



Union – Discipline - Travail



Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Institut National Polytechnique

Félix HOUPHOUËT-BOIGNY



MÉMOIRE DU PROJET DE FIN D'ÉTUDE

CONTRIBUTION A L'OPTIMISATION DES TRAVAUX D'EXÉCUTION DU GROS ŒUVRE DU PARKING DE LA TOUR F

Cycle Technicien Supérieur

Période de stage : 29 Octobre 2024- 28 Février 2025

Rédigé par : **MUNGAGBEU EMMANUEL DESIRE MANNOU**

Élève Technicien Supérieur 3^{ème} année option Bâtiment et Urbanisme

MAÎTRE DE STAGE

Mr KOUADIO Joël

Ingénieur des Travaux Publics,
Ingénieur Lead du Parking et
Socle de la Tour F

ENCADRANT PÉDAGOGIQUE

Mr BAILLY Gabo Cyprien

Ingénieur des Travaux Publics
Enseignant à l'INPHB

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
AVANT-PROPOS.....	iii
LISTE DES FIGURES.....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	viii
RESUME.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
CHAPITRE I : CADRE GÉNÉRAL.....	4
CHAPITRE II : ANALYSE DES PROBLÈMES RENCONTRÉS.....	17
CHAPITRE III : STRATÉGIE D'OPTIMISATION DES PROBLÈMES RENCONTRÉS.....	40
CHAPITRE IV : SYSTÈME DE DRAINAGE SÉCURITAIRE AU PIEDS DE LA PAROI MOULÉE.....	58
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	61
BIBLIOGRAPHIE.....	62
WEBOGRAPHIE.....	63
ANNEXES.....	64
TABLE DES MATIÈRES.....	74

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier les personnes qui nous ont accompagnées de loin comme de près avec les moyens à leurs dispositions tout au long de notre stage.

Tout d'abord, nous exprimons nos vifs remerciements envers le corps des enseignants pour leur encadrement et de nous avoir permis d'effectuer ce stage. En particulier Monsieur **KONAN Denis**, Directeur de l'ESTP ; Monsieur **GNAN-Kouassi Roméo**, Sous-directeur des enseignements ; Monsieur **KOUABENAN Georges**, Sous-directeur chargé des études ; Monsieur **BAILLY CYPRIEN**, notre Encadreur pédagogique ; Monsieur **KOUAME Benjamin**, Inspecteur de filière.

Ensuite, nous remercions l'entreprise BESIX CI et son personnel pour nous avoir accueilli, pour leurs conseils, l'encadrement ainsi que les moyens mis à notre disposition : Monsieur **Mickaël EECKHOUT**, Project Manager et Country Manager de BESIX Côte d'Ivoire ; Monsieur **Pierre ROTTENBERG**, Technical Manager ; Madame **Mariam COULIBALY**, Technicienne supérieure.

Nous sommes très reconnaissants envers Monsieur **Joël KOUADIO**, notre maître de stage, Ingénieur des Travaux Publics et Ingénieur Lead du Parking et du socle de la Tour F pour sa disponibilité, ses conseils bien plus que professionnels.

Enfin, nous remercions nos parents, nos amis et nos condisciples pour leurs encouragements. Bien le meilleur à vous.

AVANT-PROPOS

Institut d'excellence et de renom en Afrique de l'Ouest, l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny (INP-HB) a été créé par le décret 96-678 du 04 septembre 1996, de la restructuration de l'École Nationale Supérieure d'agronomie (ENSA), l'École Nationale Supérieure des travaux Publics (ENSTP), l'Institut Agricole de Bouake (IAB) et de l'Institut National Supérieur et de l'Enseignement Technique (INSET). Quatre grandes écoles que l'on désignait communément sous le vocable de grandes écoles de Yamoussoukro.

Aujourd'hui, l'institut a en son sein onze (11) grandes écoles que sont :

- L'École Doctorale Polytechnique des Sciences et Techniques de l'Ingénieur (EDP-STI)
- L'École Doctorale Polytechnique des Sciences Agronomiques et Procédé de Transformation (EDP-SAPT)
- L'École Préparatoire aux Grandes Écoles (EPGE)
- L'École Supérieure d'Agronomie (ESA)
- L'Ecole Supérieur de l'Aéronautique et du Spatial (ESAS)
- L'École Supérieure de Chimie, du Pétrole et de l'Énergie (ESCPE)
- L'École Supérieure de commerce et d'Administration des Entreprises (ESCAE)
- L'École des Formations Spécialisées et du Perfectionnement des Cadres (ESFPC)
- L'École Supérieure d'Industrie (ESI)
- L'École Supérieure des Mines et de Géologie (ESMG)
- L'École Supérieure des Travaux Publics (ESTP)

Les étudiants en Bâtiment et Urbanisme obtiennent un diplôme de Technicien Supérieur de grade licence à l'issue d'un Projet de Fin d'Études (PFE), qui constitue une synthèse des connaissances théoriques acquises et des compétences pratiques développées au cours de leur formation. C'est dans ce contexte que nous avons réalisé notre stage de fin d'études de troisième année de cycle Technicien Supérieur au sein de l'entreprise BESIX Côte d'Ivoire. Cette dernière est en charge des travaux d'exécution du gros œuvre du projet de construction de La Tour F. Ce mémoire relate les travaux que nous avons accomplis ainsi que les actions que nous avons entreprises durant cette période de stage.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution de BESIX GROUP.....	5
Figure 2 : Usine de traitement d'eau potable de La Mé.....	6
Figure 3 : Détails du projet de l'usine de traitement d'eau potable de La Mé.....	7
Figure 4 : Le Parc d'expositions d'Abidjan.....	7
Figure 5 : Détails du projet du Parc d'expositions d'Abidjan.....	8
Figure 6 : Tour Mohammed VI.....	8
Figure 7 : Détails du projet de la Tour Mohammed VI.....	9
Figure 8 : Infinity bridge.....	10
Figure 9 : Détails du projet Infinity bridge.....	10
Figure 10 : Siège social de BESIX à Abidjan.....	11
Figure 11 : Localisation de La Tour F.....	12
Figure 12 : Vue aérienne de La Tour F.....	12
Figure 13 : La Tour F et ses éléments structuraux.....	13
Figure 14 : La structure du Parking.....	14
Figure 15 : Vue 3D du Parking de La Tour F.....	14
Figure 16 : les acteurs principaux du projet.....	16
Figure 17 : Vue en plan du PBA.....	18
Figure 18 : Subdivision du PBA.....	18
Figure 19 : Vue en plan des fondations de la zone G.....	19
Figure 20 : État des lieux de la Zone G au début du stage.....	19
Figure 21 : État des lieux de la Zone B et C au début du stage.....	20
Figure 22 : RQA	22
Figure 23 : Décorticage.....	23
Figure 24 : Bordereau d'acier.....	24
Figure 25 : Zone de stockage d'acier du parking.....	24
Figure 26 : Vue de haut de la zone B et C.....	24
Figure 27 : Bordereau d'acier du plan 461920 de la zone B et C.....	25
Figure 28 : Bordereau d'acier du plan 461970.....	26
Figure 29 : Bordereau d'acier du plan 461970.....	27

Figure 30 : Bordereau d'acier du plan 461970.....	27
Figure 31 : Bordereau de commande de treillis soudés.....	29
Figure 32 : Bordereau de treillis soudés.....	30
Figure 33 : Détails de treillis soudés.....	30
Figure 34 : Vue en élévation d'une barre droite de 12m.....	31
Figure 35 : Bordereau d'acier de chaise de la zone G.....	34
Figure 36 : Hypothèse de calcul des chaises.....	35
Figure 37 : Procédé analytique du contrôle qualité.....	36
Figure 38 : Vue en plan de la paroi moulée zone D.....	37
Figure 39 : Panneau P5 Paroi moulée zone D SS1	37
Figure 40 : Vue en élévation de la paroi moulée Zone D.....	38
Figure 41 : Coupe de la paroi moulée.....	38
Figure 42 : Vue en plan zone G, B et C à date du 28/12/2024.....	42
Figure 43 : Vue en plan zone G, B et C à date du 22/02/2025.....	42
Figure 44 : Repérage manuel zone C CVT SS2.....	43
Figure 45 : Repérage manuel zone B CVT SS3.....	44
Figure 46 : Poids surfacique des aciers stockés sur la dalle de la zone C SS1.....	45
Figure 47 : Tableau de suivi des commandes d'acier des zones B, C et G	46
Figure 48 : Autocontrôle de la zone de stockage de la zone C SS2.....	49
Figure 49 : Repérage percolations d'eau paroi moulée à date du 12/12/24.....	50
Figure 50 : Extrait analyse des percolations d'eau paroi moulée	51
Figure 51 : Extrait emplacement des percolations d'eau de la paroi moulée	52
Figure 52 : Cuvelage du panneau P5 de la paroi moulée zone D SS1	53
Figure 53 : Principe du cuvelage	53
Figure 54 : Marquage panneau P3 paroi moulée	54
Figure 55 : Ciment Maxrest	54
Figure 56 : Application maxrest panneau P3	54
Figure 57 : Ciment Maxseal	55
Figure 58 : Mortier Maxseal	55
Figure 59 : Application Maxseal panneau P3.....	55

Figure 60 : Drizoromèche	55
Figure 61 : Application couche finale Maxseal panneau P3	56
Figure 62 : Traitement du panneau P7 de la paroi moulée.....	56
Figure 63 : Cunette béton.....	59
Figure 64 : Vue en élévation de la cunette contre la paroi moulée.....	59
Figure 65 : Vue en élévation des tuyaux de collecte d'eau de la cunette.....	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : les acteurs principaux du projet.....	15
Tableau 2 : Analyse du planning à 3 semaines.....	20
Tableau 3 : Tableau récapitulatif des masses linéaires des aciers par diamètre.....	28
Tableau 4 : Délais de livraison des aciers avant optimisation.....	47
Tableau 5 : Délais de livraison des aciers après optimisation	47
Tableau 6 : Critères d'autocontrôle qualité.....	48

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

BD	Barres Droites
BESIX CI	Besix Côte d'Ivoire
BTP	Bâtiment et Travaux Publics
CVT	CouVranT
FMS	Fiche Modificative sur Site
HQE	Haute Qualité Environnementale
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LTF	La Tour F
PBA	Parking et Bâtiment Annexes
PFE	Projet de Fin d'Études
RQA	Réquisition d'Acier
SBB	Société Belge de Béton
SOTACI	Société des Tubes d'Acier et d'Aluminium de Côte d'Ivoire
SS	Sous-Sol

RESUME

Dans le cadre du projet de fin d'études (PFE), nous avons effectué un stage au sein de l'entreprise BESIX CI sur la période allant du 28 Octobre 2024 au 28 Février 2025.

Le projet, objet de notre étude portait sur la construction du gros œuvre du parking d'un immeuble de très grande hauteur situé à Abidjan précisément dans la commune du plateau qui doit servir d'espace de travail professionnel dénommé La Tour F. La mission de BESIX CI était une mission d'exécution : l'entreprise était chargée de la réalisation du gros œuvre de La Tour F.

Le thème de notre Projet de Fin d'Étude est intitulé : “ **CONTRIBUTION À L'OPTIMISATION DES TRAVAUX D'EXECUTION DU GROS ŒUVRE DU PARKING DE LA TOUR F** ”.

Durant ces quatre (04) mois, notre mission a consisté à suivre les travaux d'exécution du gros œuvre des zones G, B et C, tout en contribuant à l'optimisation de ces travaux. Cela s'est traduit par l'optimisation du planning à trois semaines, des commandes d'acier, de l'autocontrôle qualité, ainsi que la réalisation d'une solution de drainage au pieds de la paroi moulée.

Mots clés* : Immeuble de très grande hauteur, construction du gros œuvre, optimisation des travaux d'exécution, autocontrôle qualité, drainage au pieds de la paroi moulée.

ABSTRACT

As part of our Final Year Project (FYP), we completed an internship with the company BESIX CI from October 28, 2024 to February 28, 2025.

The project under study focused on the construction of the structural works for the parking facility of a high-rise building located in Abidjan, specifically in the Plateau district, intended to serve as a professional workspace known as La Tour F. BESIX CI's mission was an Execution Mission: the company was in charge of carrying out the structural works of La Tour F and its parking facility.

The title of our Final Year Project is : “ **CONTRIBUTION TO THE OPTIMIZATION OF THE STRUCTURAL WORKS EXECUTION FOR THE PARKING OF TOUR F** ”.

During these four (04) months, our mission consisted in monitoring the execution of the structural works in zones G, B, and C, while contributing to the optimization of these works. This was achieved through the improvement of the three-week planning, the optimization of steel orders, the implementation of quality self-checks, and the development of a drainage solution at the base of the diaphragm wall.

Keywords*: *high-rise building, structural works construction, optimization of execution works, quality self-check, drainage at the base of the diaphragm wall.*

INTRODUCTION GÉNÉRALE

❖ CONTEXTE ET JUSTIFICATION

La Tour F incarne un joyau architectural et une avancée majeure dans l'ingénierie du bâtiment en Afrique. Conçue par l'architecte Pierre Fakhoury, cette tour emblématique se distingue par ses colonnes inclinées. Véritable symbole de modernisation et d'émergence, elle illustre l'innovation architecturale à l'échelle nationale et internationale.

La conception de la Tour F a nécessité l'utilisation de technologies de pointe et l'expertise de nombreux spécialistes du bâtiment afin de surmonter les défis techniques liés à sa construction. Toutefois, au-delà de son esthétique remarquable, son implantation au cœur de la commune du Plateau soulève un défi majeur : l'espace de stationnement pour les véhicules. Déjà en manque d'espace de stationnement, la citée administrative devra absorber un afflux additionnel de véhicules liés aux nombreux fonctionnaires que la tour F accueillera.

Pour répondre à cette contrainte, les ingénieurs et architectes ont conçu un parking souterrain en béton armé, réparti sur trois niveaux et offrant 688 places afin de contenir les véhicules des futurs fonctionnaires de la tour F. Cependant, la réalisation d'infrastructures souterraines impose de relever plusieurs contraintes techniques et géologiques, nécessitant une maîtrise d'œuvre rigoureuse.

Dans cette optique, PFO Construction a sollicité l'expertise de BESIX CI pour assurer l'exécution du gros œuvre de la Tour F et de son parking. Dans le cadre de notre stage, nous avons intégré le bureau technique de BESIX CI aux côtés du responsable du bureau technique, des ingénieurs en charge du gros œuvre, des techniciens supérieurs, des dessinateurs et des métreurs. Le projet de La Tour F étant composé de La Tour et du Parking, la Tour étant en avance sur le parking, une optimisation des travaux d'exécution du parking s'annonce primordial afin de livrer le parking dans le respect des délais.

Ainsi, notre thème d'étude : « **CONTRIBUTION À L'OPTIMISATION DES TRAVAUX D'EXECUTION DU GROS ŒUVRE DU PARKING DE LA TOUR F** », vise à contribuer à la livraison du parking de La Tour F dans le respect des délais.

❖ PROBLÉMATIQUE

- Comment contribuer à la livraison du parking de La Tour F dans le respect des délais ?

De ce qui précède nous nous sommes interrogés de la manière suivante :

- Avoir un planning à 3 semaines réaliste ne contribuerait-il pas à garantir une fin de projet dans le respect des délais de livraison ?
- Améliorer le système de préparation et de commande d'acier ne contribuerait-il pas à réduire les délais de livraison des commandes d'acier sur le chantier ?
- Trouver une solution aux percolations d'eau de la paroi moulée ne contribuerait-il pas à débiter les travaux de pose de maçonneries contre la paroi moulée ?

Les axes d'optimisation sont :

- ❖ Le planning à 3 semaine ;
- ❖ Les réquisitions d'aciers ;
- ❖ L'auto-contrôle qualité ;
- ❖ La mise en œuvre d'un drainage sécuritaire au pieds de la paroi moulée.

❖ OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

- L'objectif général
 - Contribuer à l'optimisation des travaux d'exécution du gros œuvre du parking de La Tour F.
- Les objectifs spécifiques

Pour atteindre notre objectif principal, il s'agira pour nous de :

- Proposer des solutions afin d'optimiser le planning à 3 semaines ;
- Optimiser le système de commandes d'acier ;
- Effectuer des autocontrôles qualité sur les ouvrages en cours de réalisation ;
- Mettre en place une solution de traitement des percolations d'eau de la paroi moulée.

❖ METHODOLOGIE ET PLAN DE TRAVAIL

- Méthodologie de travail

Pour mener à bien notre étude, nous avons adopté plusieurs approches méthodologiques, notamment des recherches documentaires, des visites quotidiennes sur le chantier pour recueillir des données de terrain, des séances de travail avec notre maître de stage et notre encadreur pédagogique, ainsi qu'une analyse approfondie des informations collectées afin d'affiner la compréhension du thème.

