



Union-Discipline-Travail



Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Institut National Polytechnique
Félix HOUPHOUËT-BOIGNY



bnetd

MÉMOIRE DE PROJET DE FIN D'ÉTUDES

OPTIMISATION DU CONTROLE QUALITE ET DU SUIVI DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU BATIMENT PRINCIPAL DU CHU D'ABOBO

Période de stage : du 17 Septembre 2024 au 16 janvier 2025

Rédigé par : **OWE JEAN SAMUEL**

Élève Technicien Supérieur de 3^{ième} Année

Filière : **Bâtiment et Urbanisme**

Encadreur pédagogique

M. BAILLY CYPRIEN

Enseignant chercheur à L'INP-
HB

Maitre de stage

Mme COULIBALY
ALIMA

Chef de service, pôle santé
au Bnetd

Année académique : 2024-2025

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	i
DEDICACE	ii
REMERCIEMENTS	iii
AVANT PROPOS	iv
LISTE DES FIGURES	v
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS	viii
RESUME	ix
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
I. CONTEXTE ET JUSTIFICATION	1
II. PROBLÉMATIQUE.....	1
III. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	2
IV. HYPOTHÈSES	2
V. MÉTHODOLOGIE ET PLAN DE TRAVAIL.....	3
CHAPITRE 1 : GENERALITES.....	4
I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL	5
II. PRESENTATION DU PROJET.....	12
III. GENERALITES SUR LE SUIVI ET CONTROLE QUALITE	15
CHAPITRE 2 : SUIVI ET CONTROLE QUALITE ET DU BATIMENT PRINCIPAL DU CHU D'ABOBO	23
I. CONTROLE QUALITE ET SUIVI DES COUTS ET DES DELAIS	24
II. CONTROLE ET SUIVI DES OUVRAGES.....	34
CHAPITRE 3 : ANALYSE ET PROPOSITION DE SOLUTIONS D'OPTIMISATION DU SUIVI ET CONTROLE QUALITE DES TRAVAUX	52
I. ANALYSE DU CONTROLE QUALITE ET DU SUIVI DU CHU D'ABOBO 53	
II. METHODE D'ANALYSE STATISTIQUES DE LA QUALITE	60
III. LA ROUE DE DEMING (PDCA)	64
IV. LES OUTILS DE SUIVI DES TRAVAUX.....	66
CONCLUSION GENERALE	70
WEBOGRAPHIE	71
BIBLIOGRAPHIE.....	72
ANNEXES	73
TABLE DES MATIERES	74

DEDICACE

A DIEU SOIT LA GLOIRE,

REMERCIEMENTS

Le présent rapport qui relate mon travail accompli pendant le projet de fin d'études ne serait possible sans l'apport de certaines personnes. En effet, nous tenons à remercier :

- Au sein de la famille OWE :
 - Mon père, Monsieur OWE Oke Moise
 - Ma mère, Madame TAMEGNON Edwige épouse OWE
 - Mes Frères et sœurs
- Au sein de L'Ecole Supérieure Des Travaux Publics (ESTP) :
 - Monsieur KONAN DENIS, Directeur de l'ESTP
 - Monsieur BAILLY Cyprien, Encadreur pédagogique
 - Monsieur GNAN-KOUASSI Romeo, Sous-Directeur des enseignements
 - Monsieur KOUAME Benjamin, Inspecteur du cycle Technicien Supérieur
 - Les enseignants qui nous ont suivis pendant notre formation
- Shenzhen Polytechnic University (SZPU) ;
- Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement (BNETD)
 - Mme COULIBALY Alima, Chef des infrastructures du service santé
 - M. AHOULOU Abia, Chef de mission du chantier du CHU d'ABOBO
 - M. TUO Lacina, Assistant chef de mission
 - M.SORO Tople, Assistant d'études et de contrôle en Bâtiment
 - Et toutes les autre personnes de près ou de loin

AVANT PROPOS

Institut d'excellence et de renom en Afrique de l'ouest, l'Institut National Polytechnique Felix Houphouët Boigny (INPHB) 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 des Sciences et Techniques de l'Ingénieur (EDP-STI)
- L'École Doctorale 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)

L'ESTP forme des Techniciens Supérieurs et Ingénieurs dans les filières du Génie Civil.

En tant qu'étudiant en fin de cycle dans la filière Bâtiment et Urbanisme, le projet de fin d'études est un travail d'une très haute importance dans l'obtention du diplôme de Technicien Supérieur. Nous avons donc effectué un stage d'une durée de quatre (4) mois au sein du BNETD et plus précisément dans le Département Travaux de Bâtiment.

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Situation géographique du BNETD	9
Figure 2 : Organigramme du BNETD.....	11
Figure 3: Situation géographique du projet	12
Figure 4: Volumétrie réaliste du bâtiment principal et des bâtiments annexes	13
Figure 5: Plan de coffrage fondation	24
Figure 6: coupe en élévation de la fondation semelle isolée	25
Figure 7: Demande d'inspection de matériaux.....	26
Figure 8: Bon de livraison des aciers.....	27
Figure 11: Evolution prévisionnelle des effectifs	33
Figure 12 : Ferrailage d'une dalle en Béton armé	35
Figure 13 : Plan de coffrage d'une dalle corps creux et dalle en Béton armé	35
Figure 14 : Plan de ferrailage du poteau P6.....	36
Figure 15 : Ferrailage des poteaux.....	36
Figure 16 Prélèvement des aciers en lot de 4.....	37
Figure 17 Stockage des aciers.....	37
Figure 18: Résultat de l'essai.....	38
Figure 19: Machine de traction des barres.....	38
Figure 20 : Station totale.....	39
Figure 21 : Niveau à bulle.....	39
Figure 22 : Fiche de contrôle des coordonnées de gros béton	39
Figure 23: Coffrage de béton de propreté	40
Figure 24: Coffrage de gros béton	40
Figure 25 : Coffrage des poteaux.....	41
Figure 26: Toupie béton	42
Figure 27 : Pompe à béton	42
Figure 28 : Eprouvettes de prélèvements béton	43
Figure 29: Affaissement au cône d'Abrams : (a) prise de la température ; (b) vibration (25 coups par couche de 3) ; (c) résultat de l'affaissement.....	44
Figure 30: Ecrasement du béton : (a) machine de compression ; (b) état du béton après écrasement.....	45

Figure 31 : Application de la deuxième couche d'étanchéité sur les semelles isolées et les Prépotaux	46
Figure 32 : Coupe des différentes couches d'étanchéité sur le voile	47
Figure 33 : Joint de dilatation sur le voile de la rampe	47
Figure 34: Zone de prélèvement	48
Figure 35 : Prélèvement de terre de remblais	48
Figure 36 : Courbe granulométrique	49
Figure 37: Limites d'Atterberg	50
Figure 38 : Proctor modifié	50
Figure 39: Résultats de l'analyse granulométrique	57
Figure 40 : Diagramme d'agencement	63

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Intervenants dans le projet	14
Tableau 2: Type de semelles isolés et quantités de béton	25
Tableau 3 : Evénements majeurs.....	29
Tableau 4: Calendrier de projet- Programme 3 mois	32
Tableau 5 : Evolution prévisionnelle des effectifs	33
Tableau 6: Type d'engins prévus et quantité	33
Tableau 7 : Age du béton en fonction du coefficient multiplicateur. Error! Bookmark not defined.	
Tableau 8 : Tableau d'analyse de programme hebdomadaire de la semaine du 31/12/24 au 06/01/25.....	53
Tableau 9 : méthode de stratification	61
Tableau 10 : Elément de contrôle et points de non-conformité	62
Tableau 11 : Méthode d'agencement	62
Tableau 12 : Tableau comparatif complet : Hôpital de Shenzhen et CHU d'Abobo....	67

LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS

ATMO : Assistant Technique au Maitre d'ouvrage

BNETD : Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement

BAEL : Béton Armé au Etats Limites

CHU : Centre Hospitalier et Universitaire

CCC : Consolidated Contractors group SAL (offshore)

INP-HB : Institut National Polytechnique Felix Houphouët Boigny

MDC : Mission de Contrôle

MOA : Maitre d'Ouvrage

MOD : Maitre d'Ouvrage Délégué

MSHP-CMU : Ministère de la Santé, de l'hygiène Publique et de la Couverture Maladie

NF : Norme Française

CPA : Ciment Portland Artificiel

CHF : Ciment a Haut Fourneau ou Fluidité

UPPH : Unité de Pilotage des Programmes Hospitaliers

BADEA : Banque Arabe pour le Développement en Afrique

FSD : Fond Saoudien pour le Développement

CPTP : Cahier des Prescriptions Techniques Particulières

CPTG : Cahier des Prescriptions Techniques Générales

RESUME

Ce mémoire traite de l'optimisation du contrôle qualité et du suivi des travaux de construction du bâtiment principal du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) d'Abobo. L'étude s'inscrit dans un contexte où la qualité des ouvrages hospitaliers est cruciale pour assurer la sécurité et le confort des patients.

La problématique centrale de cette étude est de déterminer les principaux axes d'optimisation du contrôle qualité et du suivi des travaux, en se focalisant sur la gestion des coûts, des délais, des matériaux, et des ouvrages. Les objectifs spécifiques incluent l'analyse des méthodes actuelles de contrôle, l'identification des points faibles, et la proposition de solutions d'amélioration basées sur des analyses et des outils innovants tels que le Building Information Modeling (BIM) et des applications mobiles de suivi de chantier.

À travers une méthodologie combinant des recherches documentaires, des observations sur le terrain, et des échanges avec les acteurs clés du projet, cette étude met en lumière les défis rencontrés, notamment les retards, les non-conformités, et les lacunes dans la communication entre les parties prenantes. Des méthodes statistiques d'analyse de la qualité, comme la stratification et le diagramme de Pareto, sont proposées pour mieux évaluer et corriger les écarts de qualité.

Mots clés : Contrôle qualité, Suivi des travaux, BIM (Building Information Modeling), Gestion de projet, Construction hospitalière

INTRODUCTION GÉNÉRALE

I. CONTEXTE ET JUSTIFICATION

La construction d'un ensemble hospitalier constitue un projet complexe et exigeant, où la qualité des ouvrages doit faire l'objet d'une attention particulière. En effet, la sécurité et le confort des patients dépendent directement de la qualité de l'environnement bâti. Un bâtiment hospitalier ne se résume pas à une simple structure, il s'agit d'un espace de vie, de travail et de soins, qui doit être conçu et réalisé avec rigueur pour répondre aux besoins spécifiques de ses usagers.

Dans le cas du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) d'Abobo, les enjeux sont d'autant plus importants que cet établissement vise à offrir des soins de qualité à une population en forte demande. La qualité des soins dispensés dans un hôpital est indissociable de la qualité de son bâti, d'où l'importance d'un contrôle rigoureux à chaque étape de la construction.

C'est dans ce cadre que l'expertise du Bureau National d'Études Techniques et de Développement (BNETD) a été sollicitée en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'ouvrage du CHU d'Abobo. Notre stage au sein de cette institution nous a permis de constater l'importance d'un contrôle qualité efficace et d'un suivi rigoureux des travaux pour garantir la conformité et l'efficacité du projet. D'où le choix de notre thème : « Optimisation du contrôle qualité et du suivi des travaux de construction du bâtiment principal du CHU d'Abobo ».

II. PROBLÉMATIQUE

À partir de ce constat, nous avons formulé la problématique suivante :
Quels sont les principaux axes d'optimisation du contrôle qualité et du suivi des travaux à mettre en œuvre pour garantir la conformité et l'efficacité de la construction du bâtiment principal du CHU d'Abobo ?

De cette problématique centrale découlent les questions de recherche suivantes :

- Comment optimiser le contrôle des coûts, délais et matériaux pour garantir la conformité des travaux ?
- Comment la clarification des rôles et la coordination améliorent-elles le contrôle qualité et le suivi des travaux ?
- Comment l'intégration de technologies et l'application des normes optimisent-elles le contrôle des matériaux et ouvrages ?

III. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

1. Objectif général

L'objectif général de cette étude est de déterminer les axes d'optimisation du contrôle qualité et du suivi des travaux, et de proposer des améliorations basées sur des analyses approfondies.

2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- Présenter un aperçu du contrôle qualité et du suivi des travaux sur le site du CHU d'Abobo.
- Analyser la gestion du contrôle des coûts, des délais, des acteurs, des matériaux et des ouvrages.
- Effectuer des analyses et proposer des méthodes d'optimisation pour améliorer le contrôle qualité et le suivi des travaux.

IV. HYPOTHÈSES

Les hypothèses de base de cette étude sont les suivantes :

- Une meilleure clarification des rôles entre les acteurs du projet améliorera la qualité des ouvrages et réduira les conflits.
- L'application des normes de qualité et de méthodes statistiques permet de corriger plus efficacement les non-conformités, réduisant coûts et délais.
- L'intégration d'outils de gestion innovante permet d'optimiser le contrôle qualité et le suivi, réduisant ainsi les retards et non-conformités

V. MÉTHODOLOGIE ET PLAN DE TRAVAIL

1. Méthodologie

Pour mener à bien cette recherche, nous avons adopté une approche méthodologique basée sur :

- Des recherches documentaires
- Des échanges avec des acteurs clés sur le projet.
- L'observation et l'analyse de cas pratiques sur le chantier.

2. Plan d'étude

Notre travail sera structuré en trois (3) chapitres, chacun abordant un aspect spécifique de la recherche.

Dans le premier chapitre, qui porte sur la généralité, nous aborderons la présentation de l'entreprise d'accueil, du projet et une généralité sur le contrôle qualité et le suivi de travaux.,

Le deuxième chapitre qui traite de l'étude du contrôle qualité et du suivi actuel des travaux présentera les méthodes et les outils actuellement mis en œuvre sur le chantier du CHU d'Abobo.

Enfin, le troisième chapitre, dédiée à l'analyse des méthodes et à la proposition de solutions d'optimisation, présentera une évaluation critique des processus de contrôle qualité et de suivi des travaux et une proposition de solutions d'optimisations.

CHAPITRE 1 : GENERALITES

Ce chapitre vise à présenter le contexte général de l'étude en détaillant la structure d'accueil, le Bureau National d'Études Techniques et de Développement (BNETD), ainsi que le projet de construction du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) d'Abobo. Ce chapitre aborde également les concepts fondamentaux liés au contrôle qualité et au suivi des travaux, en mettant en lumière les responsabilités des différents acteurs impliqués dans le projet. Ces éléments sont essentiels pour comprendre les enjeux et les défis auxquels fait face la construction du CHU d'Abobo.

I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

1. Historique et statut juridique

En 1960, le jeune État ivoirien devait se doter de moyens de conception pour stimuler et coordonner son développement dans le domaine des études. Il créa alors le BNETD (Bureau National d'Études Techniques et de Développement), une grande innovation qui, grâce aux hommes qui l'animèrent, se révéla un moyen puissant et très efficace d'intervention de l'État. Créé par décret du 31 juillet 1964, le Bureau National d'Études Technique et de Développement ne deviendra véritablement opérant qu'en 1966. En effet, les études menées par le BNETD permirent à l'AURA (Atelier d'Urbanisme de la Région d'Abidjan) d'encadrer le développement rapide de la capitale économique, en s'appuyant sur un schéma directeur. Ce premier BNETD disparut suite au remaniement ministériel de 1977, où apparut un nouveau ministère : celui des Travaux Publics, des Transports, de la Construction et de l'Urbanisme. Ce ministre mit en place deux structures :

Le Bureau central d'Étude Techniques (BCET) né des cendres du BNETD devrait assurer les mêmes objectifs ;

La Direction et contrôle des Grands Travaux (DCGT) qui finalement donna la monture définitive de l'actuel BNETD.

C'est ainsi que fut créée, par décret N°78-660 du 04 août 1978, la Direction et Contrôle des Grands Travaux (DCGT) sous la forme d'un établissement public à caractère administratif. Le décret N°94-508 du 14 septembre 1994 transforme la DCGT en société d'État avec un capital de 2 000 000 000 FCFA compte tenu de la diversité de ses interventions et l'élargissement de son champ d'action.

Le 14 septembre 1996, le décret N°96-676 a été signé, portant changement de dénomination de la DCGT et la plaçant sous la tutelle de la primature. Dès lors, la DCGT devient le Bureau National d'Étude Technique et de Développement s'impose comme un instrument privilégié du gouvernement en matière d'assistance, conseil et la maîtrise d'œuvre des grands projets d'investissement, avec pour vocation de fournir un appui central en matière de programmation et de choix des investissements et également d'assurer la gestion d'une base de données techniques, économique et financière nationale.

Dirigé à sa création par des coopérants français, le BNETD va progressivement se tourner vers les compétences nationales pour assurer sa mission de développement national.

2. Missions et objectifs

a. Missions du BNETD

Dans le cadre général de son fonctionnement, et dans le souci de répondre avec rigueur et efficacité aux besoins de ses clients, le BNETD a depuis toujours structuré ses activités en quatre (4) missions principales qui sont :

❖ Mission de suivi et de contrôle

Le BNETD est chargé de réaliser le contrôle des projets d'intérêt public en vue de maîtriser les couts, la qualité et les délais ;

En effet, il s'agit de missions ponctuelles de durée variable pouvant aller jusqu'au détachement d'experts. Ces grandes missions peuvent être :

- Le contrôle de l'exécution des projets en qualité de maitre d'œuvre ;
- L'appui à la mise en œuvre des investissements ;
- La collecte, le traitement, l'analyse et la diffusion des informations techniques ;
- L'assistance-conseil aux structures publiques et parapubliques ;
- L'évaluation et le suivi physique et financier des investissements publics ;
- L'identification et la mise en œuvre d'actions correctrices sur les investissements publics ;

❖ Mission de conception

Il s'agit de la réalisation de diverses études. Une fois la décision d'investir prise par le client, il faut exécuter l'ensemble des études permettant de préciser les éléments, élaborer un programme de réalisation, et gérer les dossiers d'appel d'offres.

❖ Mission assistance et conseil

Le BNETD intervient sur demande pour apporter son expertise en tant que conseiller technique en vue d'une décision importante à prendre dans le cadre d'un investissement ou pour défendre les intérêts de l'État dans les projets d'envergure.

❖ Mission d'étude

Le BNETD est chargé de réaliser les études des projets d'intérêt public en vue de maîtriser les coûts, la qualité et les délais.

b. Objectifs du BNETD

Au-delà de ses missions, le BNETD s'est assigné les objectifs suivants :

- La décentralisation des responsabilités au sein de son administration et l'accroissement de son autonomie de gestion ;
- Le développement d'activités génératrices de revenus ;
- La bonne maîtrise des coûts et délais dans l'exécution des ouvrages.

3. Domaines d'intervention et organisation

a. Domaines d'intervention

Les principaux domaines d'intervention du BNETD sont les suivants :

❖ Infrastructures et transports

- Réalisation des études topographiques ;
- Études géodésiques ;
- Calculs de structures d'ouvrage d'art ...

❖ Agriculture et développement rural

- Identification de projets,
- Élaboration et analyse de termes de référence ;
- Diagnostic et expertise

❖ Environnement, Énergie et hydraulique

- Études sociologiques ;
- Initiation des projets relatifs à la conservation de la forêt ;
- Réalisation des études d'impact environnemental (EIE) ...

- ❖ Urbanisme et développement territorial
 - Assistance aux collectivités locales ;
 - Appui institutionnel et technique ;
 - Plans d'urbanisme directeur ...
- ❖ Information géographique et du numérique
 - Géodésie ;
 - Photogrammétrie ;
 - Prises de vues aériennes ;
 - Télédétection et les systèmes d'informations ;
 - Marchés et affaires juridiques ;
 - Réglementation (procédures, approbation) ;
 - Passation des marchés de travaux et équipements (construction, aménagement/infrastructures équipement/ publications des offres) ;
 - Élaboration des prix (coûts et délais / indices et variations de prix) ...
- ❖ Innovation et développement de projets
 - Diagnostic des organisations et fonctionnement des structures ;
 - Réalisation d'études préalables et ou de faisabilité...
 - Optimisation et rédaction des procédures et ou de faisabilité...
- ❖ Industrie, Energie et mines
 - Conseil d'achat et l'assistance à la maintenance ;
 - Diagnostic opérationnel
 - Appui à la mobilisation de financements...
- ❖ Construction et équipements publiques
 - Études architecturales ;
 - Études techniques ;
 - Maintenance des équipements et ouvrages...
- ❖ Communication et marketing
 - Élaboration de plan d'affaires ;
 - Étude de marché et de la concurrence...

