

## SOMMAIRE

<b>DEDICACE.....</b>	<b>iii</b>
<b>REMERCIEMENT .....</b>	<b>iv</b>
<b>AVANT PROPOS.....</b>	<b>v</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>vii</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>viii</b>
<b>Sigles et abréviations .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>x</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>PREMIERE PARTIE : GENERALITES .....</b>	<b>3</b>
<b>CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE D'ACCUEIL.....</b>	<b>4</b>
<b>CHAPITRE II : PRESENTATION DU PROJET .....</b>	<b>11</b>
<b>CHAPITRE III : CADRE CONCEPTUEL .....</b>	<b>16</b>
<b>DEUXIEME PARTIE : LE CONTROLE QUALITE DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE CACAO .....</b>	<b>19</b>
<b>CHAPITRE I : DEFINITION ET OBJECTIFS DU CONTROLE QUALITE .....</b>	<b>20</b>
<b>CHAPITRE II : EXCECUTION DES TRAVAUX DE LA PRODUCTION .....</b>	<b>25</b>
<b>CHAPITRE III : LE PROCESSUS DE CONTROLE QUALITE SUR LE CHANTIER..</b>	<b>30</b>
<b>TROISIEME PARTIE : LA GESTION DES NON-CONFORMITES SUR LES OUVRAGES .....</b>	<b>52</b>
<b>Présentation générale .....</b>	<b>53</b>
<b>CHAPITRE I : IDENTIFICATION DES NON CONFORMITES .....</b>	<b>55</b>
<b>CHAPITRE II : ENREGISTREMENT ET ANALYSE DES NC.....</b>	<b>69</b>
<b>CHAPITRE III : LA MISE EN PLACE D'ACTION CORRECTIVE ET PREVENTIVE .....</b>	<b>75</b>
<b>PARTIE 4 : PROPOSITIONS POUR LA REDUCTION DES NON CONFORMITES ET BILAN DE STAGE .....</b>	<b>80</b>



<b>CHAPITRE I : Évaluation et analyse des plans d’actions pour le contrôle qualité et la gestion des NC .....</b>	<b>81</b>
<b>Chapitre II : Propositions pour l’amélioration du contrôle qualité et de la gestion des NC .....</b>	<b>84</b>
<b>CHAPITRE III : BILAN DE STAGE ET PERSPECTIVE .....</b>	<b>94</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>98</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>XCIX</b>
<b>Webographie .....</b>	<b>C</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>CI</b>
<b>Table des matières .....</b>	<b>CXXIX</b>



DEDICACE

A ma famille...

## REMERCIEMENT

La réalisation de ce projet de fin d'études (PFE) représente une étape majeure dans mon parcours universitaire, et ce travail n'aurait pas pu être accompli sans l'accompagnement et le soutien précieux de nombreuses personnes que je tiens à remercier.

Je voudrais avant tout adresser mes sincères remerciements à la Direction Générale de l'Ecole Supérieure des Travaux Publics (ESTP), pour avoir mis à notre disposition un cadre académique de qualité, propice à l'épanouissement intellectuel et à la réalisation de ce projet. En particulier Monsieur **KONAN Denis**, Directeur de l'Ecole Supérieure des Travaux Publics ; Monsieur **GNAN KOUASSI**, Sous-directeur des enseignements ; Monsieur **KOUABENAN Georges**, Sous-directeur des Etudes ; Monsieur **DJE Anderson**, notre encadreur pédagogique ; Monsieur **KOUAME Benjamin**, Inspecteur du cycle Technicien Supérieur ; nos honorables enseignants qui ont contribué à notre formation.

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude envers l'entreprise PFO Construction, qui m'a offert l'opportunité d'effectuer mon stage et d'intégrer son équipe. Leur accueil, leur soutien constant et les ressources mises à ma disposition ont été essentiels à la réussite de ce projet. Un merci particulier à : Monsieur **Callet Adrien**, Directeur Général pôle bâtiment de PFO ; Monsieur **CHASPIERRE Arnaud**, responsable projet de la Tour du Conseil Café Cacao ; Monsieur **DAO Jean-Claude**, OPC (Ordonnancement, Pilotage et Coordination) du chantier de la Tour Café Cacao ; Madame **KONAN Martine**, responsable qualité ; Monsieur **GOHORE Fabrice**, responsable qualité ; Monsieur **DJE Karl Christian**, responsable qualité ; Monsieur **BIEHOU Valérie**, responsable HSE.

Enfin, un immense merci à ma famille pour son soutien indéfectible. Leur patience, leur compréhension et leur encouragement ont été des sources de motivation précieuse tout au long de ce parcours

A tous, merci infiniment pour votre aide, votre soutien et vos précieux conseils.

## AVANT PROPOS

Créé par le décret N° 96-678 du 04 Septembre 1996, l'Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUET BOIGNY (INPHB) de Yamoussoukro est né de la fusion de quatre (4) grandes écoles dont l'Institut Agricole de Bouaké (IAB), l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA), l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics (ENSTP) et de l'Institut National Supérieur de l'Enseignement Technique (INSET).

Deuxième meilleure université francophone d'Afrique (2024), l'INPHB représente aujourd'hui une institution d'enseignement supérieur de renom dans la sous-région car il fait de l'excellence son objectif dans la formation des cadres. L'Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUET BOIGNY de Yamoussoukro regroupe en son sein onze (11) grandes écoles à savoir :

- L'Ecole Doctorale des Sciences et Techniques de l'Ingénieur (EDPSTI)
- L'Ecole Doctorale Polytechnique des Sciences Agronomiques et Procédés de Transformation (EDPSAPT) ;
- L'Ecole Préparatoires aux Grandes Ecoles (EPGE).
- L'Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA) ;
- L'Ecole Supérieure de l'Aéronautique et du Spatial (ESAS) ;
- L'Ecole Supérieure de Chimie du Pétrole et de l'Energie (ESCPE) ;
- L'Ecole Supérieure de Commerce et d'Administration des Entreprises (ESCAE) ;
- L'Ecole Supérieure de Formation et de Perfectionnement des Cadres (ESFPC) ;
- L'Ecole Supérieure d'Industrie (ESI) ;
- L'Ecole Supérieure des Mines et de Géologie (ESMG) ;
- L'Ecole Supérieure des Travaux Publics (ESTP) ;

L'Ecole Supérieure des Travaux Publics (ESTP), à laquelle nous appartenons s'est fixée pour objectif majeur la formation des Techniciens Supérieurs et des Ingénieurs de Conception qualifiés, nantis de solides connaissances tant théoriques que pratiques dans les domaines du Génie Civil. Le cycle Technicien Supérieur comprend quatre (4) filières que sont ;

- Bâtiment et Urbanisme ;
- Hydraulique et Environnement ;
- Géomètre ;
- Route et Transport.



Dans le souci de mieux former des Techniciens Supérieures capables de relever des défis futurs et de répondre aux exigences du marché de l'emploi, L'Ecole Supérieure des Travaux Publics (ESTP) s'attèle à dispenser un enseignement complet et de qualité à ses étudiants. C'est dans cette optique qu'en plus des cours théoriques et des travaux pratiques, des mini projets, des stages de production en deuxième année et des projets de fin d'études en troisième année sont exigés dans le cursus afin de parfaire notre formation.

C'est ainsi, que nous, élève Technicien Supérieure en Bâtiment et Urbanisme troisième année, en vue de mettre en application les connaissances reçues au cours de notre formation et d'acquérir un maximum de technicité, avons eu l'opportunité d'effectuer notre stage de projet de fin d'études au sein de l'entreprise PFO Construction, du 22 Octobre 2024 au 22 Avril 2025 soit (6) mois centrés sur le thème : « **CONTROLE QUALITE ET PROCEDURES DE GESTION DES NON-CONFORMITES DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE CACAO ABIDJAN PLATEAU** »

## Liste des figures

Figure n°1 : Tour F .....	6
Figure n°2 : Ivoire Trade Center .....	6
Figure n°3 : Esplanade.....	7
Figure n°4 : Parc des Expositions et Convention Center.....	7
Figure n°5 : Pont de Cocody.....	8
Figure n°6 : Localisation du siège social PFO AFRICA CI.....	10
Figure n°7 : Vue 3D de la Tour du Conseil Café Cacao .....	12
Figure n°8 : Localisation du chantier de la Tour du Conseil Café Cacao .....	13
Figure n°9 : Procédé analytique du contrôle qualité.....	21
Figure n°10 : Un ruban mètre de 5m.....	41
Figure n°11 : Des Stabilo surligneurs .....	41
Figure n°12 : Une règle à niveau.....	42
Figure n°13 : Test d'affaissement au cône d'Abrams .....	48
Figure n°14 : Sika Latex .....	50
Figure n°15 : Aciers déplacés pendant le coulage.....	556
Figure n°16 : Excès d'espacement entre les deux barres .....	57
Figure n°17 : Non-conformité sur le béton .....	56
Figure n°18 : Test d'affaissement non-conforme.....	60
Figure n°19 : Coffrage déformé sous la pression du béton.....	72
Figure n°20 : Exemple d'éprouvettes prélevées pour essai de compression .....	65
Figure n°21 : Fiche de non-conformité du voile V302 .....	66
Figure n°22 : Suivi des autorisations de fermeture des voiles.....	85
Figure n°23 : Suivi des autorisations de bétonnage des voiles .....	86
Figure n°24 : Non-conformité sur le V905 (aciers apparents après coulage) .....	88
Figure n°25: Diagramme d'Ishikawa .....	92



## Liste des tableaux

Tableau n°1 : les sigles et abréviations .....	ix
Tableau n° 2: Présentation du projet de la tour du conseil café cacao .....	11
Tableau n°3: Les intervenants sur le projet .....	15
Tableau n°4 : le processus de réception à la tour du conseil café cacao .....	35
Tableau n°5: Tableau des causes possibles d'une non-conformité.....	89
Tableau n°6: Les actions préventives.....	91

## Sigles et abréviations

Tableau n°1 : les sigles et abréviations

Listes des sigles et abréviations	Définitions
PFO	Pierre Fakhoury Organisation
TCC	Tour Café Cacao
OPC	Ordonnance, Pilotage et Coordination
FCQ	Fiche de Contrôle Qualité
FNC	Fiche de Non-Conformité
NC	Non Conforme / Non-conformité
ISO	International Organization for Standardization
CCC	Conseil Café Cacao
IGH	Immeuble de Grande Hauteur
DTU	Document Technique Unifié
CCTP	Cahier des clauses Techniques Particulières
GO	Gros-œuvre

Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

## RESUME

Le projet de construction de la Tour du Conseil Café-Cacao a constitué le cadre de notre stage de fin d'études au sein du bureau de contrôle qualité. Notre mission principale consistait à assurer la conformité des travaux de ferrailage, de coffrage et de bétonnage en vérifiant leur adéquation avec les plans d'exécution et les normes en vigueur.

Dans ce cadre, nous avons réalisé des inspections rigoureuses à différentes étapes du chantier, permettant d'identifier des non-conformités et d'émettre des fiches de conformité assurant la traçabilité et le suivi des interventions correctives. Un contrôle particulier a été porté sur la qualité du béton, avec la réalisation de tests de compression à 7 jours et 28 jours afin d'évaluer la résistance des matériaux utilisés. Ces essais, menés à partir d'éprouvettes prélevées avant chaque coulage, ont permis de garantir la fiabilité du béton et son adéquation aux exigences du projet.

Par ailleurs, en cas de non-conformités détectées, nous avons assuré l'évaluation et le suivi des actions correctives et préventives mises en place pour y remédier. Cette démarche nous a permis de mesurer l'efficacité des corrections apportées et de proposer des améliorations afin de limiter la récurrence des anomalies.



## Abstract

The construction project of the Tour Conseil Café-Cacao served as the framework for our final year internship within the quality control office. Our main mission was to ensure the compliance of the rebar, formwork, and concreting works by verifying their alignment with the execution plans and the applicable standards.

In this context, we carried out rigorous inspections at various stages of the construction site, allowing us to identify non-conformities and issue conformity reports to ensure traceability and the monitoring of corrective actions. Particular attention was given to the quality of concrete, with compression tests conducted at 7 days and 28 days to assess the strength of the materials used. These tests, performed on specimens taken before each concrete pouring, ensured the reliability of the concrete and its compliance with the project's requirements.

Furthermore, in cases where non-conformities were detected, we were responsible for the evaluation and monitoring of corrective and preventive actions implemented to address them. This approach enabled us to measure the effectiveness of the corrections made and to propose improvements to minimize the recurrence of defe

# INTRODUCTION

Derrière chaque infrastructure imposante se cache un processus rigoureux où chaque détail compte. La construction d'un bâtiment ne se limite pas à l'assemblage de matériaux et de structures ; elle incarne une quête d'excellence où la moindre erreur peut avoir des conséquences majeures. Dans un contexte où les exigences en matière de sécurité, de conformité et de durabilité sont croissantes, le contrôle qualité devient un enjeu central dans le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP).

En Côte d'Ivoire, l'urbanisation rapide, notamment à Abidjan, s'accompagne de projets d'envergure comme la Tour du Conseil Café-Cacao, destinée à marquer durablement le paysage urbain. Toutefois, ces projets rencontrent fréquemment des non-conformités (NC) : écarts entre les exigences du cahier des charges et l'exécution réelle. Ces anomalies, souvent liées à des erreurs de mise en œuvre, des matériaux inadéquats ou des procédures incomplètes, compromettent la qualité et la sécurité des ouvrages.

D'où cette problématique essentielle : comment améliorer les processus de contrôle qualité et la gestion des non-conformités afin de garantir la conformité des ouvrages tout en optimisant leur durabilité et leur sécurité ?

L'objectif général de ce travail est d'analyser les procédures de contrôle qualité et les mécanismes de gestion des non-conformités appliqués sur le chantier de la Tour du Conseil Café-Cacao, afin d'identifier leurs limites et d'en proposer des améliorations.

Pour atteindre cet objectif, ce travail se fixe les objectifs spécifiques suivants :

- Décrire les processus de contrôle qualité mis en œuvre sur le chantier ;
- Identifier les principales non-conformités rencontrées ;
- Évaluer les actions correctives et préventives appliquées ;
- Formuler des recommandations pour une meilleure gestion des non-conformités.

La méthodologie adoptée s'appuie sur l'observation directe sur le terrain, l'analyse documentaire (plans, fiches de contrôle, normes) ainsi que des entretiens informels avec les acteurs du chantier.

Ce mémoire est structuré en quatre parties principales. La première présente l'entreprise d'accueil et le projet étudié. La deuxième expose les mécanismes de contrôle qualité. La troisième analyse la gestion des non-conformités. Enfin, la dernière partie propose des recommandations et dresse le bilan du stage.

L'enjeu dépasse la simple conformité réglementaire : il s'agit d'assurer la sécurité des usagers, de préserver la réputation des acteurs du BTP et de garantir la pérennité des infrastructures. Ce travail vise ainsi à contribuer à l'évolution des pratiques du contrôle



qualité, en mettant en lumière des approches innovantes et adaptées aux défis spécifiques du secteur.



## **PREMIERE PARTIE : GENERALITES**

## CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE D'ACCUEIL

### I. PFO AFRICA et son historique

La société accompagne ses clients à tous les stades de la vie du projet, de sa conception à sa réalisation, en passant par le montage financier de l'opération. Elle intervient ainsi à la fois en tant qu'entreprise générale, mais aussi comme concepteur-réalisateur et est également apte à collaborer dans le cadre de partenariats public-privé.

PFO Construction est une filiale clé du groupe PFO Africa, spécialisée dans les secteurs des routes, des travaux publics, de l'aménagement urbain et du bâtiment. Elle joue un rôle central dans les activités du groupe, en se concentrant sur la réalisation de projets complexes et emblématiques en Côte d'Ivoire. Elle est issue de la fusion du cabinet d'architecture ARCHE (1998 – 2005) et de la société BTP PFO-CI (2005 – 2011), tous deux fondées par l'architecte Pierre FAKHOURY.

En tant que filiale principale de PFO Africa, PFO Construction bénéficie de l'expertise et de l'expérience accumulées par le groupe au fil des années. Le groupe PFO Africa, fondé par l'architecte ivoirien Pierre Fakhoury, s'est imposé comme un leader dans le domaine du bâtiment et des travaux publics en Côte d'Ivoire. La création de PFO Construction a permis de concentrer les efforts du groupe sur des projets d'infrastructures majeurs, renforçant ainsi sa position sur le marché ivoirien.

L'objectif principal de PFO Construction est de concevoir et de réaliser des infrastructures de haute qualité qui répondent aux besoins croissants en matière de développement urbain et d'infrastructures en Côte d'Ivoire. L'entreprise s'engage à respecter les normes internationales en vigueur, garantissant ainsi la durabilité et la sécurité de ses ouvrages.

PFO Construction a à son actif plusieurs réalisations majeures qui illustrent son expertise et sa capacité à mener à bien des projets d'envergure. Parmi ceux-ci, on peut citer la construction de la Tour F à Abidjan, un gratte-ciel emblématique qui, une fois achevé, sera l'un des plus hauts d'Afrique. Ce projet témoigne de la capacité de PFO Construction à relever des défis techniques complexes et à contribuer au rayonnement architectural de la Côte d'Ivoire.

En outre, PFO Construction est impliquée dans des projets d'infrastructures routières, contribuant ainsi à l'amélioration du réseau de transport et à la facilitation des échanges économiques dans le pays. L'entreprise participe également à des projets d'aménagement urbain, visant à améliorer le cadre de vie des populations et à soutenir le développement durable des villes ivoiriennes.

PFO Construction place l'innovation au cœur de ses activités, en adoptant des technologies de pointe et des méthodes de construction modernes pour optimiser l'efficacité et la qualité de ses projets. L'entreprise investit continuellement dans la formation de son personnel, assurant ainsi une expertise technique de haut niveau et une adaptation aux évolutions du secteur du BTP.

## **II. Missions et domaines d'intervention**

### **a) Missions**

Le Groupe PFO AFRICA bénéficie de plus de 50 ans d'expériences dans la construction. Spécialisé dans les projets complexes et d'envergure, il met un accent particulier sur la responsabilité sociale et environnementale. Son objectif est de façonner les paysages d'aujourd'hui et de demain, en s'appuyant sur des valeurs telles que la proximité, le rythme et la valeur ajoutée. Avec un fort investissement dans le développement dans son capital humain, PFO AFRICA adapte son expertise aux territoires où il intervient, contribuant ainsi à la réalisation de projets structurants et au développement de la Côte d'Ivoire et du continent Africain.

### **b) Les domaines d'activités de PFO AFRICA**

PFO AFRICA s'est installé dans bon nombre de pays notamment la Côte d'Ivoire, le Burkina, Faso, le Sénégal, le Gabon et au Togo grâce à son expertise. Ainsi, de nos jours ses domaines d'activités sont entre autres :

- Architecture et Bâtiments
- Travaux publics et Infrastructure
- Eaux et Energies

### **c) Quelques réalisations**

Figure n°1 : Tour F



Figure n°2 : Ivoire Trade Center



Figure n°3 : Esplanade

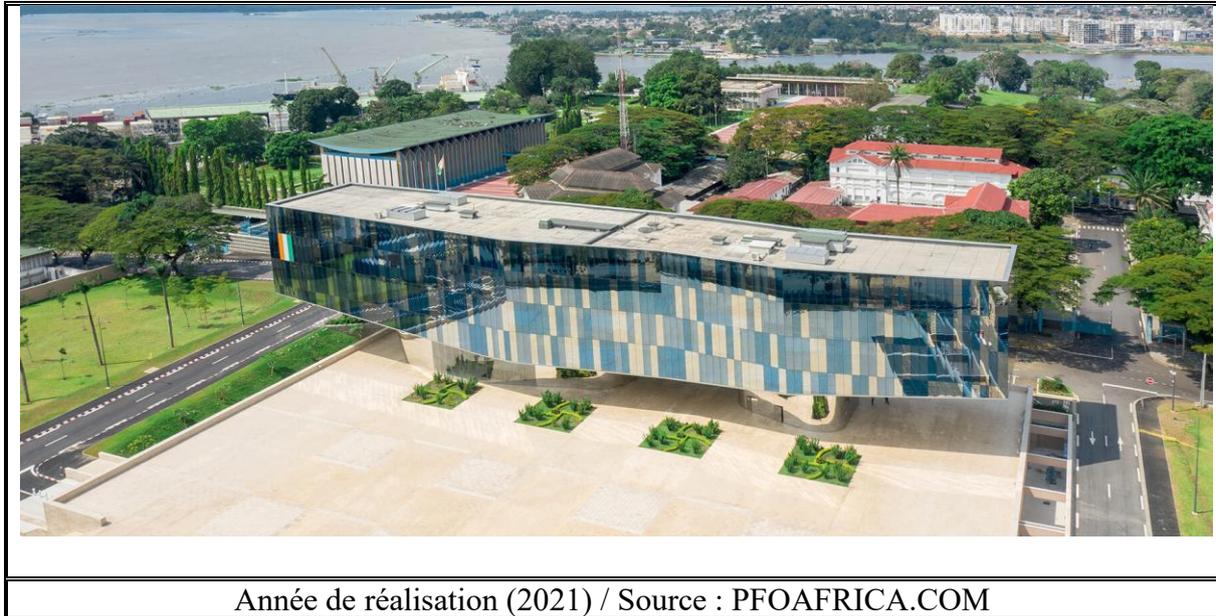


Figure n°4 : Parc des Expositions et Convention Center



Figure n°5 : Pont de Cocody



### III. Filiales de PFO AFRICA CI

Le groupe PFO AFRICA rassemble six filiales exerçant dans différents secteurs : BTP, immobilier, maintenance et gestion des installations, mines, environnement et hydraulique.

- PFO CONSTRUCTION : au cœur des activités du groupe, est la filiale dédiée aux secteurs des routes, des travaux publics, de l'aménagement urbain et du bâtiment



- PFO IMMOBILIER : est la foncière du groupe PFO. Elle est spécialisée dans le développement de projets à forte valeur ajoutée et la gestion d'actifs immobiliers.



- PFO ENERGIES : a pour objectif principal de démocratiser l'accès aux énergies renouvelables à travers des technologies adaptées, soit par les raccordements au réseau national soit via l'autoconsommation.



- Société Ivoirienne des Eaux et de l'Environnement (SIEE) : est dédiée aux contrats d'exploitations d'usines d'eau potable municipales.



- Ivoire Facility Management (IFM) : ayant une mission quotidienne de prendre soin des bâtiments, s'assurer du confort, du bien-être et de la sécurité des occupants à travers des solutions sur mesure.



- YAM'S MINING : créer pour englober toutes les étapes de la chaîne : recherche, extraction, traitement et commercialisation, il intervient dans le cadre du développement du groupe vers l'industrie minière, secteur particulièrement porteur en Afrique

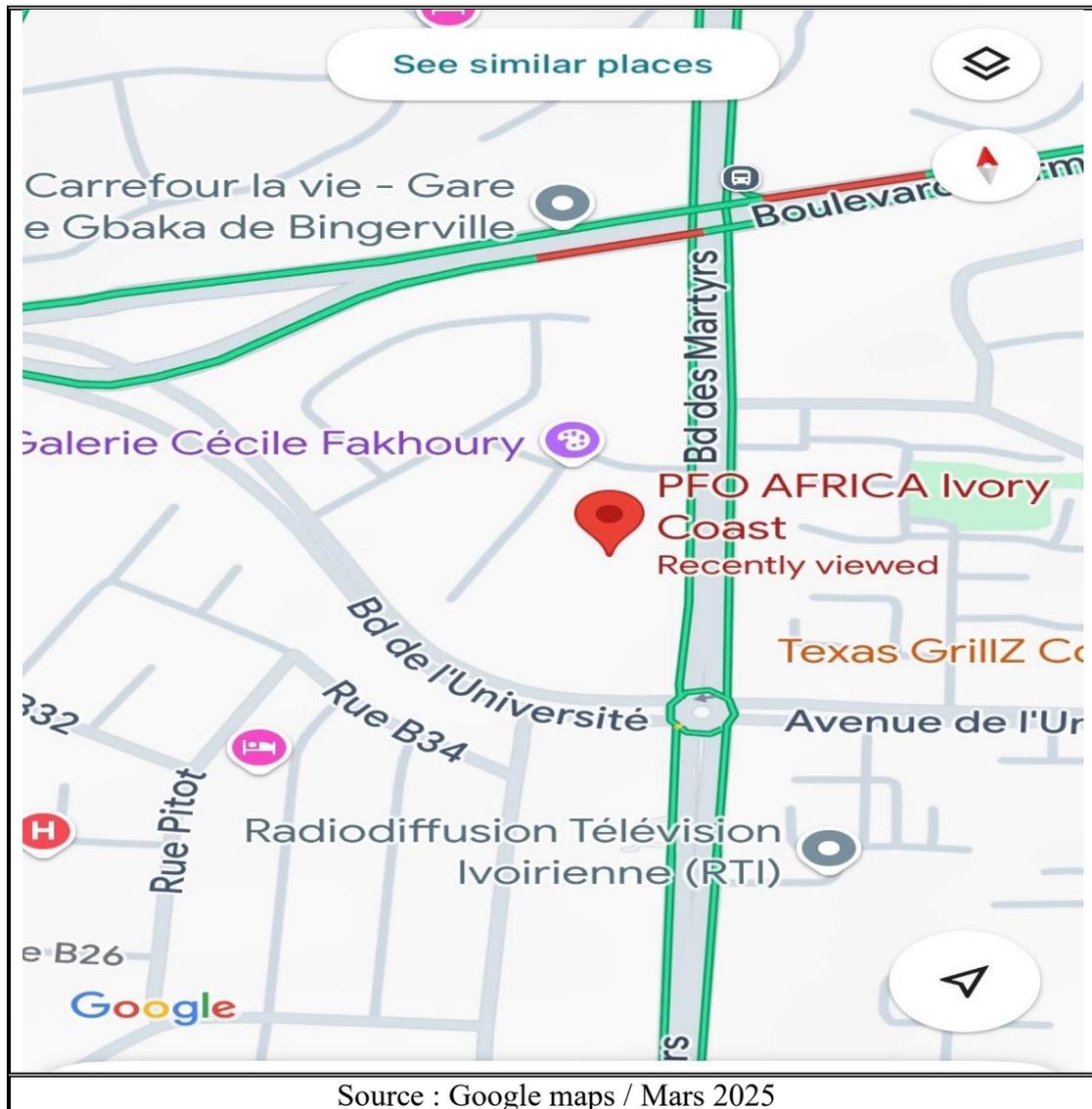
YAM'S MINING

C'est donc la filiale PFO CONSTRUCTION qui est chargé de la construction de la tour Café Cacao et qui nous a accueilli.

#### IV. Situation géographique de PFO Construction

PFO Construction est localisé à Abidjan plus précisément à Cocody non loin de la RTI (Radiodiffusion Télévision Ivoirienne.).