- Plan de travail

- Le premier chapitre sera consacré à la présentation de l'établissement d'accueil et du projet ;
- Le second chapitre portera sur l'analyse des problèmes rencontrés lors du stage ;
- Le troisième chapitre sera consacré à la proposition de stratégies d'optimisation des différents problèmes rencontrés ;
- Le quatrième chapitre portera sur la réalisation d'un système de drainage au pieds de la paroi moulée.

CHAPITRE I : CADRE GÉNÉRAL

Ce chapitre présente l'établissement d'accueil à travers son historique et ses domaines d'activité, suivi d'une description technique du projet. Il se conclut par une présentation des intervenants, en précisant leurs rôles dans la réalisation du projet.

I. PRESENTATION GENERALE DE BESIX GROUP

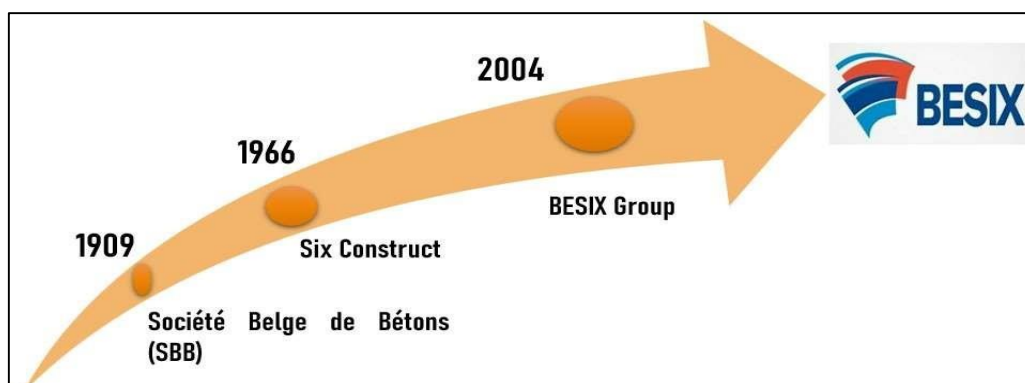
I.1. Historique de BESIX GROUP

BESIX Group a été fondé en 1909 par la famille STULEMEIJER sous le nom Société Belge des Bétons (SBB). En 1920, la SBB étend ses activités de construction dans plusieurs pays européens, notamment en France et en Espagne, puis en Afrique à partir de la fin des années 1940.

En 1966, SBB crée une filiale pour le Moyen-Orient, Six Construct, avec l'objectif de prendre en charge des projets majeurs pour le développement de la région : via Six Construct, BESIX sera dans les décennies suivantes un acteur du développement de la péninsule arabique, en particulier aux Émirats arabes unis et au Qatar.

En 2004, 13 managers de SBB, avec le soutien d'Orascom, réalisent une opération de Leveraged Management Buy-Out. Le groupe est ensuite retiré de la bourse et renommé BESIX Group. Le chiffre d'affaires de BESIX passe de 850 millions d'euros en 2004 à 3,1 milliards en 2011.

En 2009, BESIX fête son centenaire. À cet anniversaire correspond l'inauguration de la Burj Khalifa, la plus haute tour du monde, construite par BESIX en collaboration avec les sociétés Arabtec et Samsung Engineering & Construction.



Source : BESIX

Figure 1 : Evolution de BESIX GROUP

I.2. Les Domaine d'Activité

Occupant la première place du classement en Belgique, BESIX Group s'est implanté dans bons nombres de continents à travers le monde grâce à sa grande expertise. De nos jours, ses domaines d'activités sont entre autres :

- ❖ Le volet Génie civil des projets d'infrastructures ;
- ❖ La construction des bâtiments de grande et de très grande hauteur ;
- ❖ Les travaux maritimes ;
- ❖ Les infrastructures de sports et de loisirs ;
- ❖ Le développement immobilier ;
- ❖ La concession et assets.

I.3. Quelques références de projets réalisés

- Usine de traitement d'eau potable de La Mé (Côte d'Ivoire)



Source : BESIX

Figure 2 : Usine de traitement d'eau potable de La Mé

Détails du projet

Nom du projet Usine de traitement d'eau potable de La Mé	Localisation La Mé, Côte d'Ivoire	Client PFO Africa
Catégorie Stations de production d'eau potable, Prises d'eau	Parties prenantes BESIX	Période de construction 2018 - 2021
Type de contrat Build	Partenaire(s) externe(s) Veolia	Valeur totale € 45 million(s)

Source : BESIX

Figure 3 : Détails du projet de l'usine de traitement d'eau potable de La Mé

Pour PFO Africa, BESIX a réalisé les travaux de génie civil de l'usine de traitement d'eau potable de La Mé. Ce projet a été conçu pour renforcer l'alimentation en eau potable de la ville d'Abidjan, en Côte d'Ivoire. Située sur la route de Grand Alépé, une localité située à 40 kilomètres au nord d'Abidjan, l'usine a été conçue pour traiter l'eau de la rivière La Mé, en l'occurrence près de 240.000 m³ d'eau potable par jour pour améliorer la desserte de la région, notamment de la ville d'Abidjan.

BESIX a construit les sites de l'usine et de la prise d'eau. Elle y a effectué les travaux de terrassements et de fondations spéciales, ainsi que l'ensemble des travaux de génie civil, travaux de voiries et réseaux divers.

➤ Le Parc des expositions d'Abidjan (Côte d'Ivoire)



Source : BESIX

Figure 4 : Le Parc des expositions d'Abidjan

Détails du projet		
Nom du projet Parc des Expositions d'Abidjan	Localisation Port-Bouët, Abidjan, Côte d'Ivoire	Client PFO Africa
Catégorie Espaces Commerciaux, Gouvernemental, Culturel et Religieux	Parties prenantes BESIX	Période de construction 2021
Type de contrat Design & Build	Partenaire(s) externe(s) PFO Africa	Architecte Pierre Fakhoury
Powered by 		

Source : BESIX

Figure 5 : Détails du projet du Parc d'expositions d'Abidjan

PFO Africa, leader du BTP en Côte d'Ivoire, concepteur et constructeur du parc des expositions d'Abidjan, a confié à BESIX une partie du projet, la réalisation de la structure et du bardage de toiture du Palais des Congrès. Les travaux, qui ont débuté en juin 2021, comprennent la conception, la fabrication, le transport et l'installation d'une structure métallique tridimensionnelle culminant à 37 mètres de haut. À celle-ci s'ajoutent la réalisation du gros œuvre en béton et l'installation de la couverture. Structure ambitieuse conçue par l'architecte Pierre Fakhoury, le Palais des Congrès présentera une surface de 12.000 m² et une capacité d'accueil de 10 000 personnes. Il accueille des salons, des événements culturels et sportifs et des congrès internationaux.

➤ Tour Mohammed VI



Source : BESIX

Figure 6 : Tour Mohammed VI

Détails du projet		
Nom du projet Tour Mohammed VI	Parties prenantes Six Construct, BESIX	Architecte Rafael de la Hoz & Hakim Benjelloun
Catégorie Gratte-ciels, Hôtels, Bureaux, Résidentiel	Partenaire(s) externe(s) TGCC	Hauteur 250m
Type de contrat Design & Build	Client O TOWER (Groupe FinanceCom)	
Localisation Rabat, Maroc	Période de construction 2018 - 2023	

Source : BESIX

Figure 7 : Détails du projet de la Tour Mohammed VI

BESIX et Six Construct construisent la Tour Mohammed VI, la plus haute tour du Maroc. Un édifice présentant une haute qualité environnementale avec les certifications LEED Gold et HQE, une esthétique particulièrement fine et un condensé d'innovations développées par le Département Ingénierie de BESIX. Atteignant une hauteur de 250 mètres, la Tour Mohammed VI a été pensée afin d'être visible à 50 kilomètres à la ronde. D'une superficie totale de 102.800 m², l'immeuble est composé d'une tour, elle-même installée sur un podium, le tout évoquant une fusée sur son pas de tir. L'intérieur de l'immeuble a été conçu sur 55 étages, accueillant un hôtel de luxe, des bureaux, des appartements de haut standing ou encore une terrasse d'observation à son sommet, le tout accessible via un total de 40 ascenseurs dont 23 dans la tour et 17 dans le podium.

Dans le centre-ville de Dubaï, la tour Burj Khalifa est la plus haute structure du monde construite par l'homme. Ce bâtiment impressionnant, qui atteint une hauteur record de 828 m, est l'élément central du mégaprojet de 500 ha d'Emaar Properties "Downtown Dubai". Ce projet a redéfini les limites du possible dans la conception et l'ingénierie des bâtiments de grande hauteur. La tour a remporté de nombreux prix, notamment dans les domaines de l'innovation, de l'excellence en ingénierie et de la conception architecturale.

➤ Infinity bridge



Source : BESIX

Figure 8 : Infinity bridge

Détails du projet		
Nom du projet Infinity Bridge	Parties prenantes Six Construct	Valeur totale \$ 102 million(s)
Catégorie Ponts et Ouvrages d'Art	Client Road & Transport Authority (RTA)	Surface 8,5 km
Type de contrat Build	Période de construction 2018 - 2022	Hauteur Le pont s'élèvera à 15,5 m au-dessus de la Crique de Dubaï et le sommet de l'arche de l'infini s'élèvera à 42 m de hauteur.
Localisation Dubai, Émirats Arabes Unis	Architecte Aedas	

Source : BESIX

Figure 9 : Détails du projet du Infinity bridge

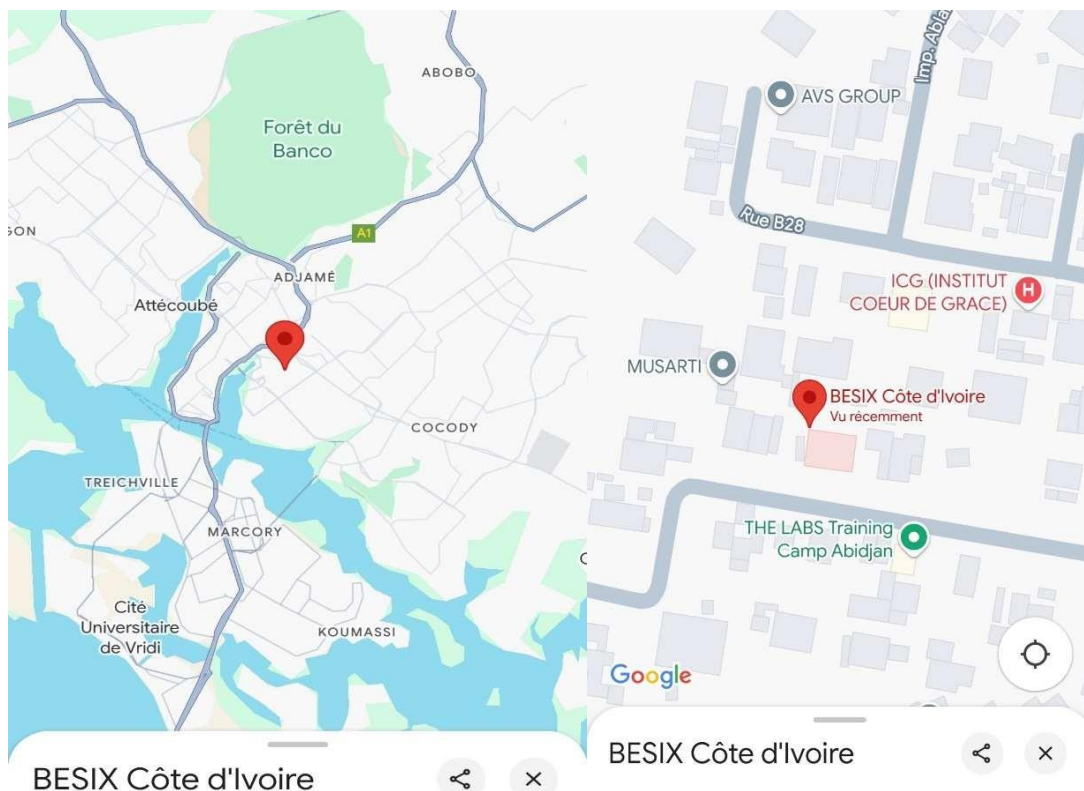
Reliant les quartiers d'Al Shindagha et d'Al Ras, ce pont à 12 voies de 295 mètres de long s'élève à 15,5 mètres au-dessus de la Dubaï Creek. Avec six voies de circulation dans chaque sens et des passages pour piétons, il est couronné par une arche en acier de 42 mètres de haut représentant le symbole mathématique de l'infini. La construction du tablier du pont a été réalisée en seulement 8 mois, avec la pandémie de Covid-19 en toile de fond. Cela a été rendu possible par un planning extrêmement précis et des méthodes de construction adaptées à l'infrastructure et à son environnement. Par exemple, l'équipe a réussi à améliorer le cycle de coulage des segments du pont, qui est passé de 10 à moins de 6 jours en moyenne.

II. BESIX CI

II.1. Présentation de BESIX CI

En 2017, le groupe belge BESIX installe pour la première fois une filiale dans la zone Ouest africaine. Depuis lors, elle a réalisé plusieurs projets en côte d'Ivoire dont les importants dans le pays sont :

- ❖ La construction du Parc des expositions d'Abidjan ;
- ❖ La construction d'une usine de traitement d'eau potable de La Mé ;
- ❖ La réalisation du tunnel du rond-point d'Abobo.



Source : BESIX

Figure 10 : Siège social de BESIX à Abidjan

II.2. Organigramme de BESIX CI

Annexe 1 : Organigramme de BESIX CI

III. Présentation du projet de La Tour F

III.1. Situation du projet



Source : GOOGLE



Source : C-SITE

Figure 11 : Localisation de La Tour F

Figure 12 : Vue aérienne de La Tour F

La Tour F est un projet porté par le Ministère ivoirien de la Construction, du Logement et de l'Urbanisme (MCLU), sous l'initiative du gouvernement ivoirien. La Tour F, dont l'architecture a été conçue par Pierre Fakhoury, est située dans la commune du Plateau à Abidjan, au cœur de la cité administrative. Inscrite dans les plans d'urbanisme depuis 1970, la Tour F constitue la sixième tour de la Cité administrative de la ville.

III.2. Description du projet

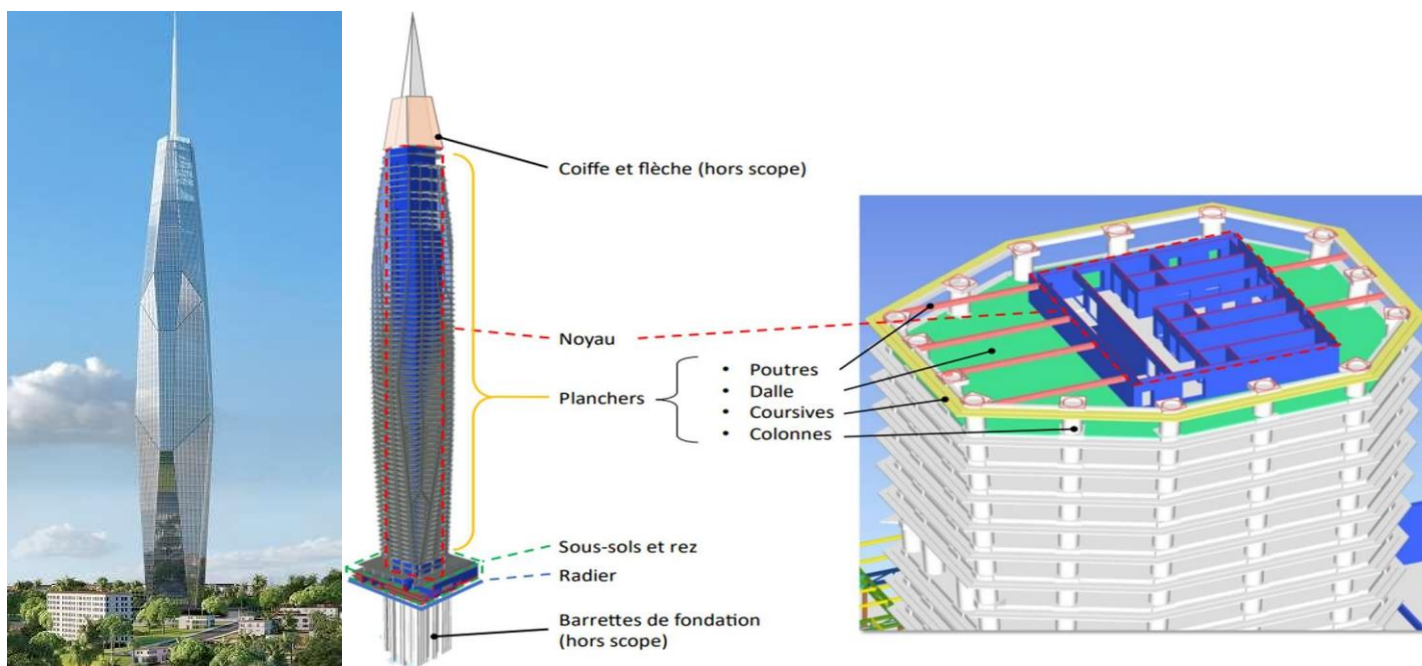
Le Projet de La Tour F (LTF) consiste en la conception et la construction d'un gratte-ciel de 404 mètres, qui est censé représenter un masque Africain et qui sera au terme de sa construction la plus haute tour d'Afrique. La date de début des travaux prévue était le 27 Mars 2020 pour une durée de 60 mois soit 5 ans. Le montant du projet est estimé à 274.940.444.829 F CFA TTC. La Tour F est destinée à accueillir entre autres : des services administratifs, des bureaux, un auditorium, des espaces destinés aux cérémonies, protocolaires et médiatiques. Le projet est constitué de deux parties distinctes :

❖ La Tour

La partie tour est une structure de béton armé et d'acier de 333m + une flèche de 71m, soit

un total de 404m de hauteur. Elle contiendra :

- 74 étages ;
- Un hall d'entrée au niveau N00 à N03 de la tour
- Un auditorium au niveau N04 de la tour ;
- Un ensemble de bureaux sur 61 étages ;
- Un espace de réception de grande hauteur au N66 ;
- Des étages médiatiques avec amphithéâtres aux étages N69 à N72 ;
- Des niveaux techniques ;
- Une lanterne du niveau N73 au sommet ;
- Une flèche de 71m à partir du niveau N76.