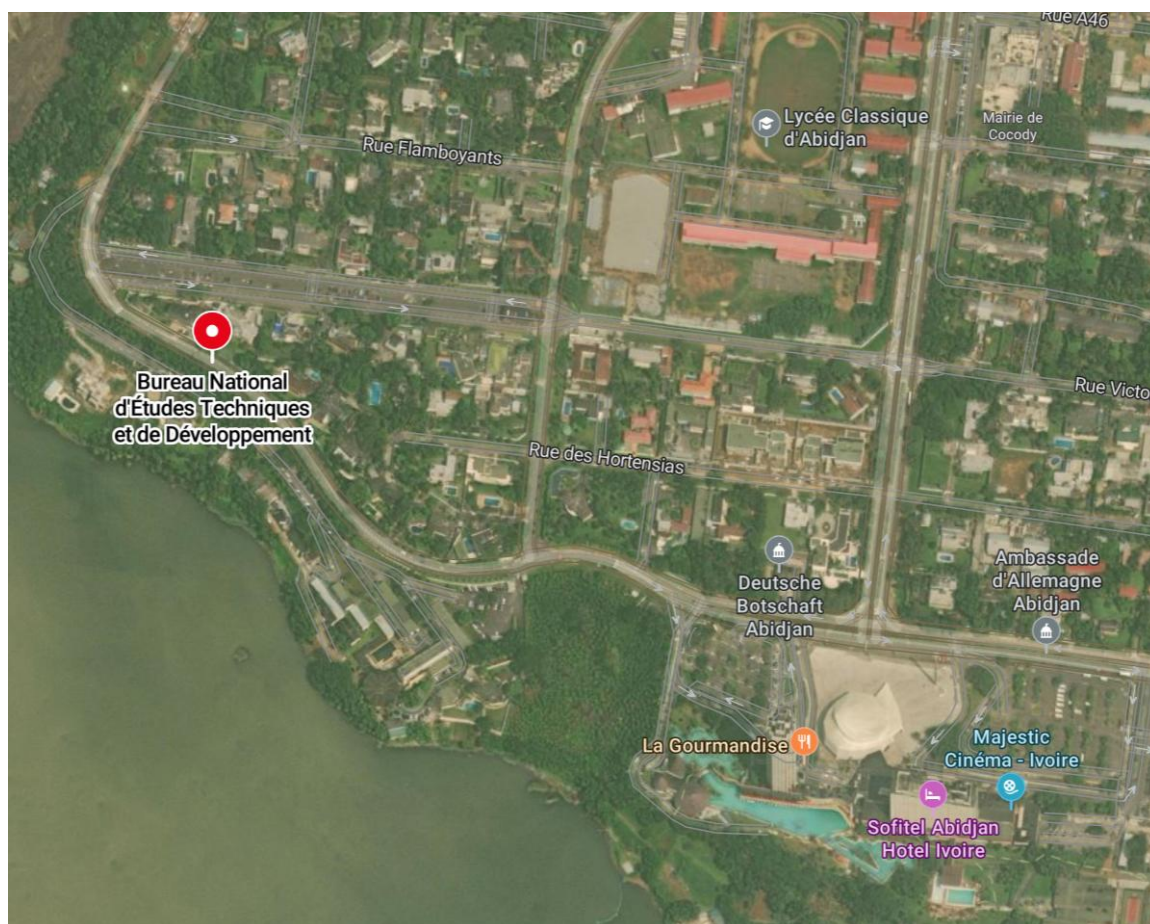
En définitive, depuis plus de 30 ans, le BNETD a capitalisé une longue et riche expérience qui fait de lui, la structure privilégiée qui assiste le gouvernement ivoirien

dans ses réflexions stratégiques. Depuis quelques années, le BNETD intervient aussi dans des pays de l'Afrique occidentale et de l'Afrique centrale.

b. Organisation du BNETD

Situé à Abidjan dans la commune de Cocody, en bordure de la lagune Ebrié, avec une belle vue sur la commune du plateau le BNETD dispose d'un effectif total de plus de 1050 agents dont 509 cadres de haut niveau. Elle compte à ce jour de 50% d'ingénieurs et de 36% de femmes et plus de 300 prestataires.

Figure 1: Situation géographique du BNETD



(Source : Google Maps, 24 Septembre 2024)

À l'instar de toutes les sociétés d'État ivoiriennes actuelles, le BNETD est administré par une haute direction composée d'un conseil d'Administration, d'une Direction, d'un secrétariat, des Directeurs et des conseillers Techniques. En termes d'organisation, le BNETD est subdivisé en pôles, Départements et services. Une mission bien déterminée est assignée à chacune de ces entités qui possèdent les compétences requises pour

réaliser les objectifs du Bureau. Les pôles du BNETD sont au nombre de quatre (04) et comprennent :

- Le pôle transports, infrastructures et environnement ;
- Le pôle bâtiment et développement territorial ;
- Le pôle agriculture, information géographique et numérique ;
- Le pôle innovation et développement international.

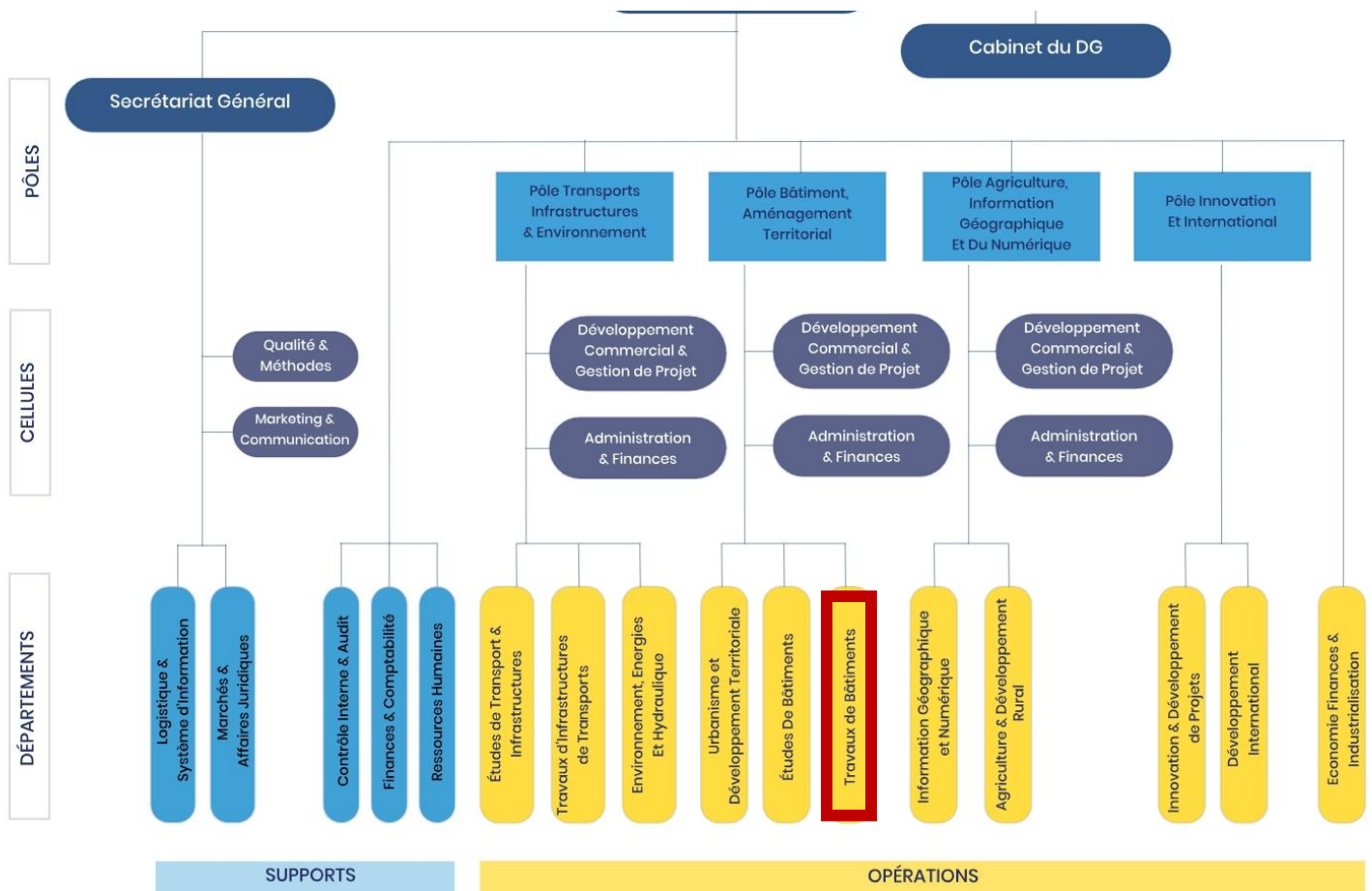
Les Départements du BNETD, au nombre de seize (16) peuvent être classés en deux (02) grands groupes qui sont les départements d'appuis et les départements d'opération.

Les départements d'appuis comprennent :

- Le département logistique et systèmes d'information (DLSI) ;
- Le département marchés et affaires juridiques (DMAJ) ;
- Le département contrôle interne et audit (DCIA) ;
- Le département finance et comptabilités (DFC) ;
- Le département ressources humaines (DRH).
- Les départements opérationnels comprennent :
 - Le département études de transports et infrastructures (DETI) ;
 - Le département travaux d'infrastructures de transports (DTIT) ;
 - Le département environnement, énergies et hydraulique (DEEH) ;
 - Le département urbanisme et développement territorial (DUDT) ;
 - Le département études de bâtiments (DEB) ;
 - Le département travaux de bâtiments (DTB) ;
 - Le département information géographique et numérique (DIGN) ;
 - Le département agriculture et développement rural (DADR) ;
 - Le département innovations et développement de projets (DIDP) ;
 - Le département développement international (DDI) ;

- Le département économie, finances et industrialisation (DEFI).

Figure 2 : Organigramme du BNETD



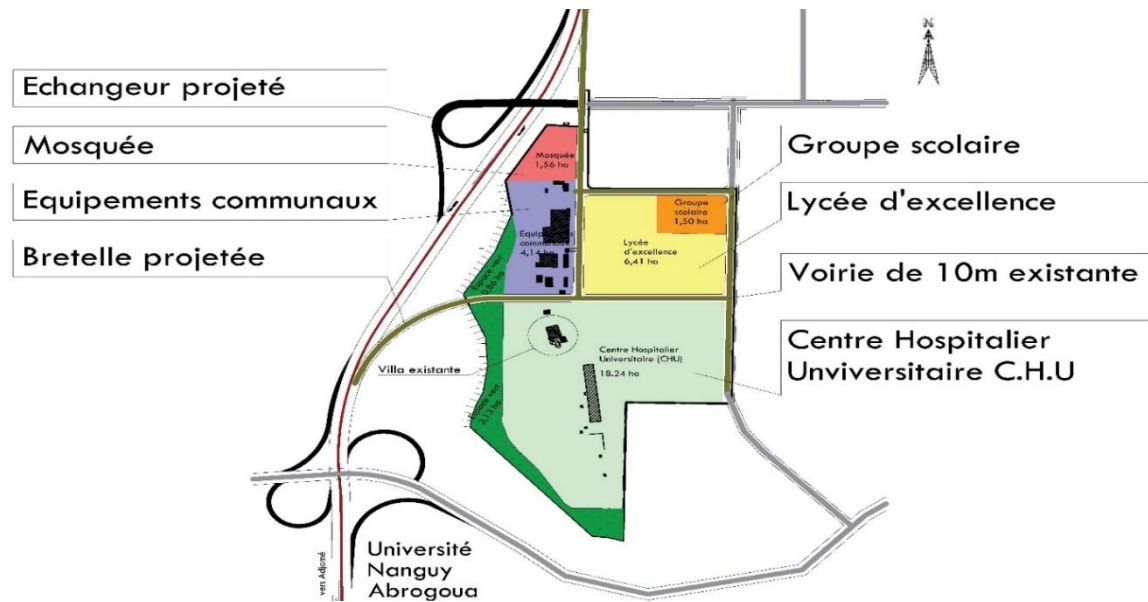
(Source : bnetd.ci)

Chaque département regroupe en son sein plusieurs services. En ce qui nous concerne, nous avons été affectées au département travaux bâtiments.

II. PRESENTATION DU PROJET

1. Situation géographique

Figure 3: Situation géographique du projet



Source : CPTP

Le CHU d'Abobo est situé dans la ville d'Abidjan plus précisément à Abobo, qui est une commune du district d'Abidjan, la capitale économique de la Côte d'Ivoire. Abobo est une commune densément peuplée et l'un des plus grands de la ville d'Abidjan.

Le site sera bordé par des routes de tailles et d'importance différentes. Il sera desservi du côté ouest par une bretelle reliée à la voie rapide, du côté est par une route à deux voies de 20 m, du côté nord par une route à deux voies de 30 m et du côté sud par une forêt. La localisation du CHU d'Abobo dans cette zone permettra de répondre aux besoins sanitaires des populations de la commune d'Abobo et des zones environnantes.

2. Caractéristiques du projet

Les travaux de construction comprendront une surface couverte de 55 000 m² sur une superficie totale de dix-neuf (19) hectares.

Ce projet est divisé en plusieurs bâtiments en partant du bâtiment principal aux bâtiments annexes.

Le bâtiment principal est aussi divisé en six (6) blocs chacun possédant un côté Nord et un côté Sud avec une capacité de 600 lits.

Figure 4: Volumétrie réaliste du bâtiment principal et des bâtiments annexes



Source : CPTP

Le futur CHU offrira les services suivants :

- Administration et réception hospitalière
- Services médico techniques (plateaux techniques)
- Hospitalisation
- Centre hémodialyse (50 fauteuils)
- Logistique médical

3. Avantages du projet

Ce projet aura beaucoup d'impact notamment, il permettra notamment :

- Amélioration de l'offre de soins médicaux pour la population d'Abobo et des environs
- Création d'emplois dans la construction et l'exploitation du centre hospitalier
- Dynamisation de l'économie locale et régionale
- Contribution au développement durable en utilisant des matériaux écologiques et en respectant l'environnement

4. Intervenants sur le projet

Les différents intervenants dans le projet sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 1: Intervenants dans le projet

INTERVENANT	REPRESENTANT	
MAITRE D'OUVRAGE		Ministère de la santé, de l'hygiène publique et de la couverture maladie
MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE		- Unité de Pilotage du Programme Hospitalier (UPPH) - Direction des Infrastructures de l'Équipement, de la Maintenance et du Patrimoine (DIEMP)
MAITRE D'ŒUVRE D'EXECUTION		PEP Engineering and consulting services
MAITRE D'ŒUVRE D'ETUDES		GM DESIGN INTERNATIONAL
ASSISTANCE TECHNIQUE A LA MAITRISE D'OUVRAGE		Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement (BNETD)
BUREAU DE CONTRÔLE		Bureau Veritas CI
ENTREPRISE PRINCIPALE		Consolidated Contractor Group Sal (CCC)
Sous-traitant de l'entreprise principale		
ENTREPRISE D'EXECUTION	CDE (Consortium des Entreprises)	
	KL	
	LFCI	
	ECL (Entreprise. Continental. Logistics)	
	ALBEDO	

Source : OWE Jean Samuel, PFE

5. Financement du projet

Le gouvernement de la république de Côte d'Ivoire a sollicité et obtenu un financement de la banque arabe pour le développement économique en Afrique (BADEA) et du fonds saoudien pour le développement (FSD).

Le coût total du projet s'élève à cinquante-deux milliards sept cent quarante-six millions (52 746 000 000) F CFA TTC, hors équipements biomédicaux. Le plan de financement se repartie comme suit :

- BADEA : 51.60% du cout total
- FSD : 22.68% du cout total
- Trésor : 25.72% du cout total

III. GENERALITES SUR LE SUIVI ET CONTROLE QUALITE

1. Qualité et contrôle qualité

a. Définition

Qualité : La définition la plus récente de la qualité selon ISO 9000 : 2015 Système de gestion de la qualité-Fondements et terminologie : La qualité désigne le degré de satisfaction des exigences pour certaines caractéristiques inhérentes à l'objet. On entend par << Objet >> tout ce qui peut être perçu ou imaginé.

Contrôle : Mesurer, vérifier et tester les performances dans les postes de contrôles, et comparer les résultats avec les exigences stipulées dans la norme pour déterminer si chaque performance est conforme aux activités exécutées.

b. Propriétés de la qualité des travaux

Ils font référence aux attributs sur lesquels on peut se tourner pour attester de la qualité des travaux. Ils sont divers :

- Applicabilité : Ce sont les différentes fonctions ou performance pour lesquelles l'ouvrage répond aux exigences d'utilisation.
- Durabilité : Il s'agit de la durée de vie ou d'utilisation de l'ouvrage dans les conditions spécifiées c'est-à-dire la durée raisonnable après son achèvement.
- Sécurité : Il s'agit du degré d'assurance de la sécurité structurelle et de protection des individus au cours de l'utilisation après achèvement du projet.
- Efficacité économique : Le projet doit être réalisé selon le budget imparti et participer à l'optimisation des ressources financières, matérielles et humaines.

- Économie d'énergie : C'est une mesure dans laquelle le projet satisfait aux normes et exigences relatives à la réduction d'émission et de consommation d'énergie lors de la conception, de la construction et de l'utilisation.
- Coordination avec l'environnement : C'est la capacité du projet d'être coordonnée avec l'environnement écologique ambiant, avec les habitats déjà achevés afin de participer au développement durable

c. Les facteurs d'influence de la qualité

Il existe plusieurs facteurs d'influence parmi lesquels nous avons ;

- La qualité du personnel : Une des mesures pour satisfaire la qualité du personnel est la qualification des entreprises, avec un système d'entrée en fonction avec un certificat de divers praticiens professionnels
- Les matériaux de construction : Ils constituent la condition matérielle de la construction technique et la base de la qualité technique
- Les machines et les équipements : Ses éléments doivent respecter les caractéristiques de construction, la stabilité des performances et une facilité d'utilisation
- Les méthodes : Il s'agit des méthodes de traitement, méthodes d'exploitation et programmes de construction
- Les conditions environnementales : Il s'agit de l'environnement de la technologie de l'ingénierie, environnement d'exécution du projet, environnement de la gestion du projet, environnement périphérique etc...

2. Système de gestion de la qualité des travaux

a. Normes

Les normes jouent un rôle fondamental dans l'harmonisation des techniques de construction. Elles résultent d'un consensus entre les acteurs du secteur et les experts, et sont élaborées en France par l'AFNOR (Association Française de Normalisation) pour ce qui est des normes françaises (NF).

Dans certains domaines sensibles liés à la sécurité, l'État peut rendre certaines normes obligatoires, comme la norme NF C 15-100 pour les installations électriques basse tension. Ces normes sont le fruit d'une collaboration entre entrepreneurs, maîtres d'ouvrage, fournisseurs, architectes et bureaux d'études.

Les normes encadrent les produits, la conception des ouvrages (NF DTU) et les règles de dimensionnement (Eurocodes). Il existe trois niveaux de normes : national, régional et international. Les normes ISO, par exemple, sont d'application internationale et émanent de l'Organisation internationale de normalisation (ISO).

Parmi les normes de qualité, on distingue :

ISO 9001 : définit les exigences d'un système de management de la qualité (SMQ) pour tous types d'organisations.

ISO 14001 : définit les exigences d'un système de management environnemental (SME) pour réduire l'impact environnemental.

