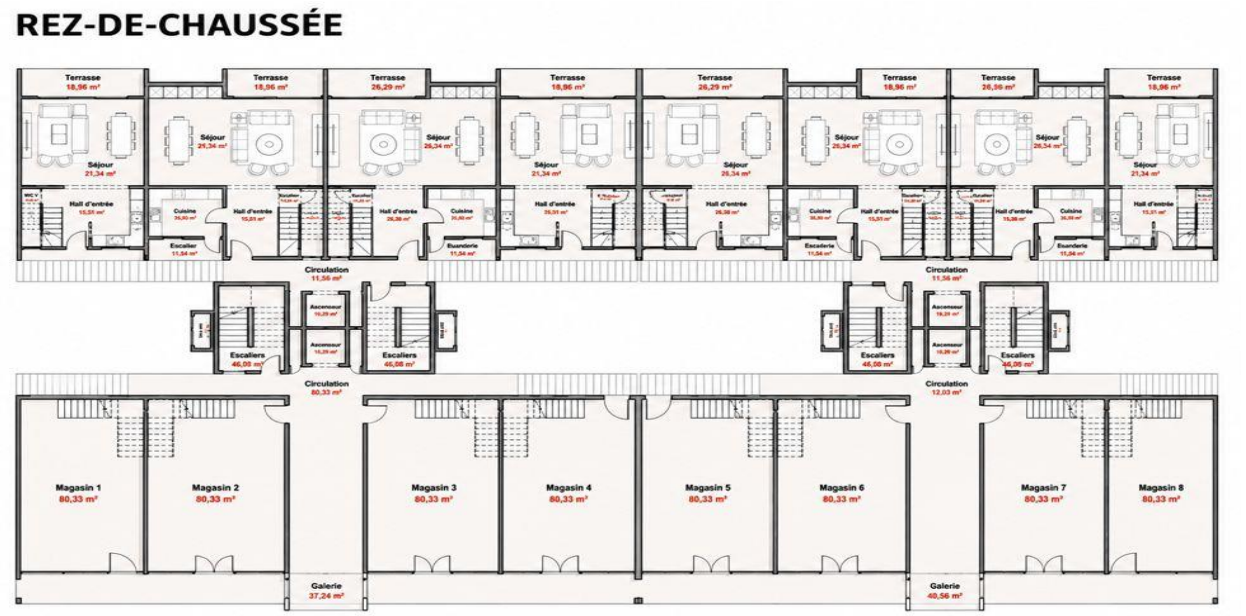


Figure 7: Vue architecturale du rez-de-chaussée (Source : Carnet architecture résidence YENITA

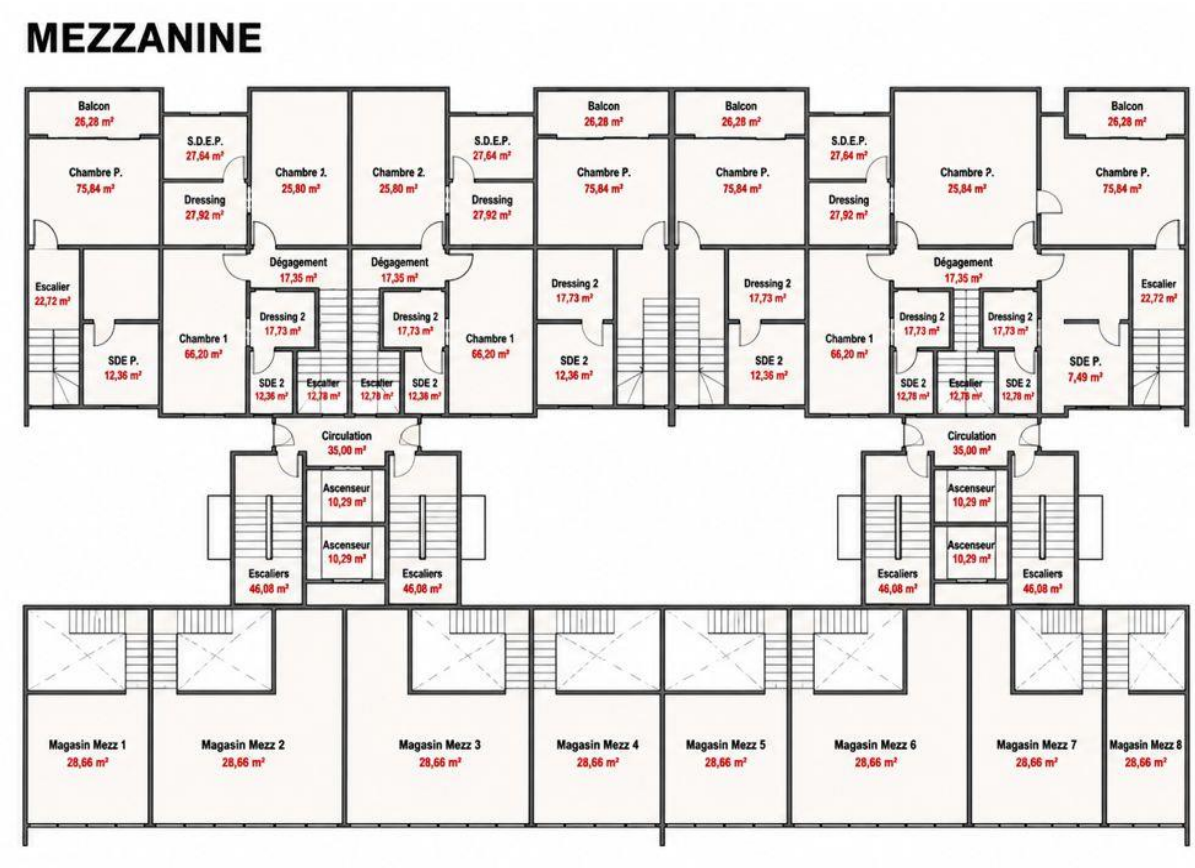


Figure 8: Vue architecturale de la mezzanine (Source : Carnet architecture résidence YENITA)



Figure 9: Vue architecturale de l'étage courant (Source : Carnet architecture résidence YENITA)

I.3.4. Données de base :

L'étude s'est appuyée sur les plans architecturaux du projet, mis à disposition, qui ont servi de base à la modélisation et au dimensionnement des systèmes constructifs étudiés.

Par ailleurs, le devis quantitatif et estimatif (DQE) des fondations, a été mis à disposition pour être utilisé dans le cadre de l'étude financière du projet.

Conclusion partielle :

Ce chapitre a permis de présenter la structure d'accueil ARTEMIS CONSTRUCTION ET TRAVAUX (ACT) ainsi que le projet YENITA, cadre de la présente étude. Il a mis en évidence les principales caractéristiques du projet, son environnement de réalisation ainsi que les données de base nécessaire à l'étude. Ces éléments ont permis de mieux comprendre le contexte dans lequel s'inscrit la comparaison des deux systèmes constructifs. Le chapitre suivant est consacré à l'état de l'art, qui présente les principes, les caractéristiques et les domaines d'application des systèmes constructifs.

Chapitre II. Etats de l'art sur les différents systèmes d'exécution de la structure porteuse des bâtiments

II.1. Introduction :

La structure porteuse constitue l'ensemble des éléments assurant la stabilité et la résistance d'un bâtiment. Elle reprend les charges appliquées à l'ouvrages et les transmets vers les fondations afin d'assurer la sécurité et la stabilité de la construction.

Selon le Guide Bâtiment Durable, la structure d'un bâtiment assure sa stabilité et reprend les charges qui s'exercent sur celui-ci [6]. Le document précise également que cette structure est généralement composée d'éléments tels que les poteaux, les poutres, les dalles et les voiles.

Le choix du système d'exécution de la structure porteuse influence directement le comportement structurel de l'ouvrage, les méthodes de réalisation, les délais d'exécution ainsi que les coûts de construction.

D'après Batirama, le choix du système constructif influence l'organisation du chantier, les coûts et les possibilités d'évolution du bâtiment.[7]

Avec l'évolution des techniques de construction, plusieurs systèmes d'exécution sont aujourd'hui utilisés selon les exigences architecturales, techniques et économiques des projets.

Ce chapitre présente les principaux systèmes d'exécution des structures porteuses des bâtiments afin d'identifier leurs caractéristiques, leurs avantages et leurs limites. Par la suite, deux systèmes seront retenus dans le cadre de cette étude.

II.2. Généralité sur les structures porteuses des bâtiments :

La structure porteuse représente l'ensemble des éléments assurant la stabilité et la résistance d'un bâtiment. Elle est généralement constituée des fondations, des poteaux, des poutres, des voiles, des planchers et autres éléments assurant la transmission des charges.

Selon ACCASoftware, la structure porteuse d'un bâtiment fait référence à l'ensemble des éléments structurels tels que poutres, piliers, fondations et autres éléments conçus pour

supporter les charges agissantes afin d'assurer la stabilité, la résistance et la sécurité de la construction.[8]

II.2.1. Systèmes Planchers – Poutres – Poteaux :

Le système Planchers – Poutres – Poteaux (3P) est l'un des systèmes les plus utilisés dans les bâtiments en béton armé. Il est constitué de planchers supportés par des poutres qui transmettent les charges aux poteaux avant leur reprise par les fondations.

Les poteaux transmettent les charges verticales et horizontales [9], tandis que les poutres assurent la reprise et le transfert des charges provenant des planchers vers les appuis.

Par ailleurs, les structures poteaux – poutres permettent de créer des espaces plus ouverts grâce à la réduction des murs porteurs et offrent ainsi une meilleure flexibilité architecturale à plusieurs configurations des bâtiments. Toutefois, sa mise en œuvre nécessite une quantité importante de coffrage, d'avantage d'éléments structuraux et une mobilisation plus élevée de main d'œuvre, ce qui peut augmenter les délais d'exécution.

La figure 10 montre l'exécution d'un ouvrage utilisant le système 3P (Planchers – Poutres – Poteaux).



Figure 10: Exécution d'un ouvrage avec le système 3P [10]

II.2.1. Système Coffrage tunnel :

Le système coffrage tunnel est un procédé d'exécution utilisant des coffrages métalliques permettant le coulage simultané des voiles et des planchers en béton armé.

Selon NERU, ce procédé permet la réalisation simultanée des voiles et des planchers en une seule opération. [11]

D'après Demirbas Metal, les systèmes de coffrage tunnel sont particulièrement adaptés aux logements collectifs et permettent une amélioration de la productivité grâce à la répétitivité des opérations.[12]

Cette méthode présente ainsi l'avantage de réduire les délais d'exécution et d'améliorer la productivité. Cependant, elle reste plus adaptée aux bâtiments répétitifs et présente une flexibilité architecturale plus limitée.

La figure 11 présente un bâtiment en cours de construction utilisant le système de coffrage tunnel.



Figure 11: Exécution d'un bâtiment avec le système coffrage tunnel (Source : Projet AHOUE_Entreprise ARTEMIS CONSTRUCTION)

II.2.2. Système Préfabriqué :

Le système préfabriqué repose sur la fabrication préalable des éléments porteurs avant leur assemblage sur chantier.

La préfabrication permet de réduire les coûts et les délais de construction grâce à l'industrialisation des procédés de fabrication et à l'optimisation des méthodes de pose. Les éléments préfabriqués offrent une qualité industrielle constante grâce aux contrôles réalisés en usine.[13]

Par ailleurs, la préfabrication béton permet d'améliorer la rapidité d'exécution des projets et de réduire certaines opérations réalisées directement sur chantier. Les délais de construction d'un projet avec la préfabrication béton peuvent être diminués de 40%. [14]

Le système préfabriqué présente ainsi plusieurs avantages, notamment une meilleure qualité d'exécution, une réduction des délais de réalisation et une meilleure organisation du chantier grâce à la fabrication industrielle des éléments.

Cependant, cette méthode nécessite des moyens logistiques importants ainsi que des équipements de transport et de levage adapté pour l'acheminement et la mise en place des éléments préfabriqués. Elle demande également une bonne coordination entre la fabrication en usine et les travaux réalisés sur chantier.

La figure 12 montre la réalisation d'un ouvrage effectué avec le système préfabriqué.



Figure 12: Réalisation d'un ouvrage avec le système préfabriqué [15]

II.2.3. Système Ossature métallique :

Le système à ossature métallique repose sur l'utilisation d'éléments porteurs en acier tels que les poteaux, les poutres et contreventements. Selon le Cerema, ce procédé se distingue par les

performances mécaniques élevées de l'acier et sa capacité à franchir de grandes portées tout en limitant le poids de la structure [16].

Le système présente ainsi plusieurs avantages, notamment la rapidité d'exécution grâce à la préfabrication des éléments en atelier, la réduction du poids propre de l'ouvrage ainsi qu'une grande flexibilité architecturale. Il facilite également les adaptations futures des espaces.

Toutefois, les structures métalliques nécessitent des protections spécifiques contre la corrosion et les effets du feu afin de garantir leur durabilité et leur sécurité [17]. Ces exigences, associées au coût de l'acier, peuvent entrainer une augmentation du coût global du projet.

La figure 13 présente un bâtiment réalisé avec la méthode d'ossature métallique.



Figure 13: Réalisation d'un bâtiment avec le système ossature métallique [18]

II.2.4. Autres systèmes d'exécution des projets de construction :

Outre les systèmes déjà présentés précédemment dans le cadre du projet, d'autres systèmes d'exécution sont également utilisés dans la réalisation des bâtiments. Ces systèmes se distinguent par leurs principes de fonctionnement, leurs domaines d'application ainsi que leurs caractéristiques techniques.

Le tableau 2 présente une synthèse de quelques systèmes d'exécution utilisés dans les projets de construction.

SYSTEMES D'EXECUTION	PRINCIPE	DOMAINE D'APPLICATION	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Systèmes mixtes[19], [20]	Association de poteau, voiles et dalles afin d'assurer la stabilité et la résistance de l'ouvrage.[19], [20]	Immeubles résidentiels, bâtiments administratifs et ouvrages de moyenne à grande hauteur.	Bonne performance structurelle, optimisations des coûts et adaptabilité aux projets complexes.	Coordination des travaux plus complexe et nécessité d'une bonne maîtrise technique.
Béton précontraint[21]	Utilisation de câbles mis en tension pour améliorer le comportement des éléments en béton.	Parkings bureaux, centres commerciaux et ouvrages nécessitant de grandes portées.	Réalisation de grandes portées, limitations des fissures et optimisation de l'épaisseur des dalles.	Mise en œuvre spécialisée et contrôle d'exécution rigoureux.
Flat Slab (dalle champignon)[22]	Dalle reposant directement sur les poteaux sans poutres intermédiaires.	Hôtels, bureaux, immeubles résidentiels et parkings.	Gain de hauteur sous plafond, liberté architecturale et rapidité d'exécution.	Risque de poinçonnement au niveau des poteaux et nécessité de renforcement locaux.
Coffrage grimpant[23]	Coffrage mobile permettant la réalisation progressive des éléments verticaux en hauteur.	Tours, noyaux d'ascenseurs et bâtiments de grande hauteur.	Exécution rapide des ouvrages élevées et amélioration de la productivité.	Investissement élevé et besoin d'une main d'œuvre qualifiée.

Tableau 2: Présentation synthétique des autres systèmes d'exécution des projets de construction

Conclusion partielle :

Ce chapitre a permis de présenter les principaux systèmes constructifs en béton armé ainsi que leurs principes de fonctionnement, leurs domaines d'application, leurs avantages et leurs limites. Cette étude a mis en évidence que chaque système possède des caractéristiques techniques, économiques, environnementales et sociales qui lui sont propres, dont le choix dépend des exigences du projet. Au regard des objectifs de cette étude, les systèmes Planchers - Poutres - Poteaux (3P) et le coffrage tunnel ont été retenus pour faire l'objet d'une analyse comparative dans les chapitres suivants. Le chapitre suivant présente la méthodologie adoptée pour la réalisation des études technique, financière, environnementale et sociale appliquées aux deux systèmes constructifs.

Chapitre III. Méthodologie de conception

III.1. Introduction :

Ce chapitre présente la méthodologie adoptée pour la réalisation de l'étude comparative entre le système Planchers - Poutres - Poteaux (3P) et le système de coffrage tunnel appliqués au projet YENITA. Il décrit ls différentes étapes suivies pour mener les analyses technique, financière, environnementale et sociale, ainsi qu'une analyse multicritère des deux systèmes constructifs.

L'objectif est d'évaluer les deux systèmes sur les plans technique, financier, environnemental et social afin d'identifier la solution la plus adaptée au projet. La méthodologie retenue repose sur la collecte des données, la modélisation des structures, les analyses de faisabilité ainsi que l'analyse comparatives des résultats.

III.2. Présentation du cadre méthodologique :

La méthodologie adoptée suit une démarche progressive permettant d'atteindre les objectifs fixés.

L'étude débute par la collecte et le traitement des données du projet. Ensuite, elle se poursuit par la modélisation des systèmes étudiés, suivie des analyses de faisabilité technique et financière. Enfin, une analyse comparative est réalisée afin d'identifier le système le plus adapté au projet.

Selon le CSBT, l'évaluation des procédés constructifs doit prendre en compte les performances techniques, les contraintes de mise en œuvre ainsi que les aspects économiques.[24]

III.3. Données utilisées pour l'étude :

Les données exploitées proviennent principalement des documents techniques du projet YENITA.

Les informations concernent :

- Les plans architecturaux ;
- Les dimensions du bâtiment ;

- Les hypothèses de charges ;
- Les propriétés des matériaux ;
- Les contraintes fonctionnelles du projet.

Le projet étudié concerne un immeuble R+4 présentant une superficie de **1578,80 m².**

L'étude est réalisée sur une surface de **789,40 m²**, correspondant à une moitié symétrique du bâtiment afin de faciliter les analyses.

Par ailleurs, l'étude est limitée à la superstructure, les fondations n'étant pas intégrées dans le cadre de cette étude.

Le béton retenu pour les éléments porteurs est un béton de classe **C25/30**.

Selon la norme NF EN 206, les bétons sont classés suivant leur résistance mécanique et la classe C25/30 correspond à une résistance caractéristique de 25 Mpa sur cylindre et 30 Mpa sur cube.[25]

Le tableau 3 présente les hypothèses de calcul retenues pour le dimensionnement sont basées sur le **BAEL 91 révisée 99** utilisé pour les structures en béton armé [2] :

MATERIAUX	PARAMETRES	FORMULE BAEL	VAEUR BAEL
Béton C25/30	Résistance caractéristique	fc28	25 Mpa
Béton C25/30	Résistance de calcul ELU	$\frac{0,85 \,.\, fc28}{\theta \;\; \gamma_b}$	14,17 Mpa
Acier HA 500	Limite élastique1	fe	500 Mpa
Acier HA 500	Résistance de calcul ELU	$\frac{fe}{\gamma_s}$	438,8 Mpa

Tableau 3: Hypothèses de calcul BAEL utilisé pour le dimensionnement des éléments structuraux

III.4. Outils et moyens utilisés :

La réalisation de cette étude a nécessité plusieurs outils techniques.

Les plans architecturaux et structurels ont été exploités sous AutoCad.

Les modélisations et vérifications structurelles ont été réalisées à l'aide du logiciel Robot Structural Analysis Professional.

Les traitements des données, les calculs quantitatifs ainsi que les analyses comparatives ont été effectuées sous Microsoft Excel.

Le dimensionnement des structures a été réalisé conformément aux prescriptions du **BAEL 91 révisée 99** [2].

III.5. Méthodologie générale :

La méthodologie générale adoptée est structurée autour de plusieurs volets complémentaires permettant d'évaluer les systèmes constructifs étudiés sous différents aspects. Elle comprend successivement l'étude technique, l'étude financière, l'étude environnementale et sociale.

III.5.1. Etude technique :

Selon les principes du béton armé, le béton possède une bonne résistance à la compression mais une faible résistance à la traction, ce qui justifie l'utilisation des armatures dans les éléments porteurs [26]. Par ailleurs, selon la documentation technique OUTINORD, les coffrages tunnels permettent le coulage simultané des voiles structuraux et des planchers dans les bâtiments répétitifs [27].

L'étude technique a donc pour objectif d'évaluer le comportement structurel des systèmes étudiés afin d'apprécier leur aptitude à répondre aux exigences du projet.

La démarche adoptée débute par la définition des hypothèses générales de calcul conformément au **BAEL 91 révisée 99** [2]. Ces hypothèses concernent les caractéristiques géométriques de l'ouvrage, les propriétés mécaniques des matériaux, les conditions d'appui ainsi que les combinaisons des charges utilisées pour le dimensionnement.

Après cette étape, les différentes charges appliquées à la structure sont déterminées. Elles comprennent principalement les charges permanentes correspondant au poids propre des éléments structuraux ainsi que les charges d'exploitation liées à l'utilisation du bâtiment.

Une phase de dimensionnement est ensuite réalisée à l'aide du logiciel Robot Structural Analysis. La modélisation permet de reproduire le comportement réel de la structure sous l'effet des charges appliquées et d'obtenir les efforts internes nécessaires au dimensionnement.

Les sollicitations obtenues sont exploitées pour le dimensionnement des différents éléments structuraux conformément au **BAEL 91 révisée 99** [2]. Les analyses portent sur les efforts normaux, les moments fléchissants, les sections des éléments porteurs ainsi que les quantités de matériaux nécessaires à leur réalisation.

Enfin, les performances techniques des deux systèmes sont comparées à partir des efforts internes, des sections des éléments structuraux, des quantités de béton, d'acier ainsi que des densités de ferraillage. Selon CSBT, l'évaluation des procédés constructifs doit prendre en compte les performances techniques, les contraintes de mise en œuvre ainsi que les aspects économiques [24].

Le système 3P est retenu comme système de référence. Les écarts entre les deux systèmes sont déterminés à partir de la relation suivante :

$$\boldsymbol{Ecart}\ (\%) = \frac{\boldsymbol{Valeur\ tunnel - valeur\ 3P}}{\boldsymbol{Valeur\ 3P}}\ \boldsymbol{X\ 100}$$

Avec : Valeur tunnel : résultat obtenu pour le système coffrage tunnel ; Valeur 3P : résultat obtenu pour le système 3P utilisé comme référence.

L'écart permet d'évaluer la variation des performances du système tunnel par rapport au système 3P.

L'interprétation est la suivante :

- ✓ Ecart négatif (-) : une diminution de la valeur dans le système tunnel. Cette réduction traduit un avantage technique (réduction des sollicitations ou des quantités de matériaux) ;
- ✓ Ecart négatif (+) : une augmentation de la valeur dans le système tunnel. Cette augmentation traduit une consommation ou une sollicitation plus importante.

Cette comparaison permet d'apprécier les variations observées entre les deux systèmes et d'identifier les avantages et les limites de chaque procédé constructif.

Les performances techniques des systèmes constructifs sont ensuite évaluées à l'aide d'une analyse multicritère. Chaque critère est d'abord noté selon une échelle normalisée comprise

entre 0 et 1, où la note 1 traduit la meilleure performance tandis que la note 0 correspond à la faible performance. Les notes obtenues pour l'ensemble des critères sont ensuite additionnées afin d'obtenir le score total de chaque système. Ce score est ensuite divisé par le nombre total de critères évalués, ce qui permet d'obtenir une note moyenne normalisée comprise entre 0 et 1. Le système présentant la note moyenne la plus élevée est considéré comme le plus performant sur le plan technique.

III.5.2. Etude financière :

L'étude financière vise à évaluer les incidences économiques des systèmes constructifs étudiés afin d'identifier la solution la plus adaptée au projet. Cette analyse repose sur l'exploitation des métrés réalisés, des prix de la main-d'œuvre appliqués par l'entreprise ainsi que des prix nécessaires à la réalisation des ouvrages. Cette démarche permet de déterminer les déboursés secs, le coût global du projet ainsi que les coûts et délais de réalisation des systèmes étudiés. Les résultats obtenus sont ensuite comparés à travers une analyse multicritère afin d'identifier la solution la plus avantageuse pour le projet.

La première étape consiste à déterminer le déboursé sec de chaque système. Les quantités des différents ouvrages de gros œuvre sont obtenues à partir des métrés réalisés sur les systèmes étudiés. Les coûts sont ensuite évalués à partir des prix de la main-d'œuvre et des prix des matériaux associés à chaque ouvrage.

Les prix de la main-d'œuvre proviennent des bordereaux de prix de l'entreprise. Ces bordereaux sont établis à partir des analyses de prix réalisés par l'entreprise sur la base de son expérience acquise au cours des différents projets exécutés. Ils prennent en compte l'ensemble des charges liées à l'exécution des travaux, notamment les salaires, les frais de chantier, les frais généraux, les aléas ainsi que la marge bénéficiaire de l'entreprise.

Le coût de chaque poste est obtenu à partir de la relation suivante : $\mathbf{C_i = Q_i \times PU_i}$

Avec : C_i : coût du poste considéré ; Q_i : quantité de l'ouvrage ; PU_i : prix unitaire correspondant

Les coûts obtenus sont ensuite regroupés afin de déterminer le coût total de la main-d'œuvre et le coût total des matériaux. Le déboursé sec est ensuite déterminé par la somme des coûts de l'ensemble des postes étudiés : **DS = CMO + CM**

Avec : DS : déboursé sec ; CMO : coût total de la main-d'œuvre ; CM : coût total des matériaux

Après détermination du déboursé sec, le coût global du projet est déterminé à partir de la somme des coûts de l'installation de chantier, les travaux de gros œuvre et les travaux de second œuvre.

Le coût global du projet est obtenu à partir de : **CG = IC + GO + SO**

Avec : CG : coût global du projet ; IC : coût de l'installation ; GO : coût des travaux de gros œuvre ; SO : coût des travaux de second œuvre

L'étude financière est complétée par une analyse technico-économique réalisée sur les travaux de gros œuvre. Cette analyse vise à évaluer l'influence des équipes mobilisées sur les coûts et les délais de réalisation des ouvrages. Compte tenu de la symétrie du bâtiment ainsi que des caractéristiques identiques des deux blocs, l'analyse est effectuée sur un seul bloc représentatif du projet.

La démarche débute par l'identification des équipes disponibles sur le chantier. A partir de ces effectifs, des équipes de production sont constituées en fonction des activités à réaliser. Les travaux de béton armé mobilisent des équipes composées de maçons, de coffreurs, de ferrailleurs et de leurs aides, tandis que les travaux de maçonnerie mobilisent des équipes composées de maçons et de leurs aides.

L'évaluation de la productivité repose sur les rendements observés sur le chantier. Ces rendements correspondent aux quantités moyennent réalisées par une équipe pour un ouvrage donné. A partir des équipes constituées, le rendement retenu est déterminé selon la relation :

$\mathbf{R = R_0 \times N}$

Avec : R : rendement retenu ; R_0 : rendement observé pour une équipe ; N : nombre d'équipes mobilisées

Les durées de réalisation sont ensuite estimées à partir des quantités exécutées et des rendements retenus selon la relation : $\boldsymbol{D = \frac{Q}{R}}$

Avec : D : durée de réalisation ; Q : quantité à exécuter ; R : rendement retenu

L'évaluation économique des ouvrages est réalisée à partir des coûts journaliers appliqués aux différentes catégories d'ouvriers. Les coûts retenus sont de **8 000 FCFA** par jour pour un maçon, un coffreur ou un ferrailleur et de **4 000 FCFA** par jour pour un aide. Le coût journalier

de chaque équipe est obtenu en additionnant les rémunérations journalières des ouvriers qui la composent. Le coût de réalisation est obtenu selon la relation : $\mathbf{C = C_j \times D}$

Avec : C : coût de réalisation ; C_j : coût journalier de l'équipe mobilisée ; D : durée de réalisation

Cette approche permet d'apprécier l'incidence des équipes mobilisées sur les coûts de réalisation ainsi sur les délais d'exécution des différents ouvrages.

Les performances financières et économiques des systèmes 3P et coffrage tunnel sont ensuite comparées à partir du déboursé sec, du coût global du projet, des quantités de béton, des quantités d'acier, du coût de réalisation ainsi que des délais d'exécution.

Selon le guide méthodologique du Cerema, l'analyse multicritère constitue une méthode d'aide à la décision permettant d'évaluer plusieurs solutions à partir des critères techniques, économiques et organisationnels.[28]

Le système 3P est retenu comme système de référence. Pour chaque critère étudié, l'écart entre les deux systèmes est déterminé par :

$$\boldsymbol{Ecart}\ (\%) = \frac{\boldsymbol{Valeur\ tunnel - valeur\ 3P}}{\boldsymbol{Valeur\ 3P}}\ \boldsymbol{X\ 100}$$

Avec : Valeur tunnel : résultat obtenu pour le système coffrage tunnel ; Valeur 3P : résultat obtenu pour le système 3P utilisé comme référence.

L'écart type permet d'évaluer l'évolution des performances du système coffrage tunnel par rapport au système 3P. Une valeur négative traduit une diminution du critère étudié tandis qu'une valeur positive indique une augmentation de celui-ci.

Cette approche permet d'interpréter directement les différences observées dans les tableaux comparatifs et d'orienter le choix du système le plus performant.[29]

Enfin, une analyse multicritère est réalisée. Elle repose sur le même principe méthodique que celle appliquée à l'étude technique. Chaque critère financier est évalué à l'aide d'une note normalisée comprise entre 0 et 1, où la valeur 1 correspond à la meilleure performance et 0 à la moins bonne performance. Les notes attribuées aux différents critères sont additionnées pour chaque système, puis le score total est divisé par le nombre de critères étudiés. Cette démarche

permet d'obtenir une note moyenne normalisée comprise entre 0 et 1, utilisée pour comparer les systèmes et retenir celui présentant la meilleure performance financière.

III.5.3. Etude environnementale et sociale :

L'étude environnementale et sociale repose sur une démarche d'analyse qualitative visant à identifier, évaluer et générer les impacts environnementaux et sociaux susceptibles d'être générées par la réalisation du projet YENITA ainsi que par les deux systèmes constructifs étudiés. Elle permet également de proposer des mesures de gestion destinées à prévenir ou à réduire les impacts négatifs identifiés.

Dans un premier temps, le cadre législatif et réglementaire applicable au projet est présenté afin de d'identifier les principaux texte encadrant la protection de l'environnement, la santé et la sécurité au travail. Cette étape est suivie d'un rappel des principales composantes et des différentes phases du projet, servant de base à l'identification des activités susceptibles de générer des impacts environnementaux et sociaux.

Dans un second temps, les impacts environnementaux et sociaux sont identifiés à partir des principales composantes environnementales et sociales susceptibles d'être affectées par les activités de construction, notamment l'air, l'eau, le sol, les déchets, les ressources naturelles, le bruit et les vibrations, l'énergie, la santé et la sécurité, l'organisation ainsi que les retombées socio-économiques. Cette identification permet de mettre en évidence les principaux impacts positifs et négatifs associés au projet.

Enfin, des mesures d'atténuation sont proposées sous la forme d'un plan de gestion environnementale et sociale (PGES). Ces mesures visent à prévenir, réduire ou compenser les impacts négatifs identifiés et à favoriser une exécution des travaux respectueuses de l'environnement, de la santé et de la sécurité des travailleurs ainsi que des populations riveraines.

Conclusion partielle :

Ce chapitre a présenté la méthodologie adoptée pour la réalisation des études technique, financière, environnementale et sociale des deux systèmes constructifs étudiés. Les différentes démarches mises en œuvre pour la collecte et l'analyse des données ont permis de définir un cadre méthodique cohérent pour la comparaison des systèmes Planchers - Poutres - Poteaux

(3P) et coffrage tunnel. Cette méthodologie constitue le fondement des analyses présentées dans les chapitres suivants et permet de comparer les performances techniques, financières des deux systèmes constructifs , tout en identifiant leurs principaux impacts environnementaux et sociaux afin de retenir la solution la plus adaptée au projet YENITA.

Chapitre IV. Etude technique des systèmes étudiés

IV.1. Introduction :

Cette section porte sur l'étude de faisabilité technique des systèmes constructifs retenus pour le projet YENITA, à savoir le système 3P (Planchers-Poutres-Poteaux) et le système coffrage tunnel. L'étude est limitée à la superstructure du bâtiment car l'entreprise ne dispose pas encore des données complètes relatives aux fondations.

Conformément aux hypothèses retenues dans cette étude, le rez-de-jardin (RDJ) est choisi comme niveau de référence pour l'analyse. Ce choix est justifié par le fait que ce niveau constitue la partie la plus sollicitée de la superstructure puisqu'il reçoit l'ensemble des charges provenant des niveaux supérieurs.

L'étude porte sur la présentation des systèmes, le prédimensionnement des éléments structuraux, la détermination des efforts internes ainsi que l'analyse des paramètres techniques nécessaire à l'évaluation de leur faisabilité.

IV.2. Hypothèses de chargement et de descente de charges des deux systèmes étudiés :

L'analyse des systèmes étudiés repose sur les charges permanentes et les charges d'exploitation appliquées aux différents niveaux du bâtiment. Les charges permanentes comprennent les charges surfaciques appliquées aux planchers ainsi que les charges permanentes linéaires correspondant au poids des murs. Les charges propres des éléments structuraux, notamment les voiles, sont automatiquement prise en compte par le logiciel Robot Structural Analysis lors de la modélisation.

La descente de charges est réalisée de manière progressive depuis les niveaux supérieurs vers les niveaux inférieurs de la structure. Les charges sont transmises des planchers aux éléments porteurs puis redistribuées successivement à travers les différents niveaux du bâtiment jusqu'au rez-de-jardin.

Les informations relatives aux fondations n'étant pas disponibles pour l'étude, le rez-de-jardin sera retenu comme niveau de référence pour l'exploitation des résultats. Les efforts internes

obtenus à ce niveau serviront de base à l'analyse comparative des systèmes 3P et coffrage tunnel.

Le tableau 4 présente les hypothèses de chargement retenues pour les différents niveaux du système 3P.

ELEMENTS	HAUTEUR SOUS PLAFOND (m)	ELEMENT	CHARGES PERM. (kN/m²)	CHARGES D'EXPLOIT. (kN/m²)
Edicule (toiture accessible)	3,00	Dalle pleine	1,80	1,00
Etage courant	3,30	Dalle pleine	2,80	1,50
		Escalier	1,80	2,50
		Dalle à corps creux	5,65	1,50
Mezzanine	3,00	Dalle pleine	2,80	1,50
		Escalier	1,80	2,50
		Dalle à corps creux	5,65	1,50
Rez-de-chaussée	3,00	Dalle pleine	2,80	4,00
		Escalier	1,80	2,50
		Dalle à corps creux	5,65	4,00
Rez-de-jardin	3,00	Dalle pleine	2,80	4,00
		Escalier	1,80	2,50
		Dalle à corps creux	5,65	4,00

Tableau 4: Charges permanentes et charges d'exploitation retenues pour le système 3P

Le tableau 5 présente les hypothèses de modélisation retenues pour le système coffrage tunnel.

ELEMENTS	HAUTEUR SOUS PLAFOND (m)	ELEMENT	CHARGES PERM. (kN/m²)	CHARGES D'EXPLOIT. (kN/m²)
Edicule (toiture accessible)	3,00	Dalle pleine	1,80	1,00
Etage courant	3,30	Dalle pleine	2,80	1,50
		Escalier	1,80	2,50
Mezzanine	3,00	Dalle pleine	2,80	1,50
		Escalier	1,80	2,50
Rez-de-chaussée	3,00	Dalle pleine	2,80	4,00
		Escalier	1,80	2,50
Rez-de-jardin	3,00	Dalle pleine	2,80	4,00
		Escalier	1,80	2,50

Tableau 5: Charges permanentes et charges d'exploitation retenues pour le système coffrage tunnel

IV.3. Etude technique du système 3P :

Le système 3P est une structure en béton armé constituée de planchers, de poutres, de poteaux. Dans le cadre du projet, des voiles ont également été prévus au niveau du parking afin d'assurer une meilleure sécurisation des véhicules.

IV.3.1. Prédimensionnement des éléments porteurs :

Le prédimensionnement des éléments est réalisé conformément aux prescriptions du BAEL 91 révisé 99.[2]

La plus grande portée retenue correspond à la portée dans le sens contraire des nervures, soit : $L = 5{,}4\ m$

Les calculs de prédimensionnement sont présentés en annexe 1. Les résultats obtenus ont permis de retenir des poteaux de sections 60 x 60 cm, des poutres de section 30 x 60 cm ainsi que des dalles d'épaisseur 20 cm. Par ailleurs, des voiles d'épaisseur 20 cm ont été retenues pour la modélisation de la structure. Ces dimensions ont servi de base à la modélisation et au dimensionnement du système 3P.

IV.3.2. Modélisation du système 3P sous Robot Structural Analysis :

La structure est modélisée sous le logiciel Robot Structural Analysis à partir des plans architecturaux, des hypothèses de chargement et des dimensions issues du prédimensionnement. Cette modélisation permet de représenter le comportement de la structure sous l'effet des charges appliquées et de déterminer les efforts internes nécessaires à l'analyse des éléments structuraux.

Pour le système 3P, les planchers sont principalement considérés en dalles à corps creux. Toutefois, en raison de certaines portées importantes, des dalles pleines sont prévues dans des zones spécifiques afin de réduire les portées des dalles à corps creux et de limiter les déformations.

L'ensemble de la superstructure est pris en compte dans le modèle afin d'assurer une transmission correcte des charges entre les différents niveaux du bâtiment. Conformément aux hypothèses retenues, le rez-de-jardin est choisi comme niveau de référence pour l'exploitation

des résultats. En effet, ce niveau reçoit l'ensemble des charges transmises par les étages supérieurs à travers le mécanisme de descente de charges.

L'analyse des résultats est réalisée à partir des efforts F_x développées dans les poteaux et des moments fléchissants M_y obtenus dans les poutres au niveau du rez-de-jardin.

La figure 14 présente la modélisation du système 3P sous le logiciel Robot Structural Analysis.

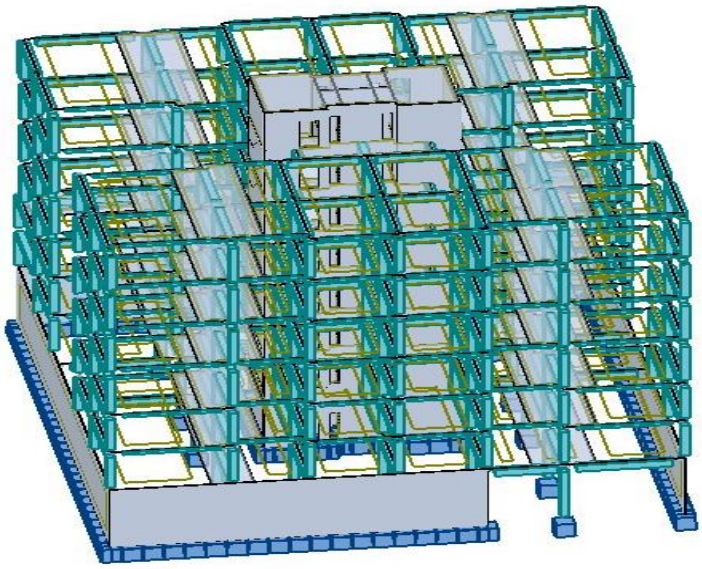


Figure 14: Modélisation du système 3P sous le logiciel Robot Structural Analysis

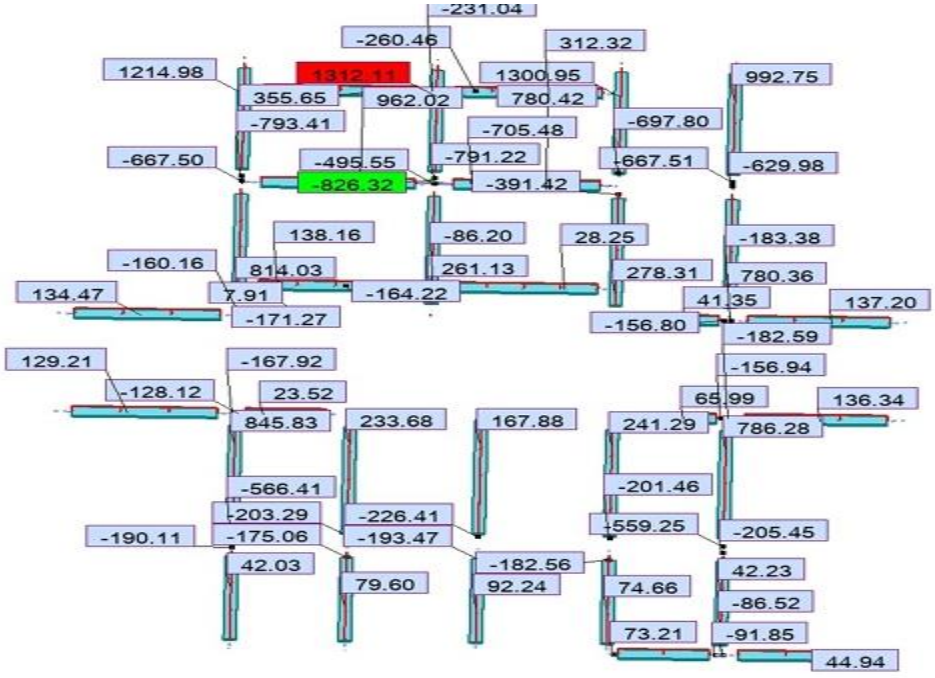
IV.3.3. Résultats du système 3P au niveau du rez-de-jardin :

IV.3.3.1. Efforts internes :

Les résultats obtenus après modélisation permettent d'évaluer le comportement des éléments porteurs au niveau du rez-de-chaussée comme niveau de référence.

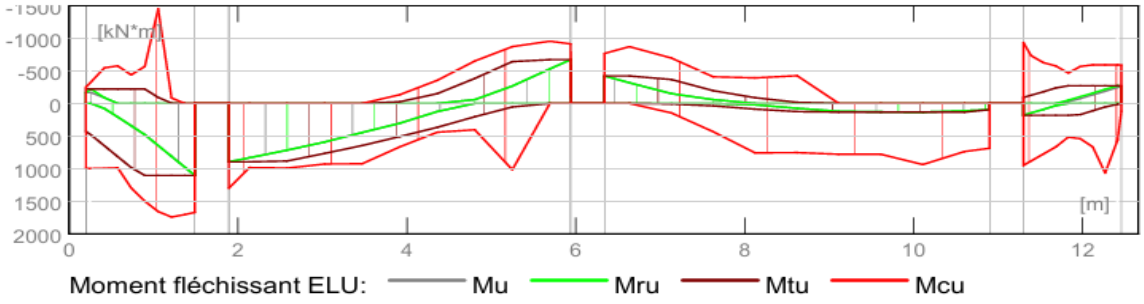
a. Moment fléchissant M_y des poutres :

La figure 15 présente les moments fléchissants minimaux et maximaux M_y développés dans les poutres du système 3P au niveau du rez-de-jardin.



<u>Figure 15:</u>Moments fléchissants minimaux et maximaux M_y des poutres du système 3P au niveau du RDJ sous le logiciel Robot Structural Analysis

La figure 16 présente les diagrammes des moment fléchissants minimaux et maximaux M_y de la poutre la plus chargée du système 3P au niveau du rez-de-jardin.



<u>Figure 16</u>: Diagramme du moment fléchissant minimaux et maximaux My de la poutre la plus sollicitée du système 3P au niveau du RDJ sous le logiciel Robot Structural Analysis

Les résultats montrent un moment fléchissant minimal de **-826,32 kN.m** et un moment fléchissant maximal de +**1312,11 kN.m**. La valeur maximale est observée sur une poutre située entre les voiles du parking et de la cage d'ascenseur. Cette sollicitation élevée s'explique par la concentration des charges reprises dans cette zone, notamment celles transmises par les éléments porteurs des niveaux supérieurs. Ces résultats mettent en évidence le rôle important des poutres dans la transmission des charges au sein de la structure.

b. *Effort normal F_x des poteaux :*

La figure 17 présente les efforts normaux Fx obtenus dans les poteaux du système 3P.

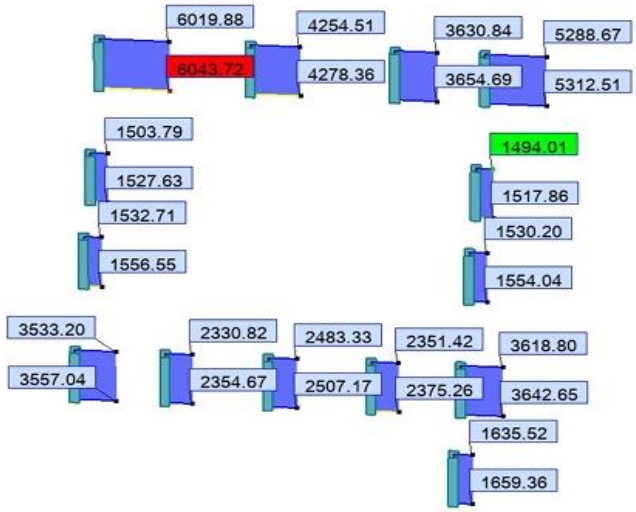


Figure 17: Efforts normaux F_x des poteaux du système 3P au niveau du rez-de-jardin sous le logiciel Robot Structural Analysis

Les résultats montrent que les poteaux soumis à des efforts normaux importants varient entre **+1494,01 kN** et **+6043,72 kN**. Les valeurs les plus élevées sont observées sur les poteaux situés dans les zones les plus chargées de la structure. Cette répartition traduit une concentration des charges verticales sur certains éléments porteurs et confirme leur rôle majeur dans la reprise des efforts de compressions.

IV.3.3.2. Résultats des poteaux au niveau du rez-de-jardin :

Au niveau du RDJ, retenu comme référence, les résultats ont permis d'obtenir des poteaux P_1 de section 60 x 60 et des poteaux P_2 de section 40 x 40. Les résultats détaillés du dimensionnement sont présentés en annexe 1.

Le poteau P_1 constitue l'élément le plus sollicité. Sa section plus importante entraîne une consommation plus élevée de béton **(1,33m²)** et d'acier **(118,3 k**g) afin d'assurer la reprise des charges verticales. Le taux de ferraillage obtenu (**0,68%**) reste conforme aux prescriptions du BAEL, tout en assurant la résistance du poteau.

Le poteau P_2 présente des sollicitations plus faibles et nécessitent donc des quantités de béton (**0,592 m³**) et d'acier (**81kg**) moins importantes. Malgré cette réduction, le taux de ferraillage (**1,15%**) demeure conforme aux exigences réglementaires.

IV.3.3.3. Résultats des poutres au niveau du rez-de-jardin :

Les résultats ont permis d'obtenir des poutres de section 60 x 80. Les résultats détaillés du dimensionnement des poutres sont présentés en annexe 1.

Les quantités d'acier (**289 kg**) d'acier et de béton (**2,14 m²**), traduisent l'importance des sollicitations reprises par ces éléments. La poutre la plus sollicitée présente les besoins en matériaux les plus élevés, ce qui est cohérent avec les moments fléchissants lors de l'analyse structurale.

IV.3.3.4. Résultats des dalles au niveau du rez-de-jardin :

Les résultats obtenus ont conduit au choix des dalles d'épaisseur 20 cm. Les détails du dimensionnement des dalles sont présentés en annexe 1.

Les quantités d'acier obtenues mettent en évidence les sollicitations importantes supportées par le plancher au niveau du rez-de-jardin. Les besoins en coffrage (**37,4 m²**) constituent également un facteur influençant les délais de réalisation de l'ouvrage.

IV.3.3.5. Résultats des voiles au niveau du rez-de-jardin :

Les résultats obtenus ont conduit au choix des dalles d'épaisseur 20 cm. Les résultats détaillés du dimensionnement des voiles sont présentés en annexe 1.

Les quantités d'acier (**1235kg**) d'acier, de béton (**1,61 m³**) et de coffrage de (**161,1 m²**) obtenues montrent l'importance de ces éléments dans la structure. Les résultats confirment leur contribution à la rigidité globale de l'ouvrage ainsi qu'à la stabilité du bâtiment.

IV.4. Etude technique du système coffrage tunnel :

Le système coffrage tunnel est un procédé de construction en béton armé permettant de réaliser simultanément les murs porteurs et les dalles d'un niveau.

IV.4.1. Prédimensionnement des éléments porteurs :

Le prédimensionnement des éléments est réalisé conformément aux prescriptions du BAEL 91 révisé 99.[2]

La plus grande portée retenue correspond à la portée dans le sens contraire des nervures, soit : $L = 5{,}4\ m$

Les calculs de prédimensionnement sont présentés en annexe 1. Les résultats obtenus ont permis de retenir des poteaux de sections 40 x 40 cm, des poutres de section 30 x 60 cm ainsi que des dalles d'épaisseur 20 cm. Par ailleurs, des voiles d'épaisseur 20 cm ont été retenues pour la modélisation de la structure. Ces dimensions ont servi de base à la modélisation et au dimensionnement du système 3P.

IV.4.2. Modélisation du système tunnel sous Robot Structural Analysis :

Après le prédimensionnement, la structure est modélisée sous Robot Structural Analysis afin de déterminer les sollicitations appliquées aux différents éléments structuraux.

Pour le système coffrage tunnel, l'ensemble des planchers est considéré en dalles pleines conformément au principe constructif du tunnel. Les murs porteurs sous forme de voile en béton armé. Toutefois, au niveau du rez-de-jardin destiné au parking, une configuration de type poteaux – poutres est retenue afin de libérer les espaces de circulation et de faciliter le stationnement des véhicules.

L'ensemble de la superstructure est pris en compte dans le modèle afin d'assurer une transmission correcte des charges entre les différents niveaux du bâtiment. Conformément aux hypothèses retenues, le rez-de-jardin est choisi comme niveau de référence pour l'exploitation des résultats, en raison des charges transmises par les étages supérieurs à travers le mécanisme de descente de charges.

L'analyse des résultats est réalisée à partir des efforts F_x développées dans les poteaux et des moments fléchissants M_y obtenus dans les poutres au niveau du rez-de-jardin.

La figure 18 présente la modélisation du système coffrage tunnel sous le logiciel Robot Structural Analysis.

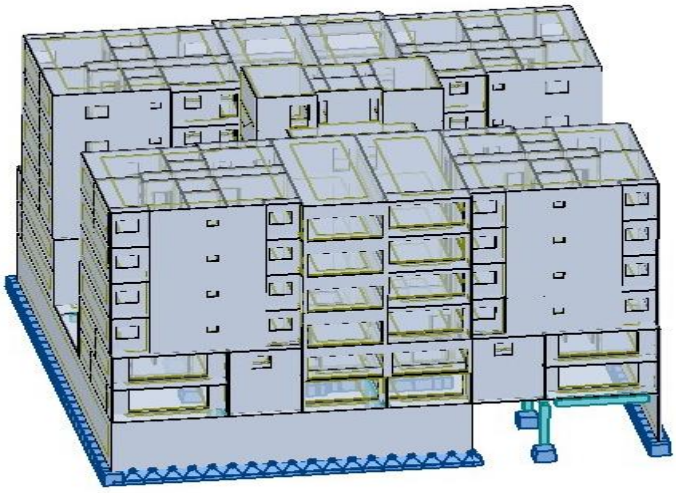


Figure 18:Modélisation du système coffrage tunnel sous le logiciel Robot Structural Analysis

IV.4.3. Résultats du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin :

IV.4.3.1. Efforts internes :

a. Moment fléchissant minimaux et maximaux M_y des poutres :

La figure 19 présente les moments fléchissants minimaux et maximaux M_y obtenus dans les poutres du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin.

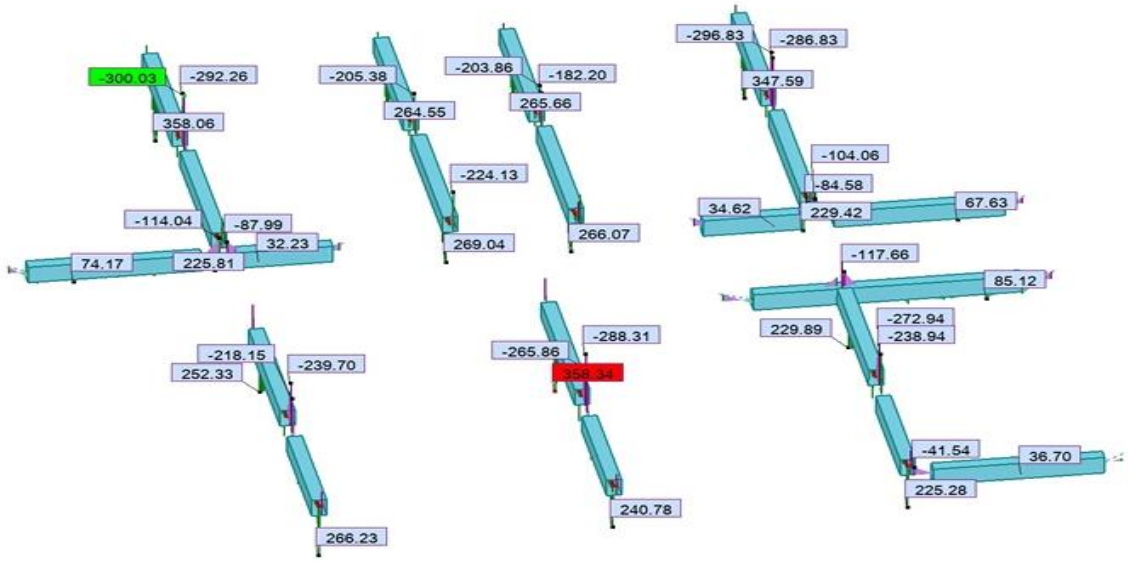


Figure 19: Moments fléchissants minimaux et maximaux My du système coffrage tunnel au niveau du RDJ sous le logiciel Robot Structural Analysis

La figure 20 présente le diagramme des moment fléchissants minimaux et maximaux M_y de la poutre la plus chargée du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin.

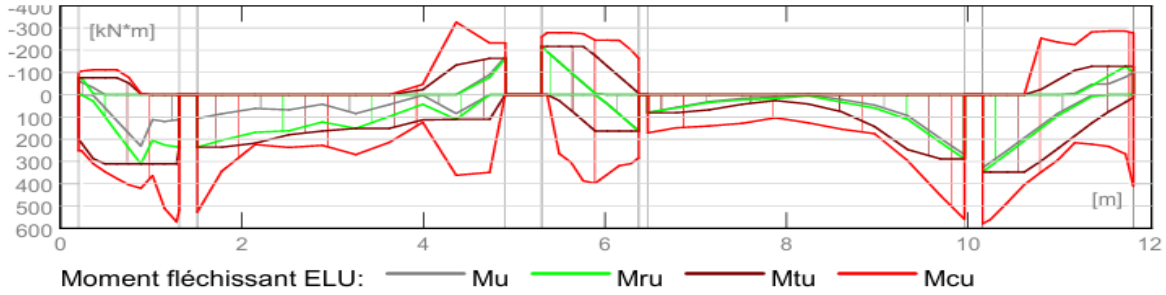


Figure 20: Diagramme du moment fléchissant minimaux et maximaux My de la poutre la plus sollicitée du système coffrage tunnel au niveau du RDJ sous le logiciel Robot Structural Analysis

Les résultats issus de la modélisation montrent un moment fléchissant minimal de-**300,03 kN.m** et un moment fléchissant maximal de **358,34 kN.m**.

Cette diminution des sollicitations par rapport au système 3P s'explique par la présence des voiles porteurs qui réduisent les portées libres et participent davantage à la reprise des charges. Cette configuration permet ainsi de limiter les efforts de flexion dans les poutres et de réduire les besoins en matériaux.

b. *Effort normal F_x des poteaux :*

La figure 21 présente les efforts normaux des poteaux du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin.

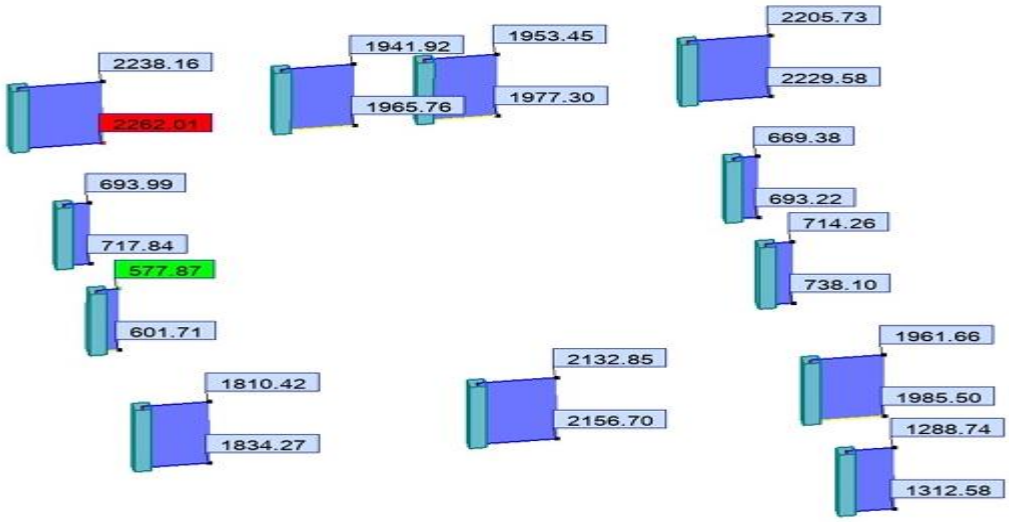


Figure 21: Efforts normaux Fx du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin sous le logiciel Robot Structural Analysis

Les efforts normaux obtenus varient entre **+2262,01 kN** et **+577,87 kN**. Ces efforts restent principalement en compression liés aux charges verticales transmises par la structure.