Source : BESIX

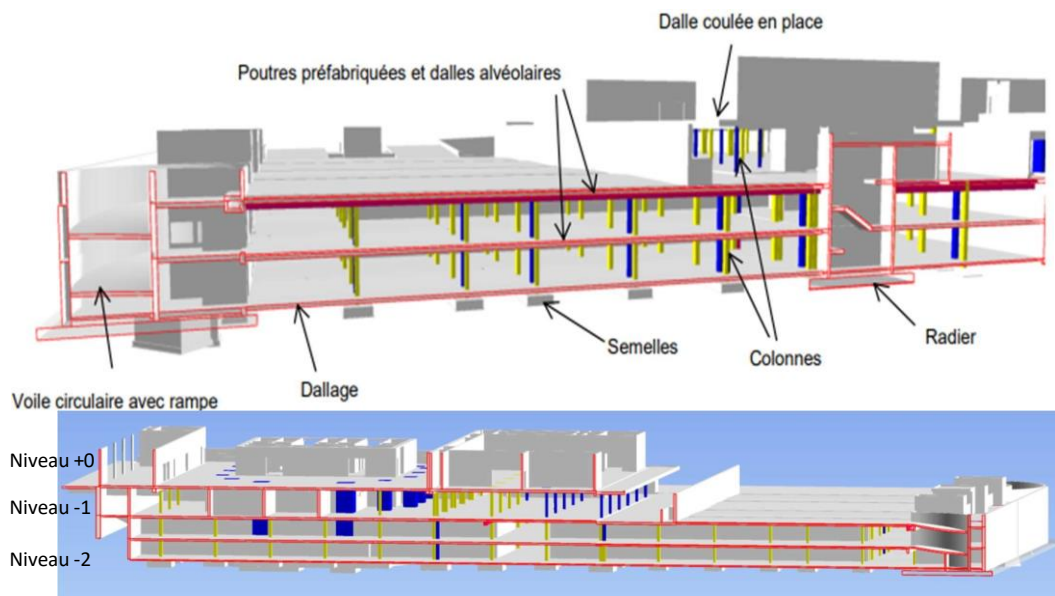
Figure 13 : La Tour F et ses éléments structuraux

❖ Le Parking et les Bâtiments Annexes

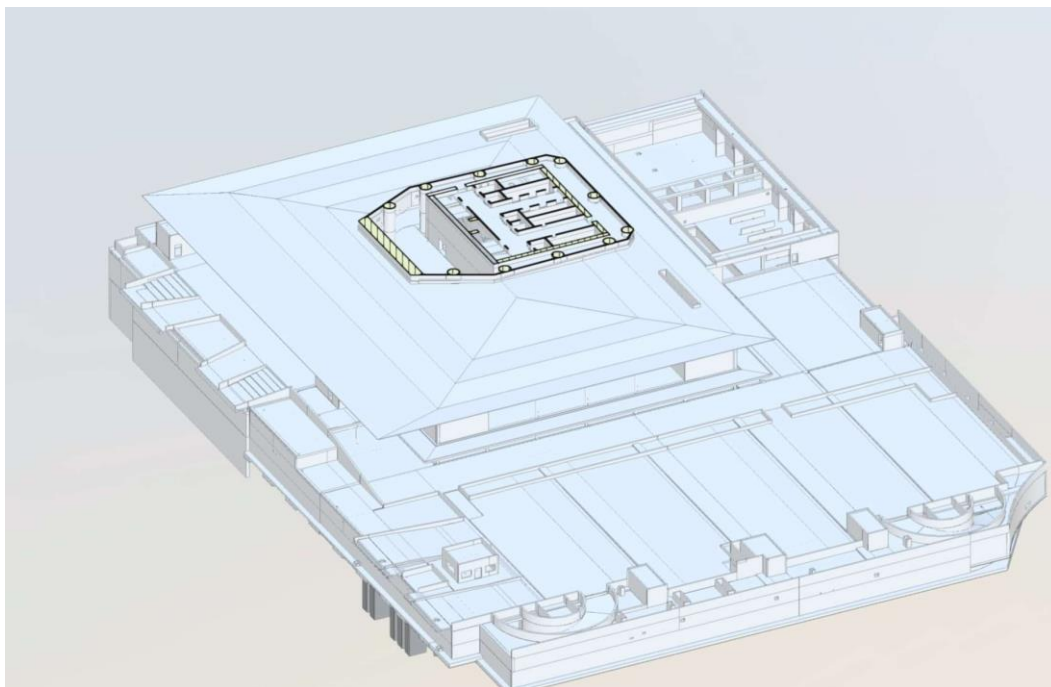
Ils ont une structure en béton Armé et sont constitués de :

- Une surface totale brute d'environ 47.400 m² ;
- Un Parking de 628 places sur 3 niveaux (N-1, N-2, N-3) en dehors de l'emprise de la tour ;

- Une zone de locaux techniques aux niveaux N-2 et N-3 sous l'emprise de la tour ;
- Un restaurant inter-entreprises (« RIE ») au niveau N-1 ;
- Des réserves et archives au niveau N-2 ;
- Une salle des fêtes à côté de la tour au niveau N00 ;
- Une dalle de Rez-Jardin.



Source : MAQUETTE BIM 3D
Figure 14 : La structure du parking



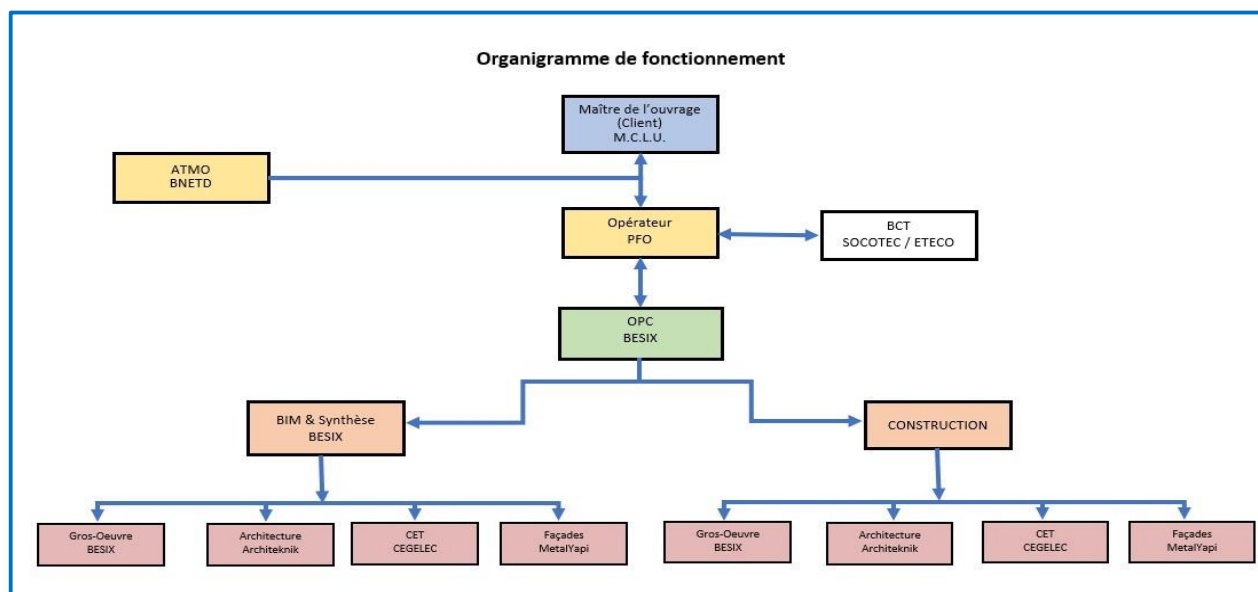
Source : MAQUETTE BIM 3D
Figure 15 : Vue en 3D du parking

III.3. Les Principaux intervenants du projet pour la partie Gros Œuvres

Les acteurs de ce projet atypique sont consignés dans le tableau suivant :

Maitre d'Ouvrage	ETAT DE CÔTE D'IVOIRE /MCLU
Représentant Maitre D'Ouvrage / Opérateur	PFO AFRICA
Assistance Technique à Maitrise d'Ouvrage (ATMO)	BNETD
ÉQUIPE DE CONCEPTION DU PROJET JUSQU'AU PRO - MAÎTRISE D'ŒUVRE ET CONTRÔLE EXTERNE	
Architecture	ARCHITEKNIK
Structure	SARL ANDRÉ VERDIER
Façades	TESS ATELIER D'INGÉNIERIE
CET	INEX
Essais en soufflerie	RWDI
Sécurité incendie	SASTEC
Contrôle Qualité externe	SOCOTEC
Coordinateur SPS	VERITAS
Transport Vertical	CCINGENIERIE
OPC	BESIX CI
BIM & Synthèse	NV BESIX SA
ÉTUDES D'EXÉCUTION	
Fondations profondes	TERRASOL
Structure – Design EXE	BESIX SA (SOUS TRAITÉ À GREISCH)
Façade	METAL YAPI
CET	CEGELEC
Transport vertical	KAYSYSTEMS (KONE)
Contrôle des études	SOCOTEC
ENTREPRISES	
Fondations profondes	SPIE BATIGNOLLES
Structure - exécution	BESIX CI
Façade	METAL YAPI
CET	CEGELEC
Transport vertical	KAYSYSTEMS (KONE)

Tableau 1 : Les acteurs principaux du projet



Source : GOOGLE

Figure 16 : Les acteurs principaux du projet

Conclusion

Cette présentation permet ainsi de mieux comprendre le cadre général du projet, sa spécificité technique ainsi que les acteurs impliqués dans sa réalisation. Après avoir posé ce contexte, nous aborderons dans la suite l'analyse des principales difficultés rencontrées au cours du stage.

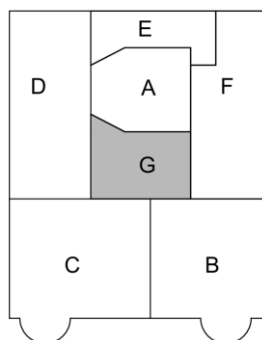
CHAPITRE II : ANALYSE DES PROBLÈMES RENCONTRÉS

La réalisation d'un projet de construction de grande envergure s'accompagne inévitablement de plusieurs défis techniques et organisationnels. L'identification et l'analyse de ces derniers constituent une étape cruciale pour proposer des solutions d'optimisation adaptées. Ce chapitre vise ainsi à examiner les principales difficultés rencontrées au cours de l'exécution du gros œuvre.

I. Le parking

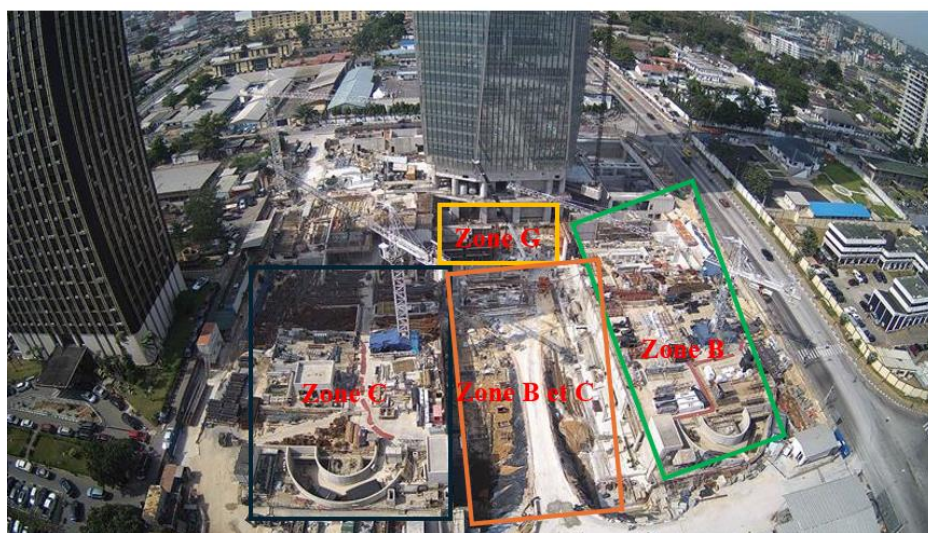
I.1. Présentation du parking

Étant donné l'ampleur des travaux du parking et des bâtiments annexes, il a été jugé bon de le diviser en plusieurs zones afin d'avoir une vision plus détaillée de chaque section et d'optimiser la coordination des interventions car les travaux sont effectués en parallèle.



Source : ACONEX

Figure 17 : Vue en plan du PBA



Source : ACONEX

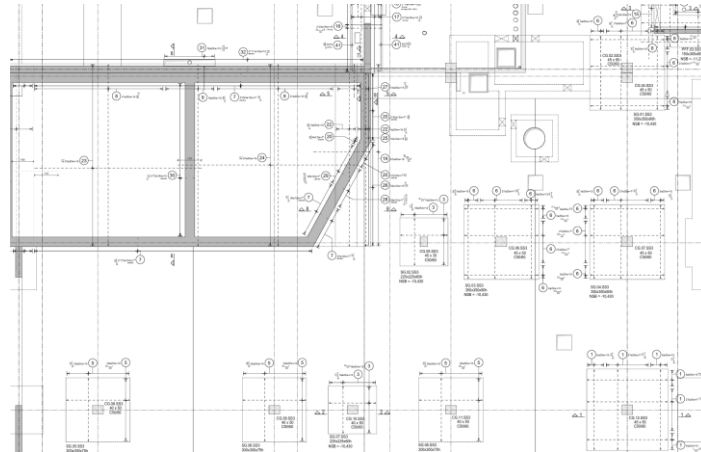
Figure 18 : Subdivision du PBA

I.2. État des lieux

Bien que le PBA soit divisé en six zones distinctes, nous n'avons qu'été affecté à la zone B et C ainsi qu'à la zone G.

❖ La zone G

À notre arrivée, les travaux étaient en cours au niveau de la fondation « SS3 ». Une surprofondeur du radier avait déjà été achevée, et le terrassement des autres surprofondeurs, du radier ainsi que des réseaux enterrés venait de commencer.



Source : ACONEX

Figure 19 : Vue en Plan des fondations de la zone G



Source : PRISE DE VUE

Figure 20 : État des lieux de la Zone G au début du stage

❖ La zone B et C

À notre arrivée, les travaux de terrassement avaient déjà été fait, mais la construction de cette zone a été stoppé, car elle servait de zone d'accès et de stockage pour la construction des autres zones.



Source : PRISE DE VUE

Figure 21 : État des lieux de la Zone B et C au début du stage

II. Le planning à 3 semaines

II.1. Présentation du planning à 3 semaines

Un planning à 3 semaines est un outil de planification détaillée utilisé principalement dans la gestion de projets de construction. Il sert à planifier les activités à court terme, sur une période de trois semaines, en précisant les tâches à réaliser.