ISO 45001 : définit les exigences d'un système de management de la santé et de la sécurité au travail (SMSST) pour améliorer la sécurité des travailleurs.

Il existe aussi d'autres types de normes. En voici quelques-unes :

NF DTU 13.1 : encadre les fondations superficielles et semi-profondes des bâtiments.

NI 10523 :2021 : Aciers pour l'armature du béton - Barres et couronnes à verrous.
Contrôle des essais sur les aciers

b. Principes de contrôle de la qualité d'exécution

Ces principes guident la mise en œuvre d'un contrôle qualité efficace.

- La qualité avant tout : Il s'agit de favoriser une culture où la qualité est primordiale.
- Mettre l'accent sur le contrôle du comportement des personnes : Le contrôle qualité ne consiste pas seulement à inspecter les produits, il s'agit également d'influencer le comportement des personnes impliquées.

- Mettre l'accent sur la prévention en évaluant la qualité des produits : Le contrôle qualité proactif se concentre sur la prévention des défauts plutôt que sur leur simple détection après qu'ils se sont produits.
- Respecter les normes de qualité : Ce principe exige que le contrôle qualité doit respecter les normes établies.

3. Responsabilité de qualité de chaque partie

a. Maitre d'ouvrage (MOA)

Le maitre d'ouvrage (MOA) peut être une personne physique ou morale, public ou privé qui initie les travaux et qui les finances. Il est celui qui définit les objectifs de son projet. Il sélectionne les unités de prospection, de conception et de construction qui répondent aux besoins. Ce dernier est au cœur de la naissance et de la vie de l'ouvrage.

b. Maitre d'ouvrage délégué (MOD)

Le maitre d'ouvrage délégué est un professionnel a qui le maitre d'ouvrage confie la charge de pilotage du projet.

c. Maitre d'œuvre (MO)

Le maître d'œuvre est un professionnel du bâtiment qui joue un rôle central dans la réalisation de vos travaux. Il est le garant de la bonne exécution du projet, du respect des délais et du budget.

Le maître d'œuvre intervient à plusieurs niveaux :

- Conception
- Suivi et contrôle du chantier
- Relation avec le maître d'ouvrage

d. Assistant technique au maitre d'ouvrage (ATMO)

Comme son nom l'indique, Il assiste techniquement le maitre d'ouvrage. Il est aussi l'un des représentants du maitre d'ouvrage. Il est chargé d'effectuer un suivi et contrôle des travaux dans la phase de réalisation et veiller aussi au respect du budget et du délai.

e. L'entreprise générale

Une entreprise générale est une société qui a pour charge l'ensemble des travaux de construction d'un projet de construction en partant du gros œuvre au second œuvre pendant toute la phase de réalisation. Elle est chargée de l'exécution des travaux.

Dans certains cas, l'entreprise générale travail avec des sous-traitants.

f. Les sous-traitants

Un sous-traitant est une entreprise qui réalise une partie spécifique d'un projet de construction pour le compte d'une entreprise générale. Cette dernière, elle-même ayant signé un contrat avec le maître d'ouvrage, délègue ainsi certaines tâches à des spécialistes. Elle joue le rôle d'exécutant des travaux de construction.

Il existe différents types de sous-traitance

- La sous-traitance directe : Le sous-traitant est engagé directement par l'entreprise générale.
- La sous-traitance indirecte : Le sous-traitant est engagé par un autre sous-traitant.

4. Documents contractuels

a. Le contrat de construction

Il s'agit d'un accord de volonté entre le maître d'ouvrage et l'entreprise générale. Ce document juridique traite des accords de construction relatifs au financement.

b. Le cahier de charges

Ce document est conçu à la suite après que le maître d'ouvrage est retenu une entreprise générale, celle-ci doit produire ce document. Il contient les prescriptions techniques par rapport au projet. Que ce soit de la définition de la méthode d'exécution des tâches jusqu'au type de matériaux et matériels à utiliser.

Sur notre chantier nous avons eu l'accès au CPTG (Cahier des Prescriptions Techniques Générales) et le CPTP (Cahier des Prescriptions Techniques Particulières).

c. Les plans d'exécutions

Ce type de plan fait référence à un dessin technique qui donne des directives spécifiques et détaillé par rapport à l'exécution pratique d'une tâche dans un projet pour la réalisation d'un ouvrage.

Les plans d'exécution nous procurent des détails sur les mesures exactes, les types de matériaux et les méthodes d'exécution. Nous avons différents plans d'exécutions en fonction des corps d'états :

Les plans de ferrailage (Poteaux, poutres, voiles, radier etc...), les plans de coffrage, les plans d'électricité, les plans de plomberie etc.

5. Suivi des travaux

a. Définition

Le suivi de chantier est un outil de communication essentiel qui favorise la transparence et la collaboration entre tous les acteurs du projet. En partageant régulièrement des informations précises et à jour sur l'état d'avancement des travaux, il permet d'aligner les attentes, de prévenir les conflits et de renforcer la confiance. Un suivi efficace contribue ainsi à la réussite du projet et à la satisfaction de toutes les parties prenantes.

b. Enjeux

Le suivi de travaux met en avant plusieurs aspects à contrôler qui sont :

- Respect des délais : Le suivi permet d'identifier rapidement les éventuels retards et de mettre en place des actions correctives pour respecter les échéances.
- Respect du budget : En suivant les dépenses de près, on peut détecter les dépassements budgétaires et prendre les mesures nécessaires pour les limiter.
- Assurance de la qualité : Le suivi permet de vérifier que les travaux sont réalisés conformément aux normes et aux spécifications définies.
- Gestion des risques : En identifiant les risques potentiels, le suivi permet de mettre en place des mesures de prévention et de mitigation.

- Amélioration de la communication : Le suivi favorise la communication entre les différents acteurs du projet, ce qui permet de résoudre les problèmes plus rapidement et d'améliorer la collaboration.
- Satisfaction du client : En respectant les engagements pris envers le client, le suivi contribue à sa satisfaction et à la fidélisation.

c. Méthodes

Les méthodes d'inspection de base de la qualité de l'exécution des travaux sont :

➤ La méthode de contrôle visuel

Ses moyens peuvent être résumés en quatre (4) mots :

VOIR : Constater un souci par exemple que tous les armatures de la poutre n'ont pas été correctement attachées

TOUCHER : Pour vérifier par exemple si la peinture est lisse

FRAPPER : Pour contrôler par exemple s'il y a des creux dans le mur et le sol.

ILLUMINER : Pour vérifier les parties sombres en illuminant la zone de contrôle.

➤ La méthode de mesure sur place

Reposer (vérifier la planéité du mur à l'aide d'une règle ou d'une jauge de cales), mesurer, (Vérifier la spécification de l'armature à l'aide d'un pied à coulisse) vérifier l'aplomb (contrôler la verticalité des angles de l'élévation de l'ouvrage à l'aide d'un fil à plomb) et vérifier le carré (contrôle des angles intérieurs à l'aide d'une jauge de cales).

➤ La méthode d'essai : Essais physiques et chimiques, inspections non destructives

Les méthodes généralement utilisées sont :

➤ Les visites de chantier régulières qui consistent à observer l'avancement des travaux, détecter d'éventuels problèmes et s'assurer de la conformité avec les plans et le cahier des charges

- Les réunions de chantier qui consiste à faire le point sur l'avancement des travaux, résoudre des problèmes, prendre des décisions et planifier les prochaines étapes.

Conclusion partielle

Ce chapitre a permis de poser les bases de l'étude en présentant le BNETD, ses missions et son organisation, ainsi que le projet du CHU d'Abobo. Nous avons également défini les concepts clés du contrôle qualité et du suivi des travaux, en identifiant les rôles et responsabilités des différents intervenants. Ces éléments constituent le socle sur lequel s'appuiera l'analyse approfondie des méthodes de contrôle et de suivi dans les chapitres suivants.

CHAPITRE 2 : SUIVI ET CONTROLE QUALITE ET DU BATIMENT PRINCIPAL DU CHU D'ABOBO

Ce chapitre se concentre sur l'application pratique des méthodes de contrôle qualité et de suivi des travaux sur le chantier du bâtiment principal du CHU d'Abobo. Il aborde spécifiquement le suivi des coûts et des délais, ainsi que le contrôle des ouvrages, en détaillant les procédures et les outils utilisés pour garantir la conformité et la qualité des travaux.

I. CONTROLE QUALITE ET SUIVI DES COUTS ET DES DELAIS

1. Suivi des couts

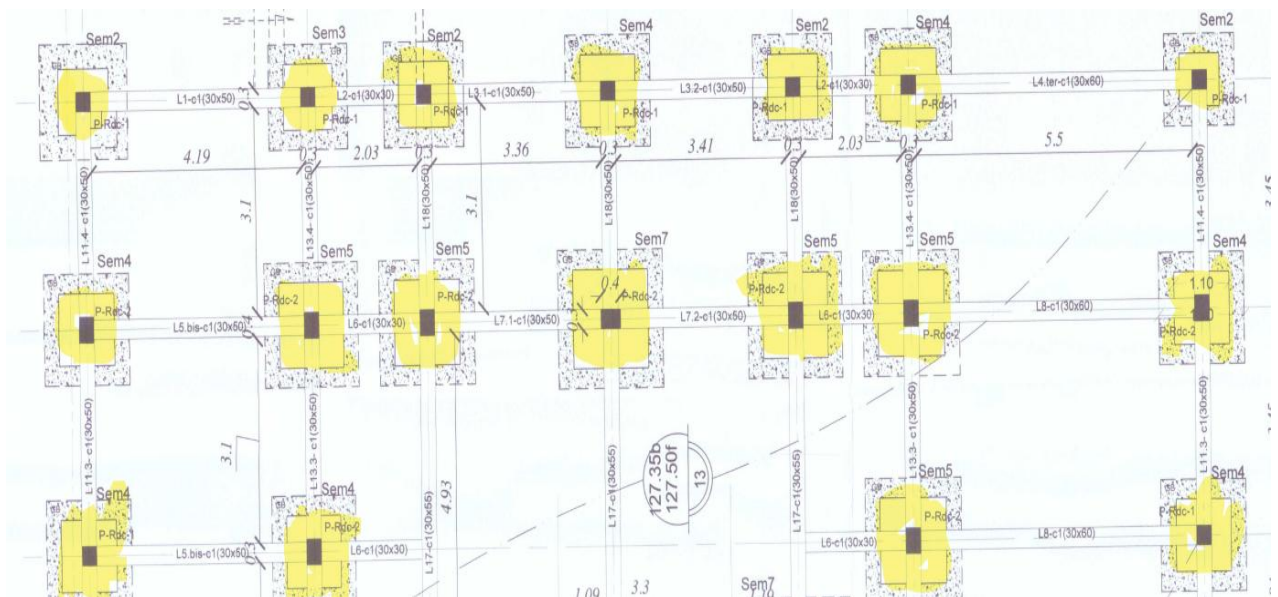
Pour le suivi des couts, nous effectuons des calculs mensuels de couts d'ouvrage exécutés pour une bonne visualisation des couts.

Nous calculons les quantités de béton, de remblai et d'étanchéité. Par contre, pour les autres éléments tel que les aciers, les PVC et autres, nous effectuons la réception dès leur arrivées.

a. Calcul des quantités de béton

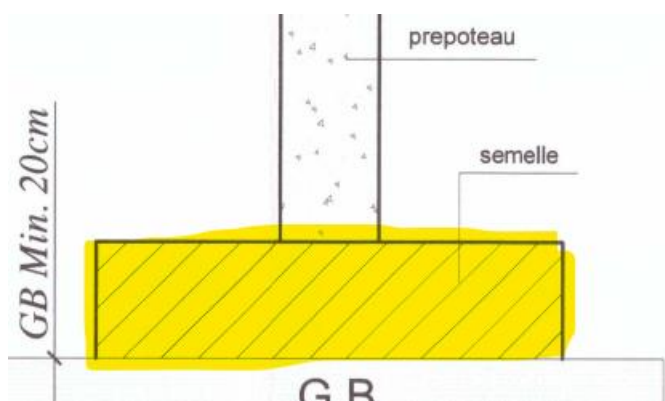
Pour effectuer les calculs, nous avons besoin des fiches de demande d'inspection (WIR) d'autorisation de coulage. Nous effectuons les calculs pour les éléments Béton en fondation et Béton en élévation. Ici nous utiliserons le coulage des semelles isolées du bloc 1 Rdc (Partie 1) comme exemple.

Figure 5: Plan de coffrage fondation



Source : Plan de structure CHU d'Abobo

Figure 6: coupe en élévation de la fondation semelle isolée



Source : Plan de structure CHU d'Abobo

Tableau 2: Type de semelles isolés et quantités de béton

Type de semelle	Nombre	Dimensions(cm)			Quantité (a*b*c*0.000001) m3
		a	b	h	
Sem 2	4	100	100	30	0.3
Sem 3	1	100	100	30	0.3
Sem 4	7	130	130	30	0.507
Sem 5	5	150	150	40	0.9
Sem 7	1	180	180	50	1.62
Total					3.627

Source : OWE Jean Samuel, PFE

Notre quantité finale de béton coulé au niveau des semelles isolées du bloc 1 (partie 1) est de 3.627 m3 qui sera plus tard affecter du prix unitaire du béton. Il s'agit du béton armé des semelles isolées sans prendre en compte le gros béton.

b. Calcul des quantités de remblai

Il existe 2 types de remblai sur notre site qui sont le remblai de sol et le remblai concassé. Ses calculs s'effectuent en mètre cube (Volume).

c. Calcul de surface d'application d'étanchéité

Au niveau de l'étanchéité, les calculs se font en termes de surface exécutées. Prenons l'exemple du mur en voile V15 du Bloc.

La hauteur du mur est de 3.5 m et sa longueur est de 15 m d'où la surface d'exécution est : $3.5 \times 15 = 52.5 \text{ m}^2$ qui sera affectée du prix unitaire par m^2 . Nous avons considérés la surface extérieur du voile en contact avec la terre.

d. Réception des PVC et autres

A leur arrivée sur le site, nous procédons à leur inspection. Pour ce faire nous sommes munis d'un bon de livraison et d'une fiche d'inspection de matériaux sur laquelle est détaillée les informations par rapport au matériau en question.

Figure 7: Demande d'inspection de matériaux

		CONSOLIDATED CONTRACTORS GROUP S.A.L (OFFSHORE) (CCC)		DOCUMENT NO.: FM-QMP-1237-007-03 (02/12/2024) Propriétaire: FM-QMP-1237-007				
				Rev.N°: A3 PAGE 1				
TITRE DU DOCUMENT DEMANDE D'INSPECTION DE MATÉRIAU - ÉQUIPEMENT (MIR)								
DE: CCC		DATE DE PUBLICATION: 09/12/2024		M.I.R. N°: 1237-CHUA-MIR-ELEC-0169 Sté/Sous-Traitant				
		DATE/HEURE D'INSPECTION: 11/12/2024		Rev.N°: 00 ALBEDO				
A: PEP-Alrabiah		ZONE/SOUS-ZONE/BATIMENT: BATIMENT PRINCIPAL NIVEAU: SOUS-SOL / RDC		TAG/ESPACE No:				
		DISCIPLINE: ELECTRICITE		SYSTÈME: ELECTRICITE				
		SOUS-SYSTÈME: DISTRIBUTION BT						
N° d'Article	Description de l'article (Nom, Type, Dimension, Capacité, Utilisation prévue, etc.)	Réf. de Livraison	Fabricant / Fournisseur	Documents attachés	Date d'arrivée sur site	Quantité reçue (ml)	Réponse / Action Code d'inspection du CONSULTANT inspecté par Code d'Action	
	Culvre nu 35mm ¹	200734	AL JAWAD	BON DE LIVR / certificat de conformité		300	WAKOL KOFFI	A
	Tube ICD orange D13	200734	AL JAWAD	BON DE LIVR / certificat de conformité		500	RAYMOND	A
CCC Construction et/ou Sous-Traitant (Selon le cas):				La présente certifie que tous les éléments soumis ci-joints ont été vérifiés par le CONSULTANT, sont conformes aux exigences des documents contractuels et sont approuvés pour les travaux, sauf indication contraire ci-dessous:				
NOM: MOUKINI ANCHELI SIGNATURE: DATE: 11/12/2024		COMMENTAIRES D'INSPECTION: RAS						
NOM: Kououl Kououl SIGNATURE: DATE: 11/12/2024								
NOM: El Hoi Dyed SIGNATURE: DATE: 11/12/2024								
NOM: Tuo Kocina SIGNATURE: DATE: 11/12/2024								
(A) ACCEPTÉ ☒ (B) ACCEPTÉ AVEC COMMENTAIRES ☐ (C) REVISER & RE-SOUMETTRE ☐ (D) POUR INFORMATION ☐				Si le statut d'approbation est [C], sélectionner une des cases suivantes:				
				Manque de communication Certificats manquants ☐				
				Non conforme aux spécifications du projet Date d'expiration n'est pas claire ☐				
				Non conforme aux procédures du projet Autres: ☐				
COPIER À: CONSULTANT / MAITRE D'OUVRAGE SOUS-TRAITANT ☐ AUTRES (PRÉCISER) ☐								

Source : CCC, CHU d'ABOBO

[illegible]

- 2. Suivi des délais
 - a. Définition, Importance, outils et méthodes de contrôle
 - Définition et Importance

Le contrôle du planning est un processus consistant à effectuer le suivi de l'avancement du projet par rapport au calendrier d'exécution des travaux.

Il permet d'identifier les écarts, d'anticiper les problèmes et d'ajuster le planning en fonction des besoins pour s'assurer de la réussite du projet dans les temps.

➤ Outils et méthodes de contrôle

Nous avons :

- Diagramme de Gantt : Ce diagramme, couramment utilisé dans la gestion des projets de construction est un outil efficace pour la représentation visuelle du planning d'exécution des différentes tâches qui constitue un projet.
- Réunion de chantier : Des réunions régulières s'effectuent sur le chantier avec l'entrepreneur et les autres intervenant pour discuter de la situation de l'avancement des travaux sur le site. Réunion pendant laquelle, l'entrepreneur présente le planning d'exécution de la semaine suivante et présente l'évolution des travaux de la semaine précédente par rapport au planning.

b. Présentation d'un contrôle du planning

➤ Spécificités par rapport au délais et intempéries

L'ordre de service de démarrage a été donnée à l'entrepreneur général le 06 septembre 2022. Un projet ayant un délai d'exécution des travaux de 36 mois soit 3 ans donc la fin contractuelle des travaux est le 05 septembre 2025. Durant le projet, il y a eu des jours d'intempéries qui ont impactée les travaux.

Le tableau ci-joint présente les jours d'évènements majeurs.

Tableau 3 : Evènements majeurs

DATE	EVENEMENT	OBSERVATIONS
10/9/2023	Arrêt des travaux	Intempérie (forte pluie)
10/10/2023	Arrêt des travaux	Intempérie (forte pluie)
10/11/2023	Arrêt des travaux	Intempérie (forte pluie)
10/17/2023	Arrêt des travaux	Intempérie (forte pluie)
10/24/2023	Arrêt des travaux	Intempérie (forte pluie)
11/2/2023	Visite du ministre de la santé	Ralentissement des travaux
1/4/2024	Arrêt des travaux	Intempérie (forte pluie)
2/20/2024	Arrêt des travaux	Intempérie (forte pluie)
3/20/2024	Arrêt des travaux	RAS
5/10/2024	Visite du ministre de la santé	Arrêt des travaux
5/29/2024	Redémarrage des travaux	Première réception d'ouvrage
5/31/2024	Arrêt des travaux	Intempérie (forte pluie)
6/1/2024	Arrêt des travaux	Intempérie (forte pluie)
6/3/2024	Arrêt des travaux	Intempérie (forte pluie)
6/4/2024	Arrêt des travaux	Intempérie (forte pluie)
6/5/2024	Arrêt des travaux	Intempérie (forte pluie)
6/10/2024	1er coulage du redémarrage des travaux	RAS
7/1/2024	Visite des adjoints au maire et du directeur technique de la mairie d'abobo	RAS
7/4/2024	Visite du chef de service programmes santé du Bnetd sur site	RAS
10/3/2023	Visite du ministre de la santé	- Revoir l'installation de chantier ; Revoir les mesures HSE sur site ; Employer le personnel contractuel et planning d'exécution des travaux
12/13/2024	Visite de l'adjointe au maire de la ville de Newark	RAS

Source : OWE Jean Samuel, PFE

L'objectif de ce tableau est de suivre et d'analyser les effets des événements externes et internes sur l'avancement du projet. Il aide à repérer les causes répétitives des retards, telles que les intempéries, tout en proposant des solutions pour réduire les perturbations à l'avenir. En plus, il sert à documenter les visites officielles et leurs impacts sur le chantier, faisant ainsi une trace claire des échanges avec les parties prenantes externes.