La présence des voiles contribue à la reprise d'une partie importante des charges, ce qui réduit les sollicitations appliquées aux poteaux et permet l'adoption de sections plus faibles que dans le système 3P.

IV.4.3.2. Résultats des poteaux au niveau du rez-de-jardin :

Les résultats obtenus au niveau du RDJ ont permis de retenir deux configurations d'armatures différentes pour des poteaux de section 40 x 40 cm. La première est constituée de barres diamètre 14 mm, tandis que la seconde est composée de barres de diamètre 12 mm. Les résultats détaillés du dimensionnement sont présentés en annexe 1.

Les poteaux P_1, armé en HA14, présentent les besoins en acier les plus élevés avec un taux de ferraillage supérieur à celui des poteaux P_2 armés en HA12. Malgré cette différence, les deux configurations conservent la même section, traduisant une meilleure homogénéité du dimensionnement dans le système coffrage tunnel.

Globalement, les résultats mettent en évidence une réduction des besoins en matériaux tout en assurant la reprise des efforts de compression.

IV.4.3.3. Résultats des poutres au niveau du rez-de-jardin :

Les résultats ont permis d'obtenir des poutres de section 40 x 60. Les résultats détaillés du dimensionnement sont présentés en annexe 1.

Les quantités d'acier obtenues varient selon les sollicitations appliquées aux différents éléments. Les poutres les plus sollicitées présentent des besoins en armatures plus importants, notamment au niveau des zones de liaison avec les voiles.

Les résultats montrent une diminution des dimensions et des quantités d'acier par rapport au système 3P, conséquence directe de la participation des voiles à la reprise des charges.

IV.4.3.4. Résultats techniques des dalles au niveau du rez-de-jardin :

Les résultats obtenus ont conduit au choix des dalles d'épaisseur 20 cm. Les résultats détaillés du dimensionnement des dalles sont présentés en annexe 1.

Les quantités d'armatures restent relativement homogènes entre les nappes inférieures et supérieures. La densité obtenue (**65 kg/m³**) traduit une réduction des besoins en acier grâce au fonctionnement conjoint des dalles et des voiles dans la reprise des charges.

IV.4.3.5. Résultats des voiles au niveau du rez-de-jardin :

Les résultats obtenus ont conduit au choix des voiles d'épaisseur 20 cm. Les résultats détaillés du dimensionnement sont présentés en annexe 1.

Les voiles constituent les principaux éléments porteurs du système coffrage tunnel. Les quantités importantes de béton (**16,1 m³**) et d'acier (**1235 kg**) observées traduisent leur rôle prépondérant dans la reprise des charges verticales ainsi que dans la stabilité globale du bâtiment.

Les résultats confirment ainsi l'importance des voiles dans le fonctionnement structurel du système coffrage tunnel et dans la réduction des sollicitations appliquées aux autres éléments porteurs.

IV.5. Comparaison et analyse multicritère technique des systèmes :

IV.5.1. Comparaisons techniques des systèmes :

Afin de regrouper les résultats obtenus sur les différents paramètres étudiés, une comparaison est réalisée afin d'évaluer globalement les performances des deux systèmes avant l'analyse multicritère.

IV.5.1.1. Comparaison des efforts internes :

La synthèse comparative des efforts internes des deux systèmes sont présentées dans le tableau 6.

PARAMETRES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	ECART	AVANTAGE
Moment max My	+1312,11 kN.m	+358,34 kN.m	-72,7 %	Tunnel
Moment min My	-826,32 kN.m	-300,03 kN.m	-63,7%	Tunnel
Effort normal max	+6043,72 kN	+2362,01 kN	-60,9 %	Tunnel
Effort normal min	+1494,01 kN	+577,87 kN	-61,3 %	Tunnel

Tableau 6:Comparaison des efforts internes des deux systèmes

Les résultats montrent que le système coffrage tunnel présente des efforts nettement plus faibles que le système 3P. Les moments fléchissants et les efforts normaux sont réduits de plus de 60%, traduisant une meilleure répartition des charges grâce à la présence des voiles porteurs.

IV.5.1.2. Comparaison des sections :

La synthèse comparative des sections des deux systèmes sont présentées dans le tableau 7.

PARAMETRES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	ECART	AVANTAGE
Poteau P_1	60 x 60 = 3600 cm²	40 x 40 = 1600 cm²	-55,6 %	Tunnel
Poteau P_2	40 x 40 = 1600 cm²	40 x 40 = 1600 cm²	0%	Egalité
Poutre	60 x 80 = 4800 cm²	40 x 40 = 2400 cm²	-50 %	Tunnel
Voile	20 x 450 = 9000 cm²	20 x 450 = 9000 cm²	0 %	Egalité
Epaisseur dalle	20 cm	20 cm	0 %	Egalité

Tableau 7: Comparaison des sections des deux systèmes

Les sections des éléments porteurs sont globalement plus faibles dans le système coffrage tunnel, notamment pour les poteaux P_1 et les poutres. Cette réduction traduit une meilleure efficacité structurelle tout en conservant les mêmes dimensions pour les voiles et les dalles.

IV.5.1.3. Comparaison des quantités d'acier :

La synthèse comparative des quantités d'acier des deux systèmes sont présentées dans le tableau 8.

PARAMETRES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	ECART	AVANTAGE
Poteau P_1	118,3 kg	81,7 kg	-30,9 %	Tunnel
Poteau P_2	81 kg	69,9 kg	-14,8 %	Tunnel
Poutre	844,6 kg	452,1 kg	-46,5 %	Tunnel
Voile	12600 kg	5840 kg	-53,7 %	Tunnel
Epaisseur dalle	1235 kg	1235 kg	0 %	Egalité

Tableau 8 : Comparaison des quantités d'acier des deux systèmes

Les quantités d'acier nécessaires sont globalement plus faibles dans le système coffrage tunnel. Les réductions observées sur les poteaux, les poutres et les voiles montrent une diminution des besoins en armatures, tandis que les dalles présentent des quantités identiques dans les deux systèmes.

IV.5.1.4. Comparaison des quantités de béton :

La synthèse comparative des quantités de béton des deux systèmes sont présentées dans le tableau 9.

PARAMETRES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	ECART	AVANTAGE
Poteau P_1	1,33 m³	0,624 m³	-53,1 %	Tunnel
Poteau P_2	0,592 m³	0,624 m³	+5,4 %	3P
Poutre	6,08 m³	2,885 m³	-52,5 %	Tunnel
Voile	16,1 m³	16,1 m³	0 %	Egalité
Epaisseur dalle	7,48 m³	18 m³	+140,6 %	3P

Tableau 9: Comparaison des quantités de béton des deux systèmes

Les quantités de béton sont généralement plus faibles dans le système coffrage tunnel pour les éléments porteurs. Toutefois, les dalles présentent une consommation plus importante, liée à leur configuration structurelle. Globalement, le système coffrage tunnel permet une réduction des volumes de béton utilisés.

IV.5.1.5. Comparaison des densités :

La synthèse comparative des densités des deux systèmes sont présentées dans le tableau 10.

PARAMETRES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	ECART	AVANTAGE
Densité dalle	336,9 kg/m²	65 kg/m²	-80,7 %	Tunnel
Densité voile	77,02 kg/m³	77,02 kg/m³	0 %	Egalité
Taux de ferraillage du Poteau P_1	0,68 %	1,15 %	+ 69,1 %	3P
Taux de ferraillage du Poteau P_2	1,15 %	0,85 %	-26,1 %	Tunnel

Tableau 10: Comparaison des densités des deux systèmes

Les densités et le taux de ferraillage varient selon les éléments étudiés. Le système coffrage tunnel présente notamment une densité de dalle plus faible et un taux de ferraillage réduit pour le poteau P_2, traduisant une optimisation des matériaux. Cependant, le taux de ferraillage du poteau P_1 est plus élevé en raison de la réduction de sa section.

a. Synthèse globale des critères de comparaison :

La synthèse globale des critères des deux systèmes sont présentées dans le tableau 11.

CRITERES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	ECART	AVANTAGE
Efforts internes	Sollicitations élevées	Sollicitations réduites	-64,7 %	Tunnel
Sections	28000 cm²	23200 cm²	-17,1 %	Tunnel
Quantités d'acier	14878,9 kg	7678,8 kg	-48,4 %	Tunnel
Quantités de béton	31,582 m³	38,133 m³	+20,7 %	3P
Densité	413,92 kg/m²	142,02 kg/m²	-65,7 %	Tunnel

Tableau 11: Synthèse globale des critères de comparaison des deux systèmes

Ce tableau met en évidence les principales différences techniques entre les deux systèmes et permet d'apprécier leurs performances globales.

IV.5.2. Analyse multicritère technique et choix du système optimal :

L'analyse multicritère est utilisée afin de comparer les performances techniques des deux systèmes à partir des critères retenus. Chaque critère est évalué et une note est attribuée au système présentant la meilleure performance. Les notes obtenues sont ensuite additionnées pour chaque système, puis le score total est divisé par le nombre de critères évalués afin d'obtenir une note normalisée comprise entre 0 et 1. Le système présentant la note la plus élevée est retenu comme la solution technique la plus performante.

La notation des critères des systèmes 3P et coffrage tunnel est présentée dans le tableau 12.

CRITERES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	OBSERVATIONS
Efforts internes	0	1	Réduction importante des sollicitations
Sections	0	1	Réduction globale des sections
Quantités d'acier	0	1	Réductions des armatures
Quantités de béton	1	0	Augmentation du béton dans le système tunnel
Densité	0	1	Réduction des densités
SCORE TOTAL	**1/5**	**4/5**	**Système coffrage tunnel retenu**
NOTE NORMALISEE	**0,2**	**0,80**	

Tableau 12: Notations des critères techniques des deux systèmes

Ce tableau montre que le système coffrage tunnel obtient une note normalisée de 0,80 contre 0,20 pour le système 3P. Cette performance traduit une meilleure performance du système coffrage tunnel sur la majorité des critères techniques étudiés, notamment les efforts internes, les sections, les quantités d'acier et la densité. En revanche, le système 3P présente un meilleur résultat pour le critère relatif aux quantités de béton.

Ainsi, au regard des critères techniques étudiés, le système coffrage tunnel est retenu comme la solution technique la plus avantageuse pour le projet étudié.

Conclusion partielle :

Ce chapitre a permis de présenter et d'analyser les résultats de l'étude technique des systèmes constructifs notamment le système Planchers - Poutres - Poteaux (3P) et le système coffrage tunnel. La comparaison des différents critères techniques a mis en évidence les performances de chaque système en termes de comportement structural, de consommation des matériaux et d'efficacité d'exécution. Les résultats obtenus montrent que le système coffrage tunnel présente les meilleures performances techniques grâce à sa conception en voiles porteurs, qui assurent une meilleure rigidité de l'ouvrage, une répartition plus efficace des charges ainsi qu'un délai d'exécution plus court. En revanche, le système 3P se distingue par une plus grande flexibilité de mise en œuvre et une consommation plus faible de certains matériaux. Au regard des résultats techniques obtenus, le système coffrage tunnel présente les meilleures performances techniques. Il est donc retenu comme la solution la plus avantageuse sur le plan technique pour le projet étudié. Ainsi, ces résultats constituent une base essentielle pour la suite de l'étude, consacrée à l'analyse financière des deux systèmes constructifs.

Chapitre V. Etude technico-économique des systèmes étudiés

V.1. Introduction :

L'étude financière constitue une étape importante dans le choix d'un système constructif. Au-delà des performances techniques, elle permet d'évaluer les ressources économiques nécessaires à la réalisation du projet. Dans le cadre de cette étude, une analyse financière est réalisée pour les systèmes 3P et coffrage tunnel afin d'apprécier leur impact sur le coût global du projet YENITA.

V.2. Etude financière du système 3P :

L'étude financière du système 3P est réalisée à partir des différents postes de travaux intervenant dans la construction du projet. Elle comprend le déboursé sec ainsi que le coût du projet.

V.2.1. Déboursés secs en système 3P :

Le déboursé sec regroupe les dépenses directement liées à l'exécution des travaux, notamment la main d'œuvre et les matériaux nécessaires à la réalisation du gros œuvre.

Les détails des calculs ainsi que les tableaux récapitulatifs sont présentés en annexe 2. La synthèse des déboursés secs est présente dans le tableau 13.

N°	DESIGNATIONS		MONTANT HT (FCFA)
1	MAIN D'ŒUVRE GROS ŒUVRE		155 408 422
2	MATERIAUX		692 673 263
TOTAL HT - PROJET YENITA - BLOC A		**1**	**848 081 684**
MONTANT TOTAL HT PROJET YENITA		**2**	**1 696 163 369**
TOTAL TTC - DEBOURSES SEC -PROJET YENITA – SYSTEME 3P			**1 696 163 369**

Tableau 13:Synthèse du déboursé sec en système 3P

Le déboursé sec hors taxe du projet en 3P est évalué à **1 696 163 369 FCFA**.

V.2.2. Coût du projet en système 3P :

Le coût du projet comprend les dépenses liées à l'installation de chantier, au gros œuvre et au second œuvre.

Les tableaux des détaillés des différents postes de dépenses sont présentés en annexe 2. La synthèse du coût global du projet est présentée dans le tableau 14.

N°	DESIGNATIONS		MONTANT HT (FCFA)
1	INSTALLATION DE CHANTIER		134 866 350
	CORPS D'ETAT TRAVAUX (G.O & S.O)		
2	*GROS ŒUVRE*		733 333 389
3	*SECON ŒUVRE*		*631 419 597*
TOTAL HT - TRAVAUX G.O & S.O - BLOC A		**1**	1 364 752 985
TOTAL - TRAVAUX G.O & S.O - PROJET YENITA		**2**	2 729 505 971
MONTANT TTC - TRAVAUX PROJET YENITA – SYSTEME 3P			**2 864 372 321**

Tableau 14: Synthèse du coût du projet en système 3P

Le coût total du projet en 3P hors taxes est évalué à **2 864 372 321 FCFA**.

V.2.3. Analyse technico-économique du système 3P :

L'analyse technico-économique du système 3P permet d'évaluer les ressources mobilisées, les quantités exécutées, les rendements observés sur le chantier ainsi que les délais et les coûts associés à l'exécution des différents ouvrages du gros œuvre. Cette analyse vise à apprécier les performances du système en termes de productivité, de durée de réalisation, de coût de réalisation et de délai d'exécution.

V.2.3.1. Equipes mobilisées du système 3P :

Les travaux du système 3P mobilisent plusieurs catégories d'ouvriers selon la nature des ouvrages réalisés. Les travaux de structure sont exécutés par une équipe de (20) ouvriers tandis que les travaux en voiles nécessitent une équipe spécifique de (66) ouvriers.

Les détails des effectifs mobilisés sont présentés en annexe 2.

V.2.3.2. Constitution des équipes de production :

Les équipes de production ont été constituées en fonction des effectifs disponibles et des activités à réaliser. La synthèse des équipe retenues est présentée dans le tableau 15 tandis que les détails de leur composition figurent en annexe 2.

La synthèse des équipes constituées montre que les travaux de poteaux, de raidisseurs, de dalles et de poutres mobilisent (02) équipes, soit un effectif de (24) ouvriers. Les travaux de maçonnerie sont réalisés par (06) équipes composées de (12) ouvriers au total. Quant aux travaux de voiles, ils nécessitent la mobilisation de (66) ouvriers.

V.2.3.3. Quantités mises en œuvre pour les travaux du gros œuvre du système 3P :

Les quantités de béton, d'acier, de coffrage et d'agglomérés ont été déterminés à partir des métrés réalisés sur l'ensemble du projet. Les tableaux détaillés de calcul sont présentés en annexe 2.

Les résultats montrent que les travaux de gros œuvre nécessitent **4091,47 m³ de béton, 399,03 tonnes d'acier, 20013,51 m² de coffrage et 75950 agglomérés**.

V.2.3.4. Analyse des rendements pour les travaux du gros œuvre du système 3P :

Les rendements observés lors de l'exécution des différents ouvrages réalisés en systèmes 3P.ont servi de base à l'estimation des délais d'exécution des travaux.

Les rendements moyens observés sur le chantier pour les principales activités sont présentés dans le tableau 15.

DESIGNATION	RENDEMENTS OBSERVES
Réalisation des éléments verticaux (poteaux et raidisseurs)	5 éléments verticaux / jour / équipe
Pose d'agglos	300 agglos / jour / équipe
Réalisation de 300 m² de dalle comprenant les poutres	300 m² en 14 jours / équipe
Réalisation des voiles d'un niveau (parking – cage d'ascenseur et escalier)	1 niveau en 9 jours

Tableau 15:Rendements observés sur le chantier du système 3P

Le rendement retenu est obtenu à partir de la relation suivante : $\mathbf{R = R_0 \times N}$

Avec : R : rendement retenu ; R_0 : rendement observé pour une équipe ; N : nombre d'équipes mobilisées

Les calculs détaillés permettant de déterminer les rendements retenus est présentés en annexe 2. La synthèse des rendements retenus est présenté dans le tableau 16.

DESIGNATION	RENDEMENTS RETENUS
Réalisation des éléments verticaux (poteaux et raidisseurs)	10 éléments verticaux / jour
Pose d'agglos	1800 agglos / jour
Réalisation de 300 m² de dalle comprenant les poutres	600 m² en 14 jours
Réalisation des voiles d'un niveau (Murs parking – cage d'ascenseur et escalier)	1 niveau en 9 jours

Tableau 16: Rendements retenus sur le chantier du système 3P

Les rendements présentés ci-dessus permettent d'évaluer la durée de réalisation des différents ouvrages du projet.

V.2.3.5. Analyse des durées de réalisation pour les travaux du gros œuvre du système 3P :

La durée de réalisation a été déterminé à partir des quantités à exécuter et des rendements retenus.

Elle est obtenue à l'aide de la relation suivante : $\boldsymbol{D = \frac{Q}{R}}$

Avec : D : durée de réalisation ; Q : quantité d'ouvrage à réaliser ; R : rendement retenu.

Les durées de réalisation obtenues pour les différentes activités sont récapitulées dans le tableau 17.

ACTIVITE	QUANTITES	RENDEMENTS RETENUS	DUREE DE REALISATION (jour)
Réalisation des éléments verticaux (poteaux et raidisseurs)	721 éléments verticaux	10 éléments verticaux / jour	72 jours
Pose d'agglos	75950 agglos	1800 agglos / jour	43 jours
Réalisation de 300 m² de dalle comprenant les poutres	12 205,59 m²	600 m² en 14 jours	285 jours
Réalisation des voiles d'un niveau (Murs parking – cage d'ascenseur et escalier)	8 niveaux	1 niveau en 9 jours	72 jours

Tableau 17: Synthèses des durées de réalisation estimées pour le gros œuvre du système 3P

V.2.3.6. Evaluation économique des coûts de réalisation des travaux du gros œuvre du système 3P :

L'évaluation économique des coûts de réalisation vise à déterminer le coût engendré par la mobilisation des équipes pendant la réalisation des différents ouvrages de gros œuvre du système 3P.

Le coût de réalisation est déterminé à partir la relation : $\mathbf{C = C_j \times D}$

Avec :C : coût de réalisation ; C_j : coût journalier ; D : durée de réalisation

Les calculs détaillés figurent en annexe 2. Le tableau 18 présente la synthèse des coûts de réalisation des ouvrages de gros œuvre du système 3P. L'évaluation est effectuée à partir des durées de réalisation des ouvrages et des coûts journaliers des équipes mobilisées.

ACTIVITE	DELAI (jours)	COUT TOTAL JOURNALIER (FCFA / Jour)	COUT TOTAL (FCFA / Jour)
Réalisation des éléments verticaux (poteaux et raidisseurs)	72 jours	144 000	10 368 000
Pose d'agglos	43 jours	72 000	3 096 000
Réalisation de 300 m² de dalle comprenant les poutres	285 jours	144 000	41 040 000
Réalisation des voiles d'un niveau (Murs parking – cage d'ascenseur et escalier)	72 jours	456 000	32 832 000
COUT TOTAL DE REALISATION			**87 336 000**

Tableau 18:Synthèses des coûts de réalisation de gros œuvre du système 3P pour un bloc du projet

Le coût total de réalisation des activités de gros œuvre du système 3P est estimé à **87 336 000 FCFA** pour un seul bloc du projet.

V.2.3.7. Planification du système 3P sous Ms Project :

La planification des travaux a été réalisée à l'aide du logiciel Ms Project afin d'évaluer la durée globale d'exécution du projet. Le planning détaillé est présenté en annexe 8.

Les résultats indiquent un délai global d'exécution de **483 jours,** soit environ **1 an et 4 mois**. Cette durée s'explique principalement par la succession des différentes opérations de gros œuvre nécessaires à la réalisation progressive des niveaux du bâtiments.

V.3. Etude financière du système coffrage tunnel :

V.3.1. Déboursés secs en système coffrage tunnel :

Le déboursé sec représente les dépenses directement affectées à la réalisation des travaux. Il prend en compte la main d'œuvre ainsi que les matériaux nécessaires à l'exécution de l'ouvrage.

Les détails des calculs sont présentés en annexe 2 tandis que la synthèse est donnée dans le tableau 19.

N°	DESIGNATIONS		MONTANT HT (FCFA)
1	INSTALLATION DE CHANTIER		1 874 572 053
	CORPS D'ETAT TRAVAUX (G.O & S.O)		
2	*GROS ŒUVRE*		*787 826 798*
3	*SECON ŒUVRE*		*631 419 597*
TOTAL HT TRAVAUX G.O & S.O - BLOC A		**1**	**1 419 246 394**
TOTAL - TRAVAUX G.O & S.O - PROJET YENITA		**2**	**2 838 492 789**
COUT TOTAL TTC - PROJET YENITA - SYSTÈME COFFRAGE TUNNEL			**4 713 064 841**

Tableau 19: Synthèse du coût du projet en système coffrage tunnel

Le coût total du projet en système coffrage tunnel en hors taxes est évalué à **4 713 064 841 FCFA**.

V.3.2. Coût du projet en système coffrage tunnel :

Le coût du projet prend en compte l'installation de chantier, le gros œuvre et le second œuvre.

Contrairement au système 3P, l'installation de chantier intègre également l'acquisition des panneaux de coffrage tunnel et de leurs accessoires.

Les détails des différents postes de dépenses sont présentés en annexe 2. La synthèse du coût global du projet est récapitulés dans le tableau 20.

N°	DESIGNATIONS		MONTANT HT (FCFA)
1	INSTALLATION DE CHANTIER		1 874 572 053
	CORPS D'ETAT TRAVAUX (G.O & S.O)		
2	*GROS ŒUVRE*		*787 826 798*
3	*SECON ŒUVRE*		*631 419 597*
TOTAL HT TRAVAUX G.O & S.O - BLOC A		**1**	**1 419 246 394**
TOTAL - TRAVAUX G.O & S.O - PROJET YENITA		**2**	**2 838 492 789**
COUT TOTAL TTC - PROJET YENITA - SYSTÈME COFFRAGE TUNNEL			**4 713 064 841**

Tableau 20: Synthèse du coût du projet en système coffrage tunnel

Le coût total du projet en système coffrage tunnel en hors taxes est évalué à **4 713 064 841 FCFA**.

V.3.3. Analyse technico-économique du système coffrage tunnel :

L'analyse technico-économique du système coffrage tunnel est réalisé à partir des données collectées sur le chantier. Cette analyse permet d'apprécier l'efficacité du système constructif avant sa comparaison avec le système 3P.

V.3.3.1. Equipes mobilisées du système coffrage tunnel :

La réalisation des ouvrages en coffrage tunnel mobilise deux catégories d'équipes. Les travaux du parking réalisés au rez-de-jardin nécessite (24) ouvriers tandis que les niveaux exécutés en coffrage tunnel mobilisent une équipe spécialisée composée de (66) ouvriers.

Les détails des effectifs mobilisés sont présentés en annexe 2.

V.3.3.2. Constitution des équipes de production :

Les équipes de production ont été constituées en fonction des effectifs disponibles et des activités à réaliser. La synthèse des équipes retenues est présentée dans le tableau 22 tandis que les détails de leur composition figurent en annexe 2.

La synthèse des équipes constituées montre que les travaux de poteaux, de raidisseurs, de dalles et de poutres mobilisent (02) équipes, soit un effectif de (24) ouvriers. Les travaux de

maçonnerie sont réalisés par (06) équipes composées de (12) ouvriers au total. Quant aux travaux de voiles, ils nécessitent la mobilisation de (66) ouvriers.

V.3.3.3. Quantités mises en œuvre pour les travaux du gros œuvre du système coffrage tunnel :

Les quantités de matériaux ont été déterminées à partir des métrés réaliser sur l'ensemble du projet. Les tableaux détaillés sont présentés en annexe 2.

Les résultats montrent que les travaux de gros œuvre nécessitent **6984,84 m³ de béton, 958,49 tonnes d'acier, 20347,95 m² de coffrage.**

V.3.3.4. Analyse des rendements pour les travaux du gros œuvre du système coffrage tunnel :

Les rendements observés pour les principales activités du système coffrage tunnel sont présentés dans le tableau 21. Ils concernent les travaux du parking ainsi que les différents niveaux réalisés en coffrage tunnel.

Les données détaillées ayant servi à leur détermination sont présentées en annexe 2.

DESIGNATION	RENDEMENTS OBSERVES
Réalisation des poteaux	5 poteaux / jour / équipe
Réalisation de 300 m² de dalle comprenant les poutres	300 m² en 14 jours / équipe
Niveau type F2 (RDC – mezzanine)	1 niveau en 14 jours
Niveau type F3 (RDC – mezzanine)	1 niveau en 16 jours
Niveau type F4 (étage courant)	1 niveau en 18 jours
Bloc magasins, cages d'ascenseur et cages d'escalier	1 niveau en 9 jours

Tableau 21: Rendements observés sur le chantier du système coffrage tunnel

Le rendement retenu est déterminé à partir de la relation suivante : $\mathbf{R = R_0 \times N}$

Avec : R : rendement retenu ; R_0 : rendement observé pour une équipe ; N : nombre d'équipes mobilisées

Les calculs détaillés permettant de déterminer les rendements retenus est présentés en annexe 2.

La synthèse des rendements retenus est présenté dans le tableau 22.

DESIGNATION	RENDEMENTS RETENUS
Réalisation des poteaux	10 poteaux / jour
Réalisation de 300 m² de dalle comprenant les poutres	600 m² en 14 jours
Niveau type F2 (RDC – mezzanine)	1 niveau en 14 jours
Niveau type F3 (RDC – mezzanine)	1 niveau en 16 jours
Niveau type F4 (étage courant)	1 niveau en 18 jours
Bloc magasins, cages d'ascenseur et cages d'escalier	1 niveau en 9 jours

Tableau 22: Rendements retenus sur le chantier du système coffrage tunnel

V.3.3.5. Analyse des durées de réalisation pour les travaux du gros œuvre du système coffrage tunnel :

Les durées de réalisation sont estimées à partir des quantités à exécuter et des rendements retenus. Elles sont obtenues à l'aide la relation : $\boldsymbol{D = \frac{Q}{R}}$

Avec : D : durée de réalisation ; Q : quantité d'ouvrage à réaliser ; R : rendement retenu.

Les calculs détaillés sont présentés en annexe 2.

La synthèse des délais obtenus figure dans le tableau 23.

ACTIVITE	QUANTITES	RENDEMENTS RETENUS	DUREE DE REALISATION (jour)
Réalisation des poteaux	19 poteaux	10 poteaux / jour	2 jours
Réalisation de 300 m² de dalle comprenant les poutres	1030,15 m²	600 m² en 14 jours	24 jours
Niveau type F2 (RDC – mezzanine)	2 niveaux	1 niveau en 14 jours	28 jours
Niveau type F3 (RDC – mezzanine)	2 niveaux	1 niveau en 16 jours	32 jours
Niveau type F4 (étage courant)	4 niveaux	1 niveau en 18 jours	72 jours
Bloc magasins, cages d'ascenseur et cages d'escalier	8 niveaux	1 niveau en 9 jours	72 jours

Tableau 23: Synthèses des durées de réalisation pour le gros œuvre du système coffrage tunnel

V.3.3.6. Evaluation économique des coûts de réalisation des travaux du gros œuvre du système coffrage tunnel :

L'évaluation économique des coûts de réalisation permet d'apprécier l'incidence financière de la mobilisation des équipes sur la réalisation des travaux de gros œuvre du système coffrage tunnel.

Le coût de réalisation est déterminé à partir la relation : $\mathbf{C = C_j \times D}$

Avec :C : coût de réalisation ; C_j : coût journalier ; D : durée de réalisation

Les calculs détaillés figurent en annexe 2. Le tableau 24 présente la synthèse des coûts de réalisation des différents ouvrages de gros œuvre du système coffrage tunnel. L'évaluation est réalisée à partir des durées de réalisation des ouvrages et des coûts journaliers des équipes mobilisées.

ACTIVITE	DELAI (jours)	COUT TOTAL JOURNALIER (FCFA / Jour)	COUT TOTAL (FCFA / Jour)
Réalisation des poteaux	2 jours	144 000	288 000
Réalisation de 300 m² de dalle comprenant les poutres	24 jours	144 000	3 456 000
Niveau type F2 (RDC – mezzanine)	28 jours	456 000	12 768 000
Niveau type F3 (RDC – mezzanine)	32 jours	456 000	14 592 000
Niveau type F4 (étage courant)	72 jours	456 000	32 832 000
Bloc magasins, cages d'ascenseur et cages d'escalier	72 jours	456 000	32 832 000
COUT TOTAL DE REALISATION			**96 768 000**

Tableau 24: Synthèses des coûts de réalisation de gros œuvre du système coffrage tunnel pour un bloc du projet

Le coût total de réalisation de gros œuvre du système coffrage tunnel est estimé à **96 768 000 FCFA** pour un seul bloc du projet.

V.3.3.1. Planification du système coffrage tunnel sous Ms Project :

La planification des travaux est présentée en annexe 8. Les résultats obtenus indiquent une durée de **208 jours**, soit environ **6 mois et 28 jours.**

Ce délai met en évidence l'efficacité du système coffrage tunnel en matière de rapidité d'exécution grâce à l'organisation des travaux en cycles répétitifs.

V.4. Comparaison et analyse multicritère financière des systèmes :

V.4.1. Comparaison financière des systèmes :

Afin d'apprécier les performances des deux systèmes constructifs (le système 3P et le système coffrage tunnel), une comparaison a été réalisée en prenant le système 3P comme référence.

L'écart est calculé à l'aide de la relation suivante :

$$\boldsymbol{Ecart}\ (\%) = \frac{\boldsymbol{Valeur\ tunnel - valeur\ 3P}}{\boldsymbol{Valeur\ 3P}}\ \boldsymbol{X\ 100}$$

Le tableau 25 présente les résultats de comparaison financière entre les deux systèmes.

CRITERES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	ECART (%)	AVANTAGES
Déboursés secs	1 696 163 369	2 593 936 689	52,93 %	3P
Coût du projet (FCFA)	2 864 372 321	4 713 064 841	64,54 %	3P
Volume de béton (m^3)	4091,47	6984,84	70,71 %	3P
Quantité d'acier (tonne)	399,03	958,49	104,21 %	3P
Coût de réalisation (FCFA)	87 336 000	96 768 000	10,80 %	3P
Délai d'exécution (jours)	483	208	-56,94%	Tunnel

Tableau 25: Comparaison financière des systèmes 3P et coffrage tunnel

Les résultats montrent des différences significatives entre les systèmes 3P et coffrage tunnel en termes de coût, de consommation de matériaux et de délai d'exécution. Les écarts les plus importants sont observés au niveau des déboursés secs, du coût global du projet ainsi que les quantités de béton et d'acier utilisées. En revanche, la surface de coffrage et le coût de réalisation présentent des écarts relativement faibles. Les résultats mettent également en évidence une différence notable au niveau des délais d'exécution, traduisant l'influence du mode constructif sur la durée globale d'exécution du projet.

V.4.2. Analyse multicritère financière et choix du système optimal :

Afin d'identifier les systèmes le plus adapté au projet, une analyse multicritère financière est réalisée. Chaque critère est évalué pour les deux systèmes étudiés. Les notes obtenues sont

additionnées afin d'obtenir un score total, puis ce score est divisé par le nombre total de critères évalués pour déterminer une note normalisée comprise entre 0 et 1. Le système présentant la note normalisée la plus élevée est retenu comme la solution la plus performante sur le plan financier.

Le tableau 26 présente les notations des critères financières et économique des deux systèmes.

CRITERES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	OBSERVATION
Déboursés secs	1	0	Coût de production plus faible pour le système 3P.
Coût du projet (FCFA)	1	0	Le coût global du projet en système 3P est inférieur à celui du système coffrage tunnel.
Volume de béton (m^3)	1	0	Le système 3P consomme moins de béton.
Quantité d'acier (tonne)	1	0	Le système 3P nécessite moins d'acier.
Coût de réalisation (FCFA)	1	0	Le coût de réalisation est faible pour le système 3P.
Délai d'exécution (jours)	0	1	Le système coffrage tunnel permet une exécution plus rapide des travaux.
SCORE TOTAL	**5/6**	**1/6**	**Système 3P retenu**
NOTE NORMALISEE	**0,83**	**0,17**	

Tableau 26: Notations des critères financières des deux systèmes

La notation met en évidence les différences observées entre les deux systèmes. Le système 3P obtient une note normalisée de 0,83 contre 0,17 pour le système coffrage tunnel. Cette différence montre que le système 3P présente les meilleures performances financières au regard des critères retenus.

Au regard des critères financiers étudiés, le système 3P obtient la meilleure note normalisée. Il est donc retenu comme la solution la plus avantageuse sur le plan financier pour le projet étudié.

Conclusion partielle :

Ce chapitre a présenté l'étude financière des deux systèmes constructifs étudiés à travers l'évaluation des principaux postes de dépenses, notamment les coûts des matériaux, de la main d'œuvre, du matériel ainsi que le coût global d'exécution. L'analyse comparative et l'analyse multicritère ont permis d'apprécier les performances économiques de chaque système selon les critères retenus. Les résultats obtenus montrent que le système Planchers - Poutres - Poteaux (3P) présente les meilleures performances financières grâce à un coût de réalisation nettement inférieur, une consommation plus faible en béton et en acier ainsi qu'un coût global d'exécution plus avantageux. Bien que le système coffrage tunnel offre un délai d'exécution plus court, l'écart important de coût observé entre les deux solutions conduit à retenir le système Planchers - Poutres - Poteaux (3P) comme la solution la plus avantageuse sur le plan financier pour le projet étudié. Les résultats obtenus mettent en évidence les différences de coûts entre les deux solutions et constituent une base objective pour le choix du système le plus avantageux sur le plan financier.

Chapitre VI. Etude environnementale et sociale

VI.1. Introduction :

Le projet YENITA est un ensemble immobilier à usage mixte situé dans la zone de Faya, dans la commune de Bingerville. Il est implanté sur un terrain d'environ 20 000m² et comprend des bâtiments destinés à l'habitation, des espaces commerciaux, des espaces verts ainsi qu'un niveau de stationnement.

Comme tout projet de construction, sa réalisation est susceptible d'engendrer des interactions avec l'environnement naturel et humain tout au long des différentes phases de travaux.

L'étude environnementale et sociale a pour objectif d'identifier et évaluer les potentiels liés à la réalisation du projet, puis de proposer des mesures permettant de prévenir, de réduire ou de compenser les effets négatifs tout en renforçant les impacts positifs. Dans le cadre de cette étude comparative, une attention particulière est accordée aux deux systèmes constructifs étudiés, à savoir le système planchers - poutres - poteaux (3P) et le coffrage tunnel, afin d'apprécier leurs performances environnementales et sociales.

VI.2. Cadre législatif et réglementaire :

La réalisation d'un projet de construction en Côte d'Ivoire est encadrée par un ensemble de textes législatifs et réglementaires visant à assurer la protection de l'environnement, la santé et la sécurité des travailleurs ainsi que la préservation du cadre de vie des populations. Ces textes constituent le fondement juridique de l'identification, de l'évaluation et de la gestion des impacts environnementaux et sociaux des projets de développement.[30]

Dans le cadre de cette étude, les principaux textes de référence sont les suivants :

- La loi n° 2023-900 du 23 novembre 2023 portant Code de l'environnement, qui définit les principes généraux de protection de l'environnement, de gestion durable des ressources naturelles ainsi que les dispositions relatives aux évaluations environnementales et sociales.[30]
- Le Décret n°96-894 du 08 novembre 1996 déterminant les règles et procédures applicables aux études relatives à l'impact environnemental des projets de

développement, qui précise les modalités de réalisation des études d'impact environnemental et les procédures d'évaluation des projets.[31]

- La loi n° 2015-532 du 20 juillet 2015 portant Code du travail fixe les règles relatives aux conditions de travail, à l'hygiène, à la santé et à la sécurité des travailleurs. Elle encadre les obligations des employeurs en matière de prévention des risques professionnels afin d'assurer la protection des travailleurs sur les chantiers de construction.[32]

Ces textes constituent le cadre réglementaire retenu pour l'identification, l'évaluation et la proposition de mesures de gestion des impacts environnementaux et sociaux du projet YENITA.

VI.3. Composantes et phases du projet servant à l'identification des impacts environnementaux et sociaux :

Le projet comprend des logements de type F2, de type F3 et de type F4. L'ensemble comporte 24 logements et 16 magasins. Les bâtiments sont composés d'un rez-de-jardin (RDJ), d'un rez-de-chaussée (RDC), d'une mezzanine, de quatre étages courants, des espaces verts ainsi que des aires de stationnement.

Sa réalisation s'effectue suivant plusieurs phases, notamment les travaux préparatoires, le gros œuvre, le second œuvre, les travaux de finition ainsi que les aménagements extérieurs.

Les différentes composantes et phases du projet constituent les principales sources d'interaction avec l'environnement et le milieu social. Leur analyse permet d'identifier les activités susceptibles de générer des impacts environnementaux et sociaux au cours de l'exécution des travaux et sert de base à l'élaboration des mesures de gestion proposées dans le Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES).

VI.4. Identification des impacts environnementaux et sociaux du projet :

L'identification des impacts environnementaux et sociaux consiste à recenser les principaux effets susceptibles d'être générés par les activités de construction sur les différentes composantes du milieu. Elle est réalisée à partir des composantes et des phases du projet

présentées précédemment et prend en compte le chantier dans son ensemble ainsi que les systèmes constructifs Planchers - Poutres - Poteaux (3P) et coffrage tunnel.

Les impacts environnementaux et sociaux identifiés pour les différents niveaux d'analyse sont présentés dans le tableau 27.

NIVEAU D'ANALYSE	IMPACTS POSITIFS	IMPACTS NEGATIFS
Chantier (global)	Air : Maintien de la qualité de l'air par l'application des bonnes pratiques. Eau : Préservation des ressources en eau grâce à une gestion appropriée des effluents. Sol : Amélioration et valorisation du site après les travaux. Déchets : Possibilité de tri, de valorisation et de recyclage. Santé et sécurité : Amélioration des conditions de travail grâce au respect des règles HSE. Retombées socio-économiques : Création d'emplois, développement des activités économiques locales et amélioration de l'offre de logement.	Air : Emissions de poussières et de gaz d'écharpement. Eau : Pollution accidentelle par les laitances, huiles et hydrocarbures. Sol : Compactage, dégradation et pollution de sols. Déchets : Production de gravats, emballages, déchets métalliques et résidus de béton. Bruit et vibration ; Nuisances sonores générées par les engins. Santé et sécurité : Risques d'accidents de travail.
Système Planchers–Poutres – Poteaux (3P)	Air : Faible recours aux engins de levage. Déchets : Réemploi partiel des planches de coffrage. Santé et sécurité : Technique maîtrisée par la main-d'œuvre locale. Retombées socio-économiques : Forte création d'emplois et valorisation du savoir-faire local.	Air : Emissions de poussières dues à la manutention. Déchets : Production importante de déchets de coffrage. Sol : Accumulation de déchets de bois et de ciment. Santé et sécurité : Risques liées au coffrage, au décoffrage et aux travaux en hauteur. Ressources naturelles : Consommation élevée de bois.

Système coffrage tunnel	- Déchets : Réutilisation des banches métalliques limitant fortement la production de déchets. - Ressources naturelles : Réduction de la consommation de bois. - Air et bruit : Diminution de la durée d'exposition aux nuisances sonores grâce à une exécution plus rapide. - Productivité : Amélioration du rendement et réduction des délais. - Qualité : Meilleure homogénéité des éléments en béton.	- Air : Emissions de poussières liées aux engins de levage. - Eau : Risque de pollution par les huiles hydrauliques. - Bruit et vibration : Nuisances sonores lors des opérations de levage. - Energie : Consommation énergétique plus importante des grues. - Santé et sécurité : Risques liés au levage et à la manutention des banches. - Organisation : Nécessité d'une logistique rigoureuse et d'un personnel qualifié.

Tableau 27: les principaux impacts environnementaux et sociaux du projet

Ces impacts identifiés montrent que les activités de chantier ainsi que les deux systèmes constructifs présentent des effets à la fois positifs et négatifs sur les différentes composantes de l'environnement.

VI.5. Mesures d'atténuation et plan de gestion environnementale et sociale (PGES) :

Les impacts environnementaux et sociaux identifiés au cours de cette étude appellent la mise en œuvre de mesures adaptées afin de réduire les effets négatifs et de favoriser une exécution des travaux respectueuse de l'environnement et du milieu social. Les principales mesures proposées pour le chantier global, le système 3P et le coffrage tunnel sont présentés dans le tableau 28.

NIVEAU D'ANALYSE	IMPACTS NEGATIFS	MESURES DE GESTION	RESPONSABLES DU SUIVI
Chantier (global)	Emissions de poussières	Arrosage régulier des pistes, bâchage des matériaux et entretiens des engins.	Chef de chantier / Responsable HSE
	Nuisances sonores	Limiter les travaux bruyants aux heures autorisées et assurer l'entretien des équipements.	Chef de chantier
	Pollution des sols et des eaux	Aménager des zones de stockages sécurisées et récupérer les huiles usées.	Responsable HSE
	Risques d'accident	Port obligatoire des EPPI ; sensibilisation et formation des travailleurs.	Responsable HSE
Système Planchers–Poutres – Poteaux (3P)	Consommation importante de bois	Optimiser les découpes et réutiliser les planches de coffrage en béton en bon état.	Chef de chantier
	Déchets de coffrage	Trier, stocker et valoriser les déchets de bois produits.	Chef de chantier
	Travaux en hauteur	Installer des dispositifs de protection collectives et utiliser les EPI adaptés.	Responsable HSE
	Manutention des matériaux	Former les ouvriers aux bonnes pratiques de manutention.	Chef de chantier
Système coffrage tunnel	Risques liés aux opérations de levage	Vérifier automatiquement les équipements de levage et sécuriser les zones d'intervention.	Chef de chantier
	Consommation énergétique des équipements	Planifier les opérations de levage et assurer l'entretien des grues.	Chef de chantier
	Fuites d'huiles hydrauliques	Contrôler régulièrement les circuits hydrauliques et intervenir rapidement en cas de fuite.	Responsable HSE
	Chute de banches	Respecter les procédures de montage et de démontage et faire intervenir un personnel qualifié.	Chef de chantier

Tableau 28: Mesures de gestion environnementale et sociale du projet

Les mesures proposées visent à prévenir ou à réduire les impacts négatifs identifiés tout en renforçant les effets positifs des activités de construction. Leur mise en œuvre contribue à une meilleure gestion environnementale et sociale du chantier, quel que soit le système constructif utilisé.

Conclusion partielle :

Ce chapitre a permis d'identifier les principaux aspects environnementaux et sociaux liés au chantier ainsi qu'aux systèmes constructifs Planchers - Poutres - Poteaux (3P) et coffrage tunnel. L'identification des impacts environnementaux et sociaux a mis en évidence les principaux effets positifs et négatifs susceptibles d'être générés au cours de la réalisation du projet. Des mesures d'atténuation adaptées ont ensuite été proposées à travers un Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES) afin de prévenir, de réduire ou de compenser les impacts négatifs identifiés. Les résultats obtenus complètent les analyses techniques et financières et contribuent au choix du système constructif le plus adaptée au projet YENITA.

Conclusion générale et recommandations :

VI.1. Conclusion générale :

Au terme de cette étude portant sur la comparaison du système planchers – poutres – poteaux (3P) et du système coffrage tunnel dans le cadre du projet YENITA à Bingerville, il ressort que le choix d'un système constructif influence directement les performances techniques, les délais d'exécution ainsi que les coûts de réalisation d'un projet.

L'étude technique a permis de comparer le comportement structurel des deux systèmes à travers l'analyse des efforts internes, des sections des éléments porteurs ainsi que des quantités de matériaux mobilisées. Les résultats obtenus montrent que le système coffrage tunnel présente de bonnes performances techniques grâce à sa conception basée sur des voiles porteurs, qui assurent une meilleure répartition des charges et une plus grande rigidité de l'ouvrage.

L'étude financière a porté sur l'évaluation des déboursés secs, du coût global du projet, des quantités de matériaux, des coûts de réalisation ainsi que des délais d'exécution. Les résultats obtenus montrent que le système Planchers - Poutres - Poteaux (3P) présente un déboursé sec de 1 696 163 369 FCFA contre 2 593 936 689 FCFA pour le système coffrage tunnel. Le coût global du projet est estimé à 2 864 372 321 FCFA pour le système 3P contre 4 713 064 841 FCFA pour le système coffrage tunnel. Rapportés à la surface du bloc étudiée de 789,40 m², ces montants correspondent respectivement à un coût d'environ 3 628 606 FCFA/m² pour le système 3P et 5 970 184 FCFA/m² pour le coffrage tunnel.

L'analyse a également montré que le système 3P permet une réduction significative des quantités de béton et d'acier ainsi qu'un coût de réalisation inférieur. En revanche, le système coffrage tunnel se distingue par un délai d'exécution plus court, estimé à 208 jours contre 483 jour le système 3P.

L'analyse multicritère réalisée a permis de mettre en évidence les avantages et les limites de chaque système. Le coffrage tunnel s'est distingué par ses performances techniques et sa rapidité d'exécution, tandis que le système 3P a présenté les meilleures performances économiques avec des coûts de construction et des consommations de matériaux plus faibles.

En complément des analyses techniques et financières, l'étude environnementale et sociale a permis d'identifier les principaux impacts liés aux activités de construction ainsi qu'aux deux systèmes constructifs étudiés. Les résultats ont mis en évidence des impacts positifs, tels que la création des emplois, le développement des activités économiques locales et l'amélioration des conditions de travail grâce au respect des règles de santé et de sécurité. Ils révèlent également des impacts négatifs, notamment les émissions de poussières, les nuisances sonores, la consommation de ressources, la production de déchets et les risques d'accident. Afin de limiter ces effets, des mesures d'atténuation adaptées ont été proposées dans le cadre d'un plan de gestion environnementale et sociale, contribuant ainsi à une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux, sociaux et de sécurité tout au long de l'exécution des travaux.

Ainsi, au regard des critères techniques, financiers, économiques, environnementaux et sociaux, le système 3P apparaît comme la solution la plus avantageuse pour le projet. En effet, bien que le système coffrage tunnel présente de meilleures performances techniques et un délai d'exécution plus court, le système 3P offre un coût de réalisation nettement inférieur ainsi qu'une consommation plus faible en béton et en acier. Dans le contexte du projet YENITA, où la maîtrise des coûts constitue un critère majeur de décision, ces avantages économiques justifient le choix du système 3P malgré les performances techniques supérieurs du coffrage tunnel. Cette étude met en évidence qu'aucun système constructif ne constitue une solution universelle. Le choix d'un système constructif doit être effectué en fonction des objectifs du projet, des contraintes techniques, des exigences économiques ainsi que des considérations environnementales et sociales.

VI.2. Recommandations :

A l'issue de cette étude, les recommandations suivantes peuvent être formulées :

- Privilégier une analyse comparative des systèmes constructifs dès la phase de conception des projets afin de sélectionner la solution la mieux adaptée aux caractéristiques techniques, économiques, environnementales et sociales du projet ;
- Prendre en compte simultanément les critères techniques, financiers, économiques, environnementaux, sociaux et organisationnels lors du choix d'un système d'exécution ;
- Envisager l'utilisation du système coffrage tunnel pour les projets présentant une forte répétitivité architecturale, un nombre important de niveaux et des délais d'exécution contraints où la rapidité d'exécution constitue un critère prioritaire;

- Privilégier le système Planchers - Poutres - Poteaux (3P) pour les projets nécessitant une grande flexibilité architecturale, une meilleure maitrise des coûts ainsi qu'une réduction des consommations de béton et d'acier ;
- Renforcer le suivi des rendements de chantier afin d'améliorer la fiabilité des estimations de coûts, des délais d'exécution et de la consommation des ressources ;
- Intégrer des mesures de gestion environnementale et sociale dès la phase de préparation du chantier et tout au long de l'exécution des travaux afin de limiter les nuisances, de réduire la production des déchets, de préserver les ressources naturelles et d'assurer la sécurité des travailleurs et des populations riveraines ;
- Sensibiliser et former régulièrement les intervenants du chantier aux bonnes pratiques environnementales, à la gestion des déchets ainsi qu'au respect des règles d'hygiène, de santé et de sécurité ;
- Poursuivre les études comparatives sur d'autres systèmes constructifs et sur des projets typologies différentes afin d'élargir les possibilités d'aide au choix des solutions constructives.

Bibliographies

[1] « RAPPORT THEMATIQUE TOME 13 : URBANISATION ». Consulté le: 20 juillet 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.anstat.ci/publication-details/e08b6e601c4d9e79ba1ea019d6afb4d1c5129746d181a4afcea00493b3792efddda69546f96693d538f12ab2e9e8d7a3fc4eed38bf55f530e0c3a0031793285bdNWfq7eTs_RfuoXkDRIqWCP8RT8otbrO5XTriBSS2nc

[2] « 2000 - Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé, suivant la ». Consulté le: 22 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.sodibet.com/telechargement/BAEL%2091%20R%2099.pdf

[3] « ARTEMIS - Construction & Travaux ». Consulté le: 22 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://artemisconstruction-ci.com/

[4] « Perspectives économiques en Côte d'Ivoire : 8 graphiques pour comprendre les enjeux de l'urbanisation », World Bank. Consulté le: 21 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.banquemondiale.org/fr/country/cotedivoire/publication/cote-divoire-economic-outlook-understanding-the-challenges-of-urbanization-in-height-charts

[5] « World Bank Document ». Consulté le: 23 juillet 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://documents1.worldbank.org/curated/en/291761545026488944/pdf/Rapport-Logement-CdI-FINAL.pdf

[6] « Eléments de structure en béton | Guide Bâtiment Durable ». Consulté le: 21 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://guidebatimentdurable.brussels/elements-structure-beton

[7] « La structure poteaux-poutres favorise les matériaux biosourcés ». Consulté le: 21 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.batirama.com/article/63680-construire-en-structure-poteau-poutre-dalle-facilite-les-transformations-des-batiments.html

[8] M. Santoro, « Structure porteuse des bâtiments : principes et innovations », BibLus. Consulté le: 21 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://biblus.accasoftware.com/fr/structure-porteuse-des-batiments-principes-et-innovations/

[9] « Poutres, poteaux et éléments d'ossatures », Techniques de l'Ingénieur. Consulté le: 21 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/construction-et-travaux-publics-th3/techniques-du-batiment-construire-en-beton-arme-43805210/les-produits-prefabriques-en-beton-tba1225/poutres-poteaux-et-elements-d-ossatures-sl10410433.html

[10] « poteau poutre plancher immeuble », Bing. Consulté le: 21 juillet 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.bing.com/images/search?q=poteau+poutre+plancher+immeuble+&FORM=HDRSC3

[11] « Le Système de Coffrage Tunnel », Neru Kalıp. Consulté le: 16 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://neru.com.tr/fr/le-systeme-de-coffrage-tunnel/

[12] « Les systèmes de coffrage de tunnel – Demirbaş Metal ». Consulté le: 16 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://demirbasmetal.com.tr/fr/les-systemes-de-coffrage-de-tunnel/

[13] « CP5770_Cahier_Orange.indd ». Consulté le: 21 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.infociments.fr/sites/default/files/article/fichier/CT-D15.pdf

[14] « Préfabrication béton : la profession se mobilise pour faire valoir ses atouts | Prévention BTP ». Consulté le: 21 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.preventionbtp.fr/actualites/metiers/prefabrication-beton-la-profession-se-mobilise-pour-faire-valoir-ses-atouts_VRsoGYhS66f8Afx6nbQsGX

[15] « le système préfabriqué pour un batiment », Bing. Consulté le: 21 juillet 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.bing.com/images/search?q=le+système+préfabriqué+pour+un++batiment&qs=HS&form=QBIR&sp=2&lq=0&pq=le+système+préfabriqué&sk=HS1&sc=3-22&cvid=26A56BEC35EC4C609D5BEEFAD55AA258

[16] « Énergie éolienne en mer ». Consulté le: 21 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://piles.cerema.fr/IMG/pdf/cerema_manuel_de_corrosion_et_protection_ouvrages_sites_aquatiques_janvier2020_cle56e144.pdf

[17] « Construction en acier », *Wikipédia*. 14 avril 2026. Consulté le: 21 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Construction_en_acier&oldid=235155560

[18] « système ossature métallique », Bing. Consulté le: 21 juillet 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.bing.com/images/search?q=système+ossature+métallique&FORM=HDRSC3

[19] « Chapitre 4.pdf ». Consulté le: 4 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://elearning.univ-mila.dz/a-2023/pluginfile.php/89908/mod_resource/content/1/Chapitre%204.pdf

[20] René. Maquoi, R. Debruyckere, et J.-F. Demonceau, *Construction mixte: construction mixte acier-béton dans les bâtiments : conception et dimensionnement à température ordinaire et en situation d'incendie selon l'Eurocode 4*. Bruxelles: Infosteel, 2011.

[21] « Microsoft Word - PG ». Consulté le: 4 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://ajbtp.com/wp-content/uploads/2024/10/Cours-Beton-Precontraint-par-Abdelaziz-Yazid.pdf

[22] « Chapitre 01. docx.pdf ». Consulté le: 4 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://elearning.univ-mila.dz/a2026/pluginfile.php/69195/mod_resource/content/0/Chapitre%2001.%20docx.pdf

[23] « Découvrez les systèmes de coffrage grimpant : Typologies, applications et le meilleur choix selon le chantier », Alsina. Consulté le: 4 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.alsina.com/fr/blog/decouvrez-les-systemes-de-coffrage-grimpant-typologies-applications-et-le-meilleur-choix-selon-le-chantier/

[24] « CSTB - L'évaluation des produits de construction : des informations vérifiées ». Consulté le: 22 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.cstb.fr/nos-offres/activites/evaluation?

[25] « Bétons : densité et classification selon la norme NF EN 206+A2/CN – Infociments ». Consulté le: 22 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.infociments.fr/betons/classification-des-betons-dans-la-norme-beton-nf-en-206a2cn-2022

[26] « Cours_BA_chap_2 ». Consulté le: 22 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.iutenligne.net/rsc/rsc-public/genie-civil/beton-arme/hivin/beton_arme/documents/Cours_BA_ST2_chap_2.pdf

[27] « TMPH – OUTINORD ». Consulté le: 22 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://outinord.fr/?page_id=252

[28] « Analyse multicritère des projets de prévention des inondations : guide méthodologique 2018 | Cerema ». Consulté le: 22 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.cerema.fr/fr/actualites/analyse-multicritere-projets-prevention-inondations-guide

[29] « CHAP.1-DGEC-Guide d'application d'une méthodologie d'analyse multi-acteurs et multicritères d'aide à la décision.pdf ». Consulté le: 24 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://dechets-radioactifs.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2024-08/CHAP.1-DGEC-Guide%20d%E2%80%99application%20d%E2%80%99une%20m%C3%A9thodologie%20d%E2%80%99analyse%20multi-acteurs%20et%20multicrit%C3%A8res%20d%E2%80%99aide%20%C3%A0%20la%20d%C3%A9cision.pdf

[30] « 177332357270.pdf ». Consulté le: 27 juillet 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.environnement.gouv.ci/uploads/publications/177332357270.pdf

[31] « DECRET N° 96-894 DU 08 NOVEMBRE 1996 DETERMINANT LES REGLES ET PROCEDURES D'EIE ». Consulté le: 27 juillet 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://ci.chm-cbd.net/sites/ci/files/2022-06/DECRET%20N%2096-894%20DU%2008%20NOVEMBRE%201996%20DETERMINANT%20LES%20REGLES%20ET%20PROCEDURES%20DEIE%281%29.pdf

[32] « Loi Portant Code du Travail, 2015 ». Consulté le: 27 juillet 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://civlii.laws.africa/fr/akn/ci/act/2015/532/fra%402023-08-10

Annexes

Annexe 1 : Résultats techniques des systèmes étudiées II

Annexe 2 : Résultats financières des systèmes étudiés XXIV

Annexe 3 : Devis quantitatifs et estimatifs de l'installation de chantier des systèmes étudiés LXV

Annexe 4 : Devis quantitatifs et estimatifs du gros œuvre des systèmes étudiés LXX

Annexe 5 : Devis quantitatifs et estimatifs du second œuvre du projet LXXXV

Annexe 6 : Devis de la main d'œuvre du gros œuvre des systèmes étudiés..... C

Annexe 7 : Déboursés secs des systèmes étudiés..... CXVI

Annexe 8 : Planning des systèmes étudiés..... CXXIV

Annexe 9 : Plans de ferraillage des systèmes étudiés..... CXXVIII

Annexe 10 : Vues architecturales du projet CXLV

Annexe 1 : Résultats techniques des systèmes étudiées

I. Etude technique du système 3P :

1. *Calcul et détermination des paramètres techniques :*

b. Prédimensionnement des éléments porteurs :

Le prédimensionnement des éléments est effectué conformément aux prescriptions du BAEL 91 révisé 99.[2]

La plus grande portée retenue correspond à la portée dans le sens contraire des nervures, soit : $L = 5{,}4\ m$

c. Prédimensionnement des dalles :

Selon le BAEL 91 révisé 99 [2], l'épaisseur minimale des dalles est obtenue par :

$$e = \frac{L}{30} = \frac{5{,}47}{30} = 0{,}182\ m$$

$$e = 18{,}2\ cm$$

Soit e $= 20\ cm$ par mesure constructive.