Figure n°6 : Localisation du siège social PFO AFRICA CI



## CHAPITRE II : PRESENTATION DU PROJET

Le tableau ci-dessous présente les principales informations administratives et générales du projet

Tableau n° 2 : Présentation du projet de la tour du conseil café cacao

PRESENTATION DU PROJET	
<b>Code du projet :</b> 221B	<b>Pays :</b> Côte d'Ivoire
<b>Intitulé :</b> TRAVAUX DE CONSTRUCTION DE LA TOUR CAFE CACAO	
<b>Nom du client :</b> Le Conseil Café Cacao	
<b>Durée contractuelle des travaux (durée de la mission) :</b> 60 mois	
<b>Date de démarrage prévue :</b> 24/05/2022	<b>Date prévue d'achèvement :</b> 23/05/2025

Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

### I. Contexte

Dans le cadre de son développement et de la modernisation de ses infrastructures, le Conseil Café-Cacao (CCC) a initié la construction de la Tour Café-Cacao, un projet emblématique situé dans la commune du Plateau à Abidjan, Côte d'Ivoire. Ce gratte-ciel de 25 étages sera le futur siège administratif du CCC, l'organisme en charge de la régulation, de la stabilisation et du développement des filières café et cacao en Côte d'Ivoire.

Actuellement installé au 22<sup>e</sup> étage de l'immeuble Caistab, le CCC a entrepris ce projet afin de répondre à plusieurs objectifs stratégiques :

- Optimisation de l'organisation interne : Regrouper l'ensemble des services et départements au sein d'un même bâtiment pour améliorer la coordination et l'efficacité opérationnelle.
- Renforcement de l'image institutionnelle : Doter la Côte d'Ivoire d'un siège moderne et représentatif de son statut de premier producteur mondial de cacao.
- Mise en valeur du patrimoine café-cacao : Intégrer des espaces dédiés à la promotion du secteur, notamment un musée, des salles de conférence et des ateliers de formation destinés à la valorisation et à la sensibilisation autour des filières café et cacao.

La construction de cette tour s'inscrit ainsi dans une démarche visant à offrir un cadre de travail optimal tout en affirmant le rôle central de la Côte d'Ivoire sur la scène internationale du cacao.

Figure n°7 : Vue 3D de la Tour du Conseil Café Cacao



Source : PFO AFRICA

## II. Situation géographique du site

Le site se situe en **Côte d'Ivoire**, dans la ville d'**Abidjan**, plus précisément dans la commune du **Plateau**. Il est idéalement positionné **en face de la Place de la République**, un point de repère bien connu de la zone. De plus, il se trouve **à proximité immédiate du siège de la banque ECOBANK** et de **CIV Tourisme**, facilitant ainsi son accessibilité. La figure n°8 une meilleure compréhension de l'emplacement, indiquant la localisation précise du site :

Figure n°8 : Localisation du chantier de la Tour du Conseil Café Cacao



### III. La TOUR CAFE CACAO

Inspiré par la forme de la fève du cacao, le projet de la construction de la tour cumulera à une hauteur de 100 m. La réalisation de ce projet se subdivise en deux (2) parties principales : la tour elle-même et l'amphithéâtre.

#### ✓ La tour

La tour sera un Immeuble de Grande Hauteur et comprendra les éléments suivants :

- Une structure en béton armé
- Une surface totale brute d'environ 33 700 m<sup>2</sup>
- Des bureaux répartis sur 25 étages
- Des salles de réunion sur 25 étages
- Des escaliers de secours
- Des ascenseurs
- Un monte-charge
- Des locaux techniques situés au sous-sol SS1 et SS2 ;

✓ L'amphithéâtre

La seconde partie du projet, l'amphithéâtre, se composera de :

- Une structure en béton armé et en acier ;
- Une surface totale brute de 4 000 m<sup>2</sup> ;
- Un auditorium de 140 places et une salle modulable de 80 places ;
- Un parking sur trois (3) niveaux : SS3, le SS2 et le SS1 ;
- Des escaliers de secours ;
- Un ascenseur
- Un restaurant VIP de 90 couverts avec une cuisine dédiée ;
- Une salle informatique au rez-de-jardin ;
- Des locaux techniques au SS3 et au SS1

Voir Annexe n°1 pour le tableau récapitulatif de la composition de la Tour Café Cacao.

#### **IV. Particularités techniques du projet**

Les travaux du gros œuvre respecteront les normes des IGH, notamment les exigences de sécurité contre l'incendie. Ainsi, les principales caractéristiques techniques de la tour sont les suivantes :

- Des voiles de différentes épaisseurs (20cm, 25cm et 30cm) ;
- Des poteaux circulaires dont les diamètres varient selon l'étage ;
- Des planchers composés de deux (2) épaisseurs : une partie de 18 cm et une autre de 30 cm, situées sur le même étage ;
- Une poutre de rive intégrée dans le plancher ;

#### **V. Les intervenants sur le projet**

La réalisation de ce projet nécessite l'intervention de divers acteurs spécialisés. La liste des principaux intervenant de la Tour café cacao est présentée dans le tableau suivant :

Tableau n°3: Les intervenants sur le projet

Maitre d'ouvrage	Le Conseil Du Café Cacao	  <p>Le Conseil de Régulation, de Stabilisation et de Développement de la Filière Café</p>
Assistan t technique du Maitre d'ouvrage	Bureau National d'étudess Techniques et de Développement t (B.N.E.T.D)	
Architec te	Jamal FARDON	
Maitre d'œuvre	PFO Constructi on	
Bureau de contrôle	SOCOTEC AFRICA	
Bureau d'études structure	BCE – BELGRA DE LLC	

Source : PFO Construction

## CHAPITRE III : CADRE CONCEPTUEL

### I. Approche PDCA de W. Edwards Deming

La qualité et l'efficacité des projets de construction sont des questions majeures. Elles sont des critères primordiaux qui doivent être garantis à chaque étape d'un projet, que ce soit lors de la conception ou de la construction. Assurer la qualité ne se limite pas à vérifier la conformité des matériaux ou des structures, mais inclut également une gestion minutieuse des processus et des équipes. Le contrôle qualité devient ainsi un levier stratégique, car il permet de minimiser les erreurs et d'assurer que les normes et attentes du client sont pleinement respectées. Pour ce faire, l'approche du cycle PDCA (Plan-Do-Check-Act) fut proposée par **Edward Deming**, né le 14 octobre 1900 à Sioux City, Iowa, statisticien et consultant en gestion, mondialement reconnu pour ses théories sur le contrôle qualité. Il est aussi largement reconnu comme un cadre de gestion efficace pour garantir une qualité continue.

### II. Notion de la qualité

Dans le secteur du génie civil, la qualité se traduit par la capacité d'un projet à satisfaire des exigences strictes, en matière de sécurité, de durabilité et de fonctionnalité. Selon les normes ISO, ce terme est défini comme le "**degré dans lequel un ensemble de caractéristiques satisfait aux exigences**" (ISO 9000). Cela signifie qu'un produit ou service est considéré de qualité lorsqu'il répond aux attentes des clients et respecte des critères de performance, de sécurité et de conformité.

Plus précisément, selon la norme **ISO 9001**, la qualité repose sur un système de gestion qui permet à une organisation de garantir que ses produits et services respectent constamment ces exigences et de s'améliorer en continu. En résumé, la qualité, selon ISO, se base sur la satisfaction des besoins et l'amélioration constante des processus.

Cependant, la qualité va bien au-delà de la simple conformité aux normes : elle englobe aussi des aspects comme la gestion des risques, la planification rigoureuse des travaux et la maîtrise des coûts. Les projets de génie civil étant complexes et impliquant de nombreux acteurs, il devient crucial d'établir un contrôle qualité solide pour éviter toute dérive ou erreur pouvant compromettre la réalisation de l'infrastructure.

Le contrôle qualité dans ce domaine permet de s'assurer que les travaux sont conformes aux spécifications établies, tout en garantissant une amélioration continue des processus. Grâce à une gestion rigoureuse, il est possible de répondre non seulement aux besoins des clients, mais aussi aux exigences des normes de sécurité et de performance.

### III. La roue de Deming

Le cycle PDCA est un outil incontournable pour garantir un contrôle qualité systématique dans le génie civil. Composé de quatre étapes principales (**Planifier, Faire, Vérifier et Agir**), il permet de structurer la gestion de la qualité de manière continue et progressive. Ce processus itératif contribue à une amélioration constante et permet d'ajuster les stratégies en fonction des résultats obtenus.

#### 1. Planifier (Plan)

La première étape consiste à poser les bases du projet en fixant des objectifs clairs de qualité. Il s'agit de comprendre les attentes du client, de définir les exigences et les critères de qualité, et de déterminer les ressources nécessaires pour atteindre ces objectifs. Cette phase de planification est cruciale, car elle permet de prévoir les risques et d'établir un cadre précis pour la gestion du projet. En génie civil, cela inclut la préparation des documents techniques, le choix des matériaux, et la définition des équipes de travail. Une planification rigoureuse constitue ainsi le fondement de la qualité sur lequel le projet repose.

#### 2. Faire (Do) : Mise en Œuvre des Travaux

Cette étape de la roue de Deming consiste à mettre en œuvre les actions prévues tout en suivant les normes et standards définis lors de la phase de planification. Il s'agit de concilier les différents acteurs ; c'est-à-dire les ingénieurs, les sous-traitants, etc. et de garantir qu'ils respectent les règles de qualité établies. Cette phase exige organisation rigoureuse des activités et des moyens, afin de prévenir tout écart par rapport aux spécifications et s'assurer de la qualité du travail réalisé aux exigences.

#### 3. Vérifier (Check) : Contrôle et Suivi des Résultats

La phase de vérification permet de s'assurer que les travaux réalisés sont conformes aux attentes. Des contrôles de qualité réguliers, des inspections sur site, ainsi que des tests de résistance des matériaux sont les actions menées dans cette phase. Ce suivi permet d'identifier les éventuels défauts et de prendre des mesures correctives conformes.

#### 4. Agir (Act) : Ajustement et Amélioration

Cette phase finale de cette roue vise à examiner les résultats obtenus et à appliquer des mesures correctives si besoin. Si des écarts sont identifiées, des ajustements doivent être réalisés pour assurer le respect des standards de qualité. Cependant, l'étape « Agir » ne se limite pas à résoudre les problèmes présents ; elle offre également l'opportunité d'intégrer les enseignements tirés pour perfectionner les planifications et processus futurs. Le cycle PDCA étant répétitif, chaque projet sert de base pour accroître l'efficacité des suivants.

## CONCLUSION PARTIELLE

Le cycle PDCA constitue un élément fondamental de la gestion de la qualité. Il garantit non seulement que les projets respectent les normes et satisfont les attentes des clients, mais aussi qu'il existe une amélioration constante des processus, ce qui permet à l'entreprise d'atteindre l'excellence. En adoptant cette approche, une entreprise de génie civil peut se distinguer comme un acteur de premier plan dans sa région, en proposant des projets d'une qualité remarquable et en répondant de manière efficace et durable aux besoins de ses clients.

Ainsi, en mettant un accent particulier sur le contrôle qualité, l'entreprise **PFO Construction** occupe une place prépondérante dans sa région. Sa capacité à livrer des projets de grande envergure, respectueux des plus hauts standards, lui permet de se maintenir comme un acteur de référence et de conserver sa position de leader sur le marché du génie civil.



## **DEUXIEME PARTIE : LE CONTROLE QUALITE DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE CACAO**

## CHAPITRE I : DEFINITION ET OBJECTIFS DU CONTROLE QUALITE

### I. PRESENTATION DU CONTROLE QUALITE DANS LE CADRE DE LA TCC

#### 1. Le contrôle qualité

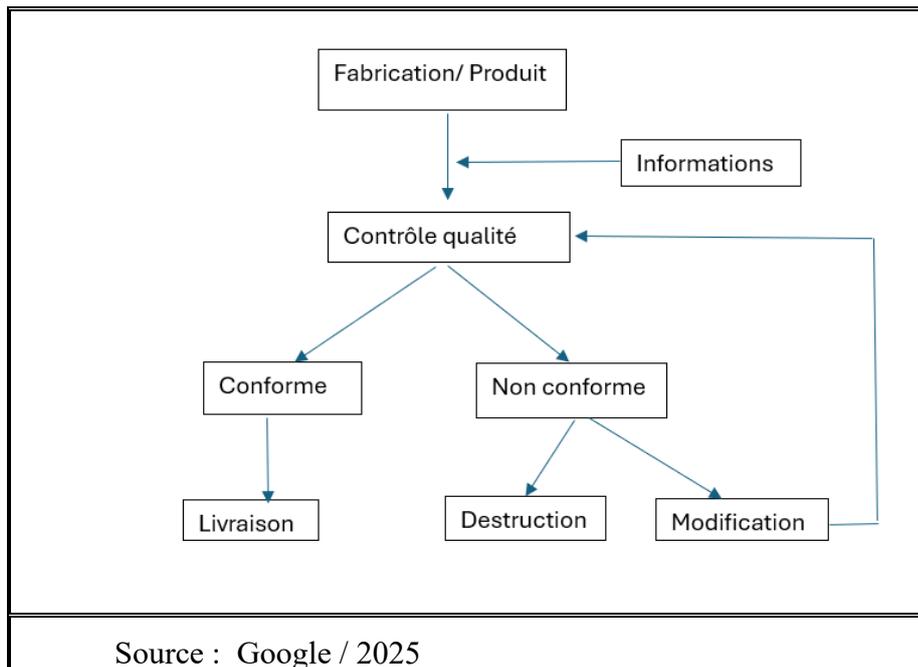
Le contrôle qualité dans le domaine du génie civil est une opération qui a pour but de déterminer, avec des moyens appropriés, si un produit (ou service, ou même un document) est conforme aux spécifications et exigences préétablies. Il repose sur des activités telles que mesurer, examiner, essayer ou encore passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques de l'entité (par exemple, les matériaux de construction, les ouvrages réalisés, etc.). Ensuite, les résultats obtenus sont comparés aux exigences spécifiées afin de vérifier si la conformité est respectée pour chaque caractéristique. Selon la norme ISO 9000 version 2015 : Le contrôle qualité est défini comme « *l'ensemble des actions visant à garantir la conformité des produits ou services aux exigences définies, tout en permettant la détection d'éventuels défauts ou non-conformités.* ». Il est important de souligner que pour effectuer un contrôle qualité efficace, il est impératif de définir à l'avance les caractéristiques du produit à contrôler et de spécifier les limites de conformité. Le contrôleur doit être pleinement informé de ces limites pour garantir un contrôle rigoureux et pertinent.

Ce contrôle implique également qu'à l'issue de l'acte technique de contrôle, une décision soit prise en ce qui concerne la conformité :

- Produit conforme ;
- Produit non conforme qui doit être rebuté ;
- Produit non conforme pouvant être retouché ;
- Produit non conforme pouvant être accepté en dérogation.

La démarche du contrôle qualité fonctionne selon le schéma suivant :

Figure n°9 : Procédé analytique du contrôle qualité



## 2. Les normes et réglementations pour le contrôle qualité

La construction d'un bâtiment, en particulier une IGH comme la Tour du Conseil Café Cacao, doit impérativement respecter un ensemble de normes et de réglementations strictes pour garantir la sécurité, la durabilité et la conformité des ouvrages réalisés. Ces normes couvrent divers aspects techniques de la construction. Il s'agit de :

### a) Normes concernant la qualité et la sécurité des ouvrages

Les normes internationales jouent un rôle fondamental dans la construction, car elles définissent les critères de qualité et de sécurité à respecter. Parmi les plus utilisées dans notre projet, on retrouve :

- **ISO 9001** : Cette norme spécifie les critères relatifs au système de gestion de la qualité. Elle s'applique aux processus de gestion et garantit que les exigences des clients, ainsi que les normes de qualité, sont respectées tout au long du projet de construction.
- **Eurocodes (EN 1990 à EN 1999)** : Ces normes européennes sont spécifiquement destinées à la conception des structures de bâtiments et d'infrastructures. Elles couvrent des domaines tels que la résistance des matériaux (acier, béton), la stabilité des structures, la résistance sismique et d'autres éléments cruciaux pour assurer la sécurité des bâtiments.

- NF (Normes Française) : NF EN 206/CN (décembre 2014) - Béton - Spécification, performance, production et conformité ; NF EN 13670 (février 2013) - Exécution des structures en béton
- DTU (Document Technique Unifié) : DTU 21 P1-1 (juin 2017) - Exécution des ouvrages en béton

### **b) Autres exigences et règlements techniques**

Les autres exigences sont ceux définis par les différents intervenants sur le projet mais toujours tenant compte des règles de l'art dans le domaine du génie civil. On trouve donc :

Le béton coulé en place est défini comme suit dans les plans du bureau d'étude :

- Béton infrastructure et superstructure : Classe C30/37
- Béton de propreté : Classe C16/20 ;

Les exigences pour les fers à béton sont également définies dans les plans du bureau d'étude :

- Nuances d'acier(s) / ferrailage constitutifs : Utiliser B500B (Acier haute adhérence pour béton armé, limite d'élasticité 500 MPa, ductilité moyenne)

Les exigences pour les enrobages sont définies comme suit dans les plans du bureau d'étude :

- Radier et mur de sous-sol
  - Face en contact avec sol ayant reçu une préparation  $c = 45$  mm
  - Face à l'intérieur du bâtiment  $c = 35$ mm
- Poteaux
  - Tour :  $c = 45$  mm
  - Amphi :  $c = 35$  mm
- Voiles à l'intérieur du bâtiment et voiles noyau central :  $c = 30$ mm

### **3. Les contrôles qualités lors de la construction**

Plusieurs aspects sont surveillés pour garantir la qualité du projet. Ce sont entre autres :

- **Les matériaux** (béton, acier, etc.) : Ils sont testés pour vérifier leur conformité aux normes de consistance, de maniabilité, de résistance et de durabilité. Et ceci

conformément aux règles techniques en vigueur et aux spécifications techniques du projet.

- **Les méthodes de construction** : Elles sont vérifiées pour s'assurer qu'elles respectent les plans et les normes du génie civil et ceux du cahier des clauses techniques particulières (CCTP) du projet.
- **Les équipements** (grues, échafaudages, etc.) : pour garantir leur sécurité, et leur conformité, ces équipements sont vérifiés à travers des certificats d'étalonnage et de calibrage que le qualicien doit s'assurer de maintenir à jour.
- **Les essais en laboratoire** : Ils sont réalisés pour tester la résistance et la performance des matériaux avant, pendant et après la construction.

Ces contrôles assurent la conformité et la sécurité de la construction tout au long du processus.

## II. Objectifs principaux : conformité, sécurité, fiabilité des ouvrages réalisés

Les objectifs principaux du contrôle qualité dans le génie civil sont la conformité, la sécurité, fiabilité, la durabilité, la performance, l'économie et le respect des délais des ouvrages réalisés.

- **La conformité** garantit que la construction respecte les plans, les normes et les réglementations en vigueur, assurant que le projet est exécuté selon les exigences techniques.
- **La sécurité** veille à ce que la structure soit sûre pour les occupants et résistante aux risques, comme les incendies, les séismes ou autres dangers.
- **La fiabilité** s'assure que l'ouvrage sera durable et fonctionnel sur le long terme, en résistant aux contraintes et aux conditions extérieures.
- **Durabilité** : Garantir que l'ouvrage résistera aux conditions climatiques et aux différentes sollicitations au fil du temps sans nécessiter de réparations fréquentes.
- **Performance** : S'assurer que la structure remplit sa fonction de manière optimale, qu'elle soit résistante, efficace et qu'elle offre le confort nécessaire aux utilisateurs.
- **Économie** : Optimiser les coûts en s'assurant que les matériaux et les méthodes de construction sont utilisés de manière efficace, sans compromettre la qualité de l'ouvrage.



- **Respect des délais** : Veiller à ce que la construction se fasse dans le respect du calendrier prévu, afin d'éviter les retards qui pourraient avoir un impact financier ou sur l'utilisation du bâtiment.

En résumé, les objectifs du contrôle qualité visent à garantir non seulement la sécurité et la conformité, mais aussi à assurer la durabilité, la performance, l'économie et le respect des délais de construction, pour une structure de qualité optimale.

## CHAPITRE II : EXECUTION DES TRAVAUX DE LA PRODUCTION

### I. Levé topographique

Un **levé topographique** dans les travaux de génie civil est un relevé précis des caractéristiques du terrain avant ou pendant la construction. Il permet de définir les points de référence et les niveaux nécessaires pour l'implantation correcte d'un ouvrage, comme un bâtiment, un ouvrage en béton armé, ou toute autre structure. Il permet de définir avec exactitude les caractéristiques du terrain et de suivre l'avancement des travaux à chaque étape du chantier

#### 1. Machines et instruments utilisés :

Pour réaliser une levée topographique, des instruments précis sont utilisés, tels que :

- **Niveau laser rotatif** : Son rôle principal est d'assurer une mise à niveau parfaite sur de grandes distances.
- **Station totale** : Un appareil combinant un théodolite (pour mesurer les angles) et un distancemètre électronique, ce qui permet de relever des coordonnées précises (distances et angles).

Ces machines permettent de réaliser des levées précises des caractéristiques du terrain et d'implanter les repères nécessaires sur le site.

#### 2. Importance du levé topographique

##### a) Avant la Construction : Implantation et Matérialisation des Points Topographiques

Avant même le début des travaux, le levé topographique sert principalement à l'implantation du chantier. Cette étape consiste à reporter sur le terrain les données du plan de construction, telles que les alignements, les niveaux et la forme de l'ouvrage. Les points topographiques sont matérialisés à l'aide de repères visibles sur le sol, souvent à l'aide de piquets, de bornes ou d'un cordeau cordex rouge. Ces repères permettent aux équipes de construction de travailler avec précision, en veillant à ce que les différentes structures (comme les murs, les poteaux et les fondations) soient positionnées correctement dès le

départ. Un rapport des données est ensuite établi, fournissant les bases nécessaires pour les travaux futurs.

### **b) Pendant la Construction : Vérifications et Contrôles**

Pendant la phase de construction, le levé topographique continue à jouer un rôle essentiel dans le suivi du chantier. À ce moment-là, les équipes responsables du contrôle qualité utilisent les données du levé pour réaliser plusieurs vérifications cruciales :

- **Vérification des enrobages :**

Le levé permet de contrôler les épaisseurs des enrobages du béton autour des armatures (ferrailage). Cela garantit que la protection contre la corrosion et la résistance du béton sont respectées.

- **Contrôle de l'aplomb des ouvrages :**

Les murs (voiles) et les poteaux doivent être parfaitement verticaux pour assurer la stabilité de l'ouvrage. À l'aide des instruments topographiques, le contrôle de l'aplomb est effectué régulièrement pour éviter toute déviation qui pourrait compromettre la structure.

- **Suivi du coffrage :**

Le coffrage qui sert à maintenir la forme du béton est également vérifié par rapport aux plans. Le levé permet de s'assurer que le coffrage est bien aligné et que les dimensions respectent les spécifications techniques.

### **c) Après la Construction : Rapport et Vérification Finale**

Une fois la construction achevée, le levé topographique entre à nouveau en jeu pour effectuer un rapport final des données. Ce rapport permet de comparer l'état final du chantier avec les plans initiaux pour s'assurer de la conformité des ouvrages réalisés. Les vérifications se concentrent sur :

- **L'aplomb et la verticalité** des ouvrages (murs, poteaux, etc.), afin de garantir que la structure est bien conforme à ce qui était prévu.
- **La vérification des distances entre les différents éléments** de l'ouvrage, comme les espacements entre les poteaux ou les murs, ce qui est crucial pour la stabilité et la fonctionnalité de la structure.

En résumé, le levé topographique est un outil précieux tout au long du processus de construction, permettant une implémentation précise, un suivi rigoureux pendant les travaux, et une vérification finale pour garantir que l'ouvrage respecte les spécifications techniques et les normes de qualité. Il soutient non seulement les équipes de construction mais aussi les responsables du contrôle qualité, en assurant que chaque étape est réalisée dans le respect des standards.

## **II. Ferrailage**

Le béton armé est un matériau de construction composé de béton (mélange de ciment, eau, sable et de gravier) et d'acier. Les aciers jouent un rôle important dans la construction en béton armé en renforçant la résistance et la durabilité des structures. Le béton, bien que résistant à la compression, est faible en traction. L'ajout d'armatures en acier permet de compenser cette faiblesse en offrant une résistance complémentaire aux forces de traction, évitant ainsi les fissures et les déformations. De plus, le ferrailage améliore la ductilité de la structure, lui permettant de mieux absorber les chocs et les mouvements, comme ceux causés par les séismes ou les variations de températures. Enfin, il offre une grande flexibilité architecturale, permettant de réaliser des formes complexes et des portées importantes.

Ainsi, sur notre projet de construction, nous avons des armatures en acier de diamètres variants de 8mm à 32mm, Fe400 et Fe500 (limite d'élasticité). Nous avons deux types de ferrailage notamment les ferrailages préfabriqués et ceux réalisés sur place.

### **1. Ferrailages préfabriqués**

Les ferrailages préfabriqués sont des armatures en acier préassemblées, prêtes à être intégrées directement dans des éléments de construction en béton, tels que les poteaux, les escaliers, les poutres ou dalles. Ces armatures sont conçues avec précision selon les plans techniques et les normes en vigueur, ce qui garantit une qualité et une conformité aux exigences structurelles. L'utilisation de ce type de ferrailage permet un gain de temps significatif sur le chantier, car les armatures sont prêtes à l'emploi, réduisant ainsi les délais de montage. De plus, ce type de ferrailage est également bénéfiques pour la sécurité sur le chantier, en limitant les manipulations d'acier sur site et en réduisant les risques d'accident.

Dans le cas de notre projet, nous avons utilisés les ferrailages préfabriqués pour les poteaux et les escaliers.

Voir annexe n°2 pour les ferrailages préfabriqués des poteaux et escaliers.

## 2. Ferrailages in-situ

Ce type de ferrailage désigne les armatures en acier qui sont tissées directement sur le chantier, en suivant les plans de ferrailage et les spécifications techniques du projet. Cette méthode est généralement utilisée pour des éléments structurels comme les poteaux, les poutres, les dalles, les voiles, où les armatures sont ensuite coulées dans le béton. Cependant, dans le cas de notre projet, ce type de ferrailage a été réalisé pour les voiles

Cette méthode exige une main-d'œuvre qualifiée pour le processus de ferrailage des barres d'acier. Elle nécessite également un contrôle rigoureux pour garantir que les armatures respectent les normes en vigueur, notamment en termes d'espacement, de recouvrement, d'enrobage du béton, etc. Les erreurs de montage peuvent compromettre la résistance et la durabilité de la structure.

Voir annexe n°3 pour les ferrailages in-situ des voiles

## III. Coffrage

Un coffrage est un moule temporaire ou permanent utilisé pour donner sa forme au béton pendant qu'il durcit. Il sert à maintenir le béton en place jusqu'à ce qu'il prenne suffisamment de résistance pour se tenir seul. Le coffrage est essentiel pour créer des éléments structurels comme les poteaux, les poutres, les dalles, les murs et les fondations. Il existe plusieurs types de coffrage selon le type de matériau à savoir : le coffrage traditionnel ou en bois, le coffrage métallique, le coffrage en plastique, le coffrage en polystyrène, etc.

Dans le cas de notre projet, nous avons utilisés trois (3) types de coffrages notamment les métalliques, les traditionnels (en bois) et en polystyrène.