➤ Présentation du calendrier de projet programme 3 mois

Le diagramme suivant présente les travaux qui devraient être effectués du mois de décembre au mois de février au niveau du sous-sol du Bâtiment principal.

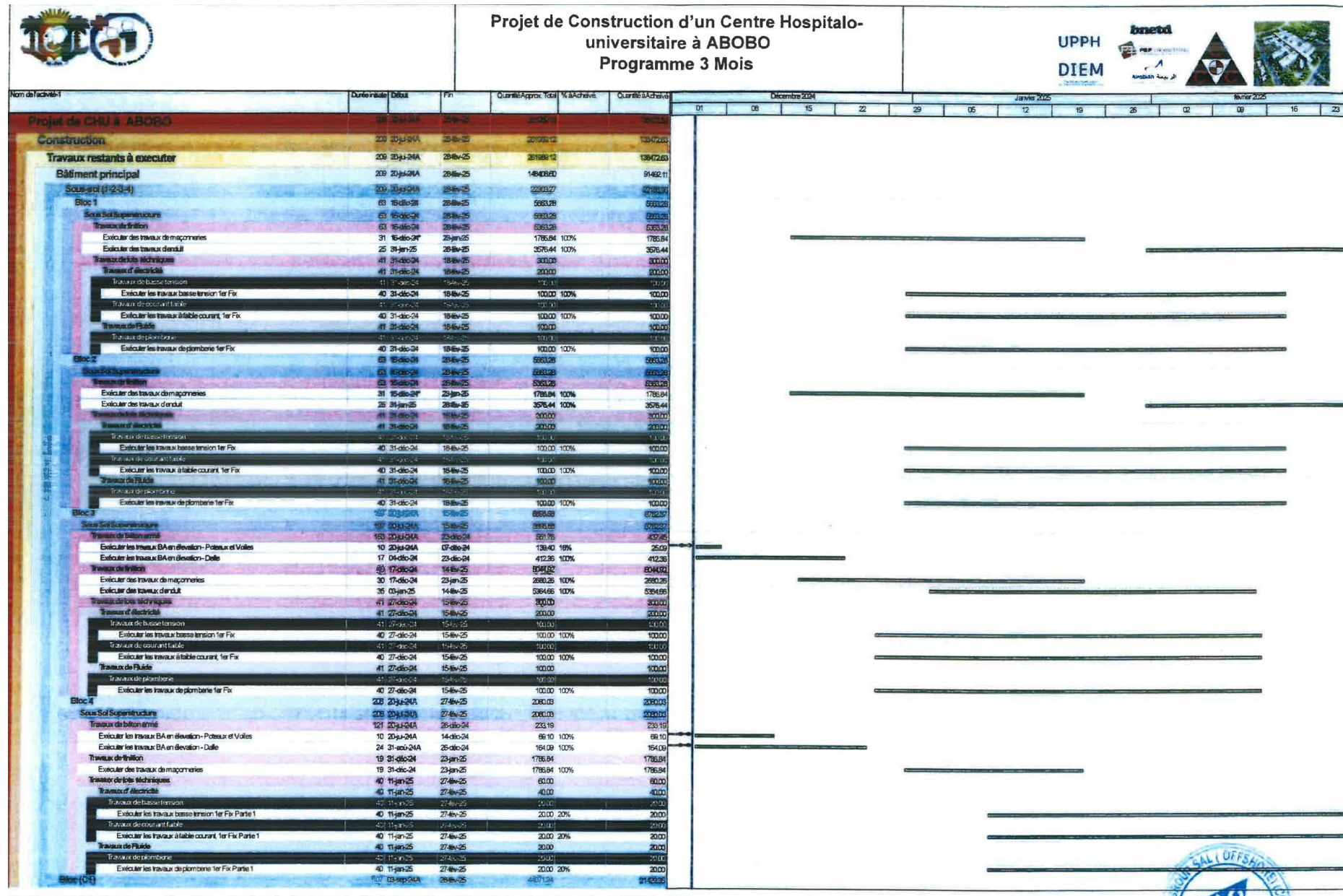


Tableau 4: Calendrier de projet- Programme 3 mois

2024							
Décembre							
Sem	Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
48							1
49	2	3	4	5	6	7	8
50	9	10	11	12	13	14	15
51	16	17	18	19	20	21	22
52	23	24	25	26	27	28	29
1	30	31					
2025							
Janvier							
Sem	Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
1			1	2	3	4	5
2	6	7	8	9	10	11	12
3	13	14	15	16	17	18	19
4	20	21	22	23	24	25	26
5	27	28	29	30	31		
2025							
Février							
Sem	Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
5						1	2
6	3	4	5	6	7	8	9
7	10	11	12	13	14	15	16
8	17	18	19	20	21	22	23
9	24	25	26	27	28		
	Jour de travail normal Jour Férié Jour de travail week-end						

Heures de travail						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
10	10	10	10	10	10	8

Heures de travail						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
10	10	10	10	10	10	8

Heures de travail						
Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
10	10	10	10	10	10	8

Note : En cas de retards, les travaux tardifs et les travaux de nuits seront mis en œuvre

Source : CCC, CHU D'ABOBO

Un calendrier de projet qui s'étend sur trois mois a été élaboré, de décembre 2024 à février 2025. Ce calendrier est organisé par mois et par semaine, ce qui permet une planification minutieuse des activités. C'est essentiel dans le secteur du BTP où la coordination et la gestion des délais sont primordiales. Chaque semaine est numérotée, et les jours de la semaine sont bien visibles, ce qui rend le suivi des échéances beaucoup plus facile.

Nous avons standardisé les heures de travail à 10 heures par jour, du lundi au samedi. Cela optimise l'utilisation de nos ressources humaines. En cas de retards, nous pouvons mettre en place des travaux tardifs et de nuit, en adaptant les quarts de travail. Cette

flexibilité est vitale dans le BTP, où les imprévus comme les conditions météorologiques ou les livraisons de matériaux peuvent survenir fréquemment.

Ce calendrier montre à quel point il est important d'avoir une gestion proactive du temps et des ressources afin de respecter les délais et les budgets. Il sert de guide pour coordonner les activités, anticiper les risques et maintenir notre efficacité sur le chantier.

Tableau 5 : Evolution prévisionnelle des effectifs

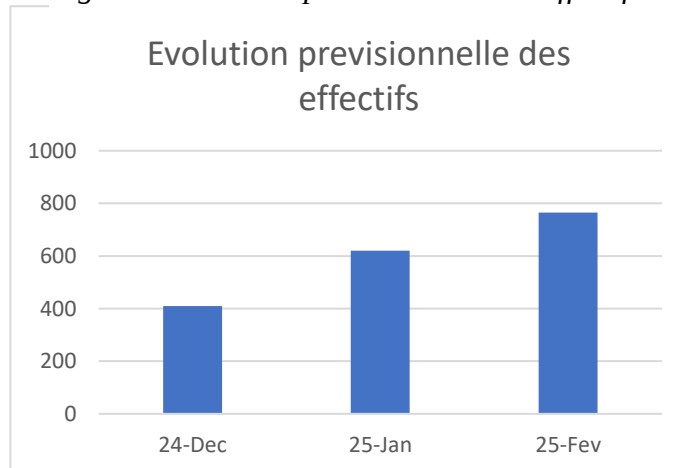
	Désignation	24-Dec	25-Jan	25-Fev
Bâtiment principal				
SOUS SOL	BLOC 1	20	20	20
	BLOC 2	20	20	20
	BLOC 3	30	20	20
	BLOC 4	30	20	20
RDC	BLOC 1	50	60	60
	BLOC 2	40	40	40
	BLOC 3	15	40	40
	BLOC 4	40	40	40
	BLOC 5	45	45	45
	BLOC 6	40	40	40
1ER ETAGE	BLOC 1		60	60
	BLOC 2		20	30
	BLOC 3		20	40
	BLOC 4		25	50
	BLOC 5			50
	BLOC 6			40
2E ETAGE	BLOC 1		45	45
	BLOC 2			
	BLOC 3			
	BLOC 4			
	BLOC 5			
	BLOC 6			
Annexes				
	Morgue	30	45	45
	Villas	50	60	60
TOTAL (personnes)		410	620	765

Source : CCC, CHU D'ABOBO

Tableau 6: Type d'engins prévus et quantité

Matériel	Nombre
Grue à tour	3
Grue mobile	1
Chargeuse pelleteuse	2
Chargeuse	1
Camions	6
Compacteur 10T	1
Compacteur 2T	3
Camions bennes	2

Figure 9: Evolution prévisionnelle des effectifs



Source : OWE Jean Samuel, PFE

Ses tableaux et le diagramme ci-dessus détaillent le nombre de personnes et la quantité et le type d'engins prévues pour différents blocs de travail pendant trois mois, de décembre 2024 à février 2025. Ils sont utiles pour planifier les ressources humaines et bien gérer les équipes sur le chantier.

Grâce à ce tableau, on peut bien planifier les ressources humaines nécessaires à chaque phase du chantier, en anticipant les moments où il y aura plus de monde et en équilibrant les besoins en main-d'œuvre entre les différents blocs. Ce qui est pratique pour utiliser au mieux les ressources et éviter d'avoir trop ou peu de monde. En voyant comment les effectifs évoluent mois par mois, le chef de projet peut ajuster les équipes selon ce dont chaque zone du chantier a besoin.

II. CONTROLE ET SUIVI DES OUVRAGES

1. Ferraillage

a. Vérification

Les procédures de vérifications sont les suivantes :

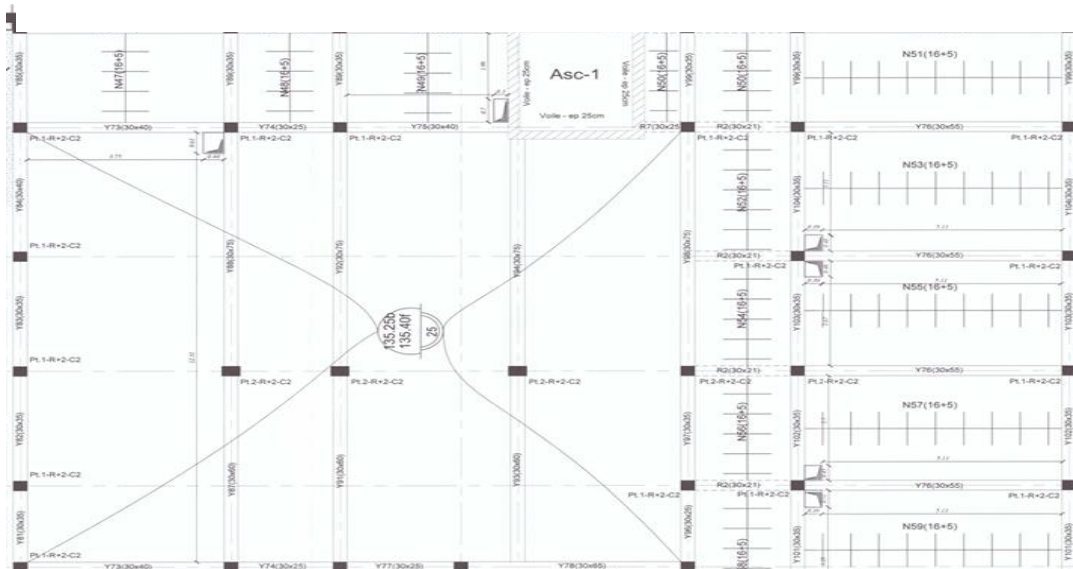
- Vérifier que les armatures sont propres, exempts de laitance, de boues et de rouilles
- Vérifier le nombre des barres, l'espacement des barres inférieures et supérieures sont conformes au plan de ferraillage
- Vérifier que le diamètre des barres sont conformes au plan de ferraillage
- Vérifier que la longueur des barres, le nombre de cadre sont conformes au plan de ferraillage
- Vérifier que les écarteurs et les cales à béton sont bien installés et en bon état
- Vérifier que les barres rouilles ont été traitées conformément aux procédures

Figure 10 : Ferrailage d'une dalle en Béton armé



Source : OWE Jean Samuel, PFE

Figure 11 : Plan de coffrage d'une dalle corps creux et dalle en Béton armé



Source : Plan de structure, CHU d'Abobo

Figure 12 : Ferrailage des poteaux

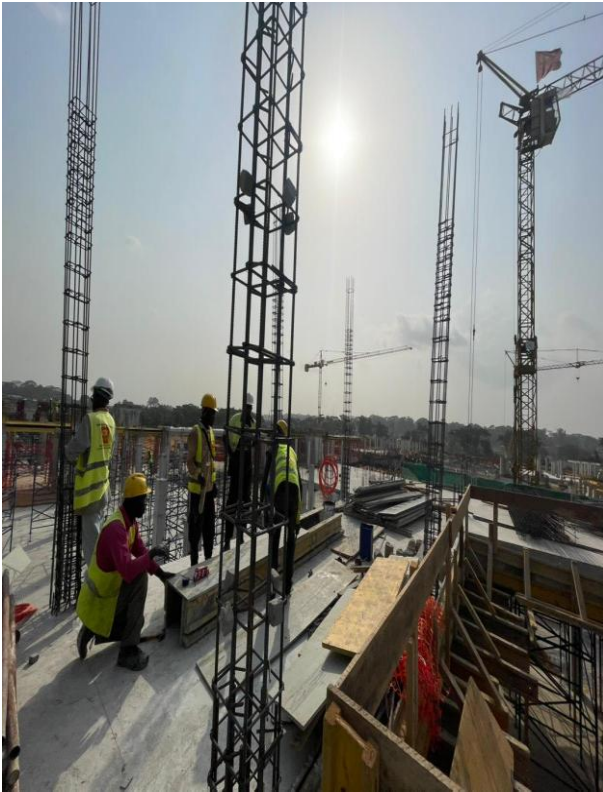
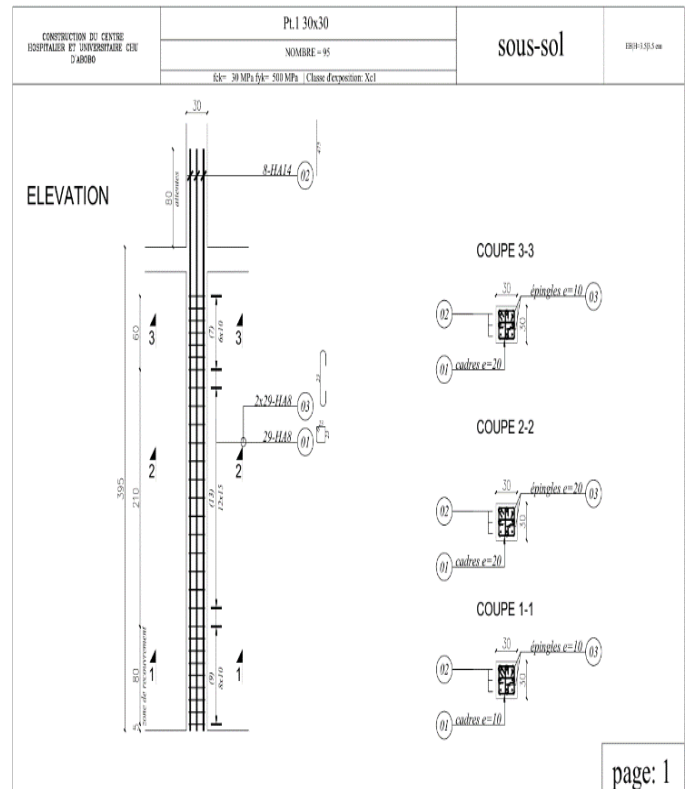


Figure 13 : Plan de ferrailage du poteau P6



b. Prélèvement des aciers

Les aciers peuvent être :

Des ronds laminés lisses en acier de nuance Fe E500 utilisés comme : armatures secondaires, cadres, étriers, épingles, armatures de fretage, barres de montage, armatures en attente.

Ce sont les aciers de diamètre 6,8,10,12,14,16,20,25 qui sont utilisés sur le site.

On prélève quatre (4) échantillons de chaque diamètre dont 1 témoin.

Figure 14 Stockage des aciers

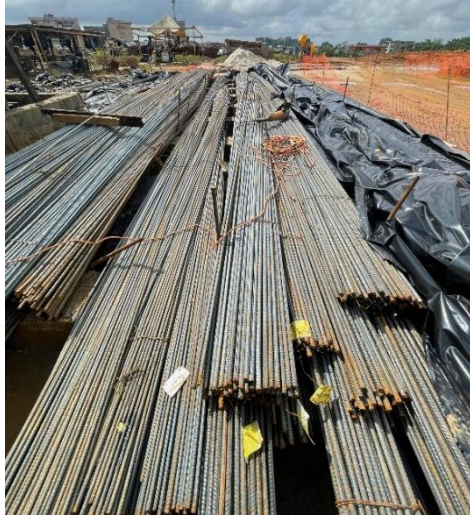


Figure 15 Prélèvement des aciers en lot de 4



Source : OWE Jean Samuel, PFE

c. Essais

➤ Objectif

L'essai de traction permet de déterminer la résistance mécanique des aciers utilisés dans les armatures de béton armé. Il vise à vérifier que les aciers répondent aux normes de résistance requises pour assurer la stabilité des structures.

➤ Procédure

Des échantillons d'acier (barres) sont prélevés sur le chantier. Les échantillons sont placés dans une machine de traction qui applique une force progressive jusqu'à la rupture de l'acier. La résistance maximale à la traction est mesurée en mégapascals (MPa).

Le laborantin procède à la détermination de la masse linéique et des caractéristiques du profil et un essai de traction pour les armatures ayant subi une opération de dressage.