L'épaisseur retenue pour les dalles est de 20 cm.

d. Prédimensionnement des poutres :

Selon le BAEL 91 révisé 99 [2], la hauteur des poutres est déterminée par :

$$h = \frac{L}{10} = \frac{5{,}47}{10} = 0{,}547\ m$$

$$h = 54{,}7\ cm$$

Soit h $= 60\ cm$

La largeur des poutres est déterminée par :

$b \geq \frac{h}{2}$ d'où $b \geq \frac{60}{2}$

$$b = 30\ cm$$

Soit b $= 30\ cm$

Nous optons pour une section de 30 x 60 cm.

e. Prédimensionnement des poteaux :

Le prédimensionnement des poteaux est réalisé à partir des charges reprises par les éléments verticaux.

Selon le BAEL 91 révisé 99 [2], la section des poteaux est déterminée par :

$$S = \frac{Nu}{\sigma adm} = \frac{6043{,}72 \times 10^3}{15 \times 10^6} = 0{,}403\ m^2$$

$$S = 0{,}403\ m^2$$

La section équivalente est :

$$a = \sqrt{0{,}403} = 0{,}605\ m$$

$$a = 0{,}605\ m$$

Soit sections des poteaux 60 x 60 cm pour les poteaux les plus sollicités et 40 x 40 cm pour les zones les moins chargées.

f. Prédimensionnement des voiles :

Les voiles retenus présentent 20 cm d'épaisseur et 450 cm de hauteur.

Soit une section de 20 x 450 cm.

1. Résultats du système 3P au niveau du rez-de-jardin :

a. Résultats techniques des efforts internes :

❖ *Moment fléchissant minimaux et maximaux M_y des poutres :*

Les valeurs extrêmes obtenues sont présentées dans le tableau A1.1.

PARAMETRES	SYSTEME 3P (kN.m)
Moment maximum	+1312,11
Moment minimum	-826,32

Tableau A1.1 : Résultats des moments fléchissants minimaux et maximaux My des poutres du système 3P au niveau du rez-de-jardin

○ ***Analyse et interprétation :***

Les résultats obtenus au niveau du RDJ montrent que les poutres développent des moments fléchissants minimaux et maximaux compris entre **-826,32 kN.m** et **+1312,11 kN.m**.

La valeur maximale est observée sur une poutre située entre les voiles du parking et de la cage d'ascenseur. Cette poutre participe à la reprise des charges transmises par les poteaux des niveaux supérieurs et se trouve dans une zone de concentration des efforts. Ces conditions expliquent les sollicitations de flexion plus importantes observées sur cet élément par rapporte aux autres poutres du rez-de-jardin.

Le moment **+1312,11 kN.m** met ainsi en évidence le rôle important de cette poutre dans la transmission des charges au sein de la structure.

❖ *Effort normal F_x des poteaux :*

Les résultats obtenus après la modélisation permettent d'évaluer les efforts normaux Fx développés dans les poteaux du système 3P au niveau du rez-de-jardin.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau A1.2.

PARAMETRES	SYSTEME 3P (kN)
Effort maximum	+6043,72
Effort minimum	+1494,01

Tableau A1.2 : Résultats des efforts normaux Fx des poteaux du système 3P au niveau du rez-de-jardin

○ ***Analyse et interprétation :***

Les résultats montrent que les poteaux soumis à des efforts normaux importants variant entre **+1494,01 kN** et **+6043,72 kN**.

La valeur maximale est obtenue sur un poteau situé dans une zone de concentration des charges. Ce poteau reçoit les efforts transmis par plusieurs éléments porteurs de la structure, notamment l'intermédiaire des poutres auxquelles il est relié. Cette configuration entraine une accumulation de charge verticales et explique l'importance de l'effort normal développé dans cet élément.

Les résultats mettent ainsi en évidence une répartition non uniforme des charges verticales au sein de la structure et confirment le rôle majeur de certains poteaux dans la reprise des efforts de compressions.

b. Résultats des poteaux au niveau du rez-de-jardin :

Les résultats obtenus pour les poteaux du système 3P sont présentés-ci après. L'étude porte sur les poteaux P_1 et P_2 identifiés comme éléments représentatifs de la structure au niveau RDJ, retenu comme niveau de référence.

❖ Poteau P_1 (60 x 60 cm) :

Le tableau A1.3 montre les résultats des armatures obtenus pour le poteau P_1 de section 60 x 60 cm.

DESIGNATION	LONGUEUR	FONCTION
16HA14	4,47 m	Barres longitudinales
23H6	2,28 m	Cadres
138HA6	66 cm	Epingles

Tableau A1.3 : Résultats des armatures du poteau P_1 (60 × 60) du système 3P au niveau du rez-de-jardin

Le tableau A1.4 présente les quantités obtenues pour le poteau P_1.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	86,4 kg
Acier transversal	31,9 kg
Acier total	118,3 kg
Béton C25/30	1,33m²
Surface coffrage	8,88 m²
Enrobage	3 cm

Tableau A1.4 : Quantités du poteau P_1 du système 3P du système 3P au niveau du rez-de-jardin

Les armatures et les quantités d'acier des poteaux P_1 présentées ci-dessus ont été obtenues à partir du ferraillage réalisé après le dimensionnement sous le logiciel Robot Structural Analysis. Les plans de ferraillage correspondants sont présentés en annexe 9.

✓ Calcul de l'aire de la section en béton :

$\text{Aire} = b \times h$ avec b = 60 cm et h =60 cm

$$\text{Aire} = 60\ \text{cm} \times 60\ \text{cm} = 3600\ \text{cm}^2$$

✓ Calcul de la section d'acier longitudinale :

$$\text{Aire} = n \times \pi \times \frac{(\theta)^2}{4} = 16 \times 1{,}539 = 24{,}6\ cm^2$$

✓ Calcul du taux de ferraillage :

$$\rho = \frac{As}{As\ béton} \times 100 = \frac{24{,}6}{3600} \times 100 = 0{,}68\%$$

Sous le BAEL, le taux de ferraillage longitudinal doit respecter :

$$0{,}2\ \% \leq \rho \leq 5\%$$

- ***Analyse et interprétation :***

Le poteau P_1 constitue l'élément vertical le plus sollicité du système 3P.

La section importante de 60 x 60 cm traduit directement les efforts normaux élevés observées au niveau du RDJ. Cette augmentation des sollicitations entraîne une hausse des quantités de béton et acier.

Le volume de béton atteint 1,33m² tandis que l'acier total est de 118,3 kg, montrant le rôle majeur du poteau dans la reprise des charges verticales.

Le taux de ferraillage obtenu (0,68%) reste conforme aux prescriptions du BAEL, tout en assurant la résistance du poteau.

❖ Poteau P_2 (40 x 40 cm) :

Le tableau A1.5 présente les armatures du poteau P_2.

DESIGNATION	LONGUEUR	FONCTION
12HA14	4,47 m	Barres longitudinales
22H6	1,48 m	Cadres
88HA6	46 cm	Epingles

Tableau A1.5 : Résultats des armatures du poteau P_2 (40 × 40) du système 3P au niveau du rez-de-jardin

Le tableau A1.6 présente les quantités obtenues pour le poteau P_2.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	64,8 kg
Acier transversal	16,2 kg
Acier total	81,0 kg
Béton C25/30	0,592 m²
Surface coffrage	5,92 m²
Enrobage	3 cm

Tableau A1.6 : Quantités du poteau P_2 du système 3P au niveau du rez-de-jardin

Les armatures et les quantités d'acier des poteaux P_2 présentées ci-dessus ont été obtenues à partir du ferraillage réalisé après le dimensionnement sous le logiciel Robot Structural Analysis. Les plans de ferraillage correspondants sont présentés en annexe 9.

✓ Calcul de l'aire de la section en béton :

Aire $= b \times h$ avec b = 40 cm et h =40 cm

$$\text{Aire} = 40\ \text{cm} \times 40\ \text{cm} = 1600\ \text{cm}^2$$

✓ Calcul de la section d'acier longitudinale :

$$\text{Aire} = n \times \pi \times \frac{(\theta)^2}{4} = 12 \times 1{,}539 = 18{,}47\ cm^2$$

✓ Calcul du taux de ferraillage :

$$\rho = \frac{As}{As\ béton} \times 100 = \frac{18{,}47}{1600} \times 100 = 1{,}15\ \%$$

Sous le BAEL, le taux de ferraillage longitudinal doit respecter :

$$0{,}2\ \% \leq \rho \leq 5\%$$

- ***Analyse et interprétation :***

Le poteau P_2 présente des sollicitations plus faibles que le poteau P_1.

Cette réduction se traduit par une diminution des quantités de béton (0,592 m³) et d'acier (81kg).

Malgré cette réduction, le taux de ferraillage augmente à 1,15% en raison de la diminution de la section du poteau.

c. Résultats des poutres au niveau du rez-de-jardin :

L'étude porte sur les poutres du système 3P de section 60 x 80 cm.

✓ Calcul de l'aire de la section en béton :

Aire $= b \times h$ avec b = 60 cm et h =80 cm

$$\text{Aire} = 60\ \text{cm} \times 80\ \text{cm} = 4800\ \text{cm}^2$$

Sous le BAEL, la hauteur utile de calcul est :

$d = 80 - 3 - 0{,}7 = 76{,}3\ \text{cm}$

(Enrobage + demi-diamètre HA14)

❖ Poutre $A.P_1$:

Le tableau A1.7 présente les quantités obtenues pour la poutre $A.P_1$.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	138 kg
Acier transversal	67,4 kg
Acier total	205,4 kg
Béton C25/30	0,811 m²
Surface coffrage	3,96 m²
Densité	254 kg/m³
Longueur estimée	1,69 m

Tableau A1.7 : Quantités de la poutre $A.P_1$ du système 3P au niveau du rez-de-jardin

❖ Poutre $A.P_2$:

Le tableau A1.8 présente les quantités obtenues pour la poutre $A.P_2$.

.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	194 kg
Acier transversal	95 kg
Acier total	289 kg
Béton C25/30	2,14 m³
Surface coffrage	9,55 m²
Densité	135 kg/m³
Longueur estimée	4,46 m

Tableau A1.8 : Quantités de la poutre $A.P_2$ du système 3P au niveau du rez-de-jardin

❖ Poutre A.P_3:

Le tableau A1.9 présente les quantités obtenues pour la poutre A.P_3.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	142 kg
Acier transversal	108 kg
Acier total	250 kg
Béton C25/30	2,38 m³
Surface coffrage	10,7 m²
Densité	105 kg/m³
Longueur estimée	4,96 m

Tableau A1.9: Quantités de la poutre A.P_3 du système 3P au niveau du rez-de-jardin

❖ Poutre A.P_4:

Le tableau A1.10 présente les quantités obtenues pour la poutre A.P_4.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	69,5 kg
Acier transversal	30,7 kg
Acier total	100,2 kg
Béton C25/30	0,749 m³
Surface coffrage	5,76 m²
Densité	133,5 kg/m³
Longueur estimée	1,56 m

Tableau A1.10: Quantités de la poutre A.P_4 du système 3P au niveau du rez-de-jardin

➢ **Récapitulatif :**

Le tableau A1.11 présente les quantités globales des poutres du système 3P.

DESIGNATION	TOTAL
Acier	844,6 kg
Béton	6,08 m³
Longueur	12,67 m

Tableau A1.11: Quantités globales des poutres du système 3P au niveau du rez-de-jardin

Les armatures et les quantités d'acier des poutres présentées ci-dessus ont été obtenues à partir du ferraillage réalisé après le dimensionnement sous le logiciel Robot Structural Analysis. Les plans de ferraillage correspondants sont présentés en annexe 9.

- ***Analyse et interprétation :***

Les résultats montrent une consommation importante d'acier et de béton.

La poutre $A.P_2$ présente les quantités les plus élevées avec 289 kg d'acier et 2,14 m² de béton, traduisant des sollicitations plus importantes.

Cette situation est cohérente avec les moments fléchissants M_y observé précédemment.

L'acier total atteint 844,6 kg, montrant l'importance des efforts repris par les poutres du système 3P.

b. Résultats des dalles au niveau du rez-de-jardin :

Le tableau A1.12 présente les quantités obtenues par la dalle A_1.

PARAMETRES	VALEURS
Béton C25/30	7,48 m³
Surface coffrage	37,4 m²
Acier nappe inférieure	6300 kg
Acier nappe supérieure	6300 kg
Acier totale	12600 kg
Enrobage	3 cm

Tableau A1.12 : Quantités de la dalle A1 du système 3P au niveau du rez-de-jardin

✓ Calcul de l'épaisseur :

$$\text{Epaisseur} = \frac{Volume\ du\ béton}{Surface} = \frac{7{,}48}{37{,}4} = 0{,}20 = 20\text{cm}$$

✓ Calcul de la densité d'acier par m² :

$$\text{Densité} = \frac{Acier\ total}{Surface} = \frac{12600}{37{,}4} = 336{,}9\ \text{kg/m}^2$$

Les armatures et les quantités d'acier des dalles présentées ci-dessus ont été obtenues à partir du ferraillage réalisé après le dimensionnement sous le logiciel Robot Structural Analysis. Les plans de ferraillage correspondants sont présentés en annexe 9.

- ***Analyse et interprétation :***

Les résultats montrent une forte consommation d'acier.

La densité obtenue (336,9 kg/m³) traduit une sollicitation importante du plancher au niveau du RDJ.

Les besoins élevés au coffrage (37,4 m²) influencent également les délais d'exécution.

d. Résultats des voiles au niveau du rez-de-jardin :

Le tableau A1.13 présente les armatures du voile A_1 du système 3P.

PARAMETRES	VALEURS
Acier principal	1060 kg
Acier transversal	175 kg
Acier total	1235 kg
Béton C25/30	16,1 m³
Surface coffrage	161,1 m²
Densité	77,02 kg/m³
Enrobage	1 cm

Tableau A1.13 : Résultats des armatures du voile A_1du système 3P au niveau du rez-de-jardin

Le tableau A1.14 présente les quantités obtenues par le voile A_1 du système 3P.

DESIGNATION	VALEURS	FONCTION
36HA6	67 cm	Cadres horizontaux
36HA6	17,84 m	Armatures horizontales
140HA14	5,11 m	Armatures verticales
2450HA6	31 cm	Epingles de liaison

Tableau A1.14 : Quantités du voile A_1 du système 3P au niveau du rez-de-jardin

Les armatures et les quantités d'acier des voiles présentées ci-dessus ont été obtenues à partir du ferraillage réalisé après le dimensionnement sous le logiciel Robot Structural Analysis. Les plans de ferraillage correspondants sont présentés en annexe 9.

✓ Calcul de l'aire de la section en béton :

Aire $=$ b $\times$ h avec b = 20 cm et h =450 cm

$$\text{Aire} = 20\ \text{cm} \times 450\ \text{cm} = 9000\ \text{cm}^2$$

✓ Vérification de la densité d'acier par m²:

$$\text{Densité} = \frac{Acier\ total}{Surface} = \frac{1235}{161{,}1} = 77{,}02\ \text{kg/m}^2$$

- ***Analyse et interprétation :***

Les résultats montrent une quantité importante de matériaux avec 1235kg d'acier et 1,61 m³ de béton.

La surface de coffrage de 161,1 m² traduit l'importance des travaux de mise en œuvre associés à cet élément.

La densité obtenue (77,02 kg/m²) montre une répétition homogène des armatures et confirme la participation du voile à la rigidité et à la stabilité du bâtiment.

II. Etude technique du système coffrage tunnel :

1. Prédimensionnement des éléments porteurs :

Le prédimensionnement des éléments est réalisé conformément aux prescriptions du BAEL 91 révisé 99.[2]

La plus grande portée retenue correspond à la portée dans le sens contraire des nervures, soit : $L = 5{,}4\ m$

a. *Prédimensionnement des dalles :*

Selon le BAEL 91 révisé 99 [2], l'épaisseur minimale des dalles est obtenue par :

$$e = \frac{L}{30} = \frac{5{,}47}{30} = 0{,}182\ m$$

$$e = 18{,}2\ cm$$

Soit $e = 20\ cm$ par mesure constructive.

L'épaisseur retenue pour les dalles est de 20 cm.

b. *Prédimensionnement des poutres :*

Selon le BAEL 91 révisé 99 [2], la hauteur des poutres est déterminée par :

$$h = \frac{L}{10} = \frac{5{,}47}{10} = 0{,}547\ m$$

$$h = 54{,}7\ cm$$

Soit $h = 60\ cm$

La largeur des poutres est déterminée par :

$b \geq \frac{h}{2}$ d'où $b \geq \frac{60}{2}$

$$b = 30\ cm$$

Soit $b = 30\ cm$

Nous optons pour une section de 30 x 60 cm.

c. *Prédimensionnement des poteaux :*

Le prédimensionnement des poteaux est réalisé à partir des charges reprises par les éléments verticaux.

Selon le BAEL 91 révisé 99 [2], la section des poteaux est déterminée par :

$$S = \frac{Nu}{\sigma adm} = \frac{2262{,}01 \times 10^3}{15 \times 10^6} = 0{,}151\ m^2$$

$$S = 0{,}151\ m^2$$

La section équivalente est :

$$a = \sqrt{0{,}151} = 0{,}389\ m$$

$$a = 0{,}40\ m$$

Soit sections des poteaux 40 x 40 cm pour les poteaux les plus sollicités et 40 x 40 cm pour les zones les moins chargées.

d. Prédimensionnement des voiles :

Les voiles retenus présentent 20 cm d'épaisseur et 450 cm de hauteur.

Soit une section de 20 x 450 cm.

2. Résultats du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin :

a. Résultats des efforts internes :

❖ *Moment fléchissant minimaux et maximaux M_y des poutres :*

Les valeurs extrêmes obtenues sont présentées dans le tableau A1.15.

PARAMETRES	COFFRAGE TUNNEL (kN.m)
Moment maximum	-300,03
Moment minimum	+358,34

Tableau A1.15 : Résultats des moments fléchissants minimaux et maximaux My du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

○ ***Analyse et interprétation :***

Les résultats montrent une diminution des moments fléchissants minimaux et maximaux compris entre **-300,03 kN.m** et **+358,34 kN.m .**

Cette diminution est liée à la présence des voiles porteurs qui limitent les portées libres et améliorent la répartition des charges.

La réduction des sollicitations permet ainsi une diminution des dimensions des poutres ainsi que des besoins en armatures.

❖ *Effort normal F_x des poteaux :*

Les résultats obtenus permettent d'évaluer le comportement des poteaux sous l'effet des efforts de compression au niveau du rez-de-jardin.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau A1.16.

PARAMETRES	SYSTEME 3P (kN)
Effort maximum	+2262,01
Effort minimum	+577,87

Tableau A1.16 : Résultats des efforts normaux Fx du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

- ***Analyse et interprétation :***

Les résultats montrent que les poteaux soumis à des efforts normaux importants variant entre **+2262,01 kN** et **+577,87 kN**.

Les efforts normaux restent principalement en compression sous l'effet des charges gravitaires.

La participation des voiles permet de soulager les poteaux en reprenant une partie des charges verticales.

Cette configuration explique la réduction des sections observées (40 x 40 cm) dans le système coffrage tunnel.

b. Résultats des poteaux au niveau du rez-de-jardin :

Les résultats obtenus pour les poteaux du système coffrage tunnel sont présentés-ci après. L'étude porte sur les poteaux P_1 et P_2 identifiés comme éléments représentatifs de la structure au niveau RDJ, retenu comme niveau de référence.

❖ Poteau P_1 (40 x 40 cm) :

Le tableau A1.17 montre les résultats des armatures obtenus pour le poteau P_1 de section 40 x 40 cm.

DESIGNATION	LONGUEUR	FONCTION
12HA14	4,47 m	Barres longitudinales
23H6	1,48 m	Cadres
92HA6	45 cm	Epingles

Tableau A1.17: Résultats des armatures du poteau P_1 (40 × 40) du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

Le tableau A1.18 présente les quantités obtenues pour le poteau P_1.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	64,8 kg
Acier transversal	16,9 kg
Acier total	81,7 kg
Béton C25/30	0,624 m²
Surface coffrage	6,24 m²
Enrobage	3 cm

Tableau A1.18: Quantités du poteau P_1 du système 3P du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

Les armatures et les quantités d'acier des poteaux P_1 présentées ci-dessus ont été obtenues à partir du ferraillage réalisé après le dimensionnement sous le logiciel Robot Structural Analysis. Les plans de ferraillage correspondants sont présentés en annexe 9.

✓ Calcul de l'aire de la section en béton :

$\text{Aire} = b \times h$ avec b = 40 cm et h =40 cm

$$\text{Aire} = 40\ \text{cm} \times 40\ \text{cm} = 1600\ \text{cm}^2$$

✓ Calcul de la section d'acier longitudinale :

$$\text{Aire} = n \times \pi \times \frac{(\theta)^2}{4} = 12 \times 1{,}539 = 18{,}47\ cm^2$$

✓ Calcul du taux de ferraillage :

$$\rho = \frac{As}{As\ béton} \times 100 = \frac{18{,}47}{1600} \times 100 = 1{,}15\ \%$$

Sous le BAEL, le taux de ferraillage longitudinal doit respecter :

$$0{,}2\ \% \leq \rho \leq 5\%$$

❖ Poteau P_2 (40 x 40 cm) :

Le tableau A1.19 présente les armatures du poteau P_2.

DESIGNATION	LONGUEUR	FONCTION
12HA12	4,47 m	Barres longitudinales
29H6	1,48 m	Cadres
116HA6	46 cm	Epingles

Tableau A1.19: Résultats des armatures du poteau P_2 (40 × 40) du système du coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

Le tableau A1.20 présente les quantités obtenues pour le poteau P_2.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	47,6 kg
Acier transversal	21,4 kg
Acier total	69 kg
Béton C25/30	0,624 m²
Surface coffrage	6,24 m²
Enrobage	3 cm

Tableau A1.20 : Quantités du poteau P_2 du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

Les armatures et les quantités d'acier des poteaux P_2 présentées ci-dessus ont été obtenues à partir du ferraillage réalisé après le dimensionnement sous le logiciel Robot Structural Analysis. Les plans de ferraillage correspondants sont présentés en annexe 9.

- ***Analyse et interprétation :***

Les deux poteaux présentent une section identique de 40 x 40 cm, traduisant une homogénéité du dimensionnement dans le système coffrage tunnel.

Toutefois, les quantités d'armatures diffèrent selon les sollicitations. Le poteau P_1 présente la plus forte quantité d'acier (**81,7kg**) ainsi qu'un taux de ferraillage de **1,15 %**, contre **69 kg** et **0,85 %** pour le poteau P_2.

Cette diminution est observée également au niveau des armatures longitudinales avec le passage de 12HA14 à 12HA12.

Globalement, le système coffrage tunnel permet une réduction des besoins en matériaux tout en conservant une section uniforme des poteaux.

c. Résultats des poutres au niveau du rez-de-jardin :

L'étude porte sur les poutres du système coffrage tunnel de section 40 x 60 cm.

✓ Calcul de l'aire de la section en béton :

Aire $= b \times h$ avec b = 40 cm et h = 60 cm

$$\text{Aire} = 40\ \text{cm} \times 60\ \text{cm} = 2400\ \text{cm}^2$$

Sous le BAEL, la hauteur utile de calcul est :

$$D = 60 - 3 - 0{,}7 = 56{,}3\ \text{cm}$$

(Enrobage + demi-diamètre HA14)

❖ Poutre $A.P_1$:

Le tableau A1.21 présente les quantités obtenues pour la poutre $A_1.P_1$.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	60,5 kg
Acier transversal	19,8 kg
Acier total	80,3 kg
Béton C25/30	0,338 m²
Surface coffrage	2,38 m²
Densité	237,6 kg/m³
Longueur estimée	1,41 m

Tableau A1.21 : Quantités de la poutre A1.P_1 du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

❖ Poutre A.P_2:

Le tableau A1.22 présente les quantités obtenues pour la poutre $A_1.P_2$.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	92,6 kg
Acier transversal	38,3 kg
Acier total	130,9 kg
Béton C25/30	0,886 m³
Surface coffrage	5,78 m²
Densité	147,9 kg/m³
Longueur estimée	3,69 m

Tableau A1.22 : Quantités de la poutre A1.P_2 du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

❖ Poutre A.P_3:

Le tableau A1.23 présente les quantités obtenues pour la poutre $A_1.P_3$.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	50,8 kg
Acier transversal	14,3 kg
Acier total	65,1 kg
Béton C25/30	0,317 m³
Surface coffrage	2,01 m²
Densité	205,4 kg/m³
Longueur estimée	1,32 m

Tableau A1.23: Quantités de la poutre A1.P_3 du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

❖ Poutre A.P_4:

Le tableau A1.24 présente les quantités obtenues pour la poutre $A_1.P_4$.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	70 kg
Acier transversal	34,3 kg
Acier total	104,3 kg
Béton C25/30	0,874 m³
Surface coffrage	5,76 m²
Densité	119 kg/m³
Longueur estimée	3,64 m

Tableau A1.24: Quantités de la poutre A1.P_4 du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

❖ Poutre A.P_5:

Le tableau A1.25 présente les quantités obtenues pour la poutre $A_1.P_5$.

PARAMETRES	VALEURS
Acier longitudinal	53 kg
Acier transversal	18,5 kg
Acier total	71,5 kg
Béton C25/30	0,47 m³
Surface coffrage	3,26 m²
Densité	152,3 kg/m³
Longueur estimée	1,96 m

Tableau A1.25: Quantités de la poutre A1.P_5 du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

➢ **Récapitulatif :**

Le tableau A1.26 présente les quantités globales des poutres du système coffrage tunnel.

DESIGNATION	TOTAL
Acier	452,1 kg
Béton	2,885 m³
Longueur	12,02 m

Tableau A1.26 : Quantités globales des poutres du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

Les armatures et les quantités d'acier des poutres présentées ci-dessus ont été obtenues à partir du ferraillage réalisé après le dimensionnement sous le logiciel Robot Structural Analysis. Les plans de ferraillage correspondants sont présentés en annexe 9.

○ ***Analyse et interprétation :***

Le système tunnel comporte (05) poutres présentant une section uniforme de 40 x 60cm.

La poutre $A_1.P_2$ présente la quantité d'acier la plus élevée (**130,9kg**), traduisant des sollicitations plus importantes. A l'inverse, la poutre $A_1.P_4$ présente la plus faible quantité avec **68,9 kg.**

Les densités les plus élevées sont observées au niveau des poutres $A_1.P_1$ (**237,6 kg/m³**) et $A_1.P_3$ (**205,4 kg/m³**), principalement en raison des zones d'ancrage et des liaisons poutres-voiles.

Globalement, les résultats montrent une réduction des dimensions et des quantités grâce au rôle structural des voiles.

c. Résultats des dalles au niveau du rez-de-jardin :

Le tableau A1.27 présente les quantités obtenues par la dalle A_3.

PARAMETRES	VALEURS
Béton C25/30	18 m³
Surface coffrage	89,8 m²
Acier nappe inférieure	2920 kg
Acier nappe supérieure	2920 kg
Acier totale	5840 kg
Enrobage	3 cm

Tableau A1.27: Quantités de la dalle A_3 du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

✓ Calcul de l'épaisseur :

$$\text{Epaisseur} = \frac{Volume\ du\ béton}{Surface} = \frac{18}{89{,}8} = 0{,}20 = 20\ \text{cm}$$

✓ Calcul de la densité d'acier par m²:

$$\text{Densité} = \frac{Acier\ total}{Surface} = \frac{5840}{89{,}8} = 65\ \text{kg/m}^2$$

Les armatures et les quantités d'acier des dalles présentées ci-dessus ont été obtenues à partir du ferraillage réalisé après le dimensionnement sous le logiciel Robot Structural Analysis. Les plans de ferraillage correspondants sont présentés en annexe 9.

- ***Analyse et interprétation :***

La dalle présente une épaisseur de 20 cm avec une densité de **65 kg/m³**.

Les quantités d'acier restent réparties uniformément entre les nappes (inférieure et supérieure).

La densité obtenue traduit une réduction des besoins en armatures grâce au fonctionnement conjoint dalle-voile.

d. Résultats des voiles au niveau du rez-de-jardin :

Le tableau A1.28 présente les armatures du voile A_1 du système coffrage tunnel.

DESIGNATION	VALEURS	FONCTION
36HA6	67 cm	Cadres horizontaux
36HA6	17,84 m	Armatures horizontales
140HA14	5,11 m	Armatures verticales
2450HA6	31 cm	Epingles de liaison

Tableau A1.28 : Résultats des armatures du voile A1du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

Le tableau A1.29 présente les quantités obtenues par le voile A_1 du système 3P.

PARAMETRES	VALEURS
Acier principal	1060 kg
Acier transversal	175 kg
Acier total	1235 kg
Béton C25/30	16,1 m³
Surface coffrage	161,1 m²
Densité	77,02 kg/m³
Enrobage	1 cm

Tableau A1.29: Quantités du voile A_1 du système coffrage tunnel au niveau du rez-de-jardin

Les armatures et les quantités d'acier des voiles présentées ci-dessus ont été obtenues à partir du ferraillage réalisé après le dimensionnement sous le logiciel Robot Structural Analysis. Les plans de ferraillage correspondants sont présentés en annexe 9.

- ✓ Calcul de l'aire de la section en béton :

Aire $=$ b $\times$ h avec b = 20 cm et h =450 cm

$$\text{Aire} = 20\ \text{cm} \times 450\ \text{cm} = 9000\ \text{cm}^2$$

- ✓ Vérification de la densité d'acier par m²:

$$\text{Densité} = \frac{Acier\ total}{Surface} = \frac{1235}{161{,}1} = 77{,}02\ \text{kg/m}^2$$

- ***Analyse et interprétation :***

Le voile constitue le principal élément porteur du système coffrage tunnel.

Les résultats montrent une forte consommation de matériaux avec 1235 kg d'acier total et 16,1 m³ de béton.

Cette augmentation est cohérente avec le rôle du voile dans la reprise des charges verticales et la stabilité globale du bâtiment.

La densité obtenue traduit une répartition correcte des armatures dans le voile.

3. Comparaison et analyse multicritère technique des systèmes :
   a. Comparaison des efforts internes M_y et F_x :

Afin d'évaluer le comportement structural des deux systèmes, une comparaison des efforts internes obtenus est réalisée. Les résultats comparatifs sont présentés dans le tableau A1.30.

PARAMETRES	SYSTEME 3P	COFFRAGE TUNNEL	ECARTS	AVANTAGE
Moment max	+1312,11 k N.m	+358,34 k N.m	-72,7%	Tunnel
Moment min	-826,32 k N.m	-300,03 k N.m	-63,70%	Tunnel
Effort normal max	+6043,72 kN	+2262,01 k N	-60,9 %	Tunnel
Effort normal min	+1494,01kN	+577,87 k N	-61,3 %	Tunnel

Tableau A1.30 : Comparaison des efforts internes des systèmes (3P et coffrage tunnel)

- ***Analyse et interprétation :***

Les résultats montrent une réduction importante des sollicitation internes dans le système tunnel.

Les moments fléchissants diminuent jusqu'à 72,7 %, tandis que les efforts normaux diminuent d'environ 61 %.

Cette diminution est liée à la participation des voiles dans la reprise des charges et dans la stabilité globale du bâtiment.

b. Comparaison des poteaux :

La comparaison des caractéristiques des poteaux est effectué e afin d'analyser les différences observées entre les deux systèmes au niveau des quantités de matériaux et du ferraillage. Les résultats sont présentés dans le tableau A1.31.

PARAMETRES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	ECART	AVANTAGE
Poteau P_1	**60 × 60**	**40 × 40**		
Aire section béton	3600 cm²	1600 cm²	-55,6 %	Tunnel
Acier longitudinal	86,4 kg	64,8 kg	-25 %	Tunnel
Acier transversal	31,9 kg	16,9 kg	-47 %	Tunnel
Acier total	118,3 kg	81,7 kg	-30,9 %	Tunnel
Béton	1,33 m³	0,624 m³	-53,1 %	Tunnel
Coffrage	8,88 m²	6,24 m²	-29,7%	Tunnel
Taux de ferraillage	0,68 %	1,15 %	+69,1 %	3P
Poteau P_2	**40 × 40**	**40 × 40**		
Aire section béton	1600 cm²	1600 cm²	0 %	Egalité
Acier longitudinal	64,8 kg	47,6 kg	-26,5 %	Tunnel
Acier transversal	16,2 kg	21,4 kg	+32,1 %	3P
Acier total	81 kg	69 kg	-14,8 %	Tunnel
Béton	0,592 m³	0,624 m³	+5,4 %	3P
Coffrage	5,92 m²	6,24 m²	+5,4 %	3P
Taux de ferraillage	1,15 %	0,85 %	-26,1 %	Tunnel

Tableau A1.31 : Comparaison des caractéristiques des poteaux entre les systèmes (3P et coffrage tunnel)

- ***Analyse et interprétation :***

L'analyse comparative des poteaux montre des différences de comportement entre les deux systèmes structuraux.

Le système coffrage tunnel présente globalement une diminution des quantités d'acier longitudinal, de l'acier total ainsi du taux de ferraillage comparativement du système 3P.

Cette réduction traduit une meilleure répartition des charges grâces à la participation des voiles dans la reprise des efforts et dans la stabilité globale de l'ouvrage.

Cependant, certains paramètres tels que le béton, le coffrage ou les armatures transversales présentent localement des augmentations selon le type de poteau étudié.

Dans l'ensemble, le système tunnel présente un comportement plus favorable en termes d'optimisation des matériaux.

c. Comparaison des poutres :

L'analyse comparative des poutres est réalisée afin d'évaluer les variations des quantités de béton et d'acier entre les deux systèmes. Les résultats sont regroupés dans le tableau A1.32.

PARAMETRES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	ECART	AVANTAGE
Aire total	844,6 kg	452,1 kg	-46,5 %	Tunnel
Béton total	6,08 m³	2,885	-52,5 %	Tunnel
Longueur totale	12,67 m	12,02	-5,1 %	Egalité

Tableau A1.32 : Comparaison des caractéristiques des poutres entre les systèmes (3P et coffrage tunnel)

- ***Analyse et interprétation :***

Le système tunnel nécessite 46,5 % moins d'acier et 52,5 % moins de béton. Ces résultats montrent une réduction importante des sollicitation internes dans le système tunnel.

Cette réduction traduit une meilleure répartition des charges grâce à la contribution des voiles.

d. Comparaison des dalles :

La comparaison des dalles permet d'apprécier l'influence des deux systèmes sur les consommations en béton et en armatures. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau A1.33.

PARAMETRES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	ECART	AVANTAGE
Surface coffrage	37,4 m²	89,8 m²	+140,1 %	3P
Béton total	7,48 m³	18 m³	+140,6 %	3P
Epaisseur	20 cm	20 cm	0 %	Egalité
Acier total	12600 kg	5840 kg	-53,7 %	Tunnel
Densité	336,9 kg/m²	65 kg/m²	-80,7 %	Tunnel

Tableau A1.33: Comparaison des caractéristiques des dalles entre les systèmes 3P et coffrage tunnel

- ***Analyse et interprétation :***

Le système tunnel présente une surface de dalle plus importante expliquant l'augmentation du volume en béton.

Cependant, il réduit fortement les besoins en armatures avec une densité de 65 kg/m² contre 336,9 kg/ m² pour le système 3P.

e. Comparaison des voiles :

Les caractéristiques des voiles sont comparées afin d'évaluer leur contribution dans les deux systèmes étudiés. Les résultats sont présentés dans le tableau A1.34.

PARAMETRES	SYSTEME 3P	SYSTEME TUNNEL	ECART	AVANTAGE
Section	20 x 450 cm	20 x 450 cm	0 %	Egalité
Acier total	1235 kg	1235 kg	0 %	Egalité
Béton	16,1 m³	16,1 m³	0 %	Egalité
Densité	77,02 kg/m³	77,02 kg/m³	0 %	Egalité

Tableau A1.34 : Comparaison des caractéristiques des voiles entre les systèmes (3P et coffrage tunnel)

- ***Analyse et interprétation :***

Les voiles présentent des résultats identiques dans les deux systèmes.

Cette similitude est liée au fait que le parking est commun aux deux variantes.

Annexe 2 : Résultats financières des systèmes étudiés

I. Etude financière du système 3P :

L'étude financière du système 3P est réalisée à partir des différents postes de travaux intervenant dans la construction du projet. Elle comprend le déboursé sec ainsi que le coût du projet.

1. Déboursés secs en système 3P :

Le déboursé sec représente les dépenses directement affectées à la réalisation des travaux. Il prend en compte la main d'œuvre ainsi que les matériaux nécessaires à l'exécution de l'ouvrage.

a. Main d'œuvre 3P :

La main d'œuvre représente l'ensemble du personnel intervenant dans l'exécution des travaux du gros œuvre. Son coût varie en fonction de l'importance des tâches réalisées à chaque niveau du bâtiment.

Le

N°	DESIGNATIONS	MONTANT HT (FCFA)
1	FONDATIONS	31 896 301
2	REZ DE JARDIN	23 102 120
3	REZ DE CHAUSSEE	15 025 111
4	MEZZANINE	14 882 073
5	ETAGE 1	16 687 376
6	ETAGE 2	16 687 376
7	ETAGE 3	16 687 376
8	ETAGE 4	18 332 845
9	EDICULE	2 107 843
TOTAL HT - MAIN D'ŒUVRE G.O - PROJET YENITA - BLOC A – SYSTEME 3P		**155 408 422**

tableau A1.35 présente la répartition des coûts de la main d'œuvre du gros œuvre 3P.

Tableau A1.35: Récapitulatif de la main d'œuvre en système 3P

Le coût total de la main d'œuvre est estimé à **155 408 422 FCFA**.

Les coûts de main-d'œuvre présentés ci-dessus ont été établis à partir des devis détaillés de main d'œuvre figurant en annexe 6.

b. Matériaux 3P :

Les matériaux regroupent l'ensemble des fournitures utilisées pour la réalisation des ouvrages. Ils comprennent principalement le ciment, les granulats, les armatures, les bois de coffrages et les éléments de maçonnerie.

Le tableau A1.36 présente le récapitulatif des principaux matériaux utilisés pour le projet.

DESIGNATIONS	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	MONTANT HT (FCFA)
Ciment	tonne	1 752	100 000	175 200 000
Sable	m³	2 571	5 000	12 855 000
Gravier 5/15	tonne	5 851	18 333	107 268 333
Gravier 5/25	tonne	900	18 333	16 500 000
Acier	botte	4 383	55 000	241 065 000
Fil d'attache	botte	1 753	10 000	17 530 000
Bois	m²	20 014	2 490	49 760 160
Agglos 20 Creux	unité	40 098	750	30 073 500
Agglos 15 creux	unité	22 513	450	10 130 850

Agglos 10 creux	unité	5 617	380	2 134 460
Carburant bétonnière	litre	21 374	715	15 282 410
Carburant vibreur	litre	20 698	715	14 798 849
MONTANT - MATERIAUX - PROJET YENITA - BLOC A – SYSTEME 3P			**1**	**692 673 263**

Tableau A1.36 : Récapitulatif des matériaux en système 3P

Le coût total des matériaux du gros œuvre en 3P est estimé à **692 673 263 FCFA**.

Les coûts des matériaux présentés ci-dessus ont été déterminés à partir des quantités et des prix unitaires utilisés dans les déboursés secs présentés en annexe 7.

2. Coût du projet en système 3P :

Le coût du projet regroupe à l'ensemble des dépenses nécessaires à la réalisation de l'ouvrage. Il est déterminé à partir des postes de travaux que sont l'installation de chantier, le gros œuvre et le second œuvre.

a. Installation du chantier du 3P :

Avant le démarrage des travaux, plusieurs dispositions sont mises en place afin d'assurer l'organisation et le fonctionnement du chantier. Ces dispositions concernent notamment les équipements de protection individuelle, les équipements de la base de vie, les matériels pour travaux, les prévisions d'alimentation électrique et en eau ainsi que les installations provisoires comme les hangars nécessaires à l'exécution des travaux.

Le tableau A1.37 présente le récapitulatif des dépenses liées à l'installation du chantier.

N°	DESIGNATIONS	MONTANT HT (FCFA)
1	EQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE	8 098 600
2	EQUIPEMENTS DE BASE DE VIE	57 502 950
3	MATERIELS POUR TRAVAUX	25 264 800
4	ALIMENTATION ELECTRIQUE	34 600 000
5	ALIMENTATION EN EAU	8 500 000
6	HANGAR POUR POSTE DE FERRAILLAGE ET COFFRAGE	900 000
TOTAL HT - INSTALLATION CHANTIER - PROJET YENITA – SYSTEME 3P		**134 866 350**

Tableau A1.37 : Récapitulatif de l'installation de chantier en système 3P

Le montant total de l'installation de chantier en système 3P est estimé à **134 866 350 FCFA**.

Les montants présentés ci-dessous ont été établis à partir des devis quantitatifs et estimatifs de l'installation de chantier figurant en annexe 3.

b. Gros œuvre du 3P :

Le gros œuvre correspond aux travaux assurant la stabilité et la résistance de la structure. Il comprend les fondations ainsi que les différents niveaux du bâtiment jusqu'à l'édicule.

Le tableau A1.38 présente la répartition des coûts du gros œuvre 3P.

N°	DESIGNATIONS	MONTANT HT (FCFA)
1	FONDATIONS	291 845 574
2	REZ DE JARDIN	79 379 281
3	REZ DE CHAUSSEE	56 108 312
4	MEZZANINE	56 468 330
5	ETAGE 1	58 812 364
6	ETAGE 2	58 812 364
7	ETAGE 3	58 812 364
8	ETAGE 4	62 309 659
9	EDICULE	10 785 142
TOTAL HT - TRAVAUX GROS OEUVRE - PROJET YENITA - BLOC A – SYSTEME 3P		**733 333 389**

Tableau A1.38: Récapitulatif des coûts du gros œuvre en système 3P

Le coût total du gros œuvre 3Pest estimé à **733 333 389 FCFA** pour le bloc étudié.

Les montants du gros œuvre présentés ci-dessus ont été établis à partir des devis quantitatifs et estimatifs détaillés figurant en annexe 4.

c. Second œuvre :

Le second œuvre regroupe les travaux permettant de rendre le bâtiment fonctionnel après la réalisation de la structure. Il comprend notamment l'étanchéité, les menuiseries, la serrurerie, le faux plafond, les revêtements, la plomberie, l'électricité et les travaux d'ascenseurs.

Le tableau A1.39 présente le récapitulatif des travaux de second œuvre.

N°	DESIGNATIONS	MONTANT HT (FCFA)
1	ETANCHEITE	43 920 075
2	MENUISERIE ALUMINIUM / VITRERIE	58 371 144
3	MENUISERIE BOIS	103 921 200
4	SERRURERIE	33 477 300
5	MENUISERIE METTALLIQUE	966 240
6	FAUX PLAFOND	47 508 460
7	REVETEMENT CARRELAGE & PIERRE	42 631 321
8	REVETEMENT PEINTURE	69 018 400
9	PLOMBERIE SANITAIRE & SECURITE INCENDIE	66 368 047
10	CLIMATISATION	6 663 933
11	ELECTRICITE COURANTS FORTS	87 453 477
12	ASCENCEURS	71 120 000
TOTAL HT - TRAVAUX SECOND OEUVRE - PROJET YENITA - BLOC A		**631 419 597**

Tableau A1.39 : Récapitulatif des travaux de second œuvre du système 3P

Le coût total du second œuvre est estimé à **631 419 597 FCFA** pour le bloc étudié.

Les montants du second œuvre présentés ci-dessus ont été établis à partir des devis quantitatifs et estimatifs détaillé présenté en annexe 5.

3. Analyse technico-économique du système 3P :

L'analyse technico-économique du système 3P permet d'évaluer les ressources mobilisées, les quantités exécutées, les rendements observés sur le chantier ainsi que les délais et les coûts associés à l'exécution des différents ouvrages du gros œuvre. Cette analyse vise à apprécier les performances du système en termes de productivité, de durée de réalisation, de coût de réalisation et de délai d'exécution.

Compte tenu de la symétrie du bâtiment ainsi que des mêmes caractéristiques géométriques et constructifs identiques des deux blocs, l'analyse est réalisée sur un seul bloc. Les résultats obtenus sont ainsi considérés comme représentatifs d'un bloc type et permettent de simplifiée l'analyse tout en conservant la comparaison entre les deux systèmes étudiés.

a. Equipes mobilisées du système 3P :

La réalisation des ouvrages en systèmes mobilise plusieurs catégories d'ouvriers dont les effectifs varient selon la nature des travaux exécutés.

Pour les travaux courants de structure, notamment les poteaux, les raidisseurs les dalles comprenant les poutres et les travaux de maçonnerie, l'équipe mobilisée est composée de vingt-quatre (24) ouvriers.

Le tableau A1.40 montre les effectifs mobilisés pour les travaux du gros œuvre du système 3P.

CORPS DE METIER	**EFFECTIF**
Coffreurs	4
Aide coffreurs	4
Maçons	6
Aides-maçons	6
Ferrailleurs	2
Aides-ferrailleurs	2
TOTAL OUVRIERS 3P	**24**

Tableau A1.40 : Effectifs mobilisés pour la réalisation des poutres, poteaux, des dalles comprenant les poutres et les travaux en maçonnerie du système 3P

En complément des travaux de structure, certains ouvrages sont réalisés en voiles notamment les cages d'escalier, les cages d'ascenseurs ainsi que les murs périphériques du parking. Ces ouvrages nécessitent une équipe spécifique composée de soixante-six (66) ouvriers.

Le tableau A1.41 montre les effectifs mobilisés pour les travaux des murs périphériques en voiles en gros œuvre.

CORPS DE METIER	EFFECTIF
Coffreurs	18
Aide coffreurs	12
Maçons	6
Aides-maçons	2
Ferrailleurs	24
Aides-ferrailleurs	4
TOTAL OUVRIERS VOILES	**66**

Tableau A1.41 : Effectifs mobilisés pour les travaux de gros œuvre des voiles du système 3P

Les travaux sont exécutés du lundi au samedi de 7h30 à 12h00 puis de 14h00 à 17h30, soit huit (8h) de travail effectif par jour.

b. Constitution des équipes de production :

Les rendements observés sur le chantier sont obtenus à partir d'équipes types constituées selon la nature des ouvrages à réaliser. Il est donc nécessaire d'identifier les équipes pouvant être mobilisées partir des ouvriers disponibles avant d'évaluer les rendements et les durées de réalisation.

- Equipes affectées aux travaux de poteaux, de raidisseurs, de dalles et poutres du système 3P :

Les travaux de poteaux, de raidisseurs ainsi que les dalles comprenant les poutres nécessitent l'intervention des coffreurs, des ferrailleurs et des maçons assistés de leurs aides respectifs. Les rendements observés pour ces ouvrages sont obtenus à partir d'une équipe type composée d'un coffreur, d'un aide coffreur, d'un ferrailleur, d'un aide ferrailleur, d'un maçon et d'un aide maçon.

Le tableau A1.42 présente la composition d'une équipe type pour les travaux de poteaux, de raidisseurs, de dalles et poutres du système 3P.

CORPS DE METIER	EFFECTIF
Coffreurs	1
Aide coffreurs	1
Maçons	1
Aides-maçons	1
Ferrailleurs	1
Aides-ferrailleurs	1
TOTAL OUVRIERS	**6**

Tableau A1.42: Equipe mobilisée pour les travaux de poteaux, de raidisseurs, de dalles et poutres du système 3P

Compte nu des effectifs disponibles, le nombre d'équipes pouvant être constituées est limité par le nombre de ferrailleurs disponibles.

Le nombre d'équipes est obtenu par :

$$\mathbf{N} = \frac{\textbf{Nombre de ferrailleurs disponibles}}{\textbf{Nombre de ferrailleurs par équipe}}$$

$$\mathrm{N} = \frac{2}{2} = 2 \text{ équipes}$$

Les effectifs disponibles sont alors répartis entre les deux équipes constituées.

Le tableau A1.43 présente la répartition des effectifs des travaux de poteaux, de raidisseurs, de dalles et poutres du système 3P.

CORPS DE METIER	EQUIPE 1	EEQUIPE 2
Coffreurs	2	2
Aide coffreurs	2	2
Maçons	3	3
Aides-maçons	3	3
Ferrailleurs	1	1
Aides-ferrailleurs	1	1
TOTAL OUVRIERS	**12**	**12**

Tableau A1.43: Répartition des effectifs mobilisée pour les travaux de poteaux, de raidisseurs, de dalles et poutres voiles du système 3P

Ainsi, deux équipes de production peuvent être mobilisées pour la réalisation des travaux de structure. Ces équipes peuvent être affectées simultanément à la réalisation des poteaux et des raidisseurs selon les besoins du chantier, puis intervenir sur les travaux de dalles et de poutres après exécution des éléments verticaux.

- Equipes affectées aux travaux de maçonnerie du système 3P :

Les travaux de maçonnerie sont réalisés uniquement par les maçons et les aides maçons.

Une équipe de maçonnerie est constituée d'un maçon et d'un aide maçon.

Le tableau A1.44 présente la composition d'une équipe type pour les travaux de maçonnerie du système 3P.

CORPS DE METIER	**EFFECTIF**
Maçons	1
Aides-maçons	1
TOTAL OUVRIERS	**2**

Tableau A1.44: Equipe mobilisée pour les travaux de maçonnerie du système 3P

Avec six maçons et six aides maçons disponibles, le nombre d'équipes pouvant être constituées est déterminé par :

$$\mathbf{N} = \frac{\textbf{Nombre d'ouvriers disponibles en maçonnerie}}{\textbf{Nombre nombre d'ouvriers d'une équipe}}$$

$$\mathrm{N} = \frac{12}{2} = 6 \text{ équipes}$$

Ainsi, six équipes de maçonnerie peuvent être mobilisées simultanément sur le chantier

Le tableau A1.45 présente la répartition des effectifs des travaux de maçonnerie du système 3P.

CORPS DE METIER	**EQUIPE 1**	**EQUIPE 2**	**EQUIPE 3**	**EQUIPE 4**	**EQUIPE 5**	**EQUIPE 6**
Maçons	1	1	1	1	1	1
Aides-maçons	1	1	1	1	1	1
TOTAL OUVRIERS	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**

Tableau A1.45: Répartition des effectifs des travaux de maçonnerie du système 3P

- Equipes affectées aux travaux de voiles du système 3P :

Les travaux de voiles sont réalisés par une équipe dédiée composée de soixante-six (66) ouvriers. Le rendement observé pour cette activité correspond à la mobilisation de l'ensemble de cet effectif.

Le tableau A1.46 présente la composition de cette équipe pour les travaux en voiles.

CORPS DE METIER	EFFECTIF
Coffreurs	18
Aide coffreurs	12
Maçons	6
Aides-maçons	2
Ferrailleurs	24
Aides-ferrailleurs	4
TOTAL OUVRIERS VOILES	**66**

Tableau A1.46: Répartition des effectifs mobilisée pour les travaux de gros œuvre des voiles du système 3P

c. Quantités mises en œuvre pour les travaux du gros œuvre du système 3P :

Les quantités de matériaux mise en œuvre permettent d'apprécier l'importance des ressources nécessaires à la réalisation des différents ouvrages du projet.

Les principales quantités concernent le béton, l'acier, le coffrage, les agglomérés en maçonnerie ainsi que les éléments structuraux du bâtiment.

- Quantités de béton en gros œuvre du système 3P :

Les quantités de béton correspondent à l'ensemble des volumes nécessaires à la réalisation des fondations, de poteaux, des raidisseurs, des poutres, des dalles et des voiles.

Le tableau A1.47 présente les quantités de béton mises en œuvre pour les différents ouvrages du système 3P.

NIVEAU	QUANTITES BETON (m^3)
FONDATION	759,90
RDJ	297,07
RDC	171,21

MEZZANINE	178,57
ETAGE 01	659,10
ETAGE 02	659,10
ETAGE 03	659,10
ETAGE 04	659,10
EDICULE	48,31
TOTAL QUANTITES BETON (m³)	**4091,47**

Tableau A1.47 : Quantités de béton en gros œuvre du système 3P

Les travaux en gros œuvre nécessitent ainsi la mise en œuvre de **4 091,47 m³** de béton.

Les quantités de béton présentées ci-dessus ont été déterminées à partir des métrés et des déboursés secs présentés en annexe 7.

- Quantités d'acier en gros œuvre du système 3P :

Les quantités d'acier utilisées pour la réalisation des ouvrages en gros œuvre sont présentées dans le tableau A1.48.

NIVEAU	QUANTITES ACIERS (tonne)
FONDATION	61,53
RDJ	35,50
RDC	16,95
MEZZANINE	17,90
ETAGE 01	65,05
ETAGE 02	65,05
ETAGE 03	65,05
ETAGE 04	65,05
EDICULE	6,93
TOTAL QUANTITES ACIERS (tonne)	**399,03**

Tableau A1.48: Quantités d'acier en gros œuvre du système 3P

La quantité totale d'acier utilisée pour la réalisation des ouvrages su système 3P est estimé à **399,03 tonnes.**

Les quantités d'acier présentées ci-dessus ont été déterminées à partir des métrés et des déboursés secs présentés en annexe 7.

- Surfaces de coffrage en gros œuvre du système 3P :

Les surfaces de coffrage calculées pour les différents ouvrages en gros œuvre sont récapitulées dans le tableau A1.49.

NIVEAU	**SURFACE COFFRAGE (m²)**
FONDATION	1438,59
RDJ	4678,42
RDC	2207,83
MEZZANINE	2203,15
ETAGE 01	2275,04
ETAGE 02	2275,04
ETAGE 03	2275,04
ETAGE 04	2275,04
EDICULE	385,36
TOTAL SURFACE COFFRAGE (m²)	**20013,51**

Tableau A1.49 : Surface de coffrage en gros œuvre du système 3P

La surface totale de coffrage en gros œuvre obtenue est **20013,51 m².**

Les surfaces de coffrage présentées ci-dessus ont été déterminées à partir des métrés et des déboursés secs présentés en annexe 7.

- Quantités d'agglomérés en gros œuvre du système 3P :

Les quantités de maçonnerie réalisées en agglomérés pour les travaux du gros œuvre sont présentées dans le tableau A1.50.

NIVEAU	QUANTITES AGGLOS
RDJ	0
RDC	10560
MEZZANINE	10035
ETAGE 01	13774
ETAGE 02	13774
ETAGE 03	13774
ETAGE 04	13774
EDICULE	259
TOTAL QUANTITE MACONNERIE (agglos)	**75950**

Tableau A1.50: Quantités d'agglomérés des travaux de maçonnerie en gros œuvre du système 3P

La quantité d'agglomérés des travaux de maçonnerie en gros œuvre obtenue est **75950 agglos.**

Les résultats relatifs à la maçonnerie sont issus des métrés et des déboursés secs présentés en annexe 7.

- Répartitions des poteaux et raidisseurs en gros œuvre du système 3P :

Les travaux de structure comprennent la réalisation des poteaux et des raidisseurs.

La répartition des poteaux par niveau sont présentés dans le tableau A1.51.

DESIGNATION	**NOMBRE DE POTEAUX**
RDJ	19
RDC	45
MEZZANINE	42
ETAGE 01	36
ETAGE 02	36
ETAGE 03	36
ETAGE 04	36
TOTAL POTEAUX 3P	**250**

Tableau A1.51 : Répartition des poteaux en gros œuvre du système 3P

Le nombre total de poteaux en gros œuvre est au nombre de 250 poteaux.

La répartition des raidisseurs par niveau sont présentés dans le tableau A1.52.

DESIGNATION	**NOMBRE DE RAIDISSEURS**
RDC	69
MEZZANINE	82
ETAGE 01	82
ETAGE 02	82
ETAGE 03	82
ETAGE 04	82
TOTAL RAIDISSEURS 3P	**471**

TableauA1.52 : Répartition des raidisseurs en gros œuvre du système 3P

Le nombre total de raidisseurs en gros œuvre est au nombre de 471 raidisseurs.

- Surfaces des dalles comprenant les poutres du système 3P :

Les surfaces des dalles comprenant les poutres du gros œuvre sont récapitulées dans le tableau A1.53.