Voir annexe n°4 pour les coffrages métalliques et en polystyrène.

#### IV. Bétonnage

Le béton est un mélange de ciment, eau, sable et de graviers à des proportions bien dosées en fonction de la résistance souhaitée. La classe de béton utilisé est le C30/37 MPa pour les éléments structuraux, le C25/30 MPa pour le dallage et le C16/20 MPa pour le béton de propreté. Le béton possède d'autres paramètres à prendre en compte notamment le rapport eau/ciment ( $E/C=0.5$ ), le contenu maximal de ciment qui est de  $300 \text{ kg/m}^3$ .

Nous utilisons du béton commercial provenant entre autres de TECHNIC BETON et/ou 100% BETON. Le choix de ces fournisseurs de béton a été effectué à partir d'essais de convenances, eux-mêmes réalisés sur la base des formulations de béton réalisées en amont du projet et il est livré avec les bons de production, de livraison. Pour la mise en place du béton, nous devons veiller à respecter la hauteur de chute du béton, sa vitesse de coulage, etc.

## CHAPITRE III : LE PROCESSUS DE CONTROLE QUALITE SUR LE CHANTIER

### I. Réception des travaux : Processus de réception des ouvrages, critères de conformité, validation des travaux avant leur mise en exploitation

#### 1. Processus de réception des travaux : Chronogramme des phases de travaux

##### a) Implantation

♣ **Définition et objectifs** : L'implantation consiste à localiser précisément les points d'axe et les niveaux de référence de l'ouvrage, selon les plans de l'architecte ou du bureau d'études. C'est l'étape qui marque le début de la construction, car elle définit les bases sur lesquelles toutes les étapes suivantes seront réalisées.

♣ **Action à cette phase** :

L'équipe de la topographie réalise d'abord le traçage des implantations théoriques pour définir avec précision l'emplacement des futurs ouvrages. Ensuite, elle effectue un contrôle des alignements sur site, en comparant les éléments déjà coulés aux niveaux inférieurs avec les nouvelles implantations, afin de s'assurer qu'il y a une parfaite correspondance entre les niveaux

♣ **Place dans la réception** :

La réception de l'implantation est validée avant toute autre phase. Si l'implantation est incorrecte, cela pourrait fausser l'alignement et la structure finale. Cette étape dans le chronogramme de réception est de savoir si les travaux seront exécutés conformément aux plans et aux spécifications. Elle définit des repères et des axes pour la construction, ce qui assure que les éléments du bâtiment ou de l'infrastructure (comme les fondations, les murs porteurs, les structures horizontales et verticales) seront situés exactement où ils doivent être.

## b) Bon pour travaux de coffrage-ferraillage

### ♣ Définition et objectifs :

C'est le démarrage ou la continuation des travaux. En effet, Il permet le lancement des travaux de ferraillage et de coffrage. Il s'agit d'une confirmation officielle qu'une phase de travaux (par exemple, la préparation des armatures, la construction des coffrages, etc.) peut commencer ou être poursuivie, en fonction des étapes du projet.

### ♣ Action à cette phase :

Un accord et un feu vert sont donnés aux équipes de la production GO et de supervision GO pour le début des travaux de ferraillage et coffrage

## c) Exécution des travaux GO

### ♣ Définition et objectifs :

L'exécution des travaux GO en génie civil désigne l'ensemble des actions permettant de mettre en place les éléments structurels d'un bâtiment ou d'une infrastructure avant la phase de finition. Cela inclut la préparation, l'installation et le contrôle des composants essentiels de la structure, tels que les armatures métalliques et les moules temporaires utilisés pour donner forme au béton. Ces travaux visent à assurer la solidité, la stabilité et la durabilité de l'ouvrage en garantissant que chaque étape respecte les plans et les normes techniques.

### ♣ Action à cette phase :

Les travaux de gros œuvre, incluant la préfabrication, sont exécutés sur la base des plans d'exécution à jour, sous la supervision et le suivi rigoureux de l'équipe en charge, afin de garantir leur conformité aux exigences du projet.

### ♣ Place dans la réception :

L'exécution des travaux constitue une étape essentielle du processus de réception, car c'est à ce moment que les éléments structurels sont préparés et mis en œuvre. Ces travaux doivent être entièrement réalisés et validés avant toute réception, afin de garantir que l'ouvrage respecte les spécifications techniques et est prêt à accueillir les phases suivantes, telles que le coulage du béton ou les finitions. Leur bon déroulement dans les délais impartis est indispensable pour éviter tout retard dans la progression et la livraison du chantier.

#### d) Pré-réception

##### ♣ Définition et objectifs :

La pré-réception est une étape préparatoire dans le processus de réception d'un ouvrage. Elle consiste en une vérification préliminaire des travaux réalisés avant la réception officielle. Lors de cette phase, les responsables du chantier (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, etc.) s'assurent que les travaux ont été exécutés conformément aux plans, aux normes et aux spécifications. Si des non-conformités ou des défauts sont détectés, des corrections sont demandées avant que l'ouvrage ne soit officiellement accepté. La pré-réception permet donc de s'assurer que tout est prêt pour la réception finale.

##### ♣ Action à cette phase :

Une vérification et un contrôle interne sont réalisés afin d'assurer la conformité du coffrage et du ferrailage aux plans d'exécution GO, à la synthèse CET et aux normes en vigueur, avec un document d'auto-contrôle en appui. Les éventuelles non-conformités détectées font l'objet d'une liste d'observations et de réserves. Par la suite, des équipes travaux GO sont mobilisées pour traiter ces non-conformités et lever les réserves identifiées. Enfin, une vérification des levées de réserves est effectuée avant la réception officielle en présence du BNETD et de SOCOTEC.

##### ♣ Place dans la réception :

C'est une phase d'inspection préalable. Elle permet d'identifier les éventuelles réserves et de les résoudre avant la réception officielle.

#### e) Réception des travaux

##### ♣ Définition et objectifs :

La réception est l'acte par lequel le maître de l'ouvrage déclare accepter l'ouvrage avec ou sans réserve. C'est l'étape finale qui permet de valider la conformité de l'ensemble des travaux réalisés par rapport aux exigences du cahier des charges et aux plans.

##### ♣ Action à cette phase :

Une vérification et un contrôle formel sont effectués pour vérifier la conformité du coffrage et du ferrailage aux plans d'exécution GO, à la synthèse CET et aux normes en vigueur, avec un document d'auto-contrôle en appui. Les non-conformités relevées sont consignées dans une liste d'observations et de réserves. Ensuite, des équipes travaux GO

sont mobilisées pour corriger ces non-conformités et lever les réserves. Enfin, une vérification des levées de réserves est réalisée lors de la pré-réception avant l'émission de l'ordre de bon de fermeture du coffrage.

♣ **Place dans la réception :**

La réception marque la fin de l'exécution des travaux. Un procès-verbal de réception est signé pour attester que les travaux sont conformes.

**f) Levée des réserves**

♣ **Définition et objectifs :**

La levée des réserves intervient après la réception des travaux. Si des défauts ou des anomalies ont été identifiés, ils doivent être corrigés avant la fin de la garantie de parfait achèvement.

♣ **Action à cette phase :**

Une vérification est effectuée afin de s'assurer que toutes les anomalies identifiées lors de la réception ont été corrigées. Une inspection des travaux modifiés ou réparés est ensuite réalisée pour garantir leur conformité aux exigences. Une fois ces contrôles validés, un accord et un feu vert sont donnés aux équipes de production GO et de supervision GO pour procéder à la fermeture du coffrage.

♣ **Place dans la réception :**

Lorsque des réserves sont levées de manière satisfaisante, la réception est définitive et le bon de fermeture est émis pour la fermeture du coffrage. Dans le cas contraire, la levée des réserves doit être planifiée avant la validation finale.

**g) Bon pour la fermeture du coffrage**

♣ **Définition et objectifs :**

Une fois que les réserves sont correctement levées, il faut s'assurer que tout est prêt avant de procéder à la fermeture du coffrage. Ainsi, le bon de fermeture peut être défini comme un document crucial qui donne l'autorisation aux équipes de la production GO et supervisions GO de procéder à la fermeture du ferrailage.

♣ **Action à cette phase :**

Un contrôle final est effectué afin de vérifier la levée complète des réserves précédemment émises. Une fois la conformité des travaux confirmée, un accord officiel et un feu vert sont donnés aux équipes de production GO ainsi qu'aux équipes de supervision GO pour procéder à la fermeture des coffrages.

♣ **Place dans la réception :**

Cette étape de la réception permet de s'assurer que toutes les réserves ont été levées et aussi que nous pouvons procéder de façon officielle à la fermeture du coffrage.

**h) Bon pour coulage**

♣ **Définition :**

Le bon pour coulage est un document clé avant de procéder au bétonnage. Il assure que tout est prêt et conforme pour le début du coulage. Une fois que les coffrages sont installés et validés, il faut s'assurer que tout est prêt avant de procéder au coulage du béton.

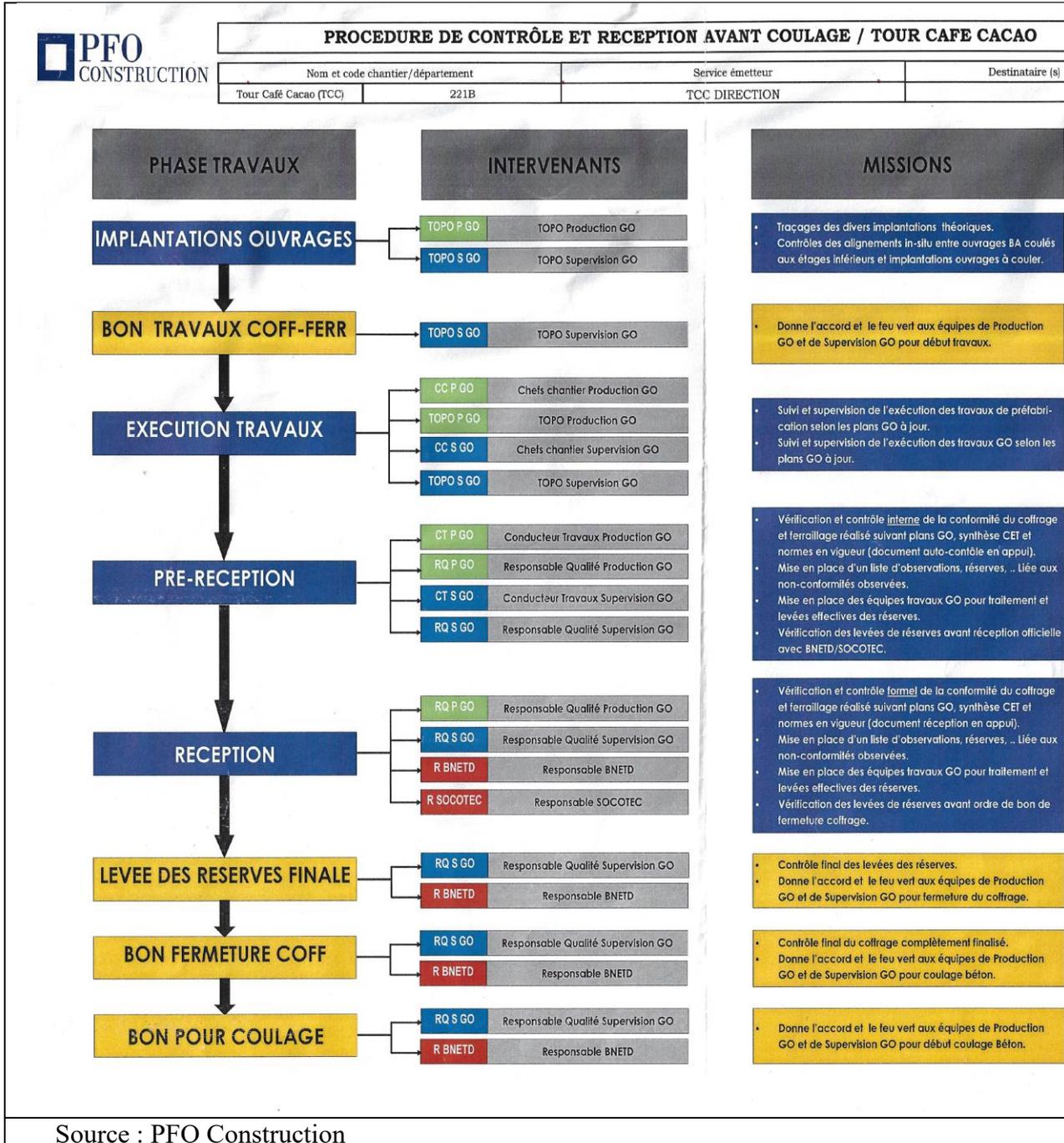
♣ **Action à cette phase :**

Une vérification rigoureuse de la tête des coffrages est effectuée afin de s'assurer de leur conformité. Une fois cette étape validée, un accord et un feu vert sont donnés aux équipes de production GO et de supervision GO pour le démarrage du coulage du béton.

♣ **Place dans la réception :**

Cette dernière étape marque la fin des actions d'inspection sur le ferrailage et le coffrage et marque le début du coulage du béton dans ces ouvrages.

Tableau n°4 : le processus de réception à la tour du conseil café cacao



### Conclusion partielle

Le processus de réception des travaux sur le chantier, notamment pour les étapes de ferrillage et de bétonnage, se divise en plusieurs phases distinctes, chacune ayant un contrôle qualité rigoureux. Chaque étape doit être validée avant de passer à la suivante, garantissant ainsi la solidité, la durabilité et la conformité des travaux. La bonne

organisation de ce processus assure non seulement la qualité des ouvrages, mais aussi la sécurité et la conformité réglementaire du projet.

## 2. Critères de conformités

La réception des ouvrages est un processus formel où l'on s'assure que les travaux réalisés respectent bien les conditions contractuelles, les normes de construction et les exigences de sécurité. Un critère de conformité est un ensemble de règles ou de spécifications auxquelles les travaux doivent se conformer pour être jugés corrects et acceptables. Dans le cadre des travaux en génie civil, ces critères permettent de s'assurer que le travail réalisé répond aux exigences techniques et de sécurité.

Quelques critères de conformité pour les travaux de ferrailage, de bétonnage, sur les travailleurs, etc. :

### a) Ferrailage

- ♣ **Conformité aux plans** : Les armatures (barres d'aciers) doivent être posées selon les dimensions et l'emplacement exacts spécifiés sur les plans.
- ♣ **Adaptation aux normes et aux standards** : Les ouvrages doivent respecter les normes locales et internationales relatives au génie civil et au bâtiment (par exemple, les normes NF, ISO, Eurocodes).
- ♣ **Espacement et alignement** : Les barres d'acier doivent être posées avec un espacement régulier **de 10 cm, 20 cm ou 25 cm** en fonction des ouvrages, conformément aux plans. Elles doivent être parfaitement alignées pour assurer la bonne répartition des efforts et garantir la performance mécanique de l'ouvrage.
- ♣ **Recouvrement des aciers** : Les armatures doivent respecter les longueurs de recouvrement prévues afin d'assurer une transmission correcte des efforts entre les barres. Sur notre chantier, la longueur de recouvrement exigée est de **50 fois le diamètre de la barre (50×D)**, conformément aux spécifications des plans d'exécution ;
- ♣ **Enrobage des aciers** : L'enrobage est la couche de béton, exprimée en millimètres, qui entoure les armatures dans une structure en béton armé. Il est essentiel pour protéger les aciers contre la corrosion et garantir une bonne

adhérence avec le béton.

Sur notre chantier, les valeurs d'enrobage définies par le bureau d'études sont les suivantes :

**Radier et murs de sous-sol** : 45 mm côté sol préparé, 35 mm côté intérieur

**Poteaux** : 45 mm dans la tour, 35 mm dans l'amphithéâtre

**Voiles intérieurs et noyau central** : 30 mm.

- ♣ **Propreté des aciers** : Les armatures doivent être exempts de laitance, de boue, de plastique pour assurer une bonne adhérence entre le béton et les aciers ;
- ♣ **Fixation des armatures** : Les barres doivent être bien fixées pour éviter qu'elles ne bougent pendant le coulage du béton. Pour cela, il faut renforcer les ligatures des barres d'aciers.

### b) Bétonnage

- ♣ **Respect de la typologie du béton** : Les proportions de ciment, sable, gravier et eau doivent correspondre aux spécifications pour assurer la bonne résistance du béton.
- ♣ **Le test d'affaissement du cône d'Abrams (« slump test » en anglais)** : Il permet de déterminer la consistance du béton frais, c'est-à-dire sa **fluidité** ou sa **viscosité**. Dans le cas de notre projet, il s'agit pour la partie structurelle d'un béton de type S4 (c'est un béton fluide, idéal pour les coffrages complexes ou très ferrailés. Il facilite le pompage, améliore la qualité des parements et réduit la vibration, sans ajout d'eau. À éviter sur des pentes > 2 %) et les valeurs moyennes varient entre 16 cm – 21 cm.

Voir annexe n°5 pour la fiche de consistance du béton

- ♣ **Coulage sans défaut** : Le béton doit être coulé de manière uniforme et continue, sans interruption et à une bonne hauteur de chute pour éviter les faiblesses dans la structure. Il doit être conforme aux exigences structurelles (exempte de ségrégation et autres mal façon pouvant impacter la structure) et architecturaux (planéité, sans bullage).
- ♣ **Vibrage et compactage** : Le béton doit être bien vibré pour éviter les bulles d'air et garantir sa solidité.

- ♣ **Traitement de la surface et des reprises de bétonnage** : Utiliser un produit chimique (Sika latex) afin d'assurer une bonne adhérence entre l'ancien béton déjà coulé et le nouveau à venir
- ♣ **Protection du béton** : Une fois coulé, le béton doit être protégé pour éviter qu'il ne se fissure, par exemple, en cas de conditions climatiques extrêmes.

**c) Respect de la sécurité des travailleurs pendant la phase de construction :**

- ♣ Même avant la réception, les travaux doivent être réalisés dans le **strict respect des normes de sécurité** : port obligatoire des équipements de protection individuelle (EPI), signalisation des zones à risque, respect des méthodes de travail et des délais.

Toute **infraction aux consignes de sécurité** expose les contrevenants à des **sanctions immédiates**, pouvant aller de **l'amende à l'expulsion du chantier**, afin de garantir la protection de tous les intervenants.

**d) Autres critères généraux**

- ♣ **Respect des dimensions** : Toutes les dimensions des éléments en béton (voiles, poteaux, dalles, escaliers, etc.) doivent être conformes à ce qui est prévu dans les plans.
- ♣ **Alignement et nivellement** : L'ouvrage doit être bien aligné et nivelé pour garantir sa stabilité.
- ♣ **Tests de résistance** : Des essais sont réalisés pour vérifier que le béton atteint la résistance nécessaire. Des essais de compression à 7 jours et à 28 jours sont réalisés sur des éprouvettes prélevées avant le bétonnage d'un ouvrage.

**Conclusion partielle**

Les critères de conformité sont des règles essentielles qui assurent que chaque étape du travail respecte les normes de qualité, de sécurité et les spécifications techniques. Ils sont multiples et couvrent tous les aspects techniques, sécuritaires, administratifs. Avant la réception des travaux, ces critères permettent de vérifier que l'ouvrage sera solide, durable et conforme aux attentes.

## II. Inspection sur terrain : Description des différentes inspections réalisées sur le chantier (contrôle des ferrillages, de coffrage, du bétonnage des travaux réalisés).

### ✓ Etat des lieux

En arrivant sur le chantier le 22 octobre 2024, nous avons constaté que les travaux de construction de la tour avaient bien commencé. Le chantier est actif et les équipes sont présentes. À notre arrivée, les travaux ont atteint le **2<sup>e</sup> étage** de la structure.

Des voiles, des poteaux et des planchers sont déjà montés pour les étages inférieurs, et les fondations sont solidement réalisées. Nous pouvons voir les équipes en train de poser les premières armatures et de couler le béton pour les niveaux supérieurs. C'est ainsi que nous avons été affectés au contrôle qualité interne des travaux de la tour Café Cacao.

### ✓ Les principes du contrôle qualité du ferrillage

Le contrôle qualité est une démarche méthodologique essentielle pour garantir que les travaux réalisés respectent les normes, les spécifications. Cette démarche permet d'assurer la conformité des matériaux, des processus de construction et des résultats finaux. Voici les principales étapes et principes du contrôle qualité :

#### ➤ Détermination des éléments à contrôler

Avant de commencer le contrôle, il est important de définir précisément les éléments à contrôler. Cela inclut :

- Voiles
- Poteaux
- Planchers
- Escaliers préfabriqués
- Paliers de repos

#### ➤ Fréquence des contrôles

La fréquence de contrôle désigne la régularité avec laquelle les vérifications et tests doivent être réalisés tout au long du chantier. Des contrôles peuvent être effectués à des étapes clés du chantier, tels que la mise en place des ferrillages, le coffrage, le coulage du béton. Des contrôles réguliers sont nécessaires tout au long de l'avancement des travaux

pour s'assurer que tout est conforme et pour éviter les erreurs qui pourraient affecter la qualité de l'ouvrage. C'est dans cette optique que nous procédons par un contrôle continu ; c'est-à-dire avant, pendant et après l'exécution des travaux.

La fréquence des contrôles permet de garantir une surveillance continue de la qualité des travaux, d'identifier rapidement les éventuels problèmes et de mettre en place les actions correctives nécessaires pour éviter tout défaut ou retard.

➤ Établissement des fiches de contrôle

Des fiches de contrôle détaillées sont créées pour chaque type de vérification à effectuer. Ces fiches servent de support pour enregistrer les résultats des inspections sur le chantier. Elles précisent les points de contrôle sur lesquels nous devons nous baser pour faire les inspections.

➤ Établissement des rapports de contrôle

Chaque contrôle effectué est documenté avec un rapport de contrôle. Ce rapport fait état des observations, des tests réalisés, des résultats obtenus, et des mesures prises en cas de non-conformité. Ces rapports sont essentiels pour assurer un suivi rigoureux de la qualité et pour garantir que les corrections nécessaires sont apportées rapidement. Ils servent aussi de preuve lors des inspections finales et de la réception des travaux.

➤ Suivi et action corrective

En cas de non-conformité, des actions correctives doivent être mises en place. Le suivi des actions correctives est essentiel pour s'assurer que les problèmes soient bien corrigés.

## 1. Inspection du ferrailage des travaux réalisés

Notre mission principale dans le cadre de notre stage de projet de fin d'études était le contrôle de la conformité des armatures, pour ce faire nous avons à notre disposition un certain nombre de matériels et outils afin de parvenir à contribuer au processus de recherche permanente d'avis favorable lors des opérations de contrôle externe. Comme outils nous avons :

- Une règle à niveau
- Un ruban mètre de 5m
- Des plans de ferrailage

- Des Stabilo surligneurs
- Des fiches de réception du ferrillage

Figure n°10 : Un ruban mètre de 5m



Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

Figure n°11 : Des Stabilo surligneurs



Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

Figure n°12 : Une règle à niveau



Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

#### a) Cas des voiles

Pour donner suite à la réception de la demande de pré-réception, une inspection détaillée du ferrailage des voiles a été effectuée sur le chantier. Cette étape vise à vérifier la conformité du ferrailage des voiles aux exigences du projet, aux normes en vigueur et aux spécifications techniques.

Pour ce faire, nous nous rendons sur le terrain munis des outils nécessaires à l'inspection, notamment des fiches de contrôle du ferrailage, un mètre ruban, une règle à niveau, un marqueur pour repérer certains éléments.

##### ➤ Examen visuel de l'aspect des aciers :

Nous commençons par vérifier l'état général des armatures en acier. Cela comprend l'inspection de la propreté des aciers, en s'assurant qu'ils sont exempts de toute rouille, saleté, huile, ou autres contaminants qui pourraient nuire à l'adhérence du béton ou à la durabilité de la structure.

##### ➤ Vérification des ligatures :

Nous vérifions que les ligatures (les fils métalliques ou attaches qui maintiennent les barres d'armature en place) sont bien réalisées et conformes aux spécifications. Elles doivent être correctement positionnées pour garantir la stabilité et la bonne répartition des charges.

##### ➤ Contrôle des enrobages :

L'enrobage des aciers, qui est la couche de béton entourant les barres d'armature, est contrôlé pour vérifier qu'il respecte la dimension minimale prévue dans le cahier des charges. La dimension prévue pour l'enrobage est de 30 mm. Un enrobage insuffisant pourrait entraîner des problèmes de corrosion des armatures, compromettant la durabilité de la structure.

➤ **Vérification des repères des aciers :**

Les repères des aciers (qui indiquent la position et l'orientation des barres dans le béton) sont également inspectés pour s'assurer qu'ils sont conformes aux plans d'exécution. Une vérification minutieuse de ces repères est cruciale pour garantir que l'armature est bien positionnée et respectera sa fonction lors du coulage du béton.

➤ **Contrôle du recouvrement des aciers :**

Nous vérifions le recouvrement des aciers, c'est-à-dire la longueur sur laquelle deux barres d'armature sont jointes. Cela garantit que l'armature peut reprendre les efforts de traction de manière efficace. La longueur de recouvrement est fonction du diamètre des barres, de la résistance du béton, de la classe d'adhérence de l'acier, de l'effort dans les barres (traction ou compression), du coefficient de sécurité, etc. Le recouvrement doit respecter les valeurs minimales définies par les normes et les spécifications du projet.

➤ **Inspection des attentes des aciers :**

Les attentes des aciers (barres laissées en attente pour les futurs raccords) sont également contrôlées. Nous nous assurons qu'elles sont correctement positionnées, coupées à la bonne longueur et qu'elles respectent les plans pour garantir que les futures liaisons ou extensions des armatures pourront être réalisées sans problème.

Après avoir vérifié ces différents aspects, nous remplissons notre fiche de contrôle du ferrailage qui précise les points de conformité et de non-conformité. En cas de non-conformité, des actions correctives sont demandées avant de poursuivre le chantier. Cette inspection minutieuse est cruciale pour garantir la qualité et la sécurité de l'ouvrage à long terme.

## b) Cas des poteaux

L'inspection du ferrailage des poteaux suit une procédure similaire à celle des voiles, visant à s'assurer que les armatures sont conformes aux exigences du projet et aux normes de construction.

- **Examen visuel des aciers :** Nous vérifions que les barres d'acier sont propres, sans rouille ni salissures, pour garantir une bonne adhérence du béton.
- **Vérification des ligatures :** Les ligatures sont contrôlées pour s'assurer qu'elles maintiennent correctement les aciers en place, conformément aux spécifications.

- **Contrôle des enrobages** : Nous mesurons l'enrobage des aciers pour garantir qu'il respecte les épaisseurs minimales définies. Pour les poteaux, la distance prévue pour l'enrobage est de 45mm. Un enrobage insuffisant peut compromettre la protection contre la corrosion.
- **Vérification des repères** : Nous inspectons les repères des aciers pour vérifier qu'ils sont bien positionnés et conformes aux plans d'exécution.
- **Contrôle du recouvrement des aciers** : Nous vérifions que le recouvrement entre les barres d'armature est respecté pour assurer une bonne résistance à la traction.
- **Inspection des attentes** : Les attentes des aciers pour les futurs raccords sont aussi contrôlées, en vérifiant leur position et leur longueur.