II.2. Analyse des problèmes rencontrés

Au cours de nos trois premiers mois de stage, du 28 octobre 2024 au 17 janvier 2025, nous avons étudié le planning à trois semaines, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Analyse du planning à 3 semaines

Zone	Avancement prévu selon planning à 3 semaines	Avancement réel
G	Poutre et dalle SS2	Début ferrailage voiles SS3
B et C	Voiles rampes	Début fouilles pour semelles

Un décalage significatif a été constaté entre le planning prévisionnel des travaux et l'avancement réel. Cette situation s'explique par plusieurs facteurs :

- **La priorisation de la zone F** : La zone F a été priorisée car elle devait être livrée en urgence aux autres parties prenantes du chantier, mobilisant ainsi une grande partie des ressources humaines et matérielles du parking.
- **L'utilisation de la zone G comme zone de stockage** : La zone G, servait de zone d'accès aux autres zones prioritaires pour la construction de la zone F.
- **La dépendance des zones B et C de la zone G** : La zone B et C servait de zone d'accès à la zone G, ainsi elle était à l'arrêt vu que la zone G servait de zone de stockage et d'accès pour la construction de la zone F.

III. Les commandes d'aciers

III.1. Définition d'une réquisition d'acier

Une réquisition d'acier est un document manuscrit servant à la passation des commandes d'acier, il comprend les éléments suivants :

- La description de l'ouvrage ainsi que son numéro de plan ;
- La date d'envoi ;
- La date de livraison ;
- Le numéro de réquisition ;
- La quantité d'acier totale à commander ;
- Le bordereau d'acier de l'ouvrage.

LA TOUR F

Requisition livraison fer à béton				
Date :			Poids total à livrer :	0.0 KG
N° Réq :				
Rev :				

N°	Ref. plan / liste acier	Description	Poids total (KG)	Date de livraison demandée
1				
2				
3				
4				
5				
6				

N°	Ø6	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32	Qté totale	U
											KG
											KG
											KG
											KG
											KG
											KG
											KG
											KG

Ingénieur en charge	Conducteur en Chef	Responsable Bureau Technique
Date:	Date:	Date:
Signature:	Signature:	Signature:

Source : SHAREPOINT BESIX

Figure 22 : RQA

Après plusieurs vérifications internes, la RQA est envoyée au fournisseur d'acier par mail. Ce dernier nous transmet, à son tour, un décorticage dans un délai de 3 jours. Le décorticage est un document manuscrit qui regroupe toutes les informations des aciers de la RQA et permet de vérifier que les quantités et les types d'acier commandés sont corrects. Ce n'est qu'une fois le décorticage validé, que la production de l'acier peut commencer. Il est important de noter qu'une vérification sur site est effectuée entre BESIX CI et le fournisseur afin de garantir la conformité des aciers commandés.



Client BESIX COTE D'IVOIRE
Chantier CONSTRUCTION DE LA TOUR F
Désignation REQUISITION 892[363359-A]
Plan 363359-A

Contrat BESCTF-2610
Date 17-01-2025
Page 1 / 3

Elément	Rep	Ø	Mandrin	Forme	CODE	Long	Qté EL.	Qté Barres	Qté Tot	KG/M	Poids KGS
REQUISITION 892[363359-A]	100	8HB	30		739	98	1	2	2	0,395	0,77
	101	8HB	0		0	465	1	76	76	0,395	139,59
	102	8HB	30		739	144	1	112	112	0,395	63,71
	103	8HB	0		0	259	1	112	112	0,395	114,58
	104	8HB	50		739	170	1	6	6	0,395	4,03
	105	8HB	30		739	36	1	4	4	0,395	0,57
	106	8HB	50		5001	386	1	20	20	0,395	30,49
	107	8HB	50		739	282	1	2	2	0,395	2,23
	108	8HB	30		5001	100	1	4	4	0,395	1,58
	109	8HB	30		5001	168	1	2	2	0,395	1,33

Source : Mail SOTACI

Figure 23 : Décorticage

Grâce au numéro de réquisition attribué à chaque commande d'acier pour les ouvrages, les équipes de travaux peuvent facilement se repérer sur le chantier. En raison d'un espace insuffisant sur le chantier, tous les aciers destinés au parking sont rangés au même endroit. Pour éviter les retards liés à la recherche des matériaux, les équipes de réalisation des travaux utilisent le numéro de commande pour localiser rapidement les aciers nécessaires à la réalisation de l'ouvrage, ce qui permet de réduire le temps de recherche des aciers.



Source : Prise de vue

Figure 24 : Bordereau d'acier



Source : Prise de vue

Figure 25 : Zone de stockage d'acier du parking

III.2. Préparation d'une réquisition d'acier

❖ Les aciers façonnés

Pour les zones déjà exécutées en partie notamment pour la zone B et C, nous identifions au préalable les repères déjà construits sur site grâce au plan de ferrailage, puis nous les déduisons de la quantité globale du bordereau d'acier.



Source : C-SITE

Figure 26 : Vue de haut de la zone B et C

Pour les zones non exécutées en partie, nous ne faisons que joindre le bordereau d'acier regroupant les différentes formes et quantités d'aciers de l'ouvrage réalisé par le bureau d'étude à la réquisition.

Greisch

Allée des Noisetiers 25 4031 LIEGE

29.03.2022

Page 9/14

Affaire : LA TOUR F
DE LA CITE ADMINISTRATIVE
A ABIDJAN

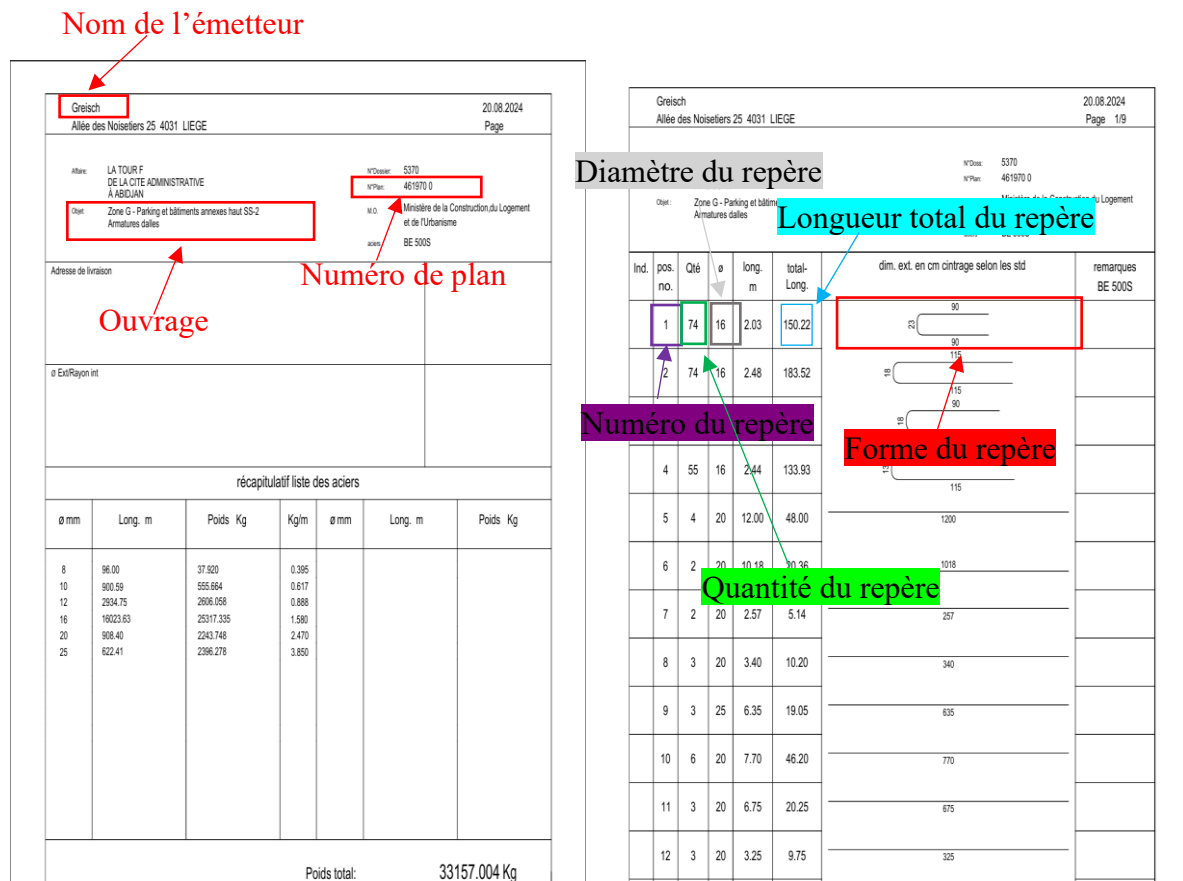
Objet : Zone B - Couvrant-3
Volles 2/2

N°Dess: 5370
N°Plan: 463936 A
M.O. Ministère de la Construction, du Logement
et de l'Urbanisme
acier BE 500S

Ind.	pos. no.	Qté	ø	long. m	total- Long.	dim. ext. en cm cintrage selon les std	remarques BE 500S
	151	6	10	2.73	16.36	255	
	155	4	12	5.90	23.59	569	
	156	4	12	7.11	28.45	711	
	157	42	10	8.97	376.95	897	

Source : ACONEX

Figure 27 : Bordereau d'acier du plan 461920 de la zone B et C



Source : ACONEX

Figure 28 : Bordereau d'acier du plan 461970

- ❖ Les barres droites de 12m

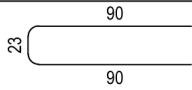
Les commandes de BD de 12m sont effectuées pour :

- Les aciers de remplacement ;
- Les pertes sur site ;
- Les livraisons urgentes ;
- Indisponibilité du fournisseur.

Nous ne commandons pas directement les aciers en barres droites, car leur façonnage prend assez de temps. Le chantier ne dispose pas également d'équipements adéquat pour le façonnage des gros diamètres (diamètre supérieur à 16mm). La conversion des aciers façonnés en barres droites de 12m se fait comme suit :

- Identification des repères à commander en barres droites de 12m

Dans notre cas il s'agit du repère 1 comme indiqué sur l'image ci-dessous

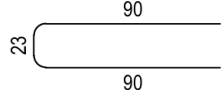
Ind.	pos. no.	Qté	ø	long. m	total- Long.	dim. ext. en cm cintrage selon les std	remarques BE 500S
	1	74	16	2.03	150.22		

Source : ACONEX

Figure 29 : Bordereau d'acier du plan 461970

➤ Détermination de la longueur développée du repère

Elle représente le périmètre d'une barre du repère, elle est donnée par le bordereau d'acier comme indiquée ci-dessous.

Ind.	pos. no.	Qté	ø	long. m	total- Long.	dim. ext. en cm cintrage selon les std	remarques BE 500S
	1	74	16	2.03	150.22		

Source : ACONEX

Figure 30 : Bordereau d'acier du plan 461970

➤ Conversion de la longueur développée de l'acier façonnée en BD de 12m

Elle se fait selon l'hypothèse qu'une barre droite a une longueur de 12m et en considérant les pertes de charges, le calcul se fait comme suit :

$$N_{BD} = Q / (L_B / L_{DU}) \quad \text{Eq.1}$$

N_{BD} : Nombre de barre droite de 12m

Q : Quantité de barre du repère à commander qui est donnée par le bordereau d'acier

L_{DU} : Longueur développée d'une barre du repère

L_B : Longueur d'une barre droite qui est de 12m dans notre cas

Exemple 1

Dans notre cas L_{DU} est égal à 2.03m et Q est égal à 74, l'on aura donc :

$$N_{BD} = 74 / (12 / 2.03) = 12.52$$

Ainsi le repère 1 nécessite environ 13 barres droites de 12m de diamètre 16 pour son façonnage sur site.

➤ Calcul du poids du repère

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des masses linéaires des aciers par diamètre

Diamètre (mm)	Ø6	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
Poids linéaire (Kg/mL)	0.222	0.395	0.617	0.888	1.208	1.58	2.47	3.85	6.313

Le poids total des BD de 12m est obtenu par la formule suivante :

$$P_{BD} = N_{BD} \times 12 \times M_L \quad \text{Eq.2}$$

P_{BD} : Le poids total du repère en Kg

N_{BD} : le nombre de barres droites de 12m

M_L : Masse linéaire de l'acier

Exemple 2

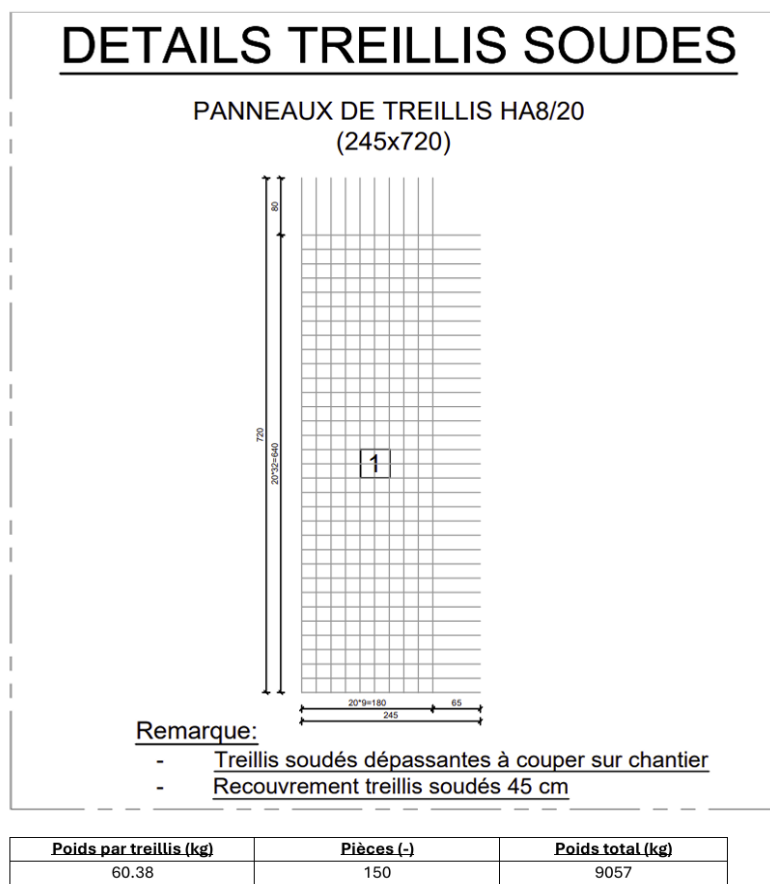
Dans notre cas N_{BD} est égal à 13 et M_L est égal à 1.58, l'on aura donc :

$$P_{BD} = 13 \times 12 \times 1.58 = 237 \text{ Kg}$$

❖ Les treillis soudés

Les commandes des treillis soudés se font également en treillis façonnés où nous ne faisons que joindre le bordereau d'acier regroupant la forme et la quantité du treillis comme joint ci-dessous :

Pos	Nbre	Désignation/Type	Long. (m)	Larg. (m)
1	150	TS-HA8/20	7.20	2.45



Source : ACONEX

Figure 31 : Bordereau de commande de treillis soudés

Elles se font également en BD de 12m où nous déterminons le nombre de BD de 12m nécessaire à la conception du treillis selon sa forme et sa quantité.