NIVEAU	SURFACE DE DALLE AVEC POUTRE (m²)
RDJ	2499,56
RDC	1559,37
MEZZANINE	1559,37
ETAGE 01	1628,37
ETAGE 02	1628,37
ETAGE 03	1628,37
ETAGE 04	1628,37
EDICULE	73,80
TOTAL SURFACE DALLE (m²)	**12205,59**

Tableau A1.53: Surface des dalles comprenant les poutres du système 3P

La surface totale des dalles comprenant les poutres est **12205,59 m².**

Les résultats présentés ci-dessus sont issus des métrés réalisés et des déboursés secs présentés en annexe 7.

d. Analyse des rendements pour les travaux du gros œuvre du système 3P :

Certaines informations ont été recueillies auprès des responsables du chantier et ont permis de déterminer les rendements observés lors de l'exécution des différents ouvrages réalisés en systèmes 3P. ces rendements serviront de base à l'estimation des délais d'exécution des travaux.

Les rendements moyens observés sur le chantier pour les principales activités sont présentés dans le tableau A1.54.

DESIGNATION	RENDEMENTS OBSERVES
Réalisation des éléments verticaux (poteaux et raidisseurs)	5 éléments verticaux / jour / équipe
Pose d'agglos	300 agglos / jour / équipe
Réalisation de 300 m² de dalle comprenant les poutres	300 m² en 14 jours / équipe

Réalisation des voiles d'un niveau (parking – cage d'ascenseur et escalier)	1 niveau en 9 jours

Tableau A1.54 : Rendements observés sur le chantier du système 3P

- Rendement des éléments verticaux (poteaux et raidisseurs) du système 3P :

Les travaux de poteaux et de raidisseurs sont réalisés par les deux équipes de structure constituées à partir des vingt-quatre (24) ouvriers mobilisés pour les travaux.

Le rendement observé pour une équipe est de cinq (05) éléments verticaux (poteaux comme raidisseurs) par jour. En tenant compte des deux équipes disponibles, le rendement retenu est déterminé par :

$$\mathbf{R_{verticaux} = R_0 \times N}$$

Avec :

$R_{verticaux}$: rendement des éléments verticaux retenu

R_0 : rendement observé par équipe

N : nombre d'équipes mobilisées.

Ainsi :

$R_{verticaux} = 5 \times 2 = 10$ éléments / jour

Le rendement des éléments verticaux du système 3P est donc de **dix (10) éléments par jour**.

- Rendement des travaux en maçonnerie du système 3P :

Le rendement observé pour une équipe est de trois cents mètres agglos (300 agglos) posés par jour.

Compte tenu de la mobilisation de six équipes des travaux en maçonnerie, le rendement retenu est obtenu par :

$$\mathbf{R_{agglos} = R_0 \times N}$$

Avec :

R_{agglos} : rendement des poses d'agglos

R_0 : rendement observé par équipe

N : nombre d'équipes mobilisées.

Ainsi :

R_{DP} = 300 x 6 = 1800 agglos / jour

Le rendement retenu pour les poses en agglos est de **mille huit cents (1800) agglos par jour**.

- Rendement des poutres comprenant les poutres du système 3P :

Le rendement observé pour une équipe de structure de trois cents mètres carrés (300 m²) de dalle comprenant les poutres réalisées en quatorze (14) jours.

Compte tenu de la mobilisation de deux équipes de structure, le rendement retenu est obtenu par :

R_{DP}= R_0 x N

Avec :

R_{DP} : rendement des dalles comprenant les poutres

R_0 : rendement observé par équipe

N : nombre d'équipes mobilisées.

Ainsi :

R_{DP} = 300 x 2 = 600 m² en 14 jours

Le rendement retenu pour les travaux de dalles comprenant les poutres est de **six cents mètres carrés (600 m²) réalisés en quatorze jours**.

- Rendement des travaux en maçonnerie du système 3P :

Le rendement observé pour une équipe est de trois cents mètres agglos (300 agglos) posés par jour.

Compte tenu de la mobilisation de six équipes des travaux en maçonnerie, le rendement retenu est obtenu par :

R_{agglos}= R_0 x N

Avec :

R_{agglos} : rendement des poses d'agglos

R_0 : rendement observé par équipe

N : nombre d'équipes mobilisées.

Ainsi :

R_{DP} = 300 x 6 = 1800 agglos / jour

Le rendement retenu pour les poses en agglos est de **mille huit cents (1800) agglos par jour**.

- Rendement des voiles du système 3P :

Les travaux de voiles (murs périphériques du parking, les cages d'ascenseurs, les cages d'escaliers) sont réalisés par une équipe dédié composée de soixante-six (66) ouvriers.

Le rendement observé sur le chantier correspond à la réalisation d'un niveau complet de voiles en neuf (09) jours.

Compte tenu de la mobilisation de soixante-six (66) ouvriers pour les travaux de voiles, le rendement retenu est obtenu par :

R_{voile}= 1 niveau en 9 jours

e. Analyse des durées de réalisation pour les travaux du gros œuvre du système 3P :

L'estimation des durées de réalisation repose sur les rendements observés sur le chantier et sur les quantités réellement mises en œuvre pour les travaux du gros œuvre. Les délais sont déterminés à partir du rapport entre les quantités à réaliser et les rendements correspondants.

La durée de réalisation est obtenue à l'aide de la relation suivante :

$$D = \frac{Q}{R}$$

Avec :

D : durée de réalisation

Q : quantité d'ouvrage à réaliser

R : rendement retenu.

- Durée de réalisation des poteaux et des raidisseurs du système 3P :

L'ensemble des éléments verticaux regroupent l'ensemble des poteaux et des raidisseurs réalisés dans le cadre du système 3P.

Le nombre total des poteaux à réaliser est au nombre de **250 poteaux.**

Le nombre total de raidisseurs à réaliser est au nombre de **471 raidisseurs.**

La quantité totale d'éléments verticaux est donnée par :

$Q = N_P + N_R$

Avec :

N_P : nombre total de poteaux

N_R : nombre total de raidisseurs

Ainsi :

Q = 250 + 471 = 721 éléments verticaux.

Le rendement retenu étant de dix (10) éléments par jour, la durée de réalisation est obtenue par :

$D_{\text{éléments verticaux}} = \frac{721}{10} = 72{,}1 \text{ jours} ; \textbf{soit 72 jours}$

La durée de réalisation des poteaux et des raidisseurs est donc estimée à environ 2 mois 12 jours.

- Durée de réalisation des travaux de maçonnerie du système 3P :

Les travaux de maçonnerie concernent la mise en œuvre d'agglomérés creux de 20 cm, 15 cm et 10 cm.

Le nombre total d'agglomérés à mettre en œuvre est **75950 agglos.**

Le rendement retenu étant de 1800 agglos / jour, la durée de réalisation est déterminée comme suit :

$D = \frac{75950}{1800} = 42{,}19 \text{ jours} ; \textbf{soit 43jours}$

La durée de réalisation est de 1 mois 13 jours pour les travaux de maçonnerie.

- Durée de réalisation des dalles comprenant les poutres du système 3P :

Les travaux de dalles comprenant les poutres représentent une surface totale de coffrage de **12 205,59 m².**

Soit Q = 12 205,59 m²

Le rendement retenu est de 600 m² réalisés en (14) jours.

$D_{\text{dalle-poutre}} = \frac{12\,205{,}59}{600} = 284{,}8 \text{ jours}; \textbf{soit 285 jours}$

La durée de réalisation des travaux de dalles comprenant les poutres est donc estimée à environ 9 mois 15 jours.

- Durée de réalisation des voiles du système 3P :

Les travaux de voiles concernent les cages d'escalier, les cages d'ascenseur ainsi que les murs périphériques du parking.

Les observations effectuées sur le chantier montrent qu'un cycle complet comprenant le coffrage, le ferraillage, le bétonnage et le décoffrage progressif nécessite en moyenne **9 jours par niveau.**

Le projet comprend 08 niveaux. De ce fait, le délai total est :

$D_{voile} = 8 \text{ x } 9 = 72$ jours

La durée de réalisation des travaux de voiles est donc estimée à environ 2 mois 12 jours.

f. Evaluation économique des durées de réalisation des travaux du gros œuvre du système 3P :

L'évaluation économique des durées de réalisation permet d'apprécier l'impact financier des durées de réalisation des différents ouvrages en gros œuvre du système 3P. Elle est réalisée à partir des effectifs mobilisés sur le chantier et des salaires journaliers pratiqués pour chaque ouvrier.

Les ouvriers tels que les ferrailleurs, les maçons et les coffreurs sont rémunérés à **8 000 FCFA/ / jour** tandis que leurs aides perçoivent **4 000 FCFA/ jour.**

- Détermination des coûts journaliers des équipes du système 3P :

Les coûts journaliers des ouvriers pour les travaux tels que les réalisations des poteaux, des raidisseurs, des dalles comprenant les poutres ainsi que les travaux de maçonnerie sont présentés dans le tableau A1.55.

CORPS DE METIER	EFFECTIFS	COUT JOURNALIERS (FCFA)
Coffreurs	4	8000
Aides coffreurs	4	4000
Maçons	6	8000
Aides maçons	6	4000
Ferrailleurs	2	8000
Aides ferrailleurs	2	4000
TOTAL OUVRIERS 3P	**24**	**-**

Tableau A1.55 : Coût journalier des ouvriers 3P du système 3P

- Le coût journalier correspondant aux travaux tels que les réalisations des poteaux, des raidisseurs, des dalles comprenant les poutres est obtenu par :

$C_j = (4 \times 8000) + (4 \times 4000) + (2 \times 8000) + (2 \times 4000) + (6 \times 8000) + (6 \times 4000)$

C_j = 144 000 FCFA / jour

Le coût journalier des équipes correspondant aux travaux tels que les réalisations des poteaux, des raidisseurs, des dalles comprenant les poutres est donc **144 000 FCFA / jour**.

- Le coût journalier des équipes de maçonnerie est :

$C_j = (6 \times 8000) + (6 \times 4000)$

C_j = 72 000 FCFA / jour

Le coût journalier des équipes de maçonnerie est donc **72 000 FCFA / jour**.

- Les coûts journaliers des ouvriers pour les travaux de voiles sont présentés dans le tableau A1.56.

CORPS DE METIER	EFFECTIFS	COUT JOURNALIERS (FCFA)
Coffreurs	18	8000
Aides coffreurs	12	4000
Maçons	6	8000
Aides maçons	2	4000
Ferrailleurs	24	8000
Aides ferrailleurs	4	4000
TOTAL OUVRIERS VOILES	**66**	**-**

Tableau A1.56: Coût journalier des ouvriers des travaux en voiles du système 3P

- Le coût journalier des équipes de voiles est obtenu par :

$C_j = (18 \times 8000) + (12 \times 4000) + (6 \times 8000) + (2 \times 4000) + (24 \times 8000) + (4 \times 4000)$

C_j = 456 000 FCFA / jour

Le coût journalier des équipes de voiles est donc **456 000 FCFA / jour**.

g. Coût de réalisation du système 3P :

Le coût de réalisation est obtenu par :

$C = C_j \times D$

Avec :

C : coût de réalisation

C_j : coût journalier

D : durée de réalisation

- Coût de réalisation des éléments verticaux (poteaux et raidisseurs) :

Le coût de réalisation des éléments verticaux est obtenu par :

C = 144 000 x 72 = 10 368 000 FCFA

Le coût de réalisation des éléments verticaux est estimé à **10 368 000 FCFA**.

- Coût de réalisation des travaux en maçonnerie :

Pour les travaux de maçonnerie, on a :

C = 72 000 x 43 = 3 096 000 FCFA

Le coût de réalisation des travaux en maçonnerie est estimé à **3 096 000 FCFA**.

- Coût de réalisation des dalles comprenant les poutres :

Le coût de réalisation des dalles comprenant les poutres est déterminé par :

C = 144 000 x 285 = 41 040 000 FCFA

Le coût de réalisation des dalles comprenant les poutres est estimé à **41 040 000 FCFA**.

- Coût de réalisation des travaux en voiles :

Le coût de réalisation des travaux en voiles est déterminé par :

C = 456 000 x 72 = 32 832 000 FCFA

Le coût de réalisation des travaux en voiles est estimé à **32 832 000 FCFA**.

II. Etude financière du système coffrage tunnel :

1. Déboursés secs en système coffrage tunnel :

Le déboursé sec représente les dépenses directement affectées à la réalisation des travaux. Il prend en compte la main d'œuvre ainsi que les matériaux nécessaires à l'exécution de l'ouvrage.

a. Main d'œuvre coffrage tunnel :

Les coûts de la main d'œuvre en gros œuvre obtenus pour le système coffrage tunnel sont présentés dans le tableau A1.57.

N°	DESIGNATIONS	MONTANT HT (FCFA)
1	FONDATIONS	31 745 366
2	REZ DE JARDIN	16 724 741
3	REZ DE CHAUSSEE	10 179 114
4	MEZZANINE	9 079 904
5	ETAGE 1	12 236 535
6	ETAGE 2	12 236 535
7	ETAGE 3	12 236 535

8	ETAGE 4	13 985 042
9	EDICULE	1 957 969
TOTAL HT - MAIN D'ŒUVRE G.O - PROJET YENITA - SYSTÈME COFFRAGE TUNNEL - BLOC A		**120 381 742**

Tableau A1.57: Récapitulatif des coûts de la main d'œuvre en système coffrage tunnel

Le coût total de la main d'œuvre du gros œuvre en système coffrage tunnel est estimé à **120 381 742 FCFA**.

Les coûts de main-d'œuvre présentés ci-dessus ont été établis à partir des devis détaillés de main d'œuvre figurant en annexe 6.

b. Matériaux coffrage tunnel :

Les coûts des matériaux du gros œuvre en système coffrage tunnel sont présentés dans le tableau A1.58.

DESIGNATIONS	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
Ciment	tonne	2 677	100 000	267 700 000
Sable	m³	3 228	5 000	16 140 000
Gravier 5/15	tonne	10 663	18 333	195 488 333
Gravier 5/25	tonne	900	18 333	16 500 000
Acier	botte	10 537	55 000	579 535 000
Fil d'attache	botte	4 215	10 000	42 150 000

Bois	m²	20 348	2 490	50 666 520
Carburant bétonnière	litre	6 217	715	4 445 155
Carburant vibreur	litre	5 541	715	3 961 594
MONTANT - MATERIAUX - PROJET YENITA - SYSTÈME COFFRAGE TUNNEL - BLOC A			**1**	**1 176 586 603**

Tableau A1.58: Récapitulatif des matériaux en système coffrage tunnel

Le coût total des matériaux du gros œuvre en coffrage tunnel est estimé à **1 176 586 603 FCFA**.

Les coûts des matériaux présentés ci-dessus ont été déterminés à partir des quantités et des prix unitaires utilisés dans les déboursés secs présentés en annexe 7.

2. Coût du projet en système coffrage tunnel :

Les principaux postes intervenant dans le coût du projet en système coffrage tunnel sont présentés dans les sections suivantes.

a. Installation du chantier du coffrage tunnel :

L'installation de chantier comprend les dépenses liées à la mise en place et au fonctionnement du chantier. Comme le système 3P, elle intègre les équipements de protections individuelle, les équipements de la base de vie, les matériaux pour les travaux, l'alimentation électrique, l'alimentation en eau ainsi que les hangars destinés aux postes de ferraillage et de coffrage. Toutefois, le système de coffrage tunnel nécessite un investissement supplémentaire correspondant à l'acquisition des panneaux de coffrage et leurs accessoires.

Cet investissement constitue un avantage important, car le matériel peut être utilisé sur plusieurs cycles de construction. Les fabricants estiment sa durée d'utilisation à environ 200 cycles. Dans le cadre de cette étude, un cycle correspond à la réalisation d'un niveau. Ainsi, la durée de vie du coffrage tunnel, permet de réaliser plusieurs niveaux et, à terme, plusieurs bâtiments, ce qui favorise son amortissement sur plusieurs projets.

Les différents postes de dépenses de l'installation de chantier sont présentés dans le tableau A1.59.

N°	DESIGNATIONS	MONTANT HT (FCFA)
1	EQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE	8 098 600
2	EQUIPEMENTS DE BASE DE VIE	57 502 950
3	MATERIELS POUR TRAVAUX	25 264 800
4	ALIMENTATION ELECTRIQUE	34 600 000

5	ALIMENTATION EN EAU	8 500 000
6	HANGAR POUR POSTE DE FERRAILLAGE ET COFFRAGE	900 000
7	INVESTISSEMENT TUNNEL	1 739 705 703
TOTAL HT - INSTALLATION CHANTIER - PROJET YENITA – SYSTEME COFFRAGE TUNNEL		**1 874 572 053**

Tableau A1.59 : Récapitulatif de l'installation de chantier en système coffrage tunnel

Le montant total de l'installation de chantier en système coffrage tunnel est estimé à **1 874 572 053 FCFA**.

Les montants présentés ci-dessous ont été établis à partir des devis quantitatifs et estimatifs de l'installation de chantier figurant en annexe 3.

b. Gros œuvre du coffrage tunnel :

Les coûts des travaux de gros œuvre réalisés en système coffrage tunnel est présenté dans le tableau A1.60.

N°	DESIGNATIONS	MONTANT HT (FCFA)
1	FONDATIONS	291 845 574
2	REZ DE JARDIN	88 762 726
3	REZ DE CHAUSSEE	58 876 126
4	MEZZANINE	52 645 615
5	ETAGE 1	68 990 426

6	ETAGE 2	68 990 426
7	ETAGE 3	68 990 426
8	ETAGE 4	77 818 573
9	EDICULE	10 906 906
TOTAL HT - TRAVAUX GROS OEUVRE - PROJET YENITA - SYSTÈME COFFRAGE TUNNEL - BLOC A		**787 826 798**

Tableau A1.60 : Récapitulatif des coûts du gros œuvre en système coffrage tunnel

Le coût total du gros œuvre en système coffrage tunnel est estimé à **787 826 798 FCFA** pour le bloc étudié.

Les montants du gros œuvre présentés ci-dessus ont été établis à partir des devis quantitatifs et estimatifs détaillés figurant en annexe 4.

c. Second œuvre :

Les travaux du second œuvre étant identique à celui du système 3P, le montant retenu reste inchangé. Le détail est présenté dans le tableau A1.61.

N°	DESIGNATIONS	MONTANT HT (FCFA)
1	ETANCHEITE	43 920 075
2	MENUISERIE ALUMINIUM / VITRERIE	58 371 144
3	MENUISERIE BOIS	103 921 200
4	SERRURERIE	33 477 300
5	MENUISERIE METTALLIQUE	966 240

6	FAUX PLAFOND	47 508 460
7	REVETEMENT CARRELAGE & PIERRE	42 631 321
8	REVETEMENT PEINTURE	69 018 400
9	PLOMBERIE SANITAIRE & SECURITE INCENDIE	66 368 047
10	CLIMATISATION	6 663 933
11	ELECTRICITE COURANTS FORTS	87 453 477
12	ASCENCEURS	71 120 000
TOTAL HT – TRAVAUX SECOND OEUVRE – PROJET YENITA – BLOC A		**631 419 597**

Tableau A1.61: Récapitulatif des travaux de second œuvre en système coffrage tunnel

Le coût total du second œuvre est estimé à **631 419 597 FCFA** pour le bloc étudié.

Les montants du second œuvre présentés ci-dessus ont été établis à partir des devis quantitatifs et estimatifs détaillé présenté en annexe 5.

3. Analyse technico-économique du système coffrage tunnel :

L'analyse technico-économique du système coffrage tunnel est réalisé à partir des données collectées sur le chantier.

Cette analyse permet d'apprécier l'efficacité du système constructif avant sa comparaison avec le système 3P.

a. Equipes mobilisées du système coffrage tunnel :

La réalisation des ouvrages en coffrage tunnel nécessite l'intervention d'une équipe spécialisée regroupant les différents corps de métier nécessaires aux opérations de coffrage, de ferraillage et de bétonnage.

Pour les travaux du rez-de-jardin sont réalisés en système 3P pour faciliter le passage des véhicules au parking.

L'effectif mobilisé est identique à celui retenu précédemment pour les travaux de réalisation des poteaux et des dalles comprenant les poutres.

Le tableau A1.62 présente les effectifs mobilisés pour la réalisation des poteaux, des dalles comprenant les poutres au rez-de-jardin.

CORPS DE METIER	EFFECTIF
Coffreurs	4
Aide coffreurs	4
Maçons	6
Aides-maçons	6
Ferrailleurs	2
Aides-ferrailleurs	2
TOTAL OUVRIERS DU PARKING	**24**

Tableau A1.62 : Effectifs mobilisés pour la réalisation des poteaux, des dalles comprenant les poutres au RDJ

Le tableau A1.63 présente les effectifs mobilisés pour tous les travaux réalisés en coffrage tunnel.

CORPS DE METIER	EFFECTIF
Coffreurs	18
Aide coffreurs	12
Maçons	6
Aides-maçons	2
Ferrailleurs	24
Aides-ferrailleurs	4
TOTAL OUVRIERS VOILES	**66**

Tableau A1.63: Effectifs mobilisés pour les travaux du système coffrage tunnel

Les travaux sont réalisés du lundi au samedi de 7h30 à 12h00 puis de 13h30 à 17h00, soit huit (8h) de travail effectif par jour.

b. Constitution des équipes de production :

Les rendements observés sur le chantier sont obtenus à partir des équipes type constituées selon la nature des ouvrages à réaliser.

- Equipes affectées aux travaux de poteaux, de dalles comprenant les poutres :

Au rez-de-jardin, nous disposons d'une équipe type composé de coffreurs, maçons, ferrailleurs et leurs aides.

Le tableau A1.64 présente la composition d'une équipe type pour les travaux de poteaux, de dalles comprenant les poutres.

CORPS DE METIER	EFFECTIF
Coffreurs	1
Aide coffreurs	1
Maçons	1
Aides-maçons	1
Ferrailleurs	1
Aides-ferrailleurs	1
TOTAL OUVRIERS	**6**

Tableau A1.64 : Equipe mobilisée pour la réalisation des poteaux, des dalles comprenant les poutres au RDJ

Compte nu des effectifs disponibles, le nombre d'équipes pouvant être constituées est limité par le nombre de ferrailleurs disponibles.

Le nombre d'équipes est obtenu par :

$$\mathbf{N} = \frac{\textbf{Nombre de ferrailleurs disponibles}}{\textbf{Nombre de ferrailleurs par équipe}}$$

$$\mathrm{N} = \frac{2}{2} = 2 \text{ équipes}$$

Les effectifs disponibles pour la réalisation du parking en poteaux, poutres et dalles sont alors répartis entre les deux équipes constituées.

Le tableau A1.65 présente la répartition des effectifs des travaux de poteaux, de dalles et poutres au rez-de-jardin.

CORPS DE METIER	EQUIPE 1	EEQUIPE 2
Coffreurs	2	2
Aide coffreurs	2	2
Maçons	3	3
Aides-maçons	3	3
Ferrailleurs	1	1
Aides-ferrailleurs	1	1
TOTAL OUVRIERS PARKING	**12**	**12**

Tableau A1.65: Répartition des effectifs mobilisée pour les travaux de poteaux, de dalles comprenant les poutres au RDJ

Ainsi, deux équipes de production peuvent être mobilisées pour les travaux du parking en poteaux, poutres et dalles.

- Equipes affectées aux travaux du coffrage tunnel :

Les niveaux réalisés en coffrage tunnel sont exécutés par l'ensemble des soixante-six (66) ouvriers mobilisés pour cette activité.

Le tableau A1.66 présente la composition de cette équipe pour les travaux du coffrage tunnel.

CORPS DE METIER	EFFECTIF
Coffreurs	18
Aide coffreurs	12
Maçons	6
Aides-maçons	2
Ferrailleurs	24
Aides-ferrailleurs	4
TOTAL OUVRIERS VOILES	**66**

Tableau A1.66: Répartition des effectifs mobilisée pour les travaux du coffrage tunnel

c. Quantités mises en œuvre pour les travaux du gros œuvre du système coffrage tunnel :

Les quantités de béton, d'acier, de coffrage sont présentés par niveau selon la même démarche adoptée pour le système 3P.

- Quantités de béton en gros œuvre du système coffrage tunnel :

Le tableau A1.67 présente les quantités de béton mises en œuvre pour les différents ouvrages du système coffrage tunnel.

NIVEAU	QUANTITES BETON (m^3)
FONDATION	759,90
RDJ	385,23
RDC	271,92
MEZZANINE	249,82
ETAGE 01	1316,43
ETAGE 02	1316,43
ETAGE 03	1316,43
ETAGE 04	1316,43
EDICULE	52,26
TOTAL QUANTITES BETON	**6984,84**

Tableau A1.67 : Quantités de béton en gros œuvre du système coffrage tunnel

Les travaux en gros œuvre nécessitent ainsi la mise en œuvre de **6984,84 m^3** de béton.

Les quantités de béton présentées ci-dessus ont été déterminées à partir des métrés et des déboursés secs présentés en annexe 7.

- Quantités d'acier en gros œuvre du système coffrage tunnel :

Le tableau A1.68 récapitule les quantités d'acier utilisées pour la réalisation des ouvrages en gros œuvre du système coffrage tunnel.

NIVEAU	QUANTITES ACIERS (tonne)
FONDATION	61,53
RDJ	45,20
RDC	38,47
MEZZANINE	34,17
ETAGE 01	192,88
ETAGE 02	192,88
ETAGE 03	192,88
ETAGE 04	192,88
EDICULE	7,62
TOTAL QUANTITES ACIERS	**958,49**

Tableau A1.68: Quantités d'acier en gros œuvre du système coffrage tunnel

La quantité totale d'acier utilisée pour la réalisation des ouvrages su système coffrage tunnel est estimé à **958,49 tonnes.**

Les quantités d'acier présentées ci-dessus ont été déterminées à partir des métrés et des déboursés secs présentés en annexe 7.

- Surfaces de coffrage en gros œuvre du système coffrage tunnel :

Les surfaces de coffrage des différents ouvrages en gros œuvre sont récapitulées dans le tableau A1.69.

NIVEAU	SURFACE COFFRAGE (m²)
FONDATION	1438,59
RDJ	3209,01
RDC	2036,70
MEZZANINE	1807,20
ETAGE 01	2728,44
ETAGE 02	2728,44
ETAGE 03	2728,44
ETAGE 04	3258,39
EDICULE	412,75
TOTAL SURFACE COFFRAGE	**20347,95**

Tableau A1.69: Surface de coffrage en gros œuvre du système coffrage tunnel

La surface totale de coffrage en gros œuvre obtenue est **20347,95 m².**

Les surfaces de coffrage présentées ci-dessus ont été déterminées à partir des métrés et des déboursés secs présentés en annexe 7.

- Quantité de poteaux pour le parking du système coffrage tunnel :

Le nombre de poteaux destiné au rez-de jardin pour la réalisation du parking est présenté dans le tableau A1.70.

DESIGNATION	NOMBRE DE POTEAUX
RDJ	19
TOTAL POTEAUX DU PARKING	**19**

Tableau A1.70: Quantités de poteaux pour la réalisation du parking du système coffrage tunnel

Le nombre total de poteaux en gros œuvre au parking est au nombre de 19 poteaux.

- Surfaces des dalles comprenant les poutres du parking du système coffrage tunnel :

La surface des dalles comprenant les poutres du parking au rez-de-jardin est récapitulée dans le tableau A1.71.

NIVEAU	SURFACE DE DALLE AVEC POUTRE (m²)
RDJ	1030,15
TOTAL SURFACE DALLE (m²)	**1030,15**

Tableau A1.71: Surface des dalles comprenant les poutres au RDJ

La surface totale des dalles comprenant les poutres au parking est **1030,15 m².**

La valeur présentée ci-dessus a été déterminées à partir du métré de rez-de-jardin et des déboursés secs présentés en annexe 7.

d. Analyse des rendements pour les travaux du gros œuvre du système coffrage tunnel :

Les rendements observés sur le chantier constituent un indicateur essentiel pour l'évaluation de la productivité du système coffrage tunnel.

Le tableau A1.72 présente les rendements observés pour les principales activités du système coffrage tunnel.

DESIGNATION	RENDEMENTS OBSERVES
Réalisation des poteaux	5 poteaux / jour / équipe
Réalisation de 300 m² de dalle comprenant les poutres	300 m² en 14 jours / équipe
Niveau type F2 (RDC – mezzanine)	1 niveau en 14 jours
Niveau type F3 (RDC – mezzanine)	1 niveau en 16 jours
Niveau type F4 (étage courant)	1 niveau en 18 jours
Bloc magasins, cages d'ascenseur et cages d'escalier	1 niveau en 9 jours

Tableau A1.72: Rendements observés sur le chantier du système coffrage tunnel

a. Rendement des poteaux du parking du système coffrage tunnel :

Les travaux de poteaux sont réalisés par les deux équipes constituées à partir des vingt-quatre (24) ouvriers mobilisés pour les travaux.

Le rendement observé pour une équipe est de cinq (05) poteaux par jour.

Le rendement retenu est déterminé par :

$$\mathbf{R_{poteaux} = R_0 \times N}$$

Avec :

$R_{poteaux}$: rendement des poteaux

R_0 : rendement observé par équipe

N : nombre d'équipes mobilisées.

Ainsi :

$R_{verticaux} = 5 \times 2 = 10$ poteaux / jour

Le rendement des poteaux du système coffrage tunnel est donc de **dix (10) poteaux par jour**.

f. Rendement des poutres comprenant les poutres du parking du système coffrage tunnel :

Le rendement observé pour une équipe de structure de trois cents mètres carrés (300 m²) de dalle comprenant les poutres réalisées en quatorze (14) jours.

Compte tenu de la mobilisation de deux équipes de structure, le rendement retenu est obtenu par :

$R_{DP} = R_0 \times N$

Avec :

R_{DP} : rendement des dalles comprenant les poutres

R_0 : rendement observé

N : nombre d'équipes mobilisées.

Ainsi :

$R_{DP} = 300 \times 2 = 600$ m² en 14 jours

Le rendement retenu pour les travaux de dalles comprenant les poutres est de **six cents mètres carrés (600 m²) réalisés en quatorze jours**.

g. Rendement des niveaux types F2 du système coffrage tunnel :

Les observations effectuées sur le chantier montrent que la réalisation complète d'un niveau comportant des logements de type F2 sont réalisés en quatorze (14) jours. Les niveaux de types F2 concernent le rez-de-chaussée et la mezzanine.

Le rendement intègre l'ensemble des opérations (coffrage, ferraillage, bétonnage et décoffrage) réalisées à l'aide du système coffrage tunnel.

Le rendement retenu est donc :

$R_{type\ F2}$ = 1 niveau F2 / 14 jours

h. Rendement des niveaux types F3 du système coffrage tunnel :

Les observations effectuées sur le chantier montrent que la réalisation complète d'un niveau comportant des logements de type F3 nécessite en moyenne seize (16) jours. Les niveaux de types F3 concernent le rez-de-chaussée et la mezzanine.

Le rendement retenu est donc :

$R_{type\ F3}$ = 1 niveau F3 / 16 jours

i. Rendement des niveaux types F4 du système coffrage tunnel :

Les niveaux courants du bâtiment sont composés de logements de type F4.

Les observations effectuées sur le chantier montrent qu'un niveau de type F4 est réalisé en dix-huit (18) jours.

Le rendement retenu est donc :

$R_{type\ F4}$ = 1 niveau F4 / 18 jours

j. Rendement des magasins, cages d'ascenseur et cages d'escalier du système coffrage tunnel :

Les magasins ainsi que les cages d'escalier et les cages d'ascenseur sont réalisés selon un cycle moyen observé de neuf (09) jours par niveau.

Le rendement retenu est donc :

R_{bloc} = 1 niveau / 9 jours

d. Analyse des durées de réalisation pour les travaux du gros œuvre du système coffrage tunnel :

Après détermination des rendements retenus, une estimation des durées de réalisation est effectuée. Ces durées sont obtenues à partir des quantités à exécuter et des rendements observés sur le chantier.

La durée de réalisation est obtenue à partir de :

$$D = \frac{Q}{R}$$

Avec :

D : durée de réalisation

Q : quantité d'ouvrage à réaliser

R : rendement retenu.

- Durée de réalisation des poteaux du parking du système coffrage tunnel :

Le nombre total de poteaux à réaliser au niveau du rez-de-jardin est de :

Q = 19 poteaux

Le rendement retenu étant de dix (10) éléments par jour, la durée de réalisation est obtenue par :

$$D_{\text{éléments verticaux}} = \frac{19}{10} = 1{,}9 \text{ jours} ; \textbf{soit 2 jours}$$

La durée de réalisation des poteaux au parking est de 2 jours.

- Durée de réalisation des dalles comprenant les poutres au parking du rez-de-jardin du système coffrage tunnel :

La surface totale de coffrage de **1030,15 m².**

Soit Q = 1030,15 m²

Le rendement retenu étant de 600 m² réalisés en (14) jours, la durée de réalisation est obtenue par :

$$D_{\text{dalle}-\text{poutre}} = \frac{1030{,}15}{600} = 24{,}04 \text{ jours}; \textbf{soit 24 jours}$$

La durée de réalisation des travaux de dalles comprenant les poutres au parking du rez-de-jardin est de 24 jours.

- Durée de réalisation des niveaux du type F2 du système coffrage tunnel :

Les logements de type F2 sont réalisés sur deux niveaux, à savoir le rez-de-chaussée et la mezzanine.

Le rendement observé est de quatorze (14) jours par niveau.

La durée de totale de réalisation est donc :

$D_{\text{type F2}} = 2 \times 14 = 28$ jours

La durée de réalisation des niveaux de type F2 est de 28 jours.

- Durée de réalisation des niveaux du type F3 du système coffrage tunnel :

Les logements de type F3 sont répartis sur deux niveaux, à savoir le rez-de-chaussée et la mezzanine.

Le rendement observé est de seize (16) jours par niveau.

La durée de totale de réalisation est donc :

$D_{\text{type F3}} = 2 \times 16 = 32$ jours

La durée de réalisation des niveaux de type F3 est de 1 mois 2 jours.

- Durée de réalisation des niveaux du type F4 du système coffrage tunnel :

Les logements de type F4 sont répartis sur quatre niveaux courants.

Le rendement observé est de dix-huit (18) jours par niveau.

La durée de totale de réalisation est obtenue par :

$D_{type\ F4} = 4 \times 18 = 72$ jours

La durée de réalisation des niveaux de type F4 est de 2 mois 12 jours.

- Durée de réalisation des magasins, cages d'escalier et cages d'ascenseur du système coffrage tunnel :

Les cages d'escalier et d'ascenseur sont réalisées du rez-de-jardin à l'édicule, soit huit (08) niveaux au total. Les magasins sont réalisés simultanément au niveau du rez-de-chaussée et à la mezzanine.

Le rendement observé pour ce bloc constitué est de neuf (09) jours par niveau.

La durée de totale de réalisation est donc :

$D_{bloc} = 8 \times 9 = 72$ jours

La durée de réalisation de ce bloc est de 2 mois 12 jours.

e. Evaluation économique des durées de réalisation des travaux du gros œuvre du système coffrage tunnel :

L'évaluation économique des durées de réalisation vise à apprécier l'impact financier de la mobilisation de la main-d'œuvre pour la réalisation des différents travaux du système coffrage tunnel. Elle est réalisée à partir des effectifs mobilisés sur le chantier et des salaires journaliers pratiqués pour chaque ouvrier.

Les ouvriers tels que les ferrailleurs, les maçons et les coffreurs sont rémunérés à **8 000 FCFA/ / jour** tandis que leurs aides perçoivent **4 000 FCFA/ jour.**

- Détermination des coûts journaliers des équipes pour la réalisation des poteaux, des dalles comprenant les poutres du système coffrage tunnel :

Les coûts journaliers des ouvriers pour les travaux tels que les réalisations des poteaux, des dalles comprenant les poutres sont présentés dans le tableau A1.73.

CORPS DE METIER	EFFECTIFS	COUT JOURNALIERS (FCFA)
Coffreurs	4	8000
Aides coffreurs	4	4000
Maçons	6	8000
Aides maçons	6	4000
Ferrailleurs	2	8000
Aides ferrailleurs	2	4000
TOTAL OUVRIERS 3P	**24**	**-**

Tableau A1.73: Coût journalier des ouvriers pour la réalisation des poteaux, des dalles comprenant les poutres du système coffrage tunnel

- Le coût journalier correspondant aux travaux tels que les réalisations des poteaux, des dalles comprenant les poutres est obtenu par :

$C_j = (4 \times 8000) + (4 \times 4000) + (2 \times 8000) + (2 \times 4000) + (6 \times 8000) + (6 \times 4000)$

C_j = 144 000 FCFA / jour

Le coût journalier des équipes correspondant aux travaux tels que les réalisations des poteaux, des dalles comprenant les poutres est donc **144 000 FCFA / jour**.

- Les coûts journaliers des ouvriers pour les travaux en coffrage tunnel sont présentés dans le tableau A1.74.

CORPS DE METIER	EFFECTIFS	COUT JOURNALIERS (FCFA)
Coffreurs	18	8000
Aides coffreurs	12	4000
Maçons	6	8000
Aides maçons	2	4000
Ferrailleurs	24	8000
Aides ferrailleurs	4	4000
TOTAL OUVRIERS VOILES	**66**	**-**

Tableau A1.74: Coût journalier des ouvriers des travaux en voiles du système coffrage tunnel

- Le coût journalier des équipes de voiles est obtenu par :

$C_j = (18 \times 8000) + (12 \times 4000) + (6 \times 8000) + (2 \times 4000) + (24 \times 8000) + (4 \times 4000)$

C_j = 456 000 FCFA / jour

Le coût journalier des équipes de voiles est donc **456 000 FCFA / jour**.

- Coût de réalisation du système coffrage tunnel :

Le coût de réalisation est obtenu par :

$C = C_j \times D$

Avec :

C : coût de réalisation

C_j : coût journalier

D : durée de réalisation

- Coût de réalisation des poteaux du parking au rez-de-jardin :

Le coût de réalisation des poteaux est obtenu par :

C = 144 000 x 2 = 288 000 FCFA

Le coût de réalisation des éléments verticaux est estimé à **288 000 FCFA**.

- Coût de réalisation des dalles comprenant les poutres du parking au rez-de-jardin :

Le coût de réalisation des dalles comprenant les poutres est déterminé par :

C = 144 000 x 24 = 3 456 000 FCFA

Le coût de réalisation des dalles comprenant les poutres est estimé à **3 456 000 FCFA**.

- Coût de réalisation des travaux en voiles des niveaux de type F2 :

Le coût de réalisation des travaux en voiles des niveaux de types F2 est déterminé par :

C = 456 000 x 28 = 12 768 000 FCFA

Le coût de réalisation des travaux en voiles des niveaux de types F3 est estimé à **12 768 000 FCFA**.

- Coût de réalisation des travaux en voiles des niveaux de type F3 :

Le coût de réalisation des travaux en voiles des niveaux de types F3 est déterminé par :

C = 456 000 x 32 = 14 592 000 FCFA

Le coût de réalisation des travaux en voiles des niveaux de types F3 est estimé à **14 592 000 FCFA**.

- Coût de réalisation des travaux en voiles des niveaux de type F4 :

Le coût de réalisation des travaux en voiles des niveaux de types F4 est déterminé par :

C = 456 000 x 72 = 32 832 000 FCFA

Le coût de réalisation des travaux en voiles des niveaux de types F4 est estimé à **32 832 000 FCFA**.

- Coût de réalisation des travaux en voiles des magasins, cages d'escalier et cages d'ascenseur du système coffrage tunnel :

Le coût de réalisation des travaux en voiles des blocs tels que les magasins, les cages d'escalier et les cages d'ascenseur est déterminé par :

C = 456 000 x 72 = 32 832 000 FCFA

Le coût de réalisation des travaux en voiles des magasins, cages d'escalier et cages d'ascenseur est estimé à **32 832 000 FCFA**.

Annexe 3 : Devis quantitatifs et estimatifs de l'installation de chantier des systèmes étudiés

- Système 3P :

Le tableau A1.75 présente le devis quantitatifs et estimatifs de l'installation de chantier du système 3P.

LISTE DES MATERIELS POUR INSTALLATON DE CHANTIER				
Désignations	**Unité**	**Quantités**	**Prix unitaire**	**Prix total**
EQUIPEMENT POUR PROTECTION INDIVIDUELLE				
Casques orange ouvrier avec jugulaire	u	90	7 350	661 500
Casques blanc encadreur avec jugulaire	u	10	12 550	125 500
Chaussures de sécurité ouvriers	u	90	20 000	1 800 000
Chaussures de sécurité personnel encadrement	u	10	21 200	212 000
Bottes safety	u	50	17 800	890 000
Bottes normales (42, 43, 44)	u	50	4 650	232 500
Gilet vert à bande fluorescente pour ouvriers	u	90	2 350	211 500
Gilet orange à bande fluorescente pour personnel d'encadrement	u	10	4 700	47 000
Gilet bleu à bande fluorescente pour visiteurs	u	10	2 350	23 500
Tenues imperméables	u	30	16 550	496 500
Gants PVC	u	100	2 950	295 000
Gants anti-coupure	u	50	2 950	147 500
Masques	u	200	600	120 000
Bouchons d'oreille	u	100	1 000	100 000
Lunettes de protection	u	50	1 250	62 500
Harnais de sécurité double longe sans absorption d'énergie	u	10	85 000	850 000
Bande de balisage rouge et blanc	Rlx	10	2 450	24 500
Bande de balisage jaune et noir	Rlx	10	2 450	24 500
Extincteur 9 kg à poudre ABC auxiliaire	u	10	92 800	928 000
Nettoyeur à pression	u	1	846 600	846 600
TOTAL MONTANT EQUIPEMENT POUR PROTECTION INDIVIDUELLE				**8 098 600**
EQUIPEMENT DE BASE VIE				
Conteneur 20 pieds servant de bureau	u	1	1 600 000	1 600 000
Groupe électrogène (200 kVA) y/c raccordement	u	1	38 426 000	38 426 000
Fosse septique toutes eaux PEHD-FDE 3 m³ y/c puits d'infiltration PEHD-PI 2 m³ avec feutre anticolmatage	u	1	2 500 000	2 500 000
Fût pour conservation de l'eau 3000 L	u	2	450 000	900 000
Fût pour conservation de l'eau 1000 L	u	2	75 000	150 000
Tables de bureau	u	4	50 000	200 000
Chaises pour bureaux	u	15	50 000	750 000
Imprimante A4 & A3 (Laser)	u	1	810 000	810 000
Imprimante A4 (Laser)	u	1	510 000	510 000
Toilette fixe pour les ouvriers	u	2	2 800 000	5 600 000
Splits 1,5 chevaux	u	2	180 000	360 000
Raccordement INTERNET	u	1	1 860 000	1 860 000
Raccordement en électricité du chantier	u	1	350 000	350 000
Hangar pour repos du personnel	u	1	2 886 950	2 886 950
Ordinateur bureau pour conducteur travaux sur site	u	1	600 000	600 000
TOTAL MONTANT EQUIPEMENT DE BASE DE VIE				**57 502 950**

MATERIELS POUR TRAVAUX				
Moto-pompe	u	1	600 000	600 000
Vibreur	u	3	1 490 900	4 472 700
Marteau piqueur	u	2	2 055 000	4 110 000
Perceuse	u	4	1 055 700	4 222 800
Compacteur	u	1	1 700 000	1 700 000
Niveau laser	u	1	2 063 550	2 063 550
Cintreuse	u	1	4 257 300	4 257 300
Cisaille électrique	u	1	2 436 450	2 436 450
Niveau à bulle d'air (60 cm)	u	5	5 000	25 000
Règles métalliques (200 cm)	u	4	1 000	4 000
Serre-joint moyen format	u	50	6 500	325 000
Gamettes	u	20	3 500	70 000
Seaux maçon	u	20	1 000	20 000
Fût d'eau 1000 L	u	2	60 000	120 000
Marteau menuisier	u	5	10 000	50 000
Marteau masse	u	2	10 000	20 000
Cordeau plastique épais (100 m)	u	5	500	2 500
Pelles ordinaires + manche	u	20	3 500	70 000
Pelles bêche + manche	u	10	3 500	35 000
Brouettes 50 L	u	10	30 000	300 000
Pioches	u	10	3 500	35 000
Mètre de poche 5 m	u	5	2 500	12 500
Mètre de poche 7,5 m	u	5	3 000	15 000
Mètre de poche 10 m	u	2	4 000	8 000
Décamètre 50 m	u	1	10 000	10 000
Décamètre 100 m	u	1	170 000	170 000
Tuyaux d'arrosage 50 m	u	2	55 000	110 000
TOTAL MONTANT MATERIAUX POUR TRAVAUX				**25 264 800**

ALIMENTATION ELECTRIQUE				
Travaux d'alimentation électrique depuis ligne HT y/c SECUREL et comptage	u	1	30 000 000	30 000 000
Distribution électrique y/c éclairage	u	1	4 600 000	4 600 000
TOTAL MONTANT ALIMENTATION ELECTRIQUE				**34 600 000**

ALIMENTATION EN EAU				
Forage y/c pompe d'aspiration Installation générale de plomberie	u	1	8 500 000	8 500 000
TOTAL MONTANT ALIMENTATION EN EAU				**8 500 000**
HANGAR POUR POSTE DE FERRAILLAGE ET COFFRAGE				
Hangar pour poste de ferraillage, coffrage et ferronnerie	u	3	300 000	**900 000**
TOTAL HANGAR - POSTE DE FERRAILLAGE ET COFFRAGE				**900 000**
TOTAL MONTANT - MATERIELS - INSTALLATION DE CHANTIER - SYSTÈME 3P - PROJET YENITA				**134 866 350**

Tableau A1.75 : Devis quantitatifs et estimatifs l'installation de chantier du système 3P

- Système coffrage tunnel :

Le tableau A1.76 présente le devis quantitatifs et estimatifs de l'installation de chantier du système coffrage tunnel.

LISTE DES MATERIELS POUR INSTALLATON DE CHANTIER				
Désignations	**Unité**	**Prix unitaire**	**Quantités**	**Prix total**
EQUIPEMENT POUR PROTECTION INDIVIDUELLE				
Casques orange ouvrier avec jugulaire	u	90	7 350	661 500
Casques blanc encadreur avec jugulaire	u	10	12 550	125 500
Chaussures de sécurité ouvriers	u	90	20 000	1 800 000
Chaussures de sécurité personnel encadrement	u	10	21 200	212 000
Bottes safety	u	50	17 800	890 000
Bottes normales (42, 43, 44)	u	50	4 650	232 500
Gilet vert à bande fluorescente pour ouvriers	u	90	2 350	211 500
Gilet orange à bande fluorescente pour personnel d'encadrement	u	10	4 700	47 000
Gilet bleu à bande fluorescente pour visiteurs	u	10	2 350	23 500
Tenues imperméables	u	30	16 550	496 500
Gants PVC	u	100	2 950	295 000
Gants anti-coupure	u	50	2 950	147 500
Masques	u	200	600	120 000
Bouchons d'oreille	u	100	1 000	100 000
Lunettes de protection	u	50	1 250	62 500
Harnais de sécurité double longe sans absorption d'énergie	u	10	85 000	850 000
Bande de balisage rouge et blanc	Rlx	10	2 450	24 500
Bande de balisage jaune et noir	Rlx	10	2 450	24 500
Extincteur 9 kg à poudre ABC auxiliaire	u	10	92 800	928 000
Nettoyeur à pression	u	1	846 600	846 600
TOTAL MONTANT EQUIPEMENT POUR PROTECTION INDIVIDUELLE				**8 098 600**
EQUIPEMENT DE BASE VIE				
Conteneur 20 pieds servant de bureau	u	1	1 600 000	1 600 000
Groupe électrogène (200 kVA) y/c raccordement	u	1	38 426 000	38 426 000
Fosse septique toutes eaux PEHD-FDE 3 m³ y/c puits d'infiltration PEHD-PI 2 m³ avec feutre anticolmatage	u	1	2 500 000	2 500 000
Fût pour conservation de l'eau 3000 L	u	2	450 000	900 000
Fût pour conservation de l'eau 1000 L	u	2	75 000	150 000
Tables de bureau	u	4	50 000	200 000
Chaises pour bureaux	u	15	50 000	750 000
Imprimante A4 & A3 (Laser)	u	1	810 000	810 000
Imprimante A4 (Laser)	u	1	510 000	510 000
Toilette fixe pour les ouvriers	u	2	2 800 000	5 600 000
Splits 1,5 chevaux	u	2	180 000	360 000
Raccordement INTERNET	u	1	1 860 000	1 860 000
Raccordement en électricité du chantier	u	1	350 000	350 000
Hangar pour repos du personnel	u	1	2 886 950	2 886 950
Ordinateur bureau pour conducteur travaux sur site	u	1	600 000	600 000
TOTAL MONTANT EQUIPEMENT DE BASE DE VIE				**57 502 950**

MATERIELS POUR TRAVAUX				
Moto-pompe	u	1	600 000	600 000
Vibreur	u	3	1 490 900	4 472 700
Marteau piqueur	u	2	2 055 000	4 110 000
Perceuse	u	4	1 055 700	4 222 800
Compacteur	u	1	1 700 000	1 700 000
Niveau laser	u	1	2 063 550	2 063 550
Cintreuse	u	1	4 257 300	4 257 300
Cisaille électrique	u	1	2 436 450	2 436 450
Niveau à bulle d'air (60 cm)	u	5	5 000	25 000
Règles métalliques (200 cm)	u	4	1 000	4 000
Serre-joint moyen format	u	50	6 500	325 000
Gamettes	u	20	3 500	70 000
Seaux maçon	u	20	1 000	20 000
Fût d'eau 1000 L	u	2	60 000	120 000
Marteau menuisier	u	5	10 000	50 000
Marteau masse	u	2	10 000	20 000
Cordeau plastique épais (100 m)	u	5	500	2 500
Pelles ordinaires + manche	u	20	3 500	70 000
Pelles bêche + manche	u	10	3 500	35 000
Brouettes 50 L	u	10	30 000	300 000
Pioches	u	10	3 500	35 000
Mètre de poche 5 m	u	5	2 500	12 500
Mètre de poche 7,5 m	u	5	3 000	15 000
Mètre de poche 10 m	u	2	4 000	8 000
Décamètre 50 m	u	1	10 000	10 000
Décamètre 100 m	u	1	170 000	170 000
Tuyaux d'arrosage 50 m	u	2	55 000	110 000
TOTAL MONTANT MATERIAUX POUR TRAVAUX				**25 264 800**

ALIMENTATION ELECTRIQUE				
Travaux d'alimentation électrique depuis ligne HT y/c SECUREL et comptage	u	1	30 000 000	30 000 000
Distribution électrique y/c éclairage	u	1	4 600 000	4 600 000
TOTAL MONTANT ALIMENTATION ELECTRIQUE				**34 600 000**

ALIMENTATION EN EAU				
Forage y/c pompe d'aspiration Installation générale de plomberie	u	1	8 500 000	8 500 000
TOTAL MONTANT ALIMENTATION EN EAU				**8 500 000**

HANGAR POUR POSTE DE FERRAILLAGE ET COFFRAGE				
Hangar pour poste de ferraillage, coffrage et ferronnerie	u	3	300 000	**900 000**
TOTAL HANGAR - POSTE DE FERRAILLAGE ET COFFRAGE				**900 000**
INVESTISSEMENT TUNNEL				
Coffrage GETO	u	1	1 000 000 000	1 000 000 000

Engin roulant	u	1	256 246 827	256 246 827
Groupe électrogène (200kva) y/c raccordement	u	2	38 426 000	76 852 000
Conteneurs 40 pieds	u	10	2 200 000	22 000 000
véhicule de fonction	u	3	18 644 068	55 932 203
grue fixe	u	1	139 674 673	139 674 673
échaffaudages	u	2	94 500 000	189 000 000
TOTAL INVESTISSEMENT TUNNEL				**1 739 705 703**
TOTAL MONTANT - MATERIELS - INSTALLATION DE CHANTIER - SYSTÈME COFFRAGE TUNNEL - PROJET YENITA				**1 874 572 053**

Tableau A1.76 : Devis quantitatifs et estimatifs l'installation de chantier du système coffrage tunnel

Annexe 4 : Devis quantitatifs et estimatifs du gros œuvre des systèmes étudiés

Système 3P :

Le tableau A1.77 présente le devis quantitatifs et estimatifs du gros œuvre du bloc A du système 3P.