### **Conclusion partielle :**

Une fois ces points vérifiés, une fiche de contrôle du ferrailage est rédigée pour confirmer la conformité du ferrailage des poteaux. En cas de non-conformité, des actions correctives sont demandées avant de continuer le chantier. Cette inspection garantit que les poteaux répondront aux exigences de résistance et de sécurité de l'ouvrage.

Voir annexe n°6 pour la fiche de contrôle du ferrailage des voiles V801 et V802

## **2. Inspection du coffrage des travaux réalisés**

L'inspection du coffrage est une étape cruciale pour garantir la qualité et la précision des éléments en béton, qu'il s'agisse des voiles ou des poteaux. Lors de cette inspection, nous nous rendons sur le chantier munis de nos outils :

- un mètre,
- une règle à niveau,
- un plan de coffrage
- les fiches de contrôle du coffrage pour nous guider dans notre vérification.

Nous procédons de la manière suivante :

- **Examen visuel des coffrages** :  
Nous commençons par vérifier l'aspect général du coffrage. Il est important que les coffrages soient propres, sans débris, huile ou autres matériaux susceptibles d'altérer la

qualité du béton ou d'empêcher une bonne adhérence. Une propreté irréprochable est nécessaire pour garantir une finition correcte et éviter toute imperfection à la surface du béton.

➤ Vérification des implantations :

Nous contrôlons que les implantations des coffrages sont correctement réalisées, en conformité avec les plans d'exécution. Cela inclut les dimensions, les alignements et les positions exactes des coffrages, surtout en ce qui concerne les voiles et les poteaux, pour s'assurer qu'ils correspondent aux repères de construction sur le terrain. C'est dans cette optique que les topographes à l'aide de leur station totale nous aident à cette étape.

➤ Contrôle des enrobages :

Nous mesurons les enrobages des armatures en vérifiant que la distance entre les aciers et la surface du coffrage respecte les épaisseurs minimales prévues par les spécifications du projet. Un enrobage insuffisant peut compromettre la durabilité de l'ouvrage en exposant les armatures à la corrosion.

➤ Vérification de l'aplomb et de la planéité :

À l'aide de notre règle à niveau, nous contrôlons l'aplomb des poteaux et la planéité des coffrages. Cela garantit que les éléments verticaux sont bien droits et que les surfaces de contact du béton sont régulières, ce qui est essentiel pour la stabilité de la structure et la finition de l'ouvrage. En plus de la règle à niveau, les topographes nous aident également à vérifier l'aplomb et la planéité du coffrage.

➤ Contrôle du nivellement :

Nous vérifions également le nivellement des coffrages, particulièrement pour les éléments horizontaux. Le béton doit être coulé sur une base parfaitement nivelée afin d'assurer la précision des dimensions finales et éviter toute déformation ou affaissement.

➤ Vérification de l'étanchéité du coffrage :

L'étanchéité du coffrage est essentielle pour empêcher les fuites de béton pendant le coulage. Nous inspectons que les joints des coffrages sont bien serrés et que les parois sont suffisamment étanches pour garantir que le béton ne fuira pas, ce qui pourrait affecter la qualité de l'ouvrage.

➤ Contrôle des réservations et réseaux CET :

Nous vérifions également l'incorporation des réservations (pour les passages de canalisations ou câbles) et des réseaux CET. Ces éléments doivent être intégrés correctement dans le coffrage afin qu'ils soient parfaitement positionnés dans le béton une fois le coulage effectué. Toute erreur à ce niveau pourrait nécessiter des travaux de reprise coûteux.

Conclusion partielle :

Une fois toutes ces vérifications effectuées, nous complétons les fiches de contrôle du coffrage en notant les éventuelles non-conformités et les actions correctives nécessaires. Si tout est conforme, nous validons l'état du coffrage avant le coulage du béton. Cette inspection permet de s'assurer que les coffrages sont correctement réalisés, ce qui garantira la qualité, la sécurité et la durabilité de la structure.

Voir annexe n°7 pour la fiche de contrôle du coffrage des voiles V801 et V802

### 3. Inspection du bétonnage des travaux réalisés

L'inspection du bétonnage des travaux réalisés est une étape importante pour garantir la conformité et la qualité des ouvrages en béton. Elle consiste en un ensemble de contrôles minutieux visant à vérifier la conformité des travaux par rapport aux exigences techniques, normatives et aux spécifications du projet. Cette inspection implique une série de tests, d'observations et de vérifications, effectués tout au long du processus de mise en œuvre du béton.

#### a) Moyens et outils utilisés lors de l'inspection

Pour assurer un contrôle rigoureux de la qualité du béton, plusieurs outils et moyens sont utilisés. Le bordereau de livraison du béton prêt à l'emploi (**BPE**) est un document essentiel, indiquant la composition et les caractéristiques du béton livré sur le chantier, telles que la classe de résistance, la composition en granulats et la date et l'heure de fabrication. Ce document permet de s'assurer que le béton reçu est conforme aux spécifications techniques et à la commande.

-Les essais in situ sont également des outils incontournables pour contrôler la qualité du béton. Par exemple, le cône d'Abrams, utilisé pour le test de l'affaissement (slump test), permet de mesurer la consistance du béton frais et de vérifier si celle-ci correspond à celle

spécifiée dans le projet. Cet essai est réalisé sur le chantier, à proximité de la zone de bétonnage, pour garantir que le béton peut être manipulé et mis en œuvre correctement.

-Le contrôle visuel est un autre outil fondamental dans l'inspection du bétonnage. Il permet de vérifier l'aspect général du béton, l'absence de défauts apparents tels que les fissures ou les bulles d'air, et de s'assurer que le béton a bien été mis en place selon les procédures.

-Le contrôle du matériel utilisé, notamment les vibrateurs de béton et autres équipements nécessaires à la mise en œuvre, est également essentiel. Il est crucial que les machines soient en bon état de fonctionnement pour garantir la qualité du bétonnage.

-Enfin, des mètres et niveaux sont utilisés pour contrôler les dimensions et les niveaux de bétonnage, assurant ainsi que les éléments en béton respectent les tolérances spécifiées dans le plan de conception.

#### **b) points de contrôle de l'inspection du bétonnage**

- **Typologie du béton** : L'une des premières étapes de l'inspection consiste à vérifier la classe de résistance du béton. Ce contrôle est effectué à partir du bordereau de livraison, mais aussi par des essais de résistance sur des échantillons prélevés sur le chantier et durcis en laboratoire. Il permet de s'assurer que le béton atteint la résistance spécifiée pour l'ouvrage.
- **Test d'affaissement (slump test)** : Le test d'affaissement est réalisé pour contrôler la consistance du béton frais ; c'est-à-dire sa maniabilité et sa fluidité. Ce test permet de vérifier que le béton a la fluidité nécessaire pour être mis en œuvre correctement sans excéder la teneur en eau, ce qui pourrait nuire à sa résistance. Pour ce faire, nous utilisons le cône d'Abrams qui est un outil utilisé pour mesurer la consistance du béton. C'est un cône métallique tronqué de **30 cm de hauteur**, avec une base de **20 cm de diamètre** et un diamètre supérieur de **10 cm**. Il est utilisé lors du **slump test**, où le cône est rempli de béton frais, puis retiré pour mesurer l'affaissement du béton, c'est-à-dire de combien il a "baissé" après avoir été enlevé. Cette mesure permet d'évaluer la fluidité du béton, afin de vérifier qu'il est assez facile à travailler, sans être trop liquide ni trop sec.

Figure n°13 : Test d'affaissement au cône d'Abrams



Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

- **Vibration du béton** : La vibration du béton est essentielle pour garantir sa bonne compaction et éviter la formation de vides d'air dans la masse. Le contrôle de cette opération permet de s'assurer que le béton est bien compacté, et qu'il n'y a pas de zones insuffisamment vibrées.
- **Hauteur de chute** : Lors de la mise en œuvre du béton, la hauteur de chute (c'est-à-dire la distance verticale entre la source de déversement du béton et le point où il est déposé) est un paramètre à vérifier, car une chute trop élevée peut provoquer la ségrégation des composants du béton. Ce contrôle permet d'éviter tout risque de dégradation de la qualité du béton lors de sa mise en place. L'Eurocode 2 (particulièrement la norme **EN 1992-1-1** relative au calcul des structures en béton), qui couvre les exigences générales

pour les structures en béton, mentionne des principes liés à la **hauteur de chute du béton**, notamment en ce qui concerne la **ségrégation** et l'impact sur la qualité du béton. En effet, l'**Eurocode 2** spécifie que la **hauteur de chute** du béton doit être **limitée** afin d'éviter une **ségrégation du béton**. La ségrégation se produit lorsque les granulats et la pâte de ciment se séparent, ce qui peut réduire la qualité et la résistance du béton. Il est recommandé de limiter la hauteur de chute à **2 mètres** ou moins pour éviter des problèmes de qualité du béton.

- **Niveau de bétonnage** : Il est primordial de contrôler la hauteur et le niveau du béton dans les coffrages pour s'assurer que les dimensions de l'ouvrage respectent les tolérances spécifiées. Des outils comme des mètres et des niveaux sont utilisés pour effectuer ce contrôle de manière précise.
- **Traitement de la surface du béton** : Une fois le béton coulé, le traitement de la surface est effectué pour obtenir un fini de qualité. Ce traitement inclut les opérations de lissage, de nettoyage pour garantir que la surface du béton soit conforme aux exigences esthétiques et fonctionnelles.
- **Traitement des reprises de bétonnage** : Les reprises de bétonnage, lorsque des intervalles sont nécessaires entre deux coulées de béton, doivent être soigneusement contrôlées. Il est crucial de vérifier la bonne préparation de la surface avant la reprise pour assurer une parfaite adhérence entre les différentes couches de béton. Ce contrôle permet d'éviter les zones de faiblesse dans l'ouvrage. Pour cela, nous procédons à un bouchardage du béton déjà coulé et nous ajoutons un produit liquide appelé Sika Latex.

Figure n°14 : Sika Latex

Produit  
liquide (blanc)  
du Sika Latex  
versé sur le  
béton durcit  
pour la reprise  
de bétonnage



Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

- **Contrôle des conditions de température et d'humidité** : Le béton doit être coulé dans des conditions optimales, ce qui nécessite parfois de mesurer la température ambiante et l'humidité du béton. Un contrôle rigoureux de ces paramètres est essentiel pour garantir une bonne prise et durcissement du béton, particulièrement en cas de températures extrêmes.

### Conclusion partielle

L'inspection du bétonnage des travaux réalisés repose sur un ensemble de contrôles techniques, de tests et d'observations visuelles, utilisant des outils spécialisés et des équipements de mesure. Ces contrôles permettent de garantir la qualité, la durabilité et la

sécurité des ouvrages en béton, tout en s'assurant de leur conformité avec les exigences du projet.

Voir annexe n°8 pour la fiche de contrôle du bétonnage des voiles V801 et V802.

En conclusion partielle, les contrôles qualité réalisés tout au long du processus de construction se sont bien déroulés et ont permis de valider plusieurs aspects essentiels du projet, tels que la conformité du béton, la consistance, et les bonnes pratiques de mise en œuvre. Cependant, malgré la réussite de ces contrôles, certaines NC ont été relevées, principalement au niveau du **ferrailage**, du **coffrage**, et du **bétonnage**. Ces écarts nécessitent une attention particulière et une gestion appropriée pour garantir que l'ouvrage final respecte toutes les normes de sécurité et de performance.



## **TROISIEME PARTIE : LA GESTION DES NON- CONFORMITES SUR LES OUVRAGES**

## Présentation générale

Une non-conformité en génie civil désigne un écart ou une déviation par rapport aux exigences, spécifications, normes ou critères définis dans les documents contractuels, les plans de construction, ou les réglementations en vigueur. Ces écarts peuvent concerner plusieurs aspects de la construction, tels que les matériaux, les méthodes de travail, les équipements, les résultats des essais, ou l'application des procédures de sécurité. Autrement dit, une non-conformité signifie que le travail réalisé ne respecte pas les standards attendus. Si elle n'est pas corrigée, elle peut compromettre la qualité, la durabilité ou la sécurité de la structure.

L'ISO 9001, norme internationale de gestion de la qualité, définit la non-conformité comme un "*décalage par rapport aux exigences spécifiées*". Cela inclut tout écart entre ce qui était prévu et ce qui a été réalisé, qu'il s'agisse d'un produit ou d'un service. En génie civil, cela peut concerner des aspects comme la qualité des matériaux utilisés ou la conformité des travaux réalisés.

Joseph M. Juran, expert en gestion de la qualité, définit la non-conformité comme un écart par rapport aux exigences spécifiées, entraînant des coûts supplémentaires pour l'entreprise. Il distingue quatre types de coûts liés aux non-conformités :

- **Défaillances internes** (détectées avant livraison)
- **Défaillances externes** (découvertes après livraison par le client)
- **Coûts d'évaluation** (liés au contrôle qualité)
- **Coûts de prévention** (investissements pour éviter les défauts)

Juran souligne l'importance de gérer efficacement ces coûts afin de garantir la rentabilité et la compétitivité de l'entreprise.

Les non-conformités sont généralement classées en trois catégories, selon leur gravité et leur impact sur la structure :

- **Non-conformités mineures** : Ce sont des écarts qui n'ont pas d'impact significatif sur la fonctionnalité ou la sécurité de la structure. Ces non-conformités peuvent être corrigées facilement sans affecter les délais ou les coûts majeurs
- **Non-conformités majeures** : Ce sont des écarts qui affectent la qualité, la durabilité ou la sécurité du bâtiment, mais qui peuvent être corrigés sans entraîner

des risques immédiats. Elles peuvent entraîner des retards ou des coûts supplémentaires

- **Non-conformités critiques** : Ce sont des écarts graves qui compromettent directement la sécurité ou la stabilité de la structure. Ces non-conformités nécessitent une action immédiate et peuvent entraîner des risques importants pour les occupants ou la durabilité de l'ouvrage.

Les causes d'une non-conformité peuvent être diverses et liées à plusieurs facteurs au cours des différentes phases de la construction. Voici les principales causes :

- **Main-d'œuvre** : Cette catégorie regroupe les erreurs humaines, le manque de formation, la mauvaise communication entre les équipes, ou encore la fatigue et l'inattention.
- **Méthode** : Elle concerne les procédures utilisées sur le chantier. Des pratiques de travail mal définies, non standardisées ou mal appliquées peuvent causer des écarts de qualité, notamment lorsqu'il n'y a pas de contrôle rigoureux à chaque étape.
- **Matière** : Cette catégorie analyse la conformité des matériaux utilisés. L'utilisation de béton mal dosé, de granulats non calibrés ou de produits de mauvaise qualité peut compromettre la solidité de l'ouvrage.
- **Matériel** : Elle regroupe les équipements et outils utilisés sur le chantier. Des coffrages défectueux, des vibrateurs mal entretenus ou des étais mal réglés peuvent directement impacter la qualité du béton ou du ferrailage.
- **Milieu** : Le contexte environnemental (température, humidité, poussière, éclairage) joue un rôle important. Par exemple, des températures trop élevées ou une mauvaise préparation du support peuvent perturber la prise du béton ou accélérer son dessèchement.

Ces causes peuvent se combiner ou se superposer, et chacune peut entraîner des conséquences importantes sur la qualité et la sécurité de la structure. Une gestion rigoureuse est nécessaire pour prévenir et corriger ces non-conformités.

## CHAPITRE I : IDENTIFICATION DES NON CONFORMITES

L'inspection des travaux en génie civil est essentielle pour garantir la qualité des ouvrages. Elle consiste à comparer les réalisations aux plans, normes et spécifications techniques à travers des observations sur le terrain, des vérifications dimensionnelles et le contrôle des matériaux et méthodes. Elle nécessite une bonne connaissance des points critiques du projet et une coordination entre les équipes. Tout écart constaté est alors considéré comme une non-conformité potentielle.

### I. Type de non-conformités des ouvrages

La gestion des non-conformités est essentielle pour assurer la qualité et la durabilité d'un ouvrage. Elles peuvent apparaître à différentes étapes de la construction, notamment au niveau du ferrailage, du béton et du coffrage, avec des impacts directs sur la résistance, l'esthétique et la sécurité. Il est donc crucial de bien les identifier et les maîtriser. Cette section présente les principales non-conformités rencontrées sur le chantier, classées en trois catégories : ferrailage, béton et coffrage.

#### 1. Non-conformités sur le ferrailage

Le ferrailage est une étape essentielle pour assurer la résistance mécanique des structures en béton armé. Il permet de reprendre les efforts de traction grâce aux barres d'acier, qui renforcent le béton pour le rendre capable de supporter des charges importantes. Cependant, plusieurs non-conformités peuvent survenir lors de l'installation des armatures :

- **Mauvaise disposition des armatures** : Le ferrailage doit respecter des spécifications précises en termes de positionnement. Si les barres d'acier sont mal positionnées, cela peut nuire à l'intégrité de la structure, entraînant une déformation ou une faiblesse locale.

- **Enrobage insuffisant ou excessif** : Le contrôle a révélé des non-conformités au niveau de l'enrobage des armatures. Dans plusieurs cas, les cales d'enrobage étaient absentes ou mal positionnées, ce qui a entraîné une distance inadéquate entre le ferrailage et le coffrage, exposant ainsi les armatures au risque de corrosion prématurée.

- **Déplacement des armatures pendant le bétonnage** : Une non-conformité fréquente est le mouvement des armatures pendant le coulage du béton. En effet, si le

ferrailage n'est pas correctement lié ou fixé avant le bétonnage, les barres peuvent se déplacer sous l'effet de la pression du béton liquide. Cela crée des zones faibles où la structure sera moins résistante. Cela peut se produire notamment dans des zones à forte hauteur de chute de béton. La figure n°15 et n°16 suivantes illustrent un déplacement d'aciers pendant le coulage du béton (l'espacement conformément aux plans est de 20 cm).

Figure n°15 : Aciers déplacés pendant le coulage



Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

Figure n°16 : Excès d'espacement entre les deux barres



Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

- **Corrosion des armatures** : Les barres d'acier doivent être stockées dans des conditions sèches pour éviter la rouille. Si les armatures sont **corrodées** avant ou pendant le bétonnage, elles perdent une partie de leur capacité à assurer le renfort, ce qui pourrait compromettre la sécurité de la structure sur le long terme.
- **Non-respect des plans d'exécution** : Lors des contrôles, il a été constaté que les armatures posées ne respectaient pas toujours les plans d'exécution. Cela se traduit par l'utilisation de barres de mauvais diamètre, un espacement irrégulier ou non conforme, ainsi que par l'omission de certaines barres essentielles à la structure.
- **Ligature et assemblage défectueux** : Les ligatures des armatures sont parfois mal réalisées, trop lâches, voire absentes à certains endroits. Ce défaut compromet la stabilité de la cage de ferrailage lors du bétonnage et peut entraîner un déplacement des barres.

## 2. Non-conformités sur le béton

Le béton est un matériau complexe qui doit être manipulé avec soin pour garantir une bonne résistance et durabilité. Après le coulage et le décoffrage, plusieurs types de non-conformités peuvent être détectées dans le béton, affectant sa qualité, son aspect ou sa solidité.

### Après décoffrage :

Lorsque le coffrage est retiré, une inspection approfondie du béton est nécessaire pour s'assurer qu'il répond aux exigences des plans de construction. Voici les **7 types de non-conformités** que nous avons établis pour le béton, annotées de **R1 à R7** :

- **R1 – Nid de gravier, armature non visible**
- **R2 - Nid de gravier, armature visible**
- **R3 – Bullage d'air**
- **R4 – Dégâts sur le béton : il s'agit des dommages au béton pendant le décoffrage**
- **R5 – Fissures inférieures à 0,3 mm**
- **R6 – Fissures entre 0,3 mm et 5 mm**
- **R7 – Fissures supérieures à 5 mm**

Figure n°17 : Non conformités sur le béton

	
<p>Nid de gravier sans armature apparent</p>	<p>Nid de gravier avec armature apparent</p>
	
<p>Bullage d'air</p>	<p>Fissures non structurelle</p>
<p>Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025</p>	

### Avant décoffrage :

- **Problèmes de consistance** : Un béton qui n'est pas de la bonne consistance peut ne pas être maniable, et cela peut entraîner des erreurs dans le coulage. Il est important de vérifier le slump (test d'affaissement) pour s'assurer que le béton a la bonne consistance avant le coulage. La figure n°17 donne un exemple d'un test d'affaissement réalisé et qui n'est pas conforme (valeur de l'affaissement **14.5 cm**) :

Figure n°18 : Test d'affaissement non-conforme



Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

- **Non-conformité au transport** : Les non-conformités liées au transport du béton concerne principalement les retards de livraison. Un béton livré trop tard peut avoir déjà commencé sa prise, ce qui affecte sa qualité.

### 3. Non-conformités sur le coffrage

Le coffrage est l'élément qui permet de maintenir la forme du béton pendant son durcissement. Une fois le béton coulé, le coffrage doit être retiré, mais plusieurs non-conformités peuvent survenir lors de cette étape, avant et après le bétonnage.

- **Mauvais dimensionnement du coffrage** : Si le coffrage est mal conçu ou mal dimensionné, cela peut entraîner des déformations dans les éléments en béton ou des erreurs de dimension. Par exemple, une erreur de dimensionnement du coffrage d'un voile peut entraîner qu'il soit trop large ou trop étroit, compromettant la stabilité de la structure.
- **Coffrage déformé** : Si le coffrage se déforme sous la pression du béton, cela peut causer des irrégularités dans les éléments en béton. De plus, un coffrage mal étanchéifié peut entraîner des fuites de béton, affectant l'aspect et la résistance de l'ouvrage.

Figure n°19 : Coffrage déformé sous la pression du béton



- **Mauvais alignement et niveau** : Il est essentiel que le coffrage soit installé de niveau et correctement aligné. Toute erreur à ce niveau peut entraîner des déformations dans la structure en béton, telles que des murs ou des colonnes inclinées.
- **Absence de renforts dans le coffrage** : Dans certaines structures, en particulier celles qui subissent des charges importantes, il est nécessaire d'utiliser des renforts dans le coffrage pour éviter la déformation sous la pression du béton. L'absence de ces renforts peut entraîner des défauts dans la structure.
- **Non-conformités liées au matériel** : L'utilisation de panneaux de coffrage déformés ou endommagés a été notée sur certaines zones du chantier, ce qui a nui à la qualité du parement. Le bois utilisé n'était pas toujours conforme aux exigences techniques, notamment en termes de traitement ou de résistance mécanique.

### **Conclusion partielle**

Les non-conformités rencontrées sur le chantier peuvent avoir un impact direct sur la solidité, la durabilité et la sécurité de la structure. Il est donc essentiel de les identifier rapidement et de prendre les mesures correctives nécessaires. En vérifiant les **armatures**, le **béton** et le **coffrage** à chaque étape, il est possible d'éviter des défauts majeurs qui pourraient compromettre l'intégrité du projet. La gestion efficace des non-conformités est un gage de réussite pour garantir que l'ouvrage final respecte les normes de qualité et les spécifications techniques.

## **II. Processus d'identification des non-conformités sur le chantier (contrôles, signalements des anomalies, remontée des problèmes).**

L'identification et la gestion des écarts de qualité sur un chantier sont essentielles pour garantir la conformité aux normes en vigueur. Ce processus repose sur trois points fondamentaux : les contrôles des travaux avant et après exécution, le signalement des

anomalies et la remontée des problèmes, chacun étant structuré pour limiter les risques et optimiser la qualité des travaux.

## **1. Contrôle des Travaux (Avant et Après Exécution)**

Nous effectuons un contrôle qualité, sans attendre les interventions extérieures (bureau de contrôle, maître d'œuvre, etc.), afin d'identifier les écarts et prévenir d'éventuelles malfaçons.

### **a) Contrôle avant exécution**

Avant le démarrage des travaux, nous vérifions plusieurs éléments essentiels pour garantir que les conditions de réalisation sont conformes aux exigences techniques et réglementaires.

#### **✓ Documents et spécifications**

Nous assurons la vérification et l'analyse des documents techniques afin de garantir la conformité des travaux aux exigences du projet. Tout d'abord, nous analysons les plans d'exécution pour détecter d'éventuelles incohérences et anticiper les ajustements nécessaires en collaboration avec les équipes d'ingénierie et d'exécution. Ensuite, nous vérifions les fiches techniques des matériaux afin de nous assurer de leur conformité aux normes en vigueur et aux exigences du projet, évitant ainsi toute utilisation de matériaux non conformes. Enfin, nous validons les procédures d'exécution pour garantir qu'elles respectent les prescriptions techniques et les standards de qualité et de sécurité du chantier.

#### **✓ Matériaux et équipements**

Nous effectuons des vérifications rigoureuses afin de garantir la conformité des matériaux et le bon état des équipements utilisés sur le chantier. Nous inspectons les matériaux livrés, notamment le béton et les aciers, afin de nous assurer qu'ils répondent aux normes en vigueur et aux exigences du projet. Toute non-conformité détectée fait l'objet d'un signalement immédiat pour éviter des défauts pouvant compromettre la qualité des ouvrages. Ensuite, nous vérifions l'état des équipements, tels que les coffrages et les outils de nivellement, afin de garantir leur bon fonctionnement et leur adéquation aux travaux à réaliser.

#### **✓ Préparation et mise en place**

Chaque étape préparatoire est minutieusement contrôlée afin de garantir la conformité aux exigences du projet et d'assurer la durabilité des ouvrages. Nous vérifions le traçage et l'implantation des ouvrages pour nous assurer qu'ils sont correctement positionnés selon les plans d'exécution. Ensuite, nous contrôlons les ferraillements et coffrages avant le coulage du béton, afin de garantir leur conformité aux prescriptions techniques et éviter tout défaut structurel.

## **b) Contrôle après exécution**

Une fois les travaux réalisés, nous effectuons un contrôle minutieux pour nous assurer qu'ils sont conformes aux attentes.

### **✓ Vérification visuelle et dimensionnelle**

Une vérification visuelle et dimensionnelle est effectuée après chaque phase d'exécution pour s'assurer que les ouvrages respectent les normes et les spécifications du projet. Les travaux réalisés sont comparés aux plans d'exécution pour détecter toute incohérence ou non-conformité, afin de s'assurer que les choix techniques et les dimensions respectent les exigences prévues. Ensuite, une inspection minutieuse des finitions est effectuée, portant notamment sur l'absence de fissures, la qualité du béton, ainsi que l'alignement des structures, pour garantir la solidité et la durabilité des ouvrages. Enfin, les dimensions des structures sont vérifiées avec des instruments de mesure de précision tels que des niveaux laser, afin de valider leur exactitude et leur conformité par rapport aux plans.

### **✓ Contrôles techniques**

Nous vérifions que des éprouvettes ont bien été prélevées sur les différentes coulées de béton conformément aux normes pour les essais de résistance. Ces éprouvettes (Figure n°18) sont ensuite soumises à des essais d'écrasement afin de mesurer leur résistance. Une fois les résultats obtenus, nous les analysons pour nous assurer que la résistance du béton est conforme aux spécifications et aux exigences du projet.