Figure 17: Machine de traction des barres



Figure 16: Résultat de l'essai



Source : OWE Jean Samuel, PFE

➤ Spécifications

La norme NI 10523 : 2021 définit les exigences pour les aciers de nuance B 500 B, utilisés dans les armatures de béton armé. Les principales spécifications sont les suivantes :

- Limite d'élasticité (ReH) : ≥ 500 MPa
- Résistance à la traction (Rm) : ≥ 550 MPa
- Allongement à la rupture (A) : ≥ 5 %
- Rapport Rm/ReH : $\geq 1,08$
- Écart à la masse linéique : $\leq \pm 6$ %

➤ Résultats

Les résultats des essais de traction sur les aciers prélevés sur le chantier sont les suivants :

- Limite d'élasticité (ReH) : 618 MPa
- Résistance à la traction (Rm) : 717 MPa
- Allongement à la rupture (A) : 7,3 %

- Rapport R_m/R_{eh} : 1,16
- Écart à la masse linéique : $\pm 4,1 \%$

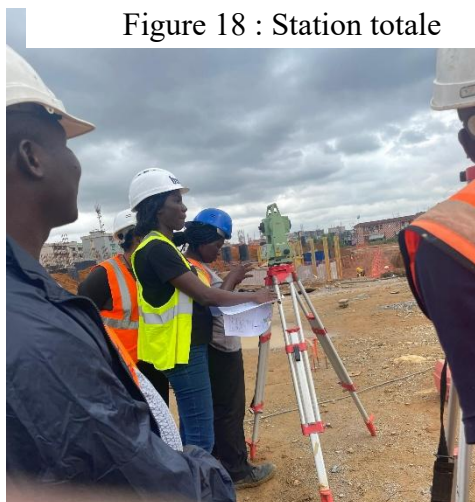
2. Coffrage

La qualité du coffrage a un certain impact sur la stabilité du système de portance, les performances techniques du coffrage doivent être conformes aux normes de qualité

Nous procédons comme suit :

- Vérifier les coordonnées de l'implantation du coffrage : A l'aide d'appareils topographiques tel que la station totale, le niveau, la mire et le prisme, effectuer les différentes vérifications (Gros béton)

Figure 18 : Station totale



Source : OWE Jean Samuel, PFE

Figure 19 : Niveau à bulle



- Vérifier que toutes les surfaces existantes sont terminées, et que l'essai de compactage est conforme aux spécifications.
- Vérifier que le coffrage est fixé
- Vérifier la propreté du fond de fouille

Figure 20 : Fiche de contrôle des coordonnées de gros béton

NO. PROJET		NO. DOCUMENT		REV. N°		PAGE						
1237 CHU		FICHE04-1237-CHUA-ITP-002		3		116						
(FICHE 04) LISTE DE CONTRÔLE LEVÉE TOPOGRAPHIQUE												
Point	Élément	Coordonnées X			Coordonnées Y			NIVEAU (Z)			Type d'observation (Picot/Coffrage/ Béton coulé/ Tracé/Autre)	Approbation
		Théorique	Réel	Différence	Théorique	Réel	Différence	Théorique	Réel	Différence		
1	S1	387443,315	387443,317	+0,002	596914,781	596914,781	0,000	125,4	125,4	0	Pointe	A
2	1	387444,815	387444,814	-0,001	596914,781	596914,783	+0,002	1	1	0	1	1
3		387444,815	387444,813	-0,002	596913,281	596913,282	+0,001			0		
4	S1	387443,315	387443,318	+0,003	596913,281	596913,280	-0,001	125,4	125,4	0	Pointe	A
1	S1	387443,315	387443,316	+0,001	596912,241	596912,238	-0,002	125,4	125,4	0	Pointe	A
2	1	387444,815	387444,817	+0,002	596912,241	596912,242	+0,001	1	1	0	1	1
3		387444,815	387444,813	-0,002	596910,741	596910,744	+0,003			0		
4	S1	387443,315	387443,314	-0,001	596910,741	596910,740	-0,001	125,4	125,4	0	Pointe	A
Commentaire: R.A.S												
Sous-traitant		Noms		Signature		Date						
LFC1		Rita spin		[Signature]		201.11.120.24						
CCC Topographe		Amor Aloun		[Signature]		201.11.120.24						
CCC Construction		Amor Aloun		[Signature]		201.11.120.24						
CCC QC		Kouadio Benoit		[Signature]		201.11.120.24						
ALRABAIH/PEP		Kouadio Kevin		[Signature]		201.11.120.24						

Source : OWE Jean Samuel, PFE

Cette fiche nous permet de vérifier l'implantation des gros béton (substituant de sol) et nous permet de déterminer la côte d'arrêt du béton.

Par exemple, si nous voulons déterminer la côte d'arrêt béton de gros béton sous la semelle isolée S1, nous procédons comme suit :

- Déterminer la côte bleue : $C_b = Z_r + L_{ar}$ avec $Z_r = 125.992$ m, la côte de référence et $L_{ar} = 0.848$, la lecture arrière. D'où $C_b = 125.992 + 0.848 = 126.84$ m
- Déterminer la lecture avant : $L_{av} = C_b - Z_b$ avec $Z_b = 125.4$ m, la côte d'arrêt du béton. D'où $L_{av} = 126.84 - 125.4 = 1.44$ m

Donc nous utiliserons cette lecture avant pour vérifier le niveau dans notre coffrage

Figure 22: Coffrage de gros béton



Figure 21: Coffrage de béton de propreté



Source : OWE Jean Samuel, PFE

- Vérifier la qualité du matériau de coffrage (Aucune de ses parties ne doit présenter des points faibles tels que la décomposition, les moisissures et autres)
- Vérifier les dimensions du coffrage (A l'aide d'un mètre, mesurée la largeur, la longueur et la profondeur si elle est conforme aux prescriptions)
- Vérifier l'état du coffrage d'où la rigidité (les bords des plaques ne doivent pas être défectueux)
- Vérifier que la classe du coffrage est respecté F1, F2 selon les plans

Figure 23 : Coffrage des poteaux



Source : OWE Jean Samuel, PFE

3. Bétonnage

a. Suivi des travaux de coulage

Le suivi consiste à vérifier l'exécution du coulage par les ouvriers.

- Vérifier si le niveau de coulage est atteint
- Vérifier si le béton a été correctement vibré (contrôle visuel)

- Vérifier si le produit (Sika grout) permettant l'adhésion entre l'ancien et le nouveau béton a été appliqué

Figure 25 : Pompe à béton



Figure 24: Toupie béton



Source : OWE Jean Samuel, PFE

b. Prélèvement

Il existe plusieurs types de béton en fonction du dosage et de la résistance. Nous avons des bétons dosés à :

150Kg/m³ (Béton de propreté), 250Kg/m³ (Gros béton), 350Kg/m³ (tous les éléments en béton armé) et aussi des CPA CEM I 42.5 (béton armé, et autres), CHF CEM I 42.5 (béton armé en fondation), C20/25 (Gros béton), C30/37 (Béton armé).

Le prélèvement s'effectue seulement sur les éléments en béton armé en fondation comme en élévation (C30/37 CPA ou CHF CEM I 42.5).

Il consiste à prélever le béton dans des moules cylindriques pour être acheminer dans un laboratoire (LBTP dans le cas de notre projet).

Nous prélevons douze (12) éprouvettes dont 3 échantillons témoins qui doivent provenir chacune de la même toupie et s'exécute en trois couches avec 25 coups de vibrations par couches. Les éprouvettes doivent être marquées par ordre croissant chronologique.

Le prélèvement s'effectue selon la norme NF P 18-400, NF P 18-404 et NF P 18-406.

Figure 26 : Eprouvettes de prélèvements béton



Source : OWE Jean Samuel, PFE

c. Essais

❖ Essais d'affaissement au cône d'Abrams

A l'arrivée du béton sur le site un essai est obligatoire pour déterminer la consistance du béton. En effet il consiste déterminer la fluidité du béton par rapport au dosage.

➤ Objectif

L'essai d'affaissement au cône d'Abrams permet de mesurer la consistance (fluidité) du béton frais. Il vérifie si le béton a la bonne fluidité pour être facilement mis en place et compacté.

➤ Procédure

Un cône d'Abrams (moule tronconique) est rempli de béton frais en trois couches, chaque couche étant compactée à l'aide d'une tige. Le cône est ensuite soulevé, et l'affaissement du béton est mesuré en centimètres.

Figure 27: Affaissement au cône d'Abrams : (a) prise de la température ; (b) vibration (25 coups par couche de 3) ; (c) résultat de l'affaissement

(a)



(b)



(c)



Source : OWE jean samuel, PFE

➤ Résultats

Selon les essais de convenance, l'affaissement doit être compris entre 16 et 21 cm pour être conforme. Si l'affaissement est en dehors de cette plage, le béton peut être rejeté ou ajusté avec des adjuvants (retardateurs ou accélérateurs de prise).

❖ Essais de résistance à la compression

➤ Objectif

L'essai de résistance à la compression permet de déterminer la capacité du béton durci à résister à des charges de compression. C'est l'un des essais les plus importants pour évaluer la qualité du béton.

➤ Procédure

Des éprouvettes cylindriques de béton ($\varnothing 160 \times 320$ mm) sont prélevées directement sur le chantier lors du coulage. Les éprouvettes sont conservées dans des conditions contrôlées et testées à différents âges : 7, 14 et 28 jours. Les éprouvettes sont placées dans une machine de compression qui applique une charge progressive jusqu'à la rupture. La résistance à la compression est mesurée en mégapascals (MPa).

Figure 28: Ecrasement du béton : (a) machine de compression ; (b) état du béton après écrasement



Source : OWE Jean Samuel, PFE

➤ Résultats

Voici des résultats d'essais de résistance moyenne à la compression à différents jours corrigées.

Résistance à 7 jours : La résistance moyenne est de 24.5 MPa.

Résistance à 14 jours : La résistance moyenne est de 29.0 MPa.

Résistance à 28 jours : La résistance moyenne est de 30,4 MPa

4. Étanchéité

Nous devons suivre les travaux d'étanchéité de plus près compte tenu de son importance dans la pérennité du bâtiment (Sous-sol). Pour le contrôle, nous procédons comme suit :

❖ Contrôle de la surface du béton

- S'assurer que le WIR (Demande d'inspection après coulage) a bien été finalisé.
- S'assurer la surface du béton ne présente aucune anomalie (absence des fissures ; des trous)

❖ L'application de la première couche de flintkote BE 3

- S'assurer le mode d'emploi du produit est respecté (Voir la fiche technique)

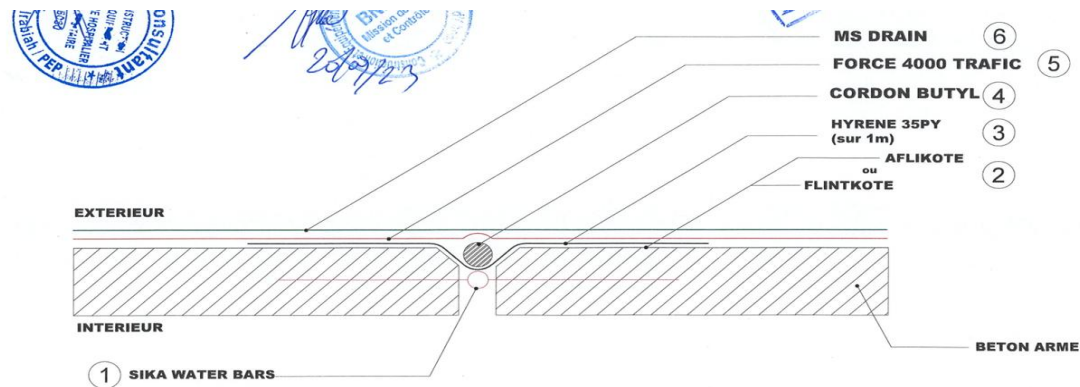
- Respecter le dosage : béton banché dilué à 10% d'eau propre et froide
- ❖ L'application de la deuxième couche de flintkote BE 3
 - Eviter tout mélange lors de l'application de cette couche (produit pur)
 - Laisser un intervalle entre les couches
- ❖ L'application de la troisième couche de flintkote BE 3
 - La dernière couche doit être appliquée aussi sans mélange (produit pur)
 - S'assurer que la couche précédente est sèche avant l'application de la suivante.

Figure 29 : Application de la deuxième couche d'étanchéité sur les semelles isolées et les Prépotaux



Source : OWE Jean Samuel, PFE

Figure 30 : Coupe des différentes couches d'étanchéité sur le voile



Source : Plan de structure

Figure 31 : Joint de dilatation sur le voile de la rampe



Source : OWE Jean Samuel, PFE

5. Remblai

a. Vérification

Nous tenons à noter que le compactage du remblai doit se faire par couche de 20 cm d'épaisseur.

Nous devons inspecter ses aspects :

- Le décapage et la démolition doivent être effectuer
- L'implantation doit être vérifié et agréé
- Les niveaux de terrain naturel existant ont été relevés
- Balise de sécurité est installée autour des zones d'excavation profonde
- Les matériaux de remblayage ont été sélectionnés correctement en fonction de l'usage (remblai provenant des fouilles ou tout autre apport)

- Les piquets sont présents et vérifié
- La compacité de couche a été testée

b. Prélèvement

Nous avons effectué des prélèvements de la terre de remblais dans une carrière.

Figure 33 : Prélèvement de terre de remblais



Source : OWE Jean Samuel, PFE

Figure 32: Zone de prélèvement



c. Essais

➤ Analyse granulométrique

• Objectif

L'analyse granulométrique permet de déterminer la répartition des tailles des grains dans un sol. Elle est utilisée pour classer les sols et évaluer leur comportement mécanique.

• Procédure

Un échantillon de sol est prélevé sur le chantier. Puis, ce dernier est tamisé pour séparer les grains en fonction de leur taille. La répartition des tailles de grains est analysée et comparée aux normes.

• Résultats

Figure 34 : Courbe granulométrique

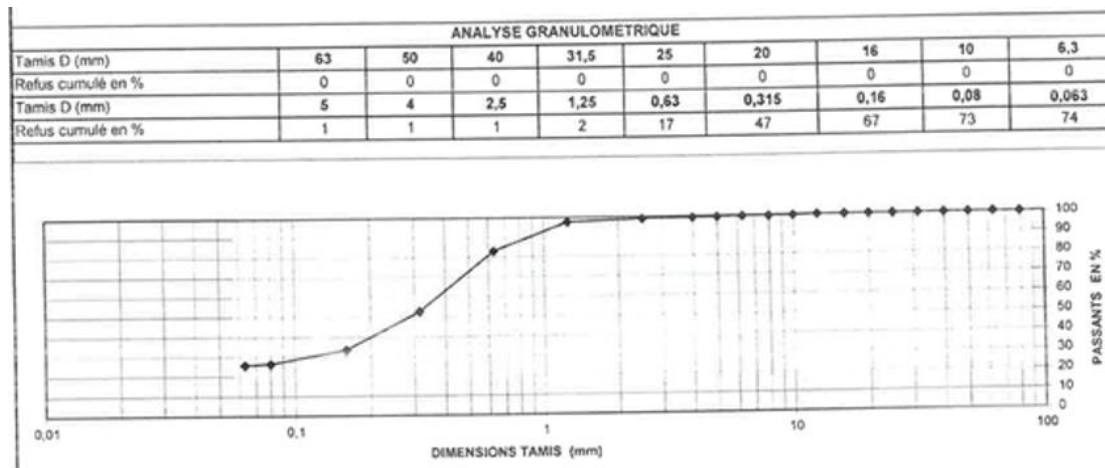
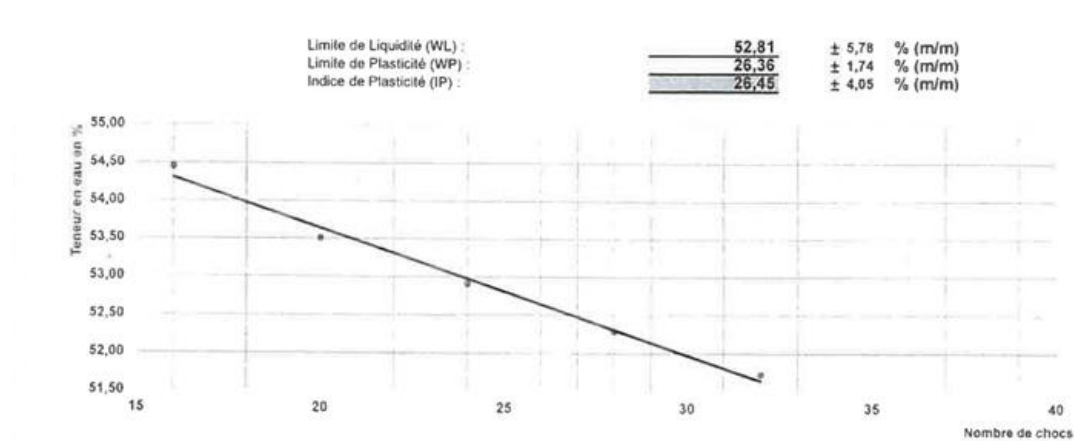


Figure 35: Limites d'Atterberg



Source : LBTP

Limite de liquidité (WL) : 52,81 %

Limite de plasticité (WP) : 26,36 %

Indice de plasticité (IP) : 26,45 %

➤ Essai Proctor modifié

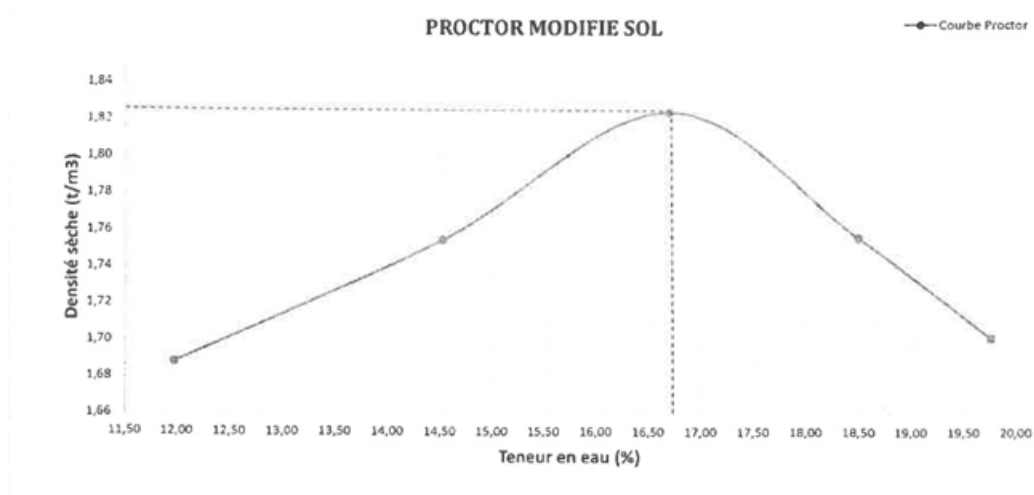
• Objectif

L'essai Proctor permet de déterminer la densité maximale et la teneur en eau optimale pour le compactage d'un sol.

• Procédure

Un échantillon de sol est compacté dans un moule à différentes teneurs en eau. Puis la densité du sol est mesurée après chaque compactage. La courbe Proctor est tracée pour identifier la teneur en eau optimale et la densité maximale.

Figure 36 : Proctor modifié



Source : LBTP

- Résultats

Teneur en eau optimale (Wopm) : 16,75 %

Densité sèche maximale (pdopm) : 1,83 t/m³

Conclusion partielle

Ce chapitre a permis de présenter en détail les méthodes de contrôle qualité et de suivi des travaux appliquées sur le chantier du CHU d'Abobo et les résultats des essais sur les matériaux. Ces résultats serviront de base pour analyser et proposer des solutions d'optimisation dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 3 : ANALYSE ET PROPOSITION DE SOLUTIONS D'OPTIMISATION DU SUIVI ET CONTROLE QUALITE DES TRAVAUX

Dans ce chapitre, nous allons explorer les défis que rencontre le projet de construction du CHU d'Abobo en matière de contrôle qualité et de suivi des travaux. Nous allons discuter des retards, des non-conformités, et des différents facteurs qui influent sur la qualité. Nous proposerons aussi quelques méthodes d'analyse statistique pour évaluer la qualité des ouvrages. De plus, nous présenterons des outils modernes de suivi, comme le BIM et des applications mobiles, qui peuvent vraiment aider à optimiser la gestion des projets de construction.