Lots	Libellé	Unités	Quantité	Prix unitaire (HT)	Prix total (HT)
I	**TRAVAUX GROS ŒUVRE**				
1	**FONDATIONS**				
	FRAIS D'ETUDES				
	Études et dimensionnement des plans d'exécution, coffrage et ferraillage.	ens	1	30 000 000	30 000 000
	Linéaire Total des FOUILLES EN RIGOLE FONDATION	ml	-		
a	**Préparation du terrain**				
	1-Débroussement/débroussaillement	m²	784,70	1 200	941 640
	2-Décapage de terre végétale	m²	784,70	1 200	941 640
	3-évacuation des ouvrages réalisés	ens	1,00	20 000 000	20 000 000
	4-Implantation des ouvrages	m²	784,70	1 500	1 177 050
b	**Fouilles**				
	1-Fouilles en masse pour radiers	m³	784,70	1 628	1 277 753
	3-Remblais de sable sous dallage compacté	m³	78,47	1 712	134 314
	3-Remblais de sable sous dallage hydraulique	m³	315,76	9 408	2 970 810
	4-Evacuation des terres excédentaires	m³	706,23	2 240	1 581 955
c	**Radiers dosées à 350 kg/m3 (CPA)**				
	1-Béton de propreté dosé à 150 Kg/m3 (CPA)	m³	39,24	60 587	2 377 148
	2-Béton C350	m³	315,76	78 048	24 644 523
	3-Acier (124 kg/m3)	kg	39 154,24	795	31 111 959
	4-Coffrage	m²	44,84	3 545	158 969
d	**Puits de fondation**				
	1-Excavation mécanique puits Ø2 m sur 4.40 m	m³	621,72	60 587	37 668 416
	2-Évacuation et mise en décharge des déblais	m³	621,72	78 048	48 524 172
	3-Blindage	m²	1 243,44	1 700	2 113 848
	4-Pompage/assèchement pendant excavation et bétonnage (par puits)	u	45,00	154 000	6 930 000
	5-Béton de fondation C25/30 (puits)	m³	219,93	78 048	17 164 753
	6-Acier HA pour cages (150 kg/m3)	kg	32 988,84	795	26 226 128
	7-Coffrage/renforcement tête de puits et arasement	m²	141,30	3 545	500 909
e	**Surépaisseur sur puits**				
	1-Béton C350	m³	5,38	78 048	419 900
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	538,00	795	427 710
	4-Coffrage	m²	83,70	3 545	296 717
f	**Dalle pleine ép.18cm**				
	1-Béton C350	m³	141,25	78 048	11 024 006
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	14 124,60	795	11 229 057
	3-Coffrage	m²	784,70	3 545	2 781 762
g	**Voile (départ escaliers VL1)**				
	1-Béton C350	m³	0,96	78 048	74 926
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	96,00	795	76 320
	3-Coffrage	m²	9,72	3 545	34 457
h	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	5,99	78 048	467 509
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	1 018,30	795	809 549
	3-Coffrage	m²	65,96	3 545	233 814
i	**Amorce de Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	12,23	78 048	954 218
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 222,60	795	971 967
	3-Coffrage	m²	116,62	3 545	413 425
j	**Voile EP 20 (MS)**				
	1-Béton C350	m³	19,17	78 048	1 496 555
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 259,71	795	2 591 466

	3-Coffrage	m²	191,75	3 545	679 745
	4-Tisse synthétique (Etancheité liquide + géotextile)	m²	95,87	4 107	393 753
	5- Barbacane	ml	10,31	2 205	22 731
	Sous Total FONDATIONS				**291 845 574**
2	**RDJ**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	12,13	78 048	946 882
	2-Acier (170kg/m3)	kg	2 062,44	795	1 639 640
	3-Coffrage	m²	121,32	3 545	430 079
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	29,23	78 048	2 281 507
	2-Acier (170kg/m3)	kg	4 969,44	795	3 950 705
	3-Coffrage	m²	292,32	3 545	1 036 274
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,36	78 048	574 216
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	735,72	795	584 897
	3-Coffrage	m²	10,72	3 545	37 999
d	**Voile EP 20 (MS)**				
	1-Béton C350	m³	92,78	78 048	7 241 397
	2-Acier (90kg/m3)	kg	8 350,29	795	6 638 481
	3-Coffrage	m²	1 574,50	3 545	5 581 603
	4-Tisse synthétique (Etancheité liquide + géotextile)	m²	753,75	4 107	3 095 651
	5- Barbacane	ml	16,75	2 205	36 934
e	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	24,48	78 048	1 910 622
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	4 161,60	795	3 308 472
	3-Coffrage	m²	180,00	3 545	638 100
f	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	77,66	78 048	6 061 166
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	9 319,10	795	7 408 688
	3-Coffrage	m²	558,18	3 545	1 978 734
g	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	31,39	78 048	2 449 623
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	3 138,60	795	2 495 187
	3-Coffrage	m²	104,62	10 782	1 127 991
h	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	22,04	78 048	1 720 278
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 204,12	795	1 752 275
	3-Hourdis	u	5 510,30	355	1 956 157
	4-coffrage	m²	1 836,77	3 545	6 511 338
i	**chape de 5cm**	m²	707,96	5 170	3 660 153
j	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**	m²			
	1-Sur murs en agglos	m²	-	2 895	-
	2-Sous plancher	m²	707,96	3 283	2 324 233
	Sous Total RDJ				**79 379 281**
3	**RDC**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,09	78 048	631 254
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 374,96	795	1 093 093
	3-Coffrage	m²	80,88	3 545	286 720
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	19,49	78 048	1 521 005
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 312,96	795	2 633 803
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850

c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	15,10	78 048	1 178 529
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 510,00	795	1 200 450
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	7,55	78 048	589 460
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	755,25	795	600 424
	3-Coffrage	m²	14,06	3 545	49 843
e	**Blocs d'agglomérés**				
	Mur en élévation en agglos creux de 10	m²	123,48	5 989	739 522
	Mur en élévation en agglos creux de 15	m²	71,37	6 900	492 467
	Mur en élévation en agglos creux de 20	m²	649,94	8 444	5 488 060
f	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	25,20	78 048	1 966 810
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	4 284,00	795	3 405 780
	3-Coffrage	m²	230,40	3 545	816 768
g	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	50,57	78 048	3 946 731
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	6 068,16	795	4 824 187
	3-Coffrage	m²	168,56	3 545	597 545
h	**Chainage**				
	1-Béton C350	m³	4,05	78 048	316 094
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	405,00	795	321 975
	3-Coffrage	m²	60,75	3 545	215 359
i	**Linteaux & Appuis de Baies**				
	1-Béton C350	m³	2,74	78 048	213 727
	2-Acier (60 kg/m3)	kg	164,30	795	130 622
	3-Coffrage	m²	41,08	3 545	145 614
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	22,63	78 048	1 766 070
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 262,80	795	1 798 926
	3-Coffrage	m²	113,14	3 545	401 081
k	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	15,33	78 048	1 196 632
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 533,20	795	1 218 894
	3-Hourdis	u	3 833,00	355	1 360 715
	4-coffrage	m²	1 277,67	3 545	4 529 328
l	**Chape de 5cm**	m²	496,44	5 170	2 566 595
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	1 689,58	2 895	4 891 323
	2-Sous plancher	m²	496,44	4 107	2 038 714
	Paillasse Cuisine				
	1-Béton C350	m³	0,47	78 048	36 526
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	28,08	795	22 324
	3-Coffrage	m²	4,68	3 545	16 591
	4-Muret 10	m²	3,51	5 989	21 021
	5-Enduit	m²	7,02	2 895	20 323
	6-Socle	m²	3,51	14 100	49 491
	Sous Total RDC				**56 108 312**
4	**MEZZANINE**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,09	78 048	631 252
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 374,96	795	1 093 093
	3-Coffrage	m²	80,88	3 545	286 720
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	19,49	78 048	1 520 999
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 312,96	795	2 633 803

	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	26,88	78 048	2 097 930
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 688,00	795	2 136 960
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	7,55	78 048	588 872
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	754,50	795	599 828
	3-Coffrage	m²	14,06	3 545	49 843
e	**Blocs d'agglomérés**				
	Mur en élévation en agglos creux de 10	m²	29,23	5 989	175 070
	Mur en élévation en agglos creux de 15	m²	155,85	6 900	1 075 351
	Mur en élévation en agglos creux de 20	m²	617,74	8 444	5 216 163
f	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	21,36	78 048	1 667 105
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 631,20	795	2 886 804
	3-Coffrage	m²	230,40	3 545	816 768
g	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	50,57	78 048	3 946 731
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	6 068,16	795	4 824 187
	3-Coffrage	m²	168,56	3 545	597 545
h	**Chainage**				
	1-Béton C350	m³	4,05	78 048	316 094
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	405,00	795	321 975
	3-Coffrage	m²	60,75	3 545	215 359
i	**Linteaux & Appuis de Baies**				
	1-Béton C350	m³	2,63	78 048	205 391
	2-Acier (60 kg/m3)	kg	157,90	795	125 527
	3-Coffrage	m²	41,08	3 545	145 614
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	22,63	78 048	1 766 070
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 262,80	795	1 798 926
	3-Coffrage	m²	113,14	3 545	401 081
k	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	15,33	78 048	1 196 632
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 533,20	795	1 218 894
	3-Hourdis	u	3 833,00	355	1 360 715
	4-coffrage	m²	1 277,67	3 545	4 529 328
l	**Chape de 5cm**	m²	496,44	5 170	2 566 595
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	1 605,63	2 895	4 648 305
	2-Sous plancher	m²	496,44	4 107	2 038 879
	Sous Total MEZZANINE				**56 468 330**
5	**ETAGE 1** **Linéaire Total des murs 15 RDC**				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	78 048	694 377
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	795	1 202 403
	3-Coffrage	m²	80,88	3 545	286 720
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	78 048	1 673 099
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	795	2 897 184
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	78 048	594 726
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	795	605 790
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
d	**Raidisseurs**				

	1-Béton C350	m³	9,03	78 048	705 066
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	903,38	795	718 183
	3-Coffrage	m²	14,06	3 545	49 843
e	**Blocs d'agglomérés**				
	Mur en élévation en agglos creux de 10	m²	74,15	5 989	444 096
	Mur en élévation en agglos creux de 15	m²	393,45	6 900	2 714 819
	Mur en élévation en agglos creux de 20	m²	634,29	8 444	5 355 953
f	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	20,33	78 048	1 586 560
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 455,76	795	2 747 329
	3-Coffrage	m²	227,04	3 545	804 857
g	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	50,57	78 048	3 946 731
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	6 068,16	795	4 824 187
	3-Coffrage	m²	168,56	3 545	597 545
h	**Chainage**				
	1-Béton C350	m³	4,05	78 048	316 094
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	405,00	795	321 975
	3-Coffrage	m²	60,75	3 545	215 359
i	**Linteaux & Appuis de Baies**				
	1-Béton C350	m³	2,78	78 048	217 161
	2-Acier (60 kg/m3)	kg	166,94	795	132 720
	3-Coffrage	m²	41,08	3 545	145 614
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	23,30	78 048	1 818 206
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 329,60	795	1 852 032
	3-Coffrage	m²	116,48	3 545	412 922
k	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	16,14	78 048	1 259 695
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 614,00	795	1 283 130
	3-Hourdis	u	4 035,00	355	1 432 425
	4-coffrage	m²	1 343,33	3 545	4 762 117
l	**Chape de 5cm**	m²	519,98	5 170	2 688 297
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	2 203,79	2 895	6 379 972
	2-Sous plancher	m²	519,98	4 107	2 135 558
n	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	78 048	48 702
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	795	29 765
	3-Coffrage	m²	6,24	3 545	22 121
	4-Muret 10	m²	4,68	5 989	28 029
	5-Enduit	m²	9,36	2 895	27 097
	6-Socle	m²	4,68	14 100	65 988
	Sous Total ETAGE 1				**58 812 364**
6	**ETAGE 2** **Linéaire Total des murs 15 RDC**				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	78 048	694 377
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	795	1 202 403
	3-Coffrage	m²	80,88	3 545	286 720
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	78 048	1 673 099
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	795	2 897 184
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	78 048	594 726
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	795	605 790
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068

d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	9,03	78 048	705 066
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	903,38	795	718 183
	3-Coffrage	m²	14,06	3 545	49 843
e	**Blocs d'agglomérés**				
	Mur en élévation en agglos creux de 10	m²	74,15	5 989	444 096
	Mur en élévation en agglos creux de 15	m²	393,45	6 900	2 714 819
	Mur en élévation en agglos creux de 20	m²	634,29	8 444	5 355 953
f	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	20,33	78 048	1 586 560
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 455,76	795	2 747 329
	3-Coffrage	m²	227,04	3 545	804 857
g	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	50,57	78 048	3 946 731
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	6 068,16	795	4 824 187
	3-Coffrage	m²	168,56	3 545	597 545
h	**Chainage**				
	1-Béton C350	m³	4,05	78 048	316 094
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	405,00	795	321 975
	3-Coffrage	m²	60,75	3 545	215 359
i	**Linteaux & Appuis de Baies**				
	1-Béton C350	m³	2,78	78 048	217 161
	2-Acier (60 kg/m3)	kg	166,94	795	132 720
	3-Coffrage	m²	41,08	3 545	145 614
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	23,30	78 048	1 818 206
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 329,60	795	1 852 032
	3-Coffrage	m²	116,48	3 545	412 922
k	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	16,14	78 048	1 259 695
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 614,00	795	1 283 130
	3-Hourdis	u	4 035,00	355	1 432 425
	4-coffrage	m²	1 343,33	3 545	4 762 117
l	**Chape de 5cm**	m²	519,98	5 170	2 688 297
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	2 203,79	2 895	6 379 972
	2-Sous plancher	m²	519,98	4 107	2 135 558
n	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	78 048	48 702
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	795	29 765
	3-Coffrage	m²	6,24	3 545	22 121
	4-Muret 10	m²	4,68	5 989	28 029
	5-Enduit	m²	9,36	2 895	27 097
	6-Socle	m²	4,68	14 100	65 988
	Sous Total ETAGE 2				**58 812 364**
7	**ETAGE 3**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	78 048	694 377
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	795	1 202 403
	3-Coffrage	m²	80,88	3 545	286 720
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	78 048	1 673 099
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	795	2 897 184
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	78 048	594 726
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	795	605 790

	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	9,03	78 048	705 066
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	903,38	795	718 183
	3-Coffrage	m²	14,06	3 545	49 843
e	**Blocs d'agglomérés**				
	Mur en élévation en agglos creux de 10	m²	74,15	5 989	444 096
	Mur en élévation en agglos creux de 15	m²	393,45	6 900	2 714 819
	Mur en élévation en agglos creux de 20	m²	634,29	8 444	5 355 953
f	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	20,33	78 048	1 586 560
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 455,76	795	2 747 329
	3-Coffrage	m²	227,04	3 545	804 857
g	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	50,57	78 048	3 946 731
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	6 068,16	795	4 824 187
	3-Coffrage	m²	168,56	3 545	597 545
h	**Chainage**				
	1-Béton C350	m³	4,05	78 048	316 094
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	405,00	795	321 975
	3-Coffrage	m²	60,75	3 545	215 359
i	**Linteaux & Appuis de Baies**				
	1-Béton C350	m³	2,78	78 048	217 161
	2-Acier (60 kg/m3)	kg	166,94	795	132 720
	3-Coffrage	m²	41,08	3 545	145 614
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	23,30	78 048	1 818 206
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 329,60	795	1 852 032
	3-Coffrage	m²	116,48	3 545	412 922
k	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	16,14	78 048	1 259 695
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 614,00	795	1 283 130
	3-Hourdis	u	4 035,00	355	1 432 425
	4-coffrage	m²	1 343,33	3 545	4 762 117
l	**Chape de 5cm**	m²	519,98	5 170	2 688 297
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	2 203,79	2 895	6 379 972
	2-Sous plancher	m²	519,98	4 107	2 135 558
n	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	78 048	48 702
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	795	29 765
	3-Coffrage	m²	6,24	3 545	22 121
	4-Muret 10	m²	4,68	5 989	28 029
	5-Enduit	m²	9,36	2 895	27 097
	6-Socle	m²	4,68	14 100	65 988
	Sous Total ETAGE 3				**58 812 364**
8	**ETAGE 4**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	78 048	694 377
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	795	1 202 403
	3-Coffrage	m²	80,88	3 545	286 720
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	78 048	1 673 099
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	795	2 897 184
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	78 048	594 726

	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	795	605 790
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	9,03	78 048	705 066
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	903,38	795	718 183
	3-Coffrage	m²	14,06	3 545	49 843
e	**Blocs d'agglomérés**				
	Mur en élévation en agglos creux de 10	m²	74,15	5 989	444 096
	Mur en élévation en agglos creux de 15	m²	393,45	6 900	2 714 819
	Mur en élévation en agglos creux de 20	m²	634,29	8 444	5 355 953
f	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	20,33	78 048	1 586 560
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 455,76	795	2 747 329
	3-Coffrage	m²	227,04	3 545	804 857
g	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	50,57	78 048	3 946 731
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	6 068,16	795	4 824 187
	3-Coffrage	m²	168,56	3 545	597 545
h	**Chainage**				
	1-Béton C350	m³	4,05	78 048	316 094
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	405,00	795	321 975
	3-Coffrage	m²	60,75	3 545	215 359
i	**Linteaux & Appuis de Baies**				
	1-Béton C350	m³	2,78	78 048	217 161
	2-Acier (60 kg/m3)	kg	166,94	795	132 720
	3-Coffrage	m²	41,08	3 545	145 614
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	23,30	78 048	1 818 206
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 329,60	795	1 852 032
	3-Coffrage	m²	116,48	3 545	412 922
k	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	16,14	78 048	1 259 695
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 614,00	795	1 283 130
	3-Hourdis	u	4 035,00	355	1 432 425
	4-coffrage	m²	1 343,33	3 545	4 762 117
l	**Chape de 5cm**	m²	519,98	5 170	2 688 297
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	2 203,79	2 895	6 379 972
	2-Sous plancher	m²	519,98	4 107	2 135 558
n	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	78 048	48 702
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	795	29 765
	3-Coffrage	m²	6,24	3 545	22 121
	4-Muret 10	m²	4,68	5 989	28 029
	5-Enduit	m²	9,36	2 895	27 097
	6-Socle	m²	4,68	14 100	65 988
o	**Acrotère**				
	1- mur en agglos creux de 15cm	m²	177,68	6 900	1 226 020
	2- mur en agglos creux de 20cm	m²	87,29	8 444	737 077
	3- Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3	m²	529,95	2 895	1 534 199
	Sous Total ETAGE 4				**62 309 659**
9	**EDICULE**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	7,55	78 048	589 169
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 283,30	795	1 020 220
	3-Coffrage	m²	80,88	795	64 300
b	**Voile (Escalier VL1)**				

	1-Béton C350	m³	18,19	78 048	1 419 599
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 092,10	795	2 458 216
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	78 048	594 726
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	795	605 790
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	0,19	78 048	14 985
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	19,20	795	15 264
	3-Coffrage	m²	14,06	3 545	49 843
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	14,76	78 048	1 151 988
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 476,00	795	1 173 420
	3-Coffrage	m²	73,80	3 545	261 621
l	**Acrotère** (Mur en élévation en agglos creux de 20)	m²	20,72	8 444	174 993
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	41,45	2 895	119 992
	2-Sous plancher	m²	73,80	4 107	303 097
	Sous Total EDICULE				**10 785 142**
TOTAL MONTANT - TRAVAUX GROS ŒUVRE - SYSTÈME 3P - PROJET YENITA - BLOC A			**1**		**733 333 389**

Tableau A1.77 : Devis quantitatifs et estimatifs du gros œuvre du bloc A du système 3P

Système coffrage tunnel :

Le tableau A1.78 présente le devis quantitatifs et estimatifs du gros œuvre du bloc A du système coffrage tunnel.

Lots	Libellé	Unités	Quantité	Prix unitaire (HT)	Prix total (HT)
I	**TRAVAUX GROS ŒUVRE**				
1	**FONDATIONS**				
	FRAIS D'ETUDES				
	Études et dimensionnement des plans d'exécution, coffrage et ferraillage.	ens	1	30 000 000	30 000 000
	Linéaire Total des FOUILLES EN RIGOLE FONDATION	ml	-		
a	**Préparation du terrain**				
	1-Débroussement/débroussaillement	m²	784,70	1 200	941 640
	2-Décapage de terre végétale	m²	784,70	1 200	941 640
	3-évacuation des ouvrages réalisés	ens	1,00	20 000 000	20 000 000
	4-Implantation des ouvrages	m²	784,70	1 500	1 177 050
b	**Fouilles**				
	1-Fouilles en masse pour radiers	m³	784,70	1 628	1 277 753
	3-Remblais de sable sous dallage compacté	m³	78,47	1 712	134 314
	3-Remblais de sable sous dallage hydraulique	m³	315,76	9 408	2 970 810
	4-Evacuation des terres excédentaires	m³	706,23	2 240	1 581 955
c	**Radiers dosées à 350 kg/m3 (CPA)**				
	1-Béton de propreté dosé à 150 Kg/m3 (CPA)	m³	39,24	60 587	2 377 148
	2-Béton C350	m³	315,76	78 048	24 644 523
	3-Acier (124 kg/m3)	kg	39 154,24	795	31 111 959
	4-Coffrage	m²	44,84	3 545	158 969
d	**Puits de fondation**				
	1-Excavation mécanique puits Ø2 m sur 4.40 m	m³	621,72	60 587	37 668 416
	2-Évacuation et mise en décharge des déblais	m³	621,72	78 048	48 524 172
	3-Blindage	m²	1 243,44	1 700	2 113 848
	4-Pompage/assèchement pendant excavation et bétonnage (par puits)	u	45,00	154 000	6 930 000
	5-Béton de fondation C25/30 (puits)	m³	219,93	78 048	17 164 753
	6-Acier HA pour cages (150 kg/m3)	kg	32 988,84	795	26 226 128
	7-Coffrage/renforcement tête de puits et arasement	m²	141,30	3 545	500 909
e	**Surépaisseur sur puits**				
	1-Béton C350	m³	5,38	78 048	419 900
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	538,00	795	427 710
	4-Coffrage	m²	83,70	3 545	296 717
f	**Dalle pleine ép.18cm**				
	1-Béton C350	m³	141,25	78 048	11 024 006
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	14 124,60	795	11 229 057
	3-Coffrage	m²	784,70	3 545	2 781 762
g	**Voile (départ escaliers VL1)**				
	1-Béton C350	m³	0,96	78 048	74 926
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	96,00	795	76 320
	3-Coffrage	m²	9,72	3 545	34 457
h	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	5,99	78 048	467 509
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	1 018,30	795	809 549
	3-Coffrage	m²	65,96	3 545	233 814
i	**Amorce de Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	12,23	78 048	954 218
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 222,60	795	971 967
	3-Coffrage	m²	116,62	3 545	413 425
J	**Voile EP 20 (MS)**				
	1-Béton C350	m³	19,17	78 048	1 496 555
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 259,71	795	2 591 466
	3-Coffrage	m²	191,75	3 545	679 745
	4-Tisse synthétique (Etancheité liquide + géotextile)	m²	95,87	4 107	393 753
	5- Barbacane	ml	10,31	2 205	22 731

	Sous Total FONDATIONS				**291 845 574**
2	**RDJ**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	12,13	78 048	946 882
	2-Acier (170kg/m3)	kg	2 062,44	795	1 639 640
	3-Coffrage	m²	121,32	3 545	430 079
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	29,23	78 048	2 281 507
	2-Acier (170kg/m3)	kg	4 969,44	795	3 950 705
	3-Coffrage	m²	292,32	3 545	1 036 274
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,36	78 048	574 216
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	735,72	795	584 897
	3-Coffrage	m²	10,72	3 545	37 999
d	**Voile EP 20 (MS)**				
	1-Béton C350	m³	92,78	78 048	7 241 397
	2-Acier (90kg/m3)	kg	8 350,29	795	6 638 481
	3-Coffrage	m²	1 574,50	3 545	5 581 603
	4-Tisse synthétique (Etancheité liquide + géotextile)	m²	753,75	4 107	3 095 651
	5- Barbacane	ml	16,75	2 205	36 934
e	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	24,48	78 048	1 910 622
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	4 161,60	795	3 308 472
	3-Coffrage	m²	180,00	3 545	638 100
f	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	77,66	78 048	6 061 166
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	9 319,10	795	7 408 688
	3-Coffrage	m²	558,18	3 545	1 978 734
g	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	141,59	78 048	11 051 011
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	14 159,20	795	11 256 564
	3-Coffrage	m²	471,97	10 782	5 088 719
h	**chape de 5cm**	m²	707,96	5 170	3 660 153
i	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**	m²			
	1-Sur murs en agglos	m²	-	2 895	-
	2-Sous plancher	m²	707,96	3 283	2 324 233
	Sous Total RDJ				**88 762 726**
3	**RDC**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,09	78 048	631 254
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 374,96	795	1 093 093
	3-Coffrage	m²	80,88	3 545	286 720
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	19,49	78 048	1 521 005
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 312,96	795	2 633 803
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Voile (Mur ep 20)**				
	1-Béton C350	m³	96,83	78 048	7 557 258
	2-Acier (170kg/m3)	kg	16 460,76	795	13 086 304
	3-Coffrage	m²	968,28	3 545	3 432 553
d	**Voile (Mur ep 10)**				
	1-Béton C350	m³	32,66	78 048	2 548 666
	2-Acier (170kg/m3)	kg	5 551,35	795	4 413 323
	3-Coffrage	m²	653,10	3 545	2 315 240

e	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	15,10	78 048	1 178 529
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 510,00	795	1 200 450
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
f	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	99,29	78 048	7 749 257
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	9 928,80	795	7 893 396
	3-Coffrage	m²	113,14	3 545	401 081
g	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,47	78 048	36 526
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	28,08	795	22 324
	3-Coffrage	m²	4,68	3 545	16 591
	4-Muret 10	m²	3,51	5 989	21 021
	5-Enduit	m2	7,02	2 895	20 323
	6-Socle	m²	3,51	14 100	49 491
	Sous Total RDC				**58 876 126**
4	**MEZZANINE**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,09	78 048	631 254
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 374,96	795	1 093 093
	3-Coffrage	m²	80,88	3 545	286 720
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	19,49	78 048	1 521 005
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 312,96	795	2 633 803
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Voile (Mur ep 20)**				
	1-Béton C350	m³	52,49	78 048	4 096 598
	2-Acier (170kg/m3)	kg	8 922,96	795	7 093 753
	3-Coffrage	m²	524,88	3 545	1 860 700
d	**Voile (Mur ep 10)**				
	1-Béton C350	m³	43,58	78 048	3 401 656
	2-Acier (170kg/m3)	kg	7 409,28	795	5 890 378
	3-Coffrage	m²	871,68	3 545	3 090 106
e	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	26,88	78 048	2 097 938
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 688,00	795	2 136 960
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
f	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	99,29	78 048	7 749 257
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	9 928,80	795	7 893 396
	3-Coffrage	m²	113,14	3 545	401 081
	Sous Total MEZZANINE				**52 645 615**
5	**ETAGE 1**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	78 048	694 380
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	795	1 202 403
	3-Coffrage	m²	80,88	3 545	286 720
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	78 048	1 673 105
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	795	2 897 184
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Voile (Mur ep 20)**				
	1-Béton C350	m³	98,14	78 048	7 659 298

	2-Acier (170kg/m3)	kg	16 683,02	795	13 262 999
	3-Coffrage	m²	981,35	3 545	3 478 900
d	**Voile (Mur ep 10)**				
	1-Béton C350	m³	66,34	78 048	5 177 972
	2-Acier (170kg/m3)	kg	11 278,34	795	8 966 283
	3-Coffrage	m²	1 326,86	3 545	4 703 733
e	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	78 048	594 728
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	795	605 790
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
f	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	104,00	78 048	8 116 708
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	10 399,60	795	8 267 682
	3-Coffrage	m²	116,48	3 545	412 922
g	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	78 048	48 702
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	795	29 765
	3-Coffrage	m²	6,24	3 545	22 121
	4-Muret 10	m²	4,68	5 989	28 029
	5-Enduit	m²	9,36	2 895	27 097
	6-Socle	m²	4,68	14 100	65 988
	Sous Total ETAGE 1				**68 990 426**
6	**ETAGE 2**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	78 048	694 380
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	795	1 202 403
	3-Coffrage	m²	80,88	3 545	286 720
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	78 048	1 673 105
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	795	2 897 184
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Voile (Mur ep 20)**				
	1-Béton C350	m³	98,14	78 048	7 659 298
	2-Acier (170kg/m3)	kg	16 683,02	795	13 262 999
	3-Coffrage	m²	981,35	3 545	3 478 900
d	**Voile (Mur ep 10)**				
	1-Béton C350	m³	66,34	78 048	5 177 972
	2-Acier (170kg/m3)	kg	11 278,34	795	8 966 283
	3-Coffrage	m²	1 326,86	3 545	4 703 733
e	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	78 048	594 728
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	795	605 790
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
f	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	104,00	78 048	8 116 708
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	10 399,60	795	8 267 682
	3-Coffrage	m²	116,48	3 545	412 922
g	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	78 048	48 702
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	795	29 765
	3-Coffrage	m²	6,24	3 545	22 121
	4-Muret 10	m²	4,68	5 989	28 029
	5-Enduit	m²	9,36	2 895	27 097
	6-Socle	m²	4,68	14 100	65 988
	Sous Total ETAGE 2				**68 990 426**

7	**ETAGE 3**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	78 048	694 380
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	795	1 202 403
	3-Coffrage	m²	80,88	3 545	286 720
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	78 048	1 673 105
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	795	2 897 184
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Voile (Mur ep 20)**				
	1-Béton C350	m³	98,14	78 048	7 659 298
	2-Acier (170kg/m3)	kg	16 683,02	795	13 262 999
	3-Coffrage	m²	981,35	3 545	3 478 900
d	**Voile (Mur ep 10)**				
	1-Béton C350	m³	66,34	78 048	5 177 972
	2-Acier (170kg/m3)	kg	11 278,34	795	8 966 283
	3-Coffrage	m²	1 326,86	3 545	4 703 733
e	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	78 048	594 728
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	795	605 790
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
f	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	104,00	78 048	8 116 708
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	10 399,60	795	8 267 682
	3-Coffrage	m²	116,48	3 545	412 922
g	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	78 048	48 702
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	795	29 765
	3-Coffrage	m²	6,24	3 545	22 121
	4-Muret 10	m²	4,68	5 989	28 029
	5-Enduit	m²	9,36	2 895	27 097
	6-Socle	m²	4,68	14 100	65 988
	Sous Total ETAGE 3				**68 990 426**
8	**ETAGE 4**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	78 048	694 377
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	795	1 202 403
	3-Coffrage	m²	80,88	3 545	286 720
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	78 048	1 673 099
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	795	2 897 184
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Voile (Mur ep 20)**				
	1-Béton C350	m³	98,14	78 048	7 659 272
	2-Acier (170kg/m3)	kg	16 683,02	795	13 262 999
	3-Coffrage	m²	981,35	3 545	3 478 900
d	**Voile (Mur ep 10)**				
	1-Béton C350	m³	66,34	78 048	5 177 954
	2-Acier (170kg/m3)	kg	11 278,34	795	8 966 283
	3-Coffrage	m²	1 326,86	3 545	4 703 733
e	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	78 048	594 726
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	795	605 790
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
f	**Dalle pleine en béton armé**				

	1-Béton C350	m³	104,00	78 048	8 116 708
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	10 399,60	795	8 267 682
	3-Coffrage	m²	116,48	3 545	412 922
g	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	78 048	48 702
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	795	29 765
	3-Coffrage	m²	6,24	3 545	22 121
	4-Muret 10	m²	4,68	5 989	28 029
	5-Enduit	m²	9,36	2 895	27 097
	6-Socle	m²	4,68	14 100	65 988
h	**Acrotère armé en voile**				
	1- Béton C350 - voile ep 15cm	m³	26,65	78 048	2 080 182
	2- Béton C350 - voile ep 20cm	m³	17,46	78 048	1 362 562
	3-Acier (100 kg/m3)	kg	4 411,06	795	3 506 793
	4-Coffrage	m²	529,95	3 545	1 878 666
	Sous Total ETAGE 4				**77 818 573**
9	**EDICULE**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	7,55	78 048	589 169
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 283,30	795	1 020 220
	3-Coffrage	m²	80,88	795	64 300
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	18,19	78 048	1 419 599
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 092,10	795	2 458 216
	3-Coffrage	m²	194,88	3 545	690 850
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	78 048	594 726
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	795	605 790
	3-Coffrage	m²	21,74	3 545	77 068
d	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	14,76	78 048	1 151 988
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 476,00	795	1 173 420
	3-Coffrage	m²	73,80	3 545	261 621
e	**Acrotère armé en voile**				
	1- Béton C350 - voile ep 20cm	m³	4,14	78 048	323 493
	2 -Acier (100 kg/m3)	kg	414,48	795	329 512
	3 -Coffrage	m²	41,45	3 545	146 933
	Sous Total EDICULE				**10 906 906**
TOTAL MONTANT - TRAVAUX GROS ŒUVRE - PROJET YENITA - SYSTÈME COFFRAGE TUNNEL - BLOC A			**1**		**787 826 798**

Tableau A1.78 : Devis quantitatifs et estimatifs du gros œuvre du bloc A du système coffrage tunnel

Annexe 5 : Devis quantitatifs et estimatifs du second œuvre du projet

Le tableau A1.79 présente le devis quantitatifs et estimatifs du second œuvre du bloc A des deux systèmes étudiés.

Lots	Désignations	Unité	Quantité	Prix unitaire (HT)	Prix total (HT)
I	**ETANCHEITE - ISOLATION THERMIQUE**				
1.1	**TOITURE TERRASSE**				
	Forme de pente dosée 250 kg de ciment / m3 en ciment de classe 32,5	m²	977,49	4 757	4 649 920
	PARTIE COURANTE Etancheité multicouches comprenant : - une couche d'aflikote (EIF) - 1ere couche EUROHELASTO 25 SL4 - 2è couche EUROHELASTO 30 ARDS VERT ou ROUGE	m²	977,49	12 750	12 462 998
	RELEVE avec auto protection des acrotères (en périphérie de la toiture terrasse) comprenant : - une couche d'aflikote (EIF) - EUROHELASTO 35 S/P (Equerre de renfort) - 1 couche EUROHELASTO PY 180 VERT ou ROUGE	m²	199,73	12 750	2 546 615
	PLATINES AVEC MOIGNON ET CRAPAUDINE	u	4,00	45 000	180 000
1.2	**SALLE D'EAU ET BALCON**				
	1- PARTIE COURANTE Etancheité multicouches comprenant : - une couche d'aflikote (EIF) - 1ere couche EUROHELASTO 27 SV - 2è couche EUROHELASTO 25 SL4 - GEOTEXTILE	m²	581,24	12 750	7 410 810
	2- RELEVE comprenant : - une couche d'aflikote (EIF) - EUROHELASTO 35 S/P (Equerre de renfort)	m²	1 307,43	12 750	16 669 733
	Sous total Lot IV Etanchéité - Isolation thermique				**43 920 075**
II	**MENUISERIE ALUMINIUM / VITRERIE**				
2.1	**RDJ**				
	1 -Fourniture et pose d'ensemble portes ou fenêtres en vitre claire, épaisseur 6 mm				
	Châssis à 2 vantaux Fixes				
	Dim: 100*120 Localisation : Escalier	u	4,88	78 000	380 640
2.2	**RDC**				
	2 -Fourniture et pose d'ensemble portes ou fenêtres en vitre claire, épaisseur 6 mm				
	Châssis à 2 vantaux Fixes				
	Dim: 100*120 Localisation : Escalier	u	4,88	78 000	380 640
	Châssis à 2 vantaux Coulissant				-
	Dim: 280 * 220 Localisation : Séjour	u	9,76	400 400	3 907 904
	Dim: 380 * 220 Localisation : Séjour	u	4,88	543 400	2 651 792
	Dim: 370 * 220 Localisation : Magasin 1 et 4	u	4,88	529 100	2 582 008
	Dim: 500 * 220 Localisation : Magasin 2 et 3	u	4,88	715 000	3 489 200
	Dim: 150 * 180 Localisation : Niche CIE	u	4,88	175 500	856 440
	Dim: 90 * 120 Localisation : Cuisine, Escalier	u	14,64	70 200	1 027 728
2.3	**MEZZANINE**				
	3 -Fourniture et pose d'ensemble portes ou fenêtres en vitre claire, épaisseur 6 mm				
	Châssis à 2 vantaux Fixes				
	Dim: 100*120 Localisation : Escalier	u	4,88	78 000	380 640

	Châssis à 2 vantaux Coulissant				-
	Dim: 280 * 220 Localisation : Chambre parent	u	4,88	400 400	1 953 952
	Dim: 380 * 220 Localisation : Chambre parent	u	4,88	543 400	2 651 792
	Dim: 370 * 120 Localisation : Magasin Mezz 1 et 4	u	4,88	288 600	1 408 368
	Dim: 500 * 120 Localisation : Magasin Mezz 2 et 3	u	4,88	390 000	1 903 200
	Dim: 150 * 120 Localisation : Chambre 02	u	7,32	117 000	856 440
	Dim: 90 * 120 Localisation : SDE 02, SDE Parent	u	14,64	70 200	1 027 728
	Dim: 240 * 220 Localisation : Chambre parent	u	4,88	343 200	1 674 816
2.4	**1er ETAGE**				
	4 -Fourniture et pose d'ensemble portes ou fenêtres en vitre claire, épaisseur 6 mm				
	Châssis à 2 vantaux Fixes				
	Dim: 100*120 Localisation : Escalier	u	4,88	78 000	380 640
	Châssis à 2 vantaux Coulissant				-
	Dim: 380 * 220 Localisation : Salon + Salle à manger	u	9,76	400 400	3 907 904
	Dim: 120 * 120 Localisation : Chambre 02	u	9,76	93 600	913 536
	Dim: 90* 120 Localisation : Chambre Principale	u	19,52	70 200	1 370 304
	Dim: 90 * 120 Localisation : Cuisine	u	9,76	70 200	685 152
	Dim: 60 * 60 Localisation : SDE 01 et SDE 02	u	19,52	23 400	456 768
2.5	**2e ETAGE**				
	5 -Fourniture et pose d'ensemble portes ou fenêtres en vitre claire, épaisseur 6 mm				
	Châssis à 2 vantaux Fixes				
	Dim: 100*120 Localisation : Escalier	u	4,88	78 000	380 640
	Châssis à 2 vantaux Coulissant				-
	Dim: 380 * 220 Localisation : Salon + Salle à manger	u	9,76	400 400	3 907 904
	Dim: 120 * 120 Localisation : Chambre 02	u	9,76	93 600	913 536
	Dim: 90* 120 Localisation : Chambre Principale	u	19,52	70 200	1 370 304
	Dim: 90 * 120 Localisation : Cuisine	u	9,76	70 200	685 152
	Dim: 60 * 60 Localisation : SDE 01 et SDE 02	u	19,52	23 400	456 768
					-
2.6	**3e ETAGE**				
	6 -Fourniture et pose d'ensemble portes ou fenêtres en vitre claire, épaisseur 6 mm				
	Châssis à 2 vantaux Fixes				
	Dim: 100*120 Localisation : Escalier	u	4,88	78 000	380 640
	Châssis à 2 vantaux Coulissant				-
	Dim: 380 * 220 Localisation : Salon + Salle à manger	u	9,76	400 400	3 907 904
	Dim: 120 * 120 Localisation : Chambre 02	u	9,76	93 600	913 536
	Dim: 90* 120 Localisation : Chambre Principale	u	19,52	70 200	1 370 304
	Dim: 90 * 120 Localisation : Cuisine	u	9,76	70 200	685 152
	Dim: 60 * 60 Localisation : SDE 01 et SDE 02	u	19,52	23 400	456 768
2.7	**4e ETAGE**				
	7 -Fourniture et pose d'ensemble portes ou fenêtres en vitre claire, épaisseur 6 mm				
	Châssis à 2 vantaux Fixes				
	Dim: 100*120 Localisation : Escalier	u	4,88	78 000	380 640
	Châssis à 2 vantaux Coulissant				-
	Dim: 380 * 220 Localisation : Salon + Salle à manger	u	9,76	400 400	3 907 904
	Dim: 120 * 120 Localisation : Chambre 02	u	9,76	93 600	913 536
	Dim: 90* 120 Localisation : Chambre Principale	u	19,52	70 200	1 370 304
	Dim: 90 * 120 Localisation : Cuisine	u	9,76	70 200	685 152

	Dim: 60 * 60 Localisation : SDE 01 et SDE 02	u	19,52	23 400	456 768
2.8	**Edicule**				
	8 -Fourniture et pose d'ensemble portes ou fenêtres en vitre claire, épaisseur 6 mm				
	Châssis à 2 vantaux Fixes				
	Dim: 100*120 Localisation : Escalier	u	4,88	78 000	380 640
	Sous total Menuiserie Aluminium / Vitrerie				**58 371 144**
III	**MENUISERIE BOIS**				
	fourniture et pose de portes bois y compris cadres, serrures, butées et toutes sujestions de pose				
3.1	**RDJ**				
	1- F/p de porte isoplane 100/220 Localisation : Cage d'escalier	u	4,88	130 000	634 400
	2- F/p de porte isoplane 50/180 Localisation : Gaine	u	9,76	105 000	1 024 800
3.2	**RDC**				
	1- F/p de porte isoplane 100/220 Localisation : Cage d'escalier, Entrée	u	12,20	130 000	1 586 000
	2- F/p de porte isoplane 90/220 Localisation : Buanderie, Cuisine	u	9,76	115 000	1 122 400
	3- F/p de porte isoplane 80/220 Localisation : Cuisine, WC Visiteur	u	12,20	115 000	1 403 000
	4- F/p de porte isoplane 120/220 Localisation : Magasin 02 et 03	u	4,88	135 000	658 800
	5- F/p de porte isoplane 50/180 Localisation : Gaine	u	9,76	105 000	1 024 800
3.3	**MEZZANINE**				
	1- F/p de porte isoplane 100/220 Localisation : Cage d'escalier	u	4,88	130 000	634 400
	2- F/p de porte isoplane 90/220 Localisation : Chambre Parent, Chambre 02	u	14,64	115 000	1 683 600
	3- F/p de porte isoplane 80/220 Localisation : SDE 02, SDE Parent	u	14,64	115 000	1 683 600
	4- F/p de porte isoplane 120/220 Localisation : Magasin 02 et 03	u	9,76	135 000	1 317 600
	5- F/p de porte isoplane 50/180 Localisation : Gaine	u	9,76	105 000	1 024 800
	PLACARDS				
	1-Placard de Rangement : 180 * 240 (3 Modules ; Localisation : Chambre 02)	m^2	21,08	60 000	1 264 800
	2-Placard de Rangement : 240 * 240 (4 Modules ; Localisation : Chambre 02)	m^2	14,05	60 000	843 000
	3-Placard de Rangement : 130 * 240 (2 Modules ; Localisation : Dressing, Chambre Parent)	m^2	45,68	60 000	2 740 800
3.4	**1er ETAGE**				
	1- F/p de porte isoplane 100/220 Localisation : Entrée Séjour + Salle à manger, Cage d'escalier	u	14,64	130 000	1 903 200
	2- F/p de porte isoplane 90/220 Localisation : Buanderie, Cuisine, Chambre Principale, Chambre 2	u	39,04	115 000	4 489 600

	3- F/p de porte isoplane 80/220 Localisation : W.C Visiteur, Salles d'eau 01 et 02	u	29,28	115 000	3 367 200
	4- F/p de porte isoplane 50/180 Localisation : Gaine	u	9,76	105 000	1 024 800
	PLACARDS				
	1-Placard de Rangement : 300 * 240 (5 Modules ; Localisation : Chambre Principale)	m^2	70,27	60 000	4 216 200
	2-Placard de Rangement : 180 * 240 (3 Modules ; Localisation : Chambre 02)	m^2	42,16	60 000	2 529 600
	3-Placard de Rangement : 240 * 240 (4 Modules ; Localisation : Séjour + Salle à manger)	m^2	56,22	60 000	3 373 200
3.5	**2e ETAGE**				
	1- F/p de porte isoplane 100/220 Localisation : Entrée Séjour + Salle à manger, Cage d'escalier	u	14,64	130 000	1 903 200
	2- F/p de porte isoplane 90/220 Localisation : Buanderie, Cuisine, Chambre Principale, Chambre 2	u	39,04	115 000	4 489 600
	3- F/p de porte isoplane 80/220 Localisation : W.C Visiteur, Salles d'eau 01 et 02	u	29,28	115 000	3 367 200
	4- F/p de porte isoplane 50/180 Localisation : Gaine	u	9,76	105 000	1 024 800
	PLACARDS				
	1-Placard de Rangement : 300 * 240 (5 Modules ; Localisation : Chambre Principale)	m^2	70,27	60 000	4 216 200
	2-Placard de Rangement : 180 * 240 (3 Modules ; Localisation : Chambre 02)	m^2	42,16	60 000	2 529 600
	3-Placard de Rangement : 240 * 240 (4 Modules ; Localisation : Séjour + Salle à manger)	m^2	56,22	60 000	3 373 200
3.6	**3e ETAGE**				
	1- F/p de porte isoplane 100/220 Localisation : Entrée Séjour + Salle à manger, Cage d'escalier	u	14,64	130 000	1 903 200
	2- F/p de porte isoplane 90/220 Localisation : Buanderie, Cuisine, Chambre Principale, Chambre 2	u	39,04	115 000	4 489 600
	3- F/p de porte isoplane 80/220 Localisation : W.C Visiteur, Salles d'eau 01 et 02	u	29,28	115 000	3 367 200
	4- F/p de porte isoplane 50/180 Localisation : Gaine	u	9,76	105 000	1 024 800
	PLACARDS				
	1-Placard de Rangement : 300 * 240 (5 Modules ; Localisation : Chambre Principale)	m^2	70,27	60 000	4 216 200
	2-Placard de Rangement : 180 * 240 (3 Modules ; Localisation : Chambre 02)	m^2	42,16	60 000	2 529 600
	3-Placard de Rangement : 240 * 240 (4 Modules ; Localisation : Séjour + Salle à manger)	m^2	56,22	60 000	3 373 200
3.7	**4e ETAGE**				
	1- F/p de porte isoplane 100/220 Localisation : Entrée Séjour + Salle à manger, Cage d'escalier	u	14,64	130 000	1 903 200
	2- F/p de porte isoplane 90/220 Localisation : Buanderie, Cuisine, Chambre Principale, Chambre 2	u	39,04	115 000	4 489 600
	3- F/p de porte isoplane 80/220 Localisation : W.C Visiteur, Salles d'eau 01 et 02	u	29,28	115 000	3 367 200
	4- F/p de porte isoplane 50/180 Localisation : Gaine	u	9,76	105 000	1 024 800
	PLACARDS				
	1-Placard de Rangement : 300 * 240 (5 Modules ; Localisation : Chambre Principale)	m^2	70,27	60 000	4 216 200

	2-Placard de Rangement : 180 * 240 (3 Modules ; Localisation : Chambre 02)	m^2	42,16	60 000	2 529 600
	3-Placard de Rangement : 240 * 240 (4 Modules ; Localisation : Séjour + Salle à manger)	m^2	56,22	60 000	3 373 200
3.8	**Edicule**				
	1- F/p de porte isoplane 100/220 Localisation : Cage d'escalier	u	4,88	130 000	634 400
	2- F/p de porte isoplane 50/180 Localisation : Gaine	u	9,76	105 000	1 024 800
	Sous total Menuiserie bois				**103 921 200**
IV	**SERRURERIE**				
4.1	**RDJ**				
	1-F/p de Main courante en inox pour escalier	ml	21,96	70 000	1 537 200
4.2	**RDC**				
	1-F/p de Garde-corps vitré pour balcon	ml			
	2-F/p de Main courante en inox pour escalier	ml	21,96	70 000	1 537 200
4.3	**MEZZANINE**				
	1-F/p de Garde-corps vitré pour balcon	ml			
	2-F/p de Main courante en inox pour escalier	ml	63,15	70 000	4 420 500
4.4	**1er ETAGE**				
	1-F/p de Garde-corps vitré pour balcon	ml	61,98	80 000	4 958 400
	2-F/p de Main courante en inox pour escalier	ml	21,96	70 000	1 537 200
4.5	**2e ETAGE**				
	1-F/p de Garde-corps vitré pour balcon	ml	61,98	80 000	4 958 400
	2-F/p de Main courante en inox pour escalier	ml	21,96	70 000	1 537 200
4.6	**3e ETAGE**				
	1-F/p de Garde-corps vitré pour balcon	ml	61,98	80 000	4 958 400
	2-F/p de Main courante en inox pour escalier	ml	21,96	70 000	1 537 200
4.7	**4e ETAGE**				
	1-F/p de Garde-corps vitré pour balcon	ml	61,98	80 000	4 958 400
	2-F/p de Main courante en inox pour escalier	ml	21,96	70 000	1 537 200
	Sous total Serrurerie				**33 477 300**
V	**MENUISERIE METALIQUE**				
	fourniture et pose de portail et portillons metallique, serrures et toutes sujestions de pose				
	1-Portillon métallique 300*220	u	2,44	396 000	966 240
	Sous total Serrurerie				**966 240**
VI	**FAUX PLAFONDS**				

6.1	**RDJ**				
	1-Faux Plafonds en BA13 standard ; Localisation : Escalier	m^2	56,22	8 342	468 987
6.2	**RDC**				
	1-Faux Plafonds en BA13 hydrofuge ; Localisation : WC Visiteur, Cuisine et Buanderie	m^2	110,57	9 008	996 015
	2-Faux Plafonds en BA13 standard ; Localisation : Terrasse, Séjour, Entrée, Escalier, Magasins	m^2	843,56	8 342	7 036 978
6.3	**MEZZANINE**				
	1-Faux Plafonds en BA13 hydrofuge ; Localisation : SDE 02 & Parent	m^2	54,02	9 008	486 612
	2-Faux Plafonds en BA13 standard ; Localisation : Chambre Parents, Chambre 02, Degagement, Dressing, Escalier, Magasins	m^2	670,38	8 342	5 592 310
6.4	**1er ETAGE**				
	1-Faux Plafonds en BA13 hydrofuge ; Localisation : SDE 01 & 02, WC Visiteur, Cuisine et Buanderie	m^2	205,55	9 008	1 851 594
	2-Faux Plafonds en BA13 standard ; Localisation : Séjour + SAM, Chambre Principale, Chambre 02, Degagement, Escalier et Balcons	m^2	764,84	8 342	6 380 295
6.5	**2e ETAGE**				
	1-Faux Plafonds en BA13 hydrofuge ; Localisation : SDE 01 & 02, WC Visiteur, Cuisine et Buanderie	m^2	205,55	9 008	1 851 594
	2-Faux Plafonds en BA13 standard ; Localisation : Séjour + SAM, Chambre Principale, Chambre 02, Degagement, Escalier et Balcons	m^2	764,84	8 342	6 380 295
6.6	**3e ETAGE**				
	1-Faux Plafonds en BA13 hydrofuge ; Localisation : SDE 01 & 02, WC Visiteur, Cuisine et Buanderie	m^2	205,55	9 008	1 851 594
	2-Faux Plafonds en BA13 standard ; Localisation : Séjour + SAM, Chambre Principale, Chambre 02, Degagement, Escalier et Balcons	m^2	764,84	8 342	6 380 295
6.7	**4e ETAGE**				
	1-Faux Plafonds en BA13 hydrofuge ; Localisation : SDE 01 & 02, WC Visiteur, Cuisine et Buanderie	m^2	205,55	9 008	1 851 594
	2-Faux Plafonds en BA13 standard ; Localisation : Séjour + SAM, Chambre Principale, Chambre 02, Degagement, Escalier et Balcons	m^2	764,84	8 342	6 380 295
	Sous total Faux plafond				**47 508 460**
VII	**REVETEMENT CARRELAGE & PIERRE**				
7.1	**RDJ**				
	1- Carrelage en grès cérame Partie commune ; Localisation :Escaliers	m^2	56,22	6 859	385 613
	2- Plinthes partie commune ; Localisation : Escaliers	ml	88,82	686	60 931
7.2	**RDC**				
	1- Carrelage en grès cérame sol; Localisation : Séjour, Degagement	m^2	291,91	6 859	2 002 211
	2- Plinthes ; Localisation : Séjour, Degagement	ml	189,20	686	129 791
	3- Carrelage en grès cérame sol; Localisation : Magasins & Galerie	m^2	482,31	6 859	3 308 164
	4- Plinthes ; Localisation : Magasins, Galerie	ml	208,08	686	142 743
	5- Carrelage en grès cérame ; Localisation : Escaliers, Circulation	m^2	123,42	6 859	846 538
	6- Plinthes ; Localisation : Escaliers, Circulation	ml	224,92	686	154 295

	7- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : WC Visiteurs	m^2	19,64	6 859	134 711
	8- Faience Ht : 220 ; Localisation : WC Visiteurs	m^2	102,50	6 859	703 048
	9- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Cuisine + Buanderie	m^2	90,93	6 859	623 689
	10- Faience Ht : 60 ; Localisation : Cuisine	m^2	10,98	6 859	75 312
	11- Faience Ht : 180 ; Localisation : Buanderie	m^2	14,49	6 859	99 387
	12- Plinthes ; Localisation : Cuisine + Buanderie	ml	114,63	686	78 636
	13- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Terrasse	m^2	64,94	6 859	445 423
	14- Plinthes ; Localisation : Terrasse	ml	8,82	686	6 051
	15- Carrelage en granito sur paillasse cuisine	m^2	9,37	6 859	64 269
7.3	**MEZZANINE**				
	1- Carrelage en grès cérame sol; Localisation : Chambre Parents & 02, Degagement, Dressing	m^2	253,89	6 859	1 741 432
	2- Plinthes ; Localisation : Chambre Parents & 02, Degagement, Dressing	ml	266,81	686	183 032
	3- Carrelage en grès cérame sol; Localisation : Magasins	m^2	333,26	6 859	2 285 830
	4- Plinthes ; Localisation : Magasins	ml	241,90	686	165 943
	5- Carrelage en grès cérame ; Localisation : Escaliers + Circulation	m^2	126,56	6 859	868 075
	6- Plinthes ; Localisation : Escaliers + Circulation	ml	224,61	686	154 082
	7- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Salles d'eau Parent & 02	m^2	54,02	6 859	370 523
	8- Faience Ht : 220 ; Localisation : Salles d'eau Parent & 02	m^2	220,41	6 859	1 511 792
7.4	**1er ETAGE**				
	1- Carrelage en grès cérame sol; Localisation : Salon + SAM, Chambre Principale, Chambre 02, Degagement	m^2	653,38	6 859	4 481 533
	2- Plinthes ; Localisation : Salon + SAM, Chambre Principale, Chambre 02, Degagement	ml	559,25	686	383 646
	3- Carrelage en grès cérame ; Localisation : Escaliers + Circulation	m^2	85,52	6 859	586 582
	4- Plinthes ; Localisation : Escaliers + Circulation	ml	122,78	686	84 227
	5- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Salles d'eau 01 & 02 et WC Visiteurs	m^2	90,74	6 859	622 386
	6- Faience Ht : 220 ; Localisation : Salles d'eau 01 & 02 et WC Visiteurs	m^2	401,69	6 859	2 755 192
	7- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Cuisine + Buanderie	m^2	114,80	6 859	787 413
	8- Faience Ht : 60 ; Localisation : Cuisine	m^2	14,64	6 859	100 416
	9- Faience Ht : 180 ; Localisation : Buanderie	m^2	19,32	6 859	132 516
	10- Plinthes ; Localisation : Cuisine + Buanderie	ml	176,66	686	121 189
	11- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Balcon	m^2	64,59	6 859	443 023
	12- Plinthes ; Localisation : Balcon	ml	107,93	686	74 040
	13- Carrelage en granito sur paillasse cuisine	m^2	12,49	6 859	85 669
7.5	**2e ETAGE**				
	1- Carrelage en grès cérame sol; Localisation : Salon + SAM, Chambre Principale, Chambre 02, Degagement	m^2	653,38	6 859	4 481 533

	2- Plinthes ; Localisation : Salon + SAM, Chambre Principale, Chambre 02, Degagement	ml	559,25	686	383 646
	3- Carrelage en grès cérame ; Localisation : Escaliers + Circulation	m^2	85,52	6 859	586 582
	4- Plinthes ; Localisation : Escaliers + Circulation	ml	122,78	686	84 227
	5- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Salles d'eau 01 & 02 et WC Visiteurs	m^2	90,74	6 859	622 386
	6- Faience Ht : 220 ; Localisation : Salles d'eau 01 & 02 et WC Visiteurs	m^2	401,69	6 859	2 755 192
	7- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Cuisine + Buanderie	m^2	114,80	6 859	787 413
	8- Faience Ht : 60 ; Localisation : Cuisine	m^2	14,64	6 859	100 416
	9- Faience Ht : 180 ; Localisation : Buanderie	m^2	19,32	6 859	132 516
	10- Plinthes ; Localisation : Cuisine + Buanderie	ml	176,66	686	121 189
	11- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Balcon	m^2	64,59	6 859	443 023
	12- Plinthes ; Localisation : Balcon	ml	107,93	686	74 040
	13- Carrelage en granito sur paillasse cuisine	m^2	12,49	6 859	85 669
7.6	**3e ETAGE**				
	1- Carrelage en grès cérame sol; Localisation : Salon + SAM, Chambre Principale, Chambre 02, Degagement	m^2	653,38	6 859	4 481 533
	2- Plinthes ; Localisation : Salon + SAM, Chambre Principale, Chambre 02, Degagement	ml	559,25	686	383 646
	3- Carrelage en grès cérame ; Localisation : Escaliers + Circulation	m^2	85,52	6 859	586 582
	4- Plinthes ; Localisation : Escaliers + Circulation	ml	122,78	686	84 227
	5- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Salles d'eau 01 & 02 et WC Visiteurs	m^2	90,74	6 859	622 386
	6- Faience Ht : 220 ; Localisation : Salles d'eau 01 & 02 et WC Visiteurs	m^2	401,69	6 859	2 755 192
	7- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Cuisine + Buanderie	m^2	114,80	6 859	787 413
	8- Faience Ht : 60 ; Localisation : Cuisine	m^2	14,64	6 859	100 416
	9- Faience Ht : 180 ; Localisation : Buanderie	m^2	19,32	6 859	132 516
	10- Plinthes ; Localisation : Cuisine + Buanderie	ml	176,66	686	121 189
	11- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Balcon	m^2	64,59	6 859	443 023
	12- Plinthes ; Localisation : Balcon	ml	107,93	686	74 040
	13- Carrelage en granito sur paillasse cuisine	m^2	12,49	6 859	85 669
7.7	**4e ETAGE**				
	1- Carrelage en grès cérame sol; Localisation : Salon + SAM, Chambre Principale, Chambre 02, Degagement	m^2	653,38	6 859	4 481 533
	2- Plinthes ; Localisation : Salon + SAM, Chambre Principale, Chambre 02, Degagement	ml	559,25	686	383 646
	3- Carrelage en grès cérame ; Localisation : Escaliers + Circulation	m^2	85,52	6 859	586 582
	4- Plinthes ; Localisation : Escaliers + Circulation	ml	122,78	686	84 227
	5- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Salles d'eau 01 & 02 et WC Visiteurs	m^2	90,74	6 859	622 386
	6- Faience Ht : 220 ; Localisation : Salles d'eau 01 & 02 et WC Visiteurs	m^2	401,69	6 859	2 755 192
	7- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Cuisine + Buanderie	m^2	114,80	6 859	787 413

	8- Faience Ht : 60 ; Localisation : Cuisine	m^2	14,64	6 859	100 416
	9- Faience Ht : 180 ; Localisation : Buanderie	m^2	19,32	6 859	132 516
	10- Plinthes ; Localisation : Cuisine + Buanderie	ml	176,66	686	121 189
	11- Carrelage en grès cérame anti-dérapant ; Localisation : Balcon	m^2	64,59	6 859	443 023
	12- Plinthes ; Localisation : Balcon	ml	107,93	686	74 040
	13- Carrelage en granito sur paillasse cuisine	m^2	12,49	6 859	85 669
	Sous total Revêtement carrelage & pierre				**42 631 321**
VIII	**REVETEMENT PEINTURE**				
8.1	**RDJ**				
	1- Peinture sur Clôture	m²	518,44	2 775	1 438 671
	2- Peinture sur murs extérieurs	m²	287,26	2 775	797 147
	3- Peinture sur murs intérieurs	m²	245,76	2 100	516 096
	4- Peinture sous dalle	m²	1 341,41	2 100	2 816 961
8.2	**RDC**				
	1-Peinture sur murs extérieurs	m²	1 118,47	2 775	3 103 754
	2-Peinture sur murs intérieurs	m²	1 922,77	2 100	4 037 817
	3- Peinture sous Dalle	m²	930,35	2 100	1 953 735
8.3	**MEZZANINE**				
	1-Peinture sur murs extérieurs	m²	1 109,22	2 775	3 078 086
	2-Peinture sur murs intérieurs	m²	2 121,65	2 100	4 455 465
	3- Peinture sous Dalle	m²	1 259,05	2 100	2 644 005
8,4	**1er ETAGE**				
	1- Peinture sur murs extérieurs	m²	1 118,96	2 775	3 105 114
	2- Peinture sur murs intérieurs	m²	2 357,77	2 100	4 951 317
	3- Peinture sous dalle	m²	1 259,05	2 100	2 644 005
8.5	**2e ETAGE**				
	1-Peinture sur murs extérieurs	m²	1 118,96	2 775	3 105 114
	2-Peinture sur murs intérieurs	m²	2 357,77	2 100	4 951 317
	3- Peinture sous Dalle	m²	1 259,05	2 100	2 644 005
8.6	**3e ETAGE**				
	1-Peinture sur murs extérieurs	m²	1 118,96	2 775	3 105 114
	2-Peinture sur murs intérieurs	m²	2 357,77	2 100	4 951 317
	3- Peinture sous Dalle	m²	1 259,05	2 100	2 644 005
8.7	**4e ETAGE**				