Figure n°20 : Exemple d'éprouvettes prélevées pour essai de compression



Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

## 2. Signalement des anomalies (Fiches de Non-Conformité)

Lorsqu'une anomalie est détectée, nous émettons une **fiche de non-conformité (NC)** qui formalise le problème et permet un suivi structuré jusqu'à sa résolution.

### a) Contenu d'une fiche de non-conformité (NC)

Chaque fiche de NC (Figure n°19) contient des informations détaillées pour permettre une analyse approfondie et éviter que l'anomalie ne se reproduise. Nous avons les informations détaillées suivantes :

**-Description de l'anomalie** : Nature du problème (ex : béton mal dosé, erreur d'implantation, ségrégation).

**-Localisation** : Emplacement précis de l'anomalie sur le chantier.

**-Causes probables** : Manque de contrôle, erreur humaine, défaut de matériau, mauvaises conditions climatiques, etc.

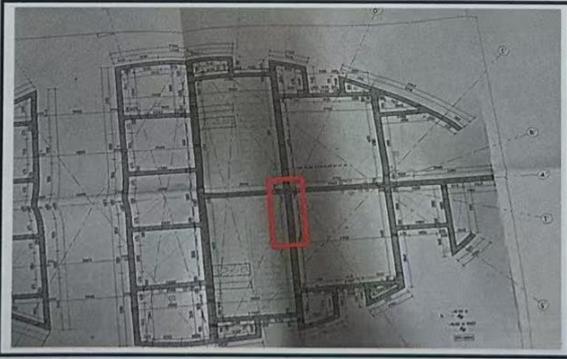
**-Conséquences possibles** : Impact sur la structure, risque de retard, non-respect des normes.

**-Photographies et croquis** : Justifications visuelles de l'anomalie.

**-Plan d'action** : corrective ou préventive.

**-Suivi** : Commentaire sur la procédure de réparation

Figure n°21 : Fiche de non-conformité du voile V302

	FICHE DE MAITRISE DES NC ET AC	Réf : BAT-QSE-FOR-02	Rév 03
		Date : 08/06/2023	
F N C N° 0 8 3 / 2 0 2 4			
Direction/Chantier : <b>TOUR CAFE-CACAO</b>			
Travaux sous-traités : <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/> Oui Lot : <b>GROS-ŒUVRE</b>			
Origine : <input type="checkbox"/> Audit <input checked="" type="checkbox"/> Surveillance <input type="checkbox"/> Revue de NC <input type="checkbox"/> Réclamation externe <input type="checkbox"/> Événement			
Date de l'incident : 25/10/2024 Processus / Activité : Ferrailage			
Rapport établi par : <b>PFO-CONSTRUCTION</b>			
<b>Ecart avéré ou potentiel</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Non-conformité produit <input type="checkbox"/> Organisation <input type="checkbox"/> Santé et sécurité <input type="checkbox"/> Environnement			
<input type="checkbox"/> Presqu'accident <input type="checkbox"/> Incident <input type="checkbox"/> Situation dangereuse <input checked="" type="checkbox"/> Situation anormale			
Classe : <input type="checkbox"/> Mineure <input checked="" type="checkbox"/> Majeure			
<b>Les faits :</b>			
Il a été constaté ce <b>25 octobre 2024</b> que les aciers d'armature verticaux en attentes pour le voile <b>V302 au 2e étage</b> sont <b>désaxés par rapport à leurs positions d'origine</b> (environ 8,00 cm). Cette désaxation entraîne un déséquilibre au niveau des épaisseurs d'enrobage du béton.			
<b>Croquis / Photos :</b>			
			
Aciers désaxés V302, E2		Aciers désaxés V302, E2 (avec mesure)	
			
Localisation de la zone. Extrait plan S10204-1			
1/2			
Source : PFO Construction			

	FICHE DE MAITRISE DES NC ET AC	Réf : BAT-QSE-FOR-02	Rév 03 Date : 08/06/2023		
F N C N° 0 8 3 / 2 0 2 4					
<b>Conséquences :</b> Dommages aux personnes, aux ouvrages, aux biens, à l'environnement, etc. ? Potentiels préjudices sur la structure des acrotères. Arrêt de chantier ou de la tâche ? <input type="checkbox"/> Chantier <input type="checkbox"/> Tâche <input checked="" type="checkbox"/> Autre décision : _____ Rapport à transmettre à l'Assureur : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non					
<b>Cause :</b> Catégorie : <input checked="" type="checkbox"/> Amélioration <input checked="" type="checkbox"/> Organisation Procédés Méthodes <input type="checkbox"/> Moyens Ressources Matériels <input type="checkbox"/> Compétences <input type="checkbox"/> Autres Détail explicite : <i>(Application éventuelle de la méthode de l'arbre des causes)</i>					
<b>Traitement (remise en conformité)</b> TRAVAUX : Acceptation en l'état <input type="checkbox"/> Déclassement <input type="checkbox"/> Traitement <input checked="" type="checkbox"/>					
<b>Plan d'action (action corrective / action préventive)</b>					
<b>Suivi</b> Risques nouveaux : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Evaluation : _____ Commentaires :					
Chargé de la mise en œuvre		Vérification et constat de la fermeture		Constat d'efficacité	
	Date		Date		Date
2/2					

Source : PFO Construction

## **b) Processus de signalement**

Une fois la fiche NC remplie, elle est transmise aux responsables de l'équipe de la production GO afin qu'ils prennent connaissance du problème et proposent une solution.

### **3. Remontée des problèmes et corrections**

Une fois la fiche de non-conformité émise, nous suivons un processus précis pour assurer la correction du problème dans les règles de l'art.

#### **a) Transmission de la NC à l'équipe production**

À la détection d'une non-conformité, une fiche est remplie et transmise à l'équipe de production. Celle-ci propose une méthodologie corrective détaillée (étapes, ressources, délais), validée ensuite par le service qualité avant mise en œuvre. Une fois la proposition de correction formulée, elle est soumise à notre équipe de contrôle qualité pour validation, afin de nous assurer que la solution répond bien aux exigences du projet et aux normes de qualité avant de mettre en œuvre toute action corrective.

#### **b) Proposition et validation de la correction**

L'équipe de la production élabore une méthodologie de correction qu'elle nous soumet pour validation. Cette méthodologie doit clairement préciser la manière dont le problème sera corrigé, en détaillant les étapes nécessaires pour résoudre la non-conformité. En outre, elle doit spécifier les ressources indispensables à la mise en œuvre de la solution, telles que les matériaux nécessaires, la main-d'œuvre requise et les équipements appropriés. Enfin, l'équipe de la production doit définir les délais pour la réalisation de l'action corrective, afin de garantir que la correction soit effectuée sans perturber le planning du chantier et éviter tout retard dans l'avancement des travaux.

#### **c) Exécution de la correction et levée de la NC**

Une fois la méthodologie de la correction validée, l'équipe de la production procède à la mise en œuvre des travaux correctifs en suivant scrupuleusement la méthodologie validée. Une fois l'intervention terminée, nous retournons sur le chantier pour effectuer une vérification afin de nous assurer que la correction a été réalisée conformément aux exigences et aux normes du projet. Si la correction est jugée satisfaisante, nous procédons à la levée officielle de la fiche de non-conformité, marquant ainsi la résolution définitive du problème.

## CHAPITRE II : ENREGISTREMENT ET ANALYSE DES NC

### I. Enregistrement des non-conformités dans un système dédié

L'enregistrement des non-conformités est une étape essentielle du processus de contrôle qualité sur un chantier. Il permet d'assurer un suivi rigoureux et une gestion efficace des écarts de qualité sur un chantier. Deux principaux modes d'enregistrement existent : l'enregistrement manuel (papier) et l'enregistrement numérique.

#### a) Enregistrement manuel (Papier)

L'enregistrement manuel repose sur des documents physiques, tels que des fiches de NC qui permettent de consigner les informations relatives à chaque anomalie détectée sur le chantier.

##### ✓ Comment ça fonctionne ?

Lorsqu'une non-conformité est identifiée, elle est immédiatement documentée sur une fiche de NC. Cette fiche est remplie à la main et contient des informations essentielles comme la description du problème, l'endroit concerné, la date de constatation et les mesures correctives envisagées. Une fois complétée, cette fiche est classée dans un registre physique tenu par le service qualité.

##### ✓ Avantages :

L'enregistrement manuel présente plusieurs atouts, notamment sa simplicité d'utilisation. Il ne nécessite aucun équipement informatique ni connexion internet, ce qui le rend accessible sur tous types de chantiers, même dans des zones où l'infrastructure numérique est limitée. De plus, les documents papiers sont facilement transportables et peuvent être remplis directement sur le terrain sans contrainte technique.

##### ✓ Inconvénients :

Cette méthode présente des limites majeures. Le risque de perte ou de détérioration des fiches est élevé, surtout sur un chantier où les documents peuvent être exposés aux intempéries. De plus, la consultation des informations devient rapidement complexe, car il faut rechercher manuellement les anciennes fiches dans un registre, ce qui peut prendre du

temps. L'analyse des tendances des non-conformités est également plus difficile, car les données ne sont pas centralisées ni facilement exploitables pour des statistiques.

## b) Enregistrement numérique

L'enregistrement numérique est une étape complémentaire qui intervient après l'enregistrement manuel des non-conformités. La détection des anomalies est souvent réalisée sur le terrain et ces non-conformités sont d'abord documentées sur papier à l'aide de fiches de non-conformité (NC) mais l'enregistrement numérique repose sur des logiciels spécialisés ou des fichiers informatiques qui centralisent toutes les informations sur les NC.

### ✓ Comment ça fonctionne ?

Après avoir effectué l'enregistrement manuel, nous procédons à l'enregistrement numérique qui consiste à saisir les fiches de NC sur un ordinateur. Elles sont stockées dans une base de données consultable à tout moment. Ainsi, un suivi automatisé permettra d'attribuer et de suivre l'évolution de chaque NC. Si l'anomalie nécessite une action immédiate, la fiche est transmise en copie aux équipes concernées, comme l'équipe de la production GO ou le bureau d'études, pour qu'ils puissent prendre les mesures correctives nécessaires

### ✓ Avantages :

L'enregistrement numérique présente également plusieurs atouts. En effet, il permet une meilleure traçabilité et un accès rapide aux données. Ensuite, nous pouvons le partager d'une façon instantanée avec les autres parties prenantes notamment à l'équipe Production ou à l'équipe Supervision. Enfin, grâce à des rapports et graphiques nous pouvons faire des analyses.

## c) Les logiciels d'enregistrement des non-conformités

Pour assurer un suivi rigoureux et structuré des non-conformités sur le chantier, nous utilisons **Microsoft Excel** comme outil principal d'enregistrement. Bien qu'il existe plusieurs solutions logicielles sur le marché, Excel s'est imposé comme un choix simple, accessible et suffisamment efficace pour nos besoins opérationnels.

Grâce à cet outil, toutes les non-conformités sont enregistrées dans un tableau dynamique, qui comprend des informations clés telles que : la date d'apparition, la zone concernée, la nature du défaut, le responsable de la correction et le statut d'avancement. Cette organisation nous permet de centraliser les données et de garantir une traçabilité complète du traitement des anomalies.

L'un des avantages majeurs d'Excel réside dans ses capacités de visualisation graphique. À travers des histogrammes et courbes d'évolution, nous pouvons rapidement repérer les catégories de non-conformités les plus fréquentes, identifier les périodes critiques et analyser les causes dominantes (erreurs humaines, défauts matériaux, problèmes de coordination, etc.). Ces indicateurs nous aident à adapter nos méthodes de travail et à renforcer les points faibles.

Par ailleurs, les fonctions de commentaires et d'annotations intégrées dans chaque cellule nous permettent d'ajouter des précisions utiles sur certaines non-conformités, sans avoir à rédiger de rapports séparés. Cela facilite la communication entre les équipes et nous fait gagner du temps au quotidien.

#### **d) Les raisons des enregistrements structurés**

L'enregistrement des non-conformités (NC) ne doit pas être considéré comme une simple formalité administrative, mais comme un outil stratégique essentiel pour l'amélioration continue de la qualité du chantier. Il permet une amélioration de la traçabilité, en offrant un suivi structuré et efficace des NC, ce qui permet d'identifier les problèmes récurrents et de mieux comprendre les zones nécessitant une attention particulière. Ensuite, il génère un gain de temps considérable, car il permet un accès rapide aux NC enregistrées, facilitant ainsi leur traitement rapide et la prise de décisions éclairées. De plus, l'enregistrement des NC contribue à l'amélioration continue, en permettant l'analyse des tendances et l'élaboration d'actions préventives pour éviter la répétition des erreurs. Enfin, un enregistrement rigoureux garantit la conformité aux normes, assurant ainsi que les exigences qualité et sécurité sont respectées tout au long du processus.

## Conclusion partielle

Que ce soit en format papier ou numérique, l'enregistrement des NC est indispensable pour assurer le suivi des anomalies et la mise en place d'actions correctives adaptées. L'utilisation du logiciel Excel permet d'optimiser ce processus en améliorant la traçabilité, la réactivité et l'analyse des données. Une gestion efficace des NC contribue directement à l'amélioration de la qualité des ouvrages et à la réduction des risques sur le chantier.

## II. Analyse des causes profondes : approche par la méthode des 5M

L'analyse approfondie des non-conformités observées sur le chantier révèle des causes profondes qui vont au-delà des simples erreurs d'exécution. Ces anomalies sont souvent liées à cinq facteurs majeurs, regroupés sous la méthode des **5M** : **Main-d'œuvre, Méthode, Matériel, Milieu, Management**. Cette analyse détaillée permet de comprendre les origines des problèmes et leur impact sur la qualité des travaux.

### a) Main-d'œuvre

La qualification et l'expérience de la main-d'œuvre sont déterminantes pour la qualité des ouvrages. Sur le chantier, plusieurs non-conformités ont été constatées en raison d'une main-d'œuvre insuffisamment formée :

- Erreurs de ferrailage (mauvais positionnement, recouvrements incorrects, ligatures défectueuses)
- Problèmes de bétonnage (manipulation inadaptée des aiguilles vibrantes, causant de la ségrégation)
- Difficultés dans la lecture et l'interprétation des plans

Ces erreurs entraînent des reprises coûteuses, des retards et une baisse de la durabilité des structures.

### b) Méthode

Les techniques et procédures utilisées influencent directement la conformité des travaux. Des défaillances ont été relevées telles que :

- Mauvaise application des techniques de vibration du béton

- Défauts dans le coffrage (absence de contrôle des déformations, défaut de planéité)

Des méthodes mal appliquées compromettent la qualité et génèrent des défauts structurels importants.

### c) Matériel

La performance des équipements conditionne la fiabilité du chantier. Les non-conformités observées comprennent :

- Coffrages déformés ou mal fixés
- Vibrateurs inadaptés ou mal utilisés
- Équipements défectueux ralentissant l'exécution et affectant la qualité finale

Un matériel inapproprié ou mal entretenu engendre des malfaçons et allonge les délais d'exécution.

### d) Milieu

L'environnement du chantier a une influence directe sur les performances techniques. Parmi les difficultés rencontrées :

- Températures élevées ou intempéries accélérant la prise ou la déformation du béton
- Conditions de travail restreintes (espace de stockage, sécurité, accessibilité)
- Poussière, humidité, pollution perturbant les opérations

Un milieu mal maîtrisé multiplie les risques de non-conformités.

### e) Matière

La qualité des matières premières joue un rôle fondamental dans la durabilité des ouvrages. Problèmes identifiés :

- Béton non conforme (mauvais dosage, teneur en eau excessive, mauvaise résistance)
- Ferrailage corrodé à cause d'un stockage inadapté
- Granulats mal calibrés, altérant la compacité du béton

L'utilisation de matières de mauvaise qualité nuit gravement à la solidité et à la longévité des structures.

### **Conclusion partielle**

L'analyse des causes profondes montre que les non-conformités résultent de dysfonctionnements répartis entre les cinq axes du diagramme des 5M. Pour améliorer la qualité du chantier, il est essentiel de :

- Renforcer la formation et la supervision de la main-d'œuvre
- Appliquer strictement les méthodes de travail
- Veiller à la performance du matériel
- Adapter les conditions de travail au contexte environnemental
- Contrôler rigoureusement les matières premières utilisées

Il ne suffit pas d'identifier les causes, il faut aussi mettre en œuvre des actions correctives et préventives durables pour garantir la réussite du projet.

## CHAPITRE III : LA MISE EN PLACE D’ACTION CORRECTIVE ET PREVENTIVE

### I. ELABORATION D’UN PLAN D’ACTION : ACTIONS CORRECTIVES ET ACTIONS PREVENTIVES

La mise en place d’un plan d’actions efficace est essentielle pour assurer la qualité et la conformité des ouvrages sur un chantier. Lorsqu’une non-conformité est détectée, il est indispensable de corriger immédiatement l’anomalie afin d’éviter qu’elle ne compromette l’avancement des travaux. Cependant, pour garantir que ces erreurs ne se répètent pas, il faut également mettre en place des actions préventives qui permettent d’anticiper et de supprimer les causes profondes des non-conformités.

Ainsi, un plan d’actions doit comporter deux volets complémentaires :

- **Les actions correctives**, qui sont mises en œuvre immédiatement après la détection d’une non-conformité.
- **Les actions préventives**, qui sont élaborées sur le long terme pour éviter que la même erreur ne se reproduise.

Pour que ces actions soient efficaces, leur mise en place repose sur trois étapes essentielles : l’identification des responsables, la définition des actions spécifiques à mener et la planification des délais d’exécution.

#### 1. Identification des Responsables

Pour garantir l’efficacité d’un plan d’actions, il est indispensable de désigner clairement les personnes en charge de l’application et du suivi des corrections. Chaque acteur doit jouer un rôle bien défini afin d’éviter que chaque non-conformité ne soit négligée ou mal corrigée. Une gestion claire des responsabilités permet d’assurer un suivi efficace des corrections et d’impliquer chaque acteur du chantier dans l’amélioration continue de la qualité.

##### ◆ **Actions Correctives :**

Dans le cadre des actions correctives, la gestion des responsabilités est souvent immédiate et attribuée en fonction du problème constaté. Par exemple, si une non-conformité concerne un ferrailage mal positionné, c’est à l’équipe Production et au chef de chantier de procéder aux ajustements avant le coulage du béton. Si le problème concerne

une mauvaise qualité du béton livré, le fournisseur est tenu responsable et doit assurer une nouvelle livraison conforme.

#### ◆ **Actions Préventives :**

Pour les actions préventives, les responsabilités sont attribuées à des acteurs chargés de mettre en place des améliorations sur le long terme. Par exemple, pour des erreurs récurrentes comme la mise en place du ferrailage, alors le conducteur de travaux et les chefs d'équipes de la Production doivent organiser des séances de formation pour les ouvriers en lecture de plans et à la bonne mise en œuvre des matériaux. De même, si des problèmes sont liés à la planification, une révision des processus internes peut être confiée au bureau d'études ou au responsable planning.

## 2. **Définition des Actions Spécifiques à Mener**

Une fois les responsabilités établies, il est essentiel de définir précisément les actions à mettre en place pour corriger ou prévenir les non-conformités.

#### ◆ **Actions Correctives :**

Les actions correctives sont mises en œuvre immédiatement après la détection d'un problème. Elles peuvent inclure des reprises des travaux, comme la réfection d'un béton présentant des ségrégations, la reprise d'un coffrage mal exécuté. L'objectif est de corriger rapidement l'anomalie avant qu'elle n'affecte d'autres étapes du projet.

#### ◆ **Actions Préventives :**

Elles visent à réduire les risques de réapparition des problèmes en améliorant les méthodes de travail et l'organisation. Les actions préventives visent à éviter que les erreurs ne se reproduisent. A titre explicatif, si une mauvaise vibration du béton a causé des défauts, une action préventive consistera à former de façon continue les équipes aux bonnes pratiques de compactage et à mettre en place un contrôle systématique après chaque coulage. De même, si une mauvaise planification a entraîné des retards et des non-conformités, il peut être nécessaire d'instaurer des réunions de coordination plus fréquentes et d'améliorer la communication entre les équipes.

### 3. Planification des Délais d'Exécution

Un plan d'actions efficace doit être intégré dans le planning global du chantier pour éviter des perturbations dans l'exécution des travaux. Il est donc crucial de définir des délais précis pour chaque action corrective et préventive.

#### ◆ Actions Correctives :

Elles doivent être traitées selon leur degré d'urgence, cependant la rapidité d'exécution est essentielle, car toute non-conformité non traitée peut entraîner des complications supplémentaires. Certaines corrections doivent être immédiates, comme la modification d'un ferrailage avant bétonnage ou la reprise d'un défaut dans un coffrage sous peine d'engendrer des défauts structurels.

#### ◆ Actions Préventives :

Leur mise en œuvre doit être intégrée dans le calendrier général du projet. Elles doivent également être intégrées dans une stratégie d'amélioration continue. Les actions peuvent être planifiées sous forme de formations régulières, de mises à jour des procédures internes ou encore de renforcement des contrôles qualité à des moments clés du chantier. Par exemple, un audit qualité peut être prévu avant chaque phase critique (coulage du béton, levée de coffrage) afin de s'assurer que toutes les conditions sont réunies pour éviter les erreurs.

### Conclusion partielle

L'élaboration des actions correctives et préventives est une démarche essentielle pour assurer la conformité et la qualité d'un chantier. Les actions correctives permettent de rectifier les anomalies déjà constatées, tandis que les actions préventives visent à éviter leur réapparition en améliorant l'organisation, la formation et les procédures de travail. Une identification claire des responsables, une définition précise des mesures à prendre et une planification rigoureuse sont les trois piliers d'un plan d'actions efficace. En intégrant ces éléments dès la phase d'exécution, nous pouvons garantir une meilleure gestion des non-conformités et optimiser la performance globale du projet.

## II. Suivi de la mise en œuvre du plan d'action

Lorsqu'on applique ces principes aux plans d'actions correctives et préventives, il est essentiel de comprendre que les actions correctives traitent des problèmes existants ou des écarts observés, tandis que les actions préventives visent à éviter que ces problèmes ne se reproduisent à l'avenir. Nous avons adapté les outils de suivi et les méthodes de validation aux deux types d'actions :

### 1. Outils de suivi pour les actions correctives et préventives :

- **Tableau de bord :**

Un tableau de bord pour le suivi des actions correctives et préventives a été configuré pour distinguer les deux types d'actions, avec des sections spécifiques pour chaque catégorie.

Pour les actions correctives, nous pourrions suivre les progrès pour résoudre les problèmes identifiés, mesurer l'impact des actions et vérifier si elles respectent les délais.

Pour les actions préventives, le tableau de bord peut inclure des indicateurs sur la mise en place de procédures visant à réduire le risque d'apparition de futurs problèmes, tels que des audits réguliers ou des formations.

Voir annexe n°9 pour le tableau de bord

- **Documentation et traçabilité :**

Il est crucial de maintenir une documentation rigoureuse pour toutes les actions entreprises. Cela inclut les mesures correctives et préventives mises en place, les résultats des essais, et les révisions des processus. Une traçabilité complète permet non seulement de suivre les évolutions, mais aussi d'assurer la conformité en cas d'audit ou de contrôle. Cela peut aussi servir de référence pour de futurs ajustements.

- **Réunions de suivi :**

Les réunions régulières jouent un rôle clé dans le suivi et l'évaluation des actions correctives et préventives mises en place. Concernant les actions correctives, elles permettent d'analyser les non-conformités détectées, de suivre l'application des mesures correctives et d'évaluer leur efficacité afin d'éviter la réapparition des mêmes défauts.

Pour les actions préventives, ces réunions servent à anticiper d'éventuels risques, à examiner l'efficacité des mesures de prévention instaurées et à apporter les ajustements nécessaires pour garantir une meilleure maîtrise de la qualité et de la sécurité sur le chantier.

## 2. Méthodes de validation des actions correctives et préventives :

Les actions correctives et préventives nécessitent une validation pour s'assurer qu'elles apportent bien les résultats attendus. Voici comment cela se décline :

- **Vérifications sur le terrain :**

D'une part, pour les actions correctives, la vérification sur le terrain permet de s'assurer que les problèmes identifiés ont bien été corrigés et que la situation a été rétablie à un niveau acceptable. A titre d'exemple, si une action corrective consiste à réparer un défaut dans un processus de fabrication, la vérification sur le terrain implique de contrôler la conformité des produits fabriqués après la correction.

D'autres part pour les actions préventives, la vérification sur le terrain concerne ici l'évaluation de la mise en place de nouvelles procédures de prévention, telles que des contrôles plus fréquents, des formations sur la sécurité ou des vérifications des équipements. L'objectif est de vérifier si ces mesures préventives sont bien suivies et efficaces pour éviter la survenue de problèmes futurs.

- **Essais de validation des modifications apportées :**

Les essais jouent un rôle essentiel dans l'évaluation de l'efficacité des actions correctives et préventives mises en place sur le chantier. Pour les **actions correctives**, ils permettent de vérifier si les modifications apportées ont réellement résolu le problème initial. Par exemple, lorsqu'un procédé de fabrication est amélioré pour réduire un défaut, des tests sont réalisés afin de confirmer l'élimination effective de ce défaut. Quant aux **actions préventives**, elles nécessitent des essais de validation pour s'assurer de la fiabilité des nouvelles pratiques ou technologies mises en place.

### **Conclusion partielle :**

L'application de ces méthodes aux plans d'actions correctives et préventives permet d'assurer que non seulement les problèmes existants sont correctement résolus, mais aussi que des mesures sont mises en place pour éviter leur réapparition. Le suivi, à travers des outils comme le tableau de bord et des réunions régulières, permet de garantir que ces actions sont bien mises en œuvre, tandis que les méthodes de validation (vérifications sur le terrain et essais) permettent de confirmer leur efficacité, tant pour résoudre les problèmes actuels que pour prévenir de futurs incidents.



## **PARTIE 4 : PROPOSITIONS POUR LA REDUCTION DES NON CONFORMITES ET BILAN DE STAGE**

## CHAPITRE I : Évaluation et analyse des plans d'actions pour le contrôle qualité et la gestion des NC

### I. Analyse critique des méthodes de contrôle qualité et de gestion des NC

#### 1. Identification des forces et faiblesses des méthodes actuelles de contrôle qualité (inspections, essais, audits).

Le contrôle qualité repose principalement sur trois méthodes : les inspections, les essais sur matériaux et les audits qualité. Bien que ces outils soient indispensables, leur application présente plusieurs limites qui réduisent leur efficacité.

D'abord, les inspections régulières permettent d'identifier rapidement les défauts d'exécution, mais il arrive que l'équipe de la production ne réponde pas de façon proactive à la correction des défauts signalés. De plus, le manque de rigueur dans l'auto-contrôle faite par l'équipe de la supervision entraîne des retards lors du passage de l'équipe du bureau de la qualité et du client pour la réception des travaux.

Ensuite, les essais sur matériaux (béton, acier) sont essentiels pour garantir la qualité des éléments utilisés sur le chantier. Cependant, ces tests présentent des contraintes majeures. Les résultats prennent parfois du temps à être disponibles, ce qui peut retarder les travaux.