Le calcul se fait comme suit :

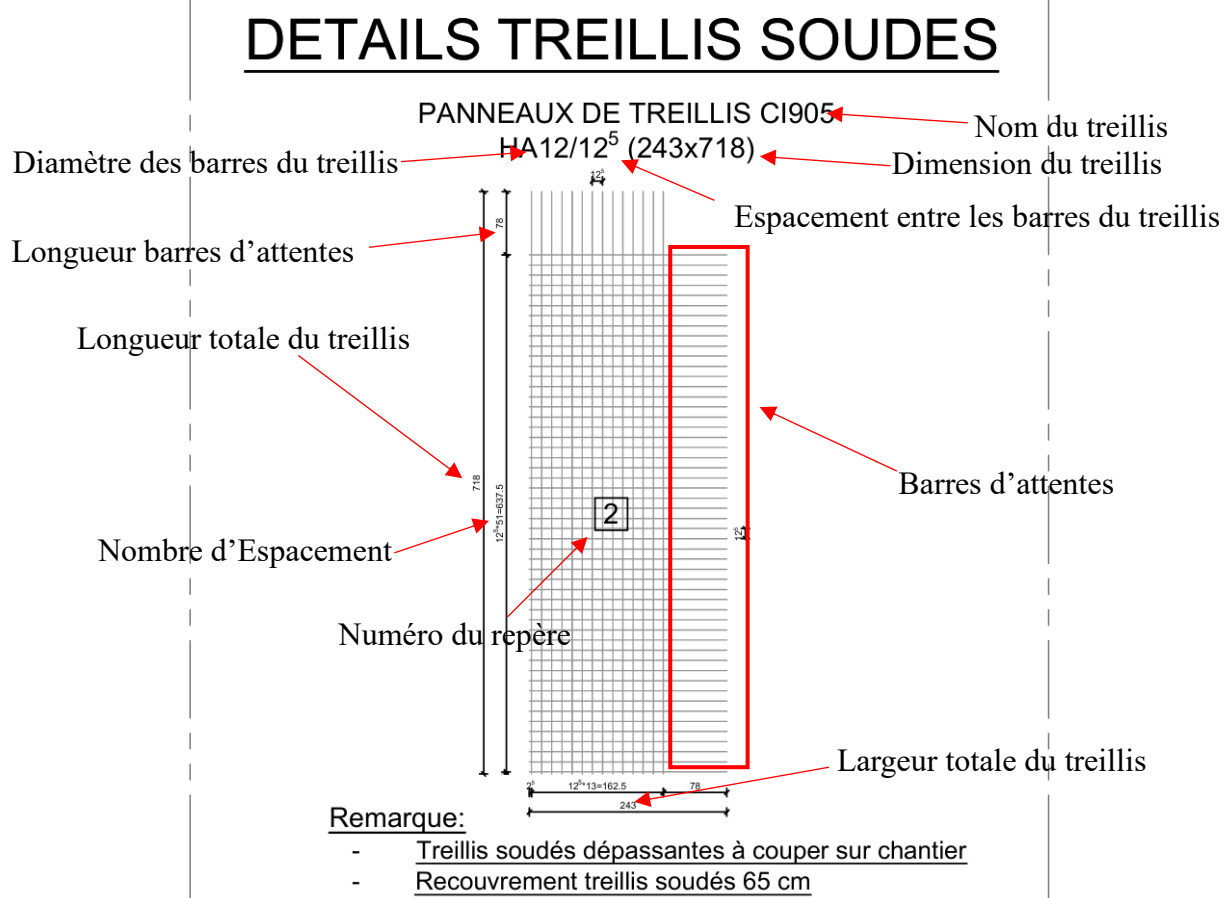
- Identification du repère à commander en barre droite de 12m

La forme du treillis varie selon son type, dans notre cas il s'agit du treillis CI905 comme indiqué sur les images ci-dessous.

Greisch Allée des Noisetiers 25 4031 LIEGE			20.08.2024 Page 1/1	
Affaire : LA TOUR F DE LA CITE ADMINISTRATIVE À ABIDJAN			N°Doss: 5370 N°Plan: 461970 0	
Objet : Zone G - Parking et bâtiments annexes haut SS-2 Armatures dalles			M.O. Ministère de la Construction, du Logement et de l'Urbanisme	
			aciers BE 500S	
Pos	Nbre	Désignation/Type	Long. (m)	Larg. (m)
1	109	TS-HA8/20	7.20	2.45
2	10	CI905	7.18	2.43
3	58	CI754	7.13	2.48

Source : ACONEX

Figure 32 : Bordereau de treillis soudés

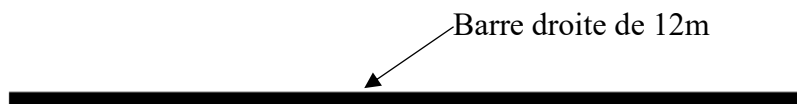


Source : ACONEX

Figure 33 : Détails du treillis soudés

➤ Conversion en barres droites de 12m

Elle se fait selon l'hypothèse qu'une barre droite a une longueur de 12m et en considérant les pertes de charge, le calcul se fait comme suit :



Source : GOOGLE

Figure 34 : Vue en élévation d'une barre droite de 12m

On commence par déterminer le nombre de barres longitudinales et transversales à partir des formules suivantes :

$$Q_{BL} = N_{BL} + 1 \quad \text{Eq.3}$$

Q_{BL} : Nombre de barre longitudinale

N_{BL} : Nombre d'espacement longitudinal

Exemple 3

Dans notre cas N_{BL} est égal à 13, l'on aura donc :

$$Q_{BL} = 13 + 1 = 14$$

$$Q_{BT} = N_{BT} + 1 \quad \text{Eq.4}$$

Q_{BT} : Nombre de barre transversale

N_{BT} : Nombre d'espacement transversal

Dans notre cas N_{BT} est égal à 51, l'on aura donc :

$$Q_{BT} = 51 + 1 = 52$$

Ensuite nous déterminons le nombre de barres transversales que peut contenir une BD de 12m, ici deux cas sont possibles :

➤ 1er cas : $L + l < 12m$

Lorsque $L + l < 12m$ alors une BD longitudinale peut également contenir des BD transversales, ainsi le nombre de BD transversales est égal à :

$$N_R = Q_{BT} - N_{BTL} \quad \text{Eq.5}$$

N_R : Nombre total de barres transversales en BD

Q_{BT} : Nombre de barres transversales

N_{BTL} : Nombre total de barres transversales pouvant être contenu dans les BD

de 12m longitudinales du treillis.

Exemple 4

Dans notre treillis Q_{BT} est égal à 52 et N_{BTL} à 14

Ainsi $N_R = 52 - 14 = 38$

Le nombre de barres transversales en BD est égal à :

$$N = [N_R / (L_B / l)] \quad \text{Eq.6}$$

N : Nombre de BD transversales

L_B : Longueur d'une barre droite

l : Largeur du treillis

Exemple 5

Dans notre cas N_R est égal à 38, L_B à 12 et l à 2.43

Donc $N = [38 / (12 / 2.43)] = 7.69$

Ainsi l'on obtient environ 8 BD transversales.

Le nombre total de BD dans le treillis est égal à :

$$N_{TBD} = [\sum (Q_{BL} + N)] \quad \text{Eq.7}$$

N_{TBD} : Nombre total de BD dans le treillis

Q_{BL} : Nombre de BD longitudinales

N : Nombre de BD transversales

Exemple 6

Q_{BL} est égal à 14 et N à 8 donc $N_{TBD} = 8 + 14 = 22$

Il faut noter que le calcul a été fait que pour un treillis, il faudra multiplier le nombre de BD total dans un treillis par le nombre de treillis afin de trouver le nombre de BD total.

➤ 2ème cas : $L + l > 12m$

Lorsque $L + l > 12m$ alors une BD longitudinale ne peut pas contenir des BD transversales, le calcul reste le même sauf qu'il n'y'aura pas de pertes de charge à considérer.

➤ Détermination du poids total du Treillis

Il se détermine suivant la forme et les dimensions du treillis, le calcul se fait comme suit :

$$\text{Long} = L \times (N_T + 1) \quad \text{Eq.8}$$

Long : Linéaire longitudinal du treillis

L : Longueur du treillis

N_T : Nombre d'espacement transversal du treillis

Exemple 7

Dans notre cas L est égal à 7.18 et N_T à 13, l'on aura donc :

$$\text{Long} = 7.18 \times (13+1) = 100.52 \text{ ml}$$

$$\text{Trans} = l \times (N_L + 1) \quad \text{Eq.9}$$

Trans : Linéaire transversal du treillis

l : Largeur du treillis

N_L : Nombre d'espacement longitudinal du treillis

Exemple 8

Dans notre cas l est égal à 2.43 et N_L à 51, l'on aura donc :

$$\text{Trans} = 2.43 \times (51 + 1)$$

$$\text{Trans} = 126.36 \text{ ml}$$

- Le poids total du treillis est donné par la formule ci-dessous :

$$P_T = (\text{Long} + \text{Trans}) \times M_L \quad \text{Eq.10}$$

P_T : Poids total du treillis

Long : Linéaire longitudinal du treillis

Trans : Linéaire transversal du treillis

M_L : Masse linéaire de l'acier

Exemple 9

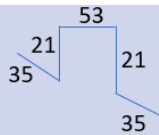
Long est égal à 100.52 ml, Trans est égal à 123.36 et M_L est égale à 0.395 Kg/ml

$$\text{Donc } P_T = (100.52 + 123.36) \times 0.888 = 198.8 \text{ Kg}$$

- ❖ Les chaises façonnées

Nous joignons le bordereau d'acier regroupant la forme et le nombre de chaise à commander.

BORDEREAU D'ACIERS DE CHAISES-ZONE G

N°	Qté	φ	Cintrage	Long unit (m)	Long totale (m)
1	197	12		1.65	325

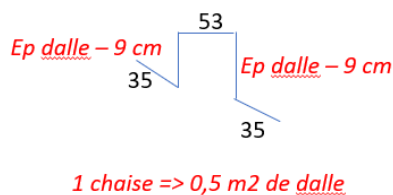
Source : BESIX

Figure 35 : Bordereau d'acier de chaise de la zone G

➤ Les chaises en barres droites

La conversion des chaises façonnées en barres droites est faite sur base de l'hypothèse ci-dessous :

Hypothèses



Source : BESIX

Figure 36 : Hypothèse de calcul des chaises

La longueur développée d'une chaise est fonction de l'épaisseur de la dalle, sachant qu'une chaise couvre une surface de 0.5 m2 de dalle, le nombre de chaises est donné par la formule ci-dessous :

$$N_c = S / 0.5 \quad \text{Eq.11}$$

N_c : Nombre total de chaises façonnées

S : surface totale de la dalle.

Le nombre de barres droites de 12m est donnée par la formule suivante :

$$N_{BC} = (N_C \times L_D) / 12 \quad \text{Eq.12}$$

N_{BC} : Nombre total de BD de 12m

N_C : Nombre total de chaises façonnées

L_D : Périmètre d'une chaise.

Nous avons passé un total de 34 commandes d'acier pour la zone G, B et C durant notre stage.

III.3. Analyse des problèmes rencontrés

La zone G présente une superficie d'environ 1 211,85 m² et nécessite près de 247 104,197 kilogrammes d'acier pour sa réalisation. La superficie totale des zones B et C est d'environ 1480,85 m² avec près de 150 155, 25 kilogrammes d'acier pour sa réalisation.

Vu les importantes quantités d'acier nécessaires à la réalisation de ces zones, les commandes d'acier sont d'une importance capitale afin d'assurer la continuité des travaux.

Ainsi, les réquisitions devraient être passées selon le principe de la "commande à temps", afin de garantir que l'acier soit livré au moment où il est nécessaire. Cependant, cela soulevait plusieurs contraintes réelles dans sa mise en application sur le chantier, auxquelles nous avons été confrontés, notamment :

- **La zone B et C** : Elle était partiellement construite, l'on devait donc prendre en compte ces différentes parties dans la passation des commandes d'acier car les bordereaux d'aciers ont été fait pour toute la zone.
- **Le planning du chantier** : Il était crucial de s'assurer que les livraisons d'acier arrivent au bon moment, conformément à l'avancement du chantier, afin d'éviter toute interruption des travaux.
- **La capacité de production du fournisseur** : Le fournisseur, s'occupe également de l'ensemble des besoins en acier pour la Tour et les autres zones de son parking, il faisait donc face à une surcharge de commande et n'arrive qu'à produire qu'entre 1000 et 1500 tonnes d'acier par mois. Ainsi, les commandes d'acier devaient être ajustées selon des délais réalistes afin de permettre leur fabrication.

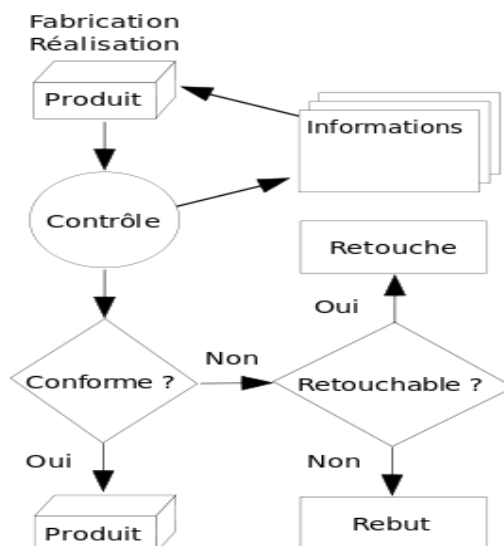
- **L'espace disponible sur chantier** : Étant donné que l'ensemble des travaux du chantier se déroulait simultanément, l'espace de stockage des aciers sur le chantier devenait une contrainte majeure. Ainsi nous avons dû prendre en compte l'espace disponible sur le chantier dans la passation de nos commandes d'acier afin d'éviter les accumulations excessives d'acier sur site.
- **Le respect des délais de livraisons des commandes** : Il était primordial de veiller au respect des délais de livraison, compte tenu du volume important des commandes d'acier générées par le chantier afin d'éviter les oublis et de constater l'absence de l'acier au moment de l'exécution des ouvrages.

IV. Le contrôle qualité

IV.1. Définition

Le contrôle-qualité est une activité qui consiste à mesurer, examiner, essayer ou passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'une entité et de comparer les résultats obtenus aux exigences qualitatives en vue de déterminer si la conformité est obtenue pour chacune des caractéristiques.

La démarche du contrôle qualité obéit au schéma suivant :



Source : GOOGLE

Figure 37 : Procédé analytique du contrôle qualité

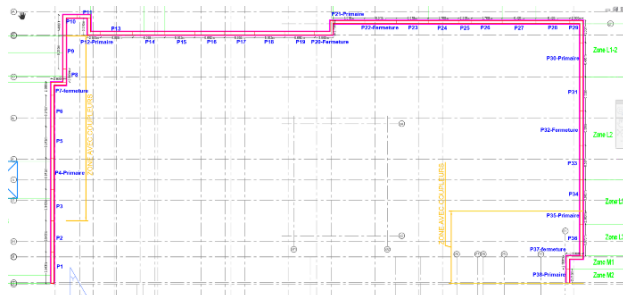
IV.2. Analyse des problèmes rencontrés

Le contrôle qualité sur site est un processus exigeant et chronophage en raison des multiples validations requises par les différents organismes du chantier. Lorsqu'une non-conformité est détectée, un protocole strict doit être suivi, incluant l'ouverture de fiches de non-conformité. Ces fiches doivent ensuite être approuvées par l'ensemble des parties prenantes du chantier, rallongeant ainsi les délais de validation.

V. La paroi moulée

V.1. Définition

Une paroi moulée est un mur en béton armé creusé et coulé à même le sol. (Écran en béton armé moulé dans le sol). Pour l'exécution de la paroi, une tranchée est excavée par panneaux adjacents réalisée à la profondeur et l'épaisseur voulue. La tenue des parois de forage se fait grâce à un fluide de perforation à base de boues bentonitiques ou à base de boues polymères. Cette boue forme sur les parois de l'excavation un dépôt étanche appelé cake qui lui permet de ne pas percoler dans le terrain et d'assurer la pression hydrostatique qui s'oppose à l'éboulement des parois.