	1-Peinture sur murs extérieurs	m²	1 118,96	2 775	3 105 114
	2-Peinture sur murs intérieurs	m²	2 357,77	2 100	4 951 317
	3- Peinture sous Dalle	m²	1 259,05	2 100	2 644 005
8.8	**Edicule**				
	1- Peinture sur murs extérieurs	m²	198,78	2 775	551 615
	2- Peinture sur murs intérieurs	m²	214,04	2 100	449 484
	3- Peinture sous dalle	m²	178,01	2 100	373 821
	Sous total Revêtement Peinture				**69 018 400**
IX	**PLOMBERIE SANITAIRE**				
	GENERALITES				
9.1	**ACCESSOIRES DE CANALISATIONS**				
	Vannes d'arret ø 26/34	u	40,00	6 000	240 000
	Vannes d'arret ø 20/27	u	40,00	6 000	240 000
	NOURRICE PPR EC 3 SORTIES	u	45,00	8 474	381 330
	NOURRICE PPR EF 3 SORTIES	u	74,00	8 474	627 076
	TRAPPE DE VISITE Pour NOURRICES	U	50,00	8 200	410 000
9.2	**RACCORDS DE CANALISATIONS**				
	Evacuation EU-EV-EP				
	BOUCHON ø50	U	10,00	424	4 240
	BOUCHON ø75	U	40,00	508	20 320
	BOUCHON ø100	U	25,00	508	12 700
	BOUCHON ø110	U	20,00	508	10 160
	COUDE45° PVC ø40	U	60,00	100	6 000
	COUDE 45° PVC ø75	U	180,00	340	61 200
	COUDE 45° PVC ø100	U	20,00	560	11 200
	COUDE 45° PVC ø110	U	20,00	652	13 040
	COUDE 45° PVC ø125	U	20,00	763	15 260
	TE CULOTTE PVC ø50	U	6,00	424	2 544
	TE CULOTTE PVC ø75	U	250,00	1 102	275 500
	TE CULOTTE PVC ø100	U	85,00	1 271	108 035
	TE CULOTTE PVC ø110	U	80,00	1 949	155 920
	TE CULOTTE PVC ø125	U	10,00	2 119	21 190
	REDUCTION PVC ø75-ø40	U	168,00	593	99 624
	REDUCTION PVC ø100-ø40	U	50,00	1 441	72 050
	REDUCTION PVC ø100-ø75	U	89,00	1 441	128 249

	REDUCTION PVC ø125-ø75	U	97,00	2 119	205 543
	REDUCTION PVC ø125-ø110	U	56,00	2 542	142 352
9.3	**Aliementation Eau froide -eau chaude**				
	BOUCHON PPR ø50	U	10,00	420	4 200
	COUDE PPR ø20	U	398,00	382	152 036
	COUDE Taraudee PPR ø20	U	760,00	382	290 320
	COUDE PPR ø25	U	215,00	382	82 130
	COUDE PPR ø50	U	15,00	1 568	23 520
	TÉ PPR ø20	U	421,00	339	142 719
	TÉ PPR ø25-ø20-ø20	U	403,00	339	136 617
	TÉ PPR ø25-ø20-ø25	U	230,00	339	77 970
	TÉ PPR ø25-ø25-ø20	U	185,00	339	62 715
	TÉ PPR ø25-ø25-ø25	U	201,00	339	68 139
	TÉ PPR ø50-ø50-ø25	U	50,00	435	21 750
	TÉ PPR ø50-ø50-ø50	U	20,00	435	8 700
	Tube pont PPR ø20 (dos d'ane)	U	402,00	1 271	510 942
	Tube pont PPR ø25	U	103,00	1 271	130 913
	Raccord femelle PPR ø20	U	786,00	593	466 098
	Support fixation Double CLIP -PPR ø25	U	560,00	890	498 400
	Bouchon fileté ø20	U	750,00	339	254 250
	Raccord intermediaire -Manchon PPR ø20	U	409,00	254	103 886
	Raccord intermediaire -Manchon PPR ø25	U	386,00	254	98 044
9.4	**CANALISATIONS**				
	Alimentation Eau froide -eau chaude				
	PPR ø20	ml	3 100,00	550	1 705 000
	PPR ø25	ml	1 100,00	625	687 500
	PPR EF ø50	ml	180,00	667	120 060
	Evacuation EU-EV-EP				
	EU PVC ø40	ml	402,00	1 531	615 462
	EU PVC ø50	ml	60,00	2 000	120 000
	EU PVC ø75	ml	456,00	2 953	1 346 568
	EV PVC ø100	ml	387,00	3 391	1 312 317
	EV PVC ø110	ml	910,00	4 375	3 981 250
	EP /EU + EV PVC ø125	ml	55,00	4 650	255 750
	EP /EU + EV PVC ø160	ml	40,00	5 360	214 400
	EP /EU + EV PVC ø200	ml	30,00	4 237	127 119
	Manchon PVC ø100	U	128,00	1 050	134 400
	Manchon PVC ø110	U	109,00	1 050	114 450

	Colle tangite 250g	u	50,00	7 970	398 500
	Vice à bois	Paquet	50,00	2 119	105 932
	Joint 15	Paquet	15,00	1 271	19 068
	Joint 12	Paquet	10,00	1 271	12 712
	Poupee filasse	u	10,00	1 695	16 949
	Colliers métalliques de fixation Diam 125	u	60,00	1 695	101 700
	Colliers métalliques de fixation Diam 110	u	60,00	1 271	76 260
	Colliers métalliques de fixation Diam 100	u	74,00	1 271	94 054
	Colliers métalliques de fixation Diam 75	u	50,00	847	42 350
	Colliers métalliques de fixation Diam 54	u	40,00	847	33 880
	Cheville plastique N°8	Paquet	20,00	2 458	49 160
	Cheville plastique N°10	Paquet	20,00	2 458	49 160
9.5	**APPAREILS SANITAIRES** Les appareils sanitaires seront en céramique choix A de couleur blanche, Les robinetteries seront de qualité industrielle garantie 10 ans pièces et main d'œuvre suivant la norme NF D 18201. L'entrepreneur du présent lot aura à sa charge l'étanchéité en mastic appliqué - LAVABO				
	- Lavabo avec meuble + robinet mitigeur chromé	u	40,00	110 000	4 400 000
	- Lavabo sur pieds + robinet mitigeur chromé	u	116,00	65 000	7 540 000
	- Glace avec LED +armoire integré de 60 x 60	u	40,00	18 000	720 000
	- Glace de lavabo de 60 x 40 épaisseur 4 mm	u	116,00	24 000	2 784 000
	WC AU SOL				
	- WC À L'ANGLAISE	u	156,00	59 019	9 206 964
	- Pipe de WC souple diametre 100mm	u	156,00	8 500	1 326 000
	DOUCHE				
	-Colonne de douche avec Robinet mitigeur chromé	u	108,00	72 000	7 776 000
	EVIER				
	- Évier 1 bac en inox + Robinet mitigeur chromé	u	40,00	59 000	2 360 000
	ACCESSOIRES SANITAIRES				
	- Porte papier hygiénique en inox ou chromé	u	156,00	9 080	1 416 480
	- Porte balai en inox ou chromé	u	156,00	10 896	1 699 776
	- Porte savon en inox ou chromé	u	108,00	5 448	588 384
	- Porte serviette en inox ou chromé	u	108,00	19 976	2 157 408
	- Siphon de sol en inox ou chromé	u	108,00	18 294	1 975 752
	- Flexibles mâle/femelle	u	524,00	3 600	1 886 400
	REGARDS				
	- Regard EP 60*60	u	16,00	75 000	1 200 000

	- Regard EU-EV 60*60	u	16,00	75 000	1 200 000
	Sous total Plomberie Sanitaire et sécurité incendie				**66 368 047**
X	**CLIMATISATION**				
	- Canalisations frigorifiques 3/8"	ml	452,00	2 667	1 205 333
	- Canalisations frigorifiques 1/4"	ml	704,00	2 000	1 408 000
	- Canalisations frigorifiques 1/2"	ml	240,00	3 333	800 000
	- Canalisations PVC 32	ml	190,00	2 000	380 000
	- Té Culotte PVC 32	u	150,00	424	63 600
	- Coude PVC 32	u	150,00	100	15 000
	- Isolants armaflex 3/8"	ml	452,00	2 000	904 000
	- Isolants armaflex 1/4"	ml	704,00	2 000	1 408 000
	- Isolants armaflex 1/2"	ml	240,00	2 000	480 000
	Sous total Climatisation				**6 663 933**
XI	**ELECTRICITE COURANTS FORTS**				
0	**Branchement CIE**				
	Abonemement 10A monophasé	u	53,00		-
11.1	**Prise de terre**				
	Câble cuivre nu, section 29 mm2 minimum, en périphérie du bâtiment	ml	290,00	4 015	1 164 350
	Barrette de coupure ou de mesure	u	4,00	4 706	18 825
	Piquet de terre 1,8m	u	8,00	10 038	80 300
	Conducteur de liaison barrette de terre - Coffret electrique cable 16mm²	ml	400,00	1 250	500 000
	cosse C n°75	U	10,00	5 250	52 500
	Raccord cuivre nu - fer à beton	U	20,00	5 250	105 000
11.2	**Distribution principale**				
	Cable d'alimentation coffret electrique 2*10mm² U1000R02V	ml	2 200,00	3 975	8 744 670
	Cable d'alimentation coffret electrique Partie commune 4*10mm² U1000R02V	ml	200,00	7 195	1 438 983
	Cable d'alimentation ascenceurs 2*10 mm² U1000R02V	ml	200,00	3 975	794 970
11.3	***A PARTIR DES COFFRETS ELECTRIQUES ECLAIRAGE***				
	Distribution des luminaires sur des circuits monophasés distincts,en cable VGV 3G1,5mm2	Rlx	76,00	83 950	6 380 200
	Conducteurs H07VR (TH) Vert/jaune 1,5mm²	Rlx	104,00	20 805	2 163 720
	Conducteurs H07VR (TH) Rouge 1,5mm²	Rlx	114,00	20 805	2 371 770
	Conducteurs H07VR (TH) Bleu 1,5mm²	Rlx	104,00	20 805	2 163 720
	Conducteurs H07VR (TH) Marron 1,5mm²	Rlx	84,00	20 805	1 747 620
	Conducteurs H07VR (TH) Noir 1,5mm²	Rlx	84,00	20 805	1 747 620

11.4	***A PARTIR DES COFFRETS ELECTRIQUES PRISES - CLIMATISATEURS***				
	Distribution des Climatiseurs et Chauffe eau sur des circuits monophasés distincts,en cable VGV 3G2,5mm2	Rlx			
	Conducteurs H07VR (TH) Vert/jaune 2.5mm²	Rlx	122,00	34 310	4 185 820
	Conducteurs H07VR (TH) Rouge 2,5mm²	Rlx	122,00	34 310	4 185 820
	Conducteurs H07VR (TH) Bleu 2,5mm²	Rlx	122,00	34 310	4 185 820
11.5	**Fourreautage**				
	Gaine électriques ICTA (tubes annelées) Diam 20	Rlx	124,00	37 942	4 704 777
	Gaine électriques ICTA (tubes annelées) Diam 25	Rlx	124,00	40 728	5 050 292
	Gaine électriques ICTA (tubes annelées) Diam 32	Rlx	24,00	56 602	1 358 448
	Boite d'encastrement type carré	U	2 420,00	675	1 633 500
	Boite de dérivation encastrable 290x150	U	88,00	5 738	504 926
11.6	**Petits appareillages**				
	Prise 2P+T 16A	U	526,00	2 884	1 516 721
	Prises 2P+T 16A etanche	U	216,00	14 386	3 107 400
	Dismatic 20A	U	188,00	15 851	2 980 029
	Prises TV	U	40,00	8 432	337 260
	Interrupteur Double Va et Vient	U	36,00	3 770	135 736
	Interrupteur Va et Vient	U	621,00	2 727	1 693 188
	Bouton poussoir lumineux	U	37,00	3 930	145 410
	Extracteur d'air VMC Mural	U	64,00	18 200	1 164 800
	Extincteur à eau 6l	U	40,00	35 000	1 400 000
11.7	**Luminiaires**				
	Pafonnier decoratif 24W	U	80,00	32 500	2 600 000
	Spot LED 1x18W	U	116,00	7 330	850 280
	Spot LED 1x12W	U	304,00	6 500	1 976 000
	Réglette Led 1,2m	U	40,00	10 000	400 000
	Eclairage de sécurité (BAES)	U	42,00	20 763	872 046
11.8	**Coffrets électriques**				
	Coffret électrique apparent 36 modules	U	5,00	39 035	195 173
	Coffret électrique encastré 24 modules	U	40,00	20 102	804 080
	Disjoncteur DPN 10A	U	130,00	5 463	710 137
	Disjoncteur DPN 16A	U	232,00	5 986	1 388 752
	Disjoncteur DPN 20A	U	80,00	5 986	478 880
	Interrupteur différentiel 2P25A-30mA	U	84,00	42 924	3 605 616
	Interrupteur différentiel 2P40A-30mA	U	42,00	25 424	1 067 797
	Interrupteur différentiel 4P25A-30mA	U	4,00	45 593	182 372
	Interrupteur modulaire 2P63A	U	40,00	56 712	2 268 480
	Disjoncteur 4P40A	U	4,00	31 176	124 704

	Disjoncteur différentiel 4P32A-300mA	U	4,00	81 258	325 031
	Minuterie 10A	U	8,00	34 310	274 480
11.9	**Accessoires de câblage électrique**				
	Peigne d'alimentation horizontale - pour appareils bipolaires à vis - 12 modules	U	129,00	3 161	407 756
	Paquets de dominos 16A	U	85,00	6 388	542 938
	Paquets de dominos 10A	U	130,00	1 709	222 161
	Fils souple 6mm² Noir	ml	200,00	1 345	
	Fils souple 6mm² bleu	ml	200,00	861	172 280
	Embouts de 6mm²	U	2 240,00	69	153 709
	Paquet colliers avec embases ø38	U	4,00	14 195	56 780
	Cheville plastique N°10	Paquet	4,00	2 458	9 831
	Sous total Electricité				**87 453 477**
XII	**ASCENSEUR**				
	Ascenseurs à traction à câble type simplex à MLR, 480Kg,	U	4	17 780 000	71 120 000
	Sous total Ascenseur				**71 120 000**
TOTAL MONTANT - TRAVAUX SECOND ŒUVRE - PROJET YENITA - BLOC A			**1**		**631 419 597**

Tableau A1.79 : Devis quantitatifs et estimatifs du second œuvre du bloc A des deux systèmes étudiés.

Annexe 6 : Devis de la main d'œuvre du gros œuvre des systèmes étudiés

Système 3P :

Le tableau A1.80 présente le devis de la main d'œuvre du gros œuvre des systèmes étudiés du bloc A du système 3P.

Lots	Libellé	Unités	Quantité	Prix unitaire (HT)	Prix total (HT)
I	**TRAVAUX GROS ŒUVRE**				
1	**FONDATIONS**				
	Linéaire Total des FOUILLES EN RIGOLE FONDATION	ml	-		
a	**Préparation du terrain**				
	1-Débroussement/débroussaillement	m²	784,70	1 000	784 700
	2-Décapage de terre végétale	m²	784,70	1 000	784 700
	3-évacuation des ouvrages réalisés	ens	1,00		-
	4-Implantation des ouvrages	m²	784,70	500	392 350
b	**Fouilles**				
	1-Fouilles en masse pour radiers	m³	784,70	1 610	1 263 367
	3-Remblais de sable sous dallage compacté	m³	78,47	1 610	126 337
	3-Remblais de sable sous dallage hydraulique	m³	315,76	1 610	508 374
	4-Evacuation des terres excédentaires	m³	706,23	2 222	1 569 243
c	**Radiers dosées à 350 kg/m3 (CPA)**				
	1-Béton de propreté dosé à 150 Kg/m3 (CPA)	m³	39,24	11 441	448 875
	2-Béton C350	m³	315,76	12 435	3 926 395
	3-Acier (124 kg/m3)	kg	39 154,24	100	3 915 424
	4-Coffrage	m²	44,84	1 432	64 195
d	**Puits de fondation**				
	1-Excavation mécanique puits Ø2 m sur 4.40 m	m³	621,72	660	410 335
	2-Évacuation et mise en décharge des déblais	m³	621,72	2 240	1 392 653
	3-Blindage	m²	1 243,44	510	634 154
	4-Pompage/assèchement pendant excavation et bétonnage (par puits)	U	45,00	66 000	2 970 000
	5-Béton de fondation C25/30 (puits)	m³	219,93	12 435	2 734 719
	6-Acier HA pour cages (150 kg/m3)	kg	32 988,84	100	3 298 884
	7-Coffrage/renforcement tête de puits et arasement	m²	141,30	1 432	202 273
e	**Surépaisseur sur puits**				
	1-Béton C350	m³	5,38	12 435	66 899
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	538,00	100	53 800
	4-Coffrage	m²	83,70	1 432	119 818
f	**Dalle pleine ép.18cm**				
	1-Béton C350	m³	141,25	12 435	1 756 358
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	14 124,60	100	1 412 460
	3-Coffrage	m²	784,70	1 625	1 275 138
g	**Voile (départ escaliers VL1)**				
	1-Béton C350	m³	0,96	12 435	11 937
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	96,00	100	9 600
	3-Coffrage	m²	9,72	1 432	13 914
h	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	5,99	12 435	74 484
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	1 018,30	100	101 830
	3-Coffrage	m²	65,96	1 432	94 417
i	**Amorce de Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	12,23	12 435	152 027
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 222,60	100	122 260

	3-Coffrage	m²	116,62	1 432	166 946
j	**Voile EP 20 (MS)**				
	1-Béton C350	m³	19,17	12 435	238 433
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 259,71	100	325 971
	3-Coffrage	m²	191,75	1 432	274 490
	4-Tisse synthétique (Etancheité liquide + géotextile)	m²	95,87	2 000	191 747
	5- Barbacane	ml	10,31	659	6 794
	Sous Total FONDATIONS				**31 896 301**
2	**RDJ**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	12,13	12 435	150 858
	2-Acier (170kg/m3)	kg	2 062,44	100	206 244
	3-Coffrage	m²	121,32	1 432	173 672
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	29,23	12 435	363 492
	2-Acier (170kg/m3)	kg	4 969,44	100	496 944
	3-Coffrage	m²	292,32	1 432	418 461
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,36	12 435	91 485
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	735,72	100	73 572
	3-Coffrage	m²	10,72	1 432	15 344
d	**Voile EP 20 (MS)**				
	1-Béton C350	m³	92,78	12 435	1 153 708
	2-Acier (90kg/m3)	kg	8 350,29	100	835 029
	3-Coffrage	m²	1 574,50	1 432	2 253 922
	4-Tisse synthétique (Etancheité liquide + géotextile)	m²	753,75		-
	5- Barbacane	ml	16,75		-
e	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	24,48	12 435	304 403
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	4 161,60	100	416 160
	3-Coffrage	m²	180,00	1 432	257 673
f	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	77,66	12 435	965 672
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	9 319,10	100	931 910
	3-Coffrage	m²	558,18	1 432	799 038
g	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	31,39	12 435	390 277
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	3 138,60	100	313 860
	3-Coffrage	m²	104,62	1 625	170 008
h	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	22,04	12 435	274 077
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 204,12	100	220 412
	3-Hourdis	u	5 510,30	1 625	8 954 238
	4-coffrage	m²	1 836,77		-
i	**chape de 5cm**	m²	707,96	2 050	1 451 062
j	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**	m²			
	1-Sur murs en agglos	m²	-		-
	2-Sous plancher	m²	707,96	2 007	1 420 599
	Sous Total RDJ				**23 102 120**

3	**RDC**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,09	12 435	100 572
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 374,96	100	137 496
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 781
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	19,49	12 435	242 328
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 312,96	100	331 296
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	278 974
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	15,10	12 435	187 765
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 510,00	100	151 000
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 121
d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	7,55	12 435	93 913
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	755,25	100	75 525
	3-Coffrage	m²	14,06	1 432	20 127
e	**Blocs d'agglomérés**				
	Mur en élévation en agglos creux de 10	m²	123,48	1 871	231 034
	Mur en élévation en agglos creux de 15	m²	71,37	2 169	154 828
	Mur en élévation en agglos creux de 20	m²	649,94	2 252	1 463 974
f	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	25,20	12 435	313 356
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	4 284,00	100	428 400
	3-Coffrage	m²	230,40	1 432	329 821
g	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	50,57	12 435	628 800
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	6 068,16	100	606 816
	3-Coffrage	m²	168,56	1 432	241 296
h	**Chainage**				
	1-Béton C350	m³	4,05	12 435	50 361
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	405,00	100	40 500
	3-Coffrage	m²	60,75	1 432	86 965
i	**Linteaux & Appuis de Baies**				
	1-Béton C350	m³	2,74	12 435	34 051
	2-Acier (60 kg/m3)	kg	164,30	100	16 430
	3-Coffrage	m²	41,08	1 432	58 801
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	22,63	12 435	281 373
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 262,80	100	226 280
	3-Coffrage	m²	113,14	1 625	183 853
k	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	15,33	12 435	190 650
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 533,20	100	153 320
	3-Hourdis	u	3 833,00		-
	4-coffrage	m²	1 277,67	1 625	2 076 208
l	**Chape de 5cm**	m²	496,44	2 050	1 017 523
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	1 689,58	2 007	3 390 317
	2-Sous plancher	m²	496,44	2 007	996 161

	Paillasse Cuisine				
	1-Béton C350	m³	0,47	12 435	5 819
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	28,08	100	2 808
	3-Coffrage	m²	4,68	1 432	6 699
	4-Muret 10	m²	3,51	1 871	6 567
	5-Enduit	m2	7,02	2 007	14 086
	6-Socle	m²	3,51	6 300	22 113
	Sous Total RDC				**15 025 111**
4	**MEZZANINE**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,09	12 435	100 572
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 374,96	100	137 496
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 781
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	19,49	12 435	242 328
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 312,96	100	331 296
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	278 974
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	26,88	12 435	334 246
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 688,00	100	268 800
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 121
d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	7,55	12 435	93 820
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	754,50	100	75 450
	3-Coffrage	m²	14,06	1 432	20 127
e	**Blocs d'agglomérés**				
	Mur en élévation en agglos creux de 10	m²	29,23	1 871	54 694
	Mur en élévation en agglos creux de 15	m²	155,85	2 169	338 082
	Mur en élévation en agglos creux de 20	m²	617,74	2 252	1 391 444
f	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	21,36	12 435	265 606
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 631,20	100	363 120
	3-Coffrage	m²	230,40	1 432	329 821
g	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	50,57	12 435	628 800
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	6 068,16	100	606 816
	3-Coffrage	m²	168,56	1 432	241 296
h	**Chainage**				
	1-Béton C350	m³	4,05	12 435	50 361
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	405,00	100	40 500
	3-Coffrage	m²	60,75	1 432	86 965
i	**Linteaux & Appuis de Baies**				
	1-Béton C350	m³	2,63	12 435	32 723
	2-Acier (60 kg/m3)	kg	157,90	100	15 790
	3-Coffrage	m²	41,08	1 432	58 801
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	22,63	12 435	281 373
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 262,80	100	226 280
	3-Coffrage	m²	113,14	1 625	183 853

k	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	15,33	12 435	190 650
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 533,20	100	153 320
	3-Hourdis	u	3 833,00		-
	4-coffrage	m²	1 277,67	1 625	2 076 208
l	**Chape de 5cm**	m²	496,44	2 050	1 017 523
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	1 605,63	2 007	3 221 875
	2-Sous plancher	m²	496,44	2 007	996 161
	Sous Total MEZZANINE				**14 882 073**
5	**ETAGE 1**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	12 435	110 629
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	100	151 246
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 781
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	12 435	266 561
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	100	364 426
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	278 974
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	12 435	94 753
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	100	76 200
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 121
d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	9,03	12 435	112 332
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	903,38	100	90 338
	3-Coffrage	m²	14,06	1 432	20 127
e	**Blocs d'agglomérés**				
	Mur en élévation en agglos creux de 10	m²	74,15	1 871	138 740
	Mur en élévation en agglos creux de 15	m²	393,45	2 169	853 518
	Mur en élévation en agglos creux de 20	m²	634,29	2 252	1 428 734
f	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	20,33	12 435	252 774
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 455,76	100	345 576
	3-Coffrage	m²	227,04	1 432	325 011
g	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	50,57	12 435	628 800
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	6 068,16	100	606 816
	3-Coffrage	m²	168,56	1 432	241 296
h	**Chainage**				
	1-Béton C350	m³	4,05	12 435	50 361
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	405,00	100	40 500
	3-Coffrage	m²	60,75	1 432	86 965
i	**Linteaux & Appuis de Baies**				
	1-Béton C350	m³	2,78	12 435	34 598
	2-Acier (60 kg/m3)	kg	166,94	100	16 694
	3-Coffrage	m²	41,08	1 432	58 801
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	23,30	12 435	289 680

	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 329,60	100	232 960
	3-Coffrage	m²	116,48	1 625	189 280
k	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	16,14	12 435	200 697
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 614,00	100	161 400
	3-Hourdis	u	4 035,00		-
	4-coffrage	m²	1 343,33	1 625	2 182 917
l	**Chape de 5cm**	m²	519,98	2 050	1 065 771
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	2 203,79	2 007	4 422 144
	2-Sous plancher	m²	519,98	2 007	1 043 396
n	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	12 435	7 759
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	100	3 744
	3-Coffrage	m²	6,24	1 432	8 933
	4-Muret 10	m²	4,68	1 871	8 756
	5-Enduit	m²	9,36	2 007	18 782
	6-Socle	m²	4,68	6 300	29 484
	Sous Total ETAGE 1				**16 687 376**
6	**ETAGE 2**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	12 435	110 629
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	100	151 246
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 781
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	12 435	266 561
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	100	364 426
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	278 974
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	12 435	94 753
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	100	76 200
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 121
d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	9,03	12 435	112 332
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	903,38	100	90 338
	3-Coffrage	m²	14,06	1 432	20 127
e	**Blocs d'agglomérés**				
	Mur en élévation en agglos creux de 10	m²	74,15	1 871	138 740
	Mur en élévation en agglos creux de 15	m²	393,45	2 169	853 518
	Mur en élévation en agglos creux de 20	m²	634,29	2 252	1 428 734
f	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	20,33	12 435	252 774
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 455,76	100	345 576
	3-Coffrage	m²	227,04	1 432	325 011
g	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	50,57	12 435	628 800
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	6 068,16	100	606 816
	3-Coffrage	m²	168,56	1 432	241 296
h	**Chainage**				

	1-Béton C350	m³	4,05	12 435	50 361
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	405,00	100	40 500
	3-Coffrage	m²	60,75	1 432	86 965
i	**Linteaux & Appuis de Baies**				
	1-Béton C350	m³	2,78	12 435	34 598
	2-Acier (60 kg/m3)	kg	166,94	100	16 694
	3-Coffrage	m²	41,08	1 432	58 801
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	23,30	12 435	289 680
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 329,60	100	232 960
	3-Coffrage	m²	116,48	1 625	189 280
k	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	16,14	12 435	200 697
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 614,00	100	161 400
	3-Hourdis	u	4 035,00		-
	4-coffrage	m²	1 343,33	1 625	2 182 917
l	**Chape de 5cm**	m²	519,98	2 050	1 065 771
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	2 203,79	2 007	4 422 144
	2-Sous plancher	m²	519,98	2 007	1 043 396
n	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	12 435	7 759
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	100	3 744
	3-Coffrage	m²	6,24	1 432	8 933
	4-Muret 10	m²	4,68	1 871	8 756
	5-Enduit	m²	9,36	2 007	18 782
	6-Socle	m²	4,68	6 300	29 484
	Sous Total ETAGE 2				**16 687 376**
7	**ETAGE 3**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	12 435	110 629
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	100	151 246
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 781
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	12 435	266 561
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	100	364 426
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	278 974
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	12 435	94 753
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	100	76 200
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 121
d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	9,03	12 435	112 332
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	903,38	100	90 338
	3-Coffrage	m²	14,06	1 432	20 127
e	**Blocs d'agglomérés**				
	Mur en élévation en agglos creux de 10	m²	74,15	1 871	138 740
	Mur en élévation en agglos creux de 15	m²	393,45	2 169	853 518
	Mur en élévation en agglos creux de 20	m²	634,29	2 252	1 428 734

f	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	20,33	12 435	252 774
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 455,76	100	345 576
	3-Coffrage	m²	227,04	1 432	325 011
g	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	50,57	12 435	628 800
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	6 068,16	100	606 816
	3-Coffrage	m²	168,56	1 432	241 296
h	**Chainage**				
	1-Béton C350	m³	4,05	12 435	50 361
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	405,00	100	40 500
	3-Coffrage	m²	60,75	1 432	86 965
i	**Linteaux & Appuis de Baies**				
	1-Béton C350	m³	2,78	12 435	34 598
	2-Acier (60 kg/m3)	kg	166,94	100	16 694
	3-Coffrage	m²	41,08	1 432	58 801
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	23,30	12 435	289 680
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 329,60	100	232 960
	3-Coffrage	m²	116,48	1 625	189 280
k	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	16,14	12 435	200 697
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 614,00	100	161 400
	3-Hourdis	u	4 035,00		-
	4-coffrage	m²	1 343,33	1 625	2 182 917
l	**Chape de 5cm**	m²	519,98	2 050	1 065 771
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	2 203,79	2 007	4 422 144
	2-Sous plancher	m²	519,98	2 007	1 043 396
n	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	12 435	7 759
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	100	3 744
	3-Coffrage	m²	6,24	1 432	8 933
	4-Muret 10	m²	4,68	1 871	8 756
	5-Enduit	m²	9,36	2 007	18 782
	6-Socle	m²	4,68	6 300	29 484
	Sous Total ETAGE 3				**16 687 376**
8	**ETAGE 4**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	12 435	110 629
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	100	151 246
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 781
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	12 435	266 561
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	100	364 426
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	278 974
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	12 435	94 753
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	100	76 200

	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 121
d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	9,03	12 435	112 332
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	903,38	100	90 338
	3-Coffrage	m²	14,06	1 432	20 127
e	**Blocs d'agglomérés**				
	Mur en élévation en agglos creux de 10	m²	74,15	1 871	138 740
	Mur en élévation en agglos creux de 15	m²	393,45	2 169	853 518
	Mur en élévation en agglos creux de 20	m²	634,29	2 252	1 428 734
f	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	20,33	12 435	252 774
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 455,76	100	345 576
	3-Coffrage	m²	227,04	1 432	325 011
g	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	50,57	12 435	628 800
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	6 068,16	100	606 816
	3-Coffrage	m²	168,56	1 432	241 296
h	**Chainage**				
	1-Béton C350	m³	4,05	12 435	50 361
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	405,00	100	40 500
	3-Coffrage	m²	60,75	1 432	86 965
i	**Linteaux & Appuis de Baies**				
	1-Béton C350	m³	2,78	12 435	34 598
	2-Acier (60 kg/m3)	kg	166,94	100	16 694
	3-Coffrage	m²	41,08	1 432	58 801
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	23,30	12 435	289 680
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 329,60	100	232 960
	3-Coffrage	m²	116,48	1 625	189 280
k	**Dalle à corps creux**				
	1-Béton C350 (dalle de compression 4cm)	m³	16,14	12 435	200 697
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 614,00	100	161 400
	3-Hourdis	u	4 035,00		-
	4-coffrage	m²	1 343,33	1 625	2 182 917
l	**Chape de 5cm**	m²	519,98	2 050	1 065 771
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	2 203,79	2 007	4 422 144
	2-Sous plancher	m²	519,98	2 007	1 043 396
n	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	12 435	7 759
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	100	3 744
	3-Coffrage	m²	6,24	1 432	8 933
	4-Muret 10	m²	4,68	1 871	8 756
	5-Enduit	m²	9,36	2 007	18 782
	6-Socle	m²	4,68	6 300	29 484
o	**Acrotère**				
	1- mur en agglos creux de 15cm	m²	177,68	2 169	385 451
	2- mur en agglos creux de 20cm	m²	87,29	2 252	196 620
	3- Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3	m²	529,95	2 007	1 063 398
	Sous Total ETAGE 4				**18 332 845**

9	**EDICULE**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	7,55	12 435	93 867
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 283,30	100	128 330
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 781
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	18,19	12 435	226 173
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 092,10	100	309 210
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	278 974
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	12 435	94 753
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	100	76 200
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 121
d	**Raidisseurs**				
	1-Béton C350	m³	0,19	12 435	2 387
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	19,20	100	1 920
	3-Coffrage	m²	14,06	1 432	20 127
j	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	14,76	12 435	183 537
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 476,00	100	147 600
	3-Coffrage	m²	73,80	1 625	119 925
l	**Acrotère** (Mur en élévation en agglos creux de 20)	m²	20,72	2 252	46 681
m	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**				
	1-Sur murs en agglos	m²	41,45	2 007	83 170
	2-Sous plancher	m²	73,80	2 007	148 088
	Sous Total EDICULE				**2 107 843**
TOTAL MONTANT - MAIN D'ŒUVRE G.O - SYSTÈME 3P - PROJET YENITA - BLOC A			**1**		**155 408 422**

Tableau A1.80 : Devis de la main d'œuvre du gros œuvre des systèmes étudiés du bloc A du système 3P

Système coffrage tunnel :

Le tableau A1.81 présente le devis de la main d'œuvre du gros œuvre des systèmes étudiés du bloc A du système coffrage tunnel.

Lots	Libellé	Unités	Quantité	Prix unitaire (HT)	Prix total (HT)
I	**TRAVAUX GROS ŒUVRE**				
1	**FONDATIONS**				
	Linéaire Total des FOUILLES EN RIGOLE FONDATION	ml	-		
a	**Préparation du terrain**				
	1-Débroussement/débroussaillement	m²	784,70	1 000	784 700
	2-Décapage de terre végétale	m²	784,70	1 000	784 700
	3-évacuation des ouvrages réalisés	ens	1,00	-	-
	4-Implantation des ouvrages	m²	784,70	500	392 350
b	**Fouilles**				
	1-Fouilles en masse pour radiers	m³	784,70	1 610	1 263 367
	3-Remblais de sable sous dallage compacté	m³	78,47	1 610	126 337
	3-Remblais de sable sous dallage hydraulique	m³	315,76	1 610	508 374
	4-Evacuation des terres excédentaires	m³	706,23	2 222	1 569 243
c	**Radiers dosées à 350 kg/m3 (CPA)**				
	1-Béton de propreté dosé à 150 Kg/m3 (CPA)	m³	39,24	11 441	448 888
	2-Béton C350	m³	315,76	12 435	3 926 476
	3-Acier (124 kg/m3)	kg	39 154,24	100	3 915 424
	4-Coffrage	m²	44,84	1 432	64 217
d	**Puits de fondation**				
	1-Excavation mécanique puits Ø2 m sur 4.40 m	m³	621,72	660	410 335
	2-Évacuation et mise en décharge des déblais	m³	621,72	2 240	1 392 653
	3-Blindage	m²	1 243,44	510	634 154
	4-Pompage/assèchement pendant excavation et bétonnage (par puits)	u	45,00	66 000	2 970 000
	5-Béton de fondation C25/30 (puits)	m³	219,93	12 435	2 734 775
	6-Acier HA pour cages (150 kg/m3)	kg	32 988,84	100	3 298 884
	7-Coffrage/renforcement tête de puits et arasement	m²	141,30	1 432	202 342
e	**Surépaisseur sur puits**				
	1-Béton C350	m³	5,38	12 435	66 900
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	538,00	100	53 800
	4-Coffrage	m²	83,70	1 432	119 858
f	**Dalle pleine ép.18cm**				
	1-Béton C350	m³	141,25	12 435	1 756 394
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	14 124,60	100	1 412 460
	3-Coffrage	m²	784,70	1 432	1 123 690
g	**Voile (départ escaliers VL1)**				
	1-Béton C350	m³	0,96	12 435	11 938
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	96,00	100	9 600
	3-Coffrage	m²	9,72	1 432	13 919
h	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	5,99	12 435	74 486
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	1 018,30	100	101 830
	3-Coffrage	m²	65,96	1 432	94 449
i	**Amorce de Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	12,23	12 435	152 030
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 222,60	100	122 260
	3-Coffrage	m²	116,62	1 432	167 003
J	**Voile EP 20 (MS)**				
	1-Béton C350	m³	19,17	12 435	238 438
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	3 259,71	100	325 971
	3-Coffrage	m²	191,75	1 432	274 582
	4-Tisse synthétique (Etancheité liquide + géotextile)	m²	95,87	2 000	191 747
	5- Barbacane	ml	10,31	659	6 794
	Sous Total FONDATIONS				**31 745 366**

2	**RDJ** **Linéaire Total des murs 15 RDC**				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	12,13	12 435	150 861
	2-Acier (170kg/m3)	kg	2 062,44	100	206 244
	3-Coffrage	m²	121,32	1 432	173 730
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	29,23	12 435	363 500
	2-Acier (170kg/m3)	kg	4 969,44	100	496 944
	3-Coffrage	m²	292,32	1 432	418 602
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,36	12 435	91 487
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	735,72	100	73 572
	3-Coffrage	m²	10,72	1 432	15 350
d	**Voile EP 20 (MS)**				
	1-Béton C350	m³	92,78	12 435	1 153 732
	2-Acier (90kg/m3)	kg	8 350,29	100	835 029
	3-Coffrage	m²	1 574,50	1 432	2 254 684
	4-Tisse synthétique (Etancheité liquide + géotextile)	m²	753,75	-	-
	5- Barbacane	ml	16,75	-	-
e	**Poteaux**				
	1-Béton C350	m³	24,48	12 435	304 409
	2-Acier (170 kg/m3)	kg	4 161,60	100	416 160
	3-Coffrage	m²	180,00	1 432	257 760
f	**Poutres**				
	1-Béton C350	m³	77,66	12 435	965 692
	2-Acier (120 kg/m3)	kg	9 319,10	100	931 910
	3-Coffrage	m²	558,18	1 432	799 308
g	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	141,59	12 435	1 760 697
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	14 159,20	100	1 415 920
	3-Coffrage	m²	471,97	1 625	766 957
h	**chape de 5cm**	m²	707,96	2 050	1 451 318
i	**Enduits ordinaire taloché au mortier ciment dosé 350 kg/m3**	m²			
	1-Sur murs en agglos	m²	-		-
	2-Sous plancher	m²	707,96	2 007	1 420 876
	Sous Total RDJ				**16 724 741**
3	**RDC** **Linéaire Total des murs 15 RDC**				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,09	12 435	100 574
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 374,96	100	137 496
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 820
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	19,49	12 435	242 333
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 312,96	100	331 296
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	279 068
c	**Voile (Mur ep 20)**				
	1-Béton C350	m³	96,83	12 435	1 204 056
	2-Acier (170kg/m3)	kg	16 460,76	100	1 646 076
	3-Coffrage	m²	968,28	1 432	1 386 577
d	**Voile (Mur ep 10)**				
	1-Béton C350	m³	32,66	12 435	406 065
	2-Acier (170kg/m3)	kg	5 551,35	100	555 135
	3-Coffrage	m²	653,10	1 432	935 239
e	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	15,10	12 435	187 769

	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 510,00	100	151 000
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 132
f	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	99,29	12 435	1 234 646
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	9 928,80	100	992 880
	3-Coffrage	m²	113,14	1 625	183 853
g	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,47	12 435	5 820
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	28,08	100	2 808
	3-Coffrage	m²	4,68	1 432	6 702
	4-Muret 10	m²	3,51	1 871	6 567
	5-Enduit	m2	7,02	2 007	14 089
	6-Socle	m²	3,51	6 300	22 113
	Sous Total RDC				**10 179 114**
4	**MEZZANINE**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,09	12 435	100 574
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 374,96	100	137 496
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 820
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	19,49	12 435	242 333
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 312,96	100	331 296
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	279 068
c	**Voile (Mur ep 20)**				
	1-Béton C350	m³	52,49	12 435	652 688
	2-Acier (170kg/m3)	kg	8 922,96	100	892 296
	3-Coffrage	m²	524,88	1 432	751 628
d	**Voile (Mur ep 10)**				
	1-Béton C350	m³	43,58	12 435	541 967
	2-Acier (170kg/m3)	kg	7 409,28	100	740 928
	3-Coffrage	m²	871,68	1 432	1 248 246
e	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	26,88	12 435	334 253
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	2 688,00	100	268 800
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 132
f	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	99,29	12 435	1 234 646
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	9 928,80	100	992 880
	3-Coffrage	m²	113,14	1 625	183 853
	Sous Total MEZZANINE				**9 079 904**
5	**ETAGE 1**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	12 435	110 632
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	100	151 246
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 820
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	12 435	266 567
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	100	364 426
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	279 068
c	**Voile (Mur ep 20)**				
	1-Béton C350	m³	98,14	12 435	1 220 314
	2-Acier (170kg/m3)	kg	16 683,02	100	1 668 302
	3-Coffrage	m²	981,35	1 432	1 405 299

d	**Voile (Mur ep 10)**				
	1-Béton C350	m³	66,34	12 435	824 978
	2-Acier (170kg/m3)	kg	11 278,34	100	1 127 834
	3-Coffrage	m²	1 326,86	1 432	1 900 069
e	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	12 435	94 755
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	100	76 200
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 132
f	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	104,00	12 435	1 293 190
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	10 399,60	100	1 039 960
	3-Coffrage	m²	116,48	1 625	189 280
g	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	12 435	7 759
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	100	3 744
	3-Coffrage	m²	6,24	1 432	8 936
	4-Muret 10	m²	4,68	1 871	8 756
	5-Enduit	m²	9,36	2 007	18 786
	6-Socle	m²	4,68	6 300	29 484
	Sous Total ETAGE 1				**12 236 535**
6	**ETAGE 2**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	12 435	110 632
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	100	151 246
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 820
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	12 435	266 567
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	100	364 426
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	279 068
c	**Voile (Mur ep 20)**				
	1-Béton C350	m³	98,14	12 435	1 220 314
	2-Acier (170kg/m3)	kg	16 683,02	100	1 668 302
	3-Coffrage	m²	981,35	1 432	1 405 299
d	**Voile (Mur ep 10)**				
	1-Béton C350	m³	66,34	12 435	824 978
	2-Acier (170kg/m3)	kg	11 278,34	100	1 127 834
	3-Coffrage	m²	1 326,86	1 432	1 900 069
e	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	12 435	94 755
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	100	76 200
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 132
f	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	104,00	12 435	1 293 190
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	10 399,60	100	1 039 960
	3-Coffrage	m²	116,48	1 625	189 280
g	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	12 435	7 759
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	100	3 744
	3-Coffrage	m²	6,24	1 432	8 936
	4-Muret 10	m²	4,68	1 871	8 756
	5-Enduit	m²	9,36	2 007	18 786
	6-Socle	m²	4,68	6 300	29 484
	Sous Total ETAGE 2				**12 236 535**
7	**ETAGE 3**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				

a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	12 435	110 632
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	100	151 246
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 820
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	12 435	266 567
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	100	364 426
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	279 068
c	**Voile (Mur ep 20)**				
	1-Béton C350	m³	98,14	12 435	1 220 314
	2-Acier (170kg/m3)	kg	16 683,02	100	1 668 302
	3-Coffrage	m²	981,35	1 432	1 405 299
d	**Voile (Mur ep 10)**				
	1-Béton C350	m³	66,34	12 435	824 978
	2-Acier (170kg/m3)	kg	11 278,34	100	1 127 834
	3-Coffrage	m²	1 326,86	1 432	1 900 069
e	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	12 435	94 755
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	100	76 200
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 132
f	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	104,00	12 435	1 293 190
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	10 399,60	100	1 039 960
	3-Coffrage	m²	116,48	1 625	189 280
g	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	12 435	7 759
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	100	3 744
	3-Coffrage	m²	6,24	1 432	8 936
	4-Muret 10	m²	4,68	1 871	8 756
	5-Enduit	m²	9,36	2 007	18 786
	6-Socle	m²	4,68	6 300	29 484
	Sous Total ETAGE 3				**12 236 535**
8	**ETAGE 4**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	8,90	12 435	110 632
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 512,46	100	151 246
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 820
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	21,44	12 435	266 567
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 644,26	100	364 426
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	279 068
c	**Voile (Mur ep 20)**				
	1-Béton C350	m³	98,14	12 435	1 220 314
	2-Acier (170kg/m3)	kg	16 683,02	100	1 668 302
	3-Coffrage	m²	981,35	1 432	1 405 299
d	**Voile (Mur ep 10)**				
	1-Béton C350	m³	66,34	12 435	824 978
	2-Acier (170kg/m3)	kg	11 278,34	100	1 127 834
	3-Coffrage	m²	1 326,86	1 432	1 900 069
e	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	12 435	94 755
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	100	76 200
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 132
f	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	104,00	12 435	1 293 190
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	10 399,60	100	1 039 960

	3-Coffrage	m²	116,48	1 625	189 280
g	**Paillasse Cuisine**				
	1-Béton C350	m³	0,62	12 435	7 759
	2-Acier 60 kg/m3)	kg	37,44	100	3 744
	3-Coffrage	m²	6,24	1 432	8 936
	4-Muret 10	m²	4,68	1 871	8 756
	5-Enduit	m²	9,36	2 007	18 786
	6-Socle	m²	4,68	6 300	29 484
h	**Acrotère armé en voile**				
	1- Béton C350 - voile ep 15cm	m³	26,65	12 435	331 425
	2- Béton C350 - voile ep 20cm	m³	17,46	12 435	217 090
	3-Acier (100 kg/m3)	kg	4 411,06	100	441 106
	4-Coffrage	m²	529,95	1 432	758 886
	Sous Total ETAGE 4				**13 985 042**
9	**EDICULE**				
	Linéaire Total des murs 15 RDC				
a	**Voile (Ascenseurs VL2)**				
	1-Béton C350	m³	7,55	12 435	93 869
	2-Acier (170kg/m3)	kg	1 283,30	100	128 330
	3-Coffrage	m²	80,88	1 432	115 820
b	**Voile (Escalier VL1)**				
	1-Béton C350	m³	18,19	12 435	226 178
	2-Acier (170kg/m3)	kg	3 092,10	100	309 210
	3-Coffrage	m²	194,88	1 432	279 068
c	**Escalier**				
	1-Béton C350	m³	7,62	12 435	94 755
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	762,00	100	76 200
	3-Coffrage	m²	21,74	1 432	31 132
d	**Dalle pleine en béton armé**				
	1-Béton C350	m³	14,76	12 435	183 541
	2-Acier (100 kg/m3)	kg	1 476,00	100	147 600
	3-Coffrage	m²	73,80	1 625	119 925
e	**Acrotère armé en voile**				
	1- Béton C350 - voile ep 20cm	m³	4,14	12 435	51 541
	2 -Acier (100 kg/m3)	kg	414,48	100	41 448
	3 -Coffrage	m²	41,45	1 432	59 354
	Sous Total EDICULE				**1 957 969**
	TOTAL MONTANT - MAIN D'ŒUVRE - PROJET YENITA - SYSTÈME COFFRAGE TUNNEL - BLOC A		**1**		**120 381 742**

Tableau A1.81 : Devis de la main d'œuvre du gros œuvre des systèmes étudiés du bloc A du système coffrage tunnel.

Annexe 7 : Déboursés secs des systèmes étudiés

Système 3P :

Le tableau A1.82 présente le déboursé sec du bloc A du système 3P.

N°	DESIGNATION DES OUVRAGES	QUANTITE(m3)	DOSAGE(m3)	PROPORTION			MATERIAUX				
				Ciment (kg)	Sable (m3)	Gravier (T)	Ciment (kg)	Sable (m3)	Gravier 5/15 (T)	Gravier 5/25 (T)	Acier (Kg)
I) FONDATION											
1	Béton de proprété	39,24	150,00	150,00	0,54	0,65	5 885,25	21,19	25,42		
2	Béton de radiers	315,76	350,00	350,00	0,42	1,51	110 516,00	132,62	-	477,43	25 260,80
3	Béton de puits	225,31	350,00	350,00	0,42	1,51	78 856,96	94,63	-	340,66	20 277,50
4	Béton pour voiles	26,12	350,00	350,00	0,42	1,51	9 143,66	10,97	39,50	-	2 612,47
5	Béton pour dalle pleine	141,25	350,00	350,00	0,42	1,51	49 436,10	59,32	213,56	-	11 299,68
6	Béton pour amorces poteaux	12,23	350,00	350,00	0,42	1,51	4 279,10	5,13	18,49	-	2 078,42
Total Fondation							**258 117,07**	**323,87**	**296,97**	**818,09**	**61 528,88**
Perte 10%							**25 811,71**	**32,39**	**29,70**	**81,81**	**6 152,89**
Total général Fondation							**283 928,78**	**356,25**	**326,67**	**899,90**	**67 681,77**
II) RDJ											
1	Béton pour voile	134,15	350,00	350,00	0,42	1,51	46 950,75	56,34	202,83	-	22 804,65
2	Béton pour Escalier	7,36	350,00	350,00	0,42	1,51	2 575,02	3,09	11,12	-	882,86
3	Béton pour Poteaux	24,48	350,00	350,00	0,42	1,51	8 568,00	10,28	37,01	-	2 692,80
4	Béton pour poutres	77,66	350,00	350,00	0,42	1,51	27 180,72	32,62	117,42	-	4 659,55
5	Béton pour dalle pleine	31,39	350,00	350,00	0,42	1,51	10 985,10	13,18	47,46	-	3 138,60
6	Béton pour dalle à corps creux	22,04	350,00	350,00	0,42	1,51	7 714,42	9,26	33,33	-	1 322,47
Total RDJ							**103 974,01**	**124,77**	**449,17**	**-**	**35 500,94**
Perte 10%							**10 397,40**	**12,48**	**44,92**	**-**	**3 550,09**
Total général RDJ							**114 371,41**	**137,25**	**494,08**	**-**	**39 051,03**
III) RDC											

1	Béton pour voile	27,58	350,00	350,00	0,42	1,51	9 651,60	11,58	41,69	-	4 687,92
2	Béton pour Escalier	15,10	350,00	350,00	0,42	1,51	5 285,00	6,34	22,83	-	1 812,00
3	Béton pour raidisseurs	7,55	350,00	350,00	0,42	1,51	2 643,38	3,17	11,42	-	755,25
4	Béton pour Poteaux	25,20	350,00	350,00	0,42	1,51	8 820,00	10,58	38,10	-	2 772,00
5	Béton pour poutres	50,57	350,00	350,00	0,42	1,51	17 698,80	21,24	76,46	-	3 034,08
6	Béton pour Chainage	4,05	350,00	350,00	0,42	1,51	1 417,50	1,70	6,12	-	405,00
7	Béton pour linteaux et appuis de baies	2,74	350,00	350,00	0,42	1,51	958,44	1,15	4,14	-	273,84
8	Béton pour dalle pleine	22,63	350,00	350,00	0,42	1,51	7 919,80	9,50	34,21	-	2 262,80
9	Béton pour dalle à corps creux	15,33	350,00	350,00	0,42	1,51	5 366,20	6,44	23,18	-	919,92
10	Béton pour paillasse de cuisine	0,47	350,00	350,00	0,42	1,51	163,80	0,20	0,71	-	28,08
Total RDC							**59 760,72**	**71,71**	**258,17**	**-**	**16 922,81**
Perte 10%							**5 976,07**	**7,17**	**25,82**	**-**	**1 692,28**
Total général RDC							**65 736,79**	**78,88**	**283,98**	**-**	**18 615,09**
IV) MEZZANINE											
1	Béton pour voile	27,58	350,00	350,00	0,42	1,51	9 651,60	11,58	41,69	-	4 687,92
2	Béton pour Escalier	26,88	350,00	350,00	0,42	1,51	9 408,00	11,29	40,64	-	3 225,60
3	Béton pour raidisseurs	7,55	350,00	350,00	0,42	1,51	2 640,75	3,17	11,41	-	754,50
4	Béton pour Poteaux	21,36	350,00	350,00	0,42	1,51	7 476,00	8,97	32,30	-	2 349,60
5	Béton pour poutres	50,57	350,00	350,00	0,42	1,51	17 698,80	21,24	76,46	-	3 034,08
6	Béton pour Chainage	4,05	350,00	350,00	0,42	1,51	1 417,50	1,70	6,12	-	405,00
6	Béton pour linteaux et appuis de baies	2,63	350,00	350,00	0,42	1,51	921,06	1,11	3,98	-	263,16
7	Béton pour dalle pleine	22,63	350,00	350,00	0,42	1,51	7 919,80	9,50	34,21	-	2 262,80
8	Béton pour dalle à corps creux	15,33	350,00	350,00	0,42	1,51	5 366,20	6,44	23,18	-	919,92
Total Mezzanine							**62 499,71**	**75,00**	**270,00**	**-**	**17 902,58**
Perte 10%							**6 249,97**	**7,50**	**27,00**	**-**	**1 790,26**
Total général Mezzanine							**68 749,68**	**82,50**	**297,00**	**-**	**19 692,84**
V) ETAGE COURANT											

1	Béton pour voile	121,33	350,00	350,00	0,42	1,51	42 467,04	50,96	183,46	-	20 626,85
2	Béton pour Escalier	30,48	350,00	350,00	0,42	1,51	10 668,00	12,80	46,09	-	3 657,60
3	Béton pour raidisseurs	36,14	350,00	350,00	0,42	1,51	12 647,25	15,18	54,64	-	3 613,50
4	Béton pour Poteaux	81,31	350,00	350,00	0,42	1,51	28 459,20	34,15	122,94	-	8 944,32
5	Béton pour poutres	202,27	350,00	350,00	0,42	1,51	70 795,20	84,95	305,84	-	12 136,32
6	Béton pour Chainage	16,20	350,00	350,00	0,42	1,51	5 670,00	6,80	24,49	-	1 620,00
6	Béton pour linteaux et appuis de baies	11,13	350,00	350,00	0,42	1,51	3 895,36	4,67	16,83	-	1 112,96
7	Béton pour dalle pleine	93,18	350,00	350,00	0,42	1,51	32 614,40	39,14	140,89	-	9 318,40
8	Béton pour dalle à corps creux	64,56	350,00	350,00	0,42	1,51	22 596,00	27,12	97,61	-	3 873,60
8	Béton pour Paillasse Cuisine	2,50	350,00	350,00	0,42	1,51	873,60	1,05	3,77	-	149,76
Total Etage courant							**229 812,45**	**275,77**	**992,79**	**-**	**64 903,55**
Perte 10%							**22 981,25**	**27,58**	**99,28**	**-**	**6 490,35**
Total général Etage courant							**252 793,70**	**303,35**	**1 092,07**	**-**	**71 393,90**
VI) EDICULE											
1	Béton pour voile	25,74	350,00	350,00	0,42	1,51	9 008,16	10,81	38,92	-	4 375,39
2	Béton pour Escalier	7,62	350,00	350,00	0,42	1,51	2 667,00	3,20	11,52	-	914,40
3	Béton pour raidisseurs	0,19	350,00	350,00	0,42	1,51	67,20	0,08	0,29	-	19,20
4	Béton pour Dalle pleine	14,76	350,00	350,00	0,42	1,51	5 166,00	6,20	22,32	-	1 623,60
Total EDICULE							**16 908,36**	**20,29**	**73,04**	**-**	**6 932,59**
Perte 10%							**1 690,84**	**2,03**	**7,30**	**-**	**693,26**
Total général EDICULE							**18 599,20**	**22,32**	**80,35**	**-**	**7 625,85**
VII) EN AGGLOMERES - SUPERSTRUCTURES											
N°	DESIGNATION DES OUVRAGES	QUANTITE	RATIO 1	NOMBRE	RATIO 2		MATERIAUX				
		(m²)	(u/m²)	(u)	(u/t)		Ciment (kg)		Sable (m3)		
1	Agglos creux de 20	3 207,82	12,50	40 097,80	300,00		133 659,33		481,17		
2	Agglos Creux de 15	1 801,03	12,50	22 512,85	300,00		75 042,83		270,15		
3	Agglos Creux de 10	449,32	12,50	5 616,50	300,00		18 721,67		67,40		
TOTAL AGGLOMERES - SUPERSTRUCTURES							**227 423,83**		**818,73**		

PERTE 5%							**11 371,19**			**40,94**	
TOTAL GENERAL AGGLOMERES - SUPERSTRUCTURES							**-**			**-**	
VIII) EN MORTIER - SUPERSTRUCTURES											
N°	DESIGNATION DES OUVRAGES	QUANTITE	RATIO 1	QUANTITE	DOSAGE	PROPORTION		MATERIAUX			
		(m²)	(m3/m²)	(m3)	(kg/m3)	Ciment (kg)	Sable (m3)	Ciment (kg)			Sable (m3)
1	Enduit sur murs en Agglos	12 151,82	0,03	303,80	300,00	300,00	1,00	91 138,62			328,10
2	Chape	3 780,76	0,05	189,04	300,00	300,00	1,00	56 711,40			204,16
3	Enduit sous planchers	3 854,56	0,02	77,09	300,00	300,00	1,00	23 127,36			83,26
4	Mortier Montage agglos	136,45	0,01	1,38	250,00	250,00	1,00	344,42			3,00
TOTAL MORTIER - SUPERSTRUCTURES								**171 321,80**			**618,52**
PERTE 10%								**17 132,18**			**61,85**
TOTAL GENERAL MORTIER - SUPERSTRUCTURES								**188 453,98**			**680,37**

X) EN COFFRAGE (TOUS NIVEAUX CONFONDUS)		
N°	DESIGNATION DES OUVRAGES	QUANTITE (m²)
FONDATION		
1	Coffrage pour radiers	44,84
2	Coffrage pour puits	225,00
3	Coffrage pour voiles	267,42
4	Coffrage pour dalles pleines	784,70
5	Coffrage pour amorces poteaux	116,62
SUPERSTRUCTURES: RDJ - RDC - MEZZANINE - ETAGES COURANTS (4)		
1	Coffrage pour escaliers	162,90
2	Coffrage pour poteaux	1 548,96
3	Coffrage pour poutres	1 569,54
4	Coffrage pour voiles	3 918,46
5	Coffrage pour chainages	364,50
6	Coffrage pour raidisseurs	98,42
7	Coffrage pour paillasse cuisine	29,64
8	Coffrage pour appuis de baie et linteaux	246,46
9	Coffrage pour dalles pleines	870,62
10	Coffrage pour dalles à corps creux	9 765,43
TOTAL COFFRAGE TOUS NIVEAUX CONFONDUS		**20 013,51**

Tableau A1.82 : Déboursé sec du bloc A du système 3P.