Enfin, des problèmes de communication entre les équipes d'inspection, les gestionnaires de projet et les responsables qualité peuvent générer des malentendus, réduisant l'efficacité des actions correctives et pouvant conduire à des retards supplémentaires, affectant ainsi l'échéancier du projet et la relation avec le client.

#### 2. Efficacité des actions correctives et préventives mises en place.

Les actions correctives et préventives, mises en place pour assurer la qualité, rencontrent plusieurs limites qui réduisent leur efficacité. L'un des problèmes majeurs vient du temps de réaction face aux non-conformités. Lorsqu'un problème est identifié, la mise en œuvre des actions correctives prend parfois trop de temps en raison de la complexité des procédures ou du manque de disponibilité des ressources nécessaires. Ce délai peut entraîner des interruptions de travail, retardant ainsi l'avancement du projet. De plus, la communication entre les différentes parties prenantes (équipes sur site, gestionnaires de projet, clients) peut aussi représenter un obstacle à l'efficacité des actions correctives et préventives. Une mauvaise communication peut entraîner des malentendus concernant les

priorités à donner à certaines non-conformités ou la nature des actions à prendre, ce qui peut ralentir la résolution des problèmes et impacter négativement le respect des délais et la satisfaction du client.

### **3. Impact des non-conformités sur la qualité des ouvrages, les coûts et les délais.**

Les non-conformités entraînent des conséquences directes sur la qualité des ouvrages, les coûts et les délais du projet. Lorsqu'un travail ne respecte pas les exigences techniques ou les normes en vigueur, cela compromet la solidité et la durabilité de l'ouvrage. Par exemple, une mauvaise exécution des travaux du gros-œuvre peut entraîner des fissures prématurées, obligeant à des reprises coûteuses. Ensuite, au niveau des coûts, les non-conformités génèrent des dépenses imprévues. Corriger un défaut après coup demande du temps supplémentaire, de la main-d'œuvre additionnelle et parfois même l'achat de nouveaux matériaux. Dans certains cas, il faut démolir et refaire certaines parties de l'ouvrage, ce qui alourdit considérablement le budget initial. De plus, si ces erreurs entraînent des pénalités de retard ou une insatisfaction du client, cela peut nuire à la réputation de l'entreprise. Enfin, les délais du projet sont également fortement impactés. Lorsqu'une non-conformité est détectée tardivement, il faut interrompre les travaux pour analyser le problème et trouver une solution.

## **II. Identification des axes d'amélioration**

Malgré les dispositifs de contrôle qualité mis en place sur le chantier, certaines limites persistent et affectent la conformité des ouvrages, les coûts et les délais. Afin d'optimiser ces processus et garantir une meilleure gestion des non-conformités, plusieurs axes d'amélioration doivent être envisagés. Ceux-ci portent sur le renforcement des méthodes de contrôle, l'optimisation des actions correctives et préventives, ainsi que la réduction des impacts des non-conformités sur le projet.

### **1. Amélioration des méthodes de contrôle qualité**

Les inspections, essais et audits sont des outils essentiels pour assurer la conformité des travaux. Toutefois, leur efficacité peut être renforcée à travers plusieurs actions visant à optimiser leur mise en œuvre et à réduire leurs contraintes.



## 2. **Renforcement des actions correctives et préventives**

Les actions mises en place pour corriger et prévenir les non-conformités doivent être plus réactives et mieux coordonnées afin d'éviter des interruptions prolongées et des erreurs récurrentes. Une meilleure communication et implication des équipes est donc nécessaire.

## 3. **Réduction de l'impact des non-conformités**

Les non-conformités ont un impact direct sur la qualité, les coûts et les délais du projet. Il est donc crucial de mettre en place des mesures préventives et des ajustements organisationnels pour limiter leurs conséquences et assurer le bon déroulement du chantier.

## Chapitre II : Propositions pour l'amélioration du contrôle qualité et de la gestion des NC

### 1. Optimisation des méthodes de contrôle qualité

L'optimisation des méthodes de contrôle qualité repose sur plusieurs axes d'amélioration.

#### a) Amélioration de l'auto-contrôle

Une meilleure implication de l'équipe de supervision dans l'auto-contrôle est essentielle pour identifier les défauts en amont des inspections officielles. L'organisation de sessions d'information et d'échanges régulières permettra de sensibiliser les équipes sur les exigences qualité et les points critiques à surveiller. De plus, la mise en place d'ateliers pratiques mensuels favorisera la détection précoce des malfaçons, réduisant ainsi le temps nécessaire à la validation des ouvrages.

#### b) Amélioration de la coordination pour les réceptions de travaux

Une gestion optimisée des réceptions de travaux passe par l'instauration d'une procédure claire encadrant les invitations aux inspections. Il est essentiel que les équipes de production sollicitent les contrôleurs uniquement lorsque les ouvrages sont totalement réalisés et conformes aux exigences qualité. Une auto-vérification préalable, réalisée en collaboration avec l'équipe de supervision, garantira que tous les critères sont respectés avant toute inspection officielle. Cette démarche permettra de limiter les interruptions inutiles et d'améliorer l'efficacité des contrôles, tout en responsabilisant davantage les équipes de production.

#### c) Suivi des réceptions de ferrailage, de coffrage et de bétonnage

L'instauration d'un suivi rigoureux des réceptions de ferrailage, de coffrage et de bétonnage repose sur une meilleure traçabilité des inspections. L'utilisation de plans annotés avec des codes couleur distincts pour chaque jour de la semaine facilite le repérage des zones déjà contrôlées et celles restant à inspecter. L'adoption de surligneurs de différentes couleurs pour marquer les zones inspectées a permis d'améliorer significativement la planification et d'éviter toute omission dans le suivi des contrôles.

Les figures n°20 et n°21 illustrent ce suivi rigoureux des travaux de ferrailage, de coffrage et de bétonnage.

Figure n°22 : Suivi des autorisations de fermeture des voiles

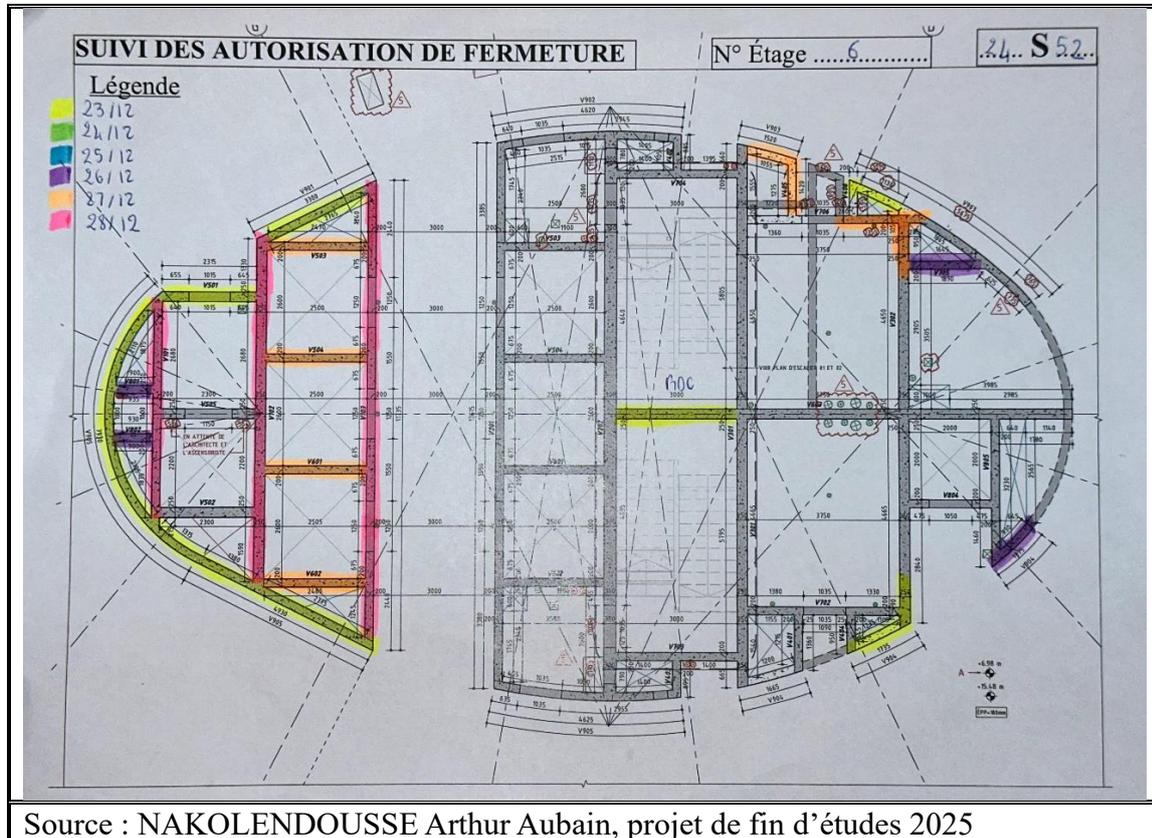
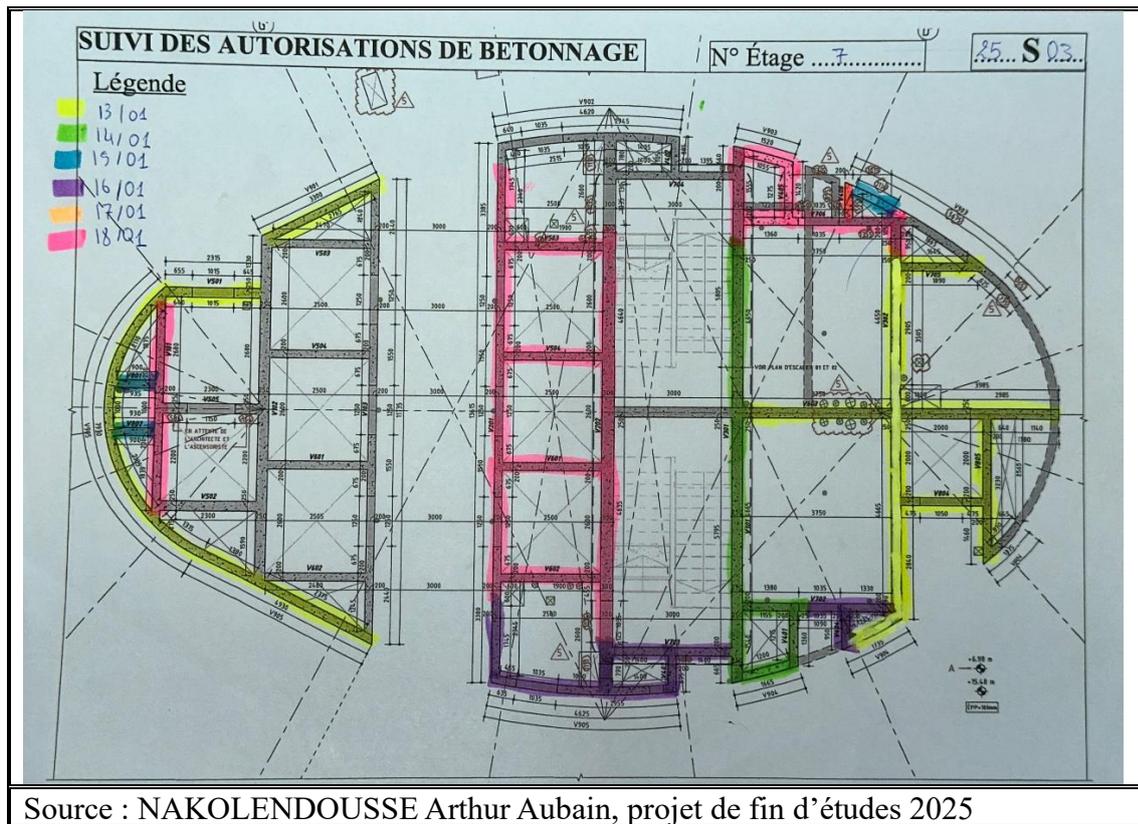


Figure n°23 : Suivi des autorisations de bétonnage des voiles



#### d) Centralisation des plans actualisés sur une plateforme cloud

La centralisation des plans actualisés sur une plateforme cloud offre une solution innovante pour améliorer l'accessibilité et la fiabilité des données sur le chantier. En garantissant un accès en temps réel aux documents les plus récents, cette approche réduit les interruptions liées à la recherche d'informations et limite les erreurs dues à l'utilisation de versions obsolètes des plans. En initiant l'intégration du cloud Trimble Connect ou Drive, nous pourrions observer une réduction significative des temps d'attente lors des réceptions, améliorant ainsi la productivité et la satisfaction des équipes. De plus, cette centralisation renforcera la fiabilité des informations utilisées sur le chantier, minimisant les erreurs liées à l'utilisation de versions obsolètes des plans.

## 2. Renforcement des actions correctives et préventives

Afin d'améliorer la gestion des non-conformités et d'optimiser les processus sur le chantier, plusieurs actions ont été mises en place. Ces actions, axées sur l'accélération de la

réactivité, la communication renforcée et la formation des équipes, ont permis de mieux contrôler la qualité et de prévenir les erreurs récurrentes.

#### a) Réduction des délais de mise en œuvre

Une première solution pour renforcer l'efficacité des actions correctives consiste à simplifier les procédures internes, de manière à accélérer la mise en œuvre dès l'identification d'une non-conformité. L'élaboration d'un protocole de réaction rapide permettra de traiter les non-conformités. Cette initiative limitera l'impact des non-conformités sur le planning global, ce qui facilitera la gestion du projet. La mise en place de ce protocole contribuera à améliorer la réactivité de l'ensemble des équipes et réduira les temps d'arrêt des travaux, bénéfique pour l'avancement du projet.

#### b) Amélioration de la communication

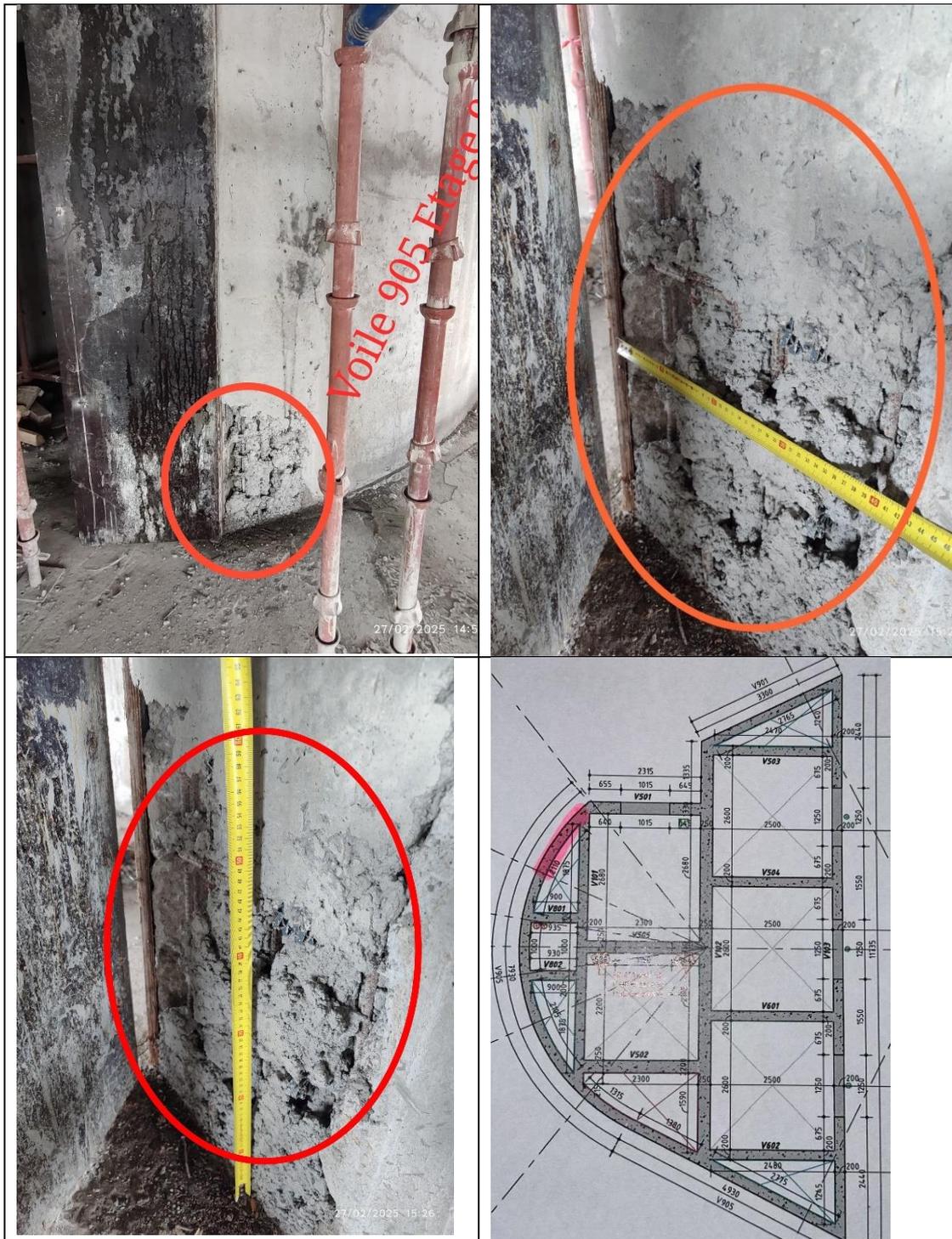
Une communication efficace entre les équipes d'inspection, les équipes de production, les gestionnaires de projet et les responsables qualité est essentielle pour garantir une gestion cohérente des non-conformités. Dans cette optique, l'instauration des réunions de coordination hebdomadaires (voire journalière en cas de besoin urgent) permettra d'identifier et de discuter en temps réel les problèmes rencontrés sur le chantier, réduisant ainsi les malentendus et permettant d'aligner rapidement les priorités de correction. Grâce à ces échanges, les actions correctives seront plus ciblées et adaptées aux besoins immédiats du chantier. Cette initiative favorisera une meilleure synergie entre les équipes, assurant ainsi un suivi plus efficace des actions correctives et une gestion plus proactive des risques.

#### c) Proposition d'une solution : le diagramme cause-effet

Le **diagramme d'Ishikawa**, ou **diagramme des causes et effets**, est un outil d'analyse permettant d'identifier les causes possibles d'un problème et d'y apporter des solutions efficaces. En identifiant les facteurs à l'origine des problèmes, il devient possible de prendre des mesures préventives pour éviter leur récurrence. De plus, cette méthode facilite une approche systématique et rigoureuse, qui peut être intégrée dans le processus de gestion de la qualité du chantier. Nous allons l'appliquer à une non-conformité rencontrée sur le chantier :

- **Problème constaté** : Après le décoffrage, des aciers étaient apparents sur certaines parties du béton.

Figure n°24 : Non-conformité sur le V905 (aciers apparents après coulage)



Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

- **Objectif** : Identifier les causes profondes de cette non-conformité et proposer des actions correctives et préventives pour éviter qu'elle ne se reproduise.

➤ Construction du Diagramme d'Ishikawa

Le diagramme repose sur l'identification des **5M** (Matière, Matériel, Main-d'œuvre, Méthode, Milieu) comme facteurs potentiels de la non-conformité.

**Étape 1 : Définition du problème**

**Problème central** : Béton mal enrobé → Aciers apparents après décoffrage. Cela constitue un risque majeur pour la durabilité et la résistance de la structure (corrosion accélérée des aciers, affaiblissement mécanique du béton).

**Étape 2 : Identification des causes possibles**

Chaque catégorie des **5M** est analysée pour identifier les causes potentielles de l'apparition des aciers après décoffrage.

Tableau n°5: Tableau des causes possibles d'une non-conformité

Facteurs (5M)	Causes possibles
<b>Matière (Matériaux)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Béton trop fluide (excès d'eau, mauvais dosage ciment/eau).</li> <li>- Béton non conforme (classe de résistance inadaptée).</li> <li>- Granulats mal calibrés, affectant la compacité du béton.</li> </ul>
<b>Matériel (Équipements)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coffrage défectueux (panneaux mal ajustés).</li> <li>- Étais mal réglés (mauvaise stabilisation du coffrage).</li> <li>- Vibrateurs mal utilisés, créant des vides.</li> </ul>
<b>Main-d'œuvre (Personnel)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erreur de mise en place du ferrailage (aciers trop proches du coffrage).</li> <li>- Omission de cales d'enrobage sous les barres d'armature.</li> <li>- Mauvaise formation des équipes de ferrailage.</li> </ul>

Facteurs (5M)	Causes possibles
<p><b>Méthode (Procédés de travail)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérification insuffisante avant coulage (contrôle de l'enrobage non effectué).</li> <li>- Absence ou mauvais positionnement des cales d'enrobage</li> <li>- Mauvaise gestion du décoffrage (délai non respecté).</li> </ul>
<p><b>Milieu (Environnement)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Température élevée accélérant la prise du béton.</li> <li>- Conditions météorologiques défavorables (vent, humidité).</li> <li>- Coffrage exposé à la chaleur avant coulage (évaporation rapide de l'eau du béton).</li> </ul>

Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

### Étape 3 : Représentation graphique du Diagramme d'Ishikawa

(Voir figure n°25)

➤ Actions Correctives et Préventives

**Actions Correctives immédiates (réparation sur site)**

- **Appliquer un mortier de réparation** riche en ciment sur les zones affectées.
- **Utiliser des produits anti-corrosion** (ex : Sika Monotop) sur les aciers exposés.
- **Refaire un contrôle de l'enrobage** sur les prochaines zones avant coulage.

**Actions Préventives pour éviter la récurrence**

Tableau n°6 : Les actions préventives

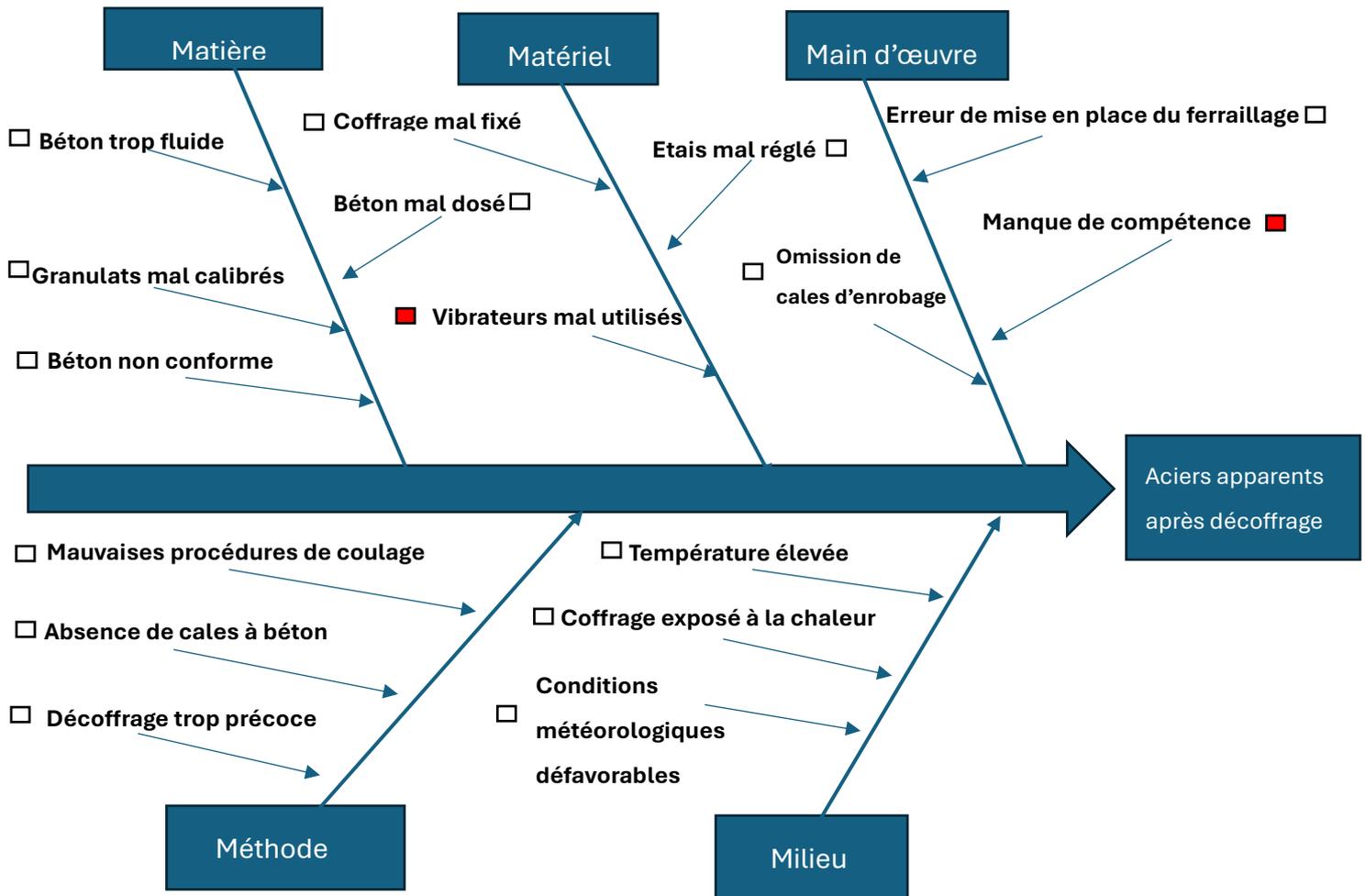
Problème identifié	Solutions préventives
<p><b>Vibrateurs mal utilisés, créant des vides.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser des aiguilles vibrantes pour bien compacter le béton et éliminer les bulles d'air.</li> <li>- Evitez de couler le béton trop rapidement pour permettre une bonne répartition et compaction</li> </ul>
<p><b>Compétence (main d'œuvre)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation des ouvriers au vibrage correct du béton.</li> </ul>

Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

➤ Diagramme d'Ishikawa (Figure n°25)

Voici le diagramme d'Ishikawa appliqué à la non-conformité des aciers apparents après décoffrage. Ce schéma met en évidence les différentes causes possibles selon la méthode des 5M et facilite l'analyse des solutions correctives et préventives.

Figure n°25 : Diagramme d'Ishikawa



Source : NAKOLENDOUSSE Arthur Aubain, projet de fin d'études 2025

### 3. Réduction de l'impact des non-conformités sur le projet

Afin de réduire l'impact des non-conformités sur le projet, plusieurs stratégies ont été mises en œuvre. Celles-ci sont centrées sur l'anticipation des risques, l'optimisation du processus de gestion des non-conformités (NC) et la formation continue du personnel. Ces actions visent à garantir la qualité des travaux tout en minimisant les coûts et les retards associés aux malfaçons

### **a) Amélioration du processus de gestion des NC**

Il est essentiel de renforcer le processus de gestion des non-conformités pour en améliorer l'efficacité. Cela implique la mise en place d'un système de suivi rigoureux, qui garantit une prise en charge rapide et un traitement optimal des non-conformités dès leur identification. La création de tableaux de bord de suivi en temps réel permet de visualiser de manière claire et synthétique les non-conformités et les actions correctives en cours, assurant ainsi un pilotage efficace des mesures à prendre. Cette approche contribuera à la réduction des erreurs et à une gestion plus réactive des non-conformités, favorisant ainsi la performance du projet.

