



**TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DE LA
VOIRIE URBAINE DE NIAMEY PHASE 1 (22 KM) : ETUDE
TECHNIQUE D'EXECUTION, SUIVI DE LA REALISATION DES
TRAVAUX**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT

OPTION : GENIE CIVIL / ROUTE ET OUVRAGE D'ART

Présenté et soutenu publiquement le 22 juillet 2015 par :

Jean Gabin SAWADOGO

Travaux dirigés par :

Dr. Ismaïla GUEYE

Enseignant Chercheur à 2iE

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr. Ismaïla GUEYE

Membres et correcteurs :

Koffi KOKOLE

Arnaud OUEDRAOGO

Promotion [2014/2015]

REMERCIEMENT

Je tiens sincèrement à témoigner ma gratitude à tous ceux qui ont intervenu de près ou de loin à élaborer ce mémoire. Ces mots ne sauraient leur exprimer toute ma reconnaissance. Je remercie ainsi en particulier :

- ✚ Mes parents pour les sacrifices consentis à mon égard ;
- ✚ Mes sœurs pour leurs soutiens incondtionnels ;
- ✚ Monsieur le Directeur General du 2IE, M. MAÏGA Hamadou pour tout ce qu'il a entrepris et entreprend pour nous étudiants du 2IE ;
- ✚ Dr Ismaïla GUEYE, mon tuteur pédagogique ;
- ✚ Le corps professoral de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2IE) pour tous les enseignements reçus ;
- ✚ Monsieur le Directeur d'agence du SOGEA SATOM Niger, Georges ALE pour m'avoir accepté au sein de l'entreprise ;
- ✚ Monsieur le directeur des travaux Evariste ROUAMBA, mon encadreur au sein de l'entreprise SOGEA SATOM Niger,
- ✚ Les ingénieurs, techniciens et administrateurs de la base située au PK6 de SOGEA SATOM Niger ;
- ✚ L'ensemble du personnel de SOGEA SATOM Niger ;
- ✚ Tous mes amis et promotionnaires.

RESUME

Le présent mémoire consiste à faire une étude technique pour l'aménagement et le bitumage d'un tronçon de route dans la ville de Niamey. L'étude qui sera faite consistera à effectuer les calculs de dimensionnement du corps de chaussée et des ouvrages qui assurent la pérennité de la route.

Le tronçon de la route est situé dans la rue FK160, est longue de 3,800km et constitué d'une chaussée de 2x3 voies avec terre-plein central sur tout le long. Les paramètres adoptés pour la géométrie sont fonction de la vitesse de référence qui est de 80 km/h. Le sol support du projet est de classe S4 et le trafic que la chaussée supportera est de type T3.

Les études hydrologique et hydraulique ont conduit au choix de deux dalots comme ouvrage de franchissement au PK0+215 et au PK2+836 et de caniveaux pour l'assainissement de la chaussée.

L'analyse environnementale a été réalisée dans l'optique de prévoir et d'anticiper les différents impacts que le projet causera à son milieu récepteur et environnant.

Le coût du projet sur le tronçon FK160 est estimé à **2 845 523 891 FCFA TTC** pour 3800m linéaires de route bitumé, soit **748 822 076 F CFA/km**.

Mots Clés:

1 – Géométrie

2 – Chaussée

3 - Assainissement

4 - Aménagement

ABSTRACT

This submission consist to do a technical study for the development and asphaltting a road section in the city of Niamey. The study to be done is to make the design calculations of the pavement structure and structures that ensure the sustainability of the road.

The section of the road is located in the FK160 Street, is 3,800km long and consists of a floor of 2x3 lanes with median all along. The parameters adopted for the geometry are determined by the reference speed is 80 km / h. The ground supporting the project is of class S4 and the traffic bearing the roadway is of type T3.

The hydrological and hydraulic studies have led to the choice of two scuppers as crossing the PK0+215 and PK2+836 and conduits for channeling water from watersheds and pavement to the outlets.

The environmental analysis was performed with a view to predict and anticipate the different impacts that the project will cause to its receptor and surrounding area.

The cost of the project FK 160 section is estimated to **2,845,523,891 FCFA TTC** for **3800m** asphalted road linear, for **748,822,076 FCFA/km**.

Key words :

1 - Geometry

2 - Roadway

3 - Drainage

4 - Developpment

LISTE DES ABREVIATIONS

ARP : Aménagement des Routes Principales

BA : Béton Armé

BAEL : Béton Armé aux Etats Limites

BB : Béton Bitumineux

BOAD : Banque Ouest Africain du Développement

BV : Bassin Versant

CAM : Coefficient d'Agressivité Moyenne

CBR : Californian Bearing Ratio

CEBTP : Centre Expérimental de Recherche et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics

CPT : Cahier des Prescriptions Techniques

EIES : Etude d'impact environnemental et social

ELS : Etas Limite de service

ELU : Etats Limite Ultime

EPI : Equipements de Protections Individuels

HA: Haute Adhérence

ICTARN : Instruction sur les conditions techniques d'Aménagement des Routes Nationales