I. ANALYSE DU CONTROLE QUALITE ET DU SUIVI DU CHU D’ABOBO

1. Analyse du délai

Tableau 7 : Tableau d'analyse de programme hebdomadaire de la semaine du 31/12/24 au 06/01/25

Nom de l'activite	duree(j)	Debut	fin	Qte totale	Qte a achever	statuts	planifie/Acheve	La semaine du 31/12/24 au 06/01/25						
								31-Dec-24	1-Jan-25	2-Jan-25	3-Jan-25	4-Jan-25	5-Jan-25	6-Jan-25
Batiment principal														
sous sol (1-2-3-4)														
Bloc 1														
sous sol superstructure														
travaux finition														
Executer les travaux de maconnerie	39	16-Dec-24	23-Jan-25	1786.84	1007.96	56%	planifie	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
							Realise							
Travaux de lots techniques														
Travaux d'electricite														
Travaux de basse tension														
Executer les travaux basse tension 1er Fix	50	31-Dec-24	18-fev-25	100	100	14%	planifie	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
							Realise							
Travaux de courant faible														
Executer les travaux a faible courant, 1er Fix	50	31-Dec-24	18-fev-25	100	100	14%	planifie	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
							Realise							
Travaux de fluide														
Travaux de plomberie														
Executer les travaux de plomberie, 1er Fix	50	31-Dec-24	18-fev-25	100	100	14%	planifie	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
							Realise							
Bloc 2														
sous sol superstructure														
travaux finition														
Executer les travaux de maconnerie	39	16-Dec-24	23-Jan-25	1786.84	1007.96	56%	planifie	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
							Realise							
Travaux de lots techniques														
Travaux d'electricite														
Travaux de basse tension														
Executer les travaux basse tension 1er Fix	50	31-Dec-24	18-fev-25	100	100	14%	planifie	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
							Realise							
Travaux de courant faible														
Executer les travaux a faible courant, 1er Fix	50	31-Dec-24	18-fev-25	100	100	14%	planifie	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
							Realise							
Travaux de fluide														
Travaux de plomberie														
Executer les travaux de plomberie, 1er Fix	50	31-Dec-24	18-fev-25	100	100	14%	planifie	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
							Realise							
Bloc 3														
sous sol superstructure														
Travaux de Beton arme														
Executer les travaux BA en elevation-Dalle	17	4-Dec-24	23-Dec-24	412.36	412.36	100%	planifie							
						48%	Realise							
travaux finition														
Executer les travaux de maconnerie	38	17-Dec-24	23-Jan-25	2680.26	1481.2	55%	planifie	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
							Realise							
Executer les travaux d'enduit	42	3-Jan-25	13-fev-25	5364.66	5364.66	10%	planifie				2%	2%	2%	2%
							Realise							
Travaux de lots techniques														
Travaux d'electricite														
Travaux de basse tension														
Executer les travaux basse tension 1er Fix	51	27-Dec-24	15-fev-25	100	21.57	22%	planifie	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
							Realise							
Travaux de courant faible														
Executer les travaux a faible courant, 1er Fix	51	27-Dec-24	15-fev-25	100	21.57	22%	planifie	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
							Realise							
Travaux de fluide														
Travaux de plomberie														
Executer les travaux de plomberie, 1er Fix	51	27-Dec-24	15-fev-25	100	21.57	22%	planifie	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
							Realise							
Bloc 4														
sous sol superstructure														
Travaux de Beton arme														
Executer les travaux BA en elevation-Poteaux et Voiles	10	20-juil-24	14-Dec-24	69.1	69.1	100%	planifie							
						90%	Realise							
Executer les travaux BA en elevation-Dalle	24	31-aou-24	26-Dec-24	164.09	164.09	100%	planifie							
						55%	Realise							
Travaux de finition														
Executer les travaux de maconnerie	24	31-Dec-24	23-Jan-25	1786.84	1786.84	29%	planifie	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
							Realise							

Légende :

	Passable
	Achevé
	Non débuté
	Faible

Source : CCC, CHU d’Abobo

Une vérification de l'avancement par rapport au planning des 3 mois montre un retard au niveau des travaux pour le sous-sol des blocs C2, C3 et C4 du bâtiment principal.

Les ressources sur le site en matière de mains d'œuvre et de matériels sont insuffisantes par rapport à l'évolution prévisionnelle des effectifs.

Les zones en rouge indiquent que les tâches associées qui n'ont pas encore débutée. Les tâches de maçonneries n'ont pas encore débuté ce qui devrait être le cas. Nous sommes dans l'attente des résultats des écrasements pour le début des travaux de maçonneries.

Les zones en vert indiquent que les travaux sont achevés ce qui permet l'évolution des travaux.

L'avancement des travaux qui est de 9% par rapport au délai consommé de 75% du délai globale, ce qui augmente les inquiétudes vis-à-vis du respect du délai d'achèvement des travaux.

Une initiative proposée est d'augmenter la cadence des travaux, aussi effectuer des travaux de nuits, augmenter la main d'œuvre.

En conclusion nous notons trois facteurs affectant le délai qui sont réparti comme suit :

- Le manque de personnel
- Le manque de matériel et matériaux
- Le manque d'efficacité d'exécution

2. Analyse du contrôle des couts par attachement mensuels

L'utilisation de plans papier et d'Excel pour le calcul des quantités de béton, de remblai et d'étanchéité pour les attachements mensuels est une pratique courante dans le secteur de la construction. Cependant, cette méthode présente des défis en termes d'analyse des coûts.

- Saisie manuelle des données : La saisie manuelle des quantités à partir des plans papier vers Excel est sujette aux erreurs. Cela peut entraîner des écarts dans les calculs de coûts et des retards dans la facturation.

- Manque de précision : Les plans papier peuvent être difficiles à interpréter, ce qui peut conduire à des erreurs d'estimation des quantités et donc des coûts.
- Difficulté de suivi des modifications : Les modifications apportées aux plans papier peuvent ne pas être immédiatement reflétées dans les feuilles de calcul Excel, ce qui peut entraîner des incohérences et des erreurs dans les calculs de coûts.
- Manque de centralisation des données : Les informations relatives aux coûts sont dispersées entre les plans papier et les feuilles de calcul Excel, ce qui rend difficile l'analyse globale des coûts et le suivi des écarts par rapport au budget.

3. Analyse de la qualité des ouvrages exécutés

L'analyse de la qualité des ouvrages exécutés révèle certaines non-conformités par rapport aux normes établies et aux exigences du projet.

a. Défauts constatés

➤ Nid d'abeille avec exposition d'armature

Lors du décoffrage des poteaux du sous-sol du bâtiment principal (Bloc 4), des défauts de type nid d'abeille ont été observés, avec une exposition des armatures. Cette pathologie, fréquente dans les structures en béton armé, peut compromettre la durabilité et la résistance mécanique des éléments.

Afin de remédier à cette non-conformité, l'entreprise générale a proposé une solution de réparation, intégrée à son plan de gestion des non-conformités. Cependant, la mise en œuvre de cette solution a été conditionnée à l'approbation préalable du bureau de contrôle Veritas, conformément aux exigences du maître d'œuvre.

La solution retenue, après validation par Veritas, a consisté à appliquer un mélange de sable, de gravier, d'eau et d'adjuvant Sika Grout pour assurer une adhérence optimale entre l'ancien et le nouveau béton. Cette opération a été précédée d'un nettoyage méticuleux des poteaux afin d'éliminer tout débris et de favoriser un joint d'adhérence efficace.

➤ Armature piétinée par une chargeuse

Au cours des travaux de remblai au niveau du bâtiment principal, il a été constaté que les barres en attente étaient tordues. Une investigation a été menée, révélant que ce problème était dû au passage d'une chargeuse.

Afin d'évaluer l'impact de ce défaut sur la résistance des barres, une analyse a été effectuée. Celle-ci a conclu que le problème ne compromettait pas significativement la résistance des armatures, et qu'un simple redressement des barres serait suffisant.

Des mesures préventives ont été prises afin d'éviter la récurrence de ce type d'incident, notamment en sensibilisant le conducteur de la chargeuse et son équipe aux précautions à prendre lors des manœuvres à proximité des armatures.

➤ Remblai sur les semelles isolées avec du sable non conforme

Lors des travaux de remblai au niveau de la clôture, il a été constaté que le sous-traitant utilisait un sable ne répondant pas aux exigences du projet.

Afin de corriger cette non-conformité, il a été demandé au sous-traitant de retirer le sable non conforme et de le remplacer par un matériau conforme, provenant soit d'une carrière, soit d'un gisement marin, conformément aux spécifications du projet.

b. Conclusion

L'analyse de la qualité des ouvrages exécutés a mis en évidence certaines non-conformités. Celles-ci ont été prises en charge par l'entreprise générale, en collaboration avec le bureau de contrôle, le maître d'œuvre et l'assistant technique au maître d'ouvrage. Des solutions de réparation et des mesures préventives ont été mises en œuvre afin de garantir la qualité et la durabilité des ouvrages.

4. Analyse des résultats des essais

a. Acier

➤ Résultats

Les résultats des essais de traction sur les aciers prélevés sur le chantier sont les suivants :

- Limite d'élasticité (R_{eh}) : 618 MPa (conforme à la norme, car > 500 MPa)
- Résistance à la traction (R_m) : 717 MPa (conforme à la norme, car > 550 MPa)
- Allongement à la rupture (A) : 7,3 % (conforme à la norme, car > 5 %)
- Rapport R_m/R_{eh} : 1,16 (conforme à la norme, car $> 1,08$)
- Écart à la masse linéique : $\pm 4,1$ % (conforme à la norme, car $\leq \pm 6$ %)

➤ Interprétation

Les résultats montrent que les aciers testés sont conformes aux exigences de la norme NI 10523 : 2021 pour les aciers de nuance B 500 B. Les valeurs de R_{eh} , R_m , A , et le rapport R_m/R_{eh} sont tous supérieurs aux seuils minimaux requis. Cela confirme que les aciers utilisés sur le chantier sont de qualité et adaptés aux exigences structurelles du projet.

b. Béton (Essais de résistance à la compression)

➤ Résultats

Voici des résultats d'essais de résistance moyenne à la compression à différents jours.

- Résistance à 7 jours : La résistance moyenne est de 24,5 MPa.
- Résistance à 14 jours : La résistance moyenne est de 29,0 MPa.
- Résistance à 28 jours : La résistance moyenne est de 30,4 MPa, ce qui est conforme à la résistance requise de 30 MPa.

➤ Interprétation

Voici les interprétations des résultats :

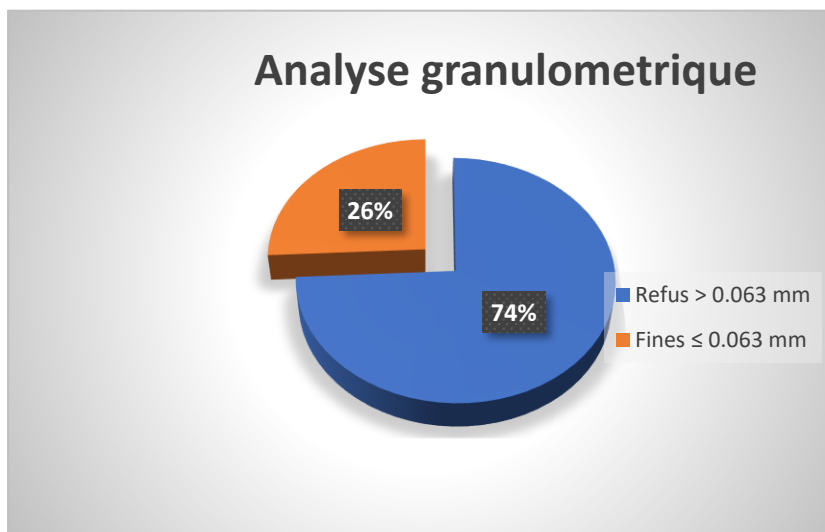
- Résistance à 28 jours : La résistance moyenne de 30,4 MPa est conforme à la norme C30/37, garantissant que le béton peut supporter les charges structurelles prévues.

c. Remblais

➤ Analyse granulométrique

• Résultats

Figure 37: Résultats de l'analyse granulométrique



Refus cumulé à
0,063 mm : 74 %

% de fines :
25,71 %

Module de finesse
(MF) : 1,35

Source : OWE Jean Samuel, PFE

- Interprétation

Le matériau présente une majorité de particules sableuses (74 % > 0,063 mm), une teneur élevée en fines (25,71 %) et un module de finesse faible (1,35), indiquant une granulométrie déséquilibrée. Cette composition permet un bon drainage mais présente un risque de sensibilité à l'eau et une stabilité mécanique réduite. Une attention particulière doit être portée au compactage et à la gestion de l'humidité, et un ajout de granulats plus grossiers pourrait être nécessaire pour améliorer la portance.

➤ Limites d'Atterberg

- Résultats

Limite de liquidité (WL) : 52,81 %

Une limite de liquidité supérieure à 50 % indique un sol sensible à l'eau, ce qui peut nécessiter des précautions supplémentaires lors du compactage.

Limite de plasticité (WP) : 26,36 %

Une limite de plasticité modérée indique que le sol peut être moulé sans se fissurer, mais il reste plastique.

Indice de plasticité (IP) : 26,45 %

Un IP de 20% < 26,45 % < 40% indique un sol moyennement plastique, ce qui peut poser des problèmes de stabilité si la teneur en eau n'est pas bien contrôlée.

- Interprétation

Les résultats montrent un sol moyennement plastique ($IP = 26,45 \%$), ce qui peut poser des problèmes de stabilité si la teneur en eau n'est pas bien contrôlée. Des mesures supplémentaires, comme l'ajout de matériaux granulaires, peuvent être nécessaires pour réduire la plasticité.

➤ Essai Proctor modifié

• Résultats

Teneur en eau optimale (W_{opt}) : 16,75 %

Une teneur en eau optimale autour de 16 % est typique pour un sol limoneux.

Densité sèche maximale (ρ_{dopt}) : 1,83 t/m³

Une densité sèche maximale de 1,83 t/m³ est acceptable pour un sol limoneux.

• Interprétation

La courbe Proctor montre un pic à une teneur en eau de 16,75 %, correspondant à une densité sèche maximale de 1,83 t/m³. Cela indique que le sol peut être compacté de manière optimale à cette teneur en eau, ce qui est favorable pour la stabilité du remblai.

➤ Conclusion

Nous avons finalement opté pour le remblai hydraulique pour une rapidité d'exécution.

5. Autres facteurs d'influence de la qualité

Il existe d'autres facteurs qui influencent la qualité du contrôle et du suivi des travaux sur le site. Nous avons :

- Le manque de communication entre les parties prenantes
- Manque de disponibilités de plans
- Modification de plans sans information
- Non-respect de normes de sécurité et refus de coopération

II. METHODE D'ANALYSE STATISTIQUES DE LA QUALITE

1. Contrôle par échantillonnage de lot de contrôle

Le contrôle par échantillonnage est une méthode consistante à prélever une partie des échantillons individuels de l'ensemble selon le principe de l'échantillonnage aléatoirement à déduire le niveau global de qualité en fonction des résultats du contrôle sur les échantillons.

Par exemple, Pour les essais de résistance à la traction de l'acier, on prend trois (3) échantillons de 1 m de longueur de différents diamètres

Les échantillons du lot de contrôle doivent être prélevés pour répondre aux exigences de distribution uniforme et représentative.

2. Méthode de stratification

a. Définition

La méthode de stratification ou méthode de classification est une méthode d'analyse qui consiste à regrouper et ranger les données brutes collectées par l'enquête d'après une certaine nature et selon les différents objectifs et exigences. C'est l'une des méthodes fondamentales de l'analyse statistique du contrôle de la qualité.

b. Procédures et applications

Nous avons :

- Identifier les variables de stratification : Déterminez les critères qui sont les plus pertinents pour évaluer la qualité des travaux.
- Diviser le projet en couche : Répartissez les différents éléments du projet en fonction des variables de stratification identifiées. Chaque élément doit appartenir à une seule strate.
- Sélectionner un échantillon dans chaque strate : Utilisez une méthode d'échantillonnage aléatoire simple pour sélectionner un échantillon d'éléments à contrôler dans chaque couche.
- Réaliser les contrôles qualité : Effectuez les inspections et les tests nécessaires sur les éléments sélectionnés dans chaque couche.

- Analyser les résultats : Compilez et analysez les résultats des contrôles qualité pour chaque strate et pour l'ensemble du projet.

Tableau 8 : méthode de stratification

Sous-traitants	Qualité du bétonnage de poteau	RDC	
		Nombre de poteaux	Taux de non-conformité (%)
Bloc 2 Nord joint 3	Non-conformité	8	33
	Conformité	24	
Bloc 3 Nord joint 1	Non-conformité	7	25
	Conformité	21	
Bloc 4 Nord Joint 3	Non-conformité	6	19
	Conformité	26	
TOTAL	Non-conformité	15	26
	Conformité	71	

Source : OWE Jean Samuel, PFE

Dans cette analyse de la qualité du bétonnage des poteaux, 86 poteaux ont été contrôlés, dont 15 non conformes, et le taux de conformité est de 17%.

3. Méthode de diagramme d'agencement

a. Définition

La méthode de diagramme d'agencement ou diagramme de Pareto est un outil statistique qui permet de visualiser et d'identifier les causes les plus importantes d'un

problème, d'un défaut ou d'un phénomène. Il est basé sur le principe de Pareto, également connu sous le nom de loi des 80/20, qui stipule qu'environ 80 % des effets sont dus à 20 % des causes.

b. Application

Tout d'abord, nous avons procédé à une collecte de données sur le site de construction.

Nous avons collecté deux (2) types de problèmes qui sont les nids d'abeille et la dégradation du béton. Voir le tableau ci-dessous :

Tableau 9 : Elément de contrôle et points de non-conformité

Elément de contrôle	Nombre de points non conformes
Nid d'abeille	8
Dégradation du Béton	
Cote	6
Perpendicularité	1
Planéité de la surface	4
Dimension de la section	2

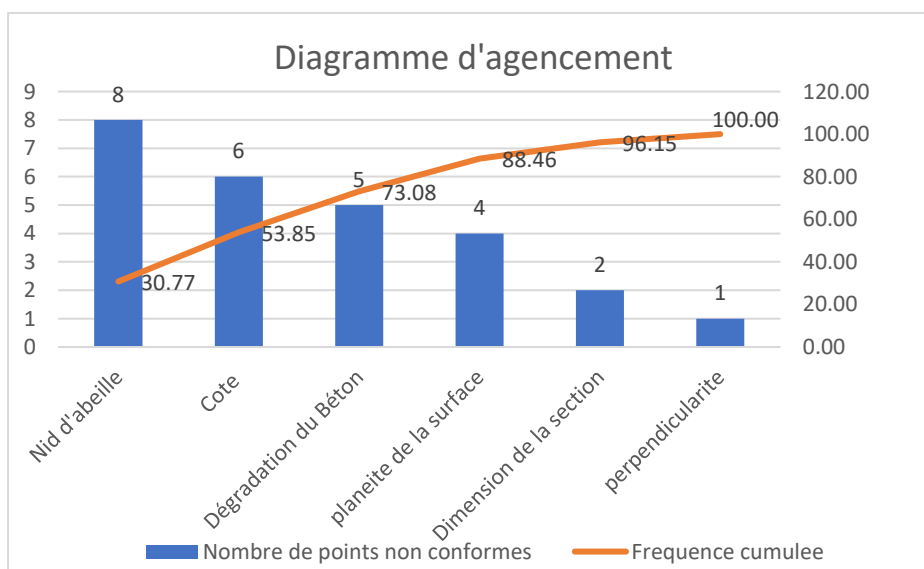
Source : OWE Jean Samuel, PFE

Tableau 10 : Méthode d'agencement

N	Elément de contrôle	Nombre de points non conformes	Fréquence	Fréquence cumulée
1	Nid d'abeille	8	30.77	30.77
2	Cote	6	23.08	53.85
3	Dégradation du Béton	5	19.23	73.08
4	Planéité de la surface	4	15.38	88.46
5	Dimension de la section	2	7.69	96.15
6	Perpendicularité	1	3.85	100.00
Total		26	100.00	

Source : OWE Jean Samuel, PFE

Figure 38 : Diagramme d'agencement



Source : OWE Jean Samuel, PFE

Nous pouvons classer les pathologies en 3 groupes.

Catégorie A, c'est à dire les facteurs principaux (0 à 80%), sont le nid d'abeille, la cote et la dégradation du béton.

Catégorie B, c'est à dire les facteurs secondaires (80 à 90%), on a la planéité de la surface.

Catégorie C, c'est à dire les facteurs généraux (90 à 100%), on a la dimension de la section et la perpendicularité.

4. Autres méthodes d'analyse statistique

➤ Méthode de diagramme causes et effets

Contrairement au diagramme d'agencement qui se concentre sur les principaux problèmes qui affecte la qualité, La méthode de diagramme causes et effets a pour objectif d'identifier les différentes causes des problèmes de qualité afin de prendre des mesures pour les corriger.

➤ Méthode d'histogramme

Cette méthode consiste à traiter, ranger, observer et analyser les données de qualité collectées pour dresser l'histogramme de la distribution de fréquence.