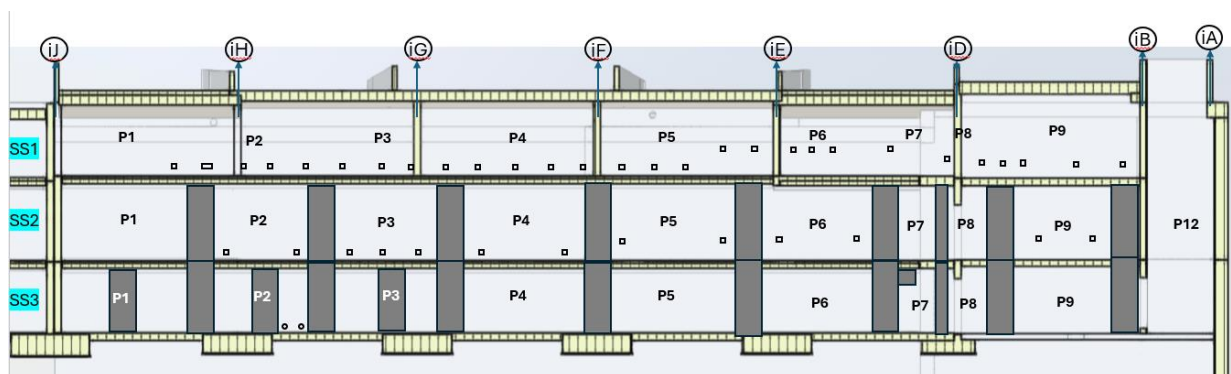
Source : ACONEX

Figure 38 : Vue en plan de la paroi moulée zone D



Source : PRISE DE VUE

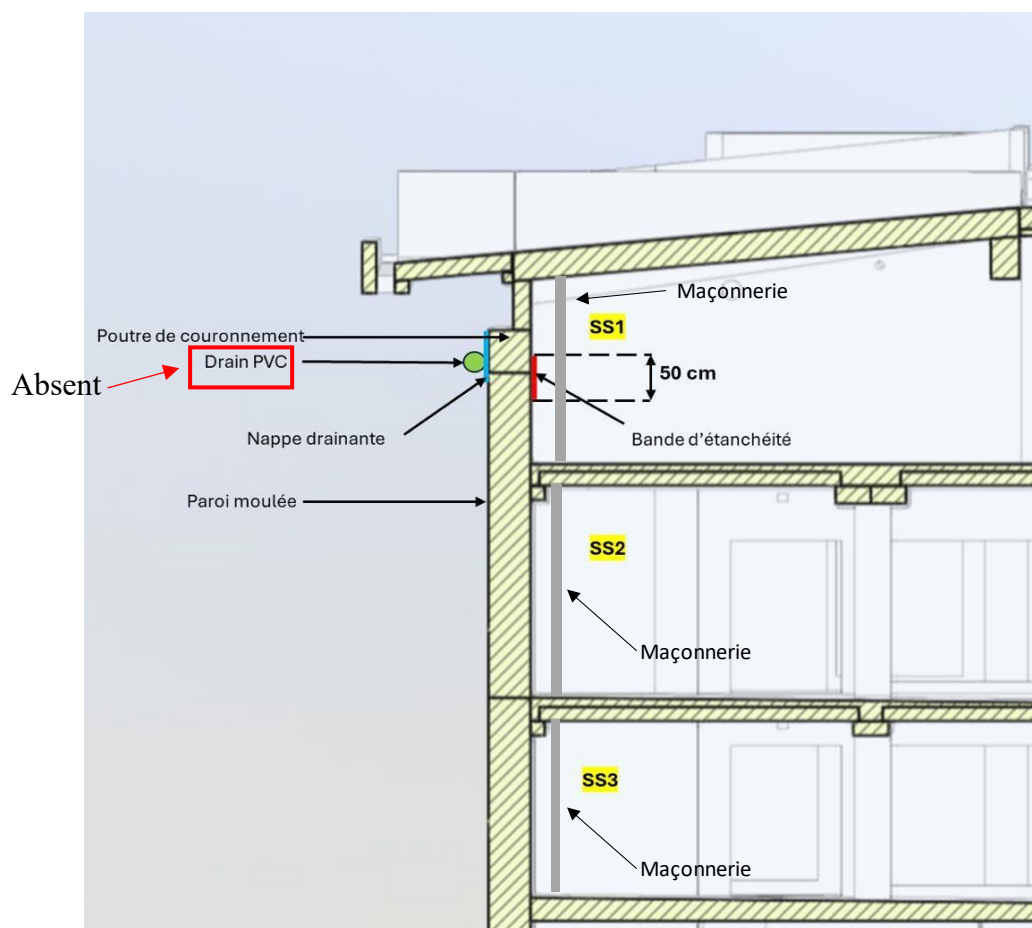
Figure 39 : Panneau P5 Paroi moulée zone D SS1



Source : MAQUETTE BIM

Figure 40 : Vue en élévation de la paroi moulée zone D

V.2. Analyse des problèmes rencontrés



Source : MAQUETTE

Figure 41 : Coupe de la paroi moulée

Pour des raisons architecturales, une maçonnerie a été prévue à certains endroits de la paroi moulée. Cependant, cela nécessite préalablement des travaux internes, notamment ceux liés à

l'étanchéité de la paroi. En effet, après sa réalisation, des infiltrations d'eau ont été repérées aux points faibles de la paroi (cale à béton, connexion avec la dalle, et connexion avec la poutre de couronnement), en raison de l'absence de drainage périphérique en tête de la paroi moulée.

En raison de l'avancement des travaux, le drainage périphérique sera effectué après la pose de la maçonnerie afin de permettre la réalisation d'autres travaux en amont. Toutefois, pour éviter d'éventuels dommages à la maçonnerie causés par l'écoulement de l'eau contre celle-ci, des travaux d'étanchéité doivent être réalisés en amont.

Conclusion

L'analyse des problèmes rencontrés dans le cadre des travaux d'exécution du gros œuvre du parking de la Tour F a permis de mettre en évidence les principaux défis ayant impacté la progression du chantier. Cette étude constitue ainsi une base fondamentale pour la mise en place de solutions d'optimisation adaptées.

CHAPITRE III : STRATÉGIE D'OPTIMISATION DES PROBLÈMES RENCONTRÉS

Face aux défis identifiés lors de l'analyse des problèmes rencontrés dans l'exécution du gros œuvre du parking de la Tour F, il est impératif de mettre en place des stratégies d'optimisation efficaces. Ce chapitre se propose de donner les différentes solutions permettant de surmonter ces problèmes.

I. Le planning à 3 semaines

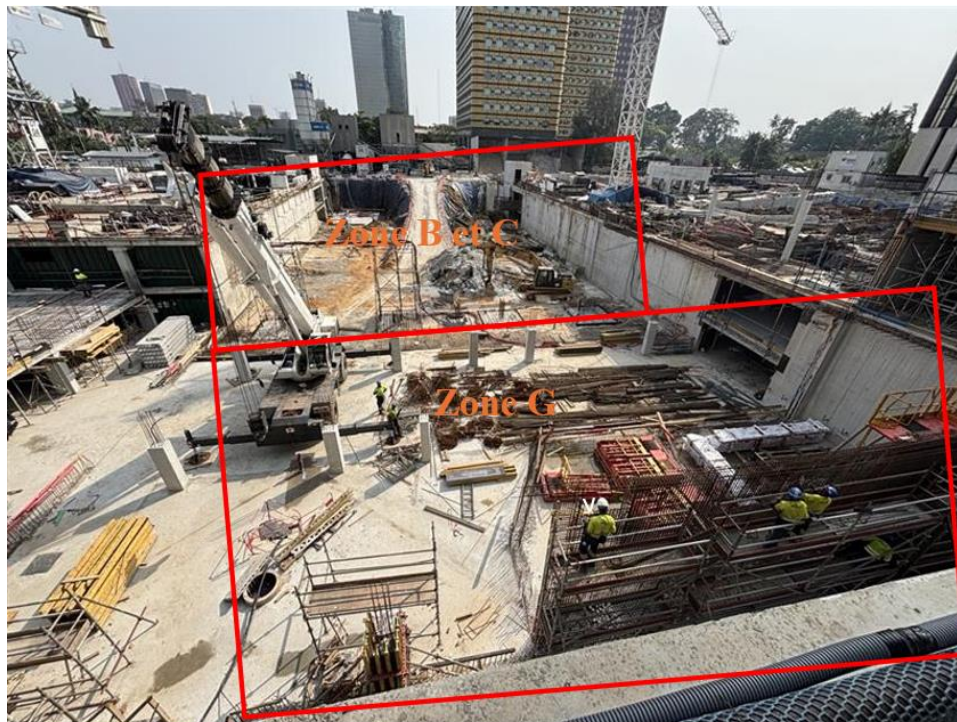
I.1. Optimisation du planning à 3 semaines

Afin d'optimiser l'avancement du planning à 3 semaines, nous avons proposé les solutions suivantes :

- **La priorisation de la zone F :** Augmenter l'effectif en créant des équipes dédiées uniquement qu'aux tâches urgentes.
- **Utilisation de la zone G comme zone de stockage :** Utiliser des systèmes de stockage verticaux (racks) pour minimiser l'empreinte au sol, utiliser qu'une partie de la zone G comme espace de stockage et aussi planifier les livraisons en fonction des besoins immédiats pour éviter l'accumulation de matériaux.
- **Dépendance des zones B et C de la zone G :** Effectuer les tâches de la zone B et C pouvant être réalisées en amont des travaux de la zone G comme les dalles, colonnes, voiles et poutre périmétrique.

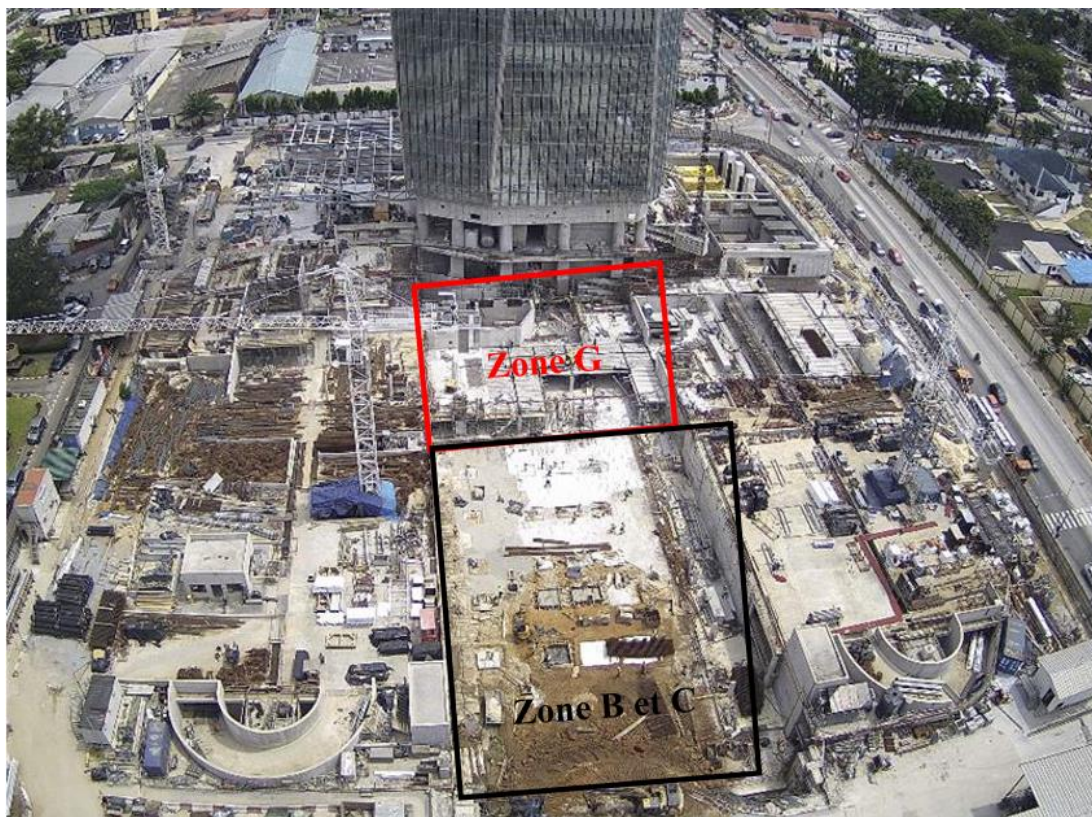
I.2. Résultats de l'optimisation du planning à 3 semaines

La mise en pratique de ces différentes méthodes a permis de construire les ouvrages pouvant être réalisé en amont. Voir les images jointes ci-dessous pour la comparaison de l'avancement des travaux.



Source : PRISE DE VUE

Figure 42 : Vue en plan zone G, B et C à date du 28/12/2024



Source : C-SITE

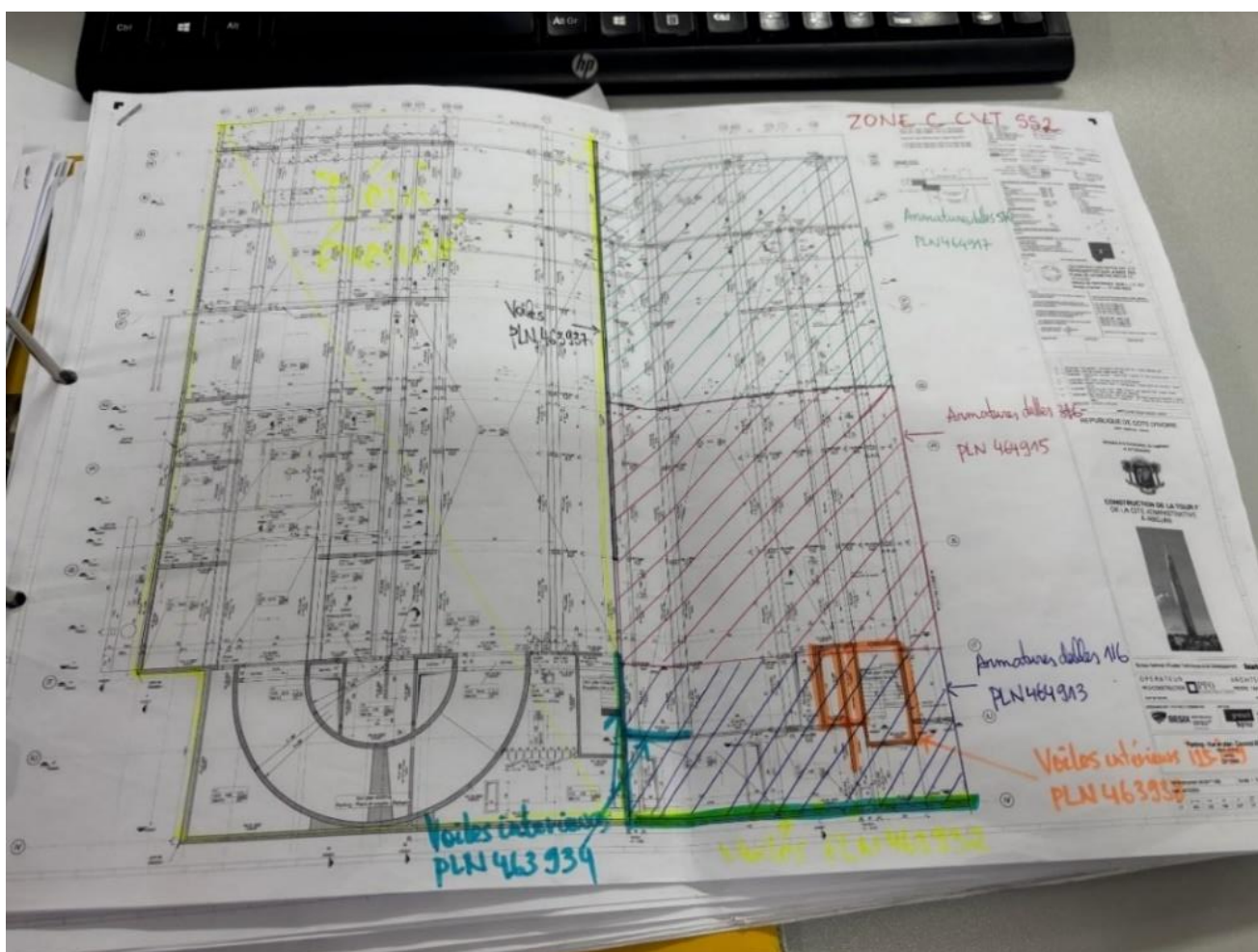
Figure 43 : Vue en plan zone G, B et C à date du 22/02/2025

II. Les commandes d'aciers

II.1. Optimisation des commandes d'aciers

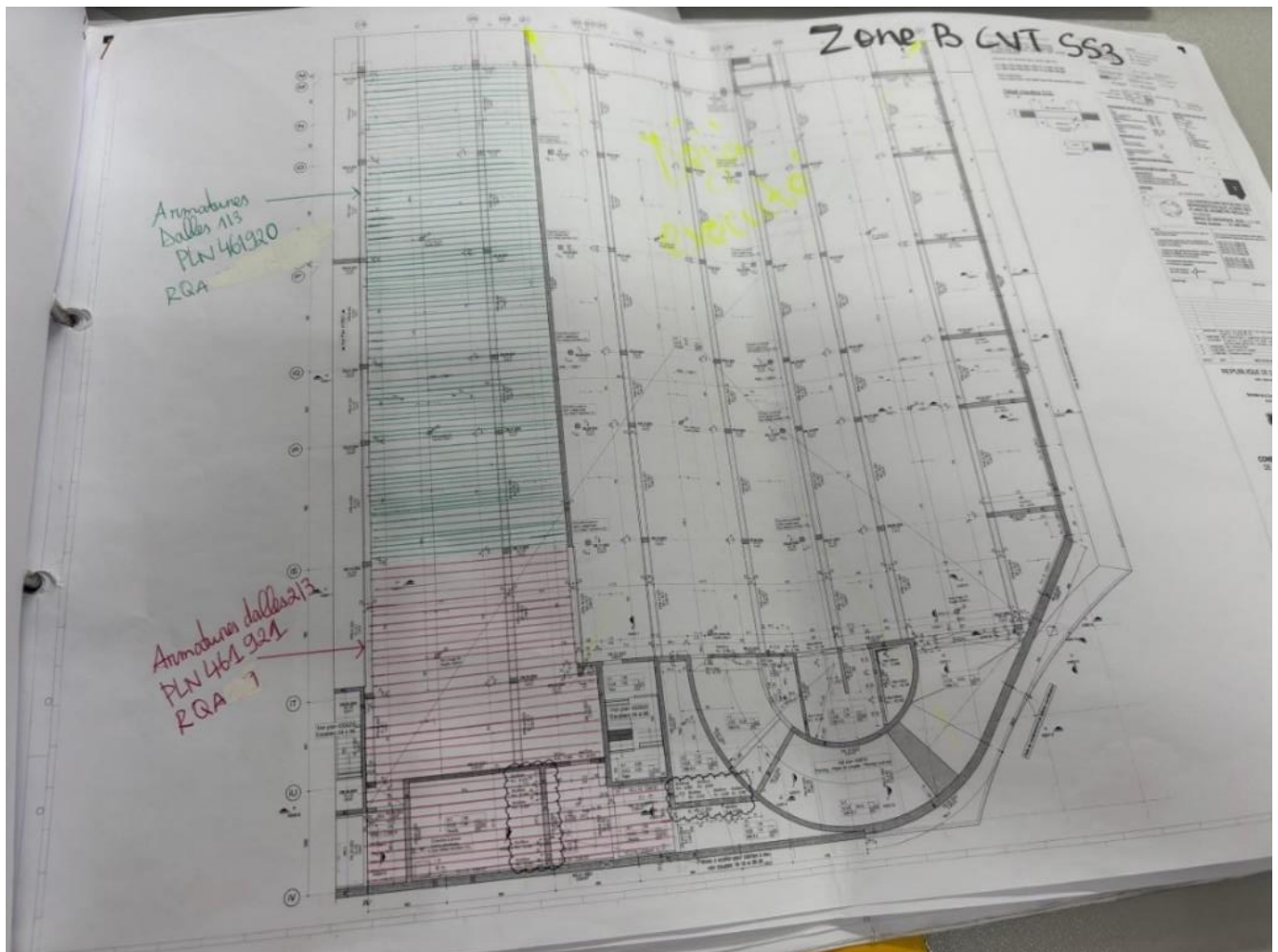
Nous avons proposé les solutions suivantes :

- **La zone B et C :** Vu que la zone B et C était déjà partiellement construite, nous avons mis en place un repérage manuel afin de déterminer plus facilement les ouvrages à exécuter afin d'éviter le gaspillage ou les manques liés à une mauvaise évaluation des besoins.