Le tableau A1.83 présente le récapitulatif du déboursé sec du bloc A du système 3P.

RECAPITILATIF DEBOURSES SECS												
DESIGNATION	MATERIAUX											MATERIELS
	Ciment	Sable	Gravier 5/15	Gravier 5/25	Acier	20 creux	10 creux	15 creux	Fil de fer	BOIS	CARBURANT BETONNIERE	LOCATION BETONNIERE
	(Tonne)	(m3)	(T)	(T)	(Bottes)	u	u	u	m²	m²	L	HEURE
BETON	1 562,56	1 890,61	5 850,36	899,90	4 382,42	**	**	**	1 752,97	20 013,51	**	34 931,00
AGGLOMERES	-	-	**	**	**	40 097,80	5 616,50	22 512,85	**	**	**	**
MORTIERS	188,45	680,37	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CONSOMMABLES	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	21 373,40	**
Total	1 751,01	2 570,98	5 850,36	899,90	4 382,42	40 097,80	5 616,50	22 512,85	1 752,97	20 013,51	21 373,40	34 931,00
Total Aarrondi	1 752,00	2 571,00	5 851,00	900,00	4 383,00	40 098,00	5 617,00	22 513,00	1 753,00	20 014,00	21 374,00	34 931,00
Montant des matériaux	175 200 000	12 855 000	107 268 333	16 500 000	241 065 000	30 073 500	2 134 460	10 130 850	17 530 000	49 834 860	15 282 410	218 318 750

Tableau A1.83 : Récapitulatif du déboursé sec du bloc A du système 3P

- Système coffrage tunnel :

Le tableau A1.84 présente le déboursé sec du bloc A du système coffrage tunnel.

I) FONDATION										
N°	DESIGNATION DES OUVRAGES	QUANTITE(m3)	DOSAGE(m3)	PROPORTION			MATERIAUX				
				Ciment (kg)	Sable (m3)	Gravier (T)	Ciment (kg)	Sable (m3)	Gravier 5/15 (T)	Gravier 5/25 (T)	Acier (Kg)
1	Béton de proprété	39,24	150,00	150,00	0,54	0,65	5 885,25	21,19	25,42	-	
2	Béton de radiers	315,76	350,00	350,00	0,42	1,51	110 516,00	132,62	-	477,43	25 260,80
3	Béton de puits	225,31	350,00	350,00	0,42	1,51	78 856,96	94,63	-	340,66	20 277,50
4	Béton pour voiles	26,12	350,00	350,00	0,42	1,51	9 143,66	10,97	39,50	-	2 612,47
5	Béton pour dalle pleine	141,25	350,00	350,00	0,42	1,51	49 436,10	59,32	213,56	-	11 299,68
6	Béton pour amorces poteaux	12,23	350,00	350,00	0,42	1,51	4 279,10	5,13	18,49	-	2 078,42
Total Fondation							**258 117,07**	**323,87**	**296,97**	**818,09**	**61 528,88**
Perte 10%							**25 811,71**	**32,39**	**29,70**	**81,81**	**6 152,89**
Total général Fondation							**283 928,78**	**356,25**	**326,67**	**899,90**	**67 681,77**

II) RDJ											
1	Béton pour voile	134,15	350,00	350,00	0,42	1,51	46 950,75	56,34	202,83	-	22 804,65
2	Béton pour Escalier	7,36	350,00	350,00	0,42	1,51	2 575,02	3,09	11,12	-	882,86
3	Béton pour Poteaux	24,48	350,00	350,00	0,42	1,51	8 568,00	10,28	37,01	-	2 692,80
4	Béton pour poutres	77,66	350,00	350,00	0,42	1,51	27 180,72	32,62	117,42	-	4 659,55
5	Béton pour dalle pleine	141,59	350,00	350,00	0,42	1,51	49 557,20	59,47	214,09	-	14 159,20
Total RDJ							**134 831,69**	**161,80**	**582,47**	**-**	**45 199,07**
Perte 10%							**13 483,17**	**16,18**	**58,25**	**-**	**4 519,91**
Total général RDJ							**148 314,86**	**177,98**	**640,72**	**-**	**49 718,97**
III) RDC											
1	Béton pour voile	157,06	350,00	350,00	0,42	1,51	54 970,65	65,96	237,47	-	26 700,03
2	Béton pour Escalier	15,10	350,00	350,00	0,42	1,51	5 285,00	6,34	22,83	-	1 812,00
3	Béton pour dalle pleine	99,29	350,00	350,00	0,42	1,51	34 750,80	41,70	150,12	-	9 928,80
4	Béton pour paillasse de cuisine	0,47	350,00	350,00	0,42	1,51	163,80	0,20	0,71	-	28,08
Total RDC							**95 006,45**	**114,01**	**410,43**	**-**	**38 440,83**
Perte 10%							**9 500,65**	**11,40**	**41,04**	**-**	**3 844,08**
Total général RDC							**104 507,10**	**125,41**	**451,47**	**-**	**42 284,91**
IV) MEZZANINE											
1	Béton pour voile	123,65	350,00	350,00	0,42	1,51	43 276,80	51,93	186,96	-	21 020,16
2	Béton pour Escalier	26,88	350,00	350,00	0,42	1,51	9 408,00	11,29	40,64	-	3 225,60
3	Béton pour dalle pleine	99,29	350,00	350,00	0,42	1,51	34 750,80	41,70	150,12	-	9 928,80
Total Mezzanine							**87 435,60**	**104,92**	**377,72**	**-**	**34 174,56**
Perte 10%							**8 743,56**	**10,49**	**37,77**	**-**	**3 417,46**
Total général Mezzanine							**96 179,16**	**115,41**	**415,49**	**-**	**37 592,02**
V) ETAGE COURANT											
1	Béton pour voile	867,47	350,00	350,00	0,42	1,51	303 614,50	364,34	1 311,61	-	147 469,90
2	Béton pour Escalier	30,48	350,00	350,00	0,42	1,51	10 668,00	12,80	46,09	-	3 657,60

3	Béton pour dalle pleine	415,98	350,00	350,00	0,42	1,51	145 594,40	174,71	628,97	-	41 598,40
4	Béton pour Paillasse Cuisine	2,50	350,00	350,00	0,42	1,51	873,60	1,05	3,77	-	149,76
Total Etage courant							**459 876,90**	**551,85**	**1 986,67**	**-**	**192 725,90**
Perte 10%							**45 987,69**	**55,19**	**198,67**	**-**	**19 272,59**
Total général Etage courant							**505 864,59**	**607,04**	**2 185,34**	**-**	**211 998,49**
VI) EDICULE											
1	Béton pour voile	29,88	350,00	350,00	0,42	1,51	10 458,84	12,55	45,18	-	5 080,01
2	Béton pour Escalier	7,62	350,00	350,00	0,42	1,51	2 667,00	3,20	11,52	-	914,40
3	Béton pour Dalle pleine	14,76	350,00	350,00	0,42	1,51	5 166,00	6,20	22,32	-	1 623,60
Total EDICULE							**18 291,84**	**21,95**	**79,02**	**-**	**7 618,01**
Perte 10%							**1 829,18**	**2,20**	**7,90**	**-**	**761,80**
Total général EDICULE							**20 121,02**	**24,15**	**86,92**	**-**	**8 379,81**

VII) EN COFFRAGE (TOUS NIVEAUX CONFONDUS)		
N°	DESIGNATION DES OUVRAGES	QUANTITE (m²)
FONDATION		
1	Coffrage pour radiers	44,84
2	Coffrage pour puits	225,00
3	Coffrage pour voiles	267,42
4	Coffrage pour dalle pleine	784,70
5	Coffrage pour amorces poteaux	116,62
SUPERSTRUCTURES: RDJ - RDC - MEZZANINE - ETAGES COURANTS (4)		
1	Coffrage pour escaliers	162,90
2	Coffrage pour poteaux	180,00
3	Coffrage pour poutres	558,18
4	Coffrage pour paillasse cuisine	29,64
5	Coffrage pour voiles	16 740,67
6	Coffrage pour dalle pleine RDJ	471,97
7	Coffrage pour dalles pleines	766,00
TOTAL COFFRAGE TOUS NIVEAUX CONFONDUS		**20 347,95**

Tableau A1.84 : Déboursé sec du bloc A du système coffrage tunnel.

Le tableau A1.84 présente le récapitulatif du déboursé sec du bloc A du système coffrage tunnel.

RECAPITILATIF DEBOURSES SECS												
DESIGNATION	MATERIAUX											MATERIELS
	Ciment	Sable	Gravier 5/15	Gravier 5/25	Acier	20 creux	10 creux	15 creux	Fil de fer	BOIS	CARBURANT BETONNIERE	LOCATION BETONNIERE
	(Tonne)	(m3)	(T)	(T)	(Bottes)	u	u	u	m²	m²	L	HEURE
BETON	2 676,51	3 227,35	10 662,62	899,90	10 536,51	**	**	**	4 214,61	20 347,95	**	10 159,77
AGGLOMERES	-	-	**	**	**	-	-	-	**	**	**	**
MORTIERS	-	-	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CONSOMMABLES	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	6 216,51	**
Total	2 676,51	3 227,35	10 662,62	899,90	10 536,51	-	-	-	4 214,61	20 347,95	6 216,51	10 159,77
Total Aarrondi	2 677,00	3 228,00	10 663,00	900,00	10 537,00	-	-	-	4 215,00	20 348,00	6 217,00	10 160,00
Montant des matériaux	267 700 000	16 140 000	195 488 333	16 500 000	579 535 000	-	-	-	42 150 000	50 666 520	4 445 155	63 500 000

Tableau A1.84 : Récapitulatif du déboursé sec du bloc A du système coffrage tunnel

Annexe 8 : Planning des systèmes étudiés

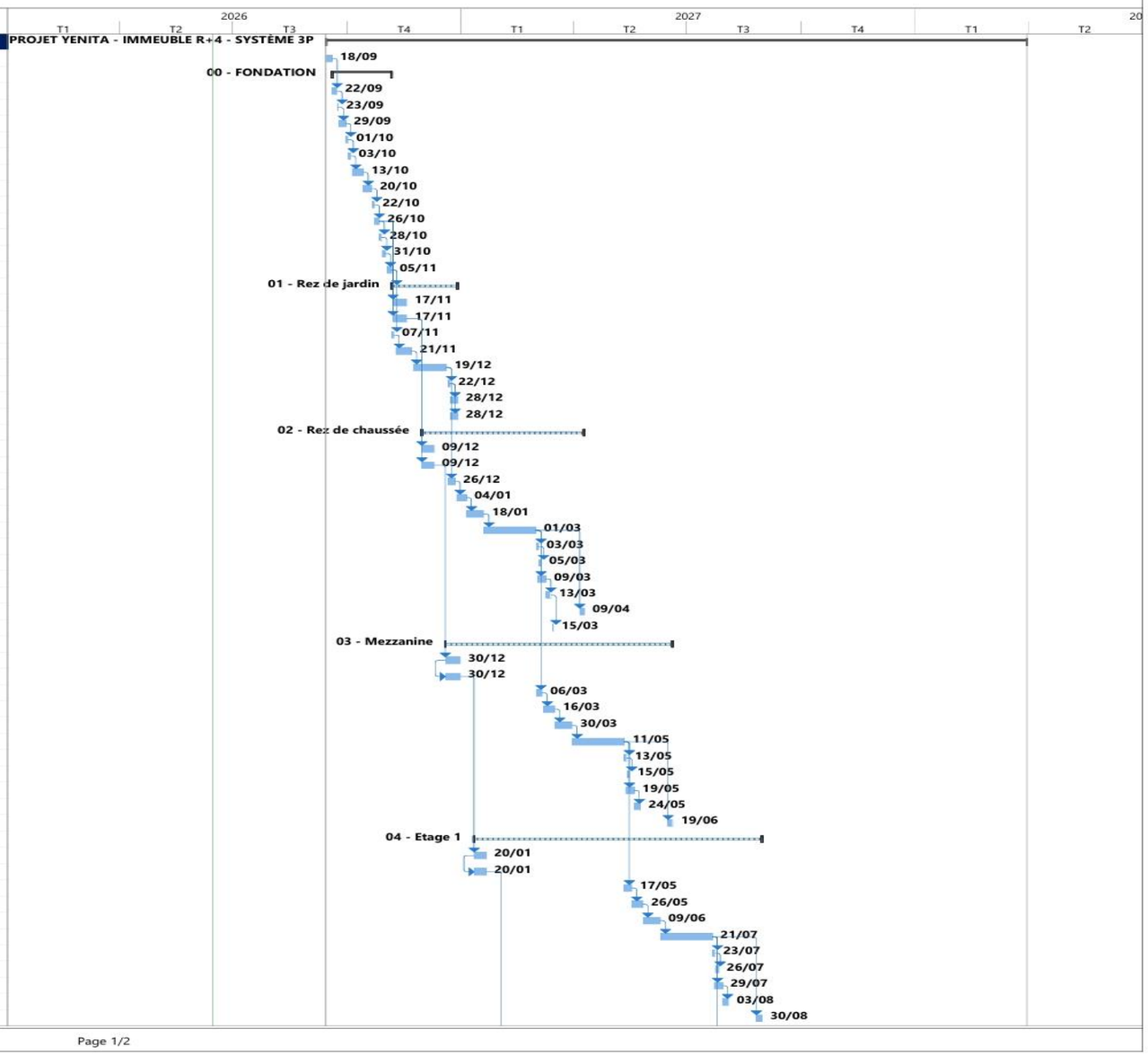
- Système 3P :

La figure A1.1 présente le planning du système 3P.

ARTEMIS CONSTRUCTION & TRAVAUX

PLANNING TRAVAUX PROJET YENITA - SYSTEME 3P - IMMEUBLE R+4 — 15/01/2026

N°	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	% achevé	Prédécesseurs
1	**PROJET YENITA - IMMEUBLE R+4 - SYSTÈME 3P**	**483 jrs**	**14/09/26**	**30/03/28**	**0%**	
2	**INSTALLATION DE CHANTIER**	**5 jrs**	**14/09/26**	**18/09/26**	**0%**	
3	**00 - FONDATION**	**41 jrs**	**19/09/26**	**05/11/26**	**0%**	
4	Préparation du chantier	3 jrs	19/09/26	22/09/26	0%	2
5	Implantation des ouvrages	1 jr	23/09/26	23/09/26	0%	4
6	Réalisation des fouilles	5 jrs	24/09/26	29/09/26	0%	5
7	Evacuation des déblais	2 jrs	30/09/26	01/10/26	0%	6
8	Béton de propreté	2 jrs	02/10/26	03/10/26	0%	7
9	Réalisation des puits	8 jrs	05/10/26	13/10/26	0%	8
10	Réalisation des radiers	6 jrs	14/10/26	20/10/26	0%	9
11	Réalisation des surépaisseurs sur puits	2 jrs	21/10/26	22/10/26	0%	10
12	Réalisation des voiles	3 jrs	23/10/26	26/10/26	0%	11
13	Réalisation des amorces de poteaux	2 jrs	27/10/26	28/10/26	0%	12
14	Remblayage et compactage	3 jrs	29/10/26	31/10/26	0%	13
15	Réalisation du dallage	4 jrs	02/11/26	05/11/26	0%	14
16	**01 - Rez de jardin**	**44 jrs**	**06/11/26**	**28/12/26**	**0%**	**15**
17	Réalisation des voiles ascenceurs	9 jrs	07/11/26	17/11/26	0%	12FD+10 jrs
18	Réalisation des voiles escaliers	9 jrs	07/11/26	17/11/26	0%	12FD+10 jrs
19	Réalisation des poteaux	2 jrs	06/11/26	07/11/26	0%	15
20	Réalisation des poutres	12 jrs	09/11/26	21/11/26	0%	19
21	Réalisation des dalles	24 jrs	23/11/26	19/12/26	0%	20
22	Réalisation de la chape	2 jrs	21/12/26	22/12/26	0%	21
23	Réalisation des enduits sur murs	4 jrs	23/12/26	28/12/26	0%	22
24	Réalisation des enduits sous planchers	4 jrs	23/12/26	28/12/26	0%	22
25	**02 - Rez de chaussée**	**112 jrs**	**30/11/26**	**09/04/27**	**0%**	
26	Réalisation des voiles ascenceurs	9 jrs	30/11/26	09/12/26	0%	18FD+10 jrs
27	Réalisation des voiles escaliers	9 jrs	30/11/26	09/12/26	0%	18FD+10 jrs
28	Réalisation des poteaux	5 jrs	21/12/26	26/12/26	0%	21
29	Réalisation des raidisseurs	7 jrs	28/12/26	04/01/27	0%	28
30	Réalisation des poutres	12 jrs	05/01/27	18/01/27	0%	29
31	Réalisation des dalles	36 jrs	19/01/27	01/03/27	0%	30
32	Réalisation des chaînages	2 jrs	02/03/27	03/03/27	0%	31
33	Réalisation des linteaux et des appuis de baies	2 jrs	04/03/27	05/03/27	0%	32
34	Réalisation des murs en agglos	6 jrs	03/03/27	09/03/27	0%	31FD+1 jr
35	Réalisation des enduits sur murs	4 jrs	10/03/27	13/03/27	0%	34
36	Réalisation des enduits sous plancher	4 jrs	06/04/27	09/04/27	0%	31FD+30 jrs
37	Réalisation des paillasses de cuisine	1 jr	15/03/27	15/03/27	0%	35
38	**03 - Mezzanine**	**156 jrs**	**19/12/26**	**19/06/27**	**0%**	
39	Réalisation des voiles ascenceurs	9 jrs	19/12/26	30/12/26	0%	27
40	Réalisation des voiles escaliers	9 jrs	19/12/26	30/12/26	0%	39DD
41	Réalisation des poteaux	5 jrs	02/03/27	06/03/27	0%	31
42	Réalisation des raidisseurs	8 jrs	08/03/27	16/03/27	0%	41
43	Réalisation des poutres	12 jrs	17/03/27	30/03/27	0%	42
44	Réalisation des dalles	36 jrs	31/03/27	11/05/27	0%	43
45	Réalisation des chaînages	2 jrs	12/05/27	13/05/27	0%	44
46	Réalisation des linteaux et des appuis de baies	2 jrs	14/05/27	15/05/27	0%	45
47	Réalisation des murs en agglos	6 jrs	13/05/27	19/05/27	0%	44FD+1 jr
48	Réalisation des enduits sur murs	4 jrs	20/05/27	24/05/27	0%	47
49	Réalisation des enduits sous plancher	4 jrs	16/06/27	19/06/27	0%	44FD+30 jrs
50	**04 - Etage 1**	**199 jrs**	**11/01/27**	**30/08/27**	**0%**	
51	Réalisation des voiles ascenceurs	9 jrs	11/01/27	20/01/27	0%	40
52	Réalisation des voiles escaliers	9 jrs	11/01/27	20/01/27	0%	51DD
53	Réalisation des poteaux	5 jrs	12/05/27	17/05/27	0%	44
54	Réalisation des raidisseurs	8 jrs	18/05/27	26/05/27	0%	53
55	Réalisation des poutres	12 jrs	27/05/27	09/06/27	0%	54
56	Réalisation des dalles	36 jrs	10/06/27	21/07/27	0%	55
57	Réalisation des chaînages	2 jrs	22/07/27	23/07/27	0%	56
58	Réalisation des linteaux et des appuis de baies	2 jrs	24/07/27	26/07/27	0%	57
59	Réalisation des murs en agglos	6 jrs	23/07/27	29/07/27	0%	56FD+1 jr
60	Réalisation des enduits sur murs	4 jrs	30/07/27	03/08/27	0%	59
61	Réalisation des enduits sous plancher	4 jrs	26/08/27	30/08/27	0%	56FD+30 jrs

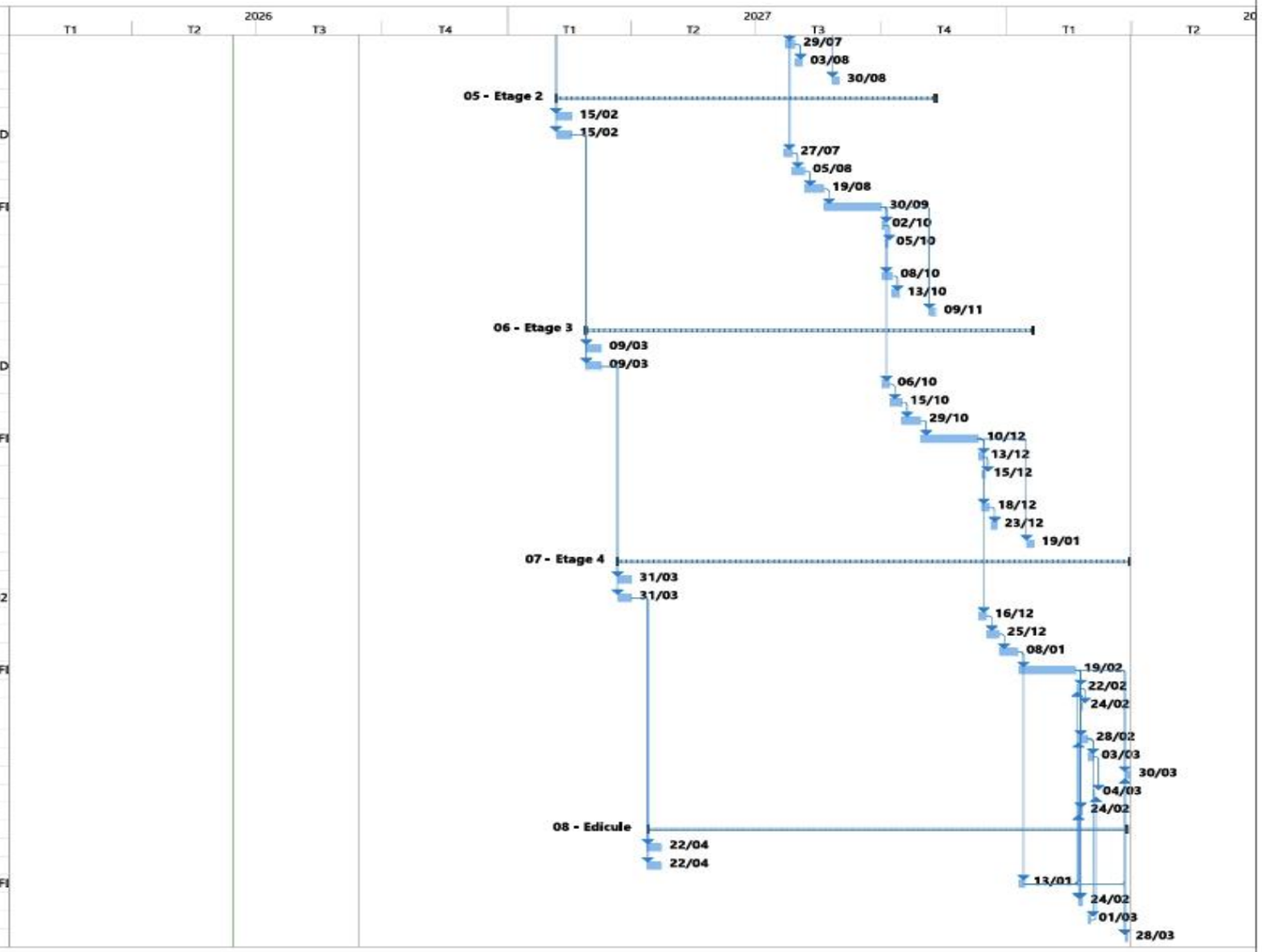


Page 1/2

ARTEMIS CONSTRUCTION & TRAVAUX

PLANNING TRAVAUX PROJET YENITA - SYSTEME 3P - IMMEUBLE R+4 15/01/2026

N°	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	% achevé	Prédécesseurs	Successeurs
59	Réalisation des murs en agglos	6 jrs	23/07/27	29/07/27	0%	56FD+1 jr	60
60	Réalisation des enduits sur murs	4 jrs	30/07/27	03/08/27	0%	59	
61	Réalisation des enduits sous plancher	4 jrs	26/08/27	30/08/27	0%	56FD+30 jrs	
62	**05 - Etage 2**	**238 jrs**	**05/02/27**	**09/11/27**	**0%**		
63	Réalisation des voiles ascenceurs	9 jrs	05/02/27	15/02/27	0%	52FD+10 jrs	
64	Réalisation des voiles escaliers	9 jrs	05/02/27	15/02/27	0%	52FD+10 jrs	75FD+10 jrs;76FD
65	Réalisation des poteaux	5 jrs	22/07/27	27/07/27	0%	56	66
66	Réalisation des raidisseurs	8 jrs	28/07/27	05/08/27	0%	65	67
67	Réalisation des poutres	12 jrs	06/08/27	19/08/27	0%	66	68
68	Réalisation des dalles	36 jrs	20/08/27	30/09/27	0%	67	71FD+1 jr;69;73FI
69	Réalisation des chaînages	2 jrs	01/10/27	02/10/27	0%	68	70
70	Réalisation des linteaux et des appuis de baies	2 jrs	04/10/27	05/10/27	0%	69	
71	Réalisation des murs en agglos	6 jrs	02/10/27	08/10/27	0%	68FD+1 jr	72
72	Réalisation des enduits sur murs	4 jrs	09/10/27	13/10/27	0%	71	
73	Réalisation des enduits sous plancher	4 jrs	05/11/27	09/11/27	0%	68FD+30 jrs	
74	**06 - Etage 3**	**280 jrs**	**27/02/27**	**19/01/28**	**0%**		
75	Réalisation des voiles ascenceurs	9 jrs	27/02/27	09/03/27	0%	64FD+10 jrs	
76	Réalisation des voiles escaliers	9 jrs	27/02/27	09/03/27	0%	64FD+10 jrs	87FD+10 jrs;88FD
77	Réalisation des poteaux	5 jrs	01/10/27	06/10/27	0%	68	78
78	Réalisation des raidisseurs	8 jrs	07/10/27	15/10/27	0%	77	79
79	Réalisation des poutres	12 jrs	16/10/27	29/10/27	0%	78	80
80	Réalisation des dalles	36 jrs	30/10/27	10/12/27	0%	79	83FD+1 jr;81;85FI
81	Réalisation des chaînages	2 jrs	11/12/27	13/12/27	0%	80	82
82	Réalisation des linteaux et des appuis de baies	2 jrs	14/12/27	15/12/27	0%	81	
83	Réalisation des murs en agglos	6 jrs	13/12/27	18/12/27	0%	80FD+1 jr	84
84	Réalisation des enduits sur murs	4 jrs	20/12/27	23/12/27	0%	83	
85	Réalisation des enduits sous plancher	4 jrs	15/01/28	19/01/28	0%	80FD+30 jrs	
86	**07 - Etage 4**	**322 jrs**	**22/03/27**	**30/03/28**	**0%**		
87	Réalisation des voiles ascenceurs	9 jrs	22/03/27	31/03/27	0%	76FD+10 jrs	
88	Réalisation des voiles escaliers	9 jrs	22/03/27	31/03/27	0%	76FD+10 jrs	101FD+10 jrs;102
89	Réalisation des poteaux	5 jrs	11/12/27	16/12/27	0%	80	90
90	Réalisation des raidisseurs	8 jrs	17/12/27	25/12/27	0%	89	91
91	Réalisation des poutres	12 jrs	27/12/27	08/01/28	0%	90	92;103
92	Réalisation des dalles	36 jrs	10/01/28	19/02/28	0%	91	95FD+1 jr;93;97FI
93	Réalisation des chaînages	2 jrs	21/02/28	22/02/28	0%	92;103	94
94	Réalisation des linteaux et des appuis de baies	2 jrs	23/02/28	24/02/28	0%	93	
95	Réalisation des murs en agglos	6 jrs	22/02/28	28/02/28	0%	92FD+1 jr;10	96;105
96	Réalisation des enduits sur murs	4 jrs	29/02/28	03/03/28	0%	95	98
97	Réalisation des enduits sous plancher	4 jrs	27/03/28	30/03/28	0%	92FD+30 jrs;1	
98	Réalisation des paillasses de cuisine	1 jr	04/03/28	04/03/28	0%	96;105	
99	Réalisation des acrotères	3 jrs	22/02/28	24/02/28	0%	92FD+1 jr;10	
100	**08 - Edicule**	**301 jrs**	**13/04/27**	**28/03/28**	**0%**		
101	Réalisation des voiles ascenceurs	9 jrs	13/04/27	22/04/27	0%	88FD+10 jrs	
102	Réalisation des voiles escaliers	9 jrs	13/04/27	22/04/27	0%	88FD+10 jrs	
103	Réalisation des dalles	4 jrs	10/01/28	13/01/28	0%	91	95FD+1 jr;93;97FI
104	Réalisation des acrotères	3 jrs	22/02/28	24/02/28	0%	92FD+1 jr;10	
105	Réalisation des enduits sur murs	2 jrs	29/02/28	01/03/28	0%	95	98
106	Réalisation des enduits sous plancher	2 jrs	27/03/28	28/03/28	0%	92FD+30 jrs;1	



Page 2/2

Figure A1.1 : Planning du système 3P

- Système coffrage tunnel :

La figure A1.2 présente le planning du système coffrage tunnel.

ARTEMIS CONSTRUCTION & TRAVAUX

PLANNING TRAVAUX PROJET YENITA - SYSTEME COFFRAGE TUNNEL - IMMEUBLE R+4

15/01/2026

N°	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	% achevé	Prédécesseurs
1	**PROJET YENITA - IMMEUBLE R+4 - SYSTÈME COFFRAGE TUNNEL**	**208 jrs**	**14/09/26**	**14/05/27**	**0%**	
2	**INSTALLATION DE CHANTIER**	**5 jrs**	**14/09/26**	**18/09/26**	**0%**	
3	**00 - FONDATION**	**41 jrs**	**19/09/26**	**05/11/26**	**0%**	
4	Préparation du chantier	3 jrs	19/09/26	22/09/26	0%	2
5	Implantation des ouvrages	1 jr	23/09/26	23/09/26	0%	4
6	Réalisation des fouilles	5 jrs	24/09/26	29/09/26	0%	5
7	Evacuation des déblais	2 jrs	30/09/26	01/10/26	0%	6
8	Béton de propreté	2 jrs	02/10/26	03/10/26	0%	7
9	Réalisation des puits	8 jrs	05/10/26	13/10/26	0%	8
10	Réalisation des radiers	6 jrs	14/10/26	20/10/26	0%	9
11	Réalisation des surépaisseurs sur puits	2 jrs	21/10/26	22/10/26	0%	10
12	Réalisation des voiles	3 jrs	23/10/26	26/10/26	0%	11
13	Réalisation des amorces de poteaux	2 jrs	27/10/26	28/10/26	0%	12
14	Remblayage et compactage	3 jrs	29/10/26	31/10/26	0%	13
15	Réalisation du dallage	4 jrs	02/11/26	05/11/26	0%	14
16	**01 - Rez de jardin**	**44 jrs**	**06/11/26**	**28/12/26**	**0%**	**15**
17	Réalisation des voiles ascenceurs	9 jrs	07/11/26	17/11/26	0%	12FD+10 jrs
18	Réalisation des voiles escaliers	9 jrs	07/11/26	17/11/26	0%	12FD+10 jrs
19	Réalisation des poteaux	2 jrs	06/11/26	07/11/26	0%	15
20	Réalisation des poutres	12 jrs	09/11/26	21/11/26	0%	19
21	Réalisation des dalles	24 jrs	23/11/26	19/12/26	0%	20
22	Réalisation de la chape	2 jrs	21/12/26	22/12/26	0%	21
23	Réalisation des enduits sur murs	4 jrs	23/12/26	28/12/26	0%	22
24	Réalisation des enduits sous planchers	4 jrs	23/12/26	28/12/26	0%	22
25	**02 - Rez de Chaussée**	**14 jrs**	**30/12/26**	**14/01/27**	**0%**	
26	Implantation des axes et traçage des amorces de voiles	2 jrs	30/12/26	31/12/26	0%	24FD+1 jr
27	Ferraillage des voiles	5 jrs	01/01/27	06/01/27	0%	26
28	Incorporation plomberie et électricité dans les voiles	3 jrs	02/01/27	05/01/27	0%	27DD+1 jr
29	Coffrages des voiles	5 jrs	04/01/27	08/01/27	0%	27DD+2 jrs
30	Coffrage du plancher	3 jrs	05/01/27	07/01/27	0%	29DD+1 jr
31	Ferraillage de la dalle plancher haut	3 jrs	05/01/27	07/01/27	0%	30DD
32	Calage altimétrique et latéral du coffrage	3 jrs	05/01/27	07/01/27	0%	30DD
33	Bétonnage monolothique voiles + plancher	1 jr	08/01/27	08/01/27	0%	31;32
34	Décoffrage, nettoyage et pose passerelle	5 jrs	09/01/27	14/01/27	0%	33
35	**03 - Mezzanine**	**16 jrs**	**16/01/27**	**03/02/27**	**0%**	
36	Implantation des axes et traçage des amorces de voiles	2 jrs	16/01/27	18/01/27	0%	34FD+1 jr
37	Ferraillage des voiles	5 jrs	19/01/27	23/01/27	0%	36
38	Incorporation plomberie et électricité dans les voiles	3 jrs	20/01/27	22/01/27	0%	37DD+1 jr
39	Coffrages des voiles	5 jrs	21/01/27	26/01/27	0%	37DD+2 jrs
40	Coffrage du plancher	3 jrs	23/01/27	26/01/27	0%	39DD+2 jrs
41	Ferraillage de la dalle plancher haut	3 jrs	25/01/27	27/01/27	0%	40DD+1 jr
42	Calage altimétrique et latéral du coffrage	3 jrs	25/01/27	27/01/27	0%	40DD+1 jr
43	Bétonnage monolothique voiles + plancher	1 jr	28/01/27	28/01/27	0%	41;42
44	Décoffrage, nettoyage et pose passerelle	5 jrs	29/01/27	03/02/27	0%	43
45	**04 - Etage 1**	**18 jrs**	**05/02/27**	**25/02/27**	**0%**	
46	Implantation des axes et traçage des amorces de voiles	2 jrs	05/02/27	06/02/27	0%	44FD+1 jr
47	Ferraillage des voiles	5 jrs	08/02/27	12/02/27	0%	46
48	Incorporation plomberie et électricité dans les voiles	3 jrs	22/02/27	24/02/27	0%	47DD+12 jrs
49	Coffrages des voiles	5 jrs	11/02/27	16/02/27	0%	47DD+3 jrs
50	Coffrage du plancher	3 jrs	15/02/27	17/02/27	0%	49DD+3 jrs
51	Ferraillage de la dalle plancher haut	3 jrs	16/02/27	18/02/27	0%	50DD+1 jr
52	Calage altimétrique et latéral du coffrage	3 jrs	16/02/27	18/02/27	0%	50DD+1 jr
53	Bétonnage monolothique voiles + plancher	1 jr	19/02/27	19/02/27	0%	51;52
54	Décoffrage, nettoyage et pose passerelle	5 jrs	20/02/27	25/02/27	0%	53
55	**05 - Etage 2**	**18 jrs**	**27/02/27**	**19/03/27**	**0%**	
56	Implantation des axes et traçage des amorces de voiles	2 jrs	27/02/27	01/03/27	0%	54FD+1 jr
57	Ferraillage des voiles	5 jrs	02/03/27	06/03/27	0%	56
58	Incorporation plomberie et électricité dans les voiles	3 jrs	16/03/27	18/03/27	0%	57DD+12 jrs
59	Coffrages des voiles	5 jrs	05/03/27	10/03/27	0%	57DD+3 jrs
60	Coffrage du plancher	3 jrs	09/03/27	11/03/27	0%	59DD+3 jrs
61	Ferraillage de la dalle plancher haut	3 jrs	10/03/27	12/03/27	0%	60DD+1 jr



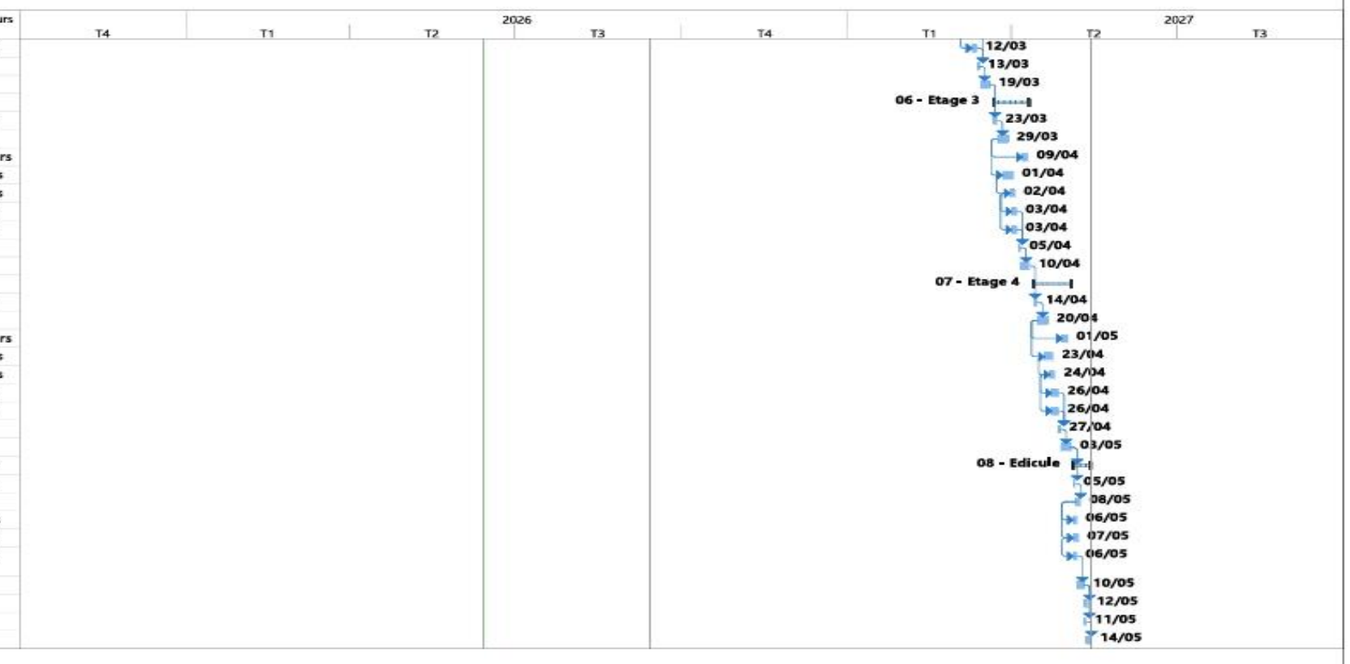
Page 1/2

ARTEMIS CONSTRUCTION & TRAVAUX

PLANNING TRAVAUX PROJET YENITA - SYSTEME COFFRAGE TUNNEL - IMMEUBLE R+4

15/01/2026

N°	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	% achevé	Prédécesseurs
62	Calage altimétrique et latéral du coffrage	3 jrs	10/03/27	12/03/27	0%	60DD+1 jr
63	Bétonnage monolothique voiles + plancher	1 jr	13/03/27	13/03/27	0%	61;62
64	Décoffrage, nettoyage et pose passerelle	5 jrs	15/03/27	19/03/27	0%	63
65	**06 - Etage 3**	**18 jrs**	**22/03/27**	**10/04/27**	**0%**	
66	Implantation des axes et traçage des amorces de voiles	2 jrs	22/03/27	23/03/27	0%	64FD+1 jr
67	Ferraillage des voiles	5 jrs	24/03/27	29/03/27	0%	66
68	Incorporation plomberie et électricité dans les voiles	3 jrs	07/04/27	09/04/27	0%	67DD+12 jrs
69	Coffrages des voiles	5 jrs	27/03/27	01/04/27	0%	67DD+3 jrs
70	Coffrage du plancher	3 jrs	31/03/27	02/04/27	0%	69DD+3 jrs
71	Ferraillage de la dalle plancher haut	3 jrs	01/04/27	03/04/27	0%	70DD+1 jr
72	Calage altimétrique et latéral du coffrage	3 jrs	01/04/27	03/04/27	0%	70DD+1 jr
73	Bétonnage monolothique voiles + plancher	1 jr	05/04/27	05/04/27	0%	71;72
74	Décoffrage, nettoyage et pose passerelle	5 jrs	06/04/27	10/04/27	0%	73
75	**07 - Etage 4**	**18 jrs**	**13/04/27**	**03/05/27**	**0%**	
76	Implantation des axes et traçage des amorces de voiles	2 jrs	13/04/27	14/04/27	0%	74FD+1 jr
77	Ferraillage des voiles	5 jrs	15/04/27	20/04/27	0%	76
78	Incorporation plomberie et électricité dans les voiles	3 jrs	29/04/27	01/05/27	0%	77DD+12 jrs
79	Coffrages des voiles	5 jrs	19/04/27	23/04/27	0%	77DD+3 jrs
80	Coffrage du plancher	3 jrs	22/04/27	24/04/27	0%	79DD+3 jrs
81	Ferraillage de la dalle plancher haut	3 jrs	23/04/27	26/04/27	0%	80DD+1 jr
82	Calage altimétrique et latéral du coffrage	3 jrs	23/04/27	26/04/27	0%	80DD+1 jr
83	Bétonnage monolothique voiles + plancher	1 jr	27/04/27	27/04/27	0%	81;82
84	Décoffrage, nettoyage et pose passerelle	5 jrs	28/04/27	03/05/27	0%	83
85	**08 - Edicule**	**9 jrs**	**05/05/27**	**14/05/27**	**0%**	84FD+1 jr
86	Implantation des axes et traçage des amorces de voiles	1 jr	05/05/27	05/05/27	0%	84FD+1 jr
87	Ferraillage des murs voiles Acrotères, Edicules & Ascenseurs	3 jrs	06/05/27	08/05/27	0%	86
88	Incorporation plomberie et électricité dans les voiles	2 jrs	05/05/27	06/05/27	0%	87DD-2 jrs
89	Coffrages des voiles Acrotères & Edicules	3 jrs	05/05/27	07/05/27	0%	87DD-1 jr
90	Coffrage du plancher de l'édicule et de la dalle de l'ascenseur	2 jrs	05/05/27	06/05/27	0%	89DD-2 jrs
91	Ferraillage de la dalle pleine de l'édicule	3 jrs	07/05/27	10/05/27	0%	90
92	Bétonnage monolothique Edicule et Acrotère	2 jrs	11/05/27	12/05/27	0%	91
93	Décoffrage, nettoyage et pose passerelle	1 jr	11/05/27	11/05/27	0%	91
94	Décoffrage, nettoyage et pose passerelle	3 jrs	12/05/27	14/05/27	0%	93



Page 2/2

Figure A1.2 : Planning du système coffrage tunnel

Annexe 9 : Plans de ferraillage des systèmes étudiés

❖ Système 3P :

- Poteaux P_1 de section 60 x 60 du rez-de-jardin :

La figure A1.3 présente le ferraillage des poteaux P_1 de section 60 x 60 du rez de jardin.

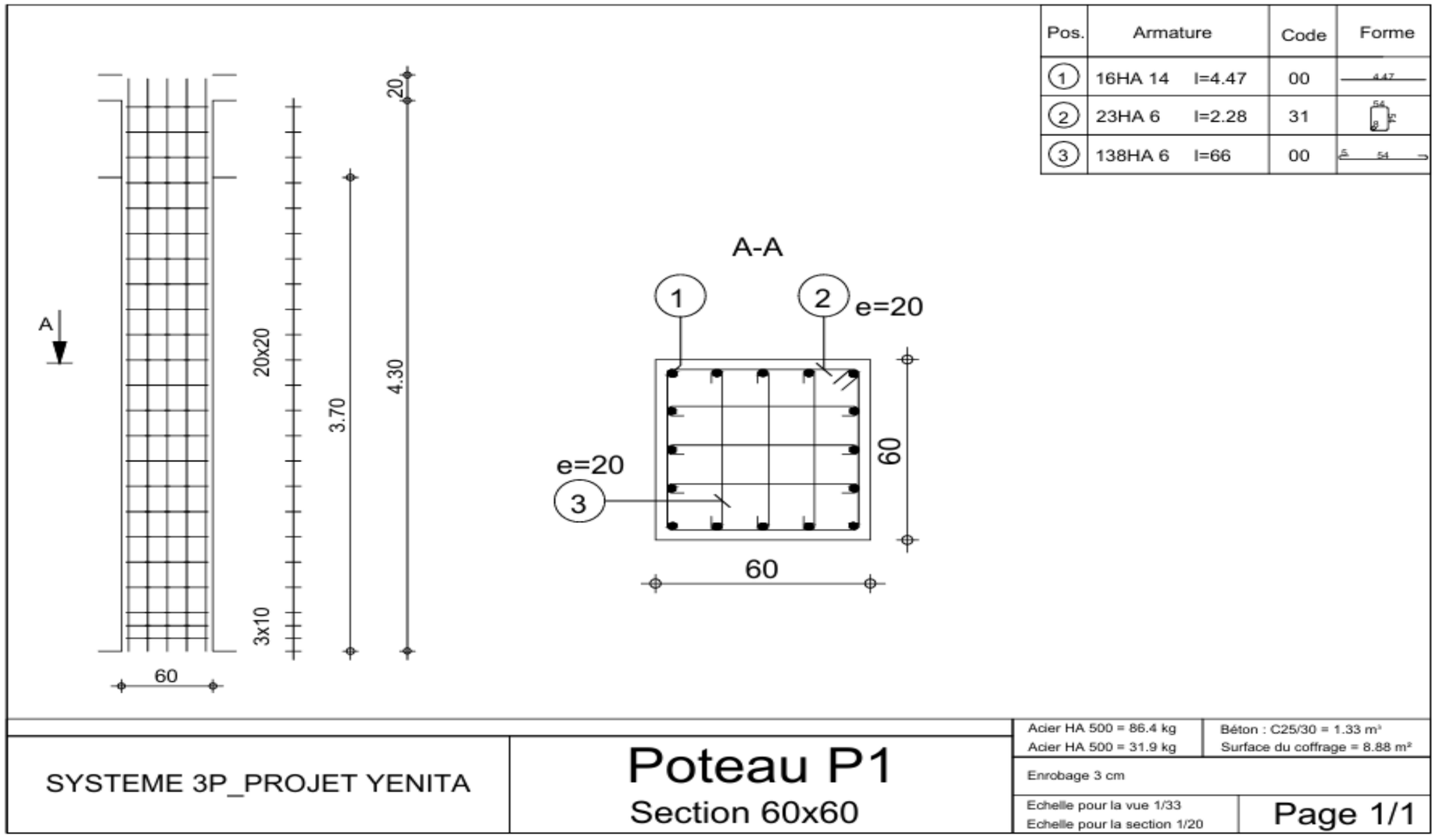


Figure A1.3 : Ferraillage des poteaux P_1 de section 60 x 60 du rez de jardin

- Poteaux P_2 de section 40 x 40 du rez-de-jardin :

La figure A1.4 présente le ferraillage des poteaux P_2 de section 60 x 60 du rez de jardin.

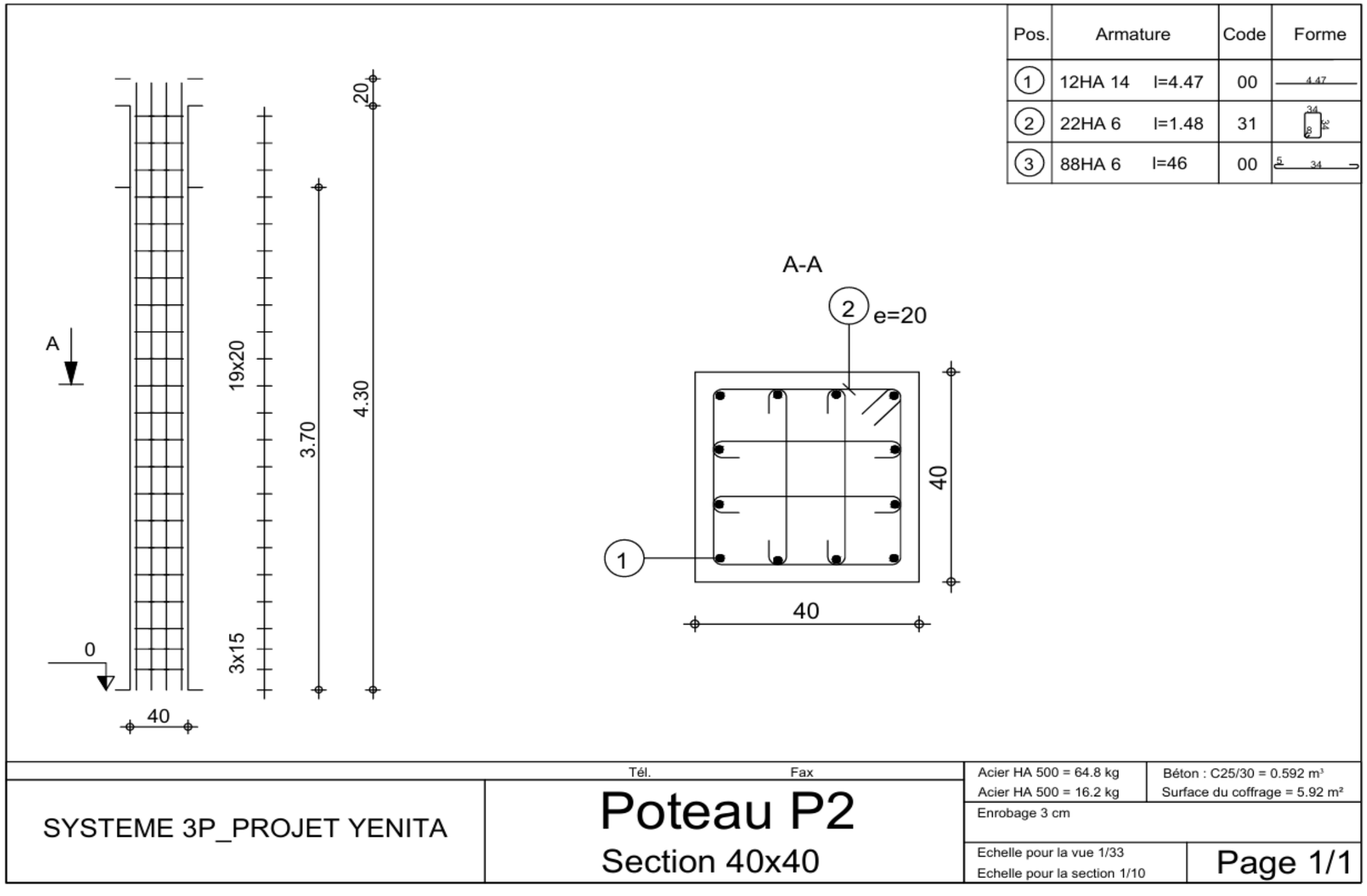
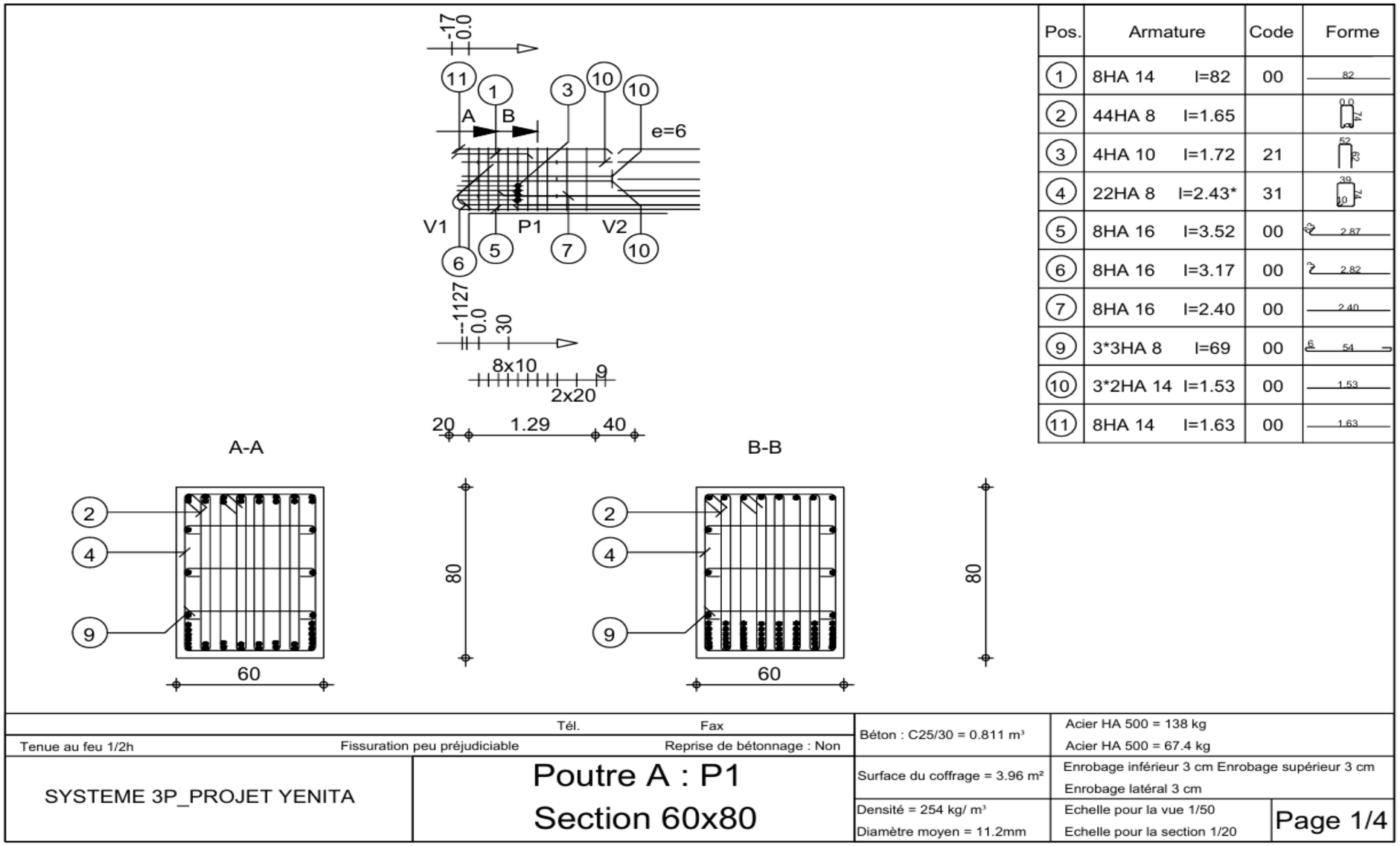


Figure A1.4 : Ferraillage des poteaux P_2 de section 60 x 60 du rez de jardin

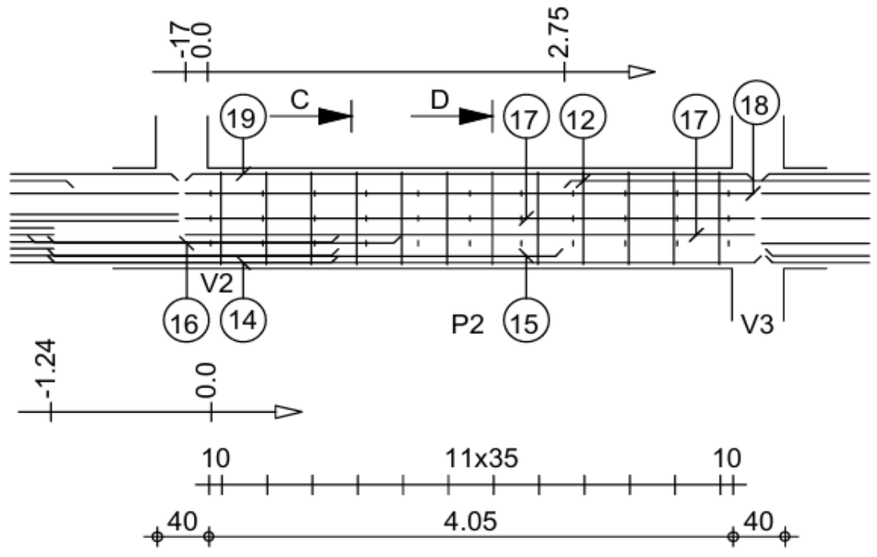
Poutres de section 60 x 80 du rez-de-jardin :

La figure A1.5 présente le ferraillage des poteaux de section 60 x 80 du rez de jardin.