### **b) Formation et sensibilisation du personnel**

La formation continue et la sensibilisation des équipes représentent également des leviers cruciaux dans la gestion des non-conformités. En organisant des sessions de formation régulières adaptées à l'ensemble des intervenants, des ouvriers, cela permettra de renforcer les compétences des acteurs du chantier en matière de qualité. Par ailleurs, l'élaboration de supports pédagogiques tels que des guides pratiques et des affiches illustrées sur site facilitera l'adhésion des équipes aux bonnes pratiques de qualité. En outre, l'instauration d'un système de responsabilisation permettra à chaque membre du personnel de devenir un acteur clé du contrôle qualité, contribuant ainsi à l'amélioration de la conformité des travaux et à la réduction des erreurs récurrentes.

## CHAPITRE III : BILAN DE STAGE ET PERSPECTIVE

### I. Analyse personnelle du stage

Le stage que nous avons effectué au sein du bureau de contrôle qualité sur le chantier de la Tour Café Cacao a été une expérience très enrichissante tant sur le plan technique que personnel. Ce bilan de stage présente une analyse détaillée de notre évolution, de l'acquisition de compétences spécifiques et de l'adaptation aux défis rencontrés. Cette analyse est subdivisée en deux parties : le plan technique et le plan personnel.

#### 1. Analyse technique

Notre rôle au sein du bureau de contrôle qualité nous a permis de développer plusieurs compétences techniques essentielles pour notre formation en génie civil.

##### b) Application des normes et procédures de qualité

Le respect des normes et des procédures de qualité est fondamental dans le domaine du génie civil. Au bureau de contrôle qualité, nous avons été impliqués dans l'application et le suivi de ces procédures. Cela inclut l'inspection des travaux à différents stades, la rédaction et l'enregistrement des rapports de contrôle, et la gestion des actions correctives. Par exemple, dans le cadre des contrôles sur le béton, nous avons appris à évaluer la conformité de ce matériau lors des tests d'affaissement (slump Test) et des techniques de mise en œuvre. Cela nous a permis de comprendre comment chaque détail technique contribue à la qualité globale du projet.

##### c) Collaboration avec les équipes techniques

L'un des aspects les plus marquants de notre stage a été la collaboration avec différentes équipes techniques, notamment les ingénieurs de supervision, de contrôle externe et les responsables de l'équipe de production. Cette collaboration a enrichi notre compréhension des processus techniques et nous a permis de mieux appréhender les enjeux de la qualité dans le cadre d'un projet de grande envergure.

##### d) Lecture et interprétation des plans

L'une des compétences majeures que nous avons développées au cours de notre stage est la lecture et l'interprétation des plans, un élément fondamental du contrôle qualité en génie civil. Cette capacité nous a permis d'analyser en détail les plans de coffrage, de ferrailage et d'exécution afin de vérifier la conformité des travaux réalisés sur le terrain aux prescriptions techniques et réglementaires. En étudiant ces documents, nous avons pu nous

familiariser avec des éléments structuraux essentiels tels que les voiles, les stabox et les systèmes de liaison entre les différentes phases de bétonnage.

Le voile, élément porteur vertical incontournable dans les structures en béton armé, joue un rôle clé dans la stabilité et la rigidité des ouvrages. À travers l'analyse des plans et les inspections sur site, nous avons pu comprendre son importance dans la répartition des efforts et vérifier sa mise en œuvre, notamment en ce qui concerne l'épaisseur, l'enrobage des aciers et les dispositions d'armatures. Nous avons ainsi appris à détecter d'éventuelles anomalies pouvant affecter la résistance de l'ouvrage, comme des espacements non conformes des aciers ou des défauts de coffrage.

Par ailleurs, la maîtrise des plans nous a permis de mieux appréhender le stabox, un dispositif essentiel pour assurer la continuité du bétonnage entre deux phases. En étudiant son intégration dans les ouvrages et en participant à son contrôle sur chantier, nous avons compris comment cet élément optimise l'adhérence et garantit la transmission des efforts entre les différentes parties d'une structure. Cette compréhension nous a aidé à mieux évaluer les zones sensibles aux reprises de bétonnage et à anticiper les vérifications nécessaires pour prévenir d'éventuelles non-conformités.

Grâce à cette immersion dans l'analyse des plans, nous avons renforcé notre capacité à interpréter les détails techniques et à dialoguer efficacement avec les ingénieurs et les équipes de chantier. Cela nous a permis de développer un regard critique sur la conformité des ouvrages, d'identifier rapidement les écarts potentiels et de proposer des actions correctives adaptées. Cette compétence, essentielle dans le domaine du contrôle qualité, constitue désormais un atout majeur dans notre formation et notre évolution professionnelle en génie civil.

## **2. Analyse personnelle**

Au-delà de l'aspect technique, ce stage a été une véritable opportunité de développement personnel, notamment dans le domaine de la gestion de projet et des relations humaines.

### **a) Développement des compétences en gestion du temps et des priorités**

Le travail au bureau de contrôle qualité nous a appris à gérer notre temps et à prioriser efficacement les tâches. Les inspections, la gestion des rapports, le suivi des inspections nécessitent une grande organisation. En collaborant avec des équipes diversifiées, nous

avons dû m'adapter à des situations imprévues, comme des ajustements de planning suite à des non-conformités. Nous avons ainsi appris à gérer des priorités dans des délais contraints, ce qui nous a permis d'améliorer notre productivité et de respecter les échéances fixées.

### **b) Adaptabilité et gestion des relations humaines**

Travailler avec différentes équipes sur le chantier nous a permis d'améliorer nos compétences relationnelles. Nous avons dû nous adapter aux différents styles de travail et de communication, que ce soit avec les ouvriers, les ingénieurs ou les responsables qualité. Cette diversité de profils a renforcé notre capacité à nous exprimer clairement, à écouter et à négocier des solutions de manière constructive.

## **II. Analyse du projet de fin d'études**

Ce stage au sein de l'entreprise PFO Construction a été une expérience déterminante qui nous a permis d'acquérir une expérience approfondie en contrôle qualité appliqué aux travaux de ferrailage, de coffrage et de bétonnage. Intégrés au sein d'une équipe spécialisée, nous avons pu observer et participer activement aux processus de vérification et d'optimisation des méthodes de construction, consolidant ainsi nos compétences techniques et analytiques.

L'entreprise nous a fourni les ressources nécessaires pour mener à bien notre mission et développer une approche rigoureuse du contrôle qualité. Nous avons appris à vérifier la conformité des ferrailages, à évaluer la qualité des coffrages et à contrôler la mise en œuvre du béton. Cette immersion sur le terrain nous a permis de confronter la théorie aux réalités du chantier.

Au fil des six (6) mois passés dans l'entreprise, nous avons pu mesurer l'importance du lien entre la théorie et la pratique. Les connaissances acquises lors de notre formation ont pris tout leur sens face aux exigences du terrain, où chaque détail peut avoir un impact majeur sur la qualité et la durabilité des ouvrages. Cette confrontation au monde professionnel nous a également appris à anticiper et résoudre des non-conformités, à collaborer efficacement avec les différents acteurs du chantier et à perfectionner nos compétences en analyse critique et en prise de décision technique.

Le thème de notre projet de fin d'études s'est avéré particulièrement enrichissant, car il nous a permis d'avoir une vision globale des enjeux du contrôle qualité en génie civil. En



nous intéressant de manière approfondie aux différentes étapes du processus constructif, nous avons mieux compris les interactions entre les divers corps de métier, les exigences normatives et les bonnes pratiques à adopter pour garantir la fiabilité des ouvrages.

En définitive, cette expérience a été un véritable tremplin pour notre carrière. Elle nous a non seulement permis d'acquérir des compétences techniques et organisationnelles solides, mais aussi d'affiner notre sens de la rigueur et de la responsabilité, qualités essentielles pour évoluer en tant qu'ingénieurs en génie civil spécialisés dans le contrôle qualité.

## Conclusion générale

La réussite d'un projet de construction d'envergure repose en grande partie sur la rigueur du contrôle qualité et sur une gestion efficace des non-conformités. À travers ce stage réalisé sur le chantier de la Tour du Conseil Café-Cacao, nous avons été confrontés à une problématique centrale : comment garantir la conformité des ouvrages tout en assurant leur durabilité et leur sécurité dans un contexte de forte complexité technique.

Notre travail a consisté à mettre en œuvre et renforcer les dispositifs de contrôle qualité, en participant activement aux inspections de ferrailage, de coffrage et de bétonnage. L'utilisation de fiches de contrôle, la réalisation d'essais en laboratoire et le suivi des actions correctives ont permis de contribuer à une meilleure traçabilité et à une limitation des écarts par rapport aux normes et aux plans d'exécution.

Ce projet a permis de mettre en lumière les forces des méthodes actuelles, mais aussi leurs limites. Les résultats les plus marquants résident dans la capacité à identifier rapidement les anomalies, à documenter chaque étape du contrôle, et à réagir efficacement en cas de non-conformité. Toutefois, des marges de progression subsistent, notamment en matière de prévention des NC, de digitalisation des suivis et de sensibilisation des équipes aux exigences qualité.

En définitive, cette expérience a constitué un véritable tremplin professionnel, nous permettant de consolider nos compétences techniques, de développer notre sens de la rigueur et de mieux appréhender les enjeux du secteur du BTP. À l'avenir, l'intégration d'outils numériques et l'adoption de démarches qualité plus intégrées pourront ouvrir de nouvelles perspectives pour améliorer les standards du génie civil en Côte d'Ivoire et ailleurs.

## Bibliographie

### ➤ Mémoires

- M'BRA KOFFI RODOLPHE (2022), *Contrôle qualité du coffrage auto-grimpant de la Tour F*, Mémoire de Projet de Fin d'études, Cycle Technicien Supérieur, option bâtiment et urbanisme.

### ➤ Normes et standards

- [ISO9000 2005] NF EN ISO 9000 Version 2005. *Systèmes de management de la qualité, Principes essentiels et vocabulaire*. Genève : ISO, 2005.
- [ISO9001 2015] NF EN ISO 9001 Version 2015. *Systèmes de management de la qualité – Exigences*. Genève : ISO, 2015.

### ➤ Ouvrages sur le contrôle qualité

- DEMING, W. Edwards (1986). *Out of the Crisis*. Cambridge, MA : MIT Press.
  - Cette référence est un ouvrage clé de Deming sur la gestion de la qualité et les principes du contrôle qualité. Il aborde les méthodes statistiques et la gestion de la qualité dans les entreprises.
- JURAN, Joseph M. (1992). *Juran on Quality by Design*. New York : Free Press.
  - Juran est une figure incontournable dans le domaine du contrôle qualité, et cet ouvrage expose des principes et stratégies pour intégrer la qualité dès la conception des produits et services.

### ➤ Documents sur la démarche qualité

- **Document interne** : *Plan d'Assurance Qualité (PAQ) de la Tour du Conseil Café Cacao*.
  - Ce document contient des directives et des protocoles relatifs à l'assurance qualité pour le projet spécifique de la Tour CCC.

## Webographie

- **La Réception de travaux - Cours BTP**  
[En ligne], URL : <https://www.exemple-btp.com/reception-de-travaux-cours-btp>
- **Contrôle qualité — Wikipédia**  
[En ligne], URL : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Contr%C3%B4le\\_qualit%C3%A9](https://fr.wikipedia.org/wiki/Contr%C3%B4le_qualit%C3%A9)
- **W. Edwards Deming — Wikipédia**  
[En ligne], URL : [https://fr.wikipedia.org/wiki/W.\\_Edwards\\_Deming](https://fr.wikipedia.org/wiki/W._Edwards_Deming)
- **W. Edwards Deming | Quality Control, Management Theory, Total Quality Management | Britannica**  
[En ligne], URL : <https://www.britannica.com/biography/W-Edwards-Deming>
- **TOUR DU CONSEIL CAFÉ-CACAO - PFO Africa**  
[En ligne], URL : <https://pfoafrica.com/tour-du-conseil-cafe-cacao>
- **Démarche qualité 1.pdf - Google Drive**  
[En ligne], URL : <https://drive.google.com/file/d/1UjfA3cdDkLjvKZs2k9iU3L9EuGnMsdzR/view>
- **<https://4geniecivil.com>**  
[En ligne], URL : <https://4geniecivil.com>
- **10 meilleurs logiciels d'IA utilisés dans l'industrie de la construction 2025**  
[En ligne], URL : <https://www.exemple.com/10-meilleurs-logiciels-ia-industrie-construction-2025>
- **Les 10 meilleures applications dans le domaine de la construction | SafetyCulture**  
[En ligne], URL : <https://safetyculture.com/10-meilleures-applications-construction>
- **<https://pfoafrica.com/>**  
[En ligne], URL : <https://pfoafrica.com/>
- **Classes de consistances du béton**  
[En ligne], URL : [Classes de consistance du béton – Tout sur le béton](#)

## Annexes

Annexe 1 : Récapitulatif de la composition de la Tour Café Cacao

Annexe 2 : Ferrailages préfabriqués des poteaux et escaliers

Annexe 3 : Ferrailage in-situ des voiles

Annexe 4 : Coffrage métalliques et en polystyrène

Annexe 5 : Fiche de consistance du béton

Annexe 6 : Fiche de contrôle qualité du ferrailage des voiles V801 et V802

Annexe 7 : Fiche de contrôle qualité du coffrage des voiles V801 et V802

Annexe 8 : Fiche de contrôle qualité du bétonnage des voiles V801 et V802

Annexe 9 : Tableau de bord

Annexe 10 : Fiche du coffrage du plancher et des poteaux

Annexe 11 : Fiche du coffrage des voiles de la tour



## **Annexe 1 : Récapitulatif de la composition de la Tour Café Cacao**

		En infrastructure	En superstructure	
TOUR	Au 3 <sup>ème</sup> sous-sol	<p>Deux locaux réserves de 11.5m<sup>2</sup> et 10.8m<sup>2</sup> ; deux locaux techniques divers ;</p> <p>Quatre bâches à eau de 60.3 m<sup>2</sup>, 30m<sup>2</sup>, 30 m<sup>2</sup> et 29m<sup>2</sup> ;</p>	Au rez-de-chaussée	<p>-un accueil de 39.1m<sup>2</sup> ; un salon d'attente ; un poste de sécurité (PCS) de 55.1m<sup>2</sup> ; trois salles polyvalentes de 31.6m<sup>2</sup>, 32m<sup>2</sup> et 50.6m<sup>2</sup> ; un salon d'attente 69m<sup>2</sup> ; des sanitaires hommes-femmes et PMR ; deux locaux TGS1 et TGS2 avec leur sas, totalisant de 14.31m<sup>2</sup> ; un local TGBT sécurité de 10.38m<sup>2</sup> ; deux locaux comptages accessibles depuis l'extérieur de 23 m<sup>2</sup>.</p>
	Au 2 <sup>ème</sup> sous-sol	<p>Un local supprimeur RIA ; un local sprinklage ; un local CFA/CFO/TGBT ; deux locaux techniques divers ; un local groupe électrogène de 58.6m<sup>2</sup> ; un local cuve à fuel de 17.1m<sup>2</sup></p>	Aux étages 1 à 25	<p>Un secrétariat ; un bureau directeur ; une toilette ; une salle de réunion 12 places ; un local TGBT ; trois locaux techniques climatisations ; un local CFA ; un local CFO ; un local entretien ; 12 bureaux ; Des locaux sanitaires hommes-femmes et PMR.</p>
	Au 1 <sup>er</sup> sous-sol	<p>Un local cuve à fuel de 17.1 m<sup>2</sup> ; un local électrogène de 58.6 m<sup>2</sup> ; un local réserve de 23.0 m<sup>2</sup> ; quatre locaux techniques divers</p>	A l'étage 26	<p>Locaux techniques ; locaux ascenseurs ; nacelle ; terrasse avec équipements CVD</p>
	Au Rez-de-jardin	<p>Un hall de 354.3 m<sup>2</sup> ; des sanitaire hommes-femmes ; une infirmerie de 24 m<sup>2</sup> ; un local transfo de 24.4 m<sup>2</sup> ; un local</p>	A l'étage 27	<p>Locaux machineries ascenseurs 95.3 m<sup>2</sup>.</p>



**CONTROLE QUALITE ET PROCEDURES DE GESTION  
DES NON-CONFORMITES DE LA TOUR DU CONSEIL  
CAFE CACAO ABIDJAN PLATEAU**



		TGBT de 17.4 m <sup>2</sup> ; un local technique de 41.7 m <sup>2</sup> ;		
--	--	---	--	--

**CONTROLE QUALITE ET PROCEDURES DE GESTION  
NON-CONFORMITES DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE**



**CACAO ABIDJAN PLATEAU**



		En infrastructure	En superstructure	
Amphithéâtre	Au 3 <sup>ème</sup> sous-sol	Deux locaux techniques ; un parc de stationnement de 44 places de véhicules dont trois places PMR ; un local réserve	Au Rez-de-chaussée	Un hall de 106.6 m <sup>2</sup> ; Des toilettes hommes, femmes et PMR ; Un restaurant de 88 places ; Un bar ; Une cuisine de 63.2m <sup>2</sup> ; Une plonge ; Des vestiaires hommes et femmes ; Une réserve de 21.1m <sup>2</sup> .
	Au 2 <sup>ème</sup> sous-sol	Deux locaux techniques ; un parc de stationnement de 46 places de véhicules dont trois places PMR ; Deux locaux réserves.	A l'étage 1	Un hall de 120.7m <sup>2</sup> ; Un espace amphithéâtre de 287 places ; Des sanitaires hommes, femmes PMR ; Un local de stockage deb 77.3m <sup>2</sup> ; Un local de stockage deb 13.4m <sup>2</sup> ; Trois locaux techniques divers
	Au 1 <sup>er</sup> sous-sol	Quatre locaux techniques ; un parc de stationnement de 44 places de véhicule dont trois places PMR ; Des sanitaires	A l'étage 2	Un hall de 74.8m <sup>2</sup> ; Un espace amphithéâtre de 583 places (y compris les 287 places du premier étage amphithéâtre) dont 6 places PMR ; Des sanitaires hommes, femmes PMR ; Une régie de 30.4 m <sup>2</sup> ; Un local de stockage de 11.7m <sup>2</sup> ; Un local technique
	Au Rez-de-jardin	Une salle modulable de 74 places ; Une salle informatique de 17 postes ; Un auditorium de 140dotés d'une régie ; Un hall de 158.8 m <sup>2</sup> ; Six locaux techniques divers ; Des sanitaires ; Deux locaux réserves	A l'étage 3	Un hall de 88.3m <sup>2</sup> ; Un balcon amphithéâtre de 167 places, dont 7 places PMR ; Deux locaux de stockage de totalisant 35.7m <sup>2</sup> ; Deux locaux techniques de totalisant 50.8m <sup>2</sup> ; Un local ascenseur de 11.3m <sup>2</sup>

Source : PFO Construction



## **Annexe 2 : Ferrailages préfabriqués des poteaux et escaliers**



Ferrailage préfabriqué d'un poteau, source : NAKOLENDOUSSE ARTHUR AUBAIN, stage de fin d'études 2025



Ferrailage préfabriqué des escaliers, source : NAKOLENDOUSSE ARTHUR AUBAIN, stage de fin d'études 2025



## **Annexe 3 : Ferrailage in-situ des voiles**

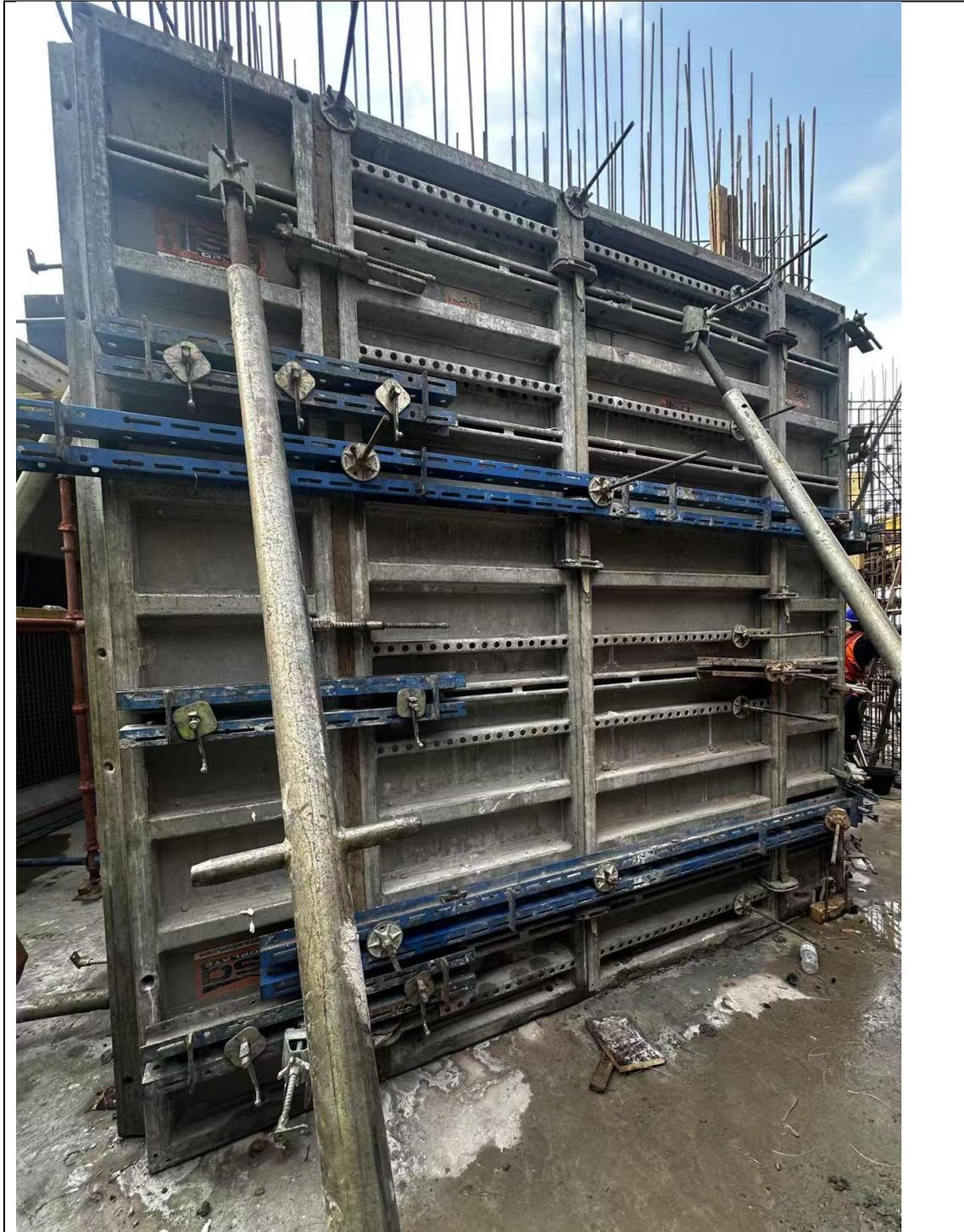
CONTROLE QUALITE ET PROCEDURES DE GESTION  
NON-CONFORMITES DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE  
CACAO ABIDJAN PLATEAU



**Ferrailage in-situ du voile (V905), Source : NAKOLENDOUSSE ARTHUR AUBAIN, stage de fin d'études 2025**



## **Annexe 4 : Coffrage métalliques et en polystyrène**



Coffrage métallique, Source : NAKOLENDOUSSE ARTHUR AUBAIN, stage de fin d'études 2025



Coffrage en polystyrène, Source : NAKOLENDOUSSE ARTHUR AUBAIN, stage de fin d'études 2025

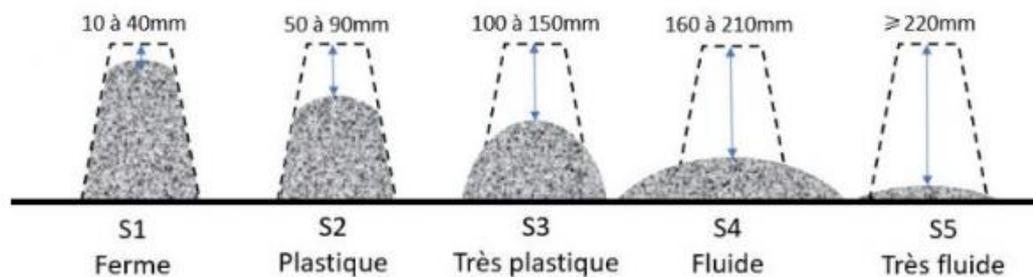


## **Annexe 5 : Fiche de consistance du béton**

**CONTROLE QUALITE ET PROCEDURES DE GESTION  
NON-CONFORMITES DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE  
CACAO ABIDJAN PLATEAU**



Classe	Affaissement en mm	Désignation de la consistance
S1	10 à 40	Ferme
S2	50 à 90	Plastique
S3	100 à 150	Très plastique
S4	160 à 210	Fluide
S5	≥ 220	Très fluide



Fiche de consistance du béton / Source : Google



## **Annexe 6 : Fiche de contrôle qualité du ferrailage des voiles V801 et V802**

**CONTROLE QUALITE ET PROCEDURES DE GESTION  
NON-CONFORMITES DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE**



**CACAO ABIDJAN PLATEAU**



FICHE DE RECEPTION FERRAILLAGE 1/2			
Nom et code chantier/Département		Service émetteur	
Destinataire(s)		Version	
Num : TCC	Code : 221B	PFO TCC	BNETD - SOCOTEC

BAT-QSE-FOR-25	
Version	
V.03	Maj 06/1/2023

<b>LOCALISATION</b>	<b>TYPE OUVRAGE BA : VOILES</b> V801; V802	<b>ZONE :</b> Tour	<b>FICHE N° :</b>
	<b>PLAN N° :</b> S63204-1 (VOILES V700, V800, V901-V903) S63209-1 (SPÉC. ET RÉCAP VOILES V100-V900)	<b>ETAGE :</b> 2	

<b>CONTRÔLE N°1 (Après réalisation ferrailage) :</b>	<b>DATE :</b> 26 Octobre 2024
--	-------------------------------