➤ Méthode de diagramme de contrôle

La méthode du diagramme de contrôle est une technique graphique qui consiste à dresser en points les données d'échantillons collectées régulièrement dans un processus selon un ordre et un type d'outil qui sert à déterminer si le processus est normal ou anormal.

➤ Méthode de diagramme de corrélation

Aussi appelé diagramme de dispersion, c'est un graphique qui montre la relation entre deux types de données de qualité. Il existe généralement trois types de relation : La relation entre la caractéristique de qualité et le facteur d'influence, entre les caractéristiques de qualité et la relation entre les facteurs d'influence.

III. LA ROUE DE DEMING (PDCA)

La roue de Deming, également connue sous le nom de cycle PDCA (Plan-Do-Check-Act), est une méthode de gestion de la qualité qui vise à améliorer en continu les processus et les produits. Elle se compose de quatre étapes clés :

1. Plan (Planifier)

Cette phase consiste à identifier les problèmes, analyser les causes racines, et élaborer un plan d'action pour les résoudre. L'objectif est de définir des objectifs clairs et de mettre en place des stratégies pour les atteindre. Par exemple, dans un projet de construction, cela peut inclure la planification des ressources, des délais et des méthodes de travail.

2. Do (Faire)

Cette étape consiste à mettre en œuvre le plan élaboré lors de la phase de planification. Il s'agit d'exécuter les actions prévues tout en surveillant leur déroulement. Par exemple, cela peut inclure la réalisation des travaux de construction selon les spécifications techniques et les normes de qualité définies.

3. Check (Vérifier)

Cette phase permet de contrôler les résultats obtenus par rapport aux objectifs fixés. Il s'agit de mesurer l'efficacité des actions mises en place et de vérifier si les résultats sont conformes aux attentes. Par exemple, cela peut inclure des inspections sur le chantier pour vérifier la qualité des ouvrages ou l'analyse des écarts par rapport au planning.

4. Act (Agir)

La dernière étape consiste à tirer des conclusions des résultats obtenus et à mettre en place des actions correctives ou préventives pour améliorer le processus. Si les résultats sont satisfaisants, les actions peuvent être standardisées. Sinon, des ajustements sont nécessaires pour corriger les écarts et améliorer les performances. Par exemple, cela peut inclure la mise en place de nouvelles procédures pour éviter les retards ou les défauts de qualité.

5. Application

Dans le contexte du contrôle qualité et du suivi des travaux, la roue de Deming permet de structurer une démarche d'amélioration continue. Elle aide à identifier les problèmes, à mettre en œuvre des solutions, à vérifier leur efficacité, et à ajuster les processus pour garantir une qualité optimale tout au long du projet. Par exemple, en cas de non-

conformités détectées lors des inspections, le cycle PDCA peut être utilisé pour analyser les causes, mettre en place des corrections, et prévenir la récurrence des problèmes.

IV. LES OUTILS DE SUIVI DES TRAVAUX

1. BIM (Building Information Modeling)

a. Définition du BIM (Modélisation des Informations du Bâtiment)

Le BIM est bien plus qu'une simple maquette 3D. C'est une représentation numérique riche et dynamique du bâtiment, contenant une multitude d'informations sur ses composants (murs, fenêtres, portes, etc.), leurs caractéristiques techniques, leurs relations entre eux, et bien plus encore.

L'objectif principal du BIM est d'améliorer la collaboration et la communication entre les différents acteurs d'un projet de construction (architectes, ingénieurs, entrepreneurs, propriétaires, etc.), de réduire les erreurs et les coûts, d'optimiser les délais, et de faciliter la gestion du bâtiment tout au long de sa durée de vie.

b. Avantages du BIM

Les avantages du BIM sont nombreux parmi lesquels, nous avons :

- Amélioration de la collaboration
- Estimation précise des coûts
- Optimisation de la gestion des approvisionnements
- Une meilleure coordination des corps de métier

c. Tableau de comparaison de projets

Tableau 11 : Tableau comparatif complet : Hôpital de Shenzhen et CHU d'Abobo

Critères	Hôpital de Shenzhen (avec BIM)	CHU d'Abobo (sans BIM)	Analyse comparative
Localisation	Shenzhen, Chine	Abobo, Côte d'Ivoire	-
Surface	350 000 m ²	19 hectares	-
Capacité	2 000 lits	600 lits	-
Budget	1,2 milliard USD (+8% maîtrisé)	52 milliards FCFA	Le BIM permet une meilleure anticipation des coûts
Durée	4 ans (livré avec 6 mois d'avance)	36 mois prévus (15% achevé à 31 mois)	Retard critique de 85%
Technologie	• Modélisation 3D (Revit/Tekla) • Simulation des flux • Détection de 320+ conflits • Planning 4D	• Plans 2D PDF/imprimés • Coordination physique • Gestion papier/PDF • Suivi manuel	Le BIM offre des outils collaboratifs avancés
État d'avancement	Planning 4D optimisé	Retard majeur	-
Causes des retards	Aucun retard significatif	• Financières (80%) • Coordination (20%)	Le BIM réduit les retards techniques mais ne compense pas les problèmes financiers
Détails financiers	Simulation financière intégrée	• Retards de paiement • Délais d'approvisionnement • Inflation	Approche BIM plus fiable pour le contrôle budgétaire
Coordination	Plateforme collaborative	• Plans non synchronisés • Réunions chronophages • Incohérences	Le BIM aurait résolu 20% des causes de retard
Rôle dans le projet	-	Assistant technique MOA (inspection, réception, contrôle)	-

Source : OWE Jean Samuel, PFE

2. Applications mobiles

L'avènement des technologies mobiles a profondément transformé le secteur de la construction, notamment en ce qui concerne le contrôle qualité et le suivi des travaux.

Elles permettent notamment :

- La dématérialisation des inspections : Les formulaires d'inspection numériques, personnalisables et accessibles sur mobile, remplacent avantageusement les supports papier.
- Le suivi en temps réel des non-conformités : Les applications permettent de signaler les non-conformités dès leur identification et d'attribuer les responsabilités pour la correction.
- La gestion optimisée des tâches : Les intervenants sont notifiés des tâches qui leur sont assignées, peuvent consulter les instructions et les documents nécessaires, et rendre compte de l'avancement de leur travail.
- Le suivi précis de l'avancement des travaux : Les applications permettent de suivre l'avancement des travaux en temps réel et de comparer l'avancement réel par rapport au planning prévisionnel.
- La centralisation de la documentation : Les applications offrent un accès mobile aux plans, aux documents techniques, aux spécifications et à tous les documents importants du projet.
- La communication et la collaboration fluide

Par exemple, nous avons des applications comme :

- Aconex : C'est une plateforme de gestion de projets de construction qui permet de stocker, partager et gérer des plans, des documents et des modèles 3D. Elle facilite la collaboration entre les acteurs du projet et intègre des outils pour suivre les tâches, les workflows et les versions des documents. Elle est également compatible avec le BIM.
- BIM 360 (Autodesk) : Cette plateforme est axée sur la collaboration et le partage d'informations autour des modèles BIM. Elle permet de gérer les documents, de coordonner les corps de métier, de suivre les problèmes, etc.

3. Autres outils de communication

Les messageries instantanées comme WhatsApp, Telegram sont pratiques pour les échanges rapides et informels. Elles peuvent être utilisées pour coordonner les tâches, partager des informations urgentes ou simplement maintenir le lien entre les équipes.

Aussi les courriers électroniques comme Gmail, Outlook restent un outil de communication important, en particulier pour les échanges formels ou pour l'envoi de documents officiels.

Bien que de plus en plus d'outils digitaux soient utilisés, le téléphone reste un moyen de communication direct et efficace, notamment pour les situations d'urgence ou les discussions nécessitant une interaction immédiate.

De plus, les réunions régulières sur le chantier sont indispensables pour faire le point sur l'avancement des travaux, discuter des problèmes rencontrés et prendre des décisions collectives. Elles permettent de maintenir le dialogue entre les différents acteurs du projet.

Conclusion partielle

Pour résumer, ce chapitre a mis en lumière les insuffisances dans le contrôle qualité et le suivi des travaux, tout en suggérant des solutions qui pourraient vraiment aider à améliorer l'efficacité et la qualité du projet. Grâce aux méthodes d'analyse statistique et aux outils technologiques actuels, nous avons des opportunités intéressantes pour optimiser la gestion des chantiers et assurer le succès des projets de construction.

CONCLUSION GENERALE

Ce mémoire a exploré le contrôle qualité et le suivi des travaux lors de la construction du CHU d'Abobo. Nous avons identifié des défis tels que les retards et les non-conformités, et proposé des solutions comme l'utilisation des méthodes statistiques, de l'amélioration continue et de l'intégration du BIM et des applications mobiles pour améliorer la communication et la qualité des ouvrages.

Le stage au BNETD a été une expérience enrichissante, nous permettant d'appliquer nos connaissances théoriques sur le terrain. Nous avons réalisé des essais sur les matériaux, participé aux réunions de chantier et collaboré avec divers acteurs. Ces expériences ont renforcé nos compétences techniques et managériales, nous préparant à relever les défis de notre future carrière.

Le contrôle qualité ne se limite pas à la conformité aux normes, il permet aussi d'améliorer les performances globales des bâtiments. Dans un contexte de développement durable, comment pouvons-nous innover pour construire des bâtiments plus performants et écologiques ? L'intégration de technologies comme le BIM et l'utilisation de matériaux durables pourraient être des pistes prometteuses pour l'avenir.

Ce mémoire et ce stage ont été des étapes clés dans notre formation, nous préparant à contribuer à l'évolution du secteur des bâtiments tout en répondant aux enjeux de qualité et de durabilité.

WEBOGRAPHIE

- [Exemple de phasage détaillé d'un projet de construction - Le blog AEC](#) consulté le 7 janvier 2025
- <https://methodesbtp.com/articles/le-plan-d-installation-de-chantier/> consulté le 9 janvier 2025
- <https://www.4geniecivil.com/2025/01/cours-dorganisation-et-gestion-de.html#12> consulté le 8 janvier 2025
- <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/construction-et-travaux-publics-th3/les-betons-dans-la-construction-42221210/qualite-du-beton-essais-contrôles-et-verifications-c2276/contrôle-a-la-mise-en-uvre-c2276v2niv10003.html> consulté le 6 janvier 2025
- <https://ivoirepolitique.org/laces-aux-soins-dans-les-hopitaux-publics-ivoiriens-une-analyse-par-le-modele-de-comptage-observatoire-de-la-francophonie-economique-aout-2020/> consulté le 11 décembre 2024
- [Suivi de chantier et gestion de planning : clés de succès dans le BTP](#) consulté le 7 décembre 2024

BIBLIOGRAPHIE

- Professor LIU Meilin, Quality control and Acceptance of Engineering Construction course
- Professor CHENG Tieben, Construction organization design of building engineering
- R. Adrait/ D. Sommier, Guide du constructeur en bâtiment, Editions hachette technique 1985-1986

ANNEXES

- ANNEXE 1 : FICHE D'INSPECTION
- ANNEXE 2 : RESULTATS DES ESSAIS DE RESISTANCE A LA COMPRESSION SUR LE BETON
- ANNEXE 3 : RESULTATS DES ESSAIS DE RESISTANCE A LA TRACTION DE L'ACIER
- ANNEXE 4 : RESULTATS DES ESSAIS : ANALYSE GRANULOMETRIQUE, LIMITES D'ATTERBEG, PROCTOR MODIFIE

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	i
DEDICACE	ii
REMERCIEMENTS	iii
AVANT PROPOS	iv
LISTE DES FIGURES	v
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS	viii
RESUME	ix
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
I. CONTEXTE ET JUSTIFICATION	1
II. PROBLÉMATIQUE.....	1
III. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	2
1. Objectif général	2
2. Objectifs spécifiques.....	2
IV. HYPOTHÈSES	2
V. MÉTHODOLOGIE ET PLAN DE TRAVAIL	3
1. Méthodologie.....	3
2. Plan d'étude.....	3
CHAPITRE 1 : GENERALITES	4
I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL	5
1. Historique et statut juridique	5
2. Missions et objectifs	6
a. Missions du BNETD	6
b. Objectifs du BNETD	7
3. Domaines d'intervention et organisation.....	7
a. Domaines d'intervention.....	7
b. Organisation du BNETD	9
II. PRESENTATION DU PROJET	12
1. Situation géographique	12
2. Caractéristiques du projet	12
3. Avantages du projet	13
4. Intervenants sur le projet	13
5. Financement du projet	14
	74

III.	GENERALITES SUR LE SUIVI ET CONTROLE QUALITE	15
1.	Qualité et contrôle qualité.....	15
a.	Définition	15
b.	Propriétés de la qualité des travaux.....	15
c.	Les facteurs d'influence de la qualité	16
2.	Système de gestion de la qualité des travaux	16
a.	Normes	16
b.	Principes de contrôle de la qualité d'exécution	17
3.	Responsabilité de qualité de chaque partie.....	18
a.	Maitre d'ouvrage (MOA)	18
b.	Maitre d'ouvrage délégué (MOD)	18
c.	Maitre d'œuvre (MO)	18
d.	Assistant technique au maitre d'ouvrage (ATMO)	18
e.	L'entreprise générale.....	19
f.	Les sous-traitants.....	19
4.	Documents contractuels.....	19
a.	Le contrat de construction	19
b.	Le cahier de charges	19
c.	Les plans d'exécutions.....	20
5.	Suivi des travaux	20
a.	Définition	20
b.	Enjeux	20
c.	Méthodes	21
CHAPITRE 2 : SUIVI ET CONTROLE QUALITE ET DU BATIMENT PRINCIPAL DU CHU D'ABOBO		23
I.	CONTROLE QUALITE ET SUIVI DES COUTS ET DES DELAIS	24
1.	Suivi des couts	24
a.	Calcul des quantités de béton	24
b.	Calcul des quantités de remblai	25
c.	Calcul de surface d'application d'étanchéité	26
d.	Réception des PVC et autres	26
2.	Suivi des délais	27
a.	Définition, Importance, outils et méthodes de contrôle.....	27
b.	Présentation d'un contrôle du planning.....	28
II.	CONTROLE ET SUIVI DES OUVRAGES.....	34
1.	Ferraillage	34
		75

a.	Vérification	34
b.	Prélèvement des aciers	36
c.	Essais.....	37
2.	Coffrage	39
3.	Bétonnage	41
a.	Suivi des travaux de coulage	41
b.	Prélèvement	42
c.	Essais.....	43
4.	Etanchéité	45
5.	Remblai.....	47
a.	Vérification	47
b.	Prélèvement	48
c.	Essais.....	48
 CHAPITRE 3 : ANALYSE ET PROPOSITION DE SOLUTIONS		
D'OPTIMISATION DU SUIVI ET CONTRÔLE QUALITÉ DES TRAVAUX		52
 I. ANALYSE DU CONTRÔLE QUALITÉ ET DU SUIVI DU CHU D'ABOBO		
53		
1.	Analyse du délai	53
2.	Analyse du contrôle des coûts par attachement mensuels.....	54
3.	Analyse de la qualité des ouvrages exécutés	55
a.	Défauts constatés	55
b.	Conclusion	56
4.	Analyse des résultats des essais.....	56
a.	Acier.....	56
b.	Béton (Essais de résistance à la compression)	57
c.	Remblais	57
5.	Autres facteurs d'influence de la qualité	59
II. METHODE D'ANALYSE STATISTIQUES DE LA QUALITÉ		60
1.	Contrôle par échantillonnage de lot de contrôle.....	60
2.	Méthode de stratification	60
a.	Définition	60
b.	Procédures et applications.....	60
3.	Méthode de digramme d'agencement.....	61
a.	Définition	61
b.	Application.....	62
4.	Autres méthodes d'analyse statistique.....	64

III.	LA ROUE DE DEMING (PDCA)	64
1.	Plan (Planifier).....	65
2.	Do (Faire)	65
3.	Check (Vérifier).....	65
4.	Act (Agir)	65
5.	Application	65
IV.	LES OUTILS DE SUIVI DES TRAVAUX.....	66
1.	BIM (Building Information Modeling)	66
a.	Définition du BIM (Modélisation des Informations du Bâtiment)	66
b.	Avantages du BIM.....	66
2.	Applications mobiles	67
3.	Autres outils de communication	69
	CONCLUSION GENERALE	70
	WEBOGRAPHIE	71
	BIBLIOGRAPHIE	72
	ANNEXES	73
	TABLE DES MATIERES	74

ANNEXE 1

		TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE (CHU) D'ABOBO				DIEM 	
N° DE CONTRAT 1237		FORM N° FM-PQMP-1237-011-001		TOUR. NON. / DATE 000/07-11-2021		PAGE 1 sur 1	
TITRE DU DOCUMENT DEMANDE D'INSPECTION DES TRAVAUX (WIR)							
DÉTAILS DE L'INSPECTION PRÉVUE PAR L'EQUIPE DE CONSTRUCTION PARTIE A							
DATE DE PUBLICATION : 21-10-24		DISCIPLINE		GENIE CIVIL		WIR SÉRIE: 1237-CHUA-WIR-CIV-01742	
DATE INSPECTION(INT): 21-10-24		SYSTÈME :		TERRASSEMENTS		RÉV (Int / Ext) : a 0	
						NO.SÉQUENTIEL : 1742	
DATE INSPECTION BUREAU DE CONTROL		SOUS-SYSTÈME :		1.1.8.REMBLAIS D'APPORT SELECTIONNES (SABLE DE CONCASSAGE OU TUFFEUX)			
LOCALIZATION/BATIMENT:		BÂTIMENT PRINCIPAL		DÉSIGNATION D'ESPACE : BLOC 3		N° D'ESPACE :	
ITP NO. /CLAUDE:		ITP-CIV-002		NIVEAU		SOUS SOL	
LA DESCRIPTION		INSPECTION DE LA 1ère COUCHE DU REMBLAIS COMPACTE DU SOUS DALLAGE DU SOUS-SOL DU BLOC 3 (Partie 1 et 2) (Voir WIR 1664)					
SOUS TRAITANT/INGÉNIEUR DE SITE: Trace Anis		SIGNATURE:					
CONFIRMATION DU MEP/ARPEUTEUR-COFFRAGE DE L'ENTREPRENEUR (tel que demandé) PARTIE B							
ARPEUTEUR : _____ MEP (ELEC.) : _____ MEP (MÉC.) : _____							
CONFIRMATION DE L'INSPECTION QC DE L'ENTREPRENEUR PARTIE C							
CONFIRMATION DE LA COORDINATION ET DE LA CONFORMITÉ AUX SPÉCIFICATIONS/DESSIN(S) D'ATELIER							
CASE : ☒ YES ☐ NO REMARQUE : SI NON, TOUTE DÉVIATION PAR RAPPORT AUX SPÉCIFICATIONS, DESSINS APPROUVÉS DOIVENT ÊTRE ENREGISTRÉS COMME CI-DESSOUS.							
RAPPORT DE NON-CONFORMITÉ CI-JOINT - NCR REF. NON. _____							
COMMENTAIRE(S) DU CQ : _____							
INGÉNIEUR CQ: Koua Kou Benoit		SIGNATURE:		DATE: 21/10/2024			
CONFIRMATION DU SPÉCIALISTE TIERS ET/OU COFFRAGE (tel que demandé) PARTIE D							
SIGNATURE: _____							
3ÈME PARTIE : _____							
COMMENTAIRES DU BUREAU DE CONTROL SECTION E							
DISCIPLINE : ☒ CIVIL/STRUC. ☐ ARCH. ☐ MEP/ELEC. ☐ MEP/MECH. ☐ AUTRE.							
CODE D'ÉTAT : FA3							
☒ Approuvé (A) ☐ Approuvé avec commentaire (B) ☐ Rejeté (C) ☐ Pour information (D)							
SI LE STATUT WIR "C", VEUILLEZ CLASSER LA CAUSE PROFONDE DU REJET DANS LA LISTE CI-DESSOUS PARTIE F							
☐ Ouvrage incomplet ☐ Utilisation de matériel non approuvé/mauvais ☐ Ne pas suivre les spéc du projet/DWG/MS ☐ Documentation indisponible ☐ Mauvaise Qtl. de fabrication ☐ Pré-activité/MEP non libéré ☐ Ne pas suivre les procédures du projet/ITP ☐ Autres							
SI WIR "ANNULÉ", VEUILLEZ CLASSER LA CAUSE PROFONDE DE L'ANNULATION DANS LA LISTE CI-DESSOUS PARTIE G							
☐ Des problèmes de sécurité ☐ Manque de matériel ☐ Autres ☐ Manque de personnel ☐ Manque d'équipement de ☐ Conditions météorologiques ☐ de transport ☐ de l'équipement de							
LES COMMENTAIRES DE L'INGÉNIEUR NE SOULÈGENT L'ENTREPRENEUR D'AUCUNE DE SES RESPONSABILITÉS RELATIVES AU STATUT DU CONTRAT.							
NOM DE L'INGÉNIEUR :		SIGNATURE:		DATE: 21/10/2024			