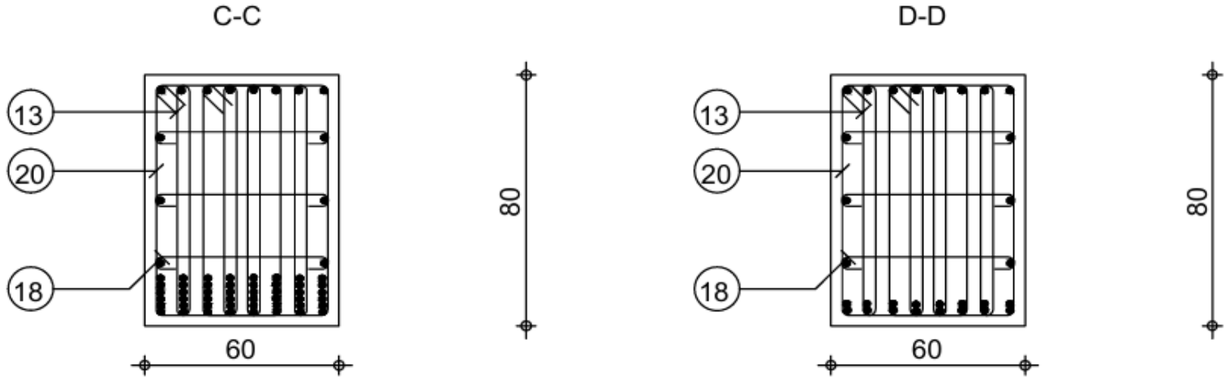


Pos.	Armature		Code	Forme
1	8HA 14	l=82	00	82
2	44HA 8	l=1.65		0.0 74
3	4HA 10	l=1.72	21	52 29
4	22HA 8	l=2.43*	31	39 74 10
5	8HA 16	l=3.52	00	2.87
6	8HA 16	l=3.17	00	2.82
7	8HA 16	l=2.40	00	2.40
9	3*3HA 8	l=69	00	6 54
10	3*2HA 14	l=1.53	00	1.53
11	8HA 14	l=1.63	00	1.63

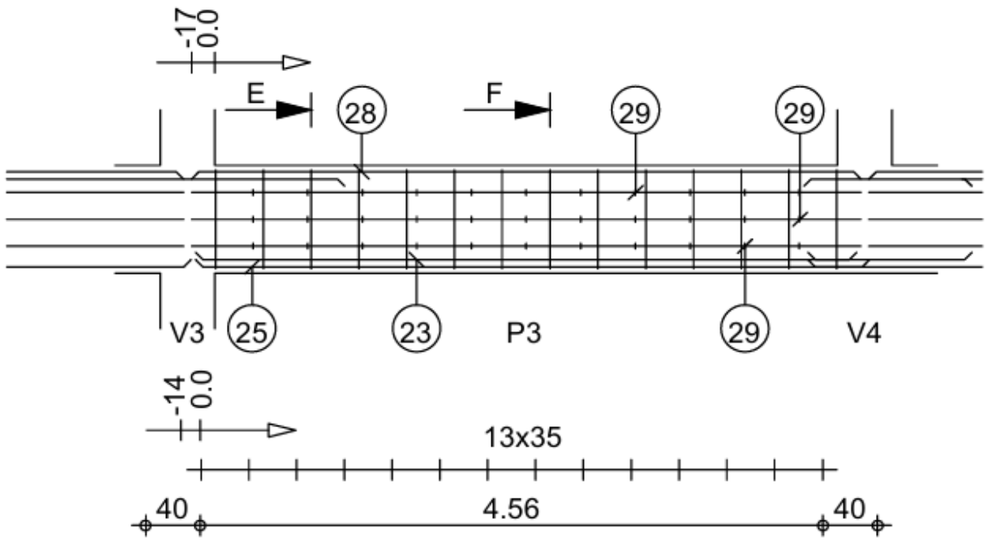
	Tél.	Fax	Béton : C25/30 = 0.811 m³	Acier HA 500 = 138 kg Acier HA 500 = 67.4 kg
Tenue au feu 1/2h	Fissuration peu préjudiciable	Reprise de bétonnage : Non		
SYSTEME 3P_PROJET YENITA	Poutre A : P1 Section 60x80		Surface du coffrage = 3.96 m²	Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm Enrobage latéral 3 cm
			Densité = 254 kg/ m³ Diamètre moyen = 11.2mm	Echelle pour la vue 1/50 Echelle pour la section 1/20
				Page 1/4



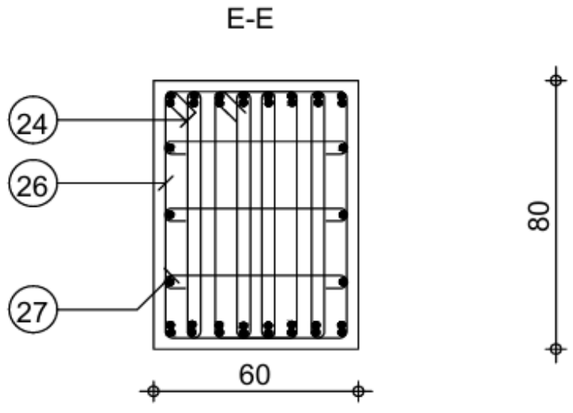
Pos.	Armature		Code	Forme
12	8HA 16	l=2.65	00	2.65
13	48HA 8	l=1.65		0.0 74
14	8HA 14	l=5.51	00	5.51
15	8HA 14	l=3.98	00	3.97
16	8HA 14	l=2.73	00	2.72
17	3*2HA 14	l=4.39	00	4.39
18	3*11HA 8	l=69	00	6 54 6
19	8HA 14	l=4.39	00	4.39
20	24HA 8	l=2.42*	31	39 74 10

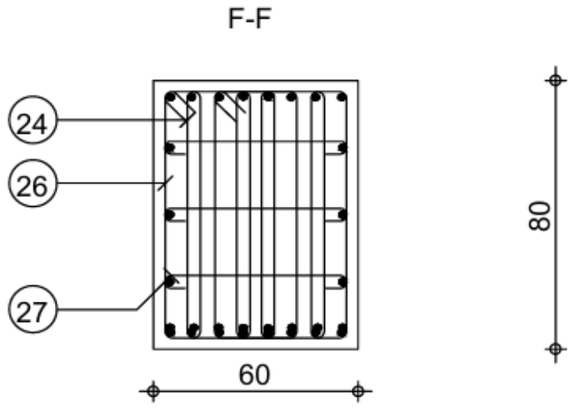


	Tél.	Fax	Béton : C25/30 = 2.14 m³	Acier HA 500 = 194 kg Acier HA 500 = 95 kg
Tenue au feu 1/2h	Fissuration peu préjudiciable	Reprise de bétonnage : Non		
SYSTEME 3P_PROJET YENITA	Poutre A : P2 Section 60x80		Surface du coffrage = 9.55 m²	Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm Enrobage latéral 3 cm
			Densité = 135 kg/ m³ Diamètre moyen = 11.3mm	Echelle pour la vue 1/50 Echelle pour la section 1/20

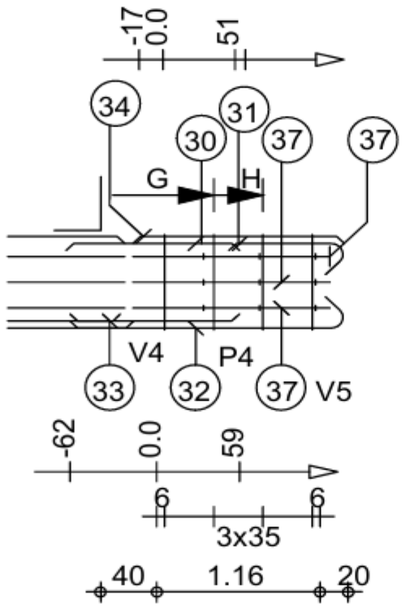


Pos.	Armature		Code	Forme
23	8HA 14	l=4.84	00	4.84
24	56HA 8	l=1.65		74
25	8HA 14	l=4.93	00	4.93
26	28HA 8	l=2.42	31	39 74 10
27	3*11HA 8	l=69	00	6 54
28	8HA 14	l=4.90	00	4.90
29	3*2HA 14	l=4.90	00	4.90

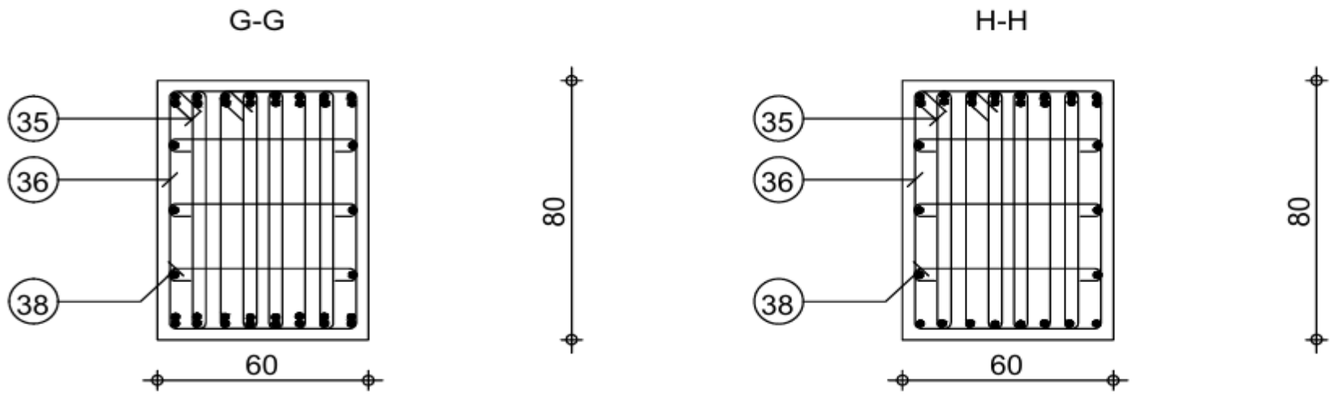




	Tél.	Fax	Béton : C25/30 = 2.38 m³	Acier HA 500 = 142 kg Acier HA 500 = 108 kg
Tenue au feu 1/2h	Fissuration peu préjudiciable	Reprise de bétonnage : Non		
SYSTEME 3P_PROJET YENITA	Poutre A : P3 Section 60x80		Surface du coffrage = 10.7 m²	Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm Enrobage latéral 3 cm
			Densité = 105 kg/ m³ Diamètre moyen = 10.7mm	Echelle pour la vue 1/50 Echelle pour la section 1/20



Pos.	Armature		Code	Forme
30	8HA 14	l=1.23	00	1.23
31	8HA 14	l=1.06	00	82
32	8HA 14	l=2.19	00	1.95
33	8HA 14	l=1.20	00	1.20
34	8HA 14	l=1.50	00	1.50
35	16HA 8	l=1.65		0.0 74
36	8HA 8	l=2.42	31	39 74
37	3*2HA 14	l=1.40	00	1.40
38	3*3HA 8	l=69	00	6 54



	Tél. Fax	Béton : C25/30 = 0.749 m³	Acier HA 500 = 69.5 kg Acier HA 500 = 30.7 kg
Tenue au feu 1/2h	Fissuration peu préjudiciable	Reprise de bétonnage : Non	
SYSTEME 3P_PROJET YENITA	Poutre A : P4 Section 60x80	Surface du coffrage = 3.67 m²	Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm Enrobage latéral 3 cm
		Densité = 133.5 kg/ m³ Diamètre moyen = 11.4mm	Echelle pour la vue 1/50 Echelle pour la section 1/20 — Page 4/4

Figure A1.5 : Ferraillage des poutres de section 60 x 80 du rez de jardin

- Dalle d'épaisseur 20 cm du rez-de-jardin :

La figure A1.6 présente le ferraillage des dalles d'épaisseur 20cm du rez de jardin.

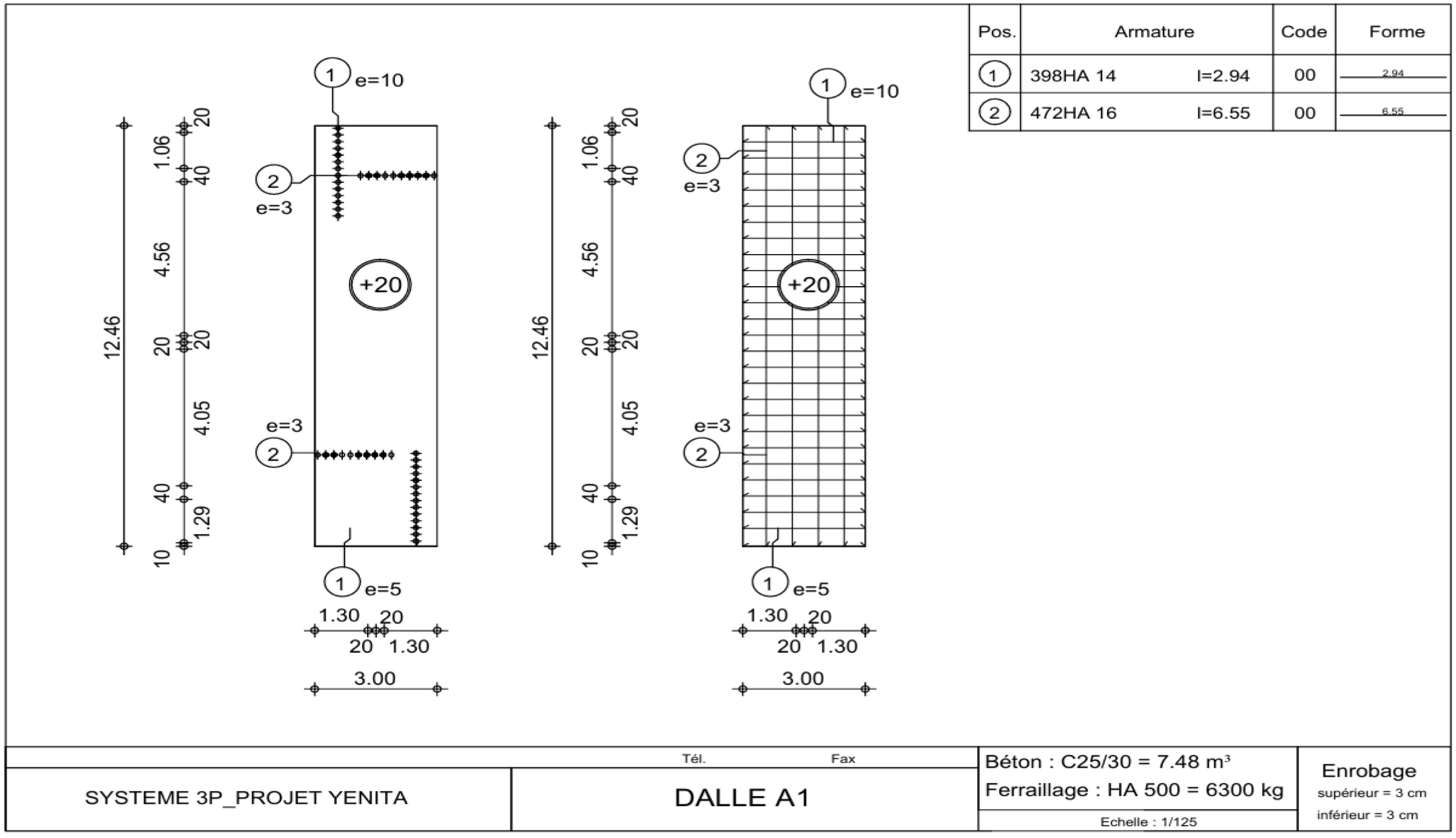


Figure A1.6 : Ferraillage des dalles d'épaisseur 20cm

- Voiles d'épaisseur 20 cm du rez-de-jardin :

La figure A1.7 présente le ferraillage des voiles d'épaisseur 20cm du rez de jardin.

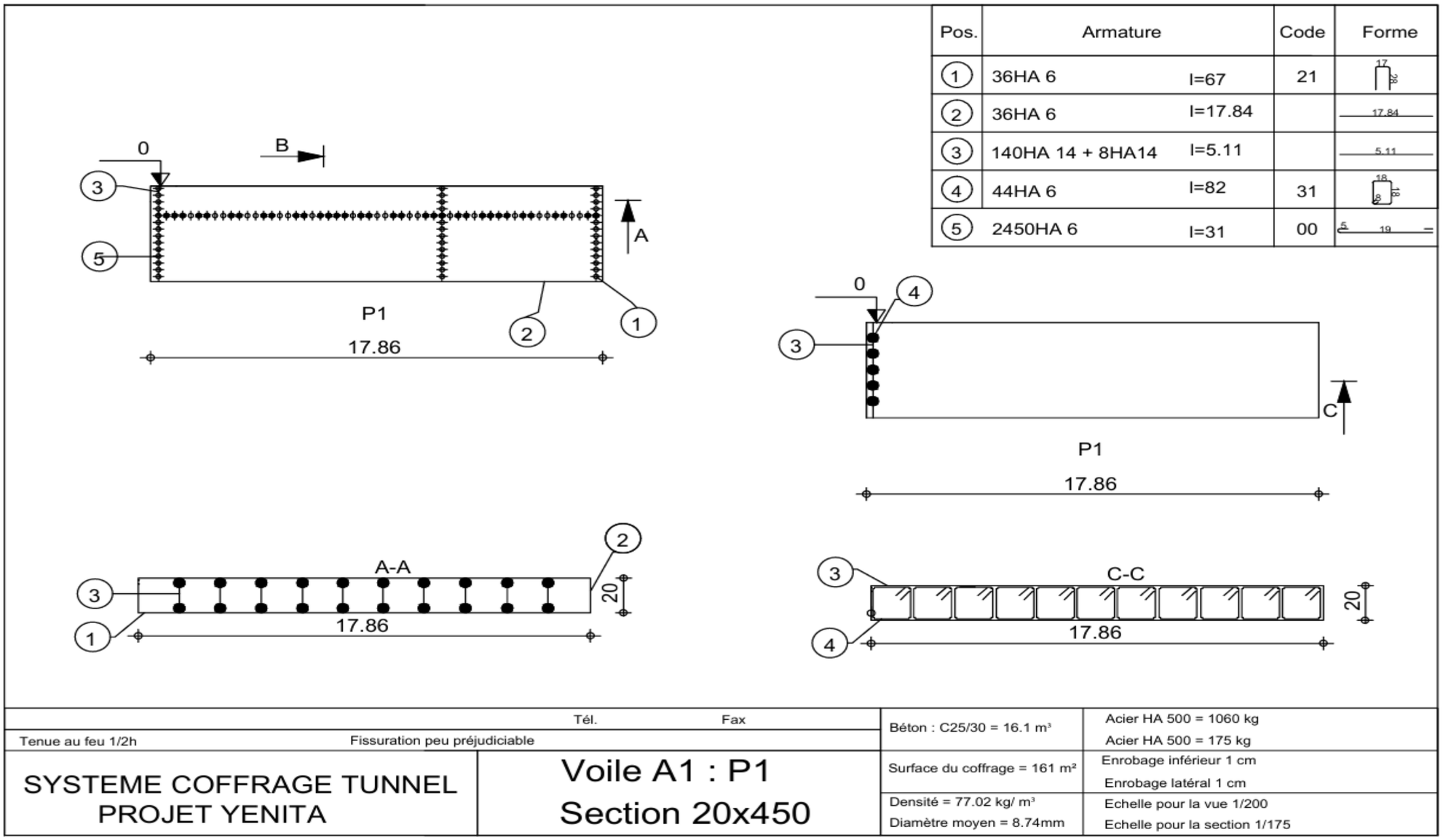


Figure A1.7 : Ferraillage des voiles d'épaisseur 20cm

❖ Système coffrage tunnel :

- Poteaux P_1 de section 40 x 40 de diamètre HA14 du rez-de-jardin :

La figure A1.8 présente le ferraillage des poteaux P_1 de section 40 x 40 de diamètre HA14 du rez-de-jardin.

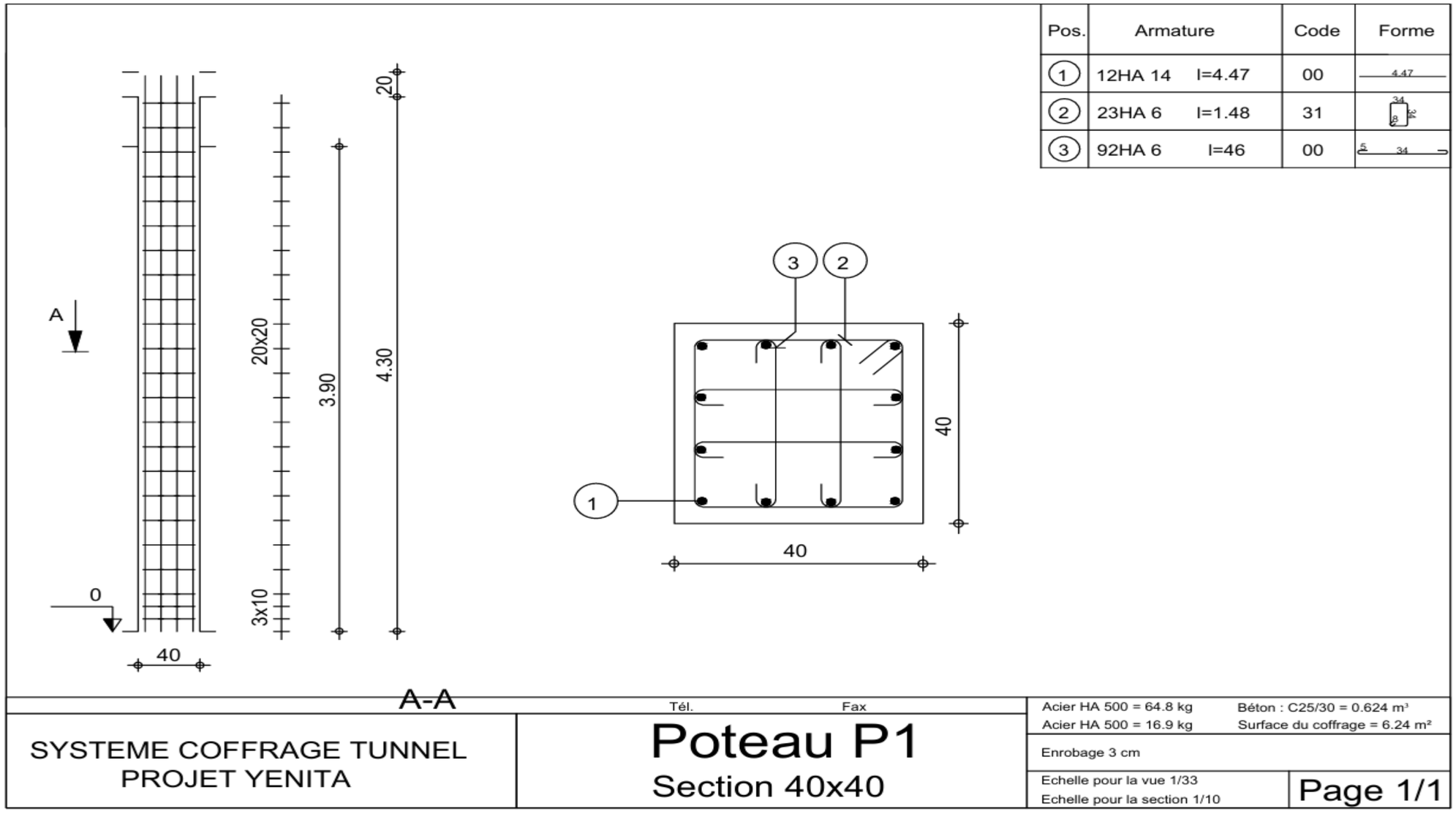


Figure A1.8 : Ferraillage des poteaux P_1 de section 40 x 40 de diamètre HA14 du rez-de-jardin

- Poteaux P_2 de section 40 x 40 de diamètre HA12 du rez-de-jardin :

La figure A1.9 présente le ferraillage des poteaux P_2 de section 40 x 40 de diamètre HA12 du rez-de-jardin.

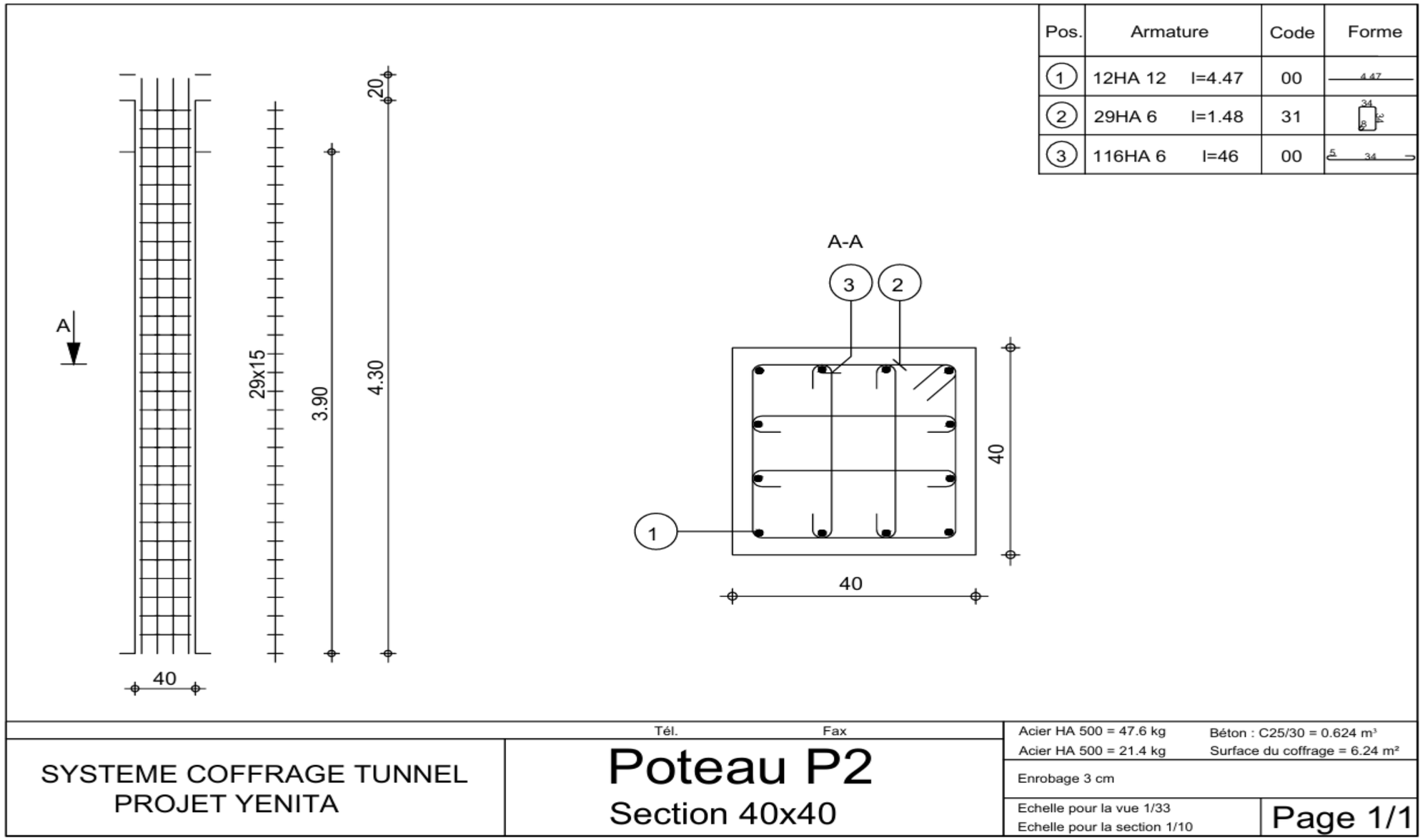
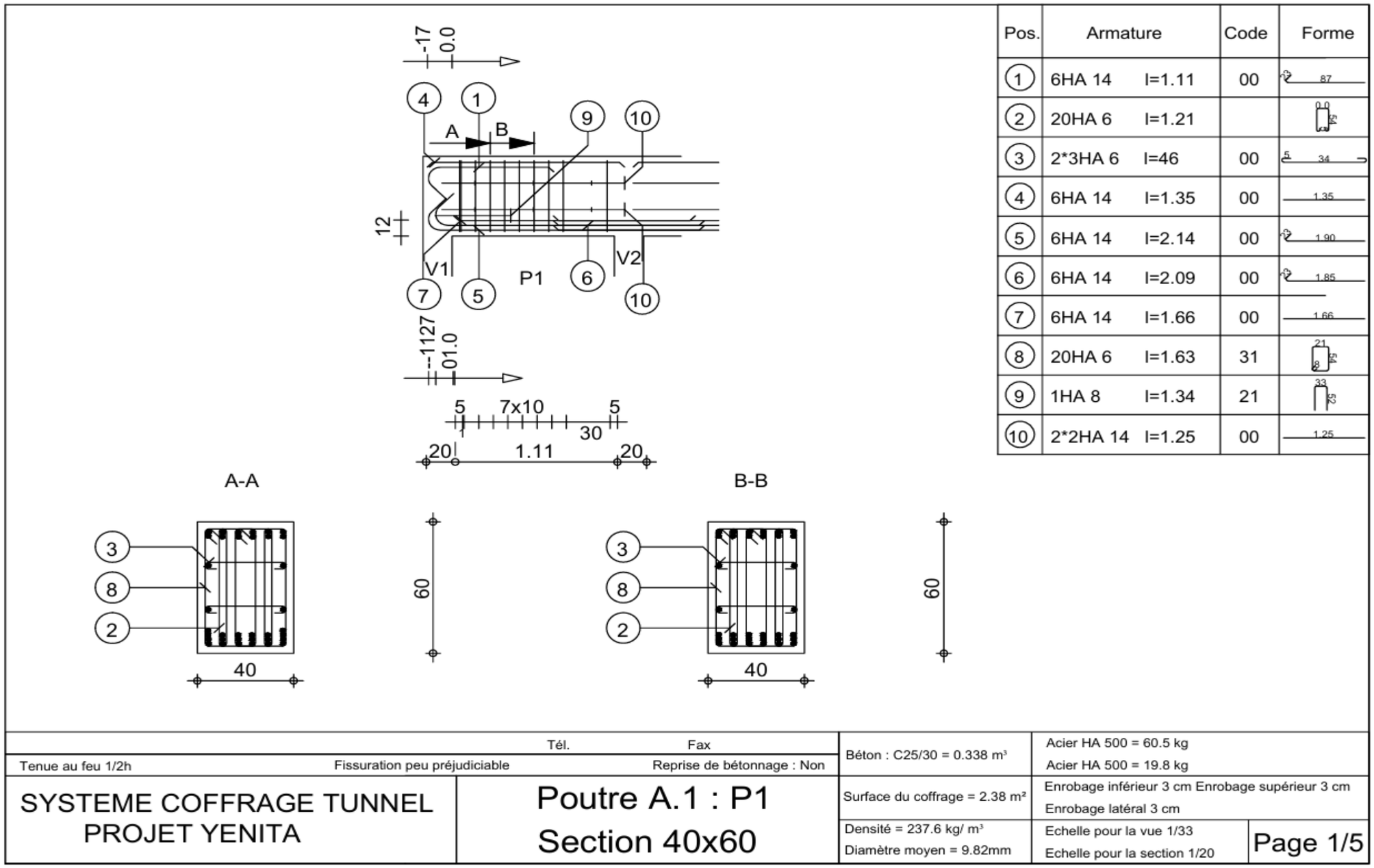


Figure A1.9 : Ferraillage des poteaux P_2 de section 40 x 40 de diamètre HA12 du rez-de-jardin

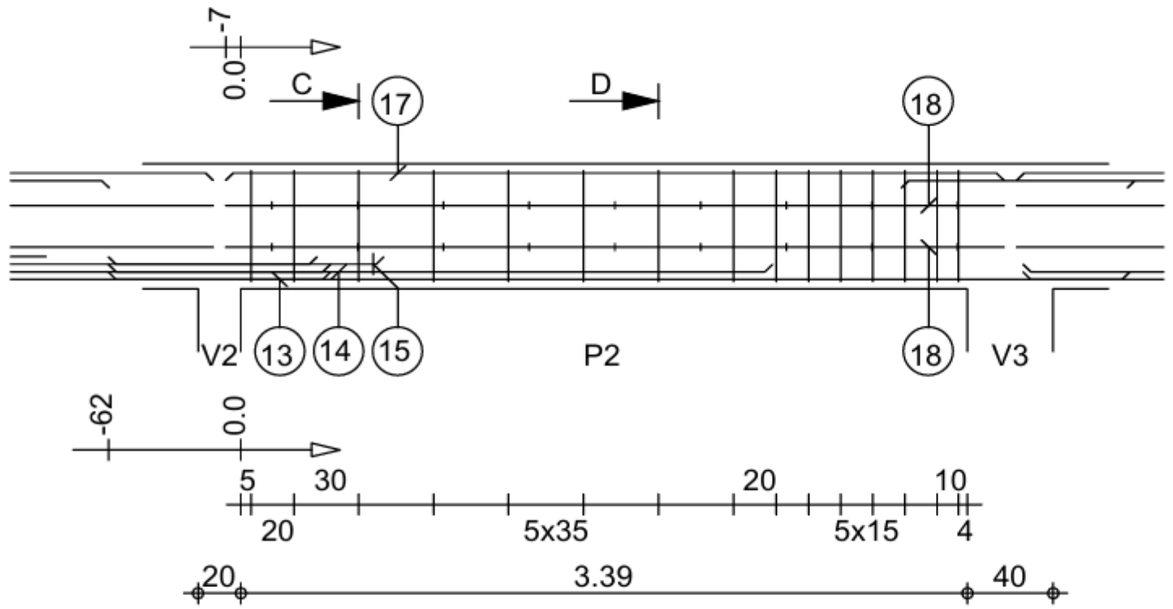
Poutres de section 60 x 80 du rez-de jardin :

La figure A1.10 présente le ferraillage des poutres de section 40 x 60 du rez de jardin.

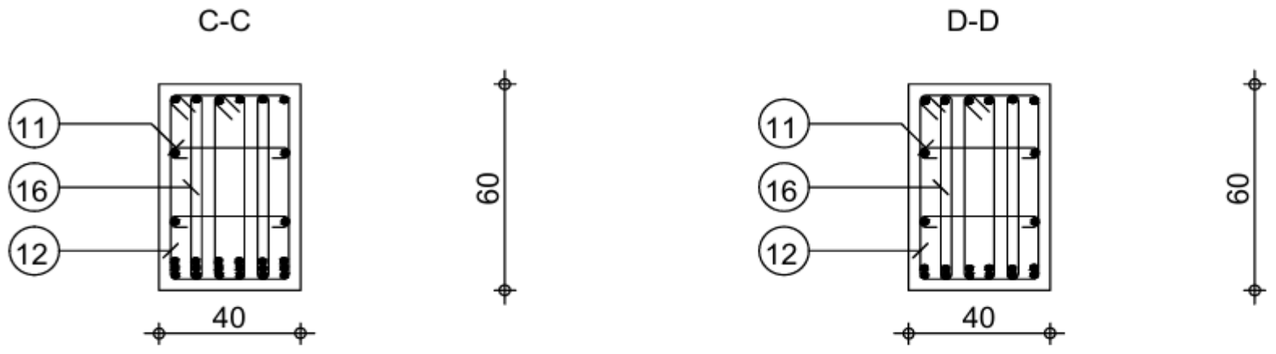


Pos.	Armature		Code	Forme
1	6HA 14	l=1.11	00	87
2	20HA 6	l=1.21		10 25
3	2*3HA 6	l=46	00	5 34
4	6HA 14	l=1.35	00	1.35
5	6HA 14	l=2.14	00	1.90
6	6HA 14	l=2.09	00	1.85
7	6HA 14	l=1.66	00	1.66
8	20HA 6	l=1.63	31	21 25 8
9	1HA 8	l=1.34	21	33 25
10	2*2HA 14	l=1.25	00	1.25

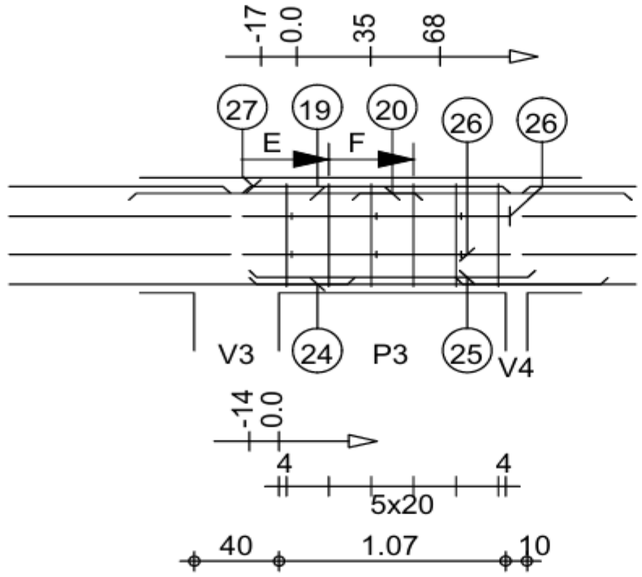
Tél. Fax		Béton : C25/30 = 0.338 m³	Acier HA 500 = 60.5 kg Acier HA 500 = 19.8 kg
Tenue au feu 1/2h	Fissuration peu préjudiciable	Reprise de bétonnage : Non	
SYSTEME COFFRAGE TUNNEL PROJET YENITA	Poutre A.1 : P1 Section 40x60	Surface du coffrage = 2.38 m²	Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm Enrobage latéral 3 cm
		Densité = 237.6 kg/ m³ Diamètre moyen = 9.82mm	Echelle pour la vue 1/33 Echelle pour la section 1/20 — Page 1/5



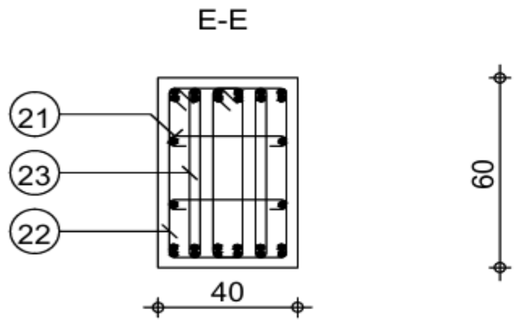
Pos.	Armature		Code	Forme
11	2*9HA 6	l=46	00	5 34
12	30HA 6	l=1.63	31	21 54 8
13	6HA 14	l=4.76	00	4.76
14	6HA 14	l=3.10	00	3.10
15	6HA 14	l=1.28	00	1.28
16	30HA 6	l=1.21		0.0 54
17	6HA 14	l=3.63	00	3.63
18	2*2HA 14	l=3.63	00	3.63

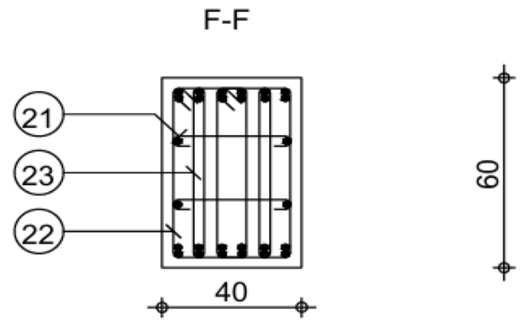


	Tél.	Fax	Béton : C25/30 = 0.886 m³	Acier HA 500 = 92.6 kg Acier HA 500 = 38.3 kg
Tenue au feu 1/2h	Fissuration peu préjudiciable	Reprise de bétonnage : Non		
SYSTEME COFFRAGE TUNNEL PROJET YENITA	Poutre A.1 : P2 Section 40x60		Surface du coffrage = 5.78 m²	Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm Enrobage latéral 3 cm
			Densité = 147.9 kg/ m³ Diamètre moyen = 9.95mm	Echelle pour la vue 1/33 Echelle pour la section 1/20

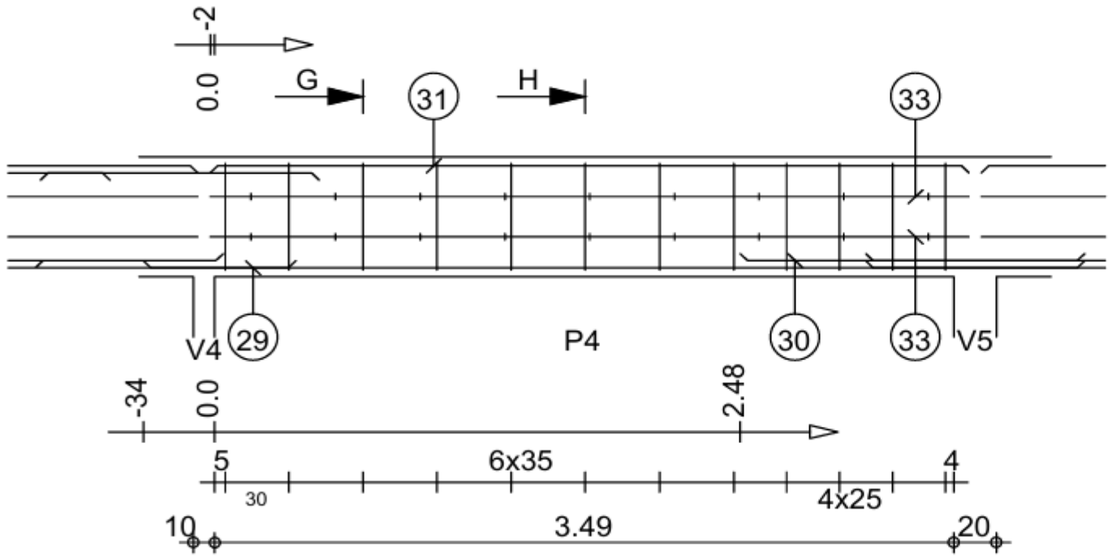


Pos.	Armature		Code	Forme
19	6HA 14	l=1.38	00	1.38
20	6HA 14	l=1.32	00	1.32
21	2*3HA 6	l=46	00	5 34 5
22	12HA 6	l=1.63	31	21 54 8
23	12HA 6	l=1.21		0.0 54 3
24	6HA 14	l=1.69	00	1.69
25	6HA 14	l=1.35	00	1.35
26	2*2HA 14	l=1.26	00	1.26
27	6HA 14	l=1.26	00	1.26



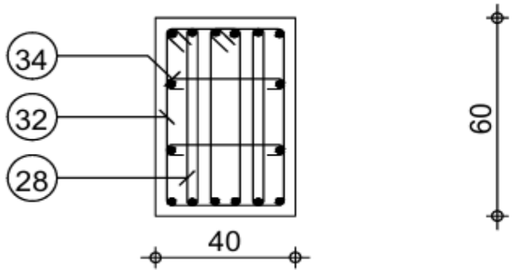


	Tél.	Fax	Béton : C25/30 = 0.317 m³	Acier HA 500 = 50.8 kg Acier HA 500 = 14.3 kg
Tenue au feu 1/2h	Fissuration peu préjudiciable	Reprise de bétonnage : Non		
SYSTEME COFFRAGE TUNNEL PROJET YENITA	Poutre A.1 : P3 Section 40x60		Surface du coffrage = 2.01 m²	Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm Enrobage latéral 3 cm
			Densité = 205.4 kg/ m³ Diamètre moyen = 10.5mm	Echelle pour la vue 1/33 Echelle pour la section 1/20

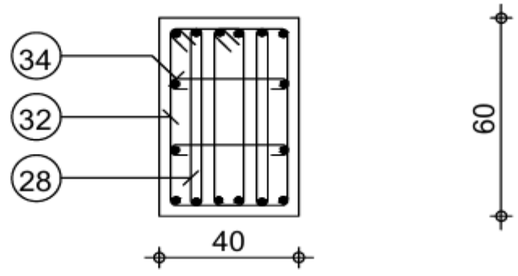


Pos.	Armature		Code	Forme
28	24HA 6	l=1.21		
29	6HA 14	l=4.44	00	4.44
30	6HA 14	l=1.63	00	1.63
31	6HA 14	l=3.58	00	3.58
32	24HA 6	l=1.63	31	
33	2*2HA 14	l=3.58	00	3.58
34	2*9HA 6	l=46	00	5 34 5

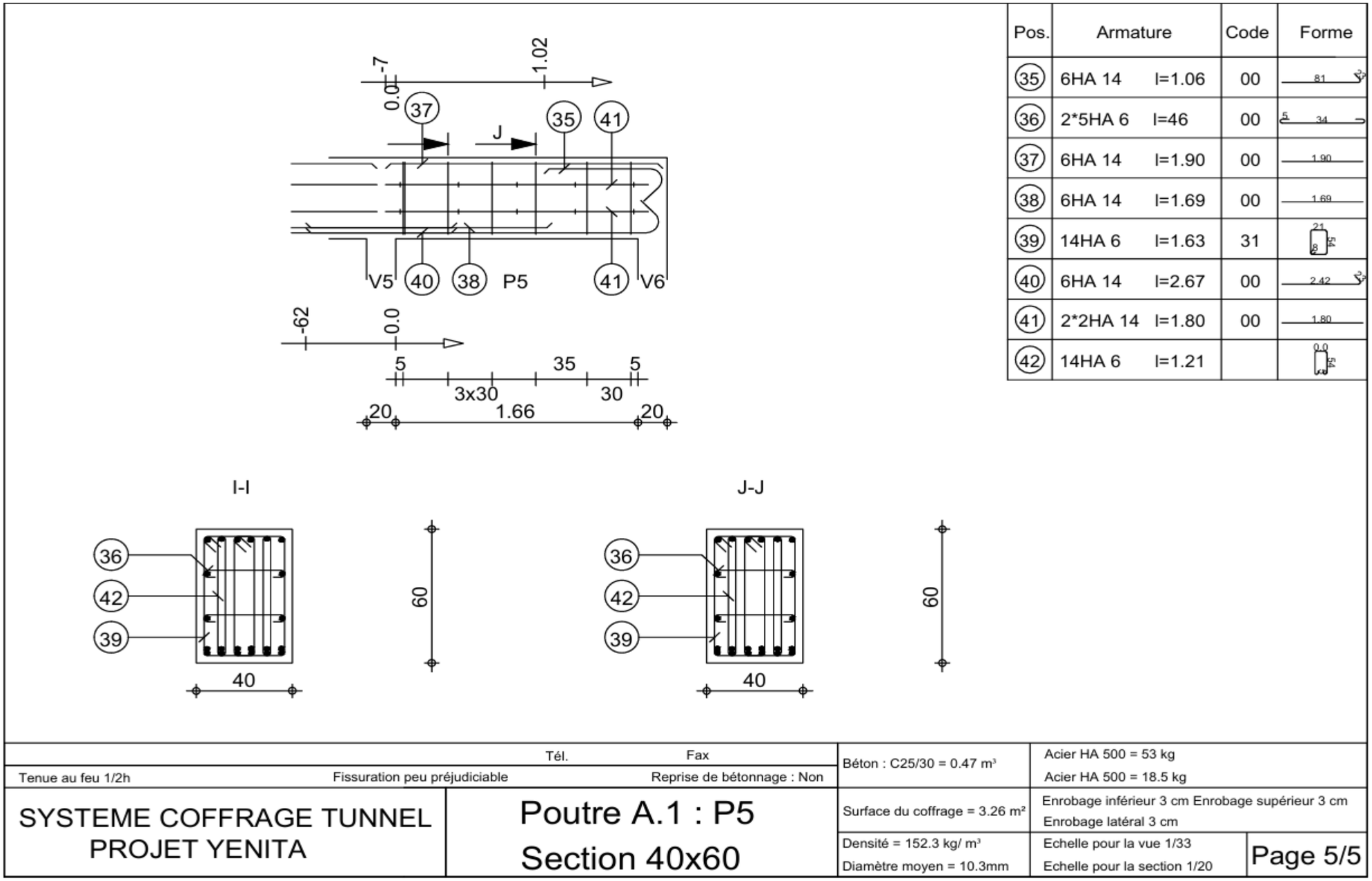
G-G



H-H



	Tél.	Fax	Béton : C25/30 = 0.874 m³	Acier HA 500 = 70 kg Acier HA 500 = 34.3 kg
Tenue au feu 1/2h	Fissuration peu préjudiciable	Reprise de bétonnage : Non		
SYSTEME COFFRAGE TUNNEL PROJET YENITA	Poutre A.1 : P4 Section 40x60		Surface du coffrage = 5.76 m²	Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm Enrobage latéral 3 cm
			Densité = 119 kg/ m³ Diamètre moyen = 9.89mm	Echelle pour la vue 1/33 Echelle pour la section 1/20



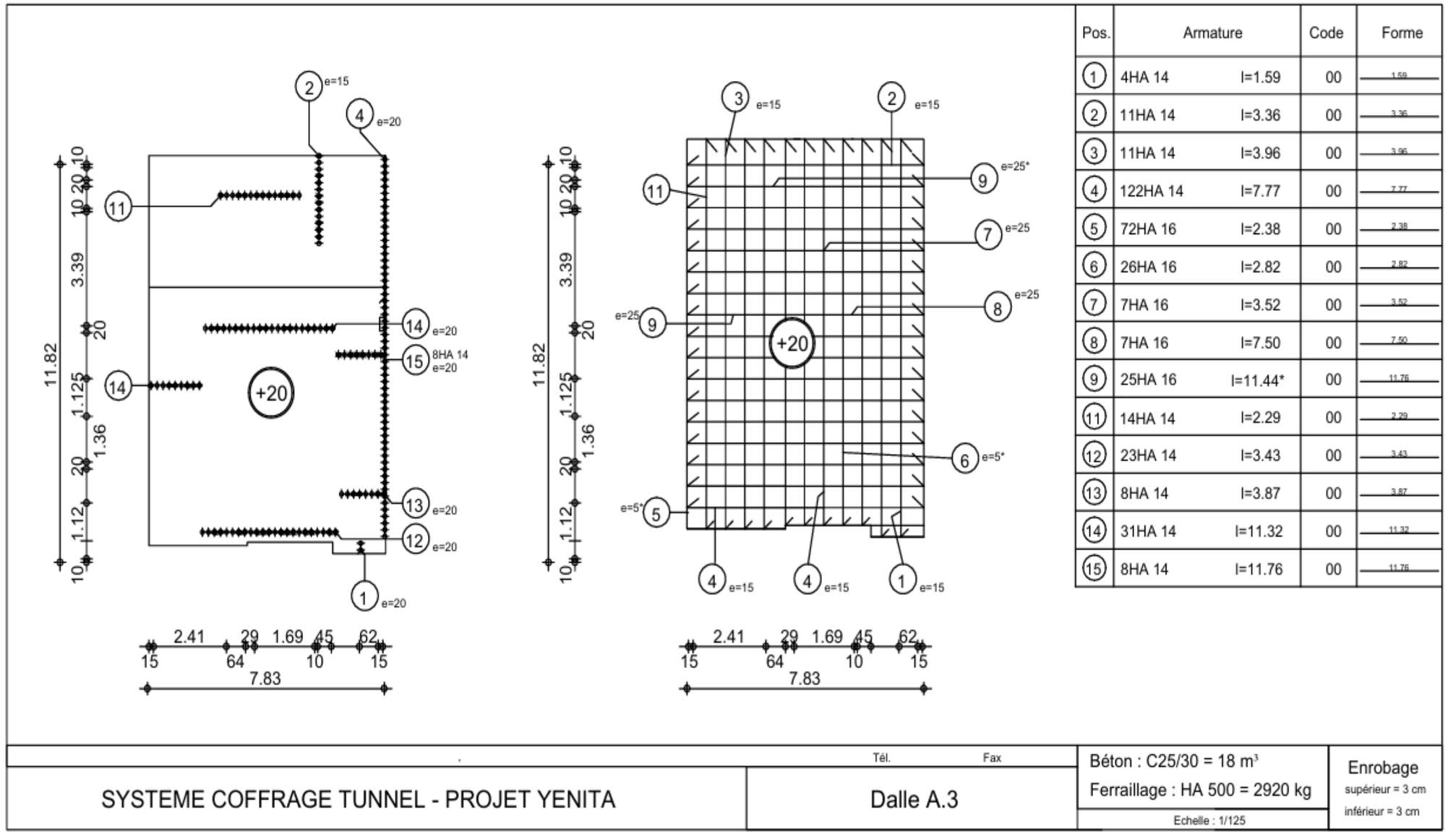
Pos.	Armature		Code	Forme
35	6HA 14	l=1.06	00	81
36	2*5HA 6	l=46	00	5 34 5
37	6HA 14	l=1.90	00	1.90
38	6HA 14	l=1.69	00	1.69
39	14HA 6	l=1.63	31	21 8 54
40	6HA 14	l=2.67	00	2.42
41	2*2HA 14	l=1.80	00	1.80
42	14HA 6	l=1.21		0.0 5.0 54

	Tél.	Fax	Béton : C25/30 = 0.47 m³	Acier HA 500 = 53 kg Acier HA 500 = 18.5 kg
Tenue au feu 1/2h	Fissuration peu préjudiciable	Reprise de bétonnage : Non		
SYSTEME COFFRAGE TUNNEL PROJET YENITA	Poutre A.1 : P5 Section 40x60		Surface du coffrage = 3.26 m²	Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm Enrobage latéral 3 cm
			Densité = 152.3 kg/ m³ Diamètre moyen = 10.3mm	Echelle pour la vue 1/33 Echelle pour la section 1/20 — Page 5/5

Figure A1.10 : Ferraillage des poutres de section 40 x 60 du rez-de-jardin

- Dalle d'épaisseur 20 cm du rez-de-jardin :

La figure A1.11 présente le ferraillage des dalles d'épaisseur 20cm du rez de jardin.



Pos.	Armature		Code	Forme
1	4HA 14	l=1.59	00	1.59
2	11HA 14	l=3.36	00	3.36
3	11HA 14	l=3.96	00	3.96
4	122HA 14	l=7.77	00	7.77
5	72HA 16	l=2.38	00	2.38
6	26HA 16	l=2.82	00	2.82
7	7HA 16	l=3.52	00	3.52
8	7HA 16	l=7.50	00	7.50
9	25HA 16	l=11.44*	00	11.76
11	14HA 14	l=2.29	00	2.29
12	23HA 14	l=3.43	00	3.43
13	8HA 14	l=3.87	00	3.87
14	31HA 14	l=11.32	00	11.32
15	8HA 14	l=11.76	00	11.76

Figure A1.11 : Ferraillage des dalles d'épaisseur 20cm

- Voiles d'épaisseur 20 cm du rez-de-jardin :

La figure A1.12 présente le ferraillage des voiles d'épaisseur 20cm du rez de jardin.

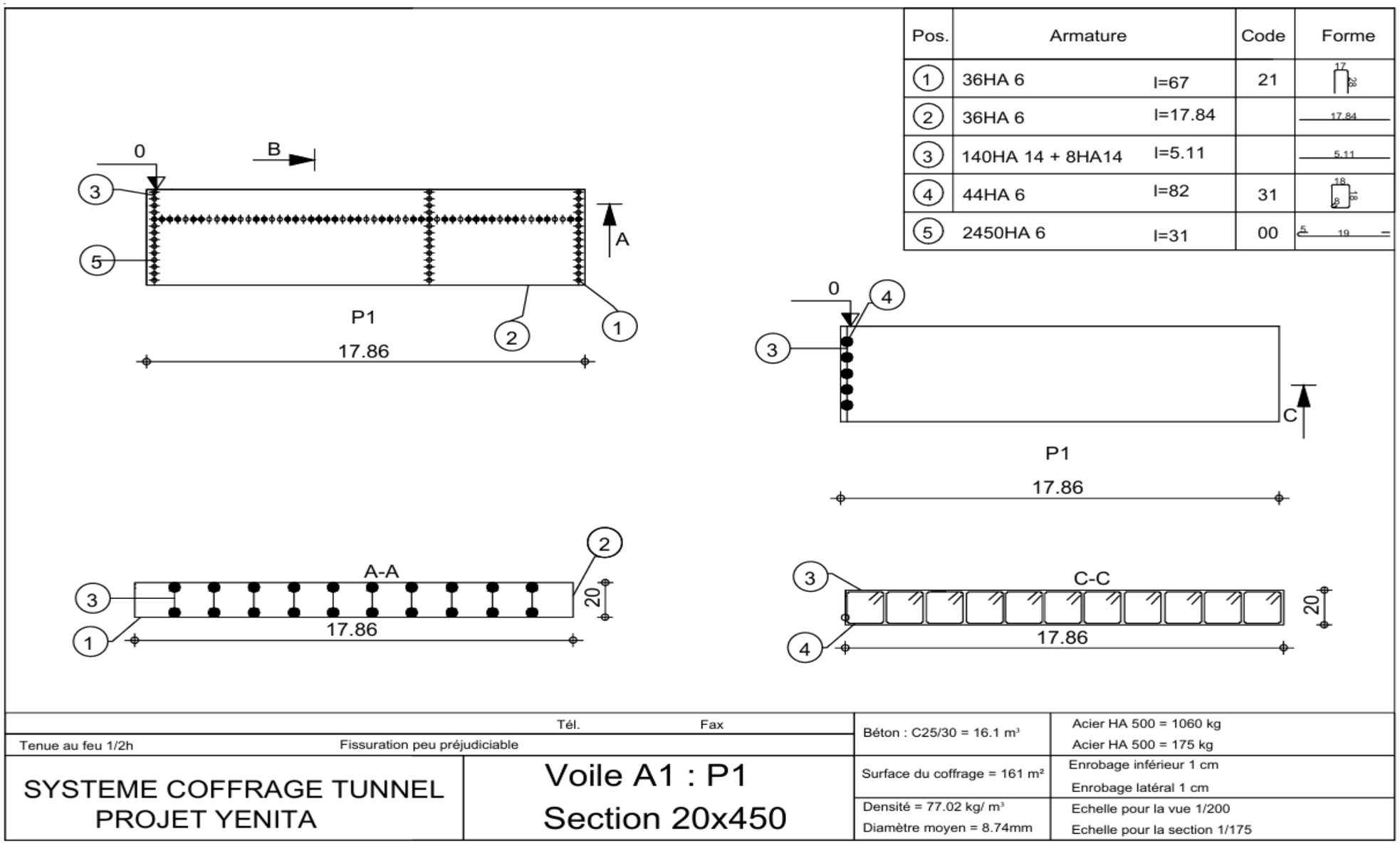


Figure A1.12 : Ferraillage des voiles d'épaisseur 20cm

Annexe 10 : Vues architecturales du projet