Éléments de Contrôle	Moyen ou outil de contrôle	C*	NC*	NV*	Observations
<b>Propreté des aciers mis en place :</b> *Aciers exempts de laitance, boue, plastique, ...	Contrôle visuel	X			
<b>Positionnement des aciers mis en place (Attentes) :</b> *Implantation selon plans de ferrailage	Topo	X			
<b>Ligature/soudure des aciers mis en place :</b> *Aciers rigides et bien fixés entre eux *Etat des soudures	Contrôle visuel	X			
<b>Nivellement du ferrailage :</b> *Verticalité et horizontalité des aciers	Contrôle visuel / niveau	X			
<b>Enrobage aciers mis en place :</b> *Épaisseur enrobage selon plans de ferrailage *Nombre suffisant de cales en place	Contrôle visuel / mètre		X		Défaut d'enrobage aux pieds des voiles
<b>Barre :</b> *Nombre selon plans de ferrailage *Diamètre selon plans de ferrailage *Espacement/écartement selon plans de ferrailage	Contrôle visuel / mètre	X			
<b>Epingle :</b> *Nombre selon plans de ferrailage *Diamètre selon plans de ferrailage *Espacement/écartement selon plans de ferrailage	Contrôle visuel / mètre	X			
<b>Carre :</b> *Nombre selon plans de ferrailage *Diamètre selon plans de ferrailage *Espacement/écartement selon plans de ferrailage	Contrôle visuel / mètre	X			
<b>Recouvrement des aciers mis en place :</b> *Longueur selon plans de ferrailage	Contrôle visuel / mètre	X			
<b>Attente barre acier :</b> *Longueur selon plans de ferrailage *Nombre selon plans de ferrailage *Diamètre selon plans de ferrailage *Espacement/écartement selon plans de ferrailage	Contrôle visuel	X			
<b>Boite d'attente type "STABOX" :</b> *Implantation selon plans de ferrailage et marquage Topo *Typologie selon plans de ferrailage	Contrôle visuel / contrôle matériaux			N/A	
<b>Joint de dilatation :</b> *Implantation selon plans de ferrailage et marquage Topo *Espacement/écartement selon plans de ferrailage *Typologie selon plans de ferrailage	Contrôle visuel / contrôle matériaux			N/A	
<b>Arrêts de bétonnage type "NERGALVEX" :</b> *Rigidité des panneaux et renforts aciers suffisants *Implantation selon marquage Topo	Contrôle visuel			N/A	

\*C-conforme ; NC: Non Conforme ; NV : Non Vérifié

**\*Commentaires :**  
Nettoyer le fond des coffrages des voiles; Corriger les défauts d'enrobage.

\*Commentaires : commentaires faits par le contrôleur (BC ou interne)

Fiche de non-conformité n° : \_\_\_\_\_

Diffusion : \_\_\_\_\_

Désignation	PFO CONSTRUCTION	BNETD	SOCOTEC
Noms			
Fonction			
Date			
Signature			

*NB : Joindre systématiquement une copie des plans à cette fiche et surtigrer au stabulo l'ouvrage à couler*

Fiche de contrôle qualité du ferrailage, source : PFO Construction



**Annexe 7 : Fiche de contrôle qualité du coffrage des voiles  
V801 et V802**

**CONTROLE QUALITE ET PROCEDURES DE GESTION  
NON-CONFORMITES DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE**



**CACAO ABIDJAN PLATEAU**



FICHE DE RECEPTION COFFRAGE				BAT-QSE-FOR-26	
Nom et code chantier/Département		Service émetteur		Destinataire(s)	
Nom: TCC		Code: 221B		PFO TCC	
				BNEDT-SOCOTEC	
				Version	
				Maj: 06/01/2023	

<b>LOCALISATION</b>	TYPE OUVRAGE BA : VOILES V801, V802	ZONE : Tour	<b>FICHE N° :</b>
	PLAN N° : S63107-5 ( V500-V800)	ETAGE : 2	

CONTRÔLE N°1 (Avant coulage béton)						Date : 26 Octobre 2024
Éléments de Contrôle	Moyen ou outil de contrôle	C*	NC*	NV*	Observations	
<b>Propreté des peaux de coffrage :</b> *Coffrage exempt de laitance, boue, trous, dépôt de rouille	Contrôle visuel	X				
<b>Graissage / huilage peaux de coffrage :</b> *Application huile décoffrante sur les 2 faces intérieures *Application graisse sur négatifs à incorporer	Contrôle visuel	X				
<b>Implantation du coffrage :</b> *positionnement selon plans coffrage et marquage Topo	Contrôle visuel / Contrôle Topo	X				
<b>Dimensions coffrage :</b> *Mise en place selon passage GO_PP	Contrôle visuel / Contrôle Topo	X				
<b>Planéité surface coffrante (ouvrages BA horizontaux) :</b> *Stabilité / niveau étalement *Stabilité / niveau poutre primaire/secondaire	Contrôle visuel / Contrôle Topo / Contrôle niveau	X				
<b>Nivellement du coffrage (ouvrages BA verticaux) :</b> *Stabilisation des étais, tirants-poussants,...	Contrôle visuel / Contrôle manuel	X				
<b>AploMB des joues de coffrage :</b> *Rigidité du coffrage *Niveau du coffrage	Contrôle visuel / Contrôle niveau	X				
<b>Serrage / calage / contreventement :</b> *Mise en place espaceur, cale de serrage *Nombre suffisant d'étais, tirants-poussants, lest béton	Contrôle visuel / Contrôle manuel	X				
<b>Reservations / Négatifs divers :</b> *Implantation selon plan coffrages et marquage Topo *Dimension selon plans de coffrage et marquage Topo *Fixation rigide	Contrôle visuel / Contrôle Topo	X				
<b>Incorporation réseaux CET :</b> *voir fiche Incoipo CET	Contrôle fiche incorpo CET	X				
<b>Étanchéité du coffrage :</b> *Mise en place des joints sur talonnette BA, ... *Masticage des trous *Mise en place cône étanchéité	Contrôle visuel	X				

CONTRÔLE N°2 (pendant et après coulage béton)					
Nature du contrôle	Moyen ou outil de contrôle	C*	NC*	NV*	Observations
<b>Dimensions coffrage :</b> *Mise en place selon passage GO_PP	Contrôle visuel / Contrôle Topo	X			
<b>Planéité surface coffrante (ouvrages BA horizontaux) :</b> *Stabilité / niveau étalement *Stabilité / niveau poutre primaire/secondaire	Contrôle visuel / Contrôle Topo / Contrôle niveau	X			
<b>Nivellement du coffrage (ouvrages BA verticaux) :</b> *Stabilisation des étais, tirants-poussants,...	Contrôle visuel / Contrôle manuel	X			
<b>AploMB des joues de coffrage :</b> *Rigidité du coffrage *Niveau du coffrage	Contrôle visuel / Contrôle niveau	X			

\*C-conforme ; NC: Non Conforme ; NV: Non Vérifié

**\*Commentaires : Bon pour bétonnage**

\*Commentaires : commentaires faits par le contrôleur (BC ou interne)

Fiche de non-conformité n° :

Diffusion :

Désignation	PFO CONSTRUCTION	BNEDT	SOCOTEC
Noms			
Fonction			
Date			
Signature			

NB : Joindre systématiquement une copie des plans à cette fiche et surligner au stabulo au stabulo l'ouvrage à couler

Fiche de contrôle qualité du coffrage, source : PFO Construction



## **Annexe 8 : Fiche de contrôle qualité du bétonnage des voiles V801 et V802**

**CONTROLE QUALITE ET PROCEDURES DE GESTION  
NON-CONFORMITES DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE**



**CACAO ABIDJAN PLATEAU**



FICHE DE RECEPTION COULAGE BETON IN SITU				BAT-QSE-FOR-22	
Nom et code chantier/Département		Service émetteur		Destinataire(s)	
Nom : TCC	Code : 2218	PFO TCC	BNETD- SOCOTEC		
Version				Version	
V.03				Maj: 06/01/2023	
<b>LOCALISATION</b>	<b>TYPE OUVRAGE BA : VOILES</b> V801, V802  <b>PLAN N° :</b> S63102-5 ( V100-V400 ), S63107-5 ( V500-V800), S63163-1 ( V900 )	<b>ZONE :</b> Tour  <b>ETAGE :</b> 2	<b>FICHE N° :</b>		
<b>CONTRÔLE DU BETONNAGE :</b>					<b>DATE :</b> 26 Octobre 2024
<b>Éléments de Contrôle</b>	<b>Moyen ou outil de contrôle</b>	<b>C*</b>	<b>NC*</b>	<b>NV*</b>	<b>Observations</b>
Typologie du Béton Prêt à l'Emploi : Classes de résistance et d'exposition Affaissement et consistance	Bordereau de livraison BPE Essai in situ (cône d'Abrams) Prélèvement pour essais écrasement	X			
Réseaux et incorporations diverses : Bonne tenue des réseaux et incorporations diverses	Contrôle visuel	X			
Vibration du béton : Méthodes-matériaux adéquats selon typologie ouvrage	Contrôle du matériel / Contrôle d'utilisation	X			
Hauteur de chute de béton : Selon typologie ouvrages et moyens de coulage	Contrôle visuel / mètre	X			
Vitesse de bétonnage : Selon typologie coffrages (voir FT matériel coffrant)	Contrôle visuel	X			
Protection béton en cas de mauvaise condition météo. Protections et arrêts temporaires de coulage	Contrôle visuel	X			
Niveau de bétonnage : Selon marquages topo des niveaux altimétriques Selon sondages des épaisseurs avec pige	Contrôle visuel	X			
Arrêts de bétonnage : Vérification de la bonne tenue des arrêts de bétonnage	Contrôle visuel	X			
Traitement de la surface : Selon préconisations finitions (brut, balayé, surfacé)	Contrôle du matériel / Contrôle d'utilisation	X			
Traitement des reprises de bétonnage :	Contrôle visuel	X			
<b>CONTRÔLE DES FINITIONS</b>					<b>DATE :</b>
<b>Nature du contrôle</b>	<b>Moyen ou outil de contrôle</b>	<b>C*</b>	<b>NC*</b>	<b>NV*</b>	<b>Observations</b>
Absence de défauts de parements	Contrôle visuel				
Pulvérisation de produits de cure (faces latérales) Mise en place de toile de jute + eau	Contrôle visuel				
Finitions + ragréages éventuels	Contrôle visuel				
*C-conforme ; NC: Non Conforme ; NV : Non Vérifié; NA : Non Applicable					
<b>*Commentaires :</b>					
*Commentaires : commentaires faits par le contrôleur (BC ou interne)					
Fiche de non-conformité n° :					
Diffusion :					
<b>Désignation</b>	<b>PFO CONSTRUCTION</b>	<b>BNETD</b>	<b>SOCOTEC</b>		
<b>Noms</b>					
<b>Fonction</b>					
<b>Date</b>					
<b>Signature</b>					
NB : Joindre systématiquement une copie des plans à cette fiche et surligner au stabulo au stabulo l'ouvrage à couler					

Fiche de contrôle qualité du coffrage, source : PFO Construction



## **Annexe 9 : Tableau de bord**



**CONTROLE QUALITE ET PROCEDURES DE GESTION  
NON-CONFORMITES DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE  
CACAO ABIDJAN PLATEAU**





**CONTROLE QUALITE ET PROCEDURES DE GESTION NON-CONFORMITES  
DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE CACAO ABIDJAN PLATEAU**



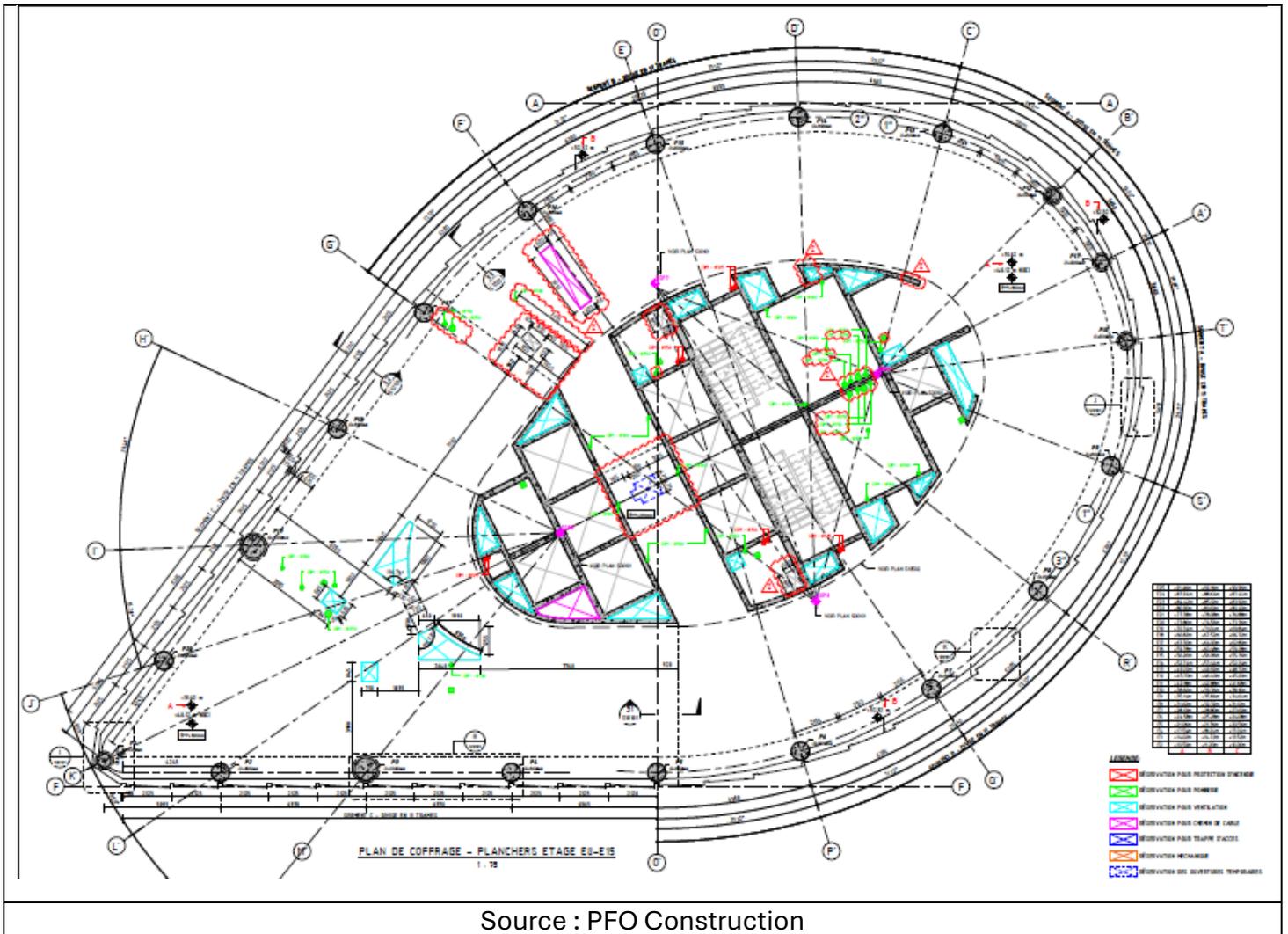
REGISTRE DES NON CONFORMITES											BAT-QHSE-IM-15				
Nom et adresse du Département				Service créateur			Destinataire				Version		Page		
TCC/221B				BATIMENT			QHSE				V.01		1/1		
Date: 11/04/2025															
N° file NC	Date NC	Service / chantier	Lot	Entreprise concernée	Type de NL	Localisation	Description de la NC	Cause	Conséquence probab ou avérée	Traitement		A corriger avant le	Corrigée le	Retard (jours)	Observation
										Type	Etat				
N°1															
N°2											Non-lévé				
N°3											Lévé				
N°4											Non-lévé				
N°5															
N°6											Non-lévé				
N°7											Lévé				
N°8															

Source : PFO Construction



## **Annexe 10 : Fiche du coffrage du plancher et des poteaux**

CONTROLE QUALITE ET PROCEDURES DE GESTION  
NON-CONFORMITES DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE  
CACAO ABIDJAN PLATEAU



Code	Description	Statut
1	Non-conformité	...
2	Non-conformité	...
3	Non-conformité	...
4	Non-conformité	...
5	Non-conformité	...
6	Non-conformité	...
7	Non-conformité	...
8	Non-conformité	...
9	Non-conformité	...
10	Non-conformité	...
11	Non-conformité	...
12	Non-conformité	...
13	Non-conformité	...
14	Non-conformité	...
15	Non-conformité	...
16	Non-conformité	...
17	Non-conformité	...
18	Non-conformité	...
19	Non-conformité	...
20	Non-conformité	...
21	Non-conformité	...
22	Non-conformité	...
23	Non-conformité	...
24	Non-conformité	...
25	Non-conformité	...
26	Non-conformité	...
27	Non-conformité	...
28	Non-conformité	...
29	Non-conformité	...
30	Non-conformité	...
31	Non-conformité	...
32	Non-conformité	...
33	Non-conformité	...
34	Non-conformité	...
35	Non-conformité	...
36	Non-conformité	...
37	Non-conformité	...
38	Non-conformité	...
39	Non-conformité	...
40	Non-conformité	...
41	Non-conformité	...
42	Non-conformité	...
43	Non-conformité	...
44	Non-conformité	...
45	Non-conformité	...
46	Non-conformité	...
47	Non-conformité	...
48	Non-conformité	...
49	Non-conformité	...
50	Non-conformité	...
51	Non-conformité	...
52	Non-conformité	...
53	Non-conformité	...
54	Non-conformité	...
55	Non-conformité	...
56	Non-conformité	...
57	Non-conformité	...
58	Non-conformité	...
59	Non-conformité	...
60	Non-conformité	...
61	Non-conformité	...
62	Non-conformité	...
63	Non-conformité	...
64	Non-conformité	...
65	Non-conformité	...
66	Non-conformité	...
67	Non-conformité	...
68	Non-conformité	...
69	Non-conformité	...
70	Non-conformité	...
71	Non-conformité	...
72	Non-conformité	...
73	Non-conformité	...
74	Non-conformité	...
75	Non-conformité	...
76	Non-conformité	...
77	Non-conformité	...
78	Non-conformité	...
79	Non-conformité	...
80	Non-conformité	...
81	Non-conformité	...
82	Non-conformité	...
83	Non-conformité	...
84	Non-conformité	...
85	Non-conformité	...
86	Non-conformité	...
87	Non-conformité	...
88	Non-conformité	...
89	Non-conformité	...
90	Non-conformité	...
91	Non-conformité	...
92	Non-conformité	...
93	Non-conformité	...
94	Non-conformité	...
95	Non-conformité	...
96	Non-conformité	...
97	Non-conformité	...
98	Non-conformité	...
99	Non-conformité	...
100	Non-conformité	...

- NON-CONFORMITE POUR PROTECTION DIMENSION
- NON-CONFORMITE POUR FORMER
- NON-CONFORMITE POUR VENTILATION
- NON-CONFORMITE POUR CABLES DE CABLE
- NON-CONFORMITE POUR ESCALIERS
- NON-CONFORMITE MECHANIQUE
- NON-CONFORMITE DES EQUIPEMENTS TEMPORAIRES



## **Annexe 11 : Fiche du coffrage des voiles de la tour**



## Table des matières

DEDICACE.....	iii
REMERCIEMENT .....	iv
AVANT PROPOS.....	v
Liste des figures .....	vii
Liste des tableaux .....	viii
Sigles et abréviations.....	ix
RESUME.....	x
Abstract.....	xi
INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES .....	3
<b>CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE D'ACCUEIL .....</b>	<b>4</b>
<b>I.    PFO AFRICA et son historique.....</b>	<b>4</b>
<b>II.   Missions et domaines d'intervention .....</b>	<b>5</b>
a)    Missions .....	5
b)    Les domaines d'activités de PFO AFRICA.....	5
c)    Quelques réalisations .....	5
<b>III.  Filiales de PFO AFRICA CI.....</b>	<b>8</b>
<b>IV.  Situation géographique de PFO Construction.....</b>	<b>10</b>
<b>CHAPITRE II : PRESENTATION DU PROJET.....</b>	<b>11</b>
<b>I.    Contexte.....</b>	<b>11</b>
<b>II.   Situation géographique du site.....</b>	<b>12</b>
<b>III.  La TOUR CAFE CACAO .....</b>	<b>13</b>
<b>IV.  Particularités techniques du projet.....</b>	<b>14</b>
<b>V.    Les intervenants sur le projet.....</b>	<b>14</b>
<b>CHAPITRE III : CADRE CONCEPTUEL .....</b>	<b>16</b>



<b>I.</b>	<b>Approche PDCA de W. Edwards Deming</b> .....	16
<b>II.</b>	<b>Notion de la qualité</b> .....	16
<b>III.</b>	<b>La roue de Deming</b> .....	17

<b>DEUXIEME PARTIE : LE CONTROLE QUALITE AU SEIN DE LA TOUR DU CONSEIL CAFE CACAO</b> .....	<b>19</b>
---	-----------

<b>CHAPITRE I : DEFINITION ET OBJECTIFS DU CONTROLE QUALITE</b> .....	<b>20</b>
---	-----------

<b>I. PRESENTATION DU CONTROLE QUALITE DANS LE CADRE DE LA TCC</b> .....	<b>20</b>
--	-----------

<b>1. Le contrôle qualité</b> .....	<b>20</b>
<b>2. Les normes et réglementations pour le contrôle qualité</b> .....	<b>21</b>
<b>a) Normes concernant la qualité des ouvrages</b> .....	<b>21</b>
<b>b) Exigences et Règlements Techniques</b> .....	<b>22</b>
<b>3. Les contrôles qualités lors de la construction</b> .....	<b>22</b>

<b>II. Objectifs principaux : conformité, sécurité, fiabilité des ouvrages réalisés</b> .....	<b>23</b>
---	-----------

<b>CHAPITRE II : EXCECUTION DES TRAVAUX DE LA PRODUCTION</b> .....	<b>25</b>
--	-----------

<b>I. Levé topographique</b> .....	<b>25</b>
<b>1. Machines et Instruments Utilisés :</b> .....	<b>25</b>
<b>2. Importance du levé topographique</b> .....	<b>25</b>

<b>a) Avant la Construction : Implantation et Matérialisation des Points Topographiques</b> .....	<b>25</b>
---	-----------

<b>b) Pendant la Construction : Vérifications et Contrôles</b> .....	<b>26</b>
<b>c) Après la Construction : Rapport et Vérification Finale</b> .....	<b>26</b>

<b>II. Ferrailage</b> .....	<b>27</b>
<b>1. Ferrailages préfabriqués</b> .....	<b>27</b>
<b>2. Ferrailages in-situ</b> .....	<b>28</b>

<b>III. Coffrage</b> .....	<b>28</b>
----------------------------	-----------

<b>IV. Bétonnage</b> .....	<b>29</b>
----------------------------	-----------



**CHAPITRE III : LE PROCESSUS DE CONTROLE QUALITE SUR LE  
CHANTIER..... 30**

**I. Réception des travaux : Processus de réception des ouvrages, critères  
de conformité, validation des travaux avant leur mise en exploitation ..... 30**

**1. Processus de réception des travaux : Chronogramme des phases de  
travaux ..... 30**

**a) Implantation ..... 30**

**b) Bon pour travaux de coffrage-ferraillage ..... 31**

**c) Exécution des travaux ..... 31**

**d) Pré-réception..... 32**

**e) Réception des travaux ..... 32**

**f) Levée des réserves ..... 33**

**g) Bon pour la fermeture du coffrage ..... 33**

**h) Bon pour coulage ..... 34**

**2. CRITERES DE CONFORMITE ..... 36**

**a) Ferraillage ..... 36**

**b) Bétonnage ..... 37**

**c) Respect de la sécurité des travailleurs pendant la phase de  
construction : ..... 38**

**d) Autres critères généraux ..... 38**

**II. Inspection sur terrain : Description des différentes inspections  
réalisées sur le chantier (contrôle des ferrailages, de coffrage, du bétonnage des  
travaux réalisés)..... 39**

**1. Inspection du ferraillage des travaux réalisés ..... 40**

**a) Cas des voiles ..... 42**

**b) Cas des poteaux ..... 43**

**2. Inspection du coffrage des travaux réalisés ..... 44**

**3. Inspection du bétonnage des travaux réalisés ..... 46**



a) Moyens et outils utilisés lors de l'inspection .....	46
<b>TROISIEME PARTIE : LA GESTION DES NON-CONFORMITES SUR LES OUVRAGES .....</b>	<b>52</b>
Présentation générale.....	53
<b>CHAPITRE I : IDENTIFICATION DES NON CONFORMITES .....</b>	<b>55</b>
<b>I. Type de non-conformités des ouvrages.....</b>	<b>55</b>
<b>II. Processus d'identification des non-conformités sur le chantier (contrôles, signalements des anomalies, remontée des problèmes).....</b>	<b>62</b>
<b>1. Contrôle des Travaux (Avant et Après Exécution).....</b>	<b>63</b>
a) Contrôle avant exécution .....	63
b) Contrôle après exécution .....	64
<b>2. Signalement des Anomalies (Fiches de Non-Conformité).....</b>	<b>65</b>
a) Contenu d'une fiche de non-conformité (NC) .....	65
b) Processus de signalement.....	68
<b>3. Remontée des Problèmes et Correction.....</b>	<b>68</b>
a) Transmission de la NC à l'équipe production.....	68
b) Proposition et validation de la correction .....	68
c) Exécution de la correction et levée de la NC.....	68
<b>CHAPITRE II : ENREGISTREMENT ET ANALYSE DES NC.....</b>	<b>69</b>
<b>I. Enregistrement des Non-Conformités dans un système dédié .....</b>	<b>69</b>
a) Enregistrement Manuel (Papier) .....	69
b) Enregistrement Numérique .....	70
c) Les Logiciels d'Enregistrement des Non-Conformités .....	70
d) Les raisons des enregistrements structurés.....	71
<b>CHAPITRE III : LA MISE EN PLACE D'ACTION CORRECTIVE ET PREVENTIVE.....</b>	<b>75</b>
<b>1. Identification des Responsables .....</b>	<b>75</b>
<b>2. Définition des Actions Spécifiques à Mener.....</b>	<b>76</b>



3.	<b>Planification des Délais d'Exécution</b> .....	77
1.	<b>Outils de suivi pour les actions correctives et préventives :</b> .....	78
2.	<b>Méthodes de validation des actions correctives et préventives :</b> .....	79
<b>PARTIE 4 : PROPOSITIONS POUR LA REDUCTION DES NON CONFORMITES ET BILAN DE STAGE</b> .....		<b>80</b>
<b>CHAPITRE I : Évaluation et analyse des plans d'actions pour le contrôle qualité et la gestion des NC</b> .....		<b>81</b>
I.	<b>Analyse critique des méthodes de contrôle qualité et de gestion des NC</b> .....	<b>81</b>
II.	<b>Identification des axes d'amélioration</b> .....	<b>82</b>
<b>Chapitre II : Propositions pour l'amélioration du contrôle qualité et de la gestion des NC</b> .....		<b>84</b>
1.	<b>Optimisation des méthodes de contrôle qualité</b> .....	<b>84</b>
2.	<b>Renforcement des actions correctives et préventives</b> .....	<b>86</b>
3.	<b>Réduction de l'impact des non-conformités sur le projet</b> .....	<b>92</b>
<b>CHAPITRE III : BILAN DE STAGE ET PERSPECTIVE</b> .....		<b>94</b>
I.	<b>Analyse personnelle du stage</b> .....	<b>94</b>
1.	<b>Analyse technique</b> .....	<b>94</b>
a)	<b>Développement des compétences en gestion du temps et des priorités</b> .....	<b>95</b>
II.	<b>Analyse du projet de fin d'études</b> .....	<b>96</b>
<b>Conclusion générale</b> .....		<b>98</b>
<b>Bibliographie</b> .....		<b>XCIX</b>
<b>Webographie</b> .....		<b>C</b>
<b>Annexes</b> .....		<b>CI</b>
<b>Table des matières</b> .....		<b>CXXIX</b>