ANNEXE 2



Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics
04 39 03 481 04 Téléphone 21 21 23 00 / 21 21 23 23
Fax 21 25 33 69 Email btb@lbp.ci

Réf. PR2-SP1-ENG0069
Version 02

PROCÈS VERBAL D'ESSAI MÉCANIQUE SUR BETON HYDRAULIQUE

RÉFÉRENCE DU CHANTIER			
Demandeur	CDE	Dossier N°	2023-DG/CMC/0391
Maître d'ouvrage		Maître d'œuvre	
Chantier	Travaux de construction du CHU d'ABOBO	Type d'intervention	Contrôle
Partie d'ouvrage		Rc	C30/37
Version du pv		Réception le	
PV d'essai n°	75	Réceptionné le	
N° Bon livraison (BL)	209313	CENTRALE	TECHNIC BETON
Volume fabriqué		Temp. extérieure	
Mode de serrage	PIQUAGE	Temp. béton	20.05.23
Ajout sur chantier		TOUPIE N°	CAMION FBN 020
		Heure de prélèvement	17H15

* Dans le cas où l'échantillon n'a pas été prélevé par notre unité technique, celle-ci n'assume pas la responsabilité de la fidélité du prélèvement

PRÉLÈVEMENT			
Lieu de prélèvement	CHANTIER	Prélevé le	19/01/2025
		par	K. CELESTIN
		opérateur des essais mécaniques	K. CELESTIN

NF EN 12350-2 Essais pour le béton frais Essai d'affaissement (Chantier)

205 (mm)

Mode de conservation des éprouvettes : Eau thermostatée A 20°C +/- 2°C - NF EN 12390-2

Mode de préparation des surfaces d'appui : Mortier de souffre selon la norme NF EN 12390-3

ESSAIS SUR BETON HYDRAULIQUE									
Essais pour béton durci : résistance à la compression des éprouvettes - NF EN 12390-3									
Numéro d'éprouvette	Modèle	Age	Date d'essai	Masse (g)	M.V.A. (Vmr)	Force brute (kN)	Force corrigée (kN)	Résist corrigée (MPa)	
82	CPA ₈₂	8 Jour(s)	24/01/2025	14 974	2,33	503 781	509 913	25,5	
83	CPA ₈₃	8 Jour(s)	24/01/2025	14 314	2,19	514 435	519 740	26,0	
84	CPA ₈₄	8 Jour(s)	24/01/2025	14 364	2,32	448 718	450 843	22,5	
Moyenne					2,28			24,7	
85	CPA ₈₅	15 Jour(s)	31/01/2025	15 188	2,37	559 012	564 146	28,2	
86	CPA ₈₆	15 Jour(s)	31/01/2025	14 302	2,32	572 302	579 282	28,9	
87	CPA ₈₇	15 Jour(s)	31/01/2025	14 395	2,33	591 281	596 272	29,8	
Moyenne					2,34			29,0	
88	CPA ₈₈	28 Jour(s)	13/02/2025	14 390	2,33	519 103	524 811	26,2	
89	CPA ₈₉	28 Jour(s)	13/02/2025	14 395	2,33	591 072	597 174	29,9	
90	CPA ₉₀	28 Jour(s)	13/02/2025	14 892	2,33	612 010	619 321	30,9	
Moyenne					2,33			30,4	

COMPOSITION DU BETON			
MATERIAUX	TYPES	UNITES	QUANTITES
Ciment	CPA 42,5	kg	-
Sable 1			-
Sable 2			-
Gravillons 1			-
Eau			-
Adjuvant			-
DOSAGE			-
OBSERVATIONS			

Abidjan, le 17/02/2025

CHARGÉE D'ETUDE

DEHO AIMEE-LAURE

SECRÉTAIRE DE DIVISION MATERIAUX DE CONSTRUCTION

COULIBALY AN

Commentaire : A 28 jours d'âges, la valeur de l'étendue (E/M) entre l'éprouvette N°88 et N°89, est supérieure à 15% (valeur de E/M recommandée par la NF EN norme 206-A2). L'éprouvette N°88 présente une valeur de 26,2 MPa à la compression. Cette valeur de 26,2 MPa semble s'écarter des deux autres valeurs donc elle ne sera pas retenue dans le calcul de la moyenne.

NB : Presse MATEST, de plage de mesure 3000kN, type CO71PN198 étalonnée le 01/03/2024. Fcorrigée=Flue*1,0033+3,5894

Balance Balance ELECTRONIQUE MATEST N° B 1406-118-2021, Etalonné le 14/05/2024

Diffusion

CLIENT 1 Exemple
LBTP 1 Exemple

ANNEXE 3



Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics
04 BP 03 ABIDJAN 04
Tél : 27 21 21 23 23 / 00 - Fax: 27 21 25 36 71

N° Dossier : 2024/DGC/MC/0391
Date des essais : 12/02/2025 au 13/02/2025
Date de prélèvement : 04/02/2025
Date de réception : 07/02/2025

Réf: PR2-SP1/ENG/073
Version: 01

CONTRÔLE D'ARMATURES POUR BETON ARME

Presse d'essais : PRESSE UNIVERSELLE DE 100 TONNES
Marque : MATEST Type : H001P144/BB/0002
Etalonné le : 25/07/2024
Norme de référence : NI 10523 : 2021

Code échantillon : 0185/FB-01/2025
Client : CDE
Chantier : Travaux de construction du CHU d'ABOBO

Identité du matériau : B 500 B
Echantillon prélevé par : LE CLIENT

CONTRÔLE DE CONFORMITE DE FER A BETON (HA)

Nomenclature	Diamètre Nominal	Masse linéique	Ecart à la masse linéique théorique	Caractéristiques géométriques				Caractéristiques mécaniques					Observations
				a	b	c		R _{elt}	R _m	A _g	Z	R _m /R _{elt}	
Unités	mm	g/m	%	mm	mm	mm		MPa	MPa	%	%		NI 10523 : 2021
1	8	382	-3,4	0,60	0,20	5,20		528	591	7,1	59,4	1,12	- Ecart à la masse linéique $\pm 8\%$ - $R_{m}/R_{elt} \geq 1,08$ - $A_g \geq 5\%$ - $a \leq 0,24$ - $3,2 \leq c \leq 9,6$ - $h \leq 1,2$ - $R_{elt} \geq 500 \text{ N/mm}^2$ *Acier B 500 B - CONFORME
2		378	-4,2	0,60	0,20	5,20		525	588	6,6	59,2	1,12	
3		382	-3,4	0,60	0,20	5,20		528	591	7,0	59,4	1,12	

Caractéristiques géométriques

- a - Mesure des sections pleines à froid
- b - Ecartement entre sections pleines, à froid $\leq 0,24$
- c - Mesure des sections pleines à froid

Caractéristiques mécaniques

- R_{elt} - Limite d'élasticité allongée
- R_m - Résistance à la rupture
- A_g - Allongement total sous charge maximale
- Z - Coefficient de prise

Caractéristiques de la norme NI 10523 : 2021

- 1 - Ecart à la masse linéique $\pm 8\%$
- 2 - Rapport $R_{m}/R_{elt} \geq 1,08$
- 3 - $A_g \geq 5\%$
- 4 - $a \leq 0,24$

CHARGE D'ETUDES

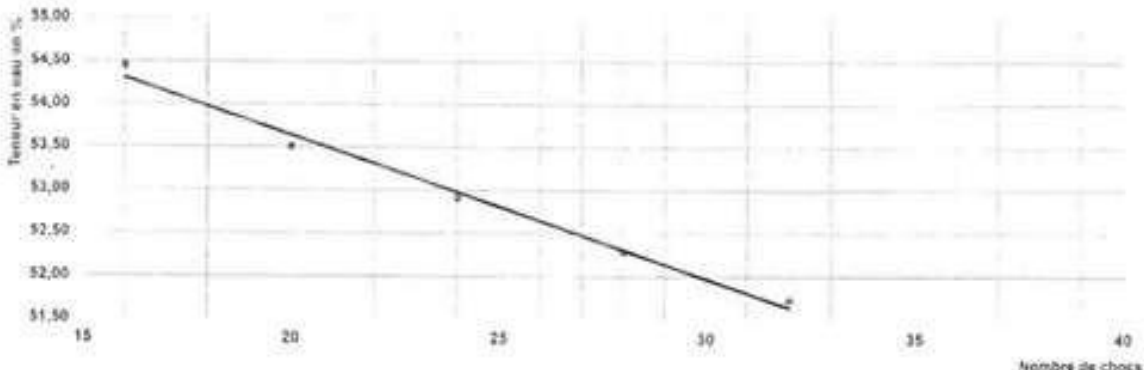
DEHO TAN AHMIE-CAURE

RESPONSABLE MATERIAUX

COUDJIBLY ALI

Abidjan, 17 Février 2025

ANNEXE 4

	PROCES VERBAL D'ESSAI	Réf: PR2-SP3/ENG/082 Version: 01 Date de mise en application: 30/03/2022 Page : 1 sur 1.									
Réf : 1765/ISO-01/24		Lieu et date : Abidjan, le 10/12/2024									
Profondeur : - Lieu de prélèvement : CCC - CARRIERE DJOROBITE Méthode utilisée : Méthode par la coupelle de casagrande Date d'exécution de l'essai : 05/12/2024 Lieu de réalisation des essais : LBTP ABIDJAN Nature de l'échantillon : SOL											
DESCRIPTION PHYSIQUE ET CARACTERISTIQUE AVANT ESSAIS / NORME ISO 14 688 - 1 DECEMBRE 2017											
LEGERETE : DESCRIPTEUR TERTIAIRE	CHROMA : DESCRIPTEUR SECONDAIRE	TEINTE : DESCRIPTEUR PRINCIPAL									
Préparation de l'échantillon	Etat naturel	Tamissage par voie humide									
	X	Autre (à préciser)									
Proportion de passant au tamis 0,4 mm (%)		77									
RESULTATS (Les résultats ne se rapportent qu'à l'objet soumis à l'essai)											
LIMITES D'ATTERBERG^a / NORME ISO 17892-12 JUIN 2018											
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Limite de Liquidité (WL)</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">52,81</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">± 5,78 % (m/m)</td> </tr> <tr> <td>Limite de Plasticité (WP)</td> <td style="text-align: center;">26,36</td> <td style="text-align: center;">± 1,74 % (m/m)</td> </tr> <tr> <td>Indice de Plasticité (IP)</td> <td style="text-align: center;">26,45</td> <td style="text-align: center;">± 4,05 % (m/m)</td> </tr> </table>			Limite de Liquidité (WL)	52,81	± 5,78 % (m/m)	Limite de Plasticité (WP)	26,36	± 1,74 % (m/m)	Indice de Plasticité (IP)	26,45	± 4,05 % (m/m)
Limite de Liquidité (WL)	52,81	± 5,78 % (m/m)									
Limite de Plasticité (WP)	26,36	± 1,74 % (m/m)									
Indice de Plasticité (IP)	26,45	± 4,05 % (m/m)									
											
DESCRIPTION PHYSIQUE ET CARACTERISTIQUE APRES ESSAIS / NORME ISO 14 688 - 1 DECEMBRE 2017											
PLASTICITE :	MOYENNE										
Observations : L'échantillon sera détruit après trois mois à compter du 05/12/2024 : date de fin des essais.											
(B) : La règle de décision pour le jugement de conformité est le suivant : - Lorsque le résultat de mesure se trouve dans la zone d'acceptation, alors on conclut de la conformité avec un risque de 2,5% dans le cas de spécifications bilatérale et 5% dans le cas de spécifications unilatérale. - Lorsque le résultat de mesure se trouve en dehors de la zone de conformité, alors on conclut de la non conformité avec un risque de 2,5% dans le cas de spécifications bilatérale et 5% dans le cas de spécifications unilatérale.											
CHARGE D'ETUDES  ALLAN FRANCA	CHIEF DE DIVISION LABORATOIRE  N'GORAN BERNABE										
le procès verbal (PV) ne doit pas être reproduit, même en entier, sans l'autorisation du LBTP. «Fin du Procès-Verbal d'essai»											
LABORATOIRE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS 04 BP 00 ABJ 04 E-mail : lbtp@avisio.ci Téléphone : 21 21 23 00 / 21 21 23 23 Fax : 21 25 33 69											

PROCES VERBAL D'ESSAI

Réf: PR2-SP3/ENG/082
Version: 01
Date de mise en application: 28/03/2022
Page : 1 sur 1

Réf : 1827/SA-01/2023

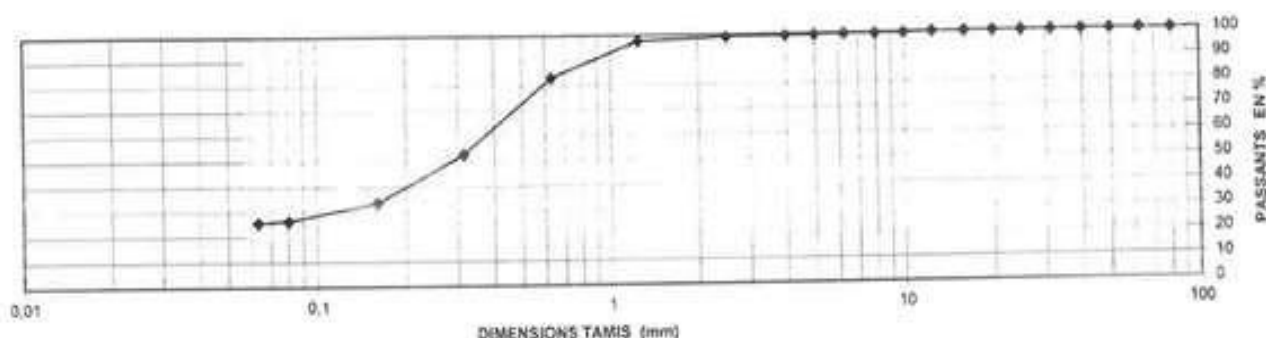
Lieu et date : Abidjan le 17/01/2024

Profondeur : -
Lieu de Prélèvement : CHU d'Abobo
Date d'exécution de l'essai : Du 03/01/2024 au 12/01/2024
Nature de l'échantillon : Sable de fouille (selon le client)

RESULTATS (Les résultats ne se rapportent qu'à l'objet soumis à l'essai)
ANALYSE GRANULOMETRIQUE SUR SABLE / NORME NF EN 933-1 - MAI 2012

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Tamis D (mm)	63	50	40	31,5	25	20	16	10	5,3
Refus cumulé en %	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tamis D (mm)	5	4	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,08	0,063
Refus cumulé en %	1	1	1	2	17	47	67	73	74



CLASSE GRANULAIRE	% FINES	MOD DE FINE (MF)
0/1	25,71	1,35

Observations

1. L'échantillon sera détruit après trois mois à compter du 12/01/2024 : date de fin des essais.

CHARGE D'ETUDES


Département Laboratoire
04 BP 03 ABJ 04
Tél: 27 21 21 23 00 - Fax: 27 21 25 36 71
AKO RUBEN

CHEF DE DIVISION LABORATOIRE


LABORATOIRE DU BATIMENT ET
DES TRAVAUX PUBLICS
Chef de Division Laboratoire Géotechnique
N'GORAN BERNABE

le procès verbal (PV) ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation du LBTP.
«Fin du Procès-Verbal d'essai»

LABORATOIRE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS
04 BP 03 ABJ 04 E-mail : lbtp@aviso.ci
Téléphone : 27 21 21 23 00 / 21 21 23 23 Fax : 27 21 25 36 69

PROCES VERBAL D'ESSAI

Réf: PR2-SP3/ENG/062
Version: 01
Date de mise en application: 23/09/2022
Page : 1 sur 1.

Réf : 1765/SO-01/24

Lieu et date : Abidjan le 11 /12/2024

Profondeur :
Lieu de Prélèvement : CCC : CARRIERE DJOROBITE
Date d'exécution de l'essai : Du 08/12/2024 au 09/12/2024
Nature de l'échantillon : SABLE LIMONEUX

RESULTATS (Les résultats ne se rapportent qu'à l'objet soumis à l'essai)

PROCTOR MODIFIE SOL / NORME NF P 94-093 - OCTOBRE 2014

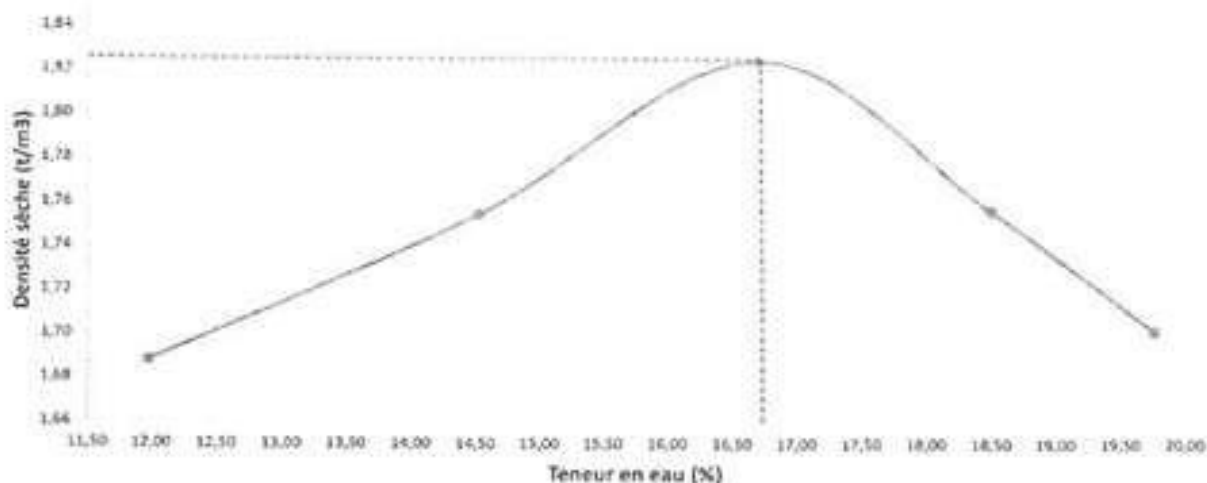
Refus cumulé à 20 mm : 0,00%

ps estimé (t/m3) : 2,70

	Valeurs brutes	Valeurs corrigées
Teneur en eau Wopm (%)	16,75	16,75
Densité sèche pdopm (t/m3)	1,825	1,83

PROCTOR MODIFIE SOL

—●— Courbe Proctor



Observations

1. L'échantillon sera détruit après trois mois à compter du 09/12/2024 : date de fin des essais.

CHARGE D'ETUDES

ALLAH FRANCK

CHEF DE DIVISION LABORATOIRE

N'GORAN BERNABE

le procès verbal (PV) ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation du LBTP.
«Fin du Procès-Verbal d'essai»

LABORATOIRE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

04 BP 03 ABJ 04 E-mail : lbtp@aviso.ci

Téléphone : 21 21 23 00 / 21 21 23 23 Fax : 21 25 33 69