



REPUBLIQUE DU BENIN



**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI (UAC)

ECOLE POLYTECHNIQUE D'ABOMEY-CALAVI (EPAC)



CENTRE AUTONOME DE PERFECTIONNEMENT

DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

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

**SUIVI DES ETUDES GEOTECHNIQUE ET D'ELABORATION DE
L'AVANT PROJET SOMMAIRE (APS) DU PROJET DE REALISATION
DES ETUDES D'ASSAINISSEMENT ET DE PAVAGE DU TRONÇON
ROND POINT KLOUEKANME-HOPITAL DE ZONE**

Rédigé par : SARE Boni Prudence

Encadreur :

Ir. Doc. Hervé ZETOME, Directeur
Technique (DT) du groupement
ABETWO ACTION 1BACOS AFRIQUE

Superviseur :

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

Promotion

La vie s'achève, mais le travail jamais.

Citation arabe

Un savoir sans travail est un fardeau sans chameau.

Proverbe Égyptien

FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU RAPPORT DE STAGE

Je soussigné, M. **SARE Boni Prudence**, 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

SARE Boni Prudence

Le Superviseur

Date :

Signature

Ir. Basile KOUDJE

DEDICACE

Je dédie ce mémoire :

- mon père **SARE Benoît**, pour les sacrifices et les luttes que tu as menés à mon égard ;
- ma mère **BOUKARI Yakasourou** pour m'avoir donné une éducation et une formation de qualité ;
- mon grand frère **Dr KPAO SARE Constant** pour m'avoir soutenue financièrement durant toutes mes études ;
- mon épouse **PON'GOUH Chikita** pour ses soutiens moraux et ses conseils.

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 ;
- Feu 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.

SOMMAIRE

Dédicace.....	iv
Remerciements.....	v
Sommaire.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTES DES PHOTOS.....	ix
Liste des tableaux.....	x
LISTE DES ACRONYMES.....	xi
RESUME.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 : CADRE INSTITUTIONNEL DU STAGE ET DEMARCHE	
METHODOLOGIQUE.....	1
CHAPITRE 2 : Déroulement de stage.....	10
CHAPITRE 3 : PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS ; DIFFICULTES	
RENCONTRES ET SUGGESTIONS.....	47
CONCLUSION.....	60
TABLE DES MATIERES.....	63

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de la commune de Bohicon	9
Figure 2 : Localisation du tronçon d'étude	13
Figure 3 : Localisation de la commune de Klouékanmè	15
Figure 4 : Carte géologique de la zone d'étude	16
Figure 5 : Profil en travers-type de la voie.....	34
Figure 6 : Pavé TRIEF	36
Figure 7 : Les bassins versants dans la zone d'étude	42
Figure 8 : Tracé combiné.....	49
Figure 9: Courbe d'analyse granulométrique	51
Figure 10 : Les limites d'Atterberg	51
Figure 11 : Vue en plan du double dalot de 150x150.....	57
Figure 12 : Coupe de la chaussée après calcul	58

LISTES DES PHOTOS

Photo 1 : Entrée principale de l'Université d'Abomey-Calavi	2
Photo 2 : Les sols rencontrés dans la zone d'étude	20
Photo 3 : Sondage à la tarière.....	22
Photo 4 : Echantillon récupéré lors de l'essai à la tarière	22
Photo 5 : Prélèvement de matériaux pour les essais d'identification.....	25
Photo 6 : Pavé en béton de ciment	36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification des sols en fonction de leur portance	26
Tableau 2 : Classe de portance selon la méthode CEBTP français, 1984	27
Tableau 3 : Paramètres fondamentaux du tracé en plan selon les règles d'Aménagement des Routes Principales (ARP)	31
Tableau 4 : Paramètres fondamentaux du profil en long en fonction de la vitesse de référence selon les règles de l'ARP	32
Tableau 5 : Les paramètres de débit et leurs unités	44
Tableau 7 : Synthèse des résultats de sondage au PK0+962.5.....	49
Tableau 8 : Synthèse des résultats de sondage au PK0+962.5.....	50
Tableau 9 : Caractéristique géotechnique de l'emprunt de graveleux latéritique	53
Tableau 10 : Carrières d'approvisionnement des emprunts	53
Tableau 11 : Le calcul des dimensions brutes des canaux par tronçon et pente.....	55
Tableau 12 : Les dimensions retenues en tenant compte des canaux existants dans ville de Klouékanmè	56

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
m	Mètre

RESUME

Au bout des trois années de formation au Centre Autonome de Perfectionnement (CAP/EPAC) pour l'obtention du diplôme de licence professionnelle en génie-civil, nous avons effectué un stage pratique de trois mois en vue d'acquérir de nouvelles connaissances dans la réalité professionnelle. La structure dans laquelle nous avons effectué ce stage est le bureau d'étude et de contrôle BACOS-AFRIC. Le suivi des travaux effectués dans la section route nous a permis de rédiger ce rapport qui expose les différentes études menées dans le cadre du projet de réalisation des études d'assainissement et de pavage de la voie Rond-point Klouékanmè-hôpital de zone. Le premier chapitre du présent rapport aborde la présentation des structures de formation et d'accueil. Le deuxième chapitre qui concerne les activités menées lors du stage et le troisième chapitre qui étant la partie la plus importante déroule sur notre thème qui est : les résultats des études menées.

Dans le cadre du projet, les études suivantes ont été faites : visite du site ; étude topographique ; les études géotechniques, les études hydrauliques et hydrologiques et le dimensionnement de la structure de chaussée avec le logiciel VOIRIE B.

En effet, après les études, les résultats montrent que la structure de la route projetée sera composée de pavés TRIEF d'épaisseur 11cm ; de lit de pose (sable lagunaire) d'épaisseur 3cm ; d'une couche de fondation en matériaux latéritiques de 20cm d'épaisseur qui se repose sur une couche de forme.

Mots clés : Structure de chaussée, étude géotechnique, étude topographique, dimensionnement de chaussée.

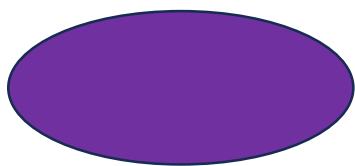
ABSTRACT

At the end of three years of training at the Autonomous Improvement Center (CAP/EPAC) to obtain the professional license diploma in civil engineering, we completed a three-month practical internship in order to acquire new knowledge in the professional reality. The structure in which we carried out this internship is the BACOS-AFRIC design and control office. Monitoring the work carried out in the road section allowed us to write this report which sets out the various studies carried out as part of the project to carry out sanitation and paving studies for the Rond-point Klouékanmè-zonal hospital road. The first chapter of this report addresses the presentation of training and reception structures. The second chapter which concerns the activities carried out during the internship and the third chapter which is the most important part takes place on our theme which is: the results of the studies carried out.

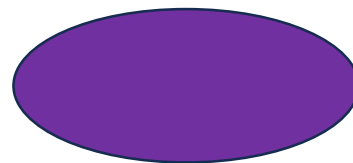
As part of the project, the following studies were carried out: site visit; topographical study; geotechnical studies, hydraulic and hydrological studies and the dimensioning of the road structure with the VOIRIE B software.

Indeed, after the studies, the results show that the structure of the planned road will be made up of 11cm thick TRIEF pavers; of bedding (lagoon sand) 3cm thick; a foundation layer of lateritic materials 20cm thick which rests on a subgrade layer.

Keywords: Pavement structure, geotechnical study, topographical study, pavement design.



INTRODUCTION



Le progrès et la modernisation de la technologie industrielle à travers le monde actuel ont impacté beaucoup de secteur. Dans le domaine de la construction nous notons le développement de nouveaux matériaux très performants et le développement de nouvelles techniques de mise en œuvre des matériaux. Le monde des constructions est beaucoup plus impacté par la construction des bâtiments sir des dizaines de hauteur et la construction des ouvrages d'art sur des kilomètres.

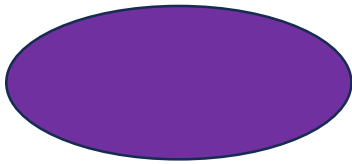
Cette avancée de la technologie industrielle nécessite de la part des techniciens et des ingénieurs, beaucoup de notions techniques en vue d'assurer la durabilité des constructions à travers une bonne réalisation des ouvrages. C'est dans cette démarche qu'à l'issue de notre formation, nous avons pu solliciter et obtenir un stage pratique de trois mois au sein du bureau d'études et de contrôle BACOS-AFRIC qui se charge l'étude d'assainissement et de pavage du tronçon de rue rond-point Klouékanmè-hôpital de zone.

Au cours de notre stage, au sien du bureau d'études, nous avons suivi l'étude technique dudit projet. Pour mieux maitriser les notions nous avons décidé de développer dans ce document les démarches nécessaires pour la réalisation de la phase d'avant détaillé. Ainsi notre thème est intitulé :

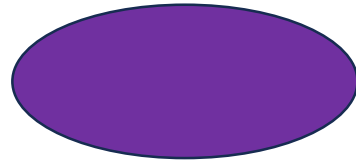
« Suivi de la réalisation de l'étude du projet d'assainissement et de pavage du tronçon de rue rond-point Klouékanmè-hôpital de zone ».

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

- Cadre institutionnel et méthodologique ;
- Déroulement du stage ;
- Présentation des résultats, analyses, difficultés rencontrées et suggestions.



CHAPITRE 1 : CADRE INSTITUTIONNEL DU STAGE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE



Dans le but de pouvoir approfondir les connaissances théoriques acquises au cours de notre formation au Centre Autonome de Perfectionnement de l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi, nous avons effectué un stage professionnel au sein du bureau d'études et de contrôle BACOS-AFRIC dont le siège est à Bohicon.

La première partie notre rapport sera consacré à la présentation de ces deux structures.

1.1 PRESENTATION 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 : Entrée principale de l'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 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 Géomatique 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.

Pour compléter la formation reçue à l'EPAC-UAC, un stage pratique de fin de formation est exigé par les autorités de notre illustre institut. C'est dans cette optique, que nous avons été mis à la disposition du bureau d'études et de contrôle BACOS-AFRIC pour un stage de trois (03) mois.

1.2 PRESENTATION DE BACOS-AFRIC

Dans un cadre infrastructurel régional de plus en plus mondialisé et fortement concurrentiel, les entreprises locales sont constamment confrontées à des recherches stratégiques de survie qui passe inévitablement par la mise à jour de leurs compétences institutionnelles et à la professionnalisation de leurs ressources humaines.

Les défis de développement des pays africains ne cessent d'alimenter de façon permanente cet environnement concurrentiel aux standards internationaux. Il ne reste donc qu'une seule devise aux nationaux se performer ou périr.

1.2.1 Atouts et valeurs de BACOS-AFRIC

- 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.

1.2.2 Les domaines de compétences



Management de la construction

- Budgétisation de projet d'exécution ;
- Planification d'exécution ;
- Ordonnancement Pilotage et Coordination d'exécution
- Assistance à Maitrise d'Ouvrage Publiques ou privées ;

- Implémentation de Systèmes de Management de Projet de Construction selon Iso 21500, le PMI et Prince2 ;
- Implémentation du Lean Construction ;
- Implémentation du BIM Management ;
- Management de la qualité selon ISO 9001
- Management d'Hygiène Sécurité et environnement selon ISO 14001 ; 45001 ; OSHAS 18001 ; ISO 19011 ;
- Management du Risque selon ISO 31000.

1.2.3 Assistance conseils en gestions des carrières et mines.

Etudes

Nous assistons les entreprises d'exécutions dans la fourniture de leurs différents dossiers techniques de chantier

- Dossiers d'exécutions : DE ;
- Dossiers D'Ouvrages Exécutés : DOE ;
- DIUO ;
- DU ; PGES ; PGC ; PPSPS ;
- Plan D'Assurance Qualité : PAQ ;
- Expertise de Diagnostic.

Immobilier

Nous accompagnons les promoteurs dans :

- L'Investissement Immobilier ;
- La Gestion Immobilière ;
- L'Expertise D'évaluation.

Ressources humaines

Nous assistons 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'Equipe de Travaux.

Formations

- La formation étant, un facteur important dans le développement de l'entreprise, le Cabinet ABGP 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 ;

Accompagnement aux certifications

- PMP : Project Management Professionnel ;
- Project Management PRINCE2
- Autodesk
- ISO9001 ; ISO21500 ; ISO14001 ; ISO 19011 ; ISO45001 ; OSHAS 18001; ISO31000; ISO22001
- Carrières et mines ; drones et applications ; Scan 3D

1.2.4 Personnel du bureau d'études et de contrôles BACOS-AFRIC

Du point de vue personnel, Bacos-Afric dispose en permanence de :

- Un noyau administratif composé du directeur général et de l'assistant au secrétariat et à la comptabilité.
- Un noyau technique composé de deux (2) ingénieurs (dont le directeur technique) et de deux (2) techniciens.

Par rapport à la spécificité des travaux, la structure fait recours à des consultants ou les ouvriers qualifiés pour rechercher les compétences qu'exige cette spécificité.

Notre personnel d'exécution reçoit des formations par rapport aux spécificités et exigences des travaux avant le démarrage de chaque nouveau marché.

Le personnel d'exécution est informé sur le délai contractuel et ensemble, il est défini les dispositions à prendre par chaque acteur au sein de l'entreprise pour respecter le délai.

1.2.5 Situation géographique de l'entreprise

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

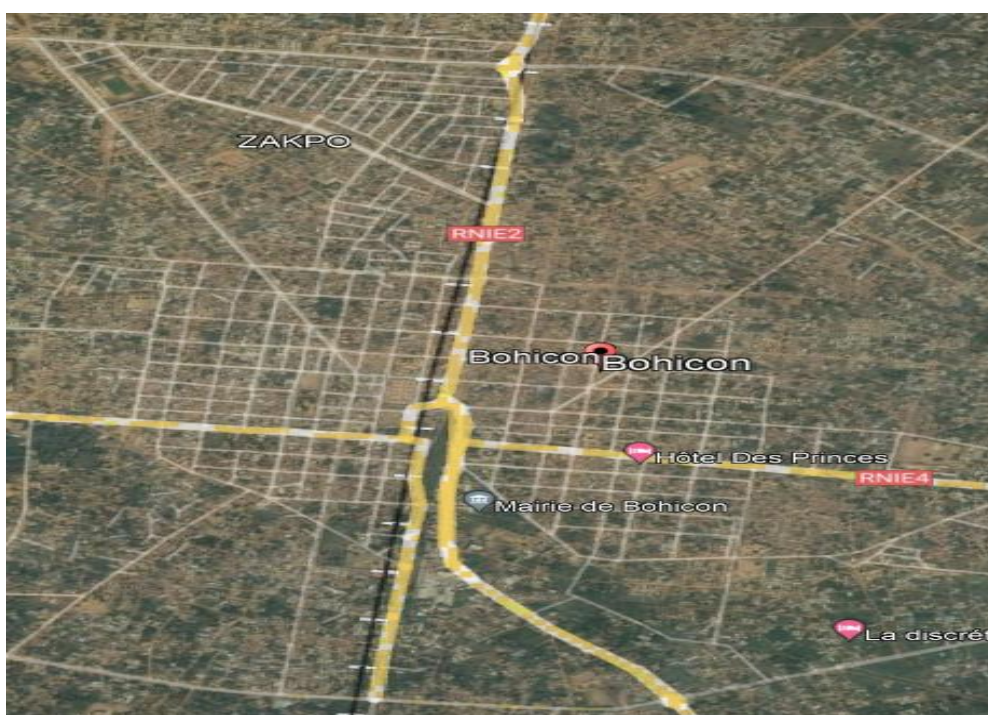
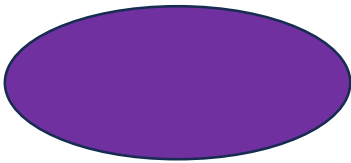
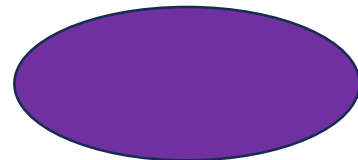


Figure 1 : Situation géographique de la commune de Bohicon

(Source : Google Earth)



CHAPITRE 2 : DEROULEMENT DE STAGE



Les activités menées au cours de notre étude concernent essentiellement l'étude technique du projet d'assainissement et de pavage de la voie **rond-point Klouékanmè-hopital de zone**.

Cette partie de notre rapport décrit au mieux les différentes phases de l'étude technique du projet qui a été réalisée par le groupement BACOS-AFRIC-ABETWO ACTION.

2.1 PRESENTATION DU PROJET

Dans le but d'améliorer les conditions de vie de sa population, la commune de Klouékanmè a inscrit dans la stratégie communale, de doter la commune d'ouvrage de qualité capable de résister aux différents trafics pour une circulation libre des personnes et de leurs biens.

A cet effet, dans la mise en œuvre de cette stratégie, la commune de Klouékanmè a obtenu du Gouvernement de la République du Bénin, à travers le Ministère de la Décentralisation et de la Gouvernance locale, des ressources du FADeC non Affecté 2023 pour financer la mise en œuvre du Plan de Développement de la Commune (PDC-III actualisé) de Klouékanmè. La présente mission concerne la réalisation **d'Etudes techniques d'assainissement et de pavage du tronçon de rue "Rond-Point Klouékanmè-Hôpital de zone"**.

Dans ce cadre, le Conseil Communal, lors de sa session budgétaire a décidé d'engager les Etudes techniques d'assainissement et de pavage du tronçon de rue "Rond-Point Klouékanmè-Hôpital de zone".

La période d'exécution et le coût du projet seront déterminés par le bureau d'études. La construction d'un nouvel ouvrage permettra de mieux drainer les eaux pluviales vers le cours d'eau et une circulation confortable pour l'accès à l'hôpital.

C'est dans ce cadre, que la Mairie de Klouékanmè a recruté le Groupement **BACOS AFRIC ET ABETWO ACTION** pour la mission de maîtrise d'œuvre partielle de ces ouvrages.

L'objectif global du projet est l'amélioration des conditions de vie des populations. Les objectifs spécifiques sont entre autres :

- Améliorer l'accès aux lieux d'habitation, services aux populations et à l'hôpital de zone de Klouékanmè,
- Contribuer au relèvement du niveau de service des infrastructures routières.

L'objectif de la mission est de réaliser les études géotechniques et l'Etudes techniques d'assainissement et de pavage du tronçon de rue "Rond-Point Klouékanmè-Hôpital de zone"

Spécifiquement, il s'agira de faire :

- le levé topographique de l'état des lieux ;
- l'étude géologique des sols en place et des matériaux pour couche de chaussée ;
- l'étude hydraulique, hydrologique ;
- le tracé en plan, le profil en long, à une échelle 1/500ème ;
- les profils en travers types, à l'échelle 1/50ème ;
- l'avant métré, devis quantitatif ;
- le plan de situation de l'ensemble des travaux envisagés à une échelle convenable ;
- le plan des ouvrages (1/50ème, 1/500ème, 1/1000ème) ;
- le planning prévisionnel des travaux tenant compte des contraintes de pluies ;
- l'estimation du nombre d'hommes/jour nécessaires à l'exécution des travaux et le schéma d'organisation ;
- l'estimation du coût de la main d'œuvre ;
- l'évaluation du montant des travaux ;
- l'évaluation des charges récurrentes que nécessitera l'ouvrage après sa mise en service (gestion, entretien courant, entretien périodique) ;

- la détermination (qualification et quantification) des impacts directs ou indirects sur l'environnement ;
- la proposition de mesures compensatrices sur l'environnement comprenant un Plan de Gestion Environnemental et social (PGES), suite à une étude sommaire d'impacts environnemental et social,
- l'estimation sommaire du coût prévisionnel de mise en œuvre du PGES.
- Les résultats attendus pour cette mission sont de :
 - Réaliser l'étude d'avant-projet sommaire (APS) ;
 - Réaliser l'étude d'avant-projet détaillée (APD) ;
 - Produire des dossiers d'appel à concurrence (DAC).



Figure 2 : Localisation du tronçon d'étude

(Source : Google Earth)

2.2 BREVE PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET DU PROJET

2.2.1 Le cadre physique La situation géographique

La Commune de Klouékanmè est située au Nord-Est du Département du Couffo. Elle est limitée au Nord par la Commune d Agbangnizoun et d Aplahoué ; à l'Est par le fleuve Couffo, frontière naturelle qui la sépare de la Commune d Agbangnizoun ; au Sud par les Communes de Djakotomè, de Toviklin et de Lalo ; à l'Ouest par la Commune d Aplahoué. Avec une superficie de 394 km² (RGPH 2002), la Commune de Klouékanmè couvre 16,39% de la superficie du département du Couffo et 0,35% de la superficie du territoire national. La Commune est divisée en huit (08) arrondissements et compte aujourd'hui soixante-et-un (61) villages et quartiers de ville.

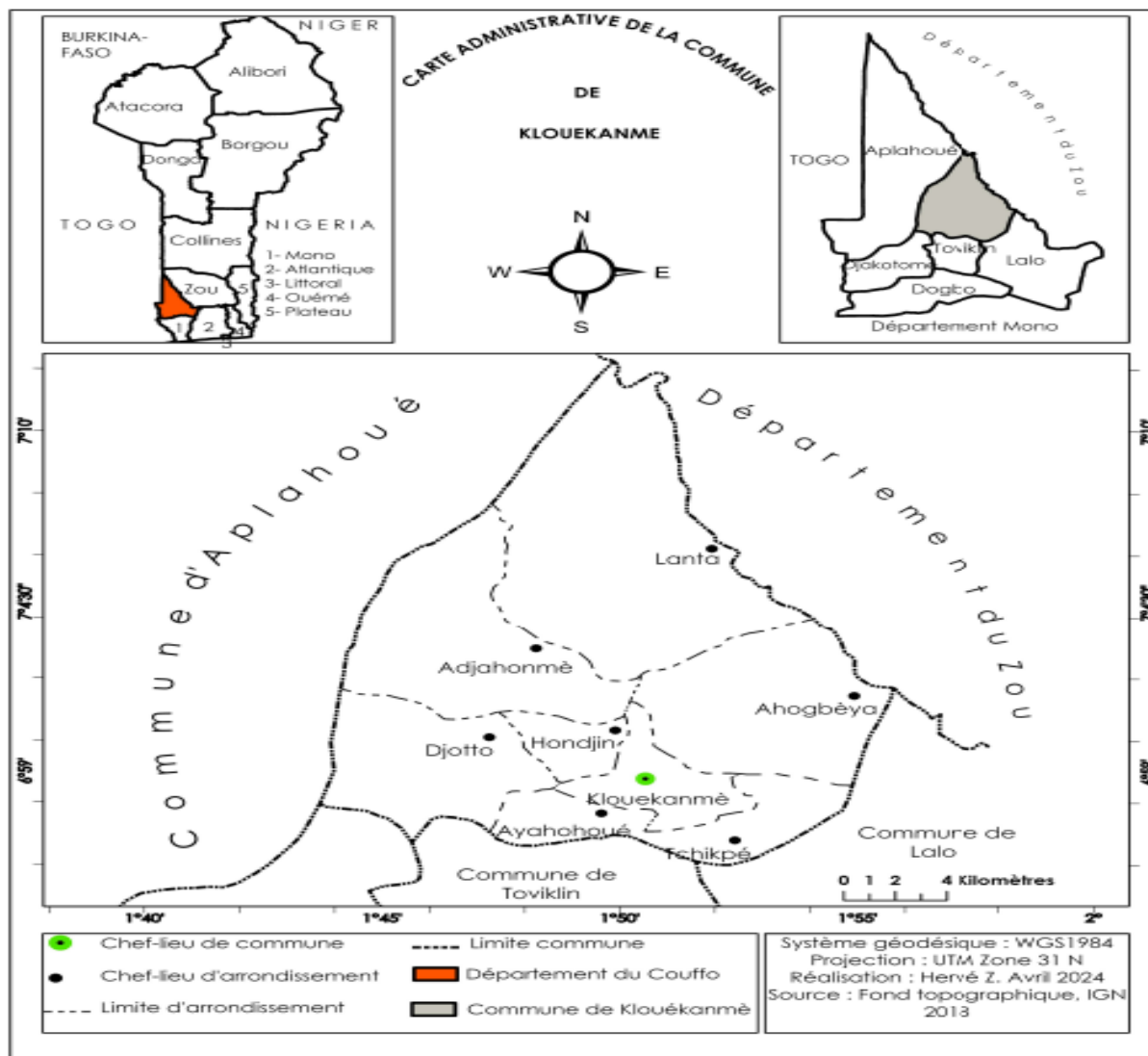


Figure 3 : Localisation de la commune de Klouékanmè

2.2.2 Le relief

Dans la Commune de Klouékanmè, on rencontre deux types de relief. Il s'agit d'un plateau qui occupe les parties centrale et méridionale et une dépression dans la partie septentrionale de la Commune. Aussi faut-il souligner l'existence de deux collines dans la dépression d'orientation Sud-Ouest et Nord-Est qui confère à l'ensemble morphologique un paysage pittoresque

2.2.3 Le climat et l'hydrographie

A l'instar de tout le département du Couffo, la Commune de Klouékanmè jouit d'un climat de type subéquatorial humide et chaud, avec deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches. La pluviométrie annuelle varie entre 900 et 1200mm. Le réseau hydrographique est constitué du fleuve Couffo et de ses affluents (le réseau dense ne couvre que le nord de la Commune : Sawa, Lanhoun, Lanta, Adjahonmè etc.). Il y a également les rivières Tovi, Zochi et Togan dans Lanta, plus précisément dans les villages Tokanmè- Aliho et Tokanmè- Kpodji dont les sources méritent d'être valorisées. (Monographie de Klouékanme, AFRIQUE CONSEIL, Avril).

2.2.4 Le sol et la végétation

- **Le sol**

On rencontre trois types de sols : - les sols ferrugineux tropicaux sur les granites du précambrien et les grès du crétacé dans la partie Nord de la Commune (Lanta, Kpévidji et Gbowimè) - les sols ferrallitiques sur sédiment meuble argilo-sableux du continental et sur les grès du crétacé dans la partie sud de la Commune (Ahogbéya, Hondjin, Akouègbadja, Tchikpé, Comè). Ces sols s'adaptent bien aux cultures de la tomate.

Les sols constitués de minéraux bruts d'origine lithique sur roche affleurante. On note aussi la présence des sols hydromorphes. Dans l'ensemble, tous les sols sont favorables à toutes les variétés de cultures vivrières, industrielles et maraîchères. Ils s'adaptent également aux plantations d'essences forestières et fruitières.

• **La végétation**

Au Nord de la Commune, une végétation de savane arborée couvre le socle précambrien. Les formations végétales au Nord sont totalement dégradées, remplacées par la palmeraie vignoble puis par les plantations fruitières. La dégradation des formations végétales dans la Commune est le fait de la pression démographique et de l'exploitation des sols par les hommes. Les quelques rares essences végétales naturelles qu'on rencontre aujourd'hui sont : le Baobab (*Adansonia digitata*), le Néré (*Parkia bioglobosa*). Les essences comme Iroko (*Melicia excelsa*), l'*Azalia africana*, le *Pteurocarpus erinaceus* ont quasiment disparu. Les essences forestières plantées sont l'*Eucalyptus camaldulensis*, le Teck (*Tectona grandis*), l'*Acacia auriculiformis* et le *Khaya senegalensis*. Aussi faut-il signaler les formations spontanées de Neem (*Azadirachta indica*) précieusement protégées par tout producteur agricole.

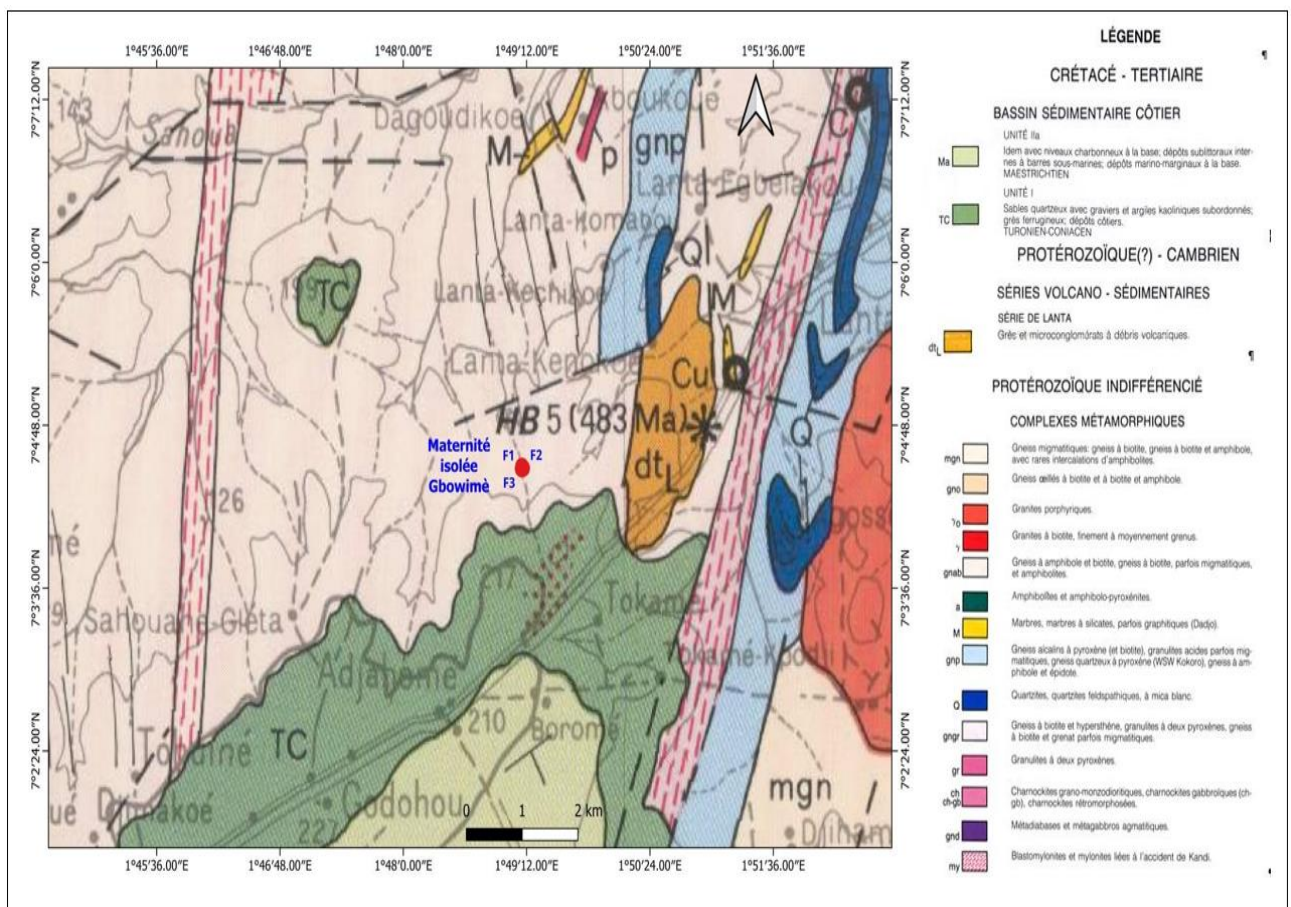


Figure 4 : Carte géologique de la zone d'étude

(Source : IGN)

2.3 LA DEMARCHE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE DU PROJET

Visite du site et la description de l'état des lieux

Une équipe dirigée par le Chef de Mission a visité les zones du projet. La reconnaissance préliminaire a permis :

- d'apprécier l'envergure du projet ;
- d'apprécier la topographie générale du terrain ;
- d'apprécier les emprises disponibles ;
- d'apprécier la nature des sols ;
- d'apprécier les différents exutoires possibles ;
- d'apprécier les tracés réels envisageables ;
- d'apprécier les contraintes du terrain et de rechercher les options d'amélioration du tracé existant ;
- reproduire les plans d'état des lieux ;
- appréhender le relief ;
- mener les enquêtes.

2.3.2 Étude topographique et géotechnique

2.3.2.1 Étude topographique

Notre équipe topographique a été mobilisée pour déterminer toutes données utiles pour la réalisation des études techniques. Ces données topographiques nous permettent de ressortir un fond topographique. Ce fond topographique est l'outil de base que nous allons utiliser pour la conception géométrique. Les travaux topographiques comprennent :

- La polygonation ;
- Les levés de détail ;
- Le traitement des données et l'élaboration des documents graphiques ;
- La précision des éléments d'implantation de l'ouvrage.

2.3.2.1.1 Polygonation

Une équipe dotée d'une station totale Powerset 3010 de Sokkia a procédé à la mise en place d'une polygonale de base servant d'ossature aux levés de détails. La polygonale a été observée à la station totale et au distancemètre à infra-rouge. Cette opération permet de déterminer les coordonnées des points sur tout le linéaire du projet.

2.3.2.1.2 Les levés de détails

Les levés de détails ont porté sur les levés d'études tout au long de la piste et sur toute l'emprise des voies.

Le levé de la route existante a consisté à lever tous les détails liés à l'ouvrage et se trouvant dans l'assiette de la route. Ils sont levés selon les caractéristiques des entités géométriques qui les composent et aussi sont renseignés par leur altimétrie. L'équipe topographique a réalisé les levés suivants :

- **le levé d'ouvrages existants**

La bande d'étude est de 12,5 m. Les profils en travers sont équidistants de 12,5 m. A la suite des travaux topographiques, l'ensemble des levés a été traité sur ordinateur à l'aide des logiciels Covadis et AutoCAD 2016 ;

- **Levés planimétriques**

Toute l'emprise de la voie a été levée à la station totale suivant chaque 12,5 mètre.

- **Levé altimétrique**

Le levé altimétrique consiste au nivellement des bornes et du terrain naturel.

- **Nivellement des bornes**

Un nivellement direct en un aller et retour a été effectué sur toutes les bornes implantées.

- **Levé du terrain naturel**

Le terrain naturel a été levé tous les 12,5 m, sur toute l'emprise. Tous les ouvrages existants et les entrées des habitations riveraines ont été également levés.

2.3.2.1.3 Traitement des données

Après les cheminements calculés et compensés, le nivellement calculé et compensé, nous avons sorti un listing polygonal en trois dimensions X, Y et Z qui a servi de base pour tout levé. Pour affiner les données altimétriques, nous avons fait systématiquement un nivellement direct en double station sur toutes les bornes de la polygonale après les avoir rattachées altimétriquement à notre repère.

Les résultats topographiques enregistrés sur les carnets électroniques des GPS et stations totales sont transférés à l'ordinateur à travers le programme LEICA GEO OFFICE en vue de leur utilisation sous le logiciel COVADIS. Ces mêmes résultats sont conservés en fichier texte(txt). Une fois ces transformations effectuées, et sur la base des codifications et carnets de terrain, nous avons effectué à l'aide du logiciel COVADIS le dressage du levé et obtenir la vue en plan de la route et des tronçons levés.

2.3.2.2 Etude géotechnique

2.3.2.2.1 Etat des lieux

Ce projet d'assainissement et de pavage porte sur une piste existante. L'histoire de la piste révèle que cette dernière a subi un aménagement en 1996. L'aménagement a été fait en matériaux latéritique sur une épaisseur d'environ 20 cm. La couche superficielle de la zone du projet est essentiellement de la terre de barre sauf la zone marécageuse où nous avons de l'argile peu sableuse à la surface.



Photo 2 : Les sols rencontrés dans la zone d'étude

2.3.2.2 Reconnaissance des sols de la plate-forme et leurs caractéristiques

Cette partie est le volet géotechnique de la réalisation des études techniques de pavage de la piste Rond-point Klouékanmè-Hôpital de zone. L'étude s'est portée sur les aspects suivants :

- La reconnaissance des sols des tracés devant constituer la plate-forme ;
- La prospection des gisements en matériaux d'emprunts pour les terrassements et le corps de chaussée ainsi que le prélèvement d'échantillons pour les essais correspondants ;
- Les prospections des matériaux pour le béton de pavé et les essais correspondants.

La reconnaissance de la plate-forme a pour but de donner au projecteur les informations sur le Terrain Naturel permettant de définir la structure de chaussée à adopter. Sur la base des essais en laboratoires, elle fournit les caractéristiques géotechniques de la future plate-forme entrant dans les calculs de dimensionnement de la structure de chaussée, associées bien évidemment à de nombreux autres

paramètres tels que la nature des matériaux de chaussée proposés ; l'intensité et la répartition du trafic. Cette reconnaissance permet aussi de :

- définir les zones de « faible portance » ou des purges et substitutions de terrain s'avèrent nécessaires ;
- d'avoir une idée de la lithologie du sol en place et les conditions d'exécution des remblais et déblais.

Dans ce but, la reconnaissance a consisté le long du tracé de la route, simultanément au corps de chaussée en l'exécution de puits manuels descendus au moins 150cm dans la plate-forme (couche sous-jacente du corps de chaussée). Nous avons :

- + Recherche de carrières et prélèvement d'échantillons,
- + Les essais d'identification sur les matériaux de chaussée :
 - **Analyse granulométrique**
 - **Limites d'Atterberg**
 - **Les essais de portance (Proctor modifié, CBR)**
- + Sondages à l'axe et prélèvement d'échantillons

Les essais d'identification sur les matériaux de la plateforme :

- **Analyse granulométrique**
- **Limites d'Atterberg**
- **Les essais de propreté**
- **Les essais de portance (Proctor modifié, CBR)**
- La recherche des matériaux pour le béton

La carrière des matériaux devant et pouvant constituer la couche de base a été prospectée de façon à avoir une distance de transport raisonnable et les échantillons sont constitués par mélange des prélèvements sur tous les puits de façon à obtenir un échantillon représentatif de la carrière d'environ 50Kg.

2.3.2.2.3 Etude de la lithologie du sol en place

La lithologie d'un sol est l'étude de la coupe géologique de ce dernier. En technique routière, la norme recommande un sondage sur au moins trois (03) mètres de profondeur. Dans le cas de cette étude, le laboratoire géotechnique SIMG (Société d'Ingénierie de Matériaux en Géotechnique) a été sollicité pour la réalisation d'un sondage à la tarière avec récupération de matériaux en quelques points de la route. Cette étude nous permettra d'avoir la coupe géologique des sols en place sur trois (03) mètres de profondeur. L'essai a été réalisé le long de la piste à de différents points kilométriques.



Photo 3 : Sondage à la tarière



Photo 4 : Echantillon récupéré lors de l'essai à la tarière

2.3.2.2.4 Identification de la plateforme support de chaussée

Pour tout projet routier, les caractéristiques physiques et mécaniques sont importantes pour le dimensionnement des chaussées. Le dimensionnement de la structure de chaussée étant nécessaire pour la phase d'Avant-projet détaillé, il serait nécessaire de déterminer à ce stade, les caractéristiques de la plateforme support de chaussée.

L'identification des matériaux en technique routière, permet de les classer suivant le Guide de Terrassement routier (GTR 62°) selon la norme NFP 11-300.

Les essais d'identification physique et mécanique nécessaires sont :

- L'analyse granulométrique par tamisage NFP 94-056,
- Les limites d'Atterberg suivant la norme NFP 94-051 ;
- Essai au bleu de méthylène NFP 94-068 ;
- Essai Proctor suivant la norme NFP 94-093 ;
- Essai CBR suivant la norme NFP 94-078.

Ces essais sont réalisés après un prélèvement des matériaux en place sur le tronçon d'étude.

2.3.2.2.4.1 Analyse granulométrique par tamisage

Un sol est constitué d'un ensemble de grains de diverses dimensions selon. L'analyse granulométrique par tamisage permet de déterminer la granularité et la granulométrie des grains d'un matériau. La granularité est définie par la taille maximale des grains et la granulométrie est la répartition des grains du matériau suivant leurs masses et leurs dimensions.

2.3.2.2.4.2 Les Limites d'Atterberg

Elles servent à classer les sols fins ($D < 2 \mu\text{m}$), à prévoir leur consistance et leur comportement lorsqu'ils sont sollicités mécaniquement. L'essai s'est effectué sur la

fraction de passant au tamis de maille 400 μm [18]. Ainsi, l'indice de plasticité du sol (%) I_p sera déduit par la Formule : $I_p = W_L - W_P$

Avec, W_L : la limite de liquidité (%) et W_P : la limite de plasticité (%). Cette valeur indique les particules d'argiles présentes dans un matériau et permet de spécifier les domaines d'application dudit matériau.

2.3.2.2.4.3 Essai au bleu de méthylène

L'objectif de cet essai était d'évaluer la quantité et la qualité de la fraction argileuse contenue dans les échantillons de sols à travers la mesure de la quantité de colorant (bleu de méthylène) fixée par 100 g de la fraction granulaire analysée. Le dosage s'est effectué en y ajoutant successivement des quantités de solution de 'bleu' et en contrôlant l'absorption au fur et à mesure. Une goutte de suspension a été prélevée et déposée sur un filtre. Le mode opératoire et l'outillage sont décrits par la norme. La valeur au bleu de méthylène VBS est calculée pour des sols de diamètre inférieur à 5 mm et s'exprime par : $VBS = \frac{B}{m_o} \times 100$ avec VBS exprimée en g ; B (solutions à 10 g/l) la masse de bleu introduite exprimée en g et m_o la masse sèche de la prise d'essai exprimée en g.

2.3.2.2.4.4 Essai Proctor

L'essai est mené selon la norme NF P 94-093. Il a pour objectif la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale pour un compactage normalisé d'intensité donnée. Il consiste à compacter de façon identique des échantillons d'un même sol avec des teneurs en eau différentes. On constate que la densité sèche (γ_{OPM}) varie et passe par un maximum pour une teneur en eau déterminée dite optimale (W_{OPM}). Il existe deux types d'essais Proctor. Selon l'intensité de compactage utilisé, l'essai sera appelé essai Proctor normal ou essai Proctor modifié. Dans le cas de cette étude, c'est l'essai Proctor modifié qui a été réalisé.

2.3.2.2.4.5 Essai CBR

L'essai CBR sert à caractériser la portance du matériau (c'est à dire la charge qu'il peut supporter sans se rompre), mais également à mesurer l'aptitude d'une chaussée en cas de fortes pluies. Le CBR est un nombre sans dimension exprimant en pourcentage le rapport entre les pressions produisant dans le même temps un enfoncement donné dans le matériau étudié d'une part et dans un matériau de référence d'autre part.



Photo 5 : Prélèvement de matériaux pour les essais d'identification

2.3.2.2.4.6 Classification

Les sols de plate-forme rencontrés le long du tracé du projet peuvent être classés en différentes familles selon les classifications usuelles des sols :

- ✓ La classification GTR de la norme NFP 11-300
- ✓ La classification Française L.P.C. qui reprend la classification Américaine U.S.C.S: elle caractérise essentiellement la nature des matériaux en fonction de leur granulométrie et de leur plasticité.

- ✓ La classification Américaine H.R.B. (A.A.S.H.O.) et la classification Française R.T.R (Recommandation pour les Terrassements Routiers). Ces deux dernières classifications en plus des conditions de la première s'attachent aussi à leurs conditions d'utilisation ou de réutilisation en remblai. La classification adoptée pour la présente étude est «la classification américaine HRB (A.A.S.H.O) » et GTR.

2.3.2.2.4.7 Bilan des portances du sol naturel

Pour dimensionner correctement une voirie, il est indispensable d'évaluer la portance à long terme du sol (notée p) ou de la plate-forme support de chaussée (notée PF). Cette portance est égale à la portance à long terme du sol mis à nu par les terrassements, augmentée, le cas échéant, du gain de portance obtenu soit par une éventuelle couche de forme, soit par un éventuel traitement en place du sol. Le Manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic (SETRA-LCPC/1981) définit six niveaux de portance du sol support désignés, dans l'ordre croissant par P0 –P1 –P2 ou PF1 – P3 ou PF2 – P4 ou PF3 et P5 ou PF4. Le tableau suivant donne les critères de classification des sols, soit par l'essai CBR, soit par un examen visuel, soit par l'essai à la plaque.

Tableau 1 : Classification des sols en fonction de leur portance

P	Examen visuel (essieu 13t)		Indice portant CBR	Module de déformation à la plaque EV2 (MPa)
P0	Circulation impossible, sol inapte, très déformable		$CBR \leq 3$	$EV2 \leq 15$
P1	Ornières derrières l'essieu de 13t, déformable		$3 \leq CBR \leq 6$	$15 \leq EV2 \leq 20$
P2 ou PF1	Pas d'ornière, peu déformable	Déformable	$6 \leq CBR \leq 10$	$20 \leq EV2 \leq 50$
P3 ou PF2		Peu déformable	$10 \leq CBR \leq 20$	$50 \leq EV2 \leq 120$
P4 ou PF3		Très peu déformable	$20 \leq CBR \leq 50$	$120 \leq EV2 \leq 200$
P5 ou PF4		Très peu déformable	$CBR > 50$	$1EV2 > 200$

2.3.2.3 Classification des sols en fonction de leur portance selon le CEBTP, 1984

La classification des sols suivant la méthode CEBTP-LCPC, 1984 en fonction de leur portance (indice CBR) est résumée dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Classe de portance selon la méthode CEBTP français, 1984

Classe de sols	Portance
S1	$\text{CBR} \leq 5$
S2	$5 \leq \text{CBR} \leq 10$
S3	$10 \leq \text{CBR} \leq 15$
S4	$15 \leq \text{CBR} \leq 30$
S5	$\text{CBR} > 30$

2.3.2.4 Recherche de carrières d'emprunts

Cette opération consiste à chercher des carrières de matériaux de chaussées et d'agrégats dans les environs immédiats de la zone du projet afin de réduire le coût de la réalisation du projet.

Deux volets seront identifiés pour cette activité avec les opérations suivantes :

2.3.2.4.1 Carrières de roche massive et agrégats

- Essais Los Angeles
- Essais Micro-Deval

2.3.2.4.2 Gîtes de matériaux pour remblais et matériaux latéritiques (pour couches de chaussée).

- Prélèvement d'échantillons
- Essais Proctor
- CBR
- Essais d'identification : analyse granulométrique complète, limites d'Atterberg (LL, IP), densité sèche, etc...

2.3.3 Etude détaillée de la géométrie de la route

Toute conception routière dépend étroitement de la géométrie du terrain. L'étude géométrique de la route a pour but de définir les caractéristiques de la piste à

construire tel que le tracé en plan, le profil en long, le profil en travers type. Une vitesse de référence de 60 km/h a été retenue pour l'étude du projet. L'objectif est d'offrir à l'automobiliste des conditions de conduite plus confortables.

La conception a été faite à l'aide du logiciel Piste 5 du SETRA. Pour ce faire, nous disposons comme données d'entrée, de fichiers de levés topographiques et d'un fond topographique sur AutoCAD. Elle a été effectuée en respectant les rayons de raccordement et les distances d'alignement droit et de visibilité. L'objectif est de se limiter au tracé en plan.

Le tracé en plan est la projection sur le plan horizontal de l'axe de la chaussée. L'axe étant constitué d'une succession de segments de droites raccordés entre eux par des courbes qui peuvent être soit des cercles, soit des clothoïdes, soit une combinaison des deux.

Le tracé en plan a pu respecter les conditions suivantes :

- Une bonne visibilité ;
- Un meilleur confort ;
- Une stabilité des véhicules au virage ;
- Une liaison les zones d'habitations ;
- Eviter au maximum les expropriations ;
- Eviter les zones fortement accidentées ;
- Avoir l'un des tracés les plus courts.

Tout ceci a été fait en maintenant les dépenses du projet dans les limites raisonnables. La conception plane est effectuée à base d'un fond topographique. L'emprise du tracé est définie par les limites des lotissements.

Pour la définition des éléments constitutifs de l'axe de notre tronçon, nous avons procédé de la manière suivante :

- à la conception de l'axe en plan et à l'amélioration du tracé ;

- à la vérification et la validation de l'axe sur terrain et par rapport aux normes du projet ;
- au traitement des données de terrain et à la création du module numérique pour la précision des données notamment après interpolation des profils en travers courants qui seront imposés au niveau des points levés;
- au calage de la ligne rouge et à l'établissement du profil en long ;
- à la vérification et à l'optimisation des quantités de terrassements ;
- à l'adaptation des profils en travers courants aux passages particuliers (caniveaux, agglomérations, marché, hôpital, etc).

2.3.4 Choix du type de route

Conformément à la classification des routes, l'ARP (**Aménagement des Routes Principales**) subdivise les routes en trois principales catégories :

- **Les routes de type L** : ainsi désignées par référence à la notion de grande liaison, sont les autoroutes ;
- **Les routes de type T** : pour lesquelles la fonction d'écoulement du trafic de transit à moyenne ou grande distance est privilégiée, sont les « routes express à une chaussée » ;
- **Les routes de type R** : qui constituent l'essentiel des réseaux des voies principales de rase campagne, sont multifonctionnelles : ce sont les artères interurbaines et les routes.

La route objet de notre étude se trouve à l'intérieur de la ville de Klouékanmè et est destinée à favoriser la mobilité urbaine et l'accès facile à l'hôpital de zone en toutes saisons. Les voies seront conçues de manière à assurer la sécurité quotidienne des usagers et à offrir des conditions de confort adéquat. En tenant compte de ces hypothèses, nous optons pour une route de type R.

2.3.4.1 La vitesse de référence

La vitesse de référence est la vitesse à laquelle le véhicule circule en toute sécurité même dans les points de la route les moins aménagés ou les plus difficiles.

Etant donné que nous sommes en milieu urbain, nous choisissons une vitesse de référence de 50 km/h. Alors notre route sera du type **R60**.

2.3.4.2 Géométrie éclatée

Cette partie vise à définir trois principaux facteurs :

- **Le tracé en plan** : correspond à une vue aérienne de la route, projection de la route sur un plan horizontal ;
- **Le profil en long** : représentation des éléments en altitude, projection de l'axe de la route sur un plan vertical ;
- **Le profil en travers** : projection de la route sur un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route (coupe transversale de la route).

2.3.4.3 Catégorie de la route

Pour une vitesse de référence 50 km/h selon les valeurs minimales de rayons données dans le tableau ci-dessus, la route devra répondre aux objectifs de confort et de sécurité requise.

Les caractéristiques géométriques du tracé en plan obtenus par le logiciel Piste 5 figurent dans le tableau 12.

2.3.4.4 Le tracé en plan

Le tracé en plan est une pièce topographique qui résulte théoriquement de la projection à une échelle réduite de la route sur un plan horizontal. Il présente une succession d'alignements droits raccordés par des arcs de courbes. Le tracé en plan contient en dehors de la plateforme, les fossés, les talus, les constructions rapprochées et tout autre détail de la route.

Le tracé en plan d'une route doit permettre d'assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort. L'inconfort de l'utilisateur est d'autant plus important que le rayon des courbes est plus faible, que l'on suppose la courbe parcourue à la vitesse maximale réglementaire ou à la vitesse effectivement adoptée par les usagers (plus faible pour

les petits rayons). Cela conduit, en fonction de la catégorie de route, à fixer des rayons minimaux. Cependant l'utilisation fréquente ou systématique de grands rayons de courbure peut se révéler néfaste (hormis le cas des routes à deux chaussées avec carrefours dénivelés et sans accès riverains) en aboutissant à une limitation des possibilités de dépassement sûr, et en encourageant les usagers à pratiquer une vitesse continûment élevée, défavorable à la sécurité et notamment à la sécurité dans les carrefours et les quelques points durs (accoutumance à la vitesse, diminution de la vigilance). D'autre part, dans certaines conditions (liées notamment au tracé situé en amont), les courbes de faible rayon peuvent créer des problèmes de sécurité, ce qui conduit à ne les utiliser qu'en respectant certaines contraintes relatives à l'enchaînement des éléments du tracé en plan. Le tableau 4 récapitule les différentes valeurs des rayons de courbures adoptée pour une route de la classe R60.

Tableau 3 : Paramètres fondamentaux du tracé en plan selon les règles d'Aménagement des Routes Principales (ARP)

Désignation	Les différents rayons	R60
Tracé en plan	Rayon minimal RHm (m)	120
	Rayon au devers minimal RH (m)	450
	Rayon non déversé RH' (m)	600
	Devers maximal	7

2.3.4.5 Profil en long

Le profil en long d'une route est une courbe continue constituée par l'ensemble des points de l'axe central de la chaussée. Il est en général défini, repéré par deux éléments :

- ✓ Les côtes TN constituant la « ligne noire » ;
- ✓ Et les côtes projet qui constituent la « ligne rouge ». Le profil en long présente une succession de droites dont on connaît les rampes et les pentes, raccordées par des arcs de cercles.

Afin d'effectuer un bon tracé du profil en long, nous avons suivi les recommandations suivantes :

- Adopter les déclivités suffisantes dans les zones de faible pente transversale et dans les sections en déblai afin d'assurer un bon écoulement des eaux de ruissellement ;
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et du profil en long.

Les paramètres fondamentaux du profil en long sont donnés dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 4 : Paramètres fondamentaux du profil en long en fonction de la vitesse de référence selon les règles de l'ARP

Désignation	Catégorie de route	R60
Profil en long	Rayon minimal en angle saillant (m)	1500
	Rayon minimale en angle rentrant (m)	1500
	Devers maximal	7

Pour la définition des éléments constitutifs du profil en long de notre tronçon, nous avons adopté la procédure suivante :

- Détermination des rampes et des pentes ;
- Définition du profil en long du terrain naturel ;
- Tracé de la ligne rouge. Pour le tracé de la ligne rouge, nous avons suivi la forme du terrain naturel dans le but de minimiser les terrassements.

Les caractéristiques géométriques du profil en long obtenus par le logiciel Piste 5 et les profils sont présentés en annexe.

2.3.4.6 Profil en travers type

Le profil en travers Le profil en travers est une configuration de la route sur un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route. C'est une coupe transversale de la route comportant les différentes couches de la structure de chaussée et le terrain naturel.

Le profil en travers a pour but de déterminer le volume de terrassement et fait ressortir les caractéristiques géométriques de la route :

La largeur des voies

De façon générale, il n'existe pas de largeur réglementaire pour la conception d'une route. De ce fait, nous allons fixer cette largeur en tenant compte du type de véhicule qui circulent sur la voie, et aussi de la vitesse de référence choisie. Le code de la route a fixé les dimensions maximales des véhicules à 2,6 mètres hors rétroviseurs : ces derniers peuvent faire une saisie de 20 cm au-dessus de 1,9 m. De plus les marges de sécurité latérales recommandées par l'UEMOA sont de l'ordre de 3,00 à 3,50 mètres. Pour ce faire, nous optons pour une voie de 3,50 m conformément aux prescriptions de l'UEMOA.

Nombre de voies

Pour permettre le croisement et dépassement en tout point dans les meilleures conditions de confort et de sécurité notre chaussée sera de deux (2) voies.

Trottoir

Il comprend une bande dérasée constituée d'une surlargeur de chaussée supportant le marquage de rive (bordure) et d'une bande stabilisée. On prendra une valeur de $2 \times 1.00 \text{ m}$.

Chaussée

C'est la surface de la route aménagée pour la circulation des véhicules. Au sens structural, c'est le corps de la chaussée qui supporte le passage répété des véhicules. Nous avons une pente transversale en toit de 2.5%.

Plateforme

Surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements. Ici cette valeur sera de 9 m.

Emprise

la surface du terrain naturel affecté à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc....) limitée par le domaine public.

Ainsi les caractéristiques géométriques du profil en travers type sont :

- Pente transversale : 2,5% (profil en toit) en alignement droit et dans les courbes non déversées ;
- 2 x 1 voies de circulation pour les automobiles d'une largeur de 7 m ;
- Assainissement : caniveaux de part et d'autre tout au long de la piste ;
- Aménagement des amorces
- Les amorces conduisent dans les quartiers et seront raccordés à la voie principale sur environ 25 m. Le rayon de raccordement est choisi pour faciliter l'insertion de véhicules longs. La valeur du rayon de raccordement que nous avons proposé est de 6m.

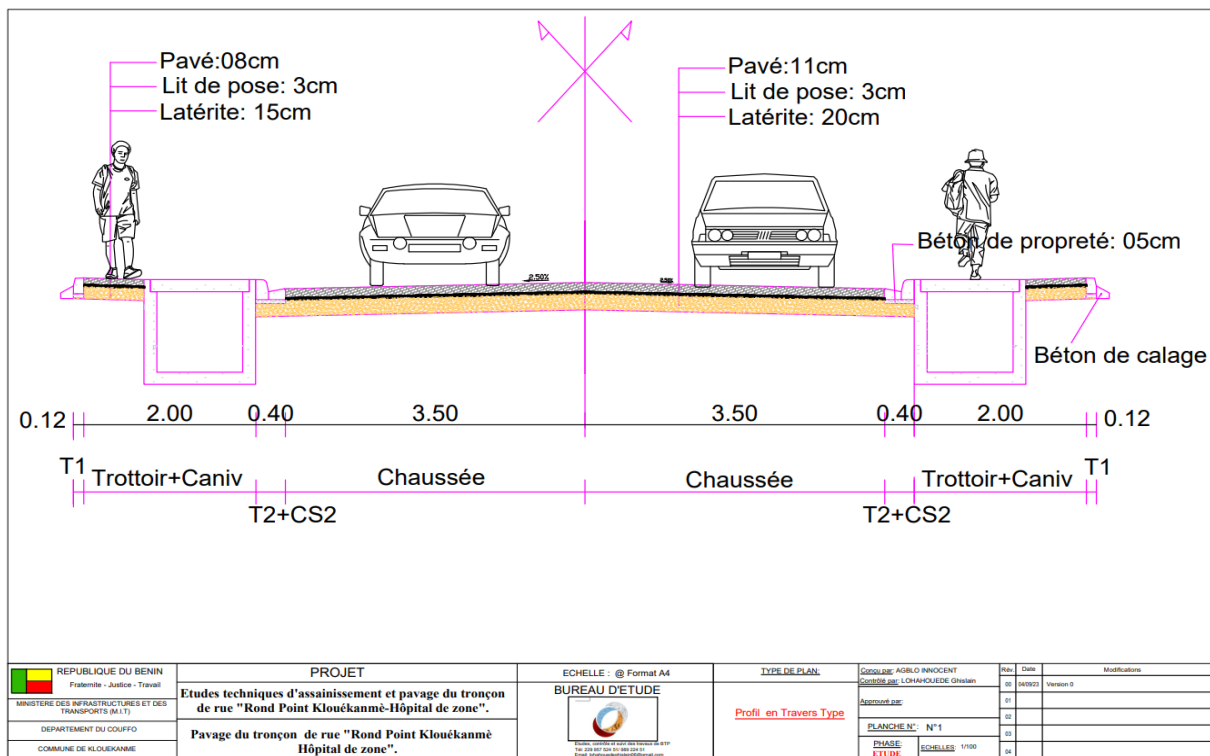


Figure 5 : Profil en travers-type de la voie

2.3.5 Assainissement de la route

L'assainissement de la route revêt un caractère primordial, en effet même si le dimensionnement structurel et la mise en œuvre sont bien effectués, la stagnation de l'eau sur la couche de roulement et l'infiltration dans les couches de la structure sont des causes importantes de dégradations, de manque de confort et d'insécurité. Ainsi pour que la chaussée soit mise correctement hors d'eaux, la construction d'un réseau d'assainissement s'impose pour collecter les eaux superficielles ou internes et de les canaliser vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise routière. Un réseau d'assainissement est constitué d'un assemblage d'ouvrages élémentaires, linéaires ou ponctuels, superficiels ou enterrés.

Il est donc question dans cette partie de dimensionner les ouvrages nécessaires pour la collecte, le transport et la mise hors d'eau de la chaussée à travers :

Les descentes d'eau pour recueillir les eaux provenant de la chaussée à travers le fil d'eau ;

- ✓ Les caniveaux longitudinaux ou fossés pour recueillir les eaux provenant des zones attenantes à la route ;
- ✓ Les dalots aux points de coupures ou points critiques ;
- ✓ L'étude de l'assainissement s'est déroulée en trois étapes : l'étude hydrologique, l'étude hydraulique et l'étude structurelle des ouvrages de drainage.

Les études hydrauliques et hydrologiques sont faites à partir des données topographiques. A l'aide de l'outil informatique tel que Google Earth, et les relevés de dégradations sur le terrain, nous avons pu délimiter les bassins versants en fonction des pentes (voir courbes de niveau).

2.3.5.1 Choix des pavés

Il existe plusieurs types de pavés disponibles sur le marché béninois. Mais dans le cas de notre étude, nous avons choisi les pavés TRIEF.

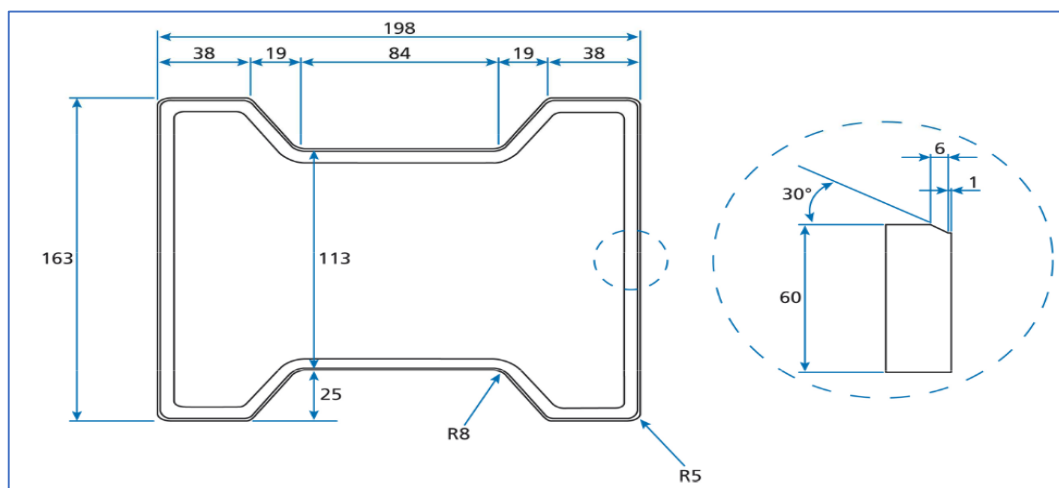


Figure 6 : Pavé TRIEF

Les pavés TRIEF ont une structure en T, qui offre une résistance exceptionnelle aux charges transversales, les rendant essentiels pour les zones à usage intensif.



Photo 6 : Pavé en béton de ciment

Ils sont caractérisés par une résistance très élevée grâce à leur forme triangulaire, qui permet une distribution des poids plus efficace.

2.3.5.2 Les éléments constitutifs d'une chaussée en pavé de béton

Les pavés avec leurs liaisons en sable constituent la couche de revêtement pour ce type de chaussée. Ils reçoivent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat. Ils sont caractérisés par leur hauteur (épaisseur), leur section et leur forme, et leur résistance en compressions.

- **La hauteur des pavés**

La hauteur des pavés joue un rôle important dans le transfert de charge et donc dans le développement de l'orniérage (déformation permanente du profil en travers sur d'assez grande longueur) qui a pour cause une humidité importante dans les couches inférieures de la chaussée provoquant ainsi le poinçonnement du sol lors du passage des roues des véhicules. Des études expérimentales de Ishioroshi et coll. (1996) ont montré que plus la hauteur des pavés est faible et plus l'orniérage de revêtement augmente. Ce phénomène est d'autant plus marqué avec les pavés de 60mm de hauteur.