OPM : optimum Proctor modifié

PK : Point Kilométrique

PL : Profil en long

SETRA : Service des Transports et des Autoroutes

TDR : Termes De Référence

TMJA: Trafic Moyen Journalier Annuel

TN : Terrain Naturel

TPC : Terre-Plein central

SOMMAIRE

Remerciement.....	ii
Résumé.....	iii
abstract.....	iv
Liste des abréviations.....	v
Sommaire.....	6
LISTE DES TABLEAUX.....	8
LISTE DES FIGURES.....	9
Introduction.....	10
Chapitre 1 : PRESENTATION DU PROJET.....	12
I. LOCALISATION DU SITE DE PROJET.....	12
II. LES CARACTERISTIQUES DU MARCHE.....	13
Chapitre 2 : Etude géotechnique de la route et dimensionnement structural de la chaussée.....	14
I. RECAPITULATIF DES RESULTATS OBTENUS.....	14
1. Sol de support de chaussée.....	14
2. Matériaux pour corps de chaussée en provenance des carrières.....	16
II. ETUDE DU TRAFIC.....	17
III. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE.....	18
Chapitre 3 : Dimensionnement des ouvrages hydrauliques.....	20
I. CALCULS HYDROLOGIQUES.....	20
1. Calcul du débit pour le dalot.....	20
2. Calcul du débit pour les caniveaux.....	21
II. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES OUVRAGES.....	21
1. Section hydraulique du dalot.....	22
2. Section hydraulique des caniveaux.....	22
III. CALCUL BETON ARME DES OUVRAGES HYDRAULIQUES.....	23
Chapitre 4 : La géométrie de la route.....	27
I. DONNEES DE L'ETUDE.....	27
II. LE TRACE EN PLAN.....	28
1. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU TRACE EN PLAN.....	28
2. PROCEDURE DU TRACE EN PLAN.....	29

III.	LE PROFIL EN LONG	30
1.	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PROFIL EN LONG	30
2.	LES PARAMETRES CINEMATIQUES	31
IV.	LE PROFIL EN TRAVERS	34
Chapitre 5 : SIGNALISATION, SECURITE ET AMENAGEMENTS ROUTIERS		36
I.	SIGNALISATION ROUTIERE	36
1.	Signalisation verticale.....	36
2.	Signalisation horizontale	37
II.	LA SECURITE ROUTIERE	37
III.	AMENAGEMENTS ROUTIERS	38
Chapitre 6 : QUANTITATIF ET ESTIMATIMATIFS.....		41
I.	Avant métré quantitatif.....	41
II.	Estimatif du projet.....	43
Chapitre 7 : ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL.....		44
Chapitre 8 : Suivi des travaux sur le chantier		51
I.	TERRASSEMENT	51
II.	AUTRES ACTIVITES MENEES (AVENANT DU MARCHE).....	51
1.	Pose de pavés	51
2.	Gravionnage	52
3.	La couche d'enrobé	53
Conclusion		55
Bibliographie.....		57
Annexe.....		58

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1: Sondage sol support : sable et latérite</i>	15
<i>Tableau 2: Carrière de Boubon</i>	16
<i>Tableau 3 : Carrière sur la route de Filingué</i>	16
<i>Tableau 4 : Carrière sur la route de Ouallam</i>	17
<i>Tableau 5 : Données sur le trafic</i>	17
<i>Tableau 6 : Hypothèse pour l'étude du trafic</i>	17
<i>Tableau 7 : Calcul du trafic</i>	18
<i>Tableau 8 : Formule d'expression du trafic</i>	18
<i>Tableau 9 : Variantes de chaussée</i>	19
<i>Tableau 10 : Récapitulatif des résultats de contrainte et déformation</i>	19
<i>Tableau 11 : Paramètre pour le calcul du débit pour le dalot</i>	21
<i>Tableau 12 : Paramètre pour le calcul du débit pour les caniveaux</i>	21
<i>Tableau 13 : Section hydraulique du dalot</i>	22
<i>Tableau 14 : Section hydraulique caniveau de droite</i>	22
<i>Tableau 15 : Section hydraulique caniveau de gauche</i>	22
<i>Tableau 16 : Section d'acier obtenu manuellement</i>	23
<i>Tableau 17 : Section d'acier obtenu par le logiciel Cype</i>	24
<i>Tableau 18 : Récapitulatif des aciers du dalot 1*2*1</i>	24
<i>Tableau 19 : Récapitulatif des aciers du dalot 2*2*1,5</i>	25
<i>Tableau 20 : Récapitulatif des aciers du dalot 100*100</i>	26
<i>Tableau 21 : Récapitulatif des aciers du dalot 80*80</i>	26
<i>Tableau 22 : Paramètres cinématiques</i>	27
<i>Tableau 23 : Points particulier du tracé</i>	31
<i>Tableau 24 : Récapitulatif des éléments constitutifs du profil en long</i>	33
<i>Tableau 25 : Illustration des différents types de marquages longitudinaux</i>	37
<i>Tableau 26 : Estimatif du projet</i>	43
<i>Tableau 27 : Impacts et meures d'atténuations</i>	44

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Vue aérienne du site du projet.....</i>	13
<i>Figure 2 : Structure du sol d'assise</i>	15
<i>Figure 3 : Vue en plan des descentes d'eau aménagées</i>	39
<i>Figure 4 : Coupe longitudinale sur descentes d'eau aménagées suivant A-A</i>	39
<i>Figure 5 : Aménagement avec des gabions à la rentrée (amont) des dalots.....</i>	40
<i>Figure 6 : Aménagement en enrochements à la sortie (aval) des dalots.....</i>	40
<i>Figure 7 : Pose de pavés</i>	52
<i>Figure 8 : Gravierage mono couche.....</i>	53
<i>Figure 9 : Revêtement en BB.....</i>	54

INTRODUCTION

L'émergence économique d'un pays ne peut être effective sans les échanges nécessitant certaines infrastructures. Dans le cadre de la lutte contre la pauvreté, le gouvernement du Niger, conscient de ces enjeux a choisi d'aménager des infrastructures de transport. Les secteurs ferroviaire et routier sont priorités.

La route, pour ce qui nous concerne, est une voie ou un passage aménagé au sol et qui permet la circulation des biens et des hommes entre deux points donnés. Elle joue un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques, sociales et culturelles. La construction de routes nécessite la construction d'ouvrages d'art, dans le but de l'assainir et de franchir des obstacles tant artificiels que naturels, notamment les cours d'eaux et les eaux de pluies.

Dans cette dynamique, le gouvernement du Niger a choisi d'aménager un certain nombre de voie dont la première phase du projet consiste à construire 21,80 km de route reparti en quatre tronçons dans la ville de Niamey. L'exécution de cette phase du projet est confiée à l'entreprise SOGEA SATOM Niger. Sur ces quatre tronçons, celui dénommé FK160 long de 3,80 km fait l'objet de notre étude.

L'objectif général de ce mémoire qui a pour thème : « **Travaux d'aménagement et de Bitumage de la voirie urbaine de Niamey Phase 1 (22 Km) : Etude Technique d'Exécution, suivi de la réalisation des travaux** », est de vérifier le dimensionnement de la structure routière et des ouvrages dans les règles de l'art et assurer le suivi des travaux.

De cet objectif général découle des objectifs spécifiques qui sont :

- Effectuer l'étude géotechnique de la route
- Effectuer le dimensionnement structural de la chaussée
- Signalisation, sécurité et aménagements routiers
- Vérifier le calcul béton armé des ouvrages hydrauliques
- Réaliser le quantitatif et l'estimatif
- Etudier l'impact environnemental et social
- Assurer le suivi des travaux sur le chantier

Pour l'atteinte de nos objectifs, le présent mémoire est structuré comme il suit :

- ✚ Présentation du projet
- ✚ Etude géotechnique de la route et dimensionnement structural de la chaussée
- ✚ Dimensionnement des ouvrages hydrauliques
- ✚ La géométrie de la route
- ✚ Signalisation, sécurité et aménagements routiers
- ✚ Avant métré et estimatif du projet
- ✚ Etude d'impact environnemental
- ✚ Suivi des travaux sur le chantier

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU PROJET

I. LOCALISATION DU SITE DE PROJET

Pays sahélien enclavé situé au cœur de l'Afrique de l'Ouest, le Niger est frontalier avec plusieurs pays de l'Afrique notamment le Burkina Faso, le Benin, le Nigeria, le Tchad, la Libye, l'Algérie et le Mali. Dans le cadre de sa politique de développement à travers la promotion des infrastructures routières, le gouvernement de la République du Niger a reçu de la Banque Ouest Africaine de Développement (BOAD) un prêt pour financer les travaux d'aménagement et de bitumage de 21,8 km de voies dans la ville de Niamey. Ces travaux qui constituent la phase 1 se décomposent en quatre (04) tronçons qui sont :

- Tronçon 1 : Boulevard TANIMOUNE long de 15,30km
- Tronçon 2 : Rue FK 160 longue de 3,80km
- Tronçon 3 : Rue BF 170 longue de 1,00km
- Tronçon 4 : Rue LZ2 longue de 1,70km

La Rue FK 160 fait l'objet de notre études. Cette rue va du camp de la brigade des sapeurs pompiers au Boulevard TANIMOUNE.

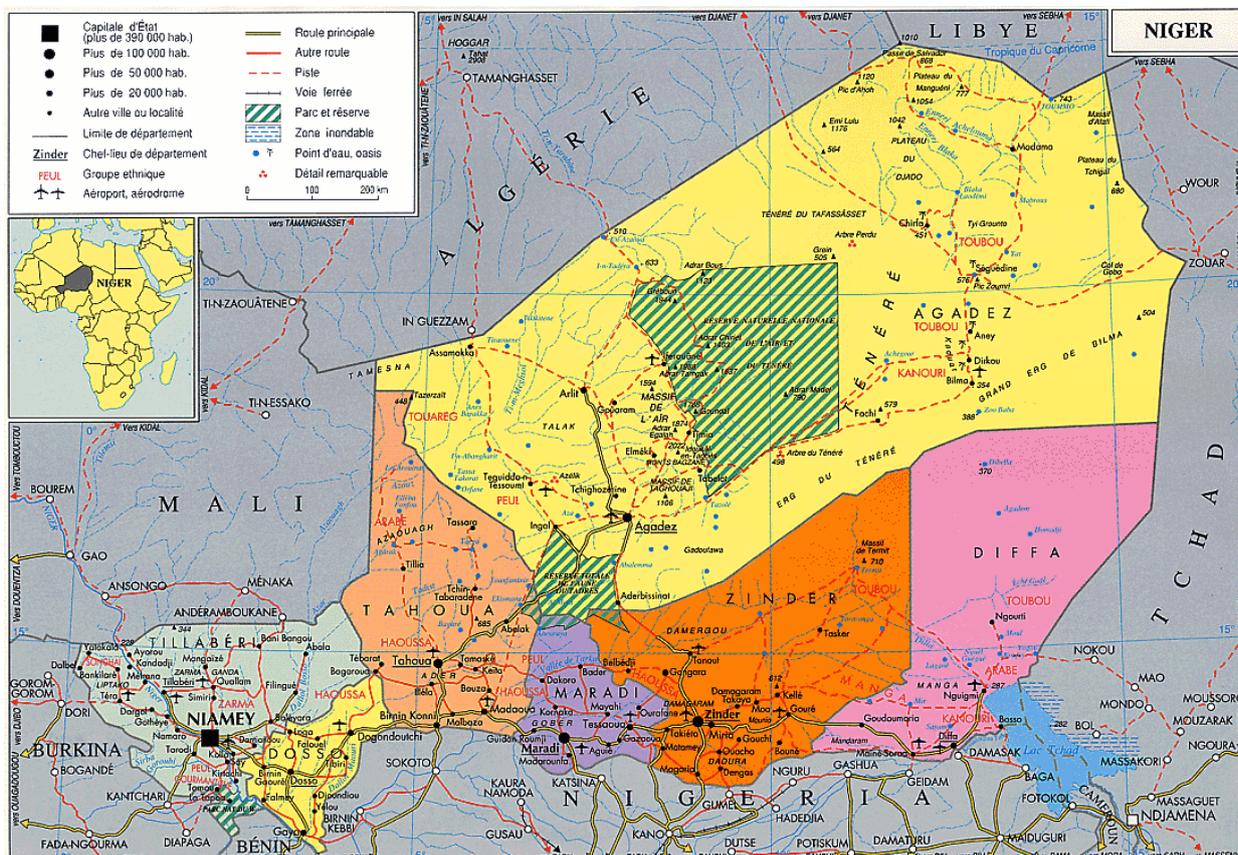




Figure 1 : Vue aérienne du site du projet

II. LES CARACTERISTIQUES DU MARCHE

Le Maître d’Ouvrage : Ministère de l’équipement du Niger

Le Maître d’œuvre : Direction générale des grands travaux,

Le Bénéficiaire : la population Nigérienne,

L’étude Technique : L’étude a été assurée par le bureau TECHNI-CONSULT

L’entreprise chargée des travaux : Les travaux sont exécutés par l’entreprise SOGEA SATOM Niger

Le Contrôle Technique représentant le maître d’œuvre : le groupement ART et GENIE/TERRABO

Laboratoire de Contrôle : L.N.B.T.P (Laboratoire National du Bâtiment et des Travaux Publics).

Les travaux sont financés entièrement par la BOAD avec un montant de **dix-sept milliards neuf cent quatre-vingt-neuf millions sept cent quatre-vingt-quinze mille cinq cent huit (17 989 795 508) FCFA TTC** pour un délai d’exécution de douze (12) mois.

Ordres de service : 16 mars 2015

CHAPITRE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE LA ROUTE ET DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE

Définition

La géotechnique est l'étude de l'adaptation des ouvrages humains aux sols et roches formant le terrain naturel. Elle traite de l'interaction sol / structures, et fait appel à des bases de géologie, de mécanique des sols qui traite des matériaux meubles, de mécanique des roches qui traite des matériaux rigides et de structures.

Les études géotechniques ont pour principal objet les études de sol pour la construction d'ouvrages (voiries et ouvrages d'art dans notre cas), et notamment la définition des fondations, mais aussi dans le cadre de diagnostics pour des ouvrages sinistrés. Elles traitent également des phénomènes de mouvement de sol (glissement, affaissement et autres), de déformation (tassements sous charges) et résistance mécanique. Pour notre cas, l'étude géotechnique permet de faire la reconnaissance des sols de plate-forme ; la prospection et l'étude de matériaux pour le corps de chaussée ; la prospection et l'étude de sites de roche massive et de sable pour bétons hydrauliques et revêtements.

I. RECAPITULATIF DES RESULTATS OBTENUS

Les résultats des essais sont résumés dans les tableaux ci-dessous. Le détail des résultats de l'étude géotechnique, se trouvent à l'annexe.

1. Sol de support de chaussée

Sur le tronçon FK 160, nous avons effectué dix-sept sondages. Voir synoptique des sondages à l'annexe 8. Sur tout le long du tronçon, l'assise est constituée d'une couche de latérite d'une épaisseur comprise entre 15 cm et 40 cm, suivit d'une couche de sable d'épaisseur comprise entre 40 cm et 90 cm. Le résultat des sondages est présenté dans le tableau 1

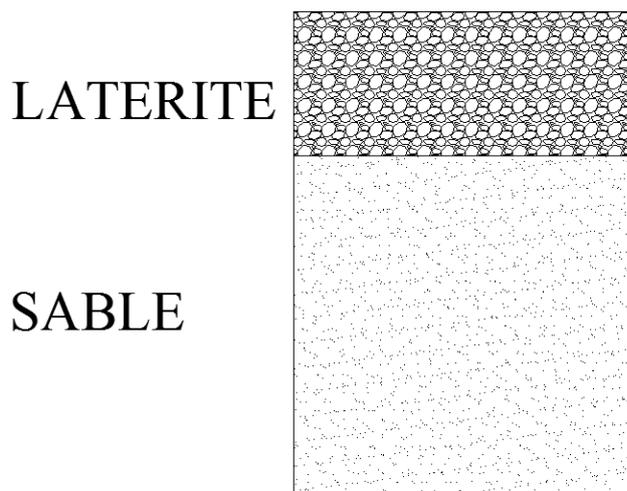


Figure 2 : Structure du sol d'assise

Tableau 1: Sondage sol support : sable et latérite

PK	SONDAGE	Sable		Latérite			Observations
		E.S	CBR à 95%OPM	Limite		CBR à 95%OPM	
				IP ≤ 40, LL ≤ 70			
				LL	IP		
0+100 - 1+500	S1+S2+S3+S4	12	28	18	7	48	S5
1+600 - 2+200	S5+S6+S7+S8	12	28	25	13	22	S4
2+400 - 2+800	S9+S10+S11+S12	12	32	19	9	25	S4
3+000 - 3+500	S13+S14+S15+S16	13	26	20	9	31	S5
3+700	S17	17	44	21	10	89	S5

L'assise du projet est constituée de sol de classe S4 et S5. Dans l'optique de prévoir une marge de sécurité, la classe de sol S4 sera utilisée pour le dimensionnement de la chaussée.

Des couches d'ordures sont observées en dessous de la couche de latérite par endroit qu'il faut purger. L'équipe de géotechnique en accord avec la mission de contre précisera la surface et la profondeur à purger au cours des travaux de réalisation.

2. Matériaux pour corps de chaussée en provenance des carrières

Au total trois (03) carrières ont été retenues pour le corps de chaussée (*voir annexe 9*) :

❖ La carrière de Boubon se trouvant sur la route de Tillabery à 15,800km a une superficie de 90000m² avec un volume de 63 900m³ et présente les caractéristiques suivantes (*tableau 2*) :

Tableau 2: Carrière de Boubon

PK	NATURE	SOND	Limite		Proctor		CBR à 95%OPM	à CBR à 98%
			LL	IP	gs	w		
15+800 à 800m à G	Latérite	S1+S2+S3	16	6	2,21	5,7	78	96
	Latérite	S4+S5+S6	19	7	2,22	5,3	80	113
	Latérite	S7+S8+S9	18	6	2,24	5,5	94	122

Le CBR à 95% de l'OPM permet de classer cette latérite parmi les sols de classes S5. Ce matériau peut être utilisé pour la couche de fondation ou la couche de base.

❖ La carrière sur la route de Filingué se trouvant à 9,000km du PK12+600 du Boulevard TANIMOUNE en quittant Niamey pour Baleyara, a une surface de 70000m² avec un volume de 45500m³ et présente les caractéristiques suivantes (*tableau 3*) :

Tableau 3 : Carrière sur la route de Filingué

PK	ZONE	NATURE	SOND	Limite		Proctor		CBR à l'OPM		
				LL	IP	gs	w	95%	98%	
9Km à 1+600 à G	Zone1	Latérite	S1+S2	25	12	2,01	5,3	54	83	Base
		Latérite	S3+S4	28	14	1,98	7,2	52	56,4	Fondation
		Latérite	S5+S6	24	12	2,01	6,0	88	112	Base
		Latérite	S7+S8+S9	22	11	2,06	6,6	89	101	Base
	Zone2	Latérite	S1+S2+S3+S4	23	12	2,05	6,0	57	74	Fondation

❖ La carrière sur la route de Ouallam se trouvant à droite en quittant Niamey pour Ouallam, à partir du PK4+900 au PK10+800 du Boulevard TANIMOUN. Cette carrière a une surface de 87 500 m² avec un volume estimé à 51 625 m³ et présente les caractéristiques suivantes (*tableau 4*) :

Tableau 4 : Carrière sur la route de Ouallam

PK	ZONE	NATURE	SOND	Limite		Proctor		CBR à l'OPM		
				LL	IP	gs	w	95%	98%	
9Km à 1+800 m à Droite	Zone 1	Latérite	S1+S2+S3	19	8	2,08	5,3	79	105	Base
		Latérite	S4+S5+S6	20	10	2,19	4,3	69	82	Base
	Zone 2	Latérite	S1+S2+S3	24	12	2,16	5,5	51	59	Fondation
		Latérite	S4+S5+S6	18	7	2,04	9,4	77	87	Base

Le CBR à 95% de l'OPM est supérieur à 30, ce qui donne un sol de classe S5.

En résumé, les trois (03) carrières sont des sols latéritiques de classe S5 pouvant être utilisé comme couche de fondation ou couche de base. Cependant les caractéristiques de la plateforme des emprunts seront modifiées pendant le gerbage et le transport sur cite, le sol mis en place sera considéré être de classe S4.

II. ETUDE DU TRAFIC

Donnée du trafic :

Tableau 5 : Données sur le trafic

Type d'engin	VP+TAXIS	Bus-Autocars	Camionnette	camion	TMJA	%PL
TRAFIC TOTAL	1533	181	288	34	2 036	24,71

Les hypothèses considérées pour l'étude du trafic sont les suivantes :

Tableau 6 : Hypothèse pour l'étude du trafic

	Symbole	Valeur	Observation
Année de comptage		2012	
Année de mise en service		2016	
Durée de vie de la route	n	20	prescrit dans le DAO
Taux de croissance annuelle	i	7%	correspond à la croissance démographique en 2012, donné des comptes nationaux de la banque mondiale
Coefficient d'agressivité moyen	A	1,3	approximation du CAM

Le trafic est :

$$C = n(1 - i)^n \quad C = 20(1 - 0,07)^{20} = 4,68$$

Tableau 7 : Calcul du trafic

$TMJA \times \%_{PL} =$	503,00	Année de service $n =$	20 ans
		taux de croissance $i =$	0,070
Croissance géométrique: $T_{PL} = (365 * TMJA * \%_{PL} * A * C)$			2,06E+06

Tableau 8 : Formule d'expression du trafic

Catégorie de trafic proposé	FORMULES D'EXPRESSION DU TRAFIC		
	1	2	3
	Nombre journalier de véhicules (véh./j)	Nombre cumulé de poids lourds (P.L)	Nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 T (EE13T)
T1	$100 \leq T < 300$	$1 \times 10^5 \leq T < 5 \times 10^5$	$1 \times 10^5 \leq T < 5 \times 10^5$
T2	$300 \leq T < 1000$	$5 \times 10^5 \leq T < 1,5 \times 10^6$	$5 \times 10^5 \leq T < 1,5 \times 10^6$
T3	$1000 \leq T < 3000$	$1,5 \times 10^6 \leq T < 4 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6 \leq T < 4 \times 10^6$
T4	$3000 \leq T < 6000$	$4 \times 10^6 \leq T < 1 \times 10^7$	$4 \times 10^6 \leq T < 1 \times 10^7$
T5	$6000 \leq T < 12000$	$1 \times 10^7 \leq T < 2 \times 10^7$	$1 \times 10^7 \leq T < 2 \times 10^7$

Du tableau de classification des trafics du CEBTP, on obtient pour un $T_{PL} = 2,06 \times 10^6$ un trafic de classe **T3**.

III. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE

La chaussée du projet sera dimensionnée par la méthode du CEBTP selon le guide de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux. Pour se faire, il est nécessaire d'avoir la durée de vie de la route, le trafic que la voie supportera et la classe de portance des sols d'assises.

La durée de vie de la route est de 20 ans et le trafic est de classe T3, avec en moyenne une classe de sol S4. Il y a au total quatre possibilités pour le corps de chaussée

Tableau 9 : Variantes de chaussée

Variantes	Revêtement	Couche de base	Couche de fondation
Variante 1	5 cm de béton bitumineux	20 cm de graveleux latéritique naturel	15 cm de graveleux latéritique naturel
Variante 2	5 cm de béton bitumineux	25 cm de graveleux latéritique naturel	20 cm de sable argileux
Variante 3	5 cm de béton bitumineux	20 cm de graveleux latéritique ou grave naturelle amélioré au ciment	15 cm de graveleux latéritique ou grave naturel O/D
Variante 4	5 cm de béton bitumineux	20 cm Concassé 0/d	20 cm de graveleux Latéritique naturel ou de grave naturel 0/D ou tout venant de concassage

Le choix optimal correspond à la première variante parce qu'elle constitue le plus petit volume de matériaux à mettre en place et sa couche de base et de fondation est constituée de matériaux naturels. Elle est donc la variante la moins coûteuse.

Vérification de la contrainte et de la déformation sur le logiciel Alizé.

Tableau 10 : Récapitulatif des résultats de contrainte et déformation

Contraintes et déformations	ϵ_z ($\mu\text{d}\acute{\epsilon}\text{f}$)	ϵ_t ($\mu\text{d}\acute{\epsilon}\text{f}$)	σ_z (MPa)	Déflexion en mm/100
Valeurs calculés	543,5	136,6	1,09	60
Valeurs admissibles	634,5	160,7	1,88	

La première variante vérifie toute les conditions.

La chaussée sera donc constituée de :

- ❖ Revêtement : 5cm de BB
- ❖ Couche de base : 20cm de grave latéritique naturelle
- ❖ Couche de fondation : 15cm de grave latéritique naturelle

CHAPITRE 3 : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

HYDRAULIQUES

Dans ce chapitre, il sera question de dimensionner les ouvrages hydrauliques qui ont été retenus pour le projet. Ainsi le dimensionnement est effectué en suivant les étapes suivantes :

- Les calculs hydrologiques pour déterminer les débits à faire transiter par les ouvrages ;
- Les calculs hydrauliques pour préciser l'ouverture optimale de chaque ouvrage pour les débits à écouler ;
- Les calculs béton armé pour évaluer les quantités d'aciers nécessaire pouvant assurer la résistance et la stabilité des ouvrages.

I. CALCULS HYDROLOGIQUES

1. Calcul du débit pour le dalot

En fonction des données hydrologiques obtenues, la méthode **ORSTOM** sera utilisée pour le calcul des débits et pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche sera faite à l'aide du **Manuel FAO numéro 54**. (Voir annexe I)

Deux dalots évacuent la flotte de deux bassins versants différents. Le dalot OH2 évacue la flotte d'un collecteur qui traverse la route à ce niveau. Le collecteur draine les eaux d'un bassin versant plus grand et fait l'objet d'un projet à part entière. Ne disposant pas des données pour effectuer l'étude hydrologique et hydraulique, la section hydraulique proposée par le bureau chargé de son étude sera utilisée pour la suite des calculs.

Le débit de pointe correspondant au ruissellement superficiel de crue décennale est obtenu par la relation suivante

$$Q_{r10} = A \times P_{10} \times K_{r10} \times \alpha_{10} \times S/Tb_{10}$$

Le projet se situe dans une zone sahélienne sur l'isohyète de 500mm, ce qui donne une pluviométrie annuelle de 500mm et une précipitation journalière décennale de 85mm. Ces données sont extraites du Manuel FAO numéro 54.

L'application Global mapper a permis de déterminer les caractéristiques géométriques du BV (tableau 11)

Tableau 11 : Paramètre pour le calcul du débit pour le dalot

Point kilométrique	Superficie du bassin versant	Périmètre du bassin versant	Précipitation journalière décennale	A	Kr ₁₀	α ₁₀	Tb ₁₀	Débit maximal
Unité	Km ²	km	Mm		%		s	m ³ /s
Valeur	0,6746	4,4931	85	0,89	20,64	2,6	13290	2,16

2. Calcul du débit pour les caniveaux

L'exutoire (le fleuve) se trouve à droite de l'axe de la route dans le sens du projet.

En procédant par la même méthode de calcul, on obtient les éléments qui permettent de trouver le débit qui s'écoule sur une chaussée sur une longueur de 800 m. (tableau 12)

Tableau 12 : Paramètre pour le calcul du débit pour les caniveaux

	Unité	Valeur
Surface	Km ²	0,00896
Périmètre	km	1,6224
A		1,28
K _{r10}	%	22,56
Tb ₁₀	s	2195

Ce qui donne un débit de $Q_{r10} = 0,40\text{m}^3/\text{s}$ sur une chaussée.

Pour les caniveaux se trouvant à droite de l'axe de la route (sens du projet), le débit évacué est de : $Q_{r10} = 0,40\text{m}^3/\text{s}$

Les caniveaux se trouvant du côté gauche de l'axe de la route évacuent les eaux en provenance de la chaussée du côté gauche et une partie des eaux venant des bassins versants. En considérant que 25% du volume d'eau des bassins versants sont drainées par les caniveaux du côté gauche, on a :

$$Q_{r10} = 0,40 + 2,16 \times 0,25 = 0,94\text{m}^3/\text{s}$$

Le débit des caniveaux du côté gauche est de $Q_{r10} = 0,94\text{m}^3/\text{s}$

II. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES OUVRAGES

Le type de dalot choisi est le dalot ordinaire sur radier général dont les conditions de fonctionnement sont les suivantes (détail de calcul en annexe 2) :

- Vitesse maximale de l'eau à l'aval de l'ouvrage inférieure à 3m/s ;
- Vitesse minimale est de 0,5m/s, étant donné que le projet se trouve dans une zone

sablonneuse ;

- Dalots à sortie dénoyée : c'est-à-dire que le niveau d'eau à l'aval est en dessous du bord supérieur de l'ouvrage ;

La procédure pour le dimensionnement consiste à vérifier que :

- $H_1 < D$ avec D la hauteur libre en m et H la hauteur d'eau en amont.
- $V < V_{lim}$ avec $V_{lim} = 3 \text{ m/s}$

Données obtenues du « Cours hydraulique routière » de Dr Angelbert BIAOU (2010)

1. Section hydraulique du dalot

La méthode de la débitance est utilisée pour déterminer la largeur totale et la hauteur du dalot (figure 13).

Tableau 13 : Section hydraulique du dalot

Q	Ks	Largeur	I	yn	S	P	Rh	D		Q-D
2,16	67	2,00	0,001	0,85	1,71	3,71	0,46	68,31	68,31	0

Yc	Régime	h1	S1	V1	V1 < 3m/s	H amont
0,49	Fluvial	0,85	1,70	1,26	OUI	0,95

Le calcul donne un dalot à une cellule de section 2,00 x 0,85. En choisissant une revanche de 0,15 m, on obtient un dalot de section totale 1 x 2,00 x 1,00.

2. Section hydraulique des caniveaux

La méthode de la débitance est utilisée pour déterminer la largeur totale et la hauteur des caniveaux. (Tableaux 14 et 15)

Tableau 14 : Section hydraulique caniveau de droite

Q	Ks	Largeur	I	yn	S	P	Rh	D		Q-D	Cible
0,4	67	0,8	0,001	0,61	0,49	2,02	0,24	12,65	12,65	0	-1,00E-05

Tableau 15 : Section hydraulique caniveau de gauche

Q	Ks	Largeur	I	yn	S	P	Rh	D		Q-D	Cible
0,94	67	1,00	0,001	0,81	0,81	2,61	0,31	24,67	24,67	0	1,00E-06

Le calcul donne une section hydraulique de 80 * 61 cm² pour les caniveaux de droite et de 100 * 81 cm² pour les caniveaux de gauche. En ajoutant une revanche, on obtient des caniveaux de section 80 * 80 au côté gauche et 100 * 100 au côté droit

III. CALCUL BETON ARME DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Normes et hypothèses

- Résistance à la compression a 28 jours d'âge $f_{c28}=25\text{MPa}$
- Résistance à la traction $f_{t28}=2,1\text{MPa}$
- Densité du béton : $\gamma_b = 25\text{kN/m}^3$
- Contrainte admissible du béton en compression à l'ELS : $\overline{\sigma}_{bc} = 15\text{MPa}$
- $d = 18\text{cm}$
- $\gamma_b = 1,5$ et $\gamma_s = 1,15$ pour les cas courants
- Les aciers haute adhérence HA de $f_e=500\text{MPa}$
- $\eta = 1,6$ pour les aciers HA de diamètre supérieur à 6mm
- $\overline{\sigma}_{st} = 250\text{MPa}$
- $\overline{\alpha}_{ser} = 0,47$
- $\overline{M}_{r_{serb}} = 0,096\text{MN.m} = 96,32\text{kN.m}$
- $\overline{Z}_{ser} = 15,18\text{cm}$

Le dimensionnement du dalot s'est fait sur la base des documents suivants :

✚ B.A.E.L 91 révisé 99

✚ Fascicules 61 (titre II) concernant les charges d'exploitation-conception calcul et épreuve des ouvrages d'art.

Le dalot 1*2*1 a été dimensionné manuellement et à l'aide du logiciel Cype. Le résultat est présenté dans le tableau qui suit (*voir annexe 2 pour la note de calcul et annexe 11 pour plan de ferrailage*).

Tableau 16 : Section d'acier obtenu manuellement

Partie de l'ouvrage		Section d'acier [cm ²]
Tablier	Principaux	9,17
	Répartition	22,21
Radier	Principaux	7,19
	Répartition	17,46
Piédroit	Principaux	7,98
	Répartition	19,35

Tableau 17 : Section d'acier obtenu par le logiciel Cype

Partie de l'ouvrage		Section d'acier [cm ²]
Tablier	Principaux	15,8
	Répartition	28,25
Radier	Principaux	19,75
	Répartition	19,75
Piédroit	Principaux	11,85
	Répartition	28,25

En comparant les deux résultats, il ressort que le logiciel Cype a surdimensionné le dalot parce que les sections d'acier qu'il propose sont nettement supérieures à celles trouvées manuellement. Cependant, en considérant les résultats de Cype, on augmente la marge de sécurité de l'ouvrage (*voir annexe 2*).

En accord avec la mission de contrôle, on considère le résultat obtenu avec le logiciel Cype.

Tableau 18 : Récapitulatif des aciers du dalot 1*2*1

Panneau	Position	Direction	Armature de base	Espacement [cm]
Tablier	Supérieur	Longitudinal	HA10	20
		Transversal	HA10	25
		Perpendiculaire au piédroit droit		
	Inférieur	Longitudinal	HA10	20
		Transversal	HA12	20
		Perpendiculaire au piédroit droit		
Radier	Inférieur	Longitudinal	HA12	25
		Transversal	HA10	25
		Perpendiculaire au piédroit droit		
	Supérieur	Longitudinal	HA10	25
		Transversal	HA10	15
		Perpendiculaire au piédroit droit		
Piédroit	Arrière	Vertical	HA10	15
		Horizontal	HA10	25
	Avant	Vertical	HA8	25
		Horizontal	HA10	25

Tableau 19 : Récapitulatif des aciers du dalot 2*2*1,5

Panneau	Position	Direction	Armature de base	Espacement [cm]
Tablier	Supérieur	Longitudinal	HA10	25
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8	25
			Longitudinal	HA10
	Inférieur	Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12	25
			Longitudinal	HA10
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8	25
Radier	Inférieur	Longitudinal	HA10	25
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8	25
			Longitudinal	HA8
	Supérieur	Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA10	25
			Longitudinal	HA8
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA10	25
Piédroit	Arrière	Vertical	HA8	25
		Horizontal	HA10	25
	Avant	Vertical	HA8	25
		Horizontal	HA10	25
Mur intermédiaire	Gauche	Vertical	HA8	25
		Horizontal	HA10	25
	Droite	Vertical	HA8	25
		Horizontal	HA10	25

Tableau 20 : Récapitulatif des aciers du dalot 100*100

Panneau	Position	Direction	Armature de base	Espacement [cm]
Dalette	Supérieur	Longitudinal	HA8	25
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8	25
	Inférieur	Longitudinal	HA8	25
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12	25
Radier	Inférieur	Longitudinal	HA8	25
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8	25
	Supérieur	Longitudinal	HA8	25
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12	25
Piédroit	Arrière	Vertical	HA8	25
		Horizontal	HA8	20
	Avant	Vertical	HA8	25
		Horizontal	HA8	20

Tableau 21 : Récapitulatif des aciers du dalot 80*80

Panneau	Position	Direction	Armature de base	Espacement [cm]
Dalette	Supérieur	Longitudinal	HA8	25
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8	25
	Inférieur	Longitudinal	HA8	25
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8	15
Radier	Inférieur	Longitudinal	HA8	25
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8	25
	Supérieur	Longitudinal	HA8	25
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8	25
Piédroit	Arrière	Vertical	HA8	25
		Horizontal	HA8	20
	Avant	Vertical	HA8	25
		Horizontal	HA8	20

CHAPITRE 4 : LA GEOMETRIE DE LA ROUTE

L'étude géométrique de la route a pour but de réaliser les tracés en plans, les profils en long et en travers ; aussi elle se préoccupe d'assurer la sécurité des usagers, d'obtenir un réseau cohérent tout en adaptant la route au contexte environnemental social et économique.

I. DONNEES DE L'ETUDE

Pour le tracé en plan et le profil en long, il est suggéré d'utiliser les normes ARP (Aménagement des Routes Principales), dont la circulaire du 5 août 1994 lui confère le statut ICTARN (Instruction sur les conditions techniques d'Aménagement des Routes Nationales du Ministère de l'Equipement et du Logement-Direction de Routes et de la circulation routière-France) pour ce qui concerne la conception générale et les caractéristiques géométrique des réseaux routiers nationaux.

✓ **La vitesse de référence** est la vitesse qu'un automobiliste pratique lors de la traversée du point le plus contraignant d'une section de la route en toute sécurité. Elle permet de définