



REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI (UAC)

ECOLE POLYTECHNIQUE D'ABOMEY-CALAVI



CENTRE AUTONOME DE PERFECTIONNEMENT

DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

**RAPPORT DE STAGE DE FIN DE FORMATION
POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE LICENCE PROFESSIONNELLE**

SUIVI DE LA REALISATION DES ELEMENTS DE
STRUCTURES D'UN OUVRAGE : CAS D'UN MODULE DE
TROIS (03) CLASSES REALISE AVEC DES AGGLOS-
COFFRAGES SPECIAUX

ENTREPRISE : ABETWO ACTION

Rédigé par : MESSOUNA Sadikou

Encadreur :
Ing. ZETOME Hervé,
*Doctorant en Géotechniques et
Infrastructures Immobilières*

Superviseur :
KOUDJE Basile,
*Ingénieur de conception en Génie Civil,
Administrateur en Economie des Transports, en
Gestion des Projets et en Gestion des Marchés
Publics*

Année académique : 2022 – 2023

« Faites quelque chose et, si ça ne fonctionne pas, essayez autre chose. »

Franklin Delano Roosevelt

La science n'a pas de patrie, parce que le savoir est le patrimoine de l'humanité,
le flambeau qui éclaire le monde.

Louis Pasteur

FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU RAPPORT DE STAGE

Je soussigné MESSOUNA Sadikou certifie que ce travail réalisé sous la supervision de M. KOUDJE Basile, est original et n'a jamais été présenté pour l'obtention de quelque grade universitaire que ce soit.

L'auteur

Date :

Signature

Sadikou MESSOUNA

Le Superviseur

Date :

Signature

Ir. Basile KOUDJE

DEDICACE

Je dédie ce mémoire :

A

Mes parents Pour m'avoir donné une éducation et une formation de qualité, aux valeurs combien précieuses qu'ils ont su m'inculquer, à toutes ces années de sacrifices et aux efforts incommensurables qu'ils ont particulièrement consentis à mon égard.

REMERCIEMENTS

Profonde reconnaissance et remerciements chaleureux à l'endroit :

- ☎ de Ir. KOUDJE Basile, notre maître de mémoire, Ingénieur de conception en Génie Civil, Administrateur en Economie des Transports, en Gestion des Projets et en Gestion des Marchés Publics, pour avoir accepté d'encadrer ce travail et de le conduire jusqu'au bout. Ce document n'aurait pu être réalisé sans ses conseils, sa disponibilité, son enthousiasme, son esprit d'écoute, son soutien sans pareils et surtout cette confiance qu'il a placée en nous ;
- ☎ du Dr Valéry K. DOKO, Maître de Conférences des Universités, Chef de Département de génie civil de l'EPAC;
- ☎ du Dr Guy Alain ALITONOU, professeur titulaire des universités du CAMES, Directeur de l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) ;
- ☎ du Dr Vincent PRODJINONTO, professeur titulaire des universités du CAMES, Directeur-Adjoint de l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) ;
- ☎ du Pr GIBIGAYE Mohamed, le Directeur de l'Ecole Doctorale des Sciences de l'Ingénieur (ED-SDI), Professeur Titulaire des Universités du CAMES, Enseignant-Chercheur à l'EPAC ;
- ☎ du Dr KIKI TANKPINOU Yvette, maître de conférences des Universités du CAMES ;
- ☎ du Dr Victor S. GBAGUIDI, Directeur-Ajoint de l'Ecole Doctorale des Sciences de l'Ingénieur (ED-SDI), Professeur Titulaire des Universités du CAMES, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- ☎ Dr. ADJOVI C. Edmond, Professeur Titulaire des Universités du CAMES,
- ☎ Dr. GBAGUIDI Gérard Aïssè, Professeur Titulaire des Universités du CAMES ;
- ☎ Dr. ZEVOUNOU Crépin, Maître de Conférences des Universités du CAMES ;
- ☎ Dr. THCEHOUALI Adolphe, Maître de Conférences des Universités du CAMES ;
- ☎ Dr. OLODO Emmanuel, Professeur Titulaire des Universités du CAMES ;
- ☎ Dr. CODO François de-Paule, Maître de Conférences des Universités du CAMES ;
- ☎ Dr. DEGBEGNON Léopold, Maître de Conférences des Universités du CAMES ;
- ☎ Dr. AÏNA Martin, Maître de Conférences des Universités du CAMES ;
- ☎ Dr. ALLOBA Ezéchiél, Maître de Conférences des Universités du CAMES ;
- ☎ du Dr. HOUANOU Agapi, Maître de Conférences des Universités du CAMES ;
- ☎ Dr. BACHAROU Taofic, Maître Assistant des Universités du CAMES ;
- ☎ Dr. HOUINOU S. Agathe, Maître Assistant des Universités du CAMES ;
- ☎ Dr. SAVY Mathias, Maître Assistant des Universités du CAMES ;
- ☎ Dr. ZINSOU Codjo Luc, Maître Assistant des Universités du CAMES ;

- 🌀 Dr. WANKPO Tonalémi Epiphane Sonon, Docteur Ingénieur en Hydraulique ;
- 🌀 Dr. YABI Crespin Prudence, Maître Assistant des Universités du CAMES;
- 🌀 Dr. GODONOU Gildas, Docteur Ingénieur en matériaux et structures ;
- 🌀 aux éminents membres du jury ;merci d'honorer de votre présence la soutenance de nos travaux ;
- 🌀 à tous les enseignants de l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi, mes sincères remerciements ;
- 🌀 au Personnel de l'administration de l'EPAC, pour l'excellence du cadre de travail mis à notre disposition et pour les moyens mobilisés pour notre formation ;
- 🌀 à tous les responsables et au personnel du Centre Autonome de Perfectionnement, mes sincères remerciements ;
- 🌀 à ma famille qui m'a toujours encouragé.

SOMMMAIRE

LISTE DES FIGURES	viii
LISTES DES PHOTOS.....	ix
LISTE DES ACRONYMES.....	x
RESUME.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1: CADRE INSTITUTIONNEL ET METHODOLOGIQUE.....	2
CHAPITRE 2: DEROULEMENT DE STAGE.....	11
CHAPITRE 3: SUIVI DE LA REALISATION DES ELEMENTS DE STRUCTURES D'UN OUVRAGE : CAS D'UN MODULE DE TROIS (03) CLASSES REALISE AVEC DES AGGLOS-COFFRAGES SPECIAUX.....	30
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	43

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi (source : Google Earth)	6
Figure 2 : Situation géographique de la commune de Bohicon (source : Google Earth)	9
Figure 3 : Organigramme du bureau d'Études et de contrôle ABETWO ACTION (source : ABETWO)	9
Figure 4 : Vue en plan du projet (source : MESSOUNA S.)	12
Figure 5 : Les matériels de bétonnage (source : Google).....	16
Figure 6 : Moule des agglos-coffrages pour poteaux (source : MESSOUNA S.).....	18
Figure 7 : Implantation d'un bâtiment (source : Goolge).....	19
Figure 8 : Charpente en bois (Source :)	27
Figure 9 : Agglos-coffrages pour les poteaux (source : MESSOUNA S.)	32
Figure 10 : Les agglos-coffrage pour les chainages (source : MESSOUNA S.).....	33
Figure 11 : Agglos-coffrages pour les intersections poteau-chainage (source : MESSOUNA S.)	33
.....	33
Figure 12 : Pliage avec la griffe (source : Google).....	35

LISTES DES PHOTOS

Photo 1 : Université d'Abomey-Calavi (source : Google).....	3
Photo 2 : ouvrage réalisé (source : MESSOUNA S.)	12
Photo 3 : Bétonnière (source : MESSOUNA S.)	14
Photo 4 : Brouette pour transport des matériaux (source : Google).....	14
Photo 5 : Sable 0/5 et gravier concassé 5/15 ((source : MESSOUNA S.).....	15
Photo 6 : Ciment CPJ 345 (source : ADAM A., F.)	15
Photo 7 : Aciers façonnés (source : MESSOUNA S.)	16
Photo 8 : Agglos de 15 creux préfabriqués (source : MESSOUNA S.).....	18
Photo 9 : Implantation du bâtiment et réalisation des fouilles (source : MESSOUNA S.).....	20
Photo 10 : Évolution des travaux de terrassement (source : MESSOUNA S.).....	20
Photo 11 : Implantation des poteaux du bâtiment (source : MESSOUNA S.)	21
Photo 12 : Pose du ferrailage et coulage des semelles filantes (source : MESSOUNA S.)	22
Photo 13 : Réalisation des murs de soubassement (source : MESSOUNA S.)	23
Photo 14 : Mise en place du ferrailage du chaînage après la pose des agglos-coffrages (source : MESSOUNA S.)	23
Photo 15 : Élévation des murs (source : MESSOUNA S.)	24
Photo 16 : coulage des poteaux en élévation (source : ADAM A., F.)	25
Photo 17 : chaînage haut (source : MESSOUNA S.)	26
Photo 18 : Réalisation des murs pignons (source : MESSOUNA S.).....	26
Photo 19 : Approvisionnement du chantier en bois de charpente (source : MESSOUNA S.).....	28
Photo 20 : Réalisation des fermes (source : MESSOUNA S.)	29
Photo 21 : Pannes en bois d'ébène (source : MESSOUNA S.)	29
Photo 22 : Confection des aggro-coffrages (source : MESSOUNA S.)	34
Photo 23 : Rallongement des poteaux (source : MESSOUNA S.).....	35
Photo 24 : Pose des aggro-coffrages (source : MESSOUNA S.)	36
Photo 25 : Ferrailage des chainages (source : MESSOUNA S.)	37
Photo 26 : Pose des aggro-coffrages pour chainages (source : MESSOUNA S.).....	37
Photo 27 : Pose des ferrailages des chaînages (source : MESSOUNA S.).....	38
Photo 28 : Coulage des chainages (source : MESSOUNA S.)	38

LISTE DES ACRONYMES

SIGLES	DESIGNATION
EPAC	Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi
CAP	Centre Autonome de Perfectionnement
UAC	Université d'Abomey-Calavi
Kg	Kilogramme
m ³	Mètre cube

RESUME

Dans le but de former des techniciens de qualité et compétents, le Centre Autonome de Perfectionnement (CAP/EPAC) exige à tous ses étudiants en fin de cycle, un stage pratique en entreprise afin de leur permettre de mettre en pratique les connaissances théoriques et d'acquérir de l'expérience.

C'est dans ce cadre que nous avons effectué un stage de trois (03) mois au sein du bureau d'Etudes ABETWO ACTION, qui assure la réalisation d'un module de trois (03) classes dans la commune de Bohicon.

Le monde d'aujourd'hui fait face à de nombreux problèmes environnementaux parmi lesquels, la déforestation occupe une place très importante. Face à ce problème, les acteurs du monde de la construction au BENIN, ont orienté leur réflexion sur la réduction du taux d'utilisation du bois de coffrage dans les constructions. Ainsi, depuis quelques années, en république du BENIN, nous avons noté l'introduction des aggro-coffrages spéciaux dans les constructions et qui servent désormais de coffrages pour les éléments de structures.

Au cours de notre stage, nous avons suivi : la réalisation de la fondation (semelles isolées et filantes) la réalisation des chainages (chainage bas et haut), la réalisation des poteaux et des murs. Dans le cadre de projet, pour la réalisation des chainages et poteaux, des agglos-coffrage-spéciaux sont utilisés pour servir de coffrage. Pour mieux comprendre les différentes étapes de réalisation de l'ouvrage, nous avons orienté notre réflexion sur le thème :

« Suivi de la réalisation des éléments de structures d'un ouvrage : cas d'un module de trois (03) classes réalisées avec des agglos-coffrages spéciaux »

Mots clés : Aggro- Coffrage, éléments de structures, déforestation.

ABSTRACT

With the aim of training quality and competent technicians, the Autonomous Development Center (CAP/EPAC) requires all its students at the end of the cycle to complete a practical internship in a company to enable them to put theoretical knowledge into practice and 'gain experience.

It is in this context that we carried out a three (03) month internship within the ABETWO ACTION design office, which ensures the realization of a module of three (03) classes in the commune of Bohicon.

Today's world faces many environmental problems, among which deforestation occupies a very important place. Faced with this problem, players in the construction world in BENIN have focused their thinking on reducing the rate of use of formwork wood in construction. Thus, for several years, in the Republic of BENIN, we have noted the introduction of special agglomeration formwork in constructions and which now serve as formwork for structural elements.

During our internship, we followed: the creation of the foundation (insulated and continuous footings) the creation of the chains (low and high chaining), the creation of the posts and the walls. As part of the project, for the creation of chains and posts, special formwork blocks are used to serve as formwork. To better understand the different stages of carrying out the work, we focused our thinking on the theme:

“Monitoring the creation of the structural elements of a work: case of a module of three (03) classes made with special formworks”

Key words: Agglo- Formwork, structural elements, deforestation.

INTRODUCTION

Le monde de nos jours a connu une évolution très avancée dans tous les secteurs en particulier celui du Génie Civil. Cette croissance s'explique par des améliorations éclatantes dans plusieurs domaines dont la réalisation des grands bâtiments, des ouvrages d'arts. Ces infrastructures sont à juste titre considérées comme des moyens efficaces d'inciter le développement économique d'un pays. L'effectivité de ces actions demande des connaissances assez poussées et bien spécialisées sollicitant du professionnalisme et de l'ingéniosité de la part des concepteurs et réalisateurs.

C'est dans cette démarche qu'à l'issue de notre formation, nous avons pu solliciter et obtenir un stage pratique de trois mois au sein du bureau d'Etudes « ABETWO ACTION » qui a à sa charge, la réalisation d'un module de trois (03) salles de classes avec des aggro-coffrage-spéciaux à Bohicon. Dans ce projet, il est prévu la réalisation des longrines au niveau de la fondation dans le but de limiter les déplacements horizontaux des semelles de fondations lors des tremblements de terre. Ainsi, au cours de notre stage, nous avons orienté nos réflexions sur le thème : « Suivi de la réalisation des éléments de structures d'un ouvrage : cas d'un module de trois classes réalise avec des aggro-coffrages spéciaux ».

Le présent rapport restitue la substance des différents travaux menés au cours de ce stage et s'articule autour des rubriques suivantes :

- Chapitre 1 : Cadre institutionnel et méthodologique ;
- Chapitre 2 : Présentation du projet et le déroulement du stage ;
- Chapitre 3 : Suivi de la réalisation des éléments de structures d'un ouvrage : cas d'un module de trois classes réalisées avec des aggro-coffrages spéciaux.

CHAPITRE 1: CADRE INSTITUTIONNEL ET METHODOLOGIQUE

Notre formation s'est déroulée au Centre Autonome de Perfectionnement de l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi, où nous avons suivi une formation de qualité en génie civil. Au terme de fin, nous avons effectué un stage professionnel au sein de l'entreprise ABETWO ACTION dont le siège est à Bohicon. La première partie notre rapport sera consacré à la présentation de ces deux structures.

1.1 Présentation du Centre Autonome de Perfectionnement de l'EPAC

L'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi est un établissement de formation technique et professionnelle de l'Université d'Abomey-Calavi.



Photo 1 : Université d'Abomey-Calavi (source : Google)

Elle est issue du fruit de la coopération bénino-canadienne et a ouvert ses portes à ses premiers étudiants en février 1977 sous la dénomination de CPU.

Il formait des Techniciens Supérieurs qui, après trois (03) ans de formation obtenaient le Diplôme d'Etudes Technique Supérieur (DETS), et bien plus tard des Ingénieurs des Travaux en quatre (04) ans de formation.

Par ailleurs, l'ex-CPU n'avait pas pour seule mission la formation des techniciens Supérieurs, mais aussi il y avait été mis en place un système d'enseignement basé sur un programme de perfectionnement et de formation des personnels des entreprises. De jour en jour, ce centre a connu un essor prodigieux. Ledit programme intéresse notamment les anciens de Diplômés de l'ex-CPU et les professeurs d'Enseignements Techniques Secondaires. Il aide en l'occurrence les premiers à préparer pour les études d'ingénieur de conception en Génie Civil et en Géomantique ainsi que pour les DEA de Biologie Humaine Tropicale.

Un autre programme, celui consacré à la formation des formateurs a permis d'instaurer par exemple un DEA inter-africain de Sciences pour l'Ingénieur (SPI) et une formation doctorale dont l'importance pour la carrière des enseignants de l'ex-CPU se passe de tout commentaire.

Parallèlement à tout ce qui précède, il convient de mentionner que l'ex-CPU ne développait pas que des activités qui relèvent du domaine pédagogique. Il était aussi une institution prestataire de services à travers un certain nombre d'unités de production créées dans les différents départements ; à savoir :

- Le Centre Autonome de Perfectionnement (CAP);
- Le Centre Cunicole de Recherche et d'Information (Ce.Cu.R.I.) ;
- Le Centre Universitaire de Mécanique Générale (C.U.M.e.G.) ;
- L'Unité de Prestation de Service en Génie Electrique (U.P.G.E.) ;
- Le Centre Autonome de Radiologie (C.A.R.) ;
- Le Complexe Clinique Laboratoire Pharmacie Vétérinaires (CCLPV) ;
- Le Centre d'Entretien et de Réparation Automobile (CERA) ;
- Laboratoire d'Essais et de Recherches en Génie Civil (L.E.R.G.C. S.A.).
- Le Centre Universitaire de Promotion des Petites Entreprises (CUPPE) « créé au CPU pour aider les finissants à se prendre en charge eux-mêmes en créant leurs propres entreprises ».

A un moment donné, il était devenu une institution prête à générer dans un avenir proche des ingénieurs de conception ; ce qui d'ailleurs urgeait à partir du moment où, les besoins en formation d'ingénieurs devenaient de plus en plus pressants, obligeant ainsi à l'ouverture du second cycle.

Le 25 février 2005, le Président de la République, Chef de l'Etat, Chef du gouvernement, signe un Décret (N° 2005-078) portant création, attributions, organisation et fonctionnement de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), « une Ecole Supérieure à caractère de Grande Ecole » dépendant directement de L'Université d'Abomey-Calavi. Un an auparavant, c'est-à-dire depuis la rentrée académique 2003-2004, la première promotion d'étudiants de l'EPAC a dû effectuer sa rentrée en Prépa, Secteur Industriel ; et ce malgré toutes les difficultés inhérentes à toute entreprise humaine.

1.1.1 Historique du Centre Autonome de Perfectionnement (CAP)

Le Centre Autonome de Perfectionnement de l'EPAC (CAP/EPAC) est une composante de la catégorie des Unités d'Application créée à l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), laquelle relève elle-même de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC). Il est doté de l'autonomie de gestion, et se trouve régi par un certain nombre de textes règlementaires, relatifs à ses Attributions, Organisation et Fonctionnement (A.O.F.). On citera le décret n°2005-078 du 25/02/2005 modifiant le décret n°2002-551 du 16/12/2005 portant Création et A.O.F. de l'EPAC, l'arrêté Ministériel n°200660/MESR/CAB/DC/SG/SP du 06/08/2006 portant A.O.F. de l'EPAC, la note de service n°037-04/EPAC/D/UAC du 27/02/2004, portant Création et A.O.F. du CAP de l'EPAC. Ce dernier (EPAC) est un établissement d'enseignement technique et professionnel créé le 16 décembre 2002 par décret. Il est issu de la transformation de l'ex-Collège Polytechnique Universitaire (ex-CPU), fruit de la coopération

bénino-canadienne qui avait ouvert ses portes à ses premiers étudiants en février 1977. Le CAP est composé de quatre (04) divisions qui assurent chacune, l'exécution des tâches spécifiques liées à la scolarité et aux examens. Ce sont :

- La Division de la Formation A Distance (DFAD) ;
- La Division de la Formation Continue Présentielle (DFCP);
- La Division du Perfectionnement (DP) ;
- La Division des Finances et de la Comptabilité (DFC).

A ces divisions s'ajoute un Secrétariat Administratif qui est directement rattaché au responsable du CAP.

Trois modes de formation sont offerts. Ce sont :

- La formation à distance ;
- La formation continue présentielle;
- La formation continue de perfectionnement.

La formation à distance et la formation continue présentielle sont des formations diplômantes. En ce qui concerne le perfectionnement, il peut se donner sur un site d'entreprise ou au CAP, ou même en combinant les 2 modes. Il s'agit essentiellement de formations qualifiantes.

1.1.2 Filières et Diplômes

Le Centre Autonome de Perfectionnement forme à distance les personnes titulaires d'un baccalauréat scientifique, technique ou de tout diplôme équivalent, conformes avec la spécialité choisie. Les offres exécutées au CAP en formation continue sont en général les mêmes que celles déroulées en formation initiale à l'EPAC. L'ouverture d'une offre dépend du nombre de candidats désireux de s'inscrire dans cette offre.

1.1.3 Situation géographique

Le Centre Autonome de Perfectionnement de l'EPAC (CAP/EPAC) a son siège sur le domaine de l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) qui est situé à l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) au Bénin.

- ✓ Municipalités ;
- ✓ Partenaires techniques au développement ;
- ✓ Organismes publics ou parapublics ;
- ✓ Organismes internationaux ;
- ✓ Projets de développement ;
- ✓ Services et agences de coopération ;
- ✓ Organisations non gouvernementales (ONG).

1.2.2 Domaines d'intervention

Le Bureau d'Etudes ABETWO ACTION intervient dans les domaines tels que :

- 🌀 Les études techniques préliminaires et détaillées avec élaboration des plans d'exécution des bâtiments, des routes et ouvrages d'art, l'aménagement, la topographie, la mécanique des sols, les fondations spéciales, les études de trafic, etc.
- 🌀 Réalisation des travaux de bâtiments;
- 🌀 Evaluation environnementale, études d'impact environnemental;
- 🌀 L'assistance et conseil : élaboration des termes de référence, contrats, évaluation des offres, gestion des projets, surveillance et contrôle technique, assistance technique, coordination, post-évaluation, expertise;
- 🌀 Le commerce général;
- 🌀 La vente des matériaux de construction.

1.2.3 Prestations de service

Dans son intervention, le cabinet BESCAT Ingénieurs-conseils assure des missions d'ingénierie et d'expertise dans l'ensemble des domaines du Génie Civil (bâtiments, routes et ouvrages d'art, infrastructures de transport, divers équipements collectifs etc.).

Ces missions couvrent toutes les phases : les études préliminaires aux études détaillées, les études générales, les études techniques approfondies, la surveillance, le contrôle et l'assistance en phase d'exécution, l'expertise et l'évaluation, le mandat à la maîtrise d'œuvre.

Pour atteindre ces objectifs ci-dessus cités, le Directeur Général de BESCAT est entouré d'un personnel dynamique et compétent.

ABETWO aide les entreprises dans :

- Le recrutement de cadres spécialisés ;
- La mise en place provisoires de cadres de direction : Management de transition ;
- Le recrutement de Chef d'Équipe de Travaux;

- Formations.

La formation étant, un facteur important dans le développement de l'entreprise, le bureau d'Etudes prépare des modules adaptés à chaque besoin. Les séances de formation dispensées concernent les secteurs suivants :

- ✓ Construction Project Management ;
- ✓ Economie de la Construction (BID Management) ;
- ✓ Planification d'exécution (Méthodes et Logiciels) ;
- ✓ Maquette Numérique (BIM Management).
- ✓ Droit de la Construction (lois et textes réglementaires) ;
- ✓ Passations des Marchés (textes et Procédures) ;
- ✓ CAO/DAO (logiciels d'optimisation de la productivité) ;
- ✓ Constructions Durables (BTP et Développement durable) ;
- ✓ Développement personnel et BTP ;

1.2.4 Atouts et valeurs de ABETWO ACTION

- Une parfaite connaissance du domaine ;
- Une veille technologie spécialisée ;
- Un strict respect de la confidentialité ;
- Un réseau de partenaires nationaux et internationaux ;
- Des honoraires adaptés ;
- La passation et l'intégrité ;
- Une relation durable.

1.2.5 Logiciels

- Archicad 2019 ;
- Autocad 2016 ;
- Robot 2012 ;
- Matlab 2014 ;
- CBS PRO 2020.

1.2.6 Situation géographique

Le siège du bureau d'Etudes et de contrôle ABETWO ACTION est basé dans la commune de Bohicon (voir plan de situation).

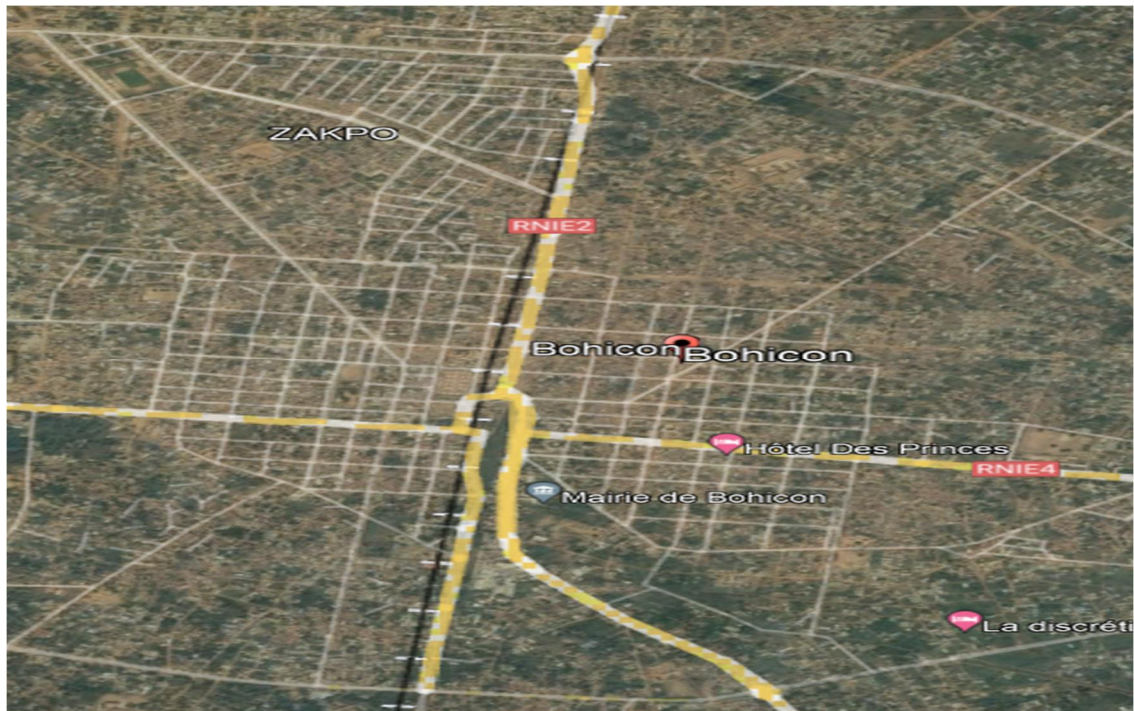


Figure 2 : Situation géographique de la commune de Bohicon (source : Google Earth)

1.2.7 Moyens humains

Le bureau d'Etudes et de contrôle ABETWO ACTION dispose assez d'employés : des techniciens supérieurs en Génie Civil, un ingénieur de conception en Génie Civil chargé des études structurales ; un secrétaire ; un comptable.

L'organisation structurelle de l'entreprise se présente comme suit :

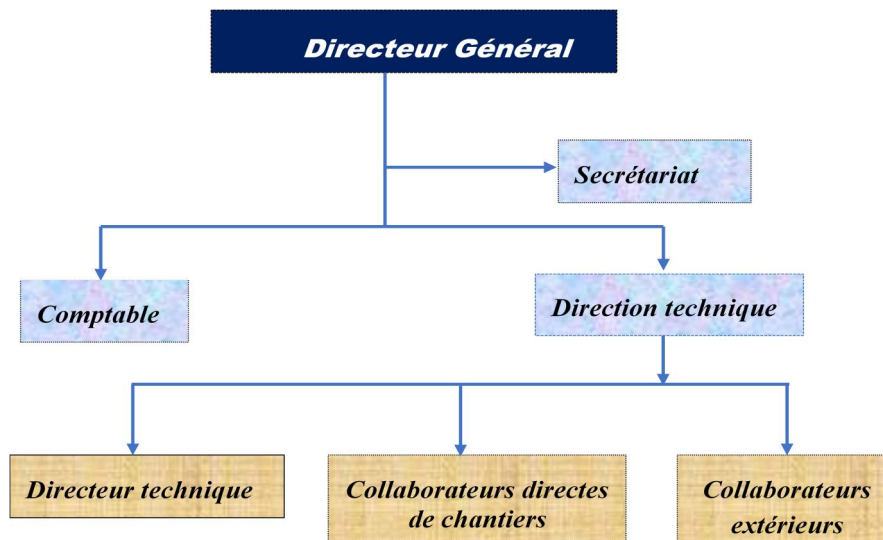


Figure 3 : Organigramme du bureau d'Études et de contrôle ABETWO ACTION (source : ABETWO)

1.3 Démarche méthodologique

En effet la méthodologie est l'ensemble des démarches utilisées dans un secteur d'activité. Elle s'occupe de l'activité générale qui permet d'acquérir des connaissances. Notre démarche méthodologique a suivi les étapes suivantes :

- La recherche documentaire : elle consiste à consulter les différents documents techniques en relation avec le projet afin de bien suivre l'exécution : les anciens rapports de stage notamment ceux traitant de la construction de la route ; la consultation sur web ; les cours de matériaux de construction et mécanique des sols.
- La prise des notes sur le chantier : elle consiste à recueillir les informations et explications journalières données par les différents intervenants sur le chantier.

Ces notes sont :

- Des réponses aux questions en vue d'avoir des éclaircissements sur des techniques ou modes d'exécutions des divers travaux ;
- Les remarques et suggestions faites sur les travaux effectués ;
- La consultation des personnes ressources : il s'agit des relations nouées avec des personnes lors de la quête d'informations. Dans notre cas, nous nous sommes rapprochés des intervenants sur le chantier.
- La présentation des résultats obtenus ;
- L'analyse et vérification des résultats sur la base des informations obtenues sur le terrain et auprès des personnes ressources.
- L'élaboration du document s'est faite suivant deux grandes étapes à savoir:
- Prise de connaissance des pièces graphiques
- Synthèses et rédaction : cette dernière étape a consisté à mettre au propre les idées et informations recensées ainsi que les rapports journaliers effectués sur le chantier.

CHAPITRE 2: DEROULEMENT DE STAGE

2.1 Présentation du projet

Le projet concerne la construction d'un module de trois (03) classes + bureau et magasin à N'dali. L'image suivante est l'ouvrage réalisé.



Photo 2 : ouvrage réalisé (source : MESSOUNA S.)

2.2 Description architecturale du projet

Le bâtiment à construire est un module de trois classes couvrant une superficie de 270,75 m².

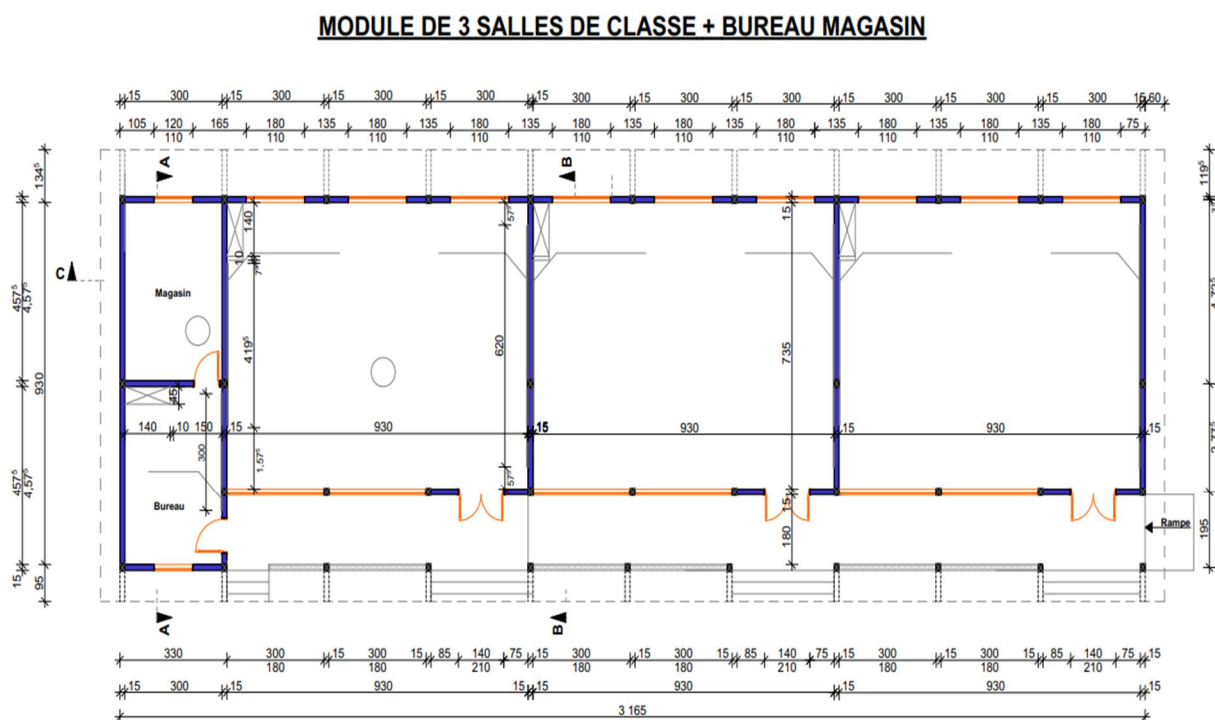


Figure 4 : Vue en plan du projet (source : MESSOUNA S.)

2.3 Les différents intervenants dans le projet

La construction est une œuvre importante qui nécessite la coopération d'un bon nombre de personnes. Ainsi pour ce projet, les différents acteurs sont les suivants :

Maître d'ouvrage

C'est le promoteur qui donne l'ordre d'exécuter les travaux en assurant le règlement. Il assure le financement du projet.

Maître d'œuvre

Il est le conseiller artistique et technique du maître d'ouvrage. Il a pour rôle d'établir le projet, de dresser les plans architecturaux, les plans d'exécution, d'assurer l'appel d'offre et de surveiller l'exécution des travaux.

Entreprise exécutante : ABETWO ACTION

Elle a la charge, la responsabilité de l'exécution des travaux suivant les moyens qu'elle jugera appropriés pour respecter ses engagements contractuels.

Bureau de contrôle technique

Il est chargé de par son agrément officiel par le maître d'ouvrage de certaines missions de contrôle dans le cadre de l'exécution de l'ouvrage. Sa mission principale concerne la vérification des règles relatives à la stabilité des ouvrages et la sécurité des personnes

2.4 Matériels, matériaux d'exécution et sécurité sur le chantier

2.4.1 Matériels utilisés sur le chantier

Une bétonnière :

Elle sert à mélanger le béton constitué de ciment, de sable, de gravier et d'eau. Tous ces éléments seront rassemblés dans une cuve, qui est la partie principale d'une bétonnière. Habituellement elle est en métal et de forme cylindrique, dotée de pales hélicoïdales qui servent à brasser le ciment, le sable, le gravier et enfin l'eau. Ce système de brassage réalise en moyenne 20 tours par minute. Un moteur relié à un pion au fond de la cuve permet la rotation le malaxage du béton. La cuve est aussi équipée d'un volant qui permet son pivotement vers le bas dès lors que le mélange du béton a atteint l'homogénéité voulue et de le vider dans une brouette.



Photo 3 : Bétonnière (source : MESSOUNA S.)

- Un (01) vibreur à aiguille : il est utilisé pour mettre en place un béton. Elle évacue les poches d'air et améliore la compacité du matériau. Il permet d'éviter le phénomène de ségrégation des composantes du béton.
- 4 brouettes de 50 litres

Une brouette est un contenant mobile, porté sur une ou plusieurs roues, muni de deux brancards pour le transport humain de petites charges, généralement sur de courtes distances.



Photo 4 : Brouette pour transport des matériaux (source : Google)

- Des petits outillages (fil à plomb, mètres, équerre...)
- Des serre-joints

2.4.2 Les matériaux utilisés sur le chantier

Les fers à béton : les armatures utilisées sur le chantier sont des barres à haute adhérence. Ces armatures sont disposées sur une aire de stockage, proche de l'atelier de ferrailage et classées en lots selon leurs diamètres. Elles sont posées sur des briques mises en travers pour éviter le contact avec le sol. Les diamètres utilisés sont de : 6mm, 8mm, 10mm, livrées en barre de 12m de longueur.

Les aciers pour béton armé sont du type laminé (Acier à Haute adhérence HA).

Le sable : un matériau indispensable dans la réalisation d'un ouvrage de génie civil. Le chantier est approvisionné par un fournisseur de la place spécialisé dans l'approvisionnement en sable. Il est à noter que chaque voyage de sable est acheminé sur le chantier après vérification de sa granulométrie 0/5 mm et de sa propreté.

Le gravier : celui utilisé sur le chantier est un gravier de granulométrie 5/15. Il est propre et exempt de matière organique. Chaque voyage de gravier est acheminé sur le chantier après vérification de la quantité et la classe granulométrie demandée.

Le ciment portland artificiel utilisé pour l'ensemble des travaux provient des usines de CIM-BENIN en paquets de 50 kg.



Photo 5 : Sable 0/5 et gravier concassé 5/15 ((source : MESSOUNA S.)

- Ciment CPJ 35

Le ciment est un liant hydraulique, c'est-à-dire une poudre minérale qui, mélangée avec de l'eau, forme une pâte qui durcit progressivement. Celui utilisé est de type CPJ35 et il provient de SCB LAFARGE.



Photo 6 : Ciment CPJ 345 (source : ADAM A., F.)

2.5 Les différents ateliers ou postes de travail sur le chantier

2.5.1 Le poste de bétonnage

Le chantier est doté d'une bétonnière qui assure la confection et le malaxage du béton destiné à couler les éléments de structure. Ce poste favorise la rapidité, la qualité et l'efficacité dans l'exécution des travaux.

Pour exécuter le bétonnage, on aura besoin des différents matériels comme la bétonnière, le pervibrateur, les brouettes, les seaux...



Figure 5 : Les matériels de bétonnage (source : Google)

2.5.2 L'atelier de ferrailage

Le ferrailage est une opération qui consiste à façonner les aciers, qui sont disposés à être coffrés. La réalisation de cette opération nécessite les instruments comme : les pinces, les fils de fer ; tenailles, marteaux, burins, scie à main permettant de couper des aciers, la table de façonnage d'acier conçues à base des madriers et des agglos.



Photo 7 : Aciers façonnés (source : MESSOUNA S.)

2.5.3 Distribution en eau et en électricité

Pour ce qui concerne l'approvisionnement en énergie électrique sur le chantier, nous disposons d'un compteur électrique de la société Béninoise d'Énergie Electrique (SBEE) d'une intensité de 20A. Quant à l'alimentation en eau, nous disposons d'un forage et d'une pompe de la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB).

2.6 Travaux suivis et réalisés sur le chantier

L'ensemble des activités exécutées lors de notre stage se résume à la réalisation des travaux suivants :

2.6.1 Les travaux préparatoires

Ils sont essentiellement constitués :

- de décapage, démolition, nettoyage et mise au propre du site ;
- des travaux d'installations du chantier (mise en place des baraques pour le magasin, salle de réunion, bureau des principaux intervenants ; des panneaux de chantier, l'aménagement des aires des matériaux, l'aménagement et l'installation du matériel, les branchements d'eau et d'électricité.) ;
- la mise en place des postes de travail (poste de ferrailage, poste de coffrage, poste de maçonnerie).

L'installation est une phase aussi importante que le suivi de chantier. Elle intervient avant même que le chantier soit posé et se poursuit tout au long du projet. L'installation mêle à la fois sécurité et productivité pour assurer le bon déroulement du chantier. Sur un chantier, il y a du monde, des engins, des gravats et des accès inaccessibles. C'est là qu'intervient l'installation de chantier pour :

- ✓ Offrir des accès faciles aux différents points du chantier;
- ✓ Un accès aux matériaux ;
- ✓ Un accès aux engins ;
- ✓ Un entretien des engins plus rapide.

2.6.2 Approvisionnement du chantier en matériaux

Après l'installation du chantier, le chantier est approvisionné en fer à béton, sable, gravier et ciment.

2.6.3 Ferrailage des différents ouvrages

A ce niveau, trois grandes phases sont observées : la coupe des barres de fer à béton, leur façonnage puis l'assemblage de ces différents éléments avec le fil de fer. Lors de notre stage nous avons suivi et participé au ferrailage de divers éléments à savoir : les poteaux, les chainages et les semelles. Les barres sont sectionnées suivant les longueurs indiquées sur les plans de ferrillages. Parmi les pièces façonnées nous retrouvons : les cadres, les épingles, les étriers, réalisés avec des barres de $\varnothing 6$.

2.6.4 Préfabrication des agglos de 15

Les agglos sont des matériaux obtenus par mélange de sable et de liant hydraulique (le ciment). Sur le chantier, les agglos pleins de 15 cm d'épaisseur sont utilisés pour la réalisation des murs de soubassement et les agglos creux de 15 cm d'épaisseur sont utilisés pour les murs en élévation. Les agglos sont réalisés avec du mortier dosé à 400Kg/m³. Ils sont préfabriqués par les manœuvres avant la mise en œuvre.



Photo 8 : Agglos de 15 creux préfabriqués (source : MESSOUNA S.)

2.6.5 Préfabrication des agglos-coffrages

Les agglos-coffrages sont réalisées avec du mortier dosé à 400Kg/m^3 . Ils sont préfabriqués par les manœuvres avec des moules ayant les dimensions indiquées sur les plans d'exécutions.



Figure 6 : Moule des agglos-coffrages pour poteaux (source : MESSOUNA S.)

2.6.6 Implantation du bâtiment

Avant d'exécuter les fouilles des fondations (dalle de béton, semelle, plots en béton, etc.), l'élévation des ossatures (murs, poteaux, etc.) ... il faut une maîtrise de l'implantation. En effet, cette étape est décisive pour l'orthogonalité et le parallélisme de l'ouvrage.

L'implantation consiste à reporter sur le terrain la position des ouvrages à construire définie par le plan général d'implantation ou plan masse coté joint au dossier marché. Autrement dit, l'implantation est l'opération qui consiste à reporter sur le terrain, suivant les indications d'un plan, la position de bâtiments, d'axes ou de points isolés dans un but de construction ou de

repérage. La plupart des tracés d'implantation sont constitués de droites, de courbes et de points isolés.

Les instruments utilisés doivent permettre de positionner des alignements ou des points : théodolites, équerres optiques, rubans, niveaux, etc. L'instrument choisi dépend de la précision cherchée, elle-même fonction du type d'ouvrage à implanter : précision millimétrique pour des fondations spéciales, centimétrique pour des ouvrages courants, décimétriques pour des terrassements, etc.

Dans le cas de notre chantier, l'implantation est faite par la méthode traditionnelle. Cette méthode consiste à réaliser des chaises d'implantation sur le périmètre du domaine à bâtir. On appelle chaise d'implantation, l'ensemble formé par des piquets en bois et des planches en bois. Les chaises sont positionnées à environ 1,5 à 2 m des fouilles à réaliser de façon à ce qu'elles restent en place jusqu'à la fin des travaux.

Après la réalisation des chaises d'implantation, des pointes sont fixées sur les planches des chaises d'implantation à l'aide d'un marteau et d'un centimètre tout en suivant les axes indiqués sur le plan d'implantation. Ensuite les axes sont matérialisés par les cordeaux tout en respectant l'orthogonalité et le parallélisme entre les axes.