Source : ACONEX

Figure 44 : Repérage manuel zone CVT SS2



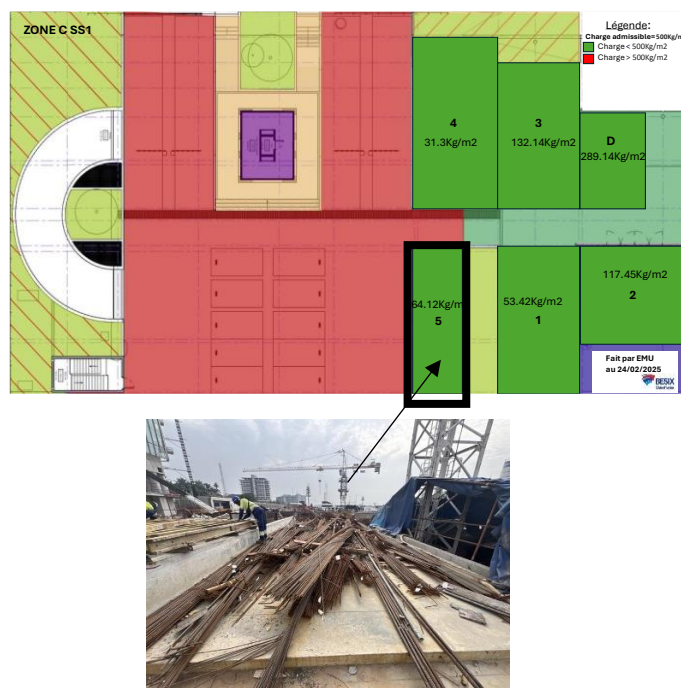
Source : ACONEX

Figure 45 : Repérage manuel zone B CVT SS3

- **Le planning du chantier** : Nous avons passés les commandes d'acier sur la base du planning à 3 semaines et du repérage manuel, afin de prendre en compte les priorités d'exécution et les ouvrages pas encore réalisés (dans le cadre de la zone B et C car celle-ci était déjà partiellement réalisée). Grâce à l'utilisation de ces outils de suivi documentaire, nous avons pu anticiper les besoins en acier, ce qui a permis de réduire les délais de livraison. En commandant l'acier trois semaines à l'avance (en tenant compte des délais de réception, de décorticage et de production), nous avons optimisé les délais et réduit le risque de rupture de stock sur le chantier.
- **La capacité de production du fournisseur** : Les délais étaient ajustés en fonction de la capacité réelle de production du fournisseur en lui demandant la faisabilité de production pour les livraisons urgentes et trouvant ainsi un accord, les commandes

d'aciers urgentes étaient envoyées en barres droites.

- **L'espace disponible sur chantier :** Nous avons mis en place un système de suivi de l'espace de stockage des aciers sur la dalle SS1 de la zone C. Cela nous a permis de mieux répartir les aciers et d'éviter toute surcharge qui aurait pu nuire à la qualité des ouvrages. Ce suivi nous a permis de déterminer précisément les endroits où les aciers pouvaient être entreposés et de repérer les zones de surcharge d'aciers, garantissant ainsi une meilleure gestion des stocks et une répartition optimale des matériaux dans nos commandes d'acier.



Source : REPERAGE POIDS SURFACIQUE

Figure 46 : Poids surfacique des aciers stockés sur la dalle de la zone C SS1

- **Le respect des délais de livraisons des commandes :** Pour garantir un suivi efficace des nombreuses commandes d'acier, nous avons mis en place un tableau de suivi des livraisons dédié aux zones qui nous ont été attribuées. Cet outil a permis de suivre chaque commande de manière précise, en veillant à ce qu'aucune ne reste en suspens et en identifiant rapidement celles qui n'ont pas encore été livrées. L'objectif principal étant de respecter strictement les délais de livraison afin d'éviter tout ralentissement des travaux sur le chantier. En cas de retard de livraison, nous relançons auprès du fournisseur, afin de minimiser les impacts négatifs liés au non-respect des délais de

livraison des aciers sur l'avancement des travaux.

Zone	Numéro de plan	Ouvrage	Niveau	Réquisition	Décorticage	Statut
B	460945	Radier	Fondations	828	2434	LIVRE
	461934	Surprofondeur		802	2399	LIVRE
	464931	Poteaux	SS3	878	2550	LIVRE
	463938	Voiles		893	2598	
	463936	Voiles				
	463930	Voiles		806	2538	
	461920	Dalles				
	461921	Dalles				
C	467945	Radier 6/6	Fondations	857	2515	LIVRE
	467944	Radier 5/6		829	2478	LIVRE
				858	2479	
	467941	Radier 2/6		858	2539	LIVRE
					2540	
	467942	Radier 3/6	SS3	855	2513	LIVRE
					2514	
	460941	Surprofondeurs				
	463937	Voiles 5/5		899	2614	
	463934	Voiles 3/5		898	2613	
	463938	Voiles intérieurs		893	2598	
	463932	Voiles 1/5		900	2615	
	464931	Colonnes		878	2550	LIVRE
	464932	Colonnes		879	2551	LIVRE
	461923	Dalles 1/2				
	461924	Dalles 2/2				
G	461960	Amatures dalles	Couvrant -3	811	2439	LIVRE
					2437	
					2438	
	461961	Treillis HA8/20	Couvrant -3	940		
	464930	Colonnes	Couvrant -2	818	2431	LIVRE
	461970	Amatures dalles		819	2442	LIVRE
					2443	
	463981	Voiles intérieurs	Couvrant -1	820	2432	LIVRE
	463982	Voiles intérieurs		837	2508	LIVRE
	463983	Voiles intérieurs		838	2507	LIVRE
	461971	Armatures dalles		816	2424	LIVRE
	464904	Colonnes		861	2612	LIVRE
	461972	Armatures dalles		862		
	461973	Armatures dalles		863		
	463984	Voiles intérieurs	Couvrant +0	865	2564	LIVRE
					2565	
	463985	Voiles intérieurs		866	2568	LIVRE

Source : SHAREPOINT BESIX

*Figure 47 : Tableau de suivi des commandes
d'acier des zones B, C et G*

II.2. Résultats de l'optimisation des commandes d'aciers

Nous avons établi une étude comparative sur base de données réelles extraites sur site concernant le délai d'envoi des commandes d'acier, avant et après l'application de ces outils, les résultats sont consignés dans les tableaux ci-dessous :

➤ Avant optimisation

Tableau 4 : Délais d'envoi des commandes d'acier avant optimisation

ZONE	NUMERO DE LA REQUISITION	DATE D'ENVOI	DATE DE LIVRAISON PREVU	ECART (jour)	MOYENNE (jour)	MOYENNE TOTALE
G	796	22/10/2024	11/11/2024	20	16.6	11.4
	783	12/10/2024	19/10/2024	7		
	626	24/05/2024	15/06/2024	22		
	627	27/04/2024	17/05/2024	20		
	762	27/09/2024	11/10/2024	14		
B et C	793	23/10/2024	26/10/2024	3	6.2	
	5	27/09/2021	01/10/2021	4		
	251	09/01/2023	21/01/2023	12		
	262	27/01/2023	04/02/2023	8		
	477	08/12/2023	12/12/2023	4		

➤ Après optimisation

Tableau 5 : Délais d'envoi des commandes d'acier après optimisation

ZONE	NUMERO DE LA REQUISITION	DATE D'ENVOI	DATE DE LIVRAISON PREVU	ECART (jour)	MOYENNE (jour)	MOYENNE TOTALE
G	819	20/11/2024	16/12/2024	26	25.4	21.2
	820	12/11/2024	07/12/2024	25		
	865	23/12/2024	27/01/2025	35		
	866	16/01/2025	08/02/2025	23		
	858	17/12/2024	04/01/2025	18		
B et C	879	30/12/2024	10/01/2025	11	17	
	893	03/01/2025	24/01/2025	21		
	806	20/12/2024	28/12/2024	8		
	878	20/12/2024	09/01/2025	20		
	959	20/03/2025	14/04/2025	25		

L'optimisation des commandes d'acier a permis de passer les commandes en moyenne 21,2 jours avant la date de livraison de l'ouvrage, soit une amélioration de 86 %, garantissant ainsi une livraison dans les délais

III. Le contrôle qualité

III.1. L'autocontrôle qualité

L'autocontrôle qualité est une méthode d'optimisation du contrôle qualité sur site. Il se fait avant les contrôles externes, anticipant ainsi les risques de non-conformité et réduisant les retards liés aux processus de validation.

En plus de garantir la conformité des travaux, il veille à la transmission des informations essentielles, à la mise à jour des plans et à l'application des différentes fiches modificatives sur site.

Nous avons été chargés de réaliser l'autocontrôle qualité des ouvrages de gros œuvre dans les zones B, C et G du parking.

III.2. Exemple d'autocontrôle qualité

III.2.1. Cas du ferrailage

Étant donné que les problèmes de non-conformité étaient plus constatés au niveau du ferrailage, notre autocontrôle qualité était uniquement axée sur ce dernier dans le cadre de la réalisation des ouvrages et se fait sur base du tableau ci-dessous :

Tableau 6 : Critères d'autocontrôle qualité

Éléments contrôlés	Type d'essai	Critères d'approbation	Potentiels incidents	Actions correctives
-Plan	-Contrôle visuel	-Indice à jour	-Plan non à jour	-Reprise du ferrailage avec le plan à jour
-FMS	-Contrôle visuel	-Intégration des modifications de la FMS sur l'ouvrage, lorsqu'elle s'applique à celui-ci.	-FMS non prise en compte	-Reprise du ferrailage avec la prise en compte de la FMS
-Repère	-Contrôle visuel et métrique	-Tous les aciers du repère sont présents, avec le respect des formes, des espacements et des enrobages des aciers. -Zone de travail propre	-Repère posés, espacements et enrobages non conformes. -Zone de travail sale	-Rajout des repère manquants, des enrobages et des espacements. -Nettoyage de la zone de travail.

➤ **Les surprofondeurs**

Annexe 2 : Fiche autocontrôle qualité et fiche contrôle qualité surprofondeur zone G

➤ **Le radier**

Annexe 3 : Fiche autocontrôle qualité et fiche contrôle qualité radier zone G

➤ Les colonnes

Annexe 4 : Fiche autocontrôle qualité et fiche contrôle qualité colonnes zone G

➤ Les Voiles

Annexe 5 : Fiche autocontrôle qualité et fiche contrôle qualité voiles zone G

III.2.2. Cas d'autres points bloquants

L'autocontrôle qualité permet également de détecter les éventuels points bloquants qui pourraient nuire à la qualité des ouvrages ou encore à des potentiels défauts survenus après le bétonnage des ouvrages.

➤ Zone de stockage de la dalle SS2 de la zone C

Nous avons réalisé un autocontrôle des box installés sur la dalle du parking de la zone C SS2, celle-ci servant de zone de stockage pour l'un des acteurs du projet en raison du manque d'espace disponible sur le site.

L'objectif de cet autocontrôle était d'évaluer le poids surfacique de chaque box afin de le comparer au poids surfacique admissible de la dalle. Cette analyse a permis d'optimiser la répartition des charges en déplaçant les zones les plus chargées vers celles moins sollicitées.



Source : SHAREPOINT BESIX

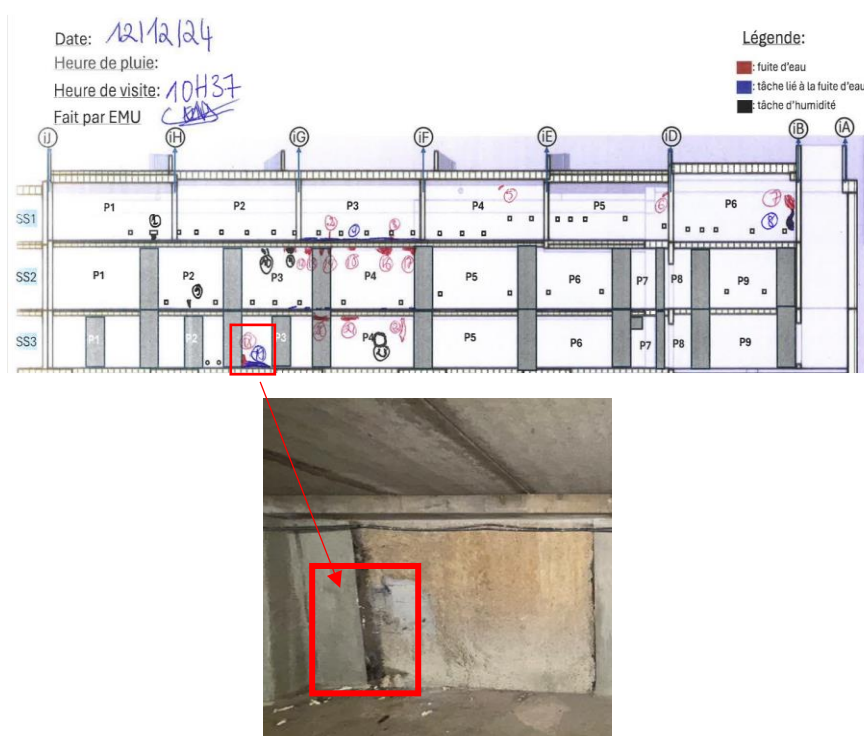
Figure 48 : Autocontrôle de la zone de stockage de la zone C SS2

IV. La paroi moulée

IV.1. Optimisation du traitement des percolations d'eau de la paroi moulée

Comme mentionné précédemment, de l'eau percole à l'intérieur de la paroi moulée par ses points faibles. Étant donné la taille et la forme de la paroi, nous avons mis en place un système de détection et de suivi afin d'identifier les zones où les percolations d'eau se produisent afin d'y remédier. Ce suivi était effectué quotidiennement par le biais d'inspections visuelles avant et après chaque pluie. L'objectif était de déterminer l'origine des infiltrations, certaines étant dues à l'absence de drainage périphérique, tandis que d'autres résultaient des connexions entre les dalles et la paroi car l'eau stagnante sur les dalles durant les pluies s'infiltraient par ces ouvertures. Toutes les données recueillies sur site ont été consignées dans un tableau Excel, permettant d'analyser les percolations d'eau et de cartographier leur position sur la paroi.

Annexe 6 : Tableau de suivi des percolations d'eau de la paroi moulée.



Source : SHAREPOINT BESIX

*Figure 49: Repérage percolations d'eau
paroi moulée à date du 12/12/24*

Le tableau de suivi a contribué à l'optimisation du processus de traitement des percolations d'eau. Grâce à cet outil, nous avons pu identifier et cartographier avec précision les zones affectées, tout en suivant leur évolution sur le long terme. Cette analyse approfondie nous a permis de mieux comprendre les causes des infiltrations et de mettre en place des solutions adaptées pour les traiter de manière efficace et durable, sachant que certaines percolations ne sont pas liées à un défaut de la paroi. À partir du tableau, nous avons pu déterminer l'origine des percolations d'eau, distinguant ainsi celles directement liées à la paroi de celles qui ne le sont pas. L'analyse se présente comme suit :



Source : SHAREPOINT BESIX

Figure 50 : Extrait analyse des percolations d'eau paroi moulée

Sur cette base nous avons pu identifier les percolations d'eau provenant de la paroi ainsi nous les avons regroupées grâce à un autre repérage comme suit :



Source : SHAREPOINT BESIX

*Figure 51 : Extrait emplacement des percolations
d'eau de la paroi moulée*

Ce repérage a été transmis à l'entreprise chargée du traitement des percolations d'eau afin de lui permettre de s'orienter plus facilement réduisant ainsi le temps de traitement.