- **Sections et formes des pavés**

Il s'agit ici de la surface en contact entre les pavés et le lit de pose. Vu le nombre de joints est moins important pour des grandes surfaces, les pavés sont moins susceptibles de subir des rotations ou de translations. Le fait que les pavés sont autobloquants ou qu'ils ont une forme complexe, ainsi une grande surface de contact, implique une diminution de déflexion. La résistance des pavés Les études expérimentales de Kasahara et Matsuno (1988) ont montré que dans les zones de températures élevées la déflexion mesurée pour une chaussée revêtue de pavés de béton peut être jusqu'à 50% inférieure à celle relevée pour une structure revêtue d'enrobé bitumineux. En effet, comparativement aux enrobés bitumineux, le module des pavés ne décroît pas de manière significative lorsque la température augmente. Alors que la résistance en compression de béton de pavés n'a aucune influence directe sur le comportement de la chaussée.

- **Les joints de pavés**

Les joints ont un rôle prépondérant dans la bonne tenue des revêtements de pavés car ils permettent le transfert des charges d'un pavé à l'autre. Ces joints seront exécutés en sable. Concernant leur granulométrie, pour obtenir une bonne performance de la chaussée un joint large nécessite un sable grossier alors qu'un joint fin nécessite un sable fin. La taille optimale des joints à utiliser dépend de la qualité du sable à utiliser. La diminution de la taille des joints permet un meilleur transfert et donc un meilleur comportement du revêtement. Globalement, la largeur des joints doit être comprise entre 2 et 4 cm. Sous l'effet des intempéries et du passage répété des roues qui créent des déplacements et rotations des pavés, le sable des joints se retrouve expulsé.

- **Les bordures**

Les bordures doivent être correctement installées afin de prévenir les déplacements latéraux des pavés et ainsi éviter au sable des joints et du lit de pose d'être évacué, ce qui provoquerait une perte structurale au niveau du revêtement. L'absence des bordures augmente considérablement la valeur de la déflexion, du fait que les pavés ne sont pas retenus et peuvent tourner ou même bouger.

- **Le lit de pose**

Le lit de pose joue un rôle important quant à la tenue de revêtement et au comportement de ce type de chaussée. L'épaisseur du lit de pose détermine le type de sollicitations auxquelles elle sera confrontée. Plus cette épaisseur est faible, plus les pavés risquent de subir du poinçonnement sous l'effet de charge alors qu'une épaisseur trop élevée risque d'engendrer un tassement différentiel. De ce fait il faudra choisir un matériau adéquat (perméable et de bonne qualité) et une épaisseur convenable pour maintenir la structure dans des bonnes conditions.

Les assises

La distribution des contraintes sous l'effet de la charge est différente selon le type de fondation considérée. De manière générale, la déflexion mesurée dans le cas de fondations granulaire est importante que dans le cas d'une fondation stabilisée pour un même chargement. De ce fait, dans le cas de trafics importants l'utilisation de fondations stabilisées est recommandée.

2.3.6 Dimensionnement de la structure de chaussée

Dimensionner une chaussée consiste essentiellement à définir l'épaisseur convenable et économique des couches constitutives à partir des caractéristiques mécaniques et physiques du sol et des matériaux utilisés, des conditions climatiques, du volume, et de la composition du trafic prévu durant la période de conception anticipée. Il existe plusieurs méthodes de dimensionnement structural des chaussées ; elles sont développées :

- soit à partir d'observations expérimentales de comportements de chaussées sous le trafic (méthodes partiellement ou entièrement empiriques) ;
- soit à partir de fondements théoriques basés sur l'analyse des contraintes et déformations engendrées au sein de la structure de la chaussée et du sol, en relation avec les caractéristiques des matériaux (méthode analytique).

Pour optimiser la structure, le dimensionnement sera fait avec le logiciel VOIRIB qui permet de réaliser le dimensionnement mécanique des chaussées revêtues de pavés ou de dalles en béton. Le dimensionnement mécanique repose sur la méthode rationnelle de dimensionnement des chaussées développée par le SETRA et le LCPC (Guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées 1994) complétée par une étude expérimentale réalisée par le CERIB (publication technique n° 91).

- du trafic ;
- de la durée de service ;

- de la portance du sol support ;
- de la nature et des caractéristiques mécaniques des matériaux d'assises ;
- des risques de gel-dégel.

2.3.7 Étude hydrologique et hydraulique

L'étude hydrologique et hydraulique a pour objet d'assurer la protection de la voie contre les eaux de ruissellement en préconisant des amorce de caniveaux dans la rue attenante et un bon assainissement longitudinal de la route. Dans le cadre des travaux de la voie du Rond-point Klouékanmè-Hôpital de zone, cette étude a consisté à :

- faire l'inventaire des ouvrages existant et vérifier leur section hydraulique ;
- identifier tous les bassins versants concernés par l'ouvrage ;
- évaluer les débits de ruissellement ;
- définir un plan de drainage des eaux superficielles ;
- déterminer les sections de caniveaux en fonction des débits de crues adoptés.

2.3.7.1 Données hydrologiques et hydrauliques de la zone d'étude

A l'instar de tout le département du Couffo, la Commune de Klouékanmè jouit d'un climat de type subéquatorial humide et chaud, avec deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches. La pluviométrie annuelle varie entre **900 et 1200 mm**.

Le réseau hydrographique est constitué du fleuve Couffo et de ses affluents (le réseau dense ne couvre que le nord de la Commune : Sawa, Lanhoun, Lanta, Adjahonmè etc.). Il y a également les rivières Tovi, Zochi et Togan dans Lanta, plus précisément dans les villages Tokanmè- Aliho et Tokanmè- Kpodji dont les sources méritent d'être valorisées.

Dans la Commune de Klouékanmè, on rencontre deux types de relief. Il s'agit d'un plateau qui occupe les parties centrale et méridionale et une dépression dans la partie septentrionale de la Commune. Aussi faut-il souligner l'existence de deux collines dans

la dépression d'orientation Sud-Ouest-Nord Est confère à l'ensemble morphologique un paysage pittoresque.

2.3.7.2 Etude des bassins versants

L'objectif global de la recherche des bassins versants consiste en une canalisation des eaux provenant de l'aval des dalots pour les amener vers les exutoires naturels. Un exutoire est défini comme un point bas où vient se concentrer les stratus d'un bassin versant. Ces exutoires peuvent être des basfonds, des rivières ou cours d'eau, des canaux existants, ou encore des exutoires artificiels. La zone de projet est parcourue par une zone marécageuse qui peut servir d'exutoire naturel. Les images satellitaires montrent également l'emplacement d'une zone de rétention d'eau vers la fin du linéaire de la route à construire.

D'après les informations reçues lors des enquêtes et les recherches menées sur la zone d'étude, le bassin versant le plus proche de la zone d'étude est le bas-fond se trouvant au PK1+105.86 du projet, et qui représente le lit du fleuve TANKPA. Ce fleuve a un sens d'écoulement Nord-Sud et la route, objet de notre étude est orienté Ouest-Est. Nous avons aussi recensé d'autres bassins versants matérialisés sur la figure suivante.

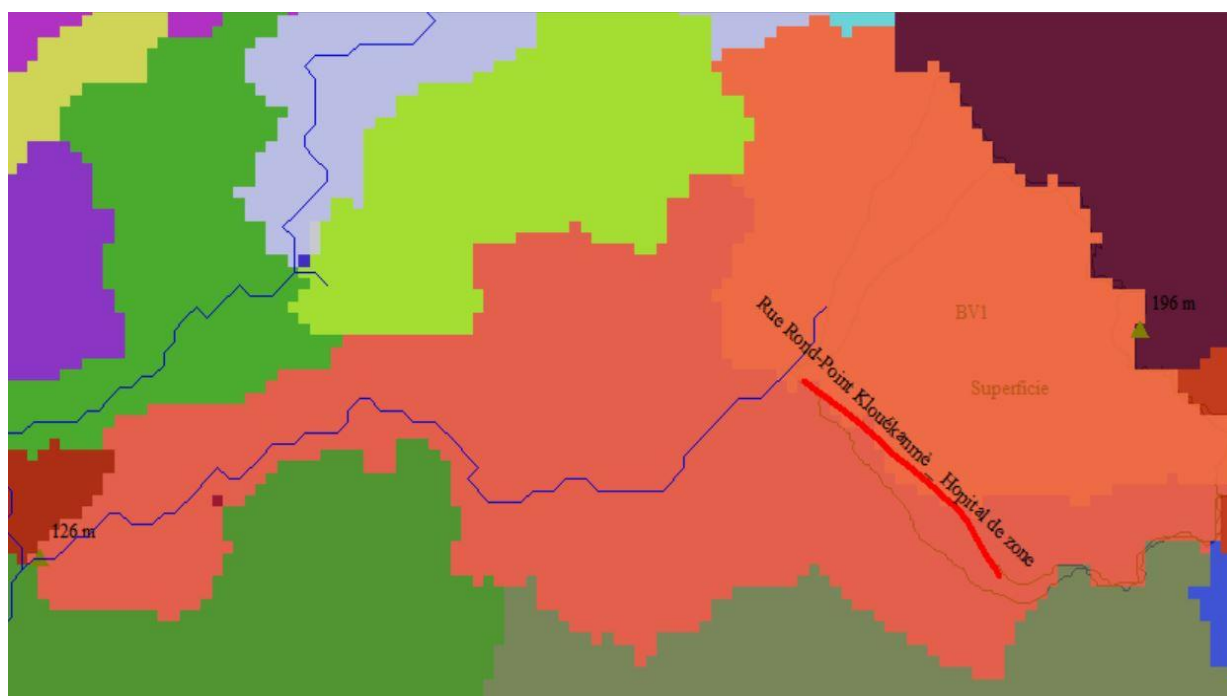


Figure 7 : Les bassins versants dans la zone d'étude

Pour la présente étude, nous avons :

- en hydrologie, utilisé la formule de Caquot en considérant comme aire alimentant chaque canal de part et d'autre de la voie **Rond-Point-Hôpital-de-Zone** une bande de 41m constituée de la demi-largeur de la voie et de 35 m de l'espace bordant la voie
- en hydraulique, utilisé la formule de Strickler pour calculer en section hydrauliquement favorable, les dimensions des canaux.

La section à donner aux canaux a été calculée en fonction des débits à évacuer. Les calculs ont été effectués à l'aide de formules appropriées existantes. Le débit produit en aval d'une aire drainée dépend :

- de l'intensité des précipitations
- du coefficient de ruissellement de l'eau sur le sol
- de la forme et de la pente du terrain drainé ainsi que de sa surface.

2.3.7.3 Calcul des débits hydrologiques

La formule de Caquot : $Q_{10} = K.P^U.C^V.A^W$ a été utilisée pour le calcul, avec : Q en l/s ; P = pente en décimal ; A = Aire drainée en ha ; C : Coefficient de ruissellement.

Les valeurs de U, V et W dépendent de la région où la formule s'applique.

Au Bénin, zone sahélo soudanienne, $Q_{10} = 850.P^{0,20}C^{1,11}A^{0,80}$, c'est-à-dire que les valeurs de U, V et de W sont respectivement : 0,20 ; 1,11 et 0,80.

Pour le coefficient de ruissellement, nous avons considéré une portion de l'aire drainée comme des habitations très denses avec une surface presque totalement imperméabilisée (C : 0,9) et l'autre portion comme des habitations denses (près de 100 logements / ha) (C : 0,7).

Le coefficient moyen sera pondéré par les surfaces des deux types de nature de sol.

Cette formule s'applique à des bassins versants de forme régulière où le rapport L / \sqrt{A} , L étant la longueur du terrain (en m), et A sa superficie (en m²). Lorsque le rapport est différent de 2, il faut appliquer le facteur correctif M qui dépend du rapport L / \sqrt{A}

Nous avons appliqué à Q_{10} .

- le coefficient multiplicateur 1,25 pour avoir un débit de période de retour : 20 ans
- le coefficient multiplicateur 1,60 pour avoir un débit de période de retour : 50 ans

2.3.7.4 Conditions de validité de la méthode de caquot

Cette méthode de calcul n'est valable que dans les conditions suivantes :

- ✓ la surface du bassin ou du groupement de bassins doit être inférieure ou égale à 200 ha
- ✓ la pente doit rester comprise entre 2 ‰ et 5 ‰ et le rapport entre les pentes extrêmes déterminées pour chaque bassin doit rester inférieur à 20.

- ✓ le coefficient de ruissellement doit rester compris entre 0,2 et 1.

2.3.7.5 Hypothèses sur le dimensionnement des canaux

L'évacuation des eaux pluviales est à ciel ouvert et l'écoulement gravitaire à surface libre. Chaque canal draine les eaux de ruissellement de la moitié de la route et d'une bande de 35 mètres en amont. Le canal à parois et radier en béton a une section rectangulaire dimensionnée avec $Q = K_s.S.R^{2/3}.I^{1/2}$ (**formule de Strickler**)

Tableau 5 : Les paramètres de débit et leurs unités

Q	est le débit à transiter	en m^3/s	$R = \frac{S \text{ (section mouillée en } m^2\text{)}}{P \text{ (périmètre mouillé en m)}}$
S	est la section mouillée	en m^2	
R	est le rayon hydraulique	en m	$I =$ pente de la canalisation en m/m
Ks	est le coefficient de rugosité	en $m^{1/3}/s$	Ks = 63 pour les ouvrages en béton

Conditions d'autocurage

- ✓ La pente minimale des canaux est de 2 ‰ ;
- ✓ La vitesse maximale à respecter pour un canal en béton est 4 m/s ;
- ✓ La vitesse minimale à respecter de 0,30 m/s pour le 1/10 Qprojet ;

2.3.8 Dimensionnement des éléments en béton arme

2.3.8.1 Dimensionnement du dalot double 2X150X150

L'étude structurale du dalot de franchissement est basée sur le principe de cadre fermé. Ce principe repose sur la distribution des charges horizontales et verticales sur les dalles et piédroit suivant leur rigidité respective. Pour que cette hypothèse soit vérifiée, la continuité de la section en béton armé doit être assurée aux jonctions mur-dalle. Ce qui pourrait être assuré en prolongeant les armatures dans les zones de tension et en assurant une construction monolithique des dalles et piédroits du dalot.

2.3.8.2 Hypothèses de base de calcul

2.3.8.3 Normes et réglementations

Les actions à prendre en compte dans le calcul du dalot sont définies par les textes réglementaires normatifs en particulier le titre 2 du fascicule 61 du cahier des prescriptions communes (CPC) « Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art ».

Les calculs de ferrailage seront menés suivant les règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et construction en béton armé suivant la méthode des états limites dites B.A.E.L 91 modifié 99.

2.3.8.4 Type de fissuration

La fissuration est considérée comme préjudiciable car ouvrage enterré et exposé à l'humidité, donc les calculs se feront à l'ELS.

2.3.8.5 Matériaux béton et acier

a. Le béton

Le béton armé est dosé à 350 kg/m³.

- Le béton de propreté est dosé à 150 kg/m³.
- Ces caractéristiques sont :
- La résistance caractéristique à la compression : $f_{c28} = 22 \text{ MP}_a$
- La résistance caractéristique à la traction :
- $f_{t28} = 0,6 + 0,06f_{c28} = 0,6 + 0,06 \times 22 = 1,92 \text{ MP}_a$
- Poids volumique = 2500Kg/m³
- Module d'élasticité : $E = 14000 \text{ MP}_a$
- Enrobage=3 cm
- La durée d'application des charges est supérieure à 24h ($\theta = 1$)
- Coefficient de sécurité $\gamma_b = 1,50$
- Résistance de calcul à la compression du béton à l'ELU :
- $f_{bu} = \frac{0,85f_{c28}}{\theta \times \gamma_b} = \frac{0,85 \times 22}{1 \times 1,50} = 12,47 \text{ MP}_a$

- Module instantané de Young du béton à 28 jours.
- $E_{i28} = 11000 \sqrt[3]{f_{c28}} = 11000 \sqrt[3]{22} = 30822,434 \text{ MP}_a$
- Module différé de Young du béton à 28 jours :
- $E_{v28} = 3700 \sqrt[3]{f_{c28}} = 3700 \sqrt[3]{22} = 0367,545 \text{ MP}_a$

b. L'acier

- Le coefficient de sécurité des aciers est $\gamma_s = 1,15$
- Coefficient de fissuration $\eta = 1,6$
- Coefficient de scellement $\psi = 1,5$
- Contrainte de calcul à l'ELU : $f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 347,83 \text{ MP}_a$
- La fissuration est peu préjudiciable.

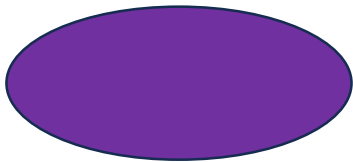
2.3.8.6 Le sol

La contrainte du sol est **de $\bar{\sigma}_{sol} = 1 \text{ bar}$ à 2,00 m**

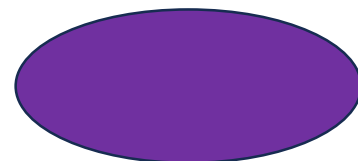
2.3.8.7 Principe de calcul des efforts et sollicitations

Les chargements considérés pour le calcul des sollicitations sont de deux types :

- Les charges propres constituées de poids propre du dalot, du remblai au-dessus du dalot et des poussées de terre sur les piédroits.
- Les charges d'exploitation constituées essentiellement par l'action de surcharges routière. Ces dernières comprennent les surcharges du système A et les surcharges du système B (Bc, Bt et Br).



CHAPITRE 3 : PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS ; DIFFICULTES RENCONTREES ET SUGGESTIONS



Cette partie du rapport est consacrée à la présentation et l'analyse des résultats obtenus au cours des études.

L'objectif de cette étude est de proposer une structure de chaussée pouvant supporter la charge du trafic sans déformation. Pour atteindre cet objectif, les études suivantes ont été menées :

- Visite du site pour appréhender la nature du terrain et les ouvrages existants sur la piste d'étude ;
- Etude topographique afin de ressortir les différents profils du terrain (profils en travers et en long) ;
- Etude géotechnique ;
- Etude hydraulique et hydraulique.

Nous allons exposer dans les paragraphes à suivre les différents résultats obtenus.

3.1 RESULTATS DE L'ETUDE TOPOGRAPHIQUE

Au regard des TDR, l'étude topographique menée sur le terrain a permis :

- la mise en place d'une polygonale de base sur laquelle a été réalisé l'ensemble des levés topographiques ;
- le report des informations recueillies sur terrain en coordonnées x, y, z (terrain naturel, sommets de la polygonale, courbes de niveau, ouvrages existants, l'entrée des habitations riveraines, etc.) ;
- levé de détails au niveau des traversées des agglomérations, des carrefours et points particuliers identifiés au cours de l'APS ;

L'ensemble des résultats figure sous forme de plans en annexes au rapport.

Le dossier topographique contient :

- Plan d'ensemble ;
- Tracé en plan comprenant l'état des lieux, ;

- Profil en long ;
- Profils en travers-types. Étude géométrique de la route.

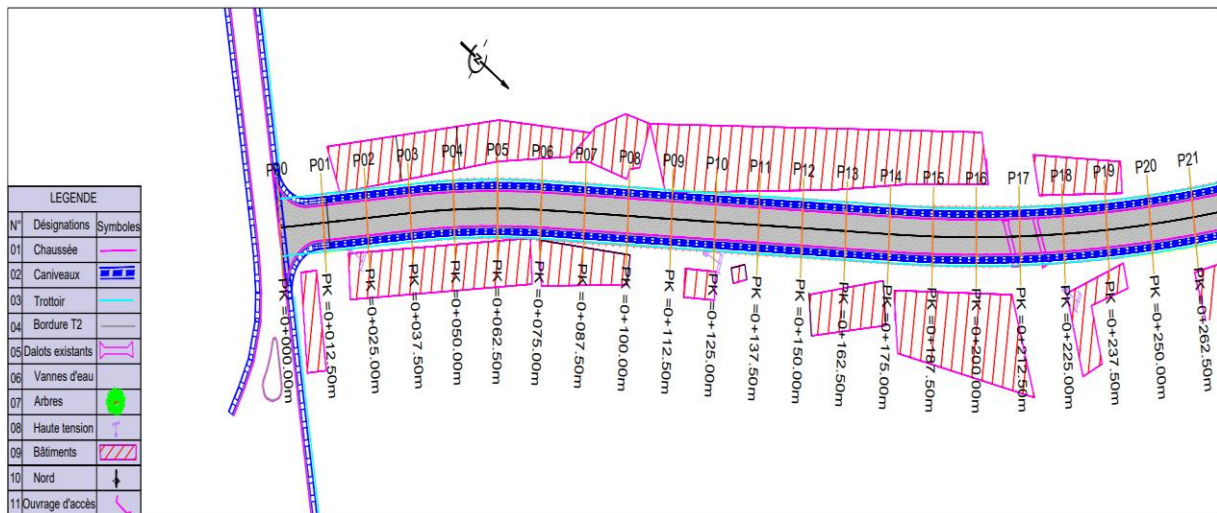


Figure 8 : Tracé combiné

Source : BACOS-AFRIC

3.2 RESULTATS DES ESSAIS GEOTECHNIQUES



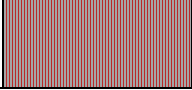
3.2.1 Résultats d'essai à la tarière

Le sondage à la tarière effectué au PK0+962.5 et au PK1+105.5 nous donne les résultats suivants :

Tableau 6 : Synthèse des résultats de sondage au PK0+962.5

PK0+962.5			
Profondeur (m)	Caractéristiques visuelles des sols	Coupe géologique	
0 à 1 m	Graves argileuses plastiques jaunâtre		
1, 000 à 2,000	Devenant peu argileuses		
2, 000 à 3,000	Devenant bariolé		

Tableau 7 : Synthèse des résultats de sondage au PK0+962.5

PK 1+105.5			
Profondeur (m)	Caractéristiques visuelles des sols	Coupe géologique	
0 à 1 m	Argile peu sableuse plastique rouge-noirâtre		
1, 000 à 2,000	Argile très plastique grisâtre		
2, 000 à 3,000	Argile très plastique grisâtre		

Ces résultats nous montrent que nous avons à un mètre (1 m), au PK0+962.5 de graves argileuses plastiques jaunâtres et d'argile peu sableuse plastique rouge-noirâtre au PK1+105.5.