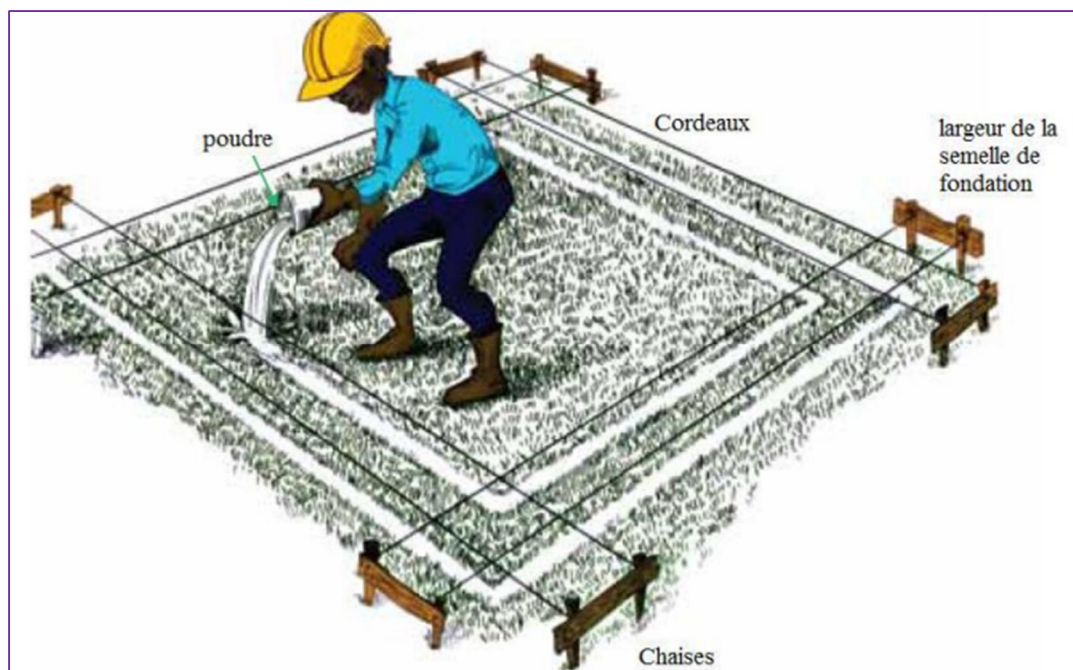


Figure 7 : Implantation d'un bâtiment (source : Goolge)

L'implantation consiste à matérialiser sur le terrain tous les tracés géométriques pour faciliter la réalisation d'un ouvrage. Elle doit être conforme à celui imposé dans le « plan d'implantation ». Ce plan nous indique :

- ✓ Les terrassements à exécuter ;
- ✓ La délimitation des rigoles et des tranchées ;
- ✓ La position des puits, des pieux, des semelles isolés ou continus pour les fondations ;

- ✓ Le passage des réseaux de canalisation et l'emplacement des regards, fosses et galeries techniques ;
- ✓ Les tracés des murs :
 - de façade ;
 - de pignon ;
 - de refend ;
 - et des poteaux et des parties des murs (trumeaux).



Photo 9 : Implantation du bâtiment et réalisation des fouilles (source : MESSOUNA S.)

2.6.7 Les travaux de terrassement

Le terrassement est l'ensemble des mouvements de terre, destiné à régler la surface du sol autour du bâtiment, ainsi que les fouilles nécessaires pour établir les fondations.

Les travaux de terrassement représentent l'ensemble des travaux préalables à la réalisation de fondations pour tous types de constructions. Leur réussite est fondamentale pour la suite des travaux.



Photo 10 : Évolution des travaux de terrassement (source : MESSOUNA S.)

2.6.8 Implantation des poteaux amorces

Suite à la réalisation des fouilles, les poteaux amorces sont implantés après la mise en place des ferrillages des semelles isolées sous poteaux suivant le plan d'implantation du bâtiment. Les ferrillages des amorces poteaux et des semelles isolées sont réalisés avant leur mise en place dans les fouilles.



Photo 11 : Implantation des poteaux du bâtiment (source : MESSOUNA S.)

2.6.9 Réalisation des semelles isolées

Les semelles de fondation sont les éléments structuraux supportant la charge envoyée par les poteaux ou les murs ou les voiles. Elles ont pour rôle de transmettre la charge de l'ensemble de l'ouvrage au sol porteur (bon sol). Leurs réalisations se déroule comme :

- Réalisation des fouilles ;
- Réalisation du béton de propreté dosé à 150 kg/m^3 Le béton de propreté est mince couche de béton maigre répandu sur le sol ou en fond de fouilles afin d'obtenir une surface de travail propre et d'éviter la contamination du béton de fondation par le sol. Dans le cas de notre chantier, le béton de propreté est dosé à 150 kg/m^3 .
- Mise en place des distanciers en vue d'assurer l'enrobage du béton ;
- Mise en place du ferrailage de la semelle ;
- L'implantation des poteaux amos ;
- Coulage du béton de fondation dosé à 300 kg/m^3 .

- Vibrage du béton avec un vibreur à aiguille afin d'avoir un béton bien compact (les vides dans le béton sont réduits) et éviter la ségrégation des composantes du béton.

2.6.10 Réalisation semelles filantes

Les semelles filantes sont les fondations des murs, surtout les murs en parpaings et les voiles. Les semelles filantes servent à répartir les charges sur une plus grande surface afin que l'ouvrage ne s'enfonce pas dans le sol.

Dans le cas de notre construction, les semelles filantes sont des semelles réalisées sous murs pour reprendre les charges des murs en élévation et des murs de soubassement. Le ferrailage des semelles filantes est fait en HA8 comme armatures principales et les armatures de répartition sont en HA8 aussi avec un espacement de 20 cm.

La réalisation des semelles filantes démarre par la mise en place des ferrillages suivi des distanciers pour maintenir l'enrobage, puis le coulage du béton de fondation dosé 300kg/m^3 .



Photo 12 : Pose du ferrailage et coulage des semelles filantes (source : MESSOUNA S.)

2.6.11 Réalisation des murs de soubassement

Le soubassement représente la partie inférieure des murs, ou l'assise de la construction qui repose sur les fondations. Une fois les fondations coulées, on réalise le soubassement. Le soubassement permet de soutenir les murs de façade et les murs porteurs. C'est une étape importante de la construction d'une maison. Le drainage du terrain est également une étape déterminante qui peut intervenir au moment de la réalisation du soubassement, en fonction du type de soubassement choisi.

Les murs de soubassement sont réalisés avec des agglos de 15 pleins, préfabriqués avec du mortier dosé à 300kg/m^3 . Les murs de soubassement sont réalisés après la réalisation des semelles filantes et semelles isolées.



Photo 13 : Réalisation des murs de soubassement (source : MESSOUNA S.)

2.6.12 Réalisation des chainages bas

Les chainages sont des éléments de construction en béton armé, qui solidarisent les parois et les planchers d'un bâtiment. On distingue le chaînage horizontal, qui ceinture chaque niveau au droit des planchers, et le chaînage vertical, employé aux angles d'une construction et au droit des refends.

Après les murs de soubassement, les chainages bas sont réalisés afin de solidariser les murs de soubassement. Les étapes de la réalisation sont les suivantes :

- Réalisation du mortier sur le mur de soubassement ;
- Pose des agglos-coffrage spéciaux servant de coffrage pour les chainages ;
- Pose des ferraillements des chainages ;
- Coulage des chainages avec du béton dosé à 350 kg/m^3 .



Photo 14 : Mise en place du ferraillement du chaînage après la pose des agglos-coffrages (source : MESSOUNA S.)

2.6.13 Réalisation des murs en élévation

L'élévation des murs correspond à une étape du gros œuvre, qui s'inscrit déjà dans la phase préliminaire de la mise hors d'air. Il y a lieu d'installer des cordeaux pour servir de repères à la pose des briques. Il faut savoir que l'élévation de murs en briques commence nécessairement par la mise en place des briques d'angles. Il s'agit de celles que l'on place à même le mortier des fondations. La fixation des briques et leur agencement entre elles, se font au moyen de couches de mortier, à l'instar des murs en parpaings.

Les murs en élévation sont réalisés en agglomérés creux de 15 cm d'épaisseur avec des joints au mortier de pose. La procédure de réalisation est la suivante : on procède d'abord à l'implantation des axes des murs suivant ceux des poteaux en se servant d'un cordeau et d'un mètre ruban. Après avoir mouillé la partie délimitée, on passe une couche de mortier et on y pose une rangée d'agglomérés creux de 15 cm d'épaisseur suivant la partie d'ouvrage à réaliser. En utilisant un cordeau, on entoure les agglos extrêmes et on vérifie leur alignement et leur verticalité à l'aide d'un niveau maçon puis on aligne les autres agglomérés au milieu en suivant en ligne décrite par le cordeau. On procède au jointement des briques avec le mortier puis on procède au lissage de la paroi du mur avec la taloche. Les autres rangées suivent l'alignement et la verticalité de cette première rangée posée tout en vérifiant avec le niveau maçon. Pour chaque rangée, les bouts des agglos sont décalés par rapport au bout des agglomérés de la rangée précédente. Les jointements sont faits à l'aide de mortier dosé à 300kg/m³.



Photo 15 : Élévation des murs (source : MESSOUNA S.)

2.6.14 Réalisation des poteaux en élévation

Après, l'élévation des murs, les poteaux en élévation sont coulés afin d'éviter la ruine des murs sous l'effet de la pression du vent. La réalisation des poteaux en élévation démarre par la pose des ferrillages des poteaux puis ensuite la pose des agglos-coffrages. Les poteaux sont coulés avec du béton dosé à 350 kg/m^3 .



Photo 16 : coulage des poteaux en élévation (source : ADAM A., F.)

2.6.15 Réalisation du chaînage haut

Après les murs en élévation, les chaînages bas sont réalisés suivant le processus ci-après :

- Réalisation du mortier sur le mur de soubassement ;
- Pose des agglos servant de coffrage pour les chaînages ;
- Pose des ferrillages des chaînages ;
- Coulage des chaînages avec du béton dosé à 350 kg/m^3 ;

Dans le cas des chaînages de la terrasse, les processus de réalisation sont les suivants :

- Pose des fonds de chaînages soutenus par des étais ;
- Pose des agglos de coffrages conformément aux plans d'exécutions ;
- Pose des ferrillages des chaînages ;
- Coulage des chaînages avec du béton dosé à 350 kg/m^3 .



Photo 17 : chainage haut (source : MESSOUNA S.)

2.6.16 Réalisation des murs pignons

Après le coulage du chainage haut, l'étape suivante est celle de la réalisation des murs pignons. Les murs pignons démarrent par la réalisation de quatre posent de d'agglos. Ensuite, la hauteur des murs pignons est fixée à l'aide des ficelles puis les murs sont réalisés en suivant la pente donnée dans le dossier d'exécution.



Photo 18 : Réalisation des murs pignons (source : MESSOUNA S.)

2.6.17 Réalisation des chainages rampants

Les chainages rampants sont des chainages réalisés en pente sur les murs pignons avant la réalisation de la charpente. Après la pose des agglos-coffrage sur les murs pignons et la pose des ferraillements des chainages, le coulage des chainages est fait avec du béton dosé à 350kg/m^3 .

2.6.18 Réalisation de la charpente en bois

La charpente bois est un assemblage complexe de pièces de bois. De fait, son but est de protéger la maison en soutenant la couverture. Sa conception permet de rediriger les forces imposées par la toiture vers les éléments porteurs de la structure. Ces éléments sont par exemple les murs ou les poteaux porteurs du bâtiment.

Il existe plusieurs types de charpentes :

- Charpente traditionnelle;
- Charpente industrielle (aussi appelée fermette);
- Charpente pour toiture terrasse (toit plat avec une faible pente);
- Charpente bois Lamellé-Collé.

Dans une charpente bois, la ferme correspond aux éléments qui donnent à la charpente sa forme traditionnelle à deux pans. Elle est principalement constituée de quatre éléments :

- l'entrait,
- les arbalétriers,
- le poinçon,
- les contrefiches.

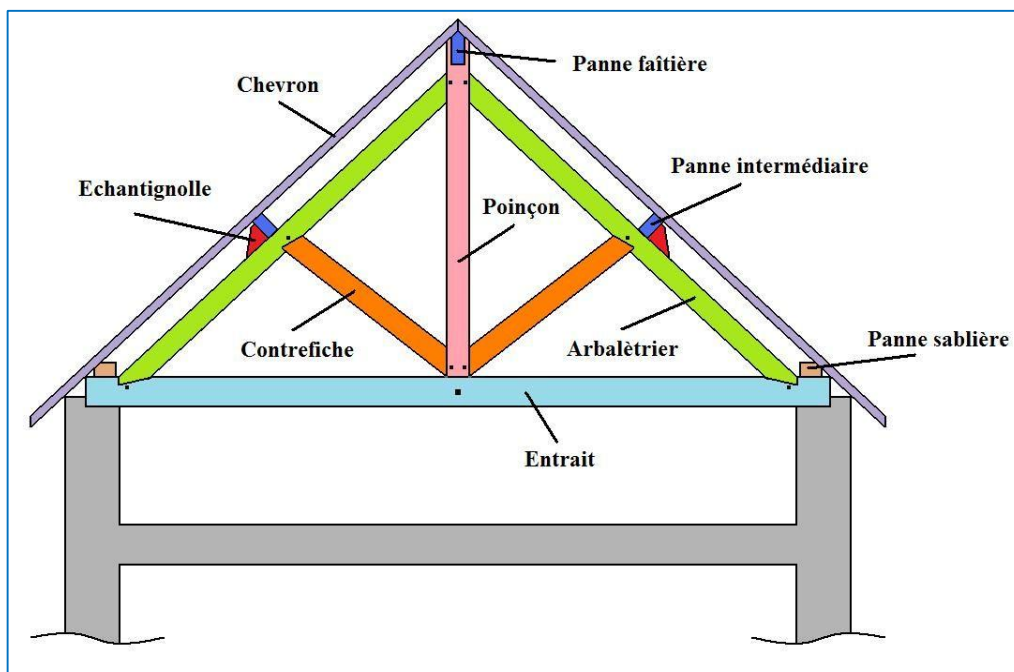


Figure 8 : Charpente en bois (Source :)

Dans le cas de notre chantier, les différents éléments constitutifs de la charpente-couverture sont :

- ✓ Fourniture et pose d'une charpente en bois traité au carbophényl, suivant les plans y compris fixation et boulonnage des plaques
- ✓ Fiche, contre-fiche, entrait, arbalétrier, poinçon en bois d'ébène de section 4cmx14cm suivant les plans de longueur 4 mètres et bien équarris
- ✓ Pannes en bois d'ébène de section 8cmx8cm de longueur 4m et bien équarris
- ✓ Echantignoles en bois d'ébène en forme de prisme droit de dimensions 12cmx8cmx12cm et bien équarris
- ✓ Plaques d'appuis des fermes en tôle galvanisé d'épaisseur 8 mm façonnées en U de dimensions: ouverture (bas et haut) 16cm, hauteur ouverture 20 cm et de largeur 25 cm

soudées sur quatre pattes de scellement en HA 12 long de 55cm renforcées à leur base chacun par deux chutes de fers soudés de 12 de 10cm de long (voir plans) y compris tiges filetées, rondelles et écrous.

- ✓ Plaques métalliques d'assemblage (épaisseur 6mm) pré perforée suivant les plans, prépeint d'antirouille et de forme pentaédrique
- ✓ Plaques métalliques d'assemblage (épaisseur 6mm) pré perforée suivant les plans, prépeint d'antirouille et de forme rectangulaire
- ✓ Tige filetée de diamètre 14mm et de longueur 25cm suivant les plans pour attache des fermes aux poteaux
- ✓ Tige filetée de diamètre 12mm et de longueur 20cm suivant les plans pour boulonnage des fermes
- ✓ Tige filetée de diamètre 12mm et de longueur 30cm suivant les plans pour renforcement de l'assemblage des fermes
- ✓ Rondelles et écrou 14mm/16mm suivant les plans
- ✓ Rondelles et écrou 12mm/14mm suivant les plans
- ✓ Fourniture et pose de lambrequins en bois d'ébène de section 25cmx3,5cm de longueur 4m et bien équarris suivant les plans
- ✓ Fourniture et pose de couverture en tôle en acier galvanisé 0,23 exempt de défaut (attention vérification obligatoire)
- ✓ Fourniture et pose de faîtière tôle ondulée 0,23mm largeur de pose de 40cm (attention vérification obligatoire)

Les étapes de la réalisation de la charpente-couverture

La réalisation de la charpente démarre par la fourniture et contrôle des bois traités au carbophényl, Le placement des bois sur le chantier est assuré par des camions.



Photo 19 : Approvisionnement du chantier en bois de charpente (source : MESSOUNA S.)

Les fermes sont réalisées et montées sur les murs. Elles sont constituées :

- de l'entrait,
- d'arbalétriers,
- de poinçon,
- de contrefiches.

L'assemblage de ces différents éléments est fait avec des tiges filetées de diamètre 12mm et de longueur 20cm.



Photo 20 : Réalisation des fermes (source : MESSOUNA S.)

Après la réalisation des fermes, elles sont posées sur les murs. Après cette, étape, nous avons la disposition des pannes et des chevrons. Cette opération est suivie de la réalisation de la couverture en tôles.



Photo 21 : Pannes en bois d'ébène (source : MESSOUNA S.)

CHAPITRE 3: SUIVI DE LA REALISATION DES ELEMENTS DE STRUCTURES D'UN OUVRAGE : CAS D'UN MODULE DE TROIS (03) CLASSES REALISE AVEC DES AGGLOS- COFFRAGES SPECIAUX

3.1 Généralités sur les coffrages dans les constructions

3.1.1 Le rôle du coffrage

Le coffrage a pour but de maintenir et de contenir le béton frais jusqu'à son durcissement et de lui conférer la forme souhaitée.

Le coffrage constitue l'outil essentiel en matière de réalisation d'ouvrages en béton. Il doit donner sa forme définitive au béton dans le respect des tolérances d'exécution. Il a beaucoup évolué ces dernières années pour mieux s'adapter à des besoins de plus en plus complexes et variés, aux spécificités des chantiers et à la diversité des exigences techniques et architecturales.

Il doit supporter les charges induites par le poids propre du béton, lors de son coulage et maîtriser les déformations (respect des flèches des planchers par exemple). Il doit permettre de réaliser les opérations de mise en place des armatures et de vibration du béton.

Sur chantier, les outils utilisés pour le moulage du béton sont les coffrages. Pour les ouvrages verticaux, tels que les murs et les voiles verticaux, ces coffrages appelés banches ont donné lieu à l'expression « béton banché » qui désigne le béton coulé dans des banches.

Le coffrage est défini par l'entreprise d'exécution. Il est conçu pour satisfaire des cycles de rotation définis par le service méthode de l'entreprise en intégrant de nombreuses exigences : taille des coffrages, emplacement des reprises de bétonnage, principe d'étalement.

3.1.2 La conception des coffrages

Les coffrages doivent :

- ✓ Être suffisamment rigides et stables pour supporter la poussée du béton frais (tout particulièrement dans le cas des bétons fluides ou autoplaçants), sans se déformer y compris pendant la phase de vibration et assurer le maintien du béton jusqu'à sa prise et son durcissement ;
- ✓ Être non absorbant
- ✓ Être stables pour garantir la sécurité sur le chantier
- ✓ Être étanches pour éviter les fuites de laitance, en particulier en pied de banches et aux joints , et à l'ajustage des mannequins,
- ✓ Permettre d'obtenir la texture de surface souhaitée pour satisfaire en particulier les exigences architecturales,
- ✓ Être « décoffrable » pour ne pas endommager le béton lors du décoffrage.
- ✓ La conception du coffrage est fonction du nombre de réemplois. En particulier, en cas de réutilisation fréquente, l'altération de certains types de coffrages (en bois

notamment) est de nature à modifier leurs caractéristiques mécaniques et dimensionnelles ainsi que l'aspect final du béton.

3.2 Les agglos-coffrages spéciaux

Dans le secteur de la construction des bâtiments, le matériau bois est beaucoup plus utilisé pour la réalisation du coffrage des éléments de structures et aussi pour la réalisation de la charpente en bois. Ceci porte un coup à la ressource forestière du pays à cause de l'augmentation du taux de déforestation chaque année. Pour pallier à ce problème, l'Etat béninois a vulgarisé l'utilisation des agglos-coffrages spéciaux dans les constructions surtout les constructions de petite envergure comme les ouvrages sociocommunautaires.

Les agglos-coffrages sont confectionnés avec du mortier dosé à 350 kg/m^3 . Ils sont confectionnés suivants des moules spécifiques.

Les agglos-coffrages jouent les mêmes rôles que les coffrages en bois. Ce qui permet de minimiser le pourcentage de ressources forestières utilisées dans la construction. Les différents types d'agglos-coffrage spéciaux utilisés dans le cas de notre chantier sont sur les figures ci-après.

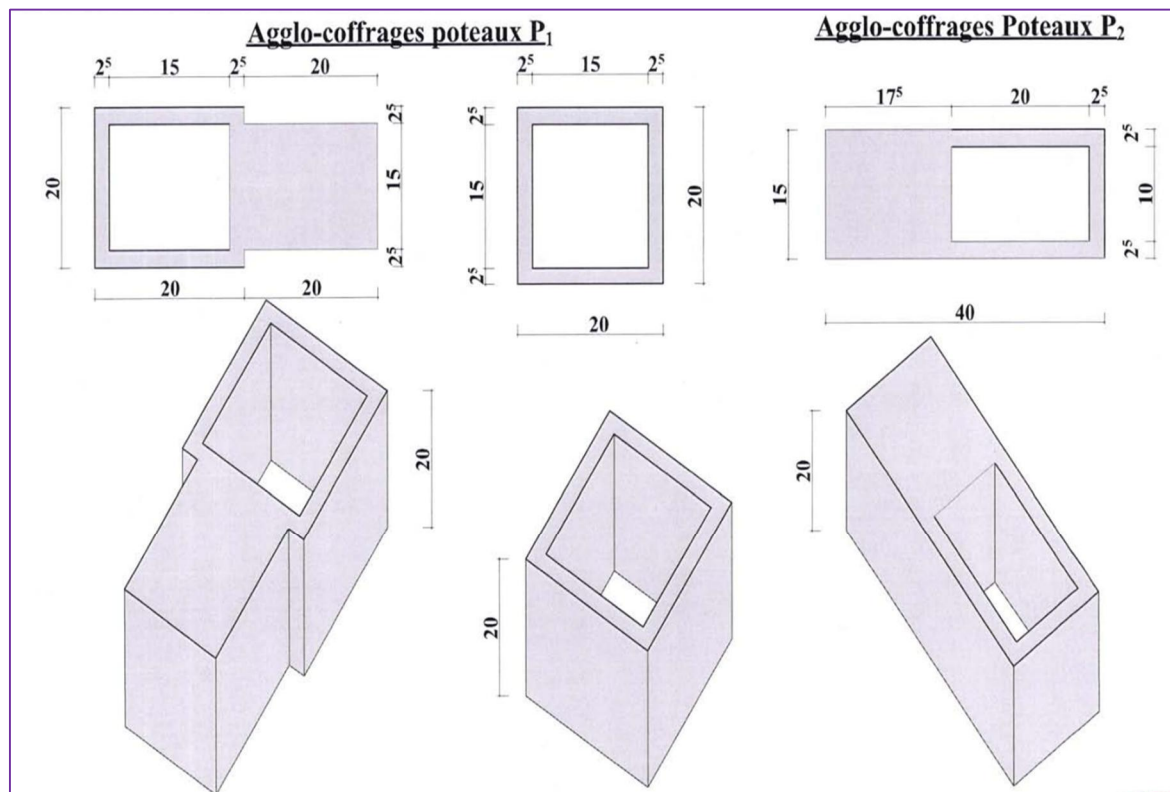


Figure 9 : Agglos-coffrages pour les poteaux (source : MESSOUNA S.)

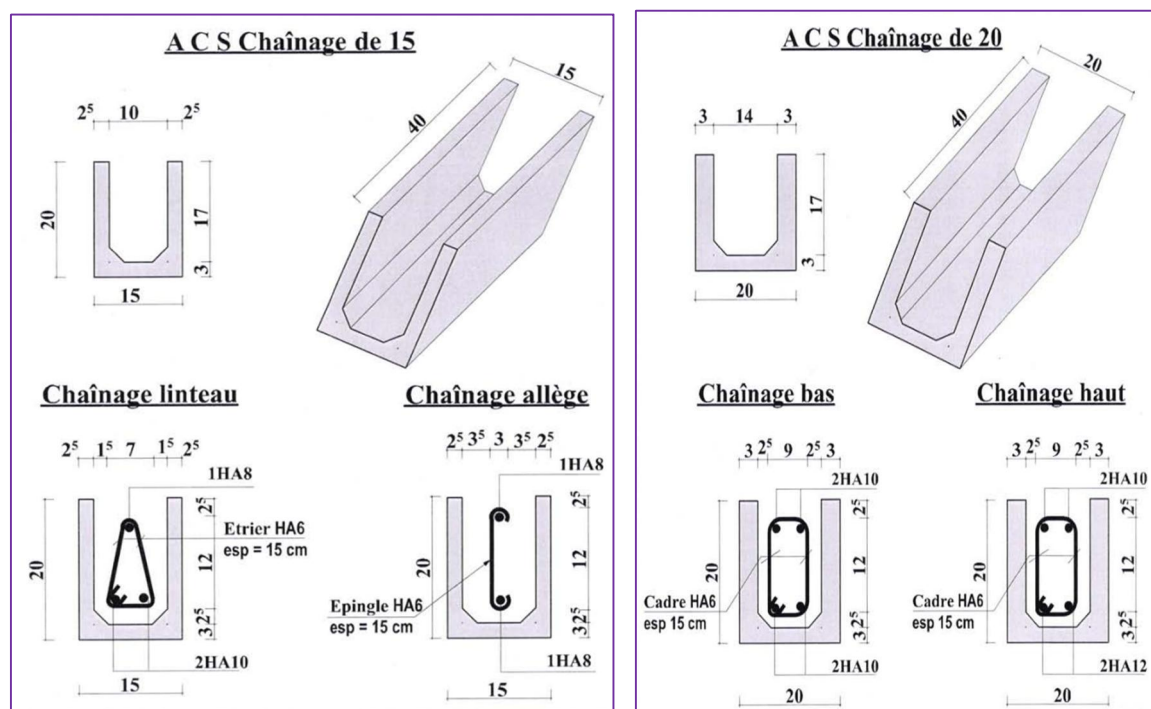


Figure 10 : Les agglos-coffrage pour les chainages (source : MESSOUNA S.)

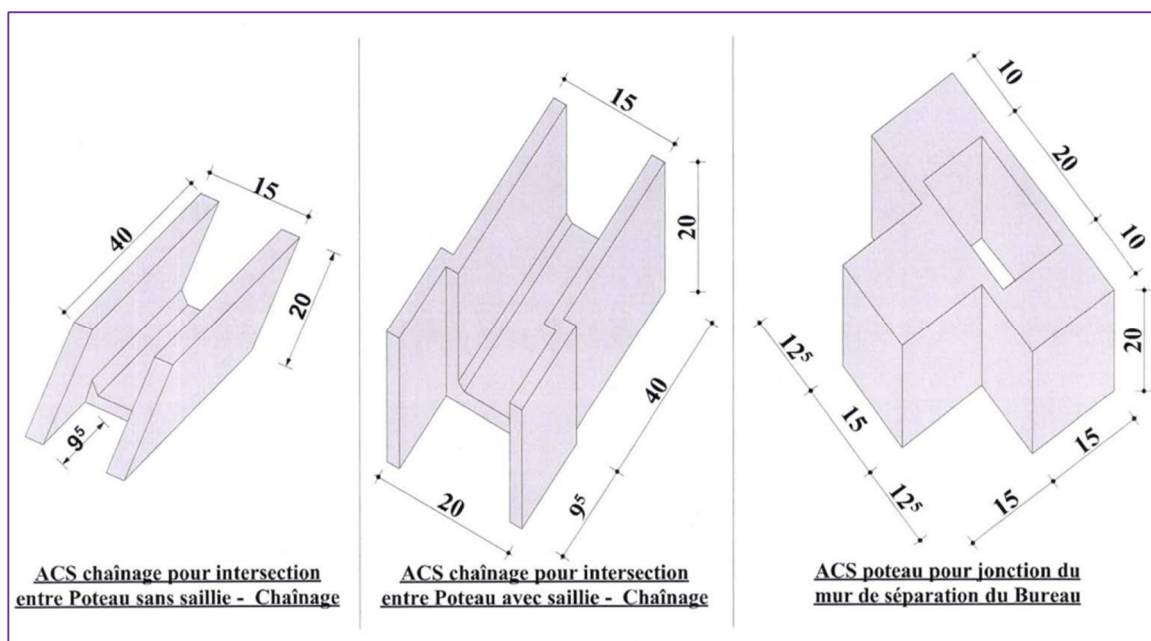


Figure 11 : Agglos-coffrages pour les intersections poteau-chainage (source : MESSOUNA S.)

Pour mieux réussir la fabrication de ces agglos, des moules ont été confectionnés.

3.3 Confection des agglos-coffrages spéciaux

Les agglos sont fabriqués avec du mortier. Le mortier est un des matériaux de construction que l'on utilise aussi pour solidariser les éléments entre eux, assurer la stabilité de l'ouvrage, combler les interstices entre les blocs de construction. Le mortier est obtenu par le mélange d'un liant (chaux ou ciment), de sable, d'eau et éventuellement d'additions. Des compositions multiples de mortier peuvent être obtenues en jouant sur les différents paramètres : liant (type et dosage), adjuvants et ajouts, dosage en eau. En ce qui concerne le liant, leur choix et le dosage sont fonction de l'ouvrage à réaliser et de son environnement. La durée de malaxage doit être optimum, afin d'obtenir un mélange homogène et régulier.

Dans le cas de la fabrication des aggro-coffrages, le mortier est dosé à 350 kg/m³.

Les étapes de la fabrication sont les suivantes :

- ④ Mesure de la quantité de sable à l'aide de la brouette ;
- ④ Ajout du liant hydraulique au sable ;
- ④ Malaxage du mélange sec avec la pelle manuelle ;
- ④ Le mouillage : ajout de l'eau au mélange sec pour avoir la pâte de ciment ;
- ④ Malaxage du mélange humide afin d'avoir un mélange plastique
- ④ Remplir le moule avec le mortier ;
- ④ Exercer une force de compression sur le mortier contenu dans le moule ;
- ④ Procéder au démoulage.



Photo 22 : Confection des aggro-coffrages (source : MESSOUNA S.)

3.4 Réalisation des poteaux avec des aggro-coffrages

Un poteau dans un bâtiment est une colonne verticale qui supporte des charges verticales constituées des charges permanentes et des surcharges des poutres et des planchers qui s'appuient sur eux, soit directement, soit par l'intermédiaire des poteaux des étages supérieurs. Ils sont en général de section carrée, rectangulaire ou circulaire. Il peut être

réalisé en béton armé ou béton précontraint ou en bois. Dans le cas de notre projet, les poteaux sont réalisés en béton armé.

3.4.1 Réalisation du ferrailage

Pour les travaux de ferrailage, on suit les étapes suivantes :

- ✚ Façonner les barres en les coupant longitudinalement à la cisaille ou aux mandrins (surtout pour les aciers HA) en tenant compte du plan d'exécution ;
- ✚ Assembler les par ligature en utilisant des fils de fer.

Il faut que les barres assemblées soient de même nuance et pendant ce travail, il faut toujours suivre les plans de ferrailage.

Les armatures longitudinales des poteaux sont en aciers de 10 mm de diamètre et les armatures transversales sont en aciers de haute adhérence de 6 mm de diamètre.

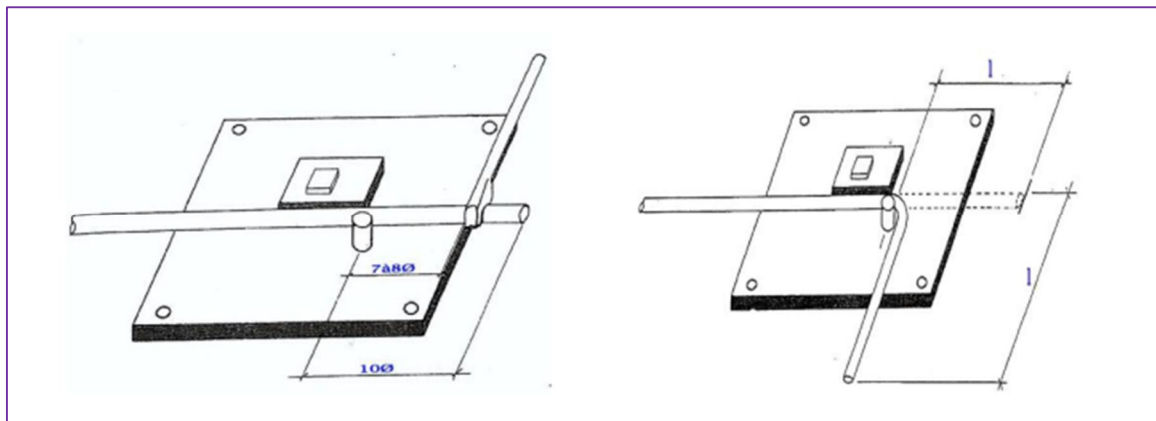


Figure 12 : Pliage avec la griffe (source : Google)

3.4.2 Pose du ferrailage des poteaux

Après la pose la réalisation des ferrillages, ces derniers sont posés pour rallonger les amorces.



Photo 23 : Rallongement des poteaux (source : MESSOUNA S.)

3.4.3 Coffrage des poteaux

Le coffrage des poteaux est fait avec des aggro-coffrages spéciaux (ACS). Les aggro-coffrages spéciaux préfabriqués sont posés après la pose du ferrailage des poteaux. Après la pose des agglos-coffrages, on assiste à la mise en place du mortier pour solidariser les agglos.



Photo 24 : Pose des aggro-coffrages (source : MESSOUNA S.)

3.4.4 Coulage des poteaux

Les poteaux sont coulés avec du béton dosé à 350 kg/m³. Avant le coulage, le coffrage est arrosé afin d'éviter le phénomène de retrait dans le béton. Le béton est fabriqué à l'aide d'une bétonnière. Les processus de la fabrication du béton sont les suivants :

- ✓ Faire tourner la bétonnière orienter la cuve à 45° avec la verticale et verser une partie de l'eau nécessaire et une partie du gravier dans la cuve.
- ✓ Verser le ciment, de l'eau et le sable ;
- ✓ Verser tous les graviers qui restent ;
- ✓ Ajouter le reste de l'eau jusqu'à obtenir une pâte homogène et épaisse.
- ✓ Laisser tourner 2 à 3 minutes. Ensuite vider le béton dans la brouette en basculant la cuve avec le volant.

Le béton servant de coulage pour les poteaux est un béton autoplaçant. Un béton autoplaçant est un béton très fluide et plastique qui n'a pas besoin d'être vibré lors de sa mise en œuvre.

3.5 Réalisation des chaînages

3.5.1 Réalisation du ferrailage des chainages

Le ferrailage est une opération qui consiste à façonner les fers et les assembler par ligature avec des fils de fer.

Les armatures longitudinales des chainages sont en aciers haute adhérence de 10 mm de diamètre et les armatures transversales sont en aciers de haute adhérence de 6 mm de diamètre.



Photo 25 : Ferrailage des chainages (source : MESSOUNA S.)

3.5.2 Coffrage des chainages

Tout comme les poteaux, les chainages sont coffrés avec des agglo-coffrages préfabriqués. Avant la pose des agglos, les murs sont arrosés suivi de la mise en œuvre du mortier dosé à 300kg/m³. Après le lit de mortier, la pose des agglo-coffrages est faite suivie de la mise en œuvre du mortier de joint.



Photo 26 : Pose des agglo-coffrages pour chainages (source : MESSOUNA S.)

3.5.3 Pose des ferrailages des chaînages

Les ferrailages des chainages sont posés après la pose des agglo-coffrages qui représentent le coffrage des chainages.



Photo 27 : Pose des ferrailages des chaînages (source : MESSOUNA S.)

3.5.4 Coulage des chainages

Tout comme les poteaux sont coulés avec du béton dosé à 350 kg/m^3 . Avant le coulage, le coffrage est arrosé afin d'éviter le phénomène de retrait dans le béton.

Le béton servant de coulage pour les chainages est un béton autoplaçant.



Photo 28 : Coulage des chainages (source : MESSOUNA S.)

En se basant sur les méthodes de réalisations des poteaux et chainages avec des agglo-coffrages spéciaux, nous pouvons conclure que l'utilisation des agglo-coffrages dans la construction permettent non seulement de réduire le taux de déforestation mais aussi la réduction du délai d'exécution du projet.

3.6 Déboursé sec des matériaux pour la réalisation des poteaux et chainages

Hypothèse de calcul

Dosage du Béton : 350 kg / m³

Pour 1m³ de béton, nous avons :

- 0,4 m³ de sable ;
- 0,8 m³ de gravier
- 0,17m³ d'eau ;
- 7 paquets de ciments de 50 kg.

Poteaux :

Nous avons choisi le cas des poteaux P1 et P2

Poteau P1 : section 20 x 40 cm²

$$V = S \times H$$

$$Q_s = V \times 0,4 \times C_p$$

$$V = 0,4 \times 0,4 \times 5$$

$$Q_s = 0,8 \times 0,4 \times 1,2$$

$$V = 0,8 \text{ m}^3$$

$$Q_s = 3,84 \text{ m}^3$$

$$Q_g = V \times 0,8 \times C_p$$

$$Q_e = V \times 0,17 \times C_p$$

$$Q_g = 0,8 \times 0,8 \times 1,2$$

$$Q_e = 0,8 \times 0,17 \times 1,4$$

$$Q_g = 0,77 \text{ m}^3$$

$$Q_e = 0,19 \text{ m}^3$$

$$Q_c = V \times 350 \times C_p$$

$$Q_c = 0,8 \times 350 \times 1,10$$

$$Q_c = 308 \div 50$$

$$Q_c = 6,16 \approx 7 \text{ pqts}$$

Poteau P2 : Section 20 x 20 cm²

$$V = S \times H$$

$$Q_s = V \times 0,4 \times C_p$$

$$V = 0,15 \times 0,3 \times 5$$

$$Q_s = 0,225 \times 0,4 \times 1,2$$

$$V = 0,225 \text{ m}^3$$

$$Q_s = 0,108 \text{ m}^3$$

$$Q_g = V \times 0,8 \times C_p$$

$$Q_e = V \times 0,17 \times C_p$$

$$Q_g = 0,225 \times 0,8 \times 1,2$$

$$Q_e = 0,225 \times 0,17 \times 1,4$$

$$= 0,216 \text{ m}^3$$

$$Q_e = 0,054 \text{ m}^3$$

$$Q_c = V \times 350 \times C_p$$

$$Q_c = 0,225 \times 350 \times 1,10$$

$$Q_c = 86,625 \div 50$$

$$Q_c = 1,733 \approx 2 \text{ pqts}$$

Le tableau ci-après résume les résultats obtenus :

Quantités des matériaux des poteaux

Poteau (p)	Quantité de ciment (Qc)	Quantité de sable (Qs) m ³	Quantité d'eau (Qe) m ³	Quantité gravier m ³ de (Qg)	
P1	7paquets	3,84	0,19	0,77	
P2	2paquets	0,108	0,054	0,216	
Total	9paquets	3 ,948	0,244	0,986	

3.7 Etude d'impact environnemental du projet

3.7.1 Impacts négatifs

Il ressort de l'analyse et des traitements des données collectées que les principaux impacts négatifs potentiels liés à ce projet sont :

- ✓ Pollution de l'air par les gaz et les poussières ;

- ✓ Modification/dégradation du paysage/pollution visuelle ;
- ✓ Contribution aux changements climatiques par le rejet dans la nature des gaz à effet de serre;
- ✓ Épuisement des carrières de sable et de graviers;
- ✓ Dégradation des routes en terre à cause du passage répété des camions pour l'approvisionnement du chantier en matériaux;

3.7.2 Impacts positifs

- ✓ Amélioration des conditions d'études des écoliers ;
- ✓ Opportunités d'emplois ;

Conclusion

Au terme de notre stage de fin de formation, il est important de souligner l'aspect enrichissant des connaissances pratiques acquises pour renchérir celles théoriques reçues dans le cadre de notre formation.

Notre parcours au sein du bureau d'études ABETWO ACTION, vient compléter les notions reçues en formation au Centre Autonome de Perfectionnement de l'Ecole Polytechnique d'Abomey- Calavi. Ce stage a permis la jonction entre la théorie et la pratique. Il nous a permis d'acquérir de nouvelles notions et d'enrichir nos expériences sur les différents modes d'exécutions d'un projet de construction et un aperçu sur des quantités des matériaux utilisés.

L'étude d'un projet de construction et, particulièrement sa réalisation, sa réhabilitation, son suivi et son contrôle, sont de lourdes responsabilités que nous devons assurer en bonne et due forme.

Eu égard à tout ce qui précède, il ressort que le stage pratique représente pour l'étudiant en fin de formation, une période importante où il sera jugé non seulement par ses professeurs mais aussi par tous les acteurs du marché de l'emploi compte tenu de la qualité de son travail et de son dynamisme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

✓ **GOOGLE**

LISTE DES FIGURES	viii
LISTES DES PHOTOS	ix
LISTE DES ACRONYMES.....	x
RESUME.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1: CADRE INSTITUTIONNEL ET METHODOLOGIQUE	2
1.1 Présentation du Centre Autonome de Perfectionnement de l'EPAC	3
1.1.1 Historique du Centre Autonome de Perfectionnement (CAP)	4
1.1.2 Filières et Diplômes.....	5
1.1.3 Situation géographique.....	5
1.2 Présentation de la structure d'accueil.....	6
1.2.1 Historique.....	6
1.2.2 Domaines d'intervention	7
1.2.3 Prestations de service	7
1.2.4 Atouts et valeurs de ABETWO ACTION	8
1.2.5 Logiciels.....	8
1.2.6 Situation géographique.....	8
1.2.7 Moyens humains	9
1.3 Démarche méthodologique	10
CHAPITRE 2: DEROULEMENT DE STAGE.....	11
2.1 Présentation du projet	12
2.2 Description architecturale du projet.....	12
2.3 Les différents intervenants dans le projet	13
2.4 Matériels, matériaux d'exécution et sécurité sur le chantier	13
2.4.1 Matériels utilisés sur le chantier	13
2.4.2 Les matériaux utilisés sur le chantier.....	14
2.5 Les différents ateliers ou postes de travail sur le chantier	16
2.5.1 Le poste de bétonnage	16
2.5.2 L'atelier de ferrailage.....	16
2.5.3 Distribution en eau et en électricité	16
2.6 Travaux suivis et réalisés sur le chantier	17
2.6.1 Les travaux préparatoires.....	17
2.6.2 Approvisionnement du chantier en matériaux.....	17
2.6.3 Ferrailage des différents ouvrages.....	17
2.6.4 Préfabrication des agglos de 15	17
2.6.5 Préfabrication des agglos-coffrages.....	18
2.6.6 Implantation du bâtiment.....	18
2.6.7 Les travaux de terrassement	20
2.6.8 Implantation des poteaux amorces	21
2.6.9 Réalisation des semelles isolées.....	21
2.6.10 Réalisation semelles filantes.....	22
2.6.11 Réalisation des murs de soubassement.....	22
2.6.12 Réalisation des chainages bas	23
2.6.13 Réalisation des murs en élévation.....	24
2.6.14 Réalisation des poteaux en élévation	25
2.6.15 Réalisation du chainage haut	25

2.6.16	Réalisation des murs pigons	26
2.6.17	Réalisation des chainages rampants	26
2.6.18	Réalisation de la charpente en bois	26
CHAPITRE 3: SUIVI DE LA REALISATION DES ELEMENTS DE STRUCTURES D'UN OUVRAGE : CAS D'UN MODULE DE TROIS (03) CLASSES REALISE AVEC DES AGGLOS- COFFRAGES SPECIAUX.....		30
3.1	Généralités sur les coffrages dans les constructions.....	31
3.1.1	Le rôle du coffrage.....	31
3.1.2	La conception des coffrages.....	31
3.2	Les agglos-coffrages spéciaux	32
3.3	Confection des agglos-coffrages spéciaux.....	34
3.4	Réalisation des poteaux avec des aggro-coffrages	34
3.4.1	Réalisation du ferrailage	35
3.4.2	Pose du ferrailage des poteaux.....	35
3.4.3	Coffrage des poteaux.....	36
3.4.4	Coulage des poteaux.....	36
3.5	Réalisation des chaînages	37
3.5.1	Réalisation du ferrailage des chainages.....	37
3.5.2	Coffrage des chainages.....	37
3.5.3	Pose des ferrailages des chaînages.....	38
3.5.4	Coulage des chainages.....	38
3.6	Déboursé sec des matériaux pour la réalisation des poteaux et chainages.....	39
3.7	Etude d'impact environnemental du projet	40
3.7.1	Impacts négatifs	40
3.7.2	Impacts positifs	41
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		43

ANNEXES