IV.2. Traitement des percolations d'eau

IV.2.1. Le cuvelage

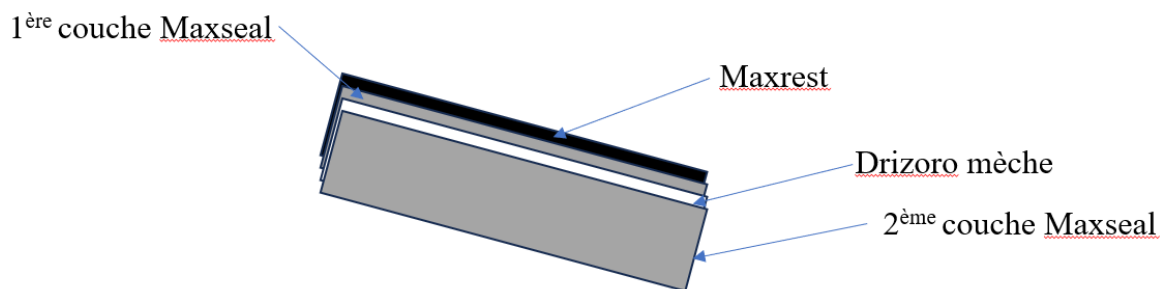
Le cuvelage (bande d'étanchéité) est une technique d'étanchéité qui consiste à rendre imperméables les parois enterrées d'une construction, telles que les sous-sols, les caves ou les parkings souterrains. Il s'agit de créer une barrière étanche pour empêcher l'eau de s'infiltrer à travers les murs et le sol. Cette méthode a été appliquée afin de traiter les percolations d'eaux de la paroi.



Source : SHAREPOINT BESIX

Figure 52 : Cuvelage du panneau P5 de la paroi
moulée zone D SS1

IV.2.2. Mode opératoire du cuvelage



Source : SHAREPOINT BESIX

Figure 53 : Principe du cuvelage

➤ Préparation de la zone de travail

Il s'agit de délimiter la zone d'emprise de la bande d'étanchéité afin d'avoir une zone de travail plus clair.



Source : PRISE DE VUE

Figure 54 : Marquage panneau P3 paroi moulée

➤ Application de la couche de Maxrest

Une couche de mortier Maxrest doit ensuite être appliquée sur la zone d'emprise de la bande d'étanchéité rendant ainsi la surface propre et lisse.



Source : PRISE DE VUE

Figure 55 : Ciment Maxrest



Source : PRISE DE VUE

Figure 56 : Application maxrest panneau P3

➤ Application de la première couche de Maxseal

Après l'application de la couche du mortier Maxrest, une première couche du mortier Maxseal est appliquée sur la zone d'emprise du mortier Maxrest.



Source : PRISE DE VUE

Figure 57 : Ciment
Maxseal



Source : PRISE DE VUE

Figure 58 : Mortier Maxseal



Source : PRISE DE VUE

Figure 59 : Application Maxseal
panneau P3

➤ Pose du Drizoromèche

Après l'application de la première couche du mortier Maxseal, il faut poser un mèche sur cette dernière.



Source : PRISE DE VUE

Figure 60 : Drizoromèche

➤ Application de la deuxième couche de Maxseal

Une couche finale du mortier Maxseal est ensuite appliquée sur le mèche.



Source : PRISE DE VUE

*Figure 61 : Application couche
finale Maxseal panneau P3*

IV.2.3. Contrôle qualité du cuvelage

Annexe 7 : Fiche contrôle qualité traitement joint paroi moulée

IV.3. Résultat de l'optimisation du traitement des percolations d'eau de la paroi moulée

Grâce à l'usage de ces outils, nous avons pu traiter toutes les percolations d'eau de la paroi moulée, donnant ainsi la possibilité de débiter les travaux de maçonnerie contre celle-ci.



Source : SHAREPOINT BESIX

*Figure 62 : Traitement du panneau P7 de
la paroi moulée*

Conclusion

L'élaboration et la mise en œuvre de stratégies d'optimisation adaptées ont permis de proposer des solutions concrètes aux différents problèmes rencontrés lors des travaux d'exécution du gros œuvre du projet.

CHAPITRE IV : SYSTÈME DE DRAINAGE SÉCURITAIRE AU PIEDS DE LA PAROI MOULÉE

Les percolations d'eau de la paroi moulée ayant toutes été traitées grâce au cuvelage, les travaux de pose de la maçonnerie contre celle-ci peuvent débuter. Toutefois, afin de préserver la qualité de la maçonnerie dans le temps avant l'exécution du drainage périphérique, un système de drainage complémentaire, une « cunette », a été mis en place pour recueillir d'éventuelles eaux de percolation pouvant réapparaître après la pose de la maçonnerie.

I. La cunette

I.1. Définition d'une cunette béton

La cunette est un caniveau ou une rigole de petite dimension généralement mise en place lorsque le sol n'est pas perméable. La cunette béton constitue une forme en fond de regard entre autres au pied du mur. Elle est généralement installée avec une légère inclinaison pour faciliter l'écoulement des eaux.

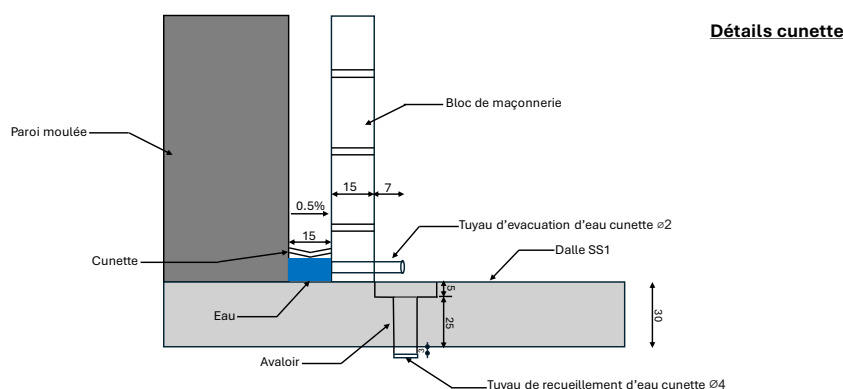


Source : MICROSOFT EDGE EXPLORER

Figure 63 : Cunette béton

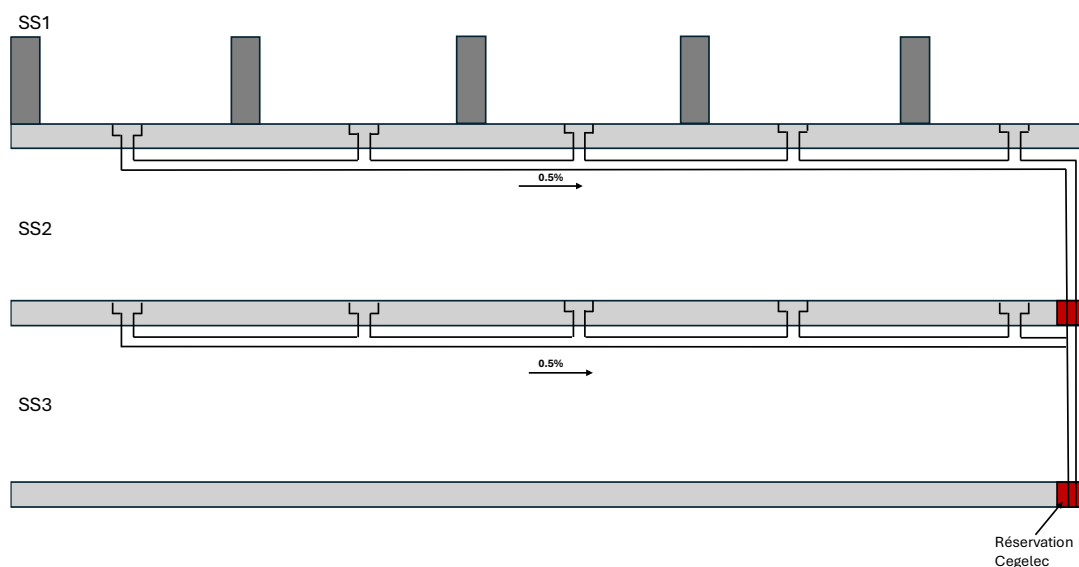
I.2. Principe de fonctionnement de la cunette béton

Dans le cadre de notre stage, nous avons été chargés d'élaborer les plans d'exécution de la cunette afin de permettre la réalisation rapide de la maçonnerie de doublage.



Source : SHAREPOINT BESIX

*Figure 64 : Vue en élévation de la cunette
contre la paroi moulée*



Source : SHAREPOINT BESIX

*Figure 65 : Vue en élévation des tuyaux de
collecte d'eau de la cunette*

Comme l'illustrent les figures ci-dessus, la cunette sera installée au pied de la paroi moulée sur les trois niveaux d'emprise de celle-ci, à savoir le SS1, le SS2 et le SS3. L'eau sera collectée au pied de la paroi par la cunette, qui suivra une pente de 0,5 %, puis évacuée par une ouverture aménagée dans la maçonnerie. Cette dernière débouchera sur un avaloir, où l'eau sera recueillie par un tuyau de collecte, relié au système de drainage du parking.

II. Plans d'exécution de la cunette béton

Annexe 8 : Plan d'exécution de la cunette

Conclusion

La cunette permet d'assurer une évacuation efficace des eaux de percolation, protégeant ainsi la maçonnerie contre l'humidité et les dégradations. Cette solution garantit la durabilité de l'ouvrage, contribuant ainsi à la qualité et à la sécurité des travaux.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Notre étude visait à contribuer à la livraison du parking de La Tour F dans le respect des délais.

Pour répondre à cette problématique, l'étude a portée sur 4 axes d'optimisation notamment le planning à 3 semaines, les réquisitions d'aciers, l'autocontrôle qualité et la mise en œuvre d'une solution de drainage au pieds de la paroi moulée.

En trouvant une solution aux problèmes de ces axes d'optimisation, nous avons contribué à une amélioration des délais de livraison des travaux sur le chantier, notamment, en améliorant de 86% le délai d'envoi des commandes d'aciers et en débutant les travaux de pose de la maçonnerie contre la paroi moulée.

Ce stage nous a été bénéfique aussi bien qu'au niveau professionnel qu'académique. Il nous a permis de comprendre l'importance du travail d'équipe, de nous faire contacts avec des personnes expérimentées dans le domaine du bâtiment et aussi à communiquer avec des fournisseurs et entre les parties prenantes du et de nous auto évaluer.

La collaboration étroite avec les différentes parties prenantes du chantier nous a permis de nous auto évaluer.

De plus, il nous a permis d'améliorer notre communication avec les autres par notre interaction avec nos collaborateurs, les clients et les fournisseurs.

BIBLIOGRAPHIE

- BESIX CI, Procédure générale d'exécution du parking de La Tour F, 28 Décembre 2021
- BESIX CI, Plan d'assurance qualité de La Tour F, 01 Septembre 2021
- Gonto ABEY, Stage de production, 2024
- N'DELLI YAO Wilfried, Mémoire de projet de fin d'étude, 2023
- DIEA KOUAME Alda, Mémoire de projet de fin d'étude, 2023
- Réaliser son mémoire ou sa thèse, 2008 Presses de l'université du Québec

WEBOGRAPHIE

- <https://inphb.ci/> consulté le 10 janvier 2025
- <https://www.besix.com/fr/> consulté le 02 novembre 2024
- <https://besixgroup-my.sharepoint.com/> consulté le 30 novembre 2024
- <https://uk1.aconex.co.uk/hub/index.html/> consulté le 20 janvier 2025
- <https://fr.scribd.com/> consulté le 18 décembre 2024
- <https://www.letsbuild.com/> consulté le 02 février 2024

ANNEXES

ANNEXE 1 : Organigramme de BESIX CI

ANNEXE 2 : Fiche autocontrôle qualité et fiche contrôle qualité surprofondeur zone G

ANNEXE 3 : Fiche autocontrôle qualité et fiche contrôle qualité radier zone G

ANNEXE 4 : Fiche autocontrôle qualité et fiche contrôle qualité colonnes zone G

ANNEXE 5 : Fiche autocontrôle qualité et fiche contrôle qualité voiles zone G

ANNEXE 6 : Tableau de suivi des percolations d'eau de la paroi moulée

ANNEXE 7 : Fiche contrôle qualité traitement joint paroi moulée

ANNEXE 8 : Plan d'exécution de la cunette

ANNEXE 9 : Plan maçonnerie SS1 paroi moulée

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
AVANT-PROPOS.....	iii
LISTE DES FIGURES.....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	viii
RESUME.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
CHAPITRE I : CADRE GENERAL.....	4
I. PRESENTATION GENERALE DE BESIX GROUP.....	5
I.1. Historique de BESIX GROUP.....	5
I.2. Les Domaine d'Activité.....	6
I.3. Quelques références de projets réalisés.....	6
II. BESIX CI.....	11
II.1. Présentation de BESIX CI.....	11
II.2. Organigramme de BESIX CI.....	11
III. Présentation du projet de La Tour F.....	12
III.1. Situation du projet.....	12
III.2. Description du projet.....	12
III.3. Les Principaux intervenants du projet pour la partie Gros Œuvres.....	15
CHAPITRE II : ANALYSE DES PROBLÈMES RENCONTRÉS.....	17
I. Le parking.....	18
I.1. Présentation du parking.....	18
I.2. État des lieux.....	19
II. Le planning à 3 semaines.....	20
II.1. Présentation du planning à 3 semaines.....	20
II.2. Analyse des problèmes rencontrés.....	20

III. Les commandes d'aciers.....	21
III.1. Définition d'une réquisition d'acier.....	21
III.2. Préparation d'une réquisition d'acier.....	24
III.3. Analyse des problèmes rencontrés.....	35
IV. Le contrôle qualité.....	36
IV.1. Définition	36
IV.2. Analyse des problèmes rencontrés	37
V. La paroi moulée.....	37
V.1. Définition.....	37
V.2. Analyse des problèmes rencontrés.....	38
CHAPITRE III : STRATÉGIE D'OPTIMISATION DES PROBLEMES RENCONTRÉS.....	40
I. Le planning à 3 semaines.....	41
I.1. Optimisation du planning à 3 semaines.....	41
I.2. Résultats de l'optimisation du planning à 3 semaines.....	41
II. Les commandes d'aciers.....	43
II.1. Optimisation des commandes d'aciers.....	43
II.2. Résultats de l'optimisation des commandes d'aciers.....	46
III. Le contrôle qualité.....	47
III.1. L'autocontrôle qualité.....	47
III.2. Exemple d'autocontrôle qualité	48
III.2.1. Cas du ferrailage.....	48
III.2.2. Cas d'autres points bloquants.....	49
IV. La paroi moulée.....	50
IV.1. Optimisation du traitement des percolations d'eau de la paroi moulée.....	50
IV.2. Traitement des percolations d'eau.....	52
IV.2.1. Le cuvelage.....	52
IV.2.2. Mode opératoire du cuvelage.....	53
IV.2.3. Contrôle qualité du cuvelage.....	56
IV.3. Résultat de l'optimisation du traitement des percolations d'eau de la paroi moulée....	56

CHAPITRE IV : SYSTEME DE DRAINAGE SECURITAIRE AU PIEDS DE LA PAROI MOULÉE.....	58
I. La cunette.....	59
I.1. Définition d'une cunette béton.....	59
I.2. Principe de fonctionnement de la cunette béton.....	59
II. Plans d'exécution de la cunette béton.....	60
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	61
BIBLIOGRAPHIE.....	62
WEBOGRAPHIE.....	63
ANNEXES.....	64
ANNEXE 1 : Organigramme de BESIX CI.....	65
ANNEXE 2 : Fiche autocontrôle qualité et fiche contrôle qualité surprofondeur zone G.....	66
ANNEXE 3 : Fiche autocontrôle qualité et fiche contrôle qualité radier zone G.....	67
ANNEXE 4 : Fiche autocontrôle qualité et fiche contrôle qualité colonnes zone G.....	68
ANNEXE 5 : Fiche autocontrôle qualité et fiche contrôle qualité voiles zone G.....	69
ANNEXE 6 : Tableau de suivi des percolations d'eau de la paroi moulée.....	70
ANNEXE 7 : Plan d'exécution de la cunette.....	71
ANNEXE 7 : Plan d'exécution de la cunette.....	72
ANNEXE 8 : Plan maçonnerie SS1 paroi moulée	73
TABLE DES MATIÈRES.....	74