Ces résultats de sondage à la tarière doivent être complétés par des résultats au laboratoire afin de confirmer la nature des sols.

3.2.2 Résultats d'essais de caractérisation de la plateforme support de chaussée

3.2.2.1 Essai d'analyse granulométrique par tamisage

L'essai d'analyse granulométrique par tamisage montre la distribution granulométrique des grains en fonction de leurs dimensions. La courbe granulométrique obtenu est la suivante.

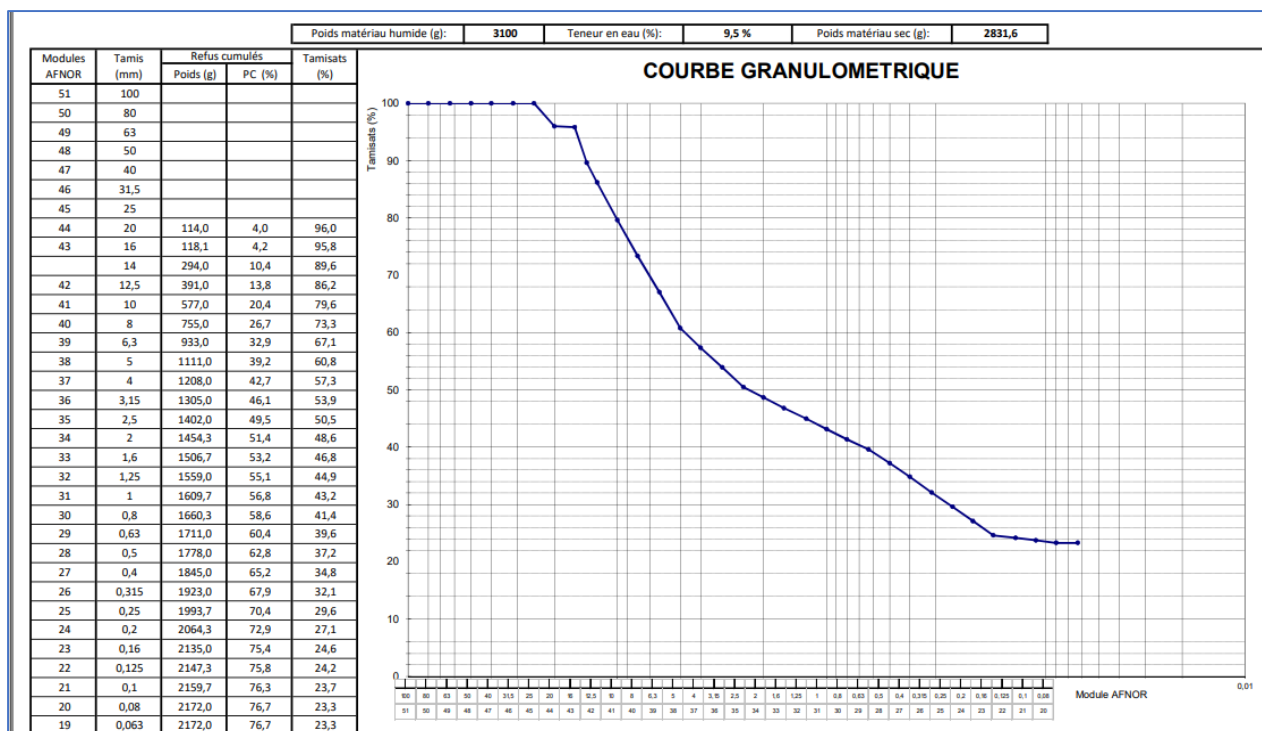


Figure 9: Courbe d'analyse granulométrique

Source : SARE B. P

3.2.2.2 Les limites d'Atterberg

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant.

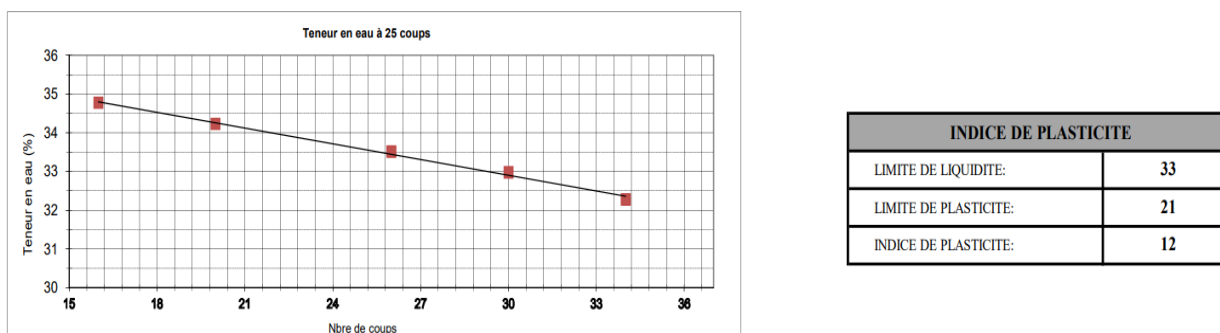


Figure 10 : Les limites d'Atterberg

Les essais d'identifications physiques et mécaniques faits au laboratoire SIMG ont donné les résultats résumés dans le tableau ci-après.

Caractéristiques de la plate-forme	
% passant inférieur à 63 μm	23.30

Indice de plasticité IP	12
Classification GTR (GTR, fascicule 2, 2023)	I2
Densité sèche optimale ($\gamma_{d\ opt}$) en t/m ³	2 .002
Teneur en eau optimale (w_{opt}) en %	12
Indice CBR à 95% OPM	34
Classe de portance (SETRA-LCPC)	P4 ou PF3
Classe de portance (CEBTP, 1984)	S5

La plate-forme est de classe S4 ou PF3.

3.2.3 Recherche de carrières d'emprunts

Cette opération consiste à chercher des carrières de matériaux de chaussées et d'agréats dans les environs immédiats de la zone du projet afin de réduire le coût de la réalisation du projet.

Deux volets seront identifiés pour cette activité avec les opérations suivantes :

3.2.3.1 Carrières de roche massive et agrégats

- Essais Los Angeles
- Essais Micro-Deval

3.2.3.2 Gîtes de matériaux pour remblais et matériaux latéritiques (pour couches de chaussée).

- Prélèvement d'échantillons
- Essais Proctor
- CBR
- Essais d'identification : analyse granulométrique complète, limites d'Atterberg (LL, IP), densité sèche, etc...

3.2.3.3 Les résultats de recherche de carrière

On a identifié un (01) empreint de graveleux latéritique dans le Village d'Adjahonmè à 12 km de Ahogbéya de puissance 10 à 15 000 m³ et extensible. Les

caractéristiques géotechniques sont présentées dans le tableau ci-dessous. Le sable lagunaire 0/5 de Dan sera utilisé pour le lit de pose et le 0/2 sera utilisé pour la fermeture des joints des pavés. Pour la fabrication du béton de pavé, on utilisera le sable 0/5 et le gravier concassé 5/15 de la carrière de Dan.

Tableau 8 : Caractéristique géotechnique de l'emprunt de graveleux latéritique

Désignation	AG		LA	OPM		CBR		Classification HRB
	2 mm	0.08 mm	IP	DS	wopt	95%	GL	
Empreint de graveleux de d'Adjahonmè	41	22	14	2.14	8.1	72	0.15	A2-6

Source : SARE B. P.

Tableau 9 : Carrières d'approvisionnement des emprunts

Matériaux	Carrière	Lieu
Latérite	KPEVIDJI	ADJAHONME
Sable	BCG	Dan
Gravier concassé	BCG	Dan

Source : SARE B. P.

3.3 RESULTATS D'ETUDES HYDRAULIQUES

La formule retenue pour la zone sahélo soudanienne : $Q_{10} = 850 \cdot P^{0,20} C^{1,11} A^{0,80} \times M$

- **Le profil en travers type**

Il donne la largeur de la route qui vaut :

$$0,12 + 2,00 + 0,40 + 3,50 + 3,50 + 0,40 + 2,00 + 0,12 = 12,04\text{m}$$

Pour chaque canal,

- la largeur de la surface d'alimentation vaut
- $(12,04/2 + 35,00) = 6,02 + 35,00 = 41,02 \text{ m}$
- la longueur de la surface d'alimentation vaut
- $62,5 + 187,5 + 500 + 137,5 + 218,4 + 64,5 = 1170,4$
- **la surface d'alimentation vaut**

$$A1 = 41,02 \text{ m} \times 75,00 = 3076,5 \text{ m}^2 = \mathbf{0,3077 \text{ ha}}$$

$$A2 = 41,02 \text{ m} \times 1095,4 = 44\,933,3 \text{ m}^2 = \mathbf{4,493 \text{ ha}}$$

▪ **Le coefficient C de ruissellement**

- 15 % (6,02/41,02) Surfaces presque totalement imperméabilisées (C : 0,9)
- 85 % (35,00/41,02) Habitations dense (près de 100 logements / ha) (C : 0,7)
- Le coefficient moyen C de ruissellement = $(0,9 \times 15 + 85 \times 0,7) / (15 + 85)$

$$= (13,5 + 59,5) / 100 = \mathbf{0,733}$$

▪ **La pente P1 à adopter est prise égale à celle du tronçon P06 –P01**

- $P1 = 0,00704$ pour l'aire $A1 = \mathbf{0,3077 \text{ ha}}$
- Calcul du rapport $\frac{L1}{\sqrt{A1}} = \frac{75,00}{\sqrt{3077}} = 1,35$ alors $M1 = \mathbf{1,260}$
- $Q_{a10} = 850 \cdot P_1^{0,20} \cdot C^{1,11} \cdot A_1^{0,80} \cdot M_1$
- $Q_{a10} = 1,260 \times 850 \times (0,00875)^{0,20} \times (0,733)^{1,11} \times 0,3077^{0,8} = 115 \text{ l/s} = 0,1157 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{a20} = 1,25 Q_{10} = 1,25 \times 0,115 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{0,144 \text{ m}^3/\text{s}}$
- $Q_{a50} = 1,60 Q_{10} = 1,60 \times 0,115 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{0,184 \text{ m}^3/\text{s}}$

▪ **La pente P2 à adopter est prise égale à celle du tronçon P06 –P00**

- $(1170,4 - 75,00) \times 0,10 = 109,54 \text{ m}$
- A 109,54 m de P06 on est à l'abscisse $75,00 + 109,54,8 = 184,54 \text{ m}$, la cote vaut 216,06 m
- A 109,54 m avant P95, on est à l'abscisse $1170,4 - 109,54 = 1060,86 \text{ m}$, la cote vaut 201,84
- $P2 = \frac{216,06 - 201,84}{1095,40 - 109,54 \times 2} = \frac{14,22}{876,32} = 0,01623$
- Calcul du rapport $\frac{L2}{\sqrt{A2}} = \frac{1095,4}{\sqrt{44933}} = 5,17$ alors $M_2 = 0,7$
- $Q_{b10} = 850 \cdot P_2^{0,20} \cdot C^{1,11} \cdot A_2^{0,80} \cdot M_2$
- $Q_{b10} = 0,7 \times 850 \times (0,01623)^{0,20} \times (0,733)^{1,11} \times 4,4933^{0,8} = 615 \text{ l/s} = \mathbf{0,615 \text{ m}^3/\text{s}}$
- $Q_{b20} = 1,25 Q_{10} = 1,25 \times 0,619 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{0,769 \text{ m}^3/\text{s}}$
- $Q_{b50} = 1,60 Q_{10} = 1,60 \times 0,619 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{0,990 \text{ m}^3/\text{s}}$

3.3.1.1 Validité des conditions d'application de la méthode

- L'aire $A = 4,8 \text{ ha} \rightarrow A < 200 \text{ ha}$
- La pente $P = 0,015 = 1,5 \% \rightarrow 2 \% < P < 5 \%$
- Les pentes extrêmes $P_{\min} = 0,35 \%$ et $P_{\max} = 2,5 \%$ un rapport $2,5/0,35 = 7,14 < 20$
- le coefficient de ruissellement $C = 0,733 \rightarrow 0,2 < C < 1$

3.3.2 Calculs hydrauliques

Au départ, nous avons calculé canaux en section hydrauliquement favorable, section rectangulaire. Elle se caractérise par : $b = 2h$; $R = h/2$; $S = b.h = 2h.h = 2h^2$.

Nous avons considéré que les parois seront béton armé vibré et lissé et $K_s = 63$ et $Q = K_s.S.R^{2/3}.I^{1/2}$

$$Q = 63 \times 2h^2 \times (h/2)^{2/3} \times I^{1/2} = 2 \times 63 \times (1/2)^{2/3} \times h^{2+2/3} \times I^{1/2}$$

La transformation de l'équation de Strickler permet de calculer la profondeur h directement.

On en déduit la largeur au plafond b . En introduisant la revanche ($h + r$) on retient profondeur ronde H et une largeur arrondie B . On calcule à nouveau la section S , le périmètre P et le rayon hydraulique paramétré avec h dont on détermine de façon itérative la valeur

$$Q = 2 \times 63 \times (0,63) \times h^{8/3} \times I^{1/2}$$

$$Q = (79,38 \times I^{1/2}) \times h^{8/3}$$

$$h = \left(\frac{Q}{79,38\sqrt{I}} \right)^{3/8}$$

$$h = \left(\frac{Q}{79,38\sqrt{I}} \right)^{0,375}$$

Tableau 10 : Le calcul des dimensions brutes des canaux par tronçon et pente

a) $Q_{\text{pointe}} = 0,144 \text{ m}^3/\text{s}$ $K_s = 63$: Béton armé, vibré et lissé ; $Q_{\text{pointe}} = 0,769 \text{ m}^3/\text{s}$ ($U = 20 \text{ ans}$)

Tronçon	P06-P01	P06-P15	P15-P21	P21-P57	P57-P70	P70-P72	P72-P80	P80-P95
Pente	0,00875	0,00649	0,00423	0,01678	0,02716	0,02012	0,00748	0,00534
h	0,228	0,452	0,490	0,378	0,346	0,366	0,440	0,469
b	0,456	0,904	0,979	0,756	0,691	0,731	0,880	0,937

b) $Q_{\text{pointe}} = 0,184 \text{ m}^3/\text{s}$ $K_s = 63$: Béton armé, vibré et lissé ; $Q_{\text{pointe}} = 0,9904 \text{ m}^3/\text{s}$ ($U = 50 \text{ ans}$)

Tronçon	P06-P01	P06-P15	P15-P21	P21-P57	P57-P70	P70-P72	P72-P80	P80-P95
Pente	0,00875	0,00649	0,00423	0,01678	0,02716	0,02012	0,00748	0,00534
h	0,250	0,497	0,538	0,416	0,380	0,402	0,484	0,515
b	0,500	0,994	1,077	0,831	0,760	0,804	0,967	1,031

Nous avons retenu les canaux de dimensions uniques 100 cm x 100cm, utilisés dans la ville

Tableau 11 : Les dimensions retenues en tenant compte des canaux existants dans ville de Klouékanmè

Tronçon	P06-P01	P06-P15	P15-P21	P21-P57	P57-P70	P70-P72	P72-P80	P80-P95
Pente	0,00875	0,00649	0,00423	0,01678	0,02716	0,02012	0,00748	0,00534
H cm	100	100	100	100	100	100	100	100
B cm	100	100	100	100	100	100	100	100

Les dimensions retenues ne donnent plus des sections hydrauliquement favorables. Il faut reprendre de façon itérative le calcul des nouveaux tirants d'eau et vérifier les vitesses d'écoulement.

Tableau n° 05 Calcul des tirants d'eau et vitesse au Q_{pointe} de 20 ans et de 50 ans

a) $Q_{\text{pointe}} = 0,144 \text{ m}^3/\text{s}$ $K_s = 63$: Béton armé, vibré et lissé ; $Q_{\text{pointe}} = 0,769 \text{ m}^3/\text{s}$

Tronçon	P06-P01	P06-P15	P15-P21	P21-P57	P57-P70	P70-P72	P72-P80	P80-P95
Pente	0,00875	0,00649	0,00423	0,01678	0,02716	0,02012	0,00748	0,00534
H	100	100	100	100	100	100	100	100
B	100	100	100	100	100	100	100	100
h	0,12	0,41	0,48	0,29	0,25	0,27	0,39	0,44
V (m/s)	1,24	1,88	1,60	2,64	3,14	2,80	1,98	1,75

b) $Q_{\text{pointe}} = 0,0184 \text{ m}^3/\text{s}$ $K_s = 63$: Béton armé, vibré et lissé ; $Q_{\text{pointe}} = 0,099 \text{ m}^3/\text{s}$

Tronçon	P06-P01	P06-P15	P15-P21	P21-P57	P57-P70	P70-P72	P72-P80	P80-P95
Pente	0,00875	0,00649	0,00423	0,01678	0,02716	0,02012	0,00748	0,00534
H	100	100	100	100	100	100	100	100

B	100	100	100	100	100	100	100	100
h	0,0322	0,102	0,1166	0,075	0,0644	0,071	0,097	0,109
V (m/s)	0,57	0,98	0,85	1,32	1,54	1,40	1,02	0,92

Le dimensionnement hydraulique des dalots consiste à déterminer les dimensions de la section des dalots : l'ouverture et la hauteur libre. Le débit de crue étant calculé, nous allons déterminer le débit cinquantennal pour le dimensionnement hydraulique des dalots. La section de dalot retenue est 150x150 cm².

Les dalots existants sur le tronçon d'étude seront démolis car certains présentent déjà quelques fissures. Un double dalot de 150x150 cm² sera implanté au PK 1+150.86.

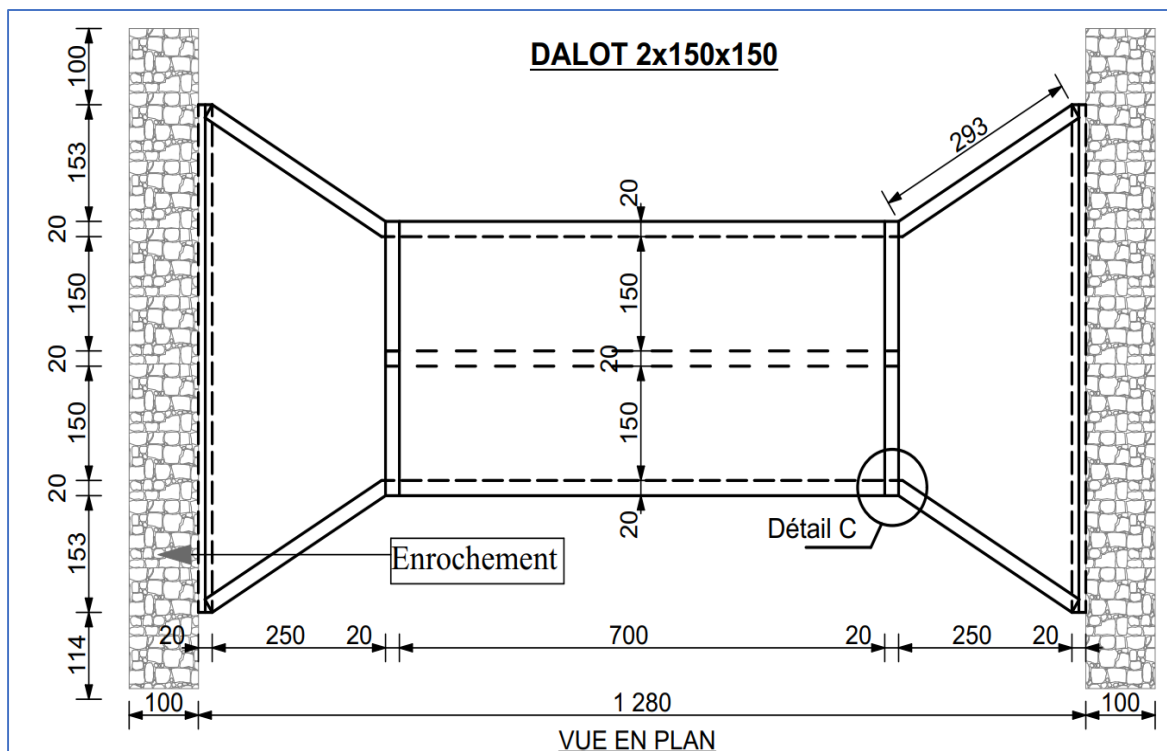


Figure 11 : Vue en plan du double dalot de 150x150

3.4 DIMENSIONNEMENT DE LA STRUCTURE DE CHAUSSEE

La structure obtenue après calcul est la suivante :

- Couche de revêtement : pavé TRIEF de 11 cm d'épaisseur pour la chaussée et de 08 cm d'épaisseur pour les trottoirs ;
- Lit de pose en sable lagunaire 0/5 de 3 cm d'épaisseur ;
- Couche de base en graves non traités de 16 cm d'épaisseur ;
- Sable lagunaire 0/2 pour la fermeture des joints.

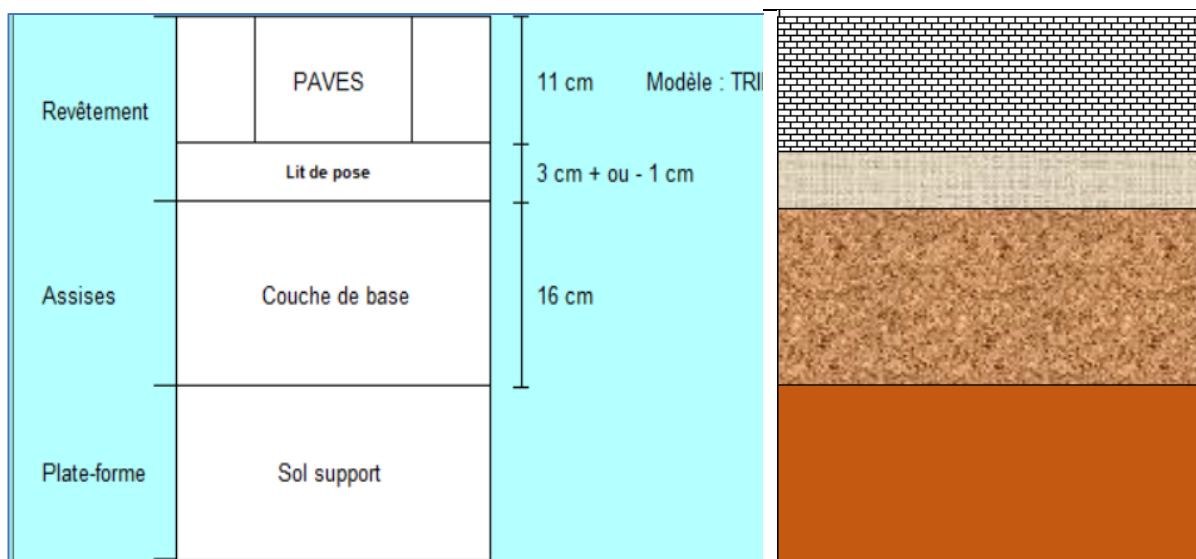


Figure 12 : Coupe de la chaussée après calcul

A la validation de l'APS, la proposition retenue par le maître d'ouvrage est la suivante :

Variante proposée	Couche de surface	Pavé Trief	11
	Lit de pose	Sable lagunaire 0/5	3
	Couche de base	Graves latéritiques	20

3.5 DIFFICULTES RENCONTREES

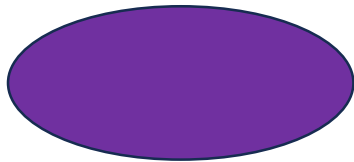
Durant notre séjour à BACOS-AFRIC, nous n'avons pas été confrontés à des difficultés majeures. Néanmoins, nous n'avons eu à faire face à quelques –unes à savoirs :

Les conditions de travail :

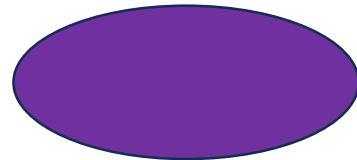
- L'utilisation de matériels de substitution et / ou pas très moderne pour réaliser certains essais ;
- Le manque de certains matériels ;
- Le manque d'équipements de protection.

3.6 SUGGESTIONS

Il serait préférable d'acquérir des outils modernes, d'une technologie de pointe, d'avoir et de fournir assez tôt les matériels de réserve en cas d'usure.



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 séjour à BACOS-AFRIC, 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.

Conscients que cette œuvre n'est pas parfaite, à l'instar de toute œuvre humaine, nous vous la soumettons à l'appréciation du président du jury. Vos suggestions en vue de l'amélioration du présent document, nous serons profitables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Cours de mécanique des sols 1 et 2 de Dr Yvette TANKPINOU KIKI ;
- Rapport de fin de formation des années antérieures réalisé par les anciens étudiants ;
- Norme des différents essais d'identification disponible à la SNERTP ;
- Cours de route 2 (Conception et Dimensionnement des Chaussées INSTI-LOKOSSA) de Mr PADONOU G.Tankpinou Abdoul Sèmiyoi ;
- Les articles de l'association Française de Normalisation ;
- Navigateur de recherche Google ;
- Guide des essais Géotechnique 1-J.Léreau ;
- Gravier express Bénin ;
- Proviteq.com ;
- Civlmania.com.

TABLE DES MATIERES

Dédicace.....	iv
Remerciements.....	v
Sommaire.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTES DES PHOTOS.....	ix
Liste des tableaux.....	x
LISTE DES ACRONYMES.....	xi
RESUME.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 : CADRE INSTITUTIONNEL DU STAGE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE	1
1.1 Présentation du Centre Autonome de Perfectionnement de l'EPAC	2
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 BACOS-AFRIC.....	6
1.2.1 Atouts et valeurs de BACOS-AFRIC.....	6
1.2.2 Les domaines de compétences	6
1.2.3 Assistance conseils en gestions des carrières et mines.	7
1.2.4 Personnel du bureau d'études et de contrôles BACOS-AFRIC.....	8
1.2.5 Situation géographique de l'entreprise.....	9
CHAPITRE 2 : Déroulement de stage	10
2.1 Présentation du projet	11
2.2 BREVE PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET DU PROJET	14
2.2.1 Le cadre physique La situation géographique.....	14
2.2.2 Le relief	15

2.2.3	Le climat et l'hydrographie.....	15
2.2.4	Le sol et la végétation.....	15
2.3	La démarche méthodologique de l'étude du projet.....	17
2.3.1	Visite du site et la description de l'état des lieux.....	17
2.3.2	Étude topographique et géotechnique	17
2.3.2.1	Étude topographique.....	17
2.3.2.1.1	Polygonation	18
2.3.2.1.2	Les levés de détails	18
2.3.2.1.3	Traitement des données.....	19
2.3.2.2	Etude géotechnique.....	19
2.3.2.2.1	Etat des lieux.....	19
2.3.2.2.2	Reconnaissance des sols de la plate-forme et leurs caractéristiques..	20
2.3.2.2.3	Etude de la lithologie du sol en place	22
2.3.2.2.4	Identification de la plateforme support de chaussée	23
2.3.2.2.4.1	Analyse granulométrique par tamisage	23
2.3.2.2.4.2	Les Limites d'Atterberg.....	23
2.3.2.2.4.3	Essai au bleu de méthylène.....	24
2.3.2.2.4.4	Essai Proctor	24
2.3.2.2.4.5	Essai CBR.....	25
2.3.2.2.4.6	Classification.....	25
2.3.2.2.4.7	Bilan des portances du sol naturel	26
2.3.2.3	Classification des sols en fonction de leur portance selon le CEBTP, 1984.....	27
2.3.2.4	Recherche de carrières d'emprunts	27
2.3.2.4.1	Carrières de roche massive et agrégats.....	27
2.3.2.4.2	Gîtes de matériaux pour remblais et matériaux latéritiques (pour couches de chaussée).....	27
2.3.3	Etude détaillée de la géométrie de la route.....	27
2.3.4	Choix du type de route	29
2.3.4.1	La vitesse de référence	29

2.3.4.2	Géométrie éclatée	30
2.3.4.3	Catégorie de la route	30
2.3.4.4	Le tracé en plan.....	30
2.3.4.5	Profil en long.....	31
2.3.4.6	Profil en travers type	32
2.3.5	Assainissement de la route.....	35
2.3.5.1	Choix des pavés.....	36
2.3.5.2	Les éléments constitutifs d'une chaussée en pavé de béton.....	37
2.3.6	Dimensionnement de la structure de chaussée.....	39
2.3.7	Étude hydrologique et hydraulique.....	40
2.3.7.1	Données hydrologiques et hydrauliques de la zone d'étude	40
2.3.7.2	Etude des bassins versants	41
2.3.7.3	Calcul des débits hydrologiques	43
2.3.7.4	Conditions de validité de la méthode de caquot	43
2.3.7.5	Hypothèses sur le dimensionnement des canaux.....	44
2.3.8	Dimensionnement des éléments en béton arme	44
2.3.8.1	Dimensionnement du dalot double 2X150X150	44
2.3.8.2	Hypothèses de base de calcul.....	45
2.3.8.3	Normes et réglementations.....	45
2.3.8.4	Type de fissuration.....	45
2.3.8.5	Matériaux béton et acier	45
a.	Le béton	45
b.	L'acier.....	46
2.3.8.6	Le sol	46
2.3.8.7	Principe de calcul des efforts et sollicitations	46
CHAPITRE 3 : PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSIONS, DIFFICULTES RENCONTREES ET SUGGESTIONS		47
3.1	Résultats de l'étude topographique.....	48
3.2	Résultats des essais géotechniques	49
3.2.1	Résultats d'essai à la tarière	49

3.2.2	Résultats d'essais de caractérisation de la plateforme support de chaussée	50
3.2.2.1	Essai d'analyse granulométrique par tamisage	50
3.2.2.2	Les limites d'Atterberg	51
3.2.3	Recherche de carrières d'emprunts	52
3.2.3.1	Carrières de roche massive et agrégats.....	52
3.2.3.2	Gîtes de matériaux pour remblais et matériaux latéritiques (pour couches de chaussée).....	52
3.2.3.3	Les résultats de recherche de carrière	52
3.3	Résultats d'études hydrauliques	53
3.3.1.1	Validité des conditions d'application de la méthode	55
3.3.2	Calculs hydrauliques	55
3.4	Dimensionnement de la structure de chaussée.....	58
3.5	Difficultés rencontrées	59
3.6	Suggestions	59
CONCLUSION		60
TABLE DES MATIERES.....		63

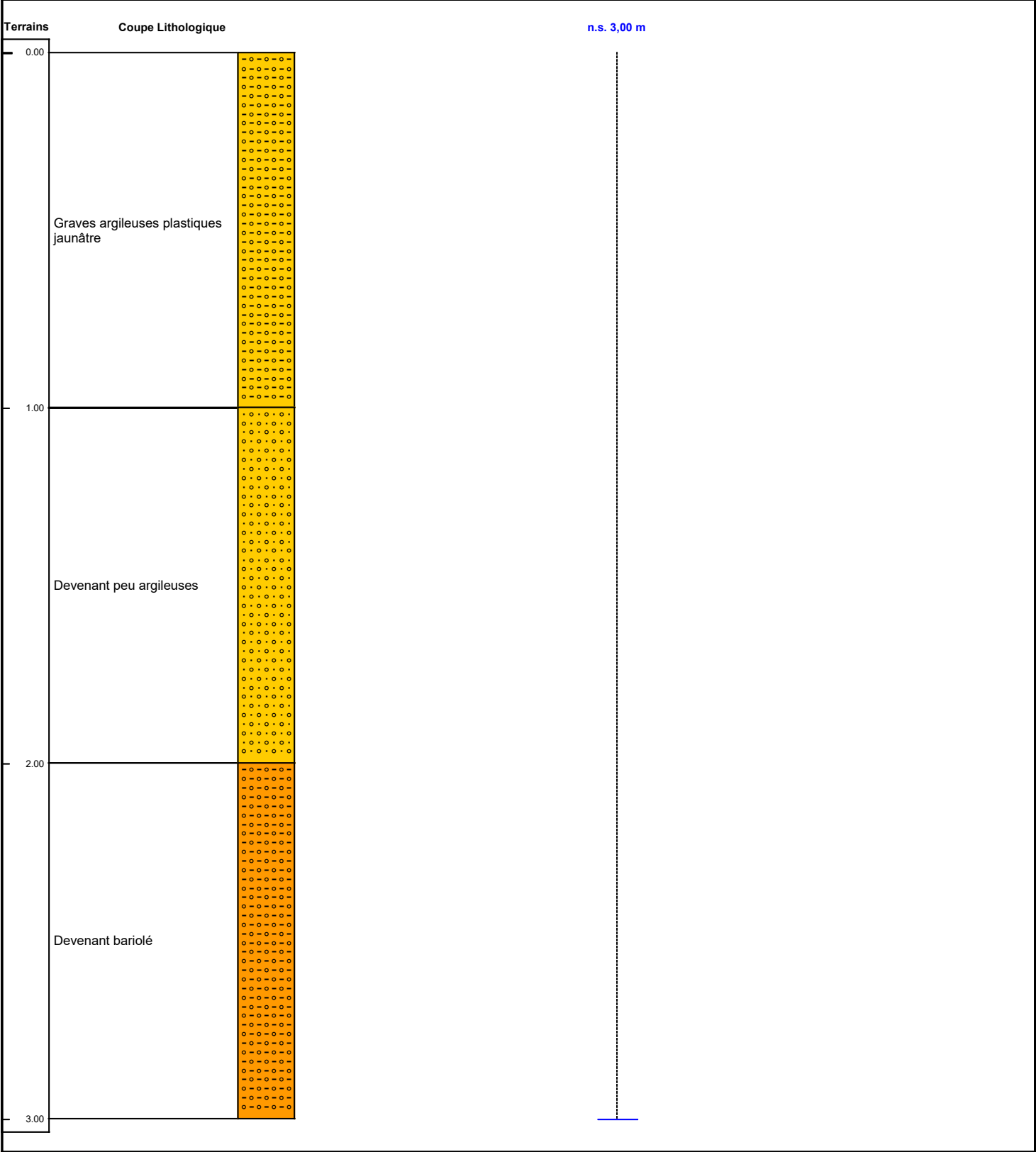
ANNEXES

Client : Maitre d'oeuvre : Localisation de l'ouvrage :	ST1	Travaux réalisés : du : 18/04/2024 au : 18/04/2024
	ABETWO ACTION	Coordonnées de l'ouvrage : Lambert 1 carto métrique Longitude (X): 0 Latitude (Y): 0 Altitude sol (Z): +0,000 m
	KLOUEKAMEY	

Echelle : 1/15

Profondeurs en m au-dessous du repère zéro sol (signe + au-dessus)

Nombre de forages : 1



	Le 28 / 04 / 2024 à Abomey-calavi
	CERTIFIE CONFORME A L'OUVRAGE EXECUTE Tampon et signature du chef d'entreprise

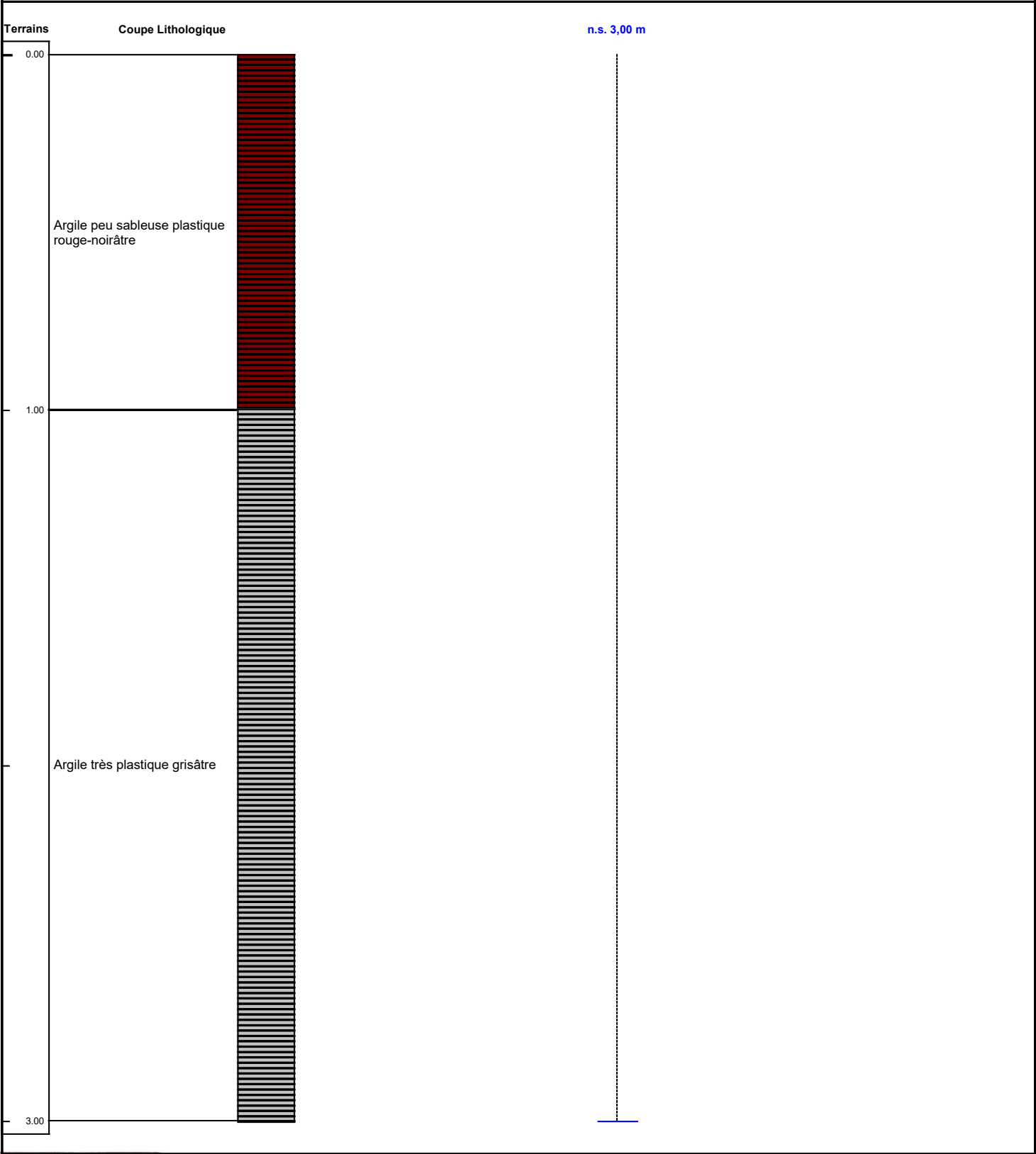
Client : Maitre d'oeuvre : Localisation de l'ouvrage :	ST2		Travaux réalisés : du : 18/04/2024 au : 18/04/2024
	ABETWO ACTION		Coordonnées de l'ouvrage : Lambert 1 carto métrique Longitude (X): 0 Latitude (Y): 0 Altitude sol (Z): +0,000 m

	KLOUEKAMEY		

Echelle : 1/15

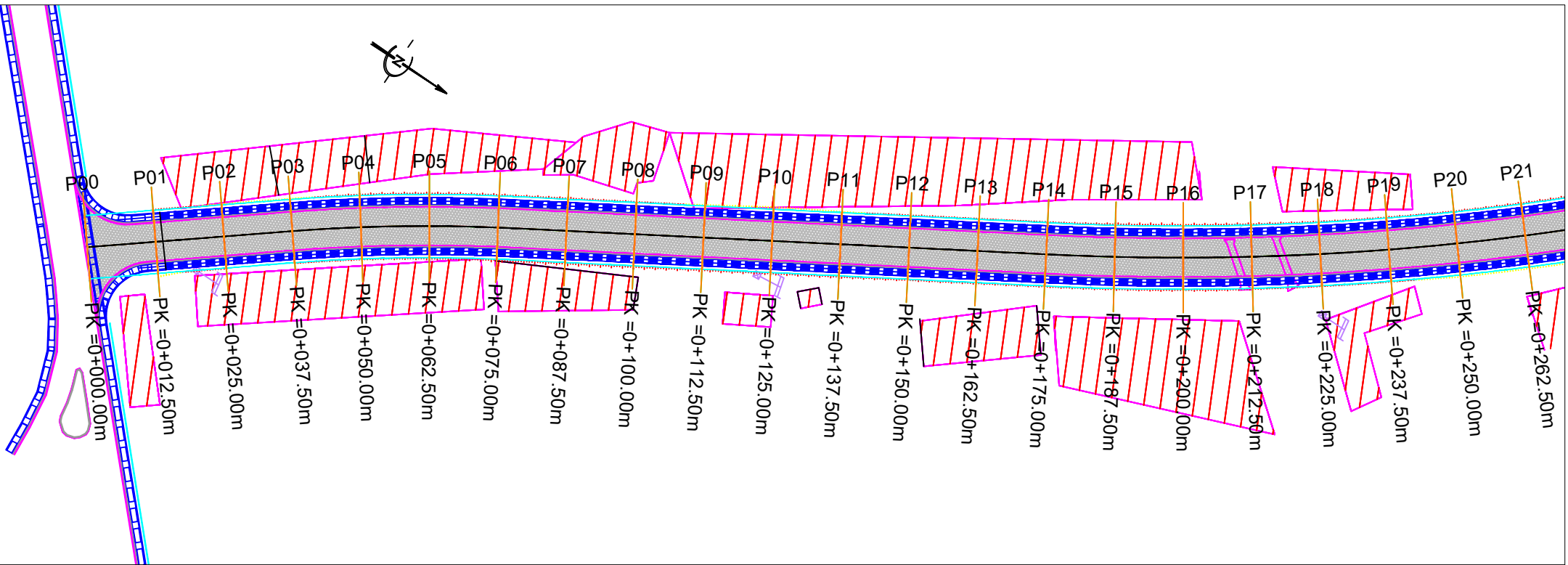
Profondeurs en m au-dessous du repère zéro sol (signe + au-dessus)

Nombre de forages : 1



	Le 28./04./2024 à Abomey-calavi
	CERTIFIE CONFORME A L'OUVRAGE EXECUTE
	Tampon et signature du chef d'entreprise

LEGENDE		
N°	Désignations	Symboles
01	Chaussée	
02	Caniveaux	
03	Trottoir	
04	Bordure T2	
05	Dalots existants	
06	Vannes d'eau	
07	Arbres	
08	Haute tension	
09	Bâtiments	
10	Nord	
11	Ouvrage d'accès	

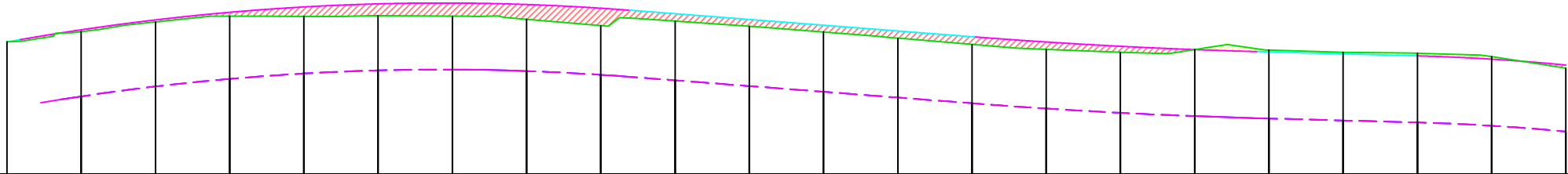


Axe : Axe



Echelle en X : 1/1000

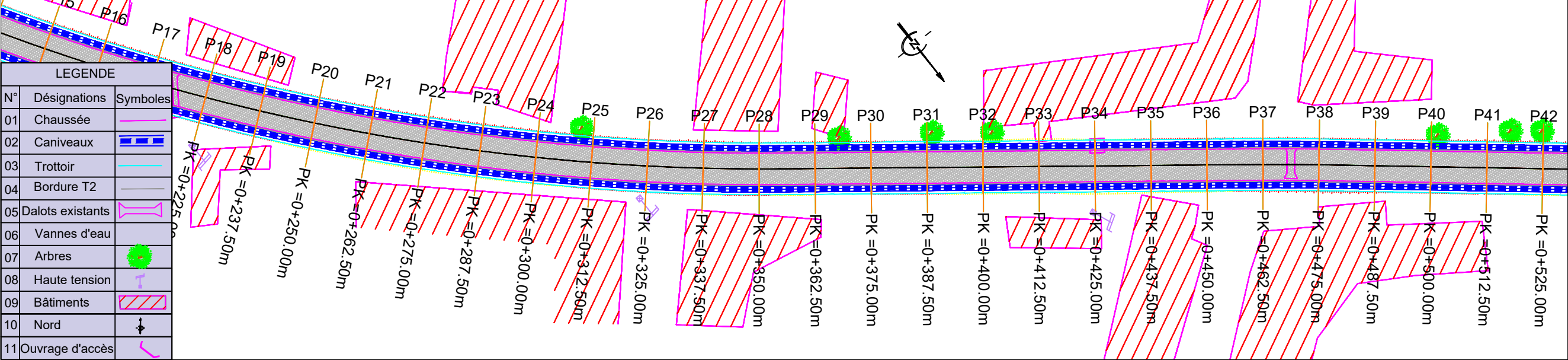
Echelle en Y : 1/100

PC : 214.00 m



Numéro de profils en travers	P00	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21																					
Altitudes TN	216.23	216.40	216.56	216.66	216.65	216.67	216.66	216.61	216.50	216.57	216.49	216.39	216.29	216.18	216.10	216.05	216.10	216.09	216.05	216.03	215.98	215.78																					
Altitudes Projet	216.23	216.43	216.60	216.73	216.82	216.87	216.88	216.86	216.79	216.70	216.60	216.51	216.41	216.31	216.22	216.15	216.05	216.06	216.02	215.99	215.93	215.83																					
Ecart s Projet - TN	0.03	0.03	0.04	0.07	0.16	0.20	0.22	0.25	0.29	0.13	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.10	-0.00	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04																						
Abcisses	0+000.00	0+012.50	0+025.00	0+037.50	0+050.00	0+062.50	0+075.00	0+087.50	0+100.00	0+112.50	0+125.00	0+137.50	0+150.00	0+162.50	0+175.00	0+187.50	0+200.00	0+212.50	0+225.00	0+237.50	0+250.00	0+262.50																					
Distances partielles	2.23	10.27	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	4.83	7.67	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	10.59	12.50	12.49	12.51	12.50																					
Pentes et rampes	RP = -4085.00 L = 102.60									PENTE L = 58.26 m P = -0.77 %						RP = 9375.00 L = 47.50			PENTE L = 26.90 m P = -0.27 %		RP = -3540.00 L = 25.01																						
Alignements droits et courbes	DROITE L = 36.49 m			R = 321.14 m L = 40.91 m			DROITE L = 98.28 m									R = 490.00 m L = 86.81 m																											
Fil d'eau caniveau gauche		15.31	215.31	15.47	215.47	15.60	215.60	15.69	215.69	15.74	215.74	15.76	215.76	15.73	215.73	15.67	215.67	15.58	215.58	15.48	215.48	15.38	215.38	15.29	215.29	15.19	215.19	15.10	215.10	15.03	215.03	14.97	214.97	14.93	214.93	14.90	214.90	14.87	214.87	14.81	214.81	14.71	214.71
Fil d'eau caniveau droite		15.31	215.31	15.47	215.47	15.60	215.60	15.69	215.69	15.74	215.74	15.76	215.76	15.73	215.73	15.67	215.67	15.58	215.58	15.48	215.48	15.38	215.38	15.29	215.29	15.19	215.19	15.10	215.10	15.03	215.03	14.97	214.97	14.93	214.93	14.90	214.90	14.87	214.87	14.81	214.81	14.71	214.71

 <div>REPUBLICQUE DU BENIN Fraternité - Justice - Travail</div> <div>MINISTERE DES INFRASTRUCTURES ET DES TRANSPORTS (M.I.T)</div> <div>DEPARTEMENT DU COUFFO</div> <div>COMMUNE DE KLOUEKANME</div>	PROJET	ECHELLE : @ Format A3	TYPE DE PLAN:	Conçu par: AGBLO INNOCENT	Rév.	Date	Modifications
	Etudes techniques d'assainissement et pavage du tronçon de rue "Rond Point Klouékanmè-Hôpital de zone".	BUREAU D'ETUDE	TRACE COMBINE (Vue en plan + Profil en long)	Contrôlé par: LOHAHOUEDE Ghislain	00	04/09/23	Version 0
				Approuvé par:	01		
				PLANCHE N°: N°1	02		
				PHASE: ETUDE	03		
	Pavage du tronçon de rue "Rond Point Klouékanmè Hôpital de zone".	 <div>Etudes, contrôle et suivi des travaux de BTP Tél: 229 967 524 511 989 224 51 Email: lohahouedeghislain06@gmail.com</div>		ECHELLES: 1/1000 1/100	04		

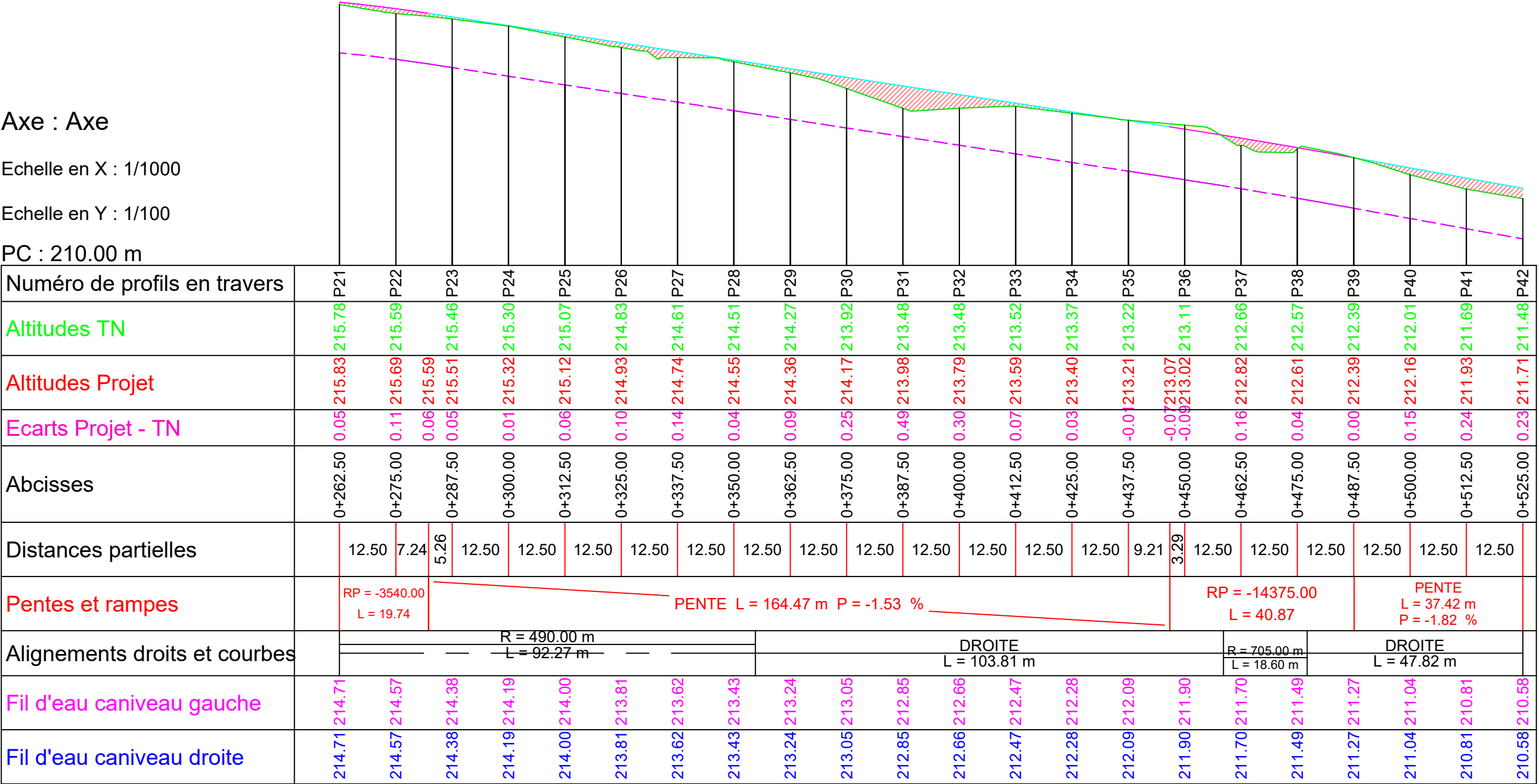



Axe : Axe

Echelle en X : 1/1000

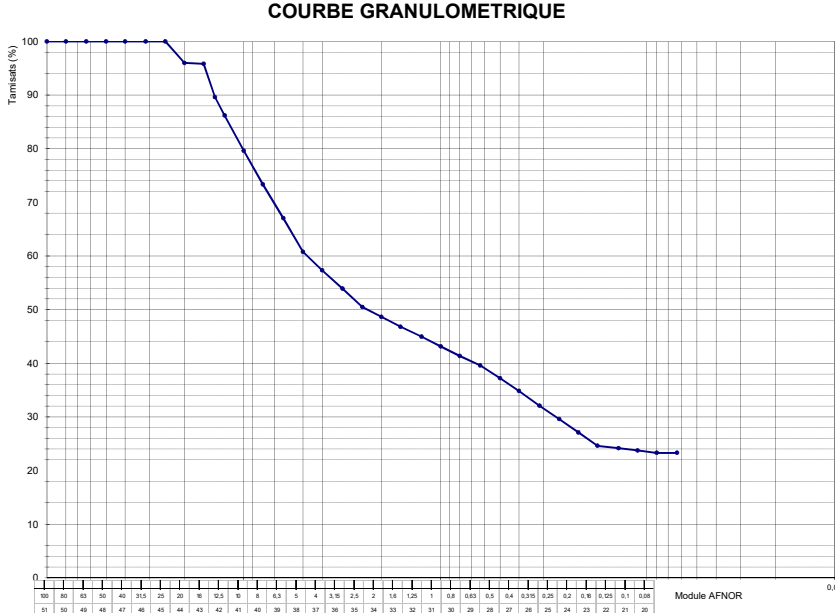
Echelle en Y : 1/100

PC : 210.00 m



 Laboratoire Géotechnique	ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE EN ISO 17892-4 de 01-2018	NF	FT 002 Version A du 24/08/2022
REFERENCE DU CHANTIER			
Demandeur	ABETWO ACTION	N° Dossier	SIMG-BJ-LAB-24-0085
Maître d'ouvrage	-	Affaire	-
Maître d'œuvre	-	Chantier	Réalisation des études d'assainissement et de pavage du tronçon Rond-point klouékanmè-Hopital de Zone.
Type d'intervention		Partie	-
ECHANTILLON			
	PM 0,00m à 1,00m	Prélevé le	
Lieu de prélèvement	klouékanmè	Réceptionné le	19/04/2024
Méthode de prélèvement (in situ)	Prélèvement manuel		
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE			
Date d'essai	24/04/2024	Opérateur	H.Roméo
		Contrôleur	L.François
Nature du matériau	Graveleux latéritique	Mode de prélèvement	QUARTAGE
Poids matériau humide (g):		3100	Teneur en eau (%):
			9,5 %
Poids matériau sec (g):		2831,6	
Modules AFNOR	Tamis (mm)	Refus cumulés Poids (g) PC (%)	Tamisats (%)
51	100		
50	80		
49	63		
48	50		
47	40		
46	31,5		
45	25		
44	20	114,0 4,0	96,0
43	16	118,1 4,2	95,8
	14	294,0 10,4	89,6
42	12,5	391,0 13,8	86,2
41	10	577,0 20,4	79,6
40	8	755,0 26,7	73,3
39	6,3	933,0 32,9	67,1
38	5	1111,0 39,2	60,8
37	4	1208,0 42,7	57,3
36	3,15	1305,0 46,1	53,9
35	2,5	1402,0 49,5	50,5
34	2	1454,3 51,4	48,6
33	1,6	1506,7 53,2	46,8
32	1,25	1559,0 55,1	44,9
31	1	1609,7 56,8	43,2
30	0,8	1660,3 58,6	41,4
29	0,63	1711,0 60,4	39,6
28	0,5	1778,0 62,8	37,2
27	0,4	1845,0 65,2	34,8
26	0,315	1923,0 67,9	32,1
25	0,25	1993,7 70,4	29,6
24	0,2	2064,3 72,9	27,1
23	0,16	2135,0 75,4	24,6
22	0,125	2147,3 75,8	24,2
21	0,1	2159,7 76,3	23,7
20	0,08	2172,0 76,7	23,3
19	0,063	2172,0 76,7	23,3

COURBE GRANULOMETRIQUE



Observations: Forte concentration de débris

Responsable Labo




LALEYE François

Responsable Technique

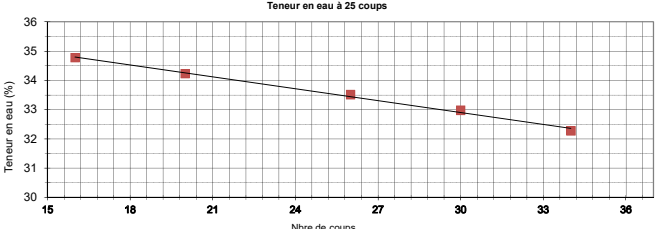


HOUNGNON Arnel

 Laboratoire Géotechnique	<h2 style="margin: 0;">Détermination des limites d'Atterberg</h2> <h3 style="margin: 0;">NF P 94 051 de 03-1993</h3>	FE 103 Version A Du 04/09/2022	
REFERENCE DU CHANTIER			
Demandeur	ABETWO ACTION	N° Dossier	SIMG-BJ-LAB-24-0085
Maitre d'ouvrage		Affaire	
Maitre d'œuvre		Chantier	Réalisation des études d'assainissement et de pavage du tronçon Rond-point klouékanmè-Hopital de Zone.
Type d'intervention	Essais de laboratoire	Partie	
ECHANTILLON		Prélevé le	
Lieu de prélèvement	PM 0,00m à 1,00m	Réceptionné le	
Méthode de Prélèvement	klouékanmè	Prélèvement manuel	
DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG AVEC LA METHODE A LA COUPELLE DE CASAGRANDE			
Date d'essai	08/02/2024	Opérateur	H.Roméo
Nature du sol	Graveleux latéritique	Contrôleur	L.François
		Méthode de prélèvement	QUARTAGE

LIMITE DE LIQUIDITE									
Nombre de coups:	16	20	26	30	34				
Numéro de la tare:	30	19	L	4i	39				
Poids total humide:	15,88	16	15,54	16,12	15,85				
Poids total sec:	13,3	13,45	13,03	13,64	13,41				
Poids de la tare	5,88	6	5,54	6,12	5,85				
Poids d'eau:	2,58	2,55	2,51	2,48	2,44				
Poids du sol sec:	7,42	7,45	7,49	7,52	7,56				
Teneur en eau (%):	34,8	34,2	33,5	33,0	32,3				
Moyenne (%):	34,8	34,2	33,5	33,0	32,3				

LIMITE DE PLASTICITE			
Numéro de la tare:	G5	H	
Poids total humide:	5,99	6,23	
Poids total sec:	5,93	6,15	
Poids de la tare	5,63	5,78	
Poids d'eau:	0,06	0,08	
Poids du sol sec:	0,3	0,37	
Teneur en eau (%):	20,0	21,6	
Moyenne (%):	21		



Teneur en eau à 25 coups

INDICE DE PLASTICITE	
LIMITE DE LIQUIDITE:	33
LIMITE DE PLASTICITE:	21
INDICE DE PLASTICITE:	12

Responsable Laboratoire



LALEYE François

Responsable Technique



HOUNGNON Arnel



Laboratoire Géotechnique

ESSAI DE COMPACTAGE PROCTOR NORMAL ET MODIFIE NF P 94 093 de 10-2014 et NF EN 13 286-2 12-2010

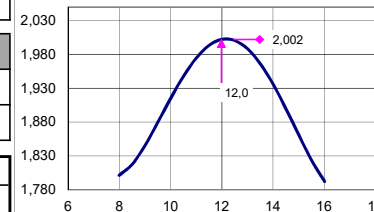
**FE 105
Version A
Du 04/09/2022**

REFERENCE DU CHANTIER			
Demandeur	ABETWO ACTION	N° Dossier	SIMG-BJ-LAB-24-0085
Maitre d'ouvrage	-	Affaire	-
Maitre d'œuvre	-	Chantier	Réalisation des études d'assainissement et de pavage du tronçon Rond-point klouékanmè-Hopital de Zone.
Type d'intervention	Essais de laboratoire	Partie	-

ECHANTILLON		Prélevé le
	PM 0,00m à 1,00m	
Lieu de prélèvement	klouékanmè	Receptionné le
Méthode de prélèvement (In situ)	Prélèvement manuel	

ESSAI DE COMPACTAGE PROCTOR NORMAL ET MODIFIE					
Date d'essai	22/04/2024	Opérateur	L.François	Contrôleur	H.Armel
Nature du sol	Graveleux latéritique	Mode de prélèvement	QUARTAGE		

ENERGIE DE COMPACTAGE		TYPE DE MOULE		TYPE DE DAME		TYPE DE MALAXAGE	
Normal	Modifié •	A	B •	A	B •	Manuel •	Mécanique



EAU D'HUMIDIFICATION		%	8	10	12	14	16
DENSITE HUMIDE	MASSE TOTALE HUMIDE (M_t)	g	7207	7542	7820	7745	7483
	MASSE DU MOULE (M_m)	g	3188	3188	3188	3188	3188
	MASSE MATERIAU HUMIDE ($M_h=M_t-M_m$)	g	4019	4354	4632	4557	4295
	VOLUME DU MOULE (V)	cm³	2066	2066	2066	2066	2066
	DENSITE HUMIDE ($d_h=M_h/V$)	t/m³	1,945	2,107	2,242	2,206	2,079
TENEUR EN EAU	MASSE HUMIDE (M_{1h})	g	500	500	500	500	500
	MASSE SECHE (M_{1s})	g	463	463	454	447	438
	POIDS D'EAU ($M_e=M_{1h}-M_{1s}$)	g	37	37	46	53	62
	TENEUR EN EAU ($w=100*M_e/M_{1s}$)	%	8,0	8,0	10,1	11,9	14,2
	TENEUR EN EAU MOYENNE	%	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
DENSITE SECHE ($d_s=d_h/(1+(w/100))$)		t/m³	1,801	1,916	2,002	1,934	1,792

Responsable Laboratoire

L.F.

LALLEY François

Responsable Technique

H.A.

HOUNGNON Armel

**INDICE CBR IMMEDIAT
INDICE CBR APRES IMMERSION
NF P 94 078 de 05-1997**

FE 106
Version A
Du 04/09/2022

REFERENCE DU CHANTIER

Demandeur	ABETWO ACTION	N° Dossier	SIMG-BJ-LAB-24-0085
Maitre d'ouvrage	-	Affaire	-
Maitre d'œuvre	-	Chantier	Réalisation des études d'assainissement et de pavage du tronçon Rond-point klouékanmè-Hopital de Zone.
Type d'intervention	Essais de laboratoire	Partie	-

ECHANTILLON

	PM 0,00m à 1,00m	Prélevé le	
Lieu de prélèvement	klouékanmè	Réceptionné le	19/04/2024

INDICE CBR IMMEDIAT / INDICE CBR APRES IMMERSION

Date d'essai	22/04/2024	Opérateur	H.Roméo	Contrôleur	L.François
Nature du sol	Graveleux latéritique	Mode de prélèvement		QUARTAGE	

		AVANT IMMERSION				APRES IMMERSION					
		ENERGIE	56 COUPS	25 COUPS	10 COUPS	ENERGIE	/	56 COUPS	25 COUPS	10 COUPS	
TENEUR EN EAU NF P 94 050	MASSE HUMIDE (M _{1h})	g	500	500	500	MASSE HUMIDE (M _{1h})	g	500	500	500	
	MASSE SECHE (M _{1s})	g	446,5	446,5	446,5	MASSE SECHE (M _{1s})	g	436	431	427	
	POIDS D'EAU (M _e =M _{1h} -M _{1s})	g	53,5	53,5	53,5	POIDS D'EAU (M _e =M _{1h} -M _{1s})	g	64	69	73	
	TENEUR EN EAU (W=100*Me/M1s)	%	12,0	12,0	12,0	TENEUR EN EAU (W/W _{opt} X100)	(W=100*Me/M1s)	%	14,7	16,0	17,1
	(W/W _{opt} X100)	%	99,9	99,9	99,9		(W/W _{opt} X100)	%	122,3	133,4	142,5
DENSITE	N° DU MOULE	/	N3	N5	N4	N° DU MOULE	/	N3	N5	N4	
	MASSE TOTALE HUMIDE (M _t)	g	10205	9795	9798	MASSE TOTALE HUMIDE (M _t)	g	10315	9957	9990	
	MASSE DU MOULE (M _m)	g	5455	5310	5564	MASSE DU MOULE (M _m)	g	5455	5310	5564	
	MASSE MAT. HUMIDE (M _{hm} =M _t -M _m)	g	4750	4485	4234	MASSE MAT. HUMIDE (M _{hm} =M _t -M _m)	g	4860	4647	4426	
	VOLUME DU MOULE (V)	cm ³	2122	2122	2122	VOLUME DU MOULE (V)	cm ³	2122	2122	2122	
	DENSITE HUMIDE (d _h =M _{hm} /V)	t/m ³	2,238	2,114	1,995	DENSITE HUMIDE (d _h =M _{hm} /V)	t/m ³	2,290	2,190	2,086	
	DENSITE SECHE (ds=dh/(1+(W/100))) (ds/d _{opt} x100)	t/m ³ %	1,999 99,8	1,887 94,3	1,782 89,0	DENSITE SECHE (ds=dh/(1+(W/100))) (ds/d _{opt} x100)	(ds=dh/(1+(W/100)))	t/m ³ %	1,997 99,8	1,888 94,3	1,781 89,0

GONFLEMENT				
	TEMPS	56 COUPS	25 COUPS	10 COUPS
GONFLEMENT LINEAIRE ABSOLU (mm)	24 HEURES			
	48 HEURES			
	72 HEURES			
	96 HEURES	0	0	0,00
GONFLEMENT LINEAIRE RELATIF (%)		0,00	0,00	0,00

Responsable Laboratoire



LALLEY François

Responsable Technique



HOUNGNON Arnel



Laboratoire de cotonou

INDICE CBR IMMEDIAT
INDICE CBR APRES IMMERSION
NF P 94 078 de 05-1997

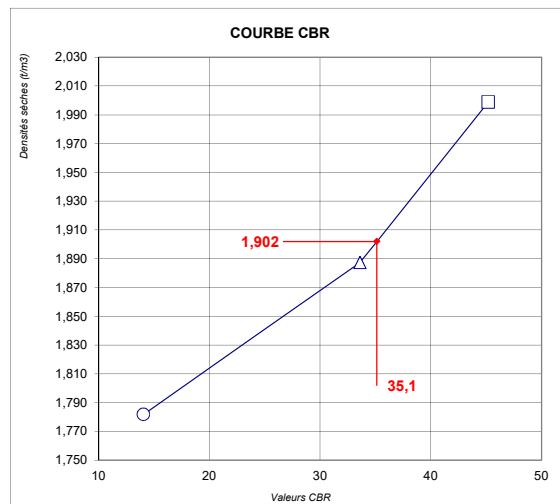
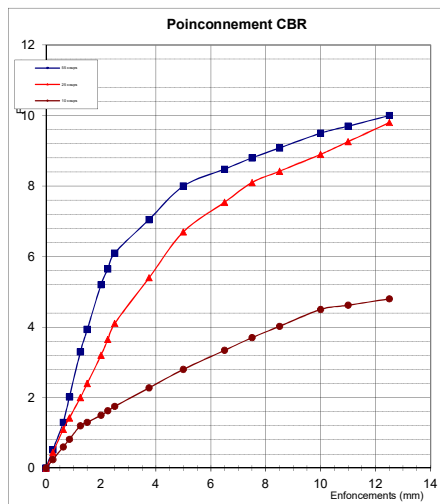
FE 106 b
Version A
Du 04/09/2022

INDICE CBR IMMEDIAT / INDICE CBR APRES IMMERSION

		N° Dossier	SIMG-BJ-LAB-24-0085			
Date d'essai	26/04/2024	Opérateur	H. Roméo	Contrôleur	L. François	Demandeur
ECHANTILLON	PM 0,00m à 1,00m	Nature du sol	Graveleux latéritique		Chantier	Réalisation des études d'assainissement et de pavage du tronçon Rond-point klouekanné-Hopital de Zone.

CBR (OPTION N°3)			
1 - I P I	- 1 CBR Immédiat	3- 1 CBR Immersion(96h)	4- 1 CBR Immersion 3j air +4j eau

ESSAI DE POINÇONNEMENT C.B.R.						
Enfoncement (mm)	56 coups		25 coups		10 coups	
	lecture anneau (1/100 mm)	Force (kN)	lecture anneau (1/100 mm)	Force (kN)	lecture anneau (1/100 mm)	Force (kN)
0		0,0		0,0		0,0
0,625		1,3		1,1		0,6
1,25		3,3		2,0		1,2
2,00		5,2		3,2		1,5
2,50		6,1		4,1		1,8
5,00		8,0		6,7		2,8
7,50		8,8		8,1		3,7
10,00		9,5		8,9		4,5
12,50		10,0		9,8		4,8



CBR à 95% OPM = 35,1

Indice portant	à 2,50 mm	à 5 mm
	Force / 13,35	Force / 19,93

CALCUL DES INDICES PORTANTS CALIFORNIENS						
	56 coups		25 coups		10 coups	
	2,5 mm	5 mm	2,5 mm	5 mm	2,5 mm	5 mm
Force (kN)	6,10	8,00	4,10	6,70	1,75	2,80
CBR	45		34		14	

Observations:

Responsable Laboratoire

LALEYE François

Responsable Technique

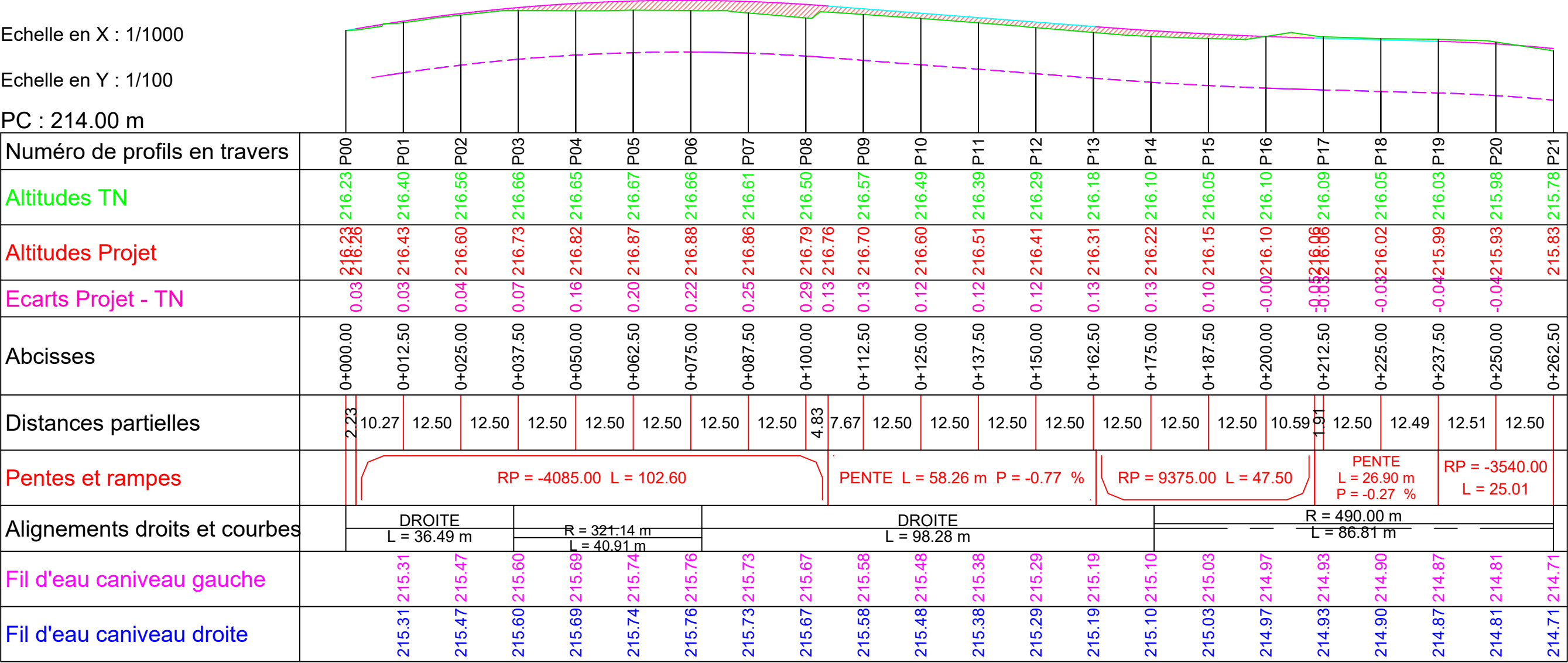
H.Armel

Axe : Axe

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100

PC : 214.00 m



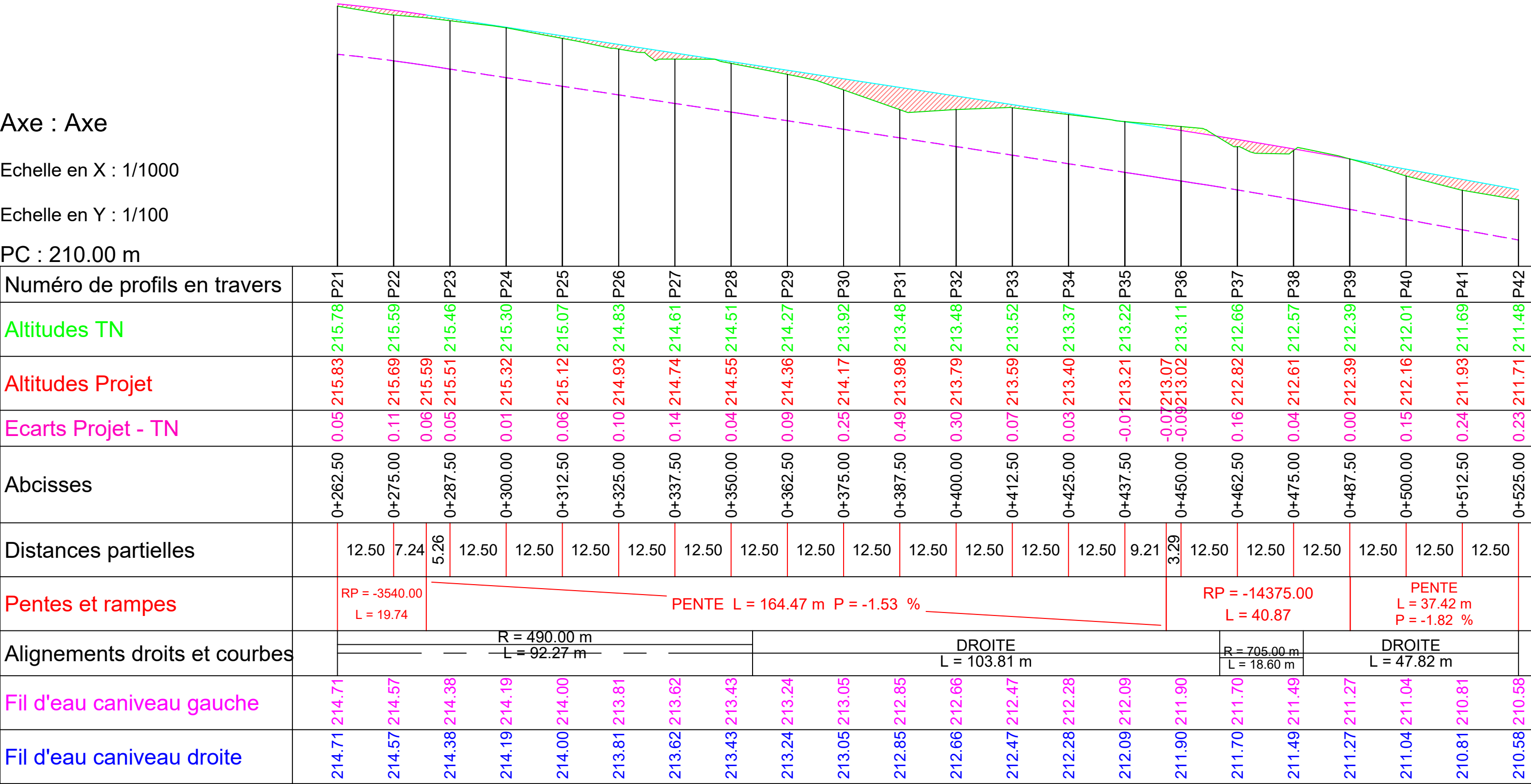
<div><div><div></div><div></div></div><div>REPUBLICQUE DU BENIN</div><div>Fraternite - Justice - Travail</div><div>MINISTERE DES INFRASTRUCTURES ET DES TRANSPORTS (M.I.T)</div><div>DEPARTEMENT DU COUFFO</div><div>COMMUNE DE KLOUEKANME</div></div>	PROJET	ECHELLE : @ Format A4	TYPE DE PLAN:	Conçu par: AGBLO INNOCENT	Rév.	Date	Modifications		
	Etudes techniques d'assainissement et pavage du tronçon de rue "Rond Point Klouékanmè-Hôpital de zone".	<div>BUREAU D'ETUDE</div> <div><div><div></div><div></div></div><div>Etudes, contrôle et suivi des travaux de BTP</div><div>Tél: 229 957 524 51/ 989 224 51</div><div>Email: lohahouedeghislain06@gmail.com</div></div>	PROFIL EN LONG	Contrôlé par: LOHAHOUEDE Ghislain	00	04/09/23	Version 0		
				Approuvé par:	01				
	Pavage du tronçon de rue "Rond Point Klouékanmè Hôpital de zone".			PLANCHE N°: N°1	02				
	PHASE: ETUDE			03					
ECHELLES: 1/1000 1/100	04								

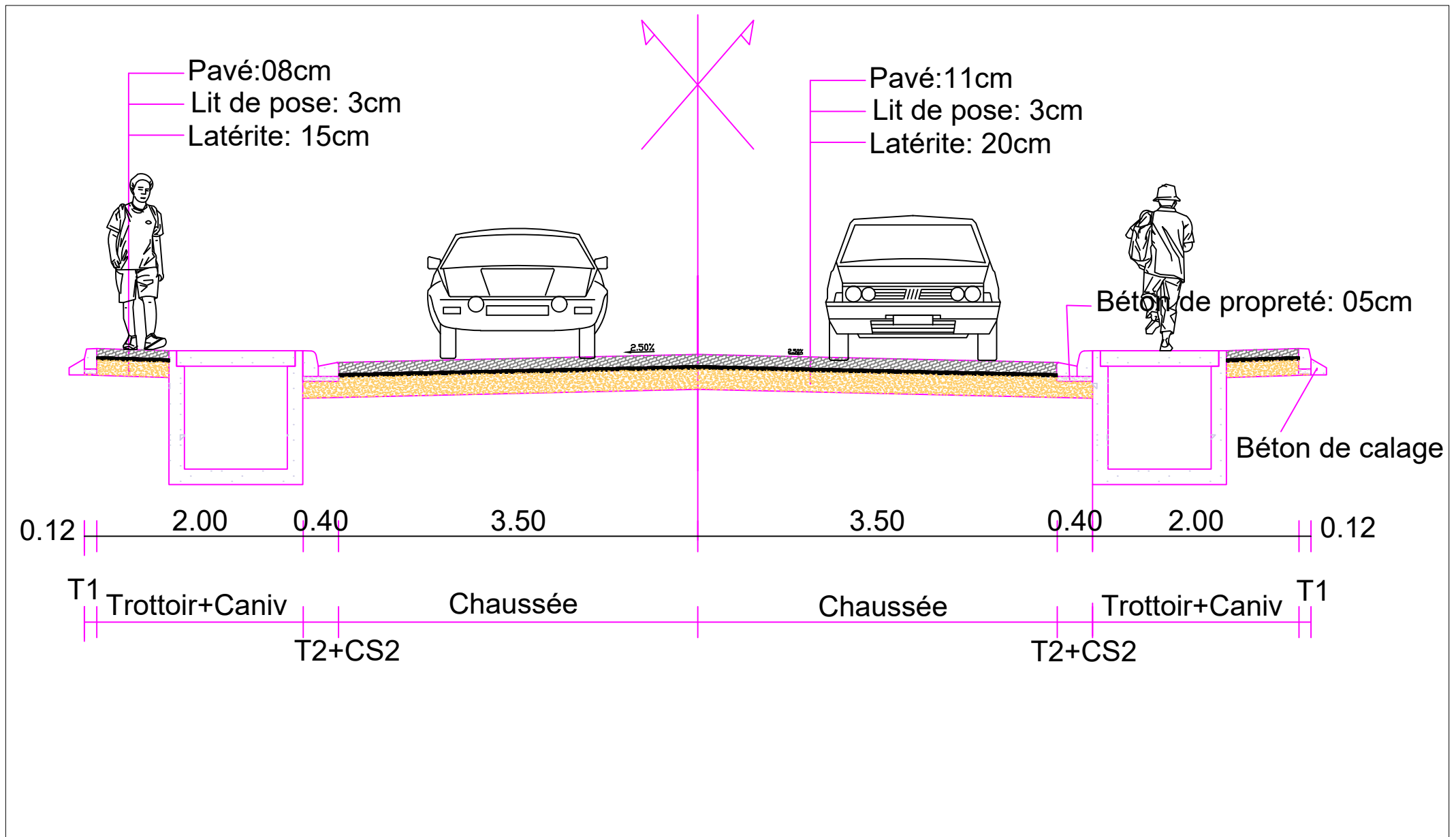
Axe : Axe

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100

PC : 210.00 m





	REPUBLIQUE DU BENIN Fraternité - Justice - Travail	PROJET	ECHELLE : @ Format A4	TYPE DE PLAN:	Conçu par: AGBLO INNOCENT	Rév.	Date	Modifications
MINISTÈRE DES INFRASTRUCTURES ET DES TRANSPORTS (M.I.T)		Etudes techniques d'assainissement et pavage du tronçon de rue "Rond Point Klouékanmè-Hôpital de zone".	<div>BUREAU D'ETUDE</div> <div></div> <div>Etudes, contrôle et suivi des travaux de BTP Tél: 229 957 524 51/ 989 224 51 Email: lohaouedeghislaire@gmail.com</div>	Profil en Travers Type	Contrôlé par: LOHAHOUEDE Ghislain	00	04/09/23	Version 0
		Approuvé par:			01			
DEPARTEMENT DU COUFFO	Pavage du tronçon de rue "Rond Point Klouékanmè Hôpital de zone".	PLANCHE N°: N°1			02			
COMMUNE DE KLOUEKANME		PHASE: ETUDE			ECHELLES: 1/100	03		
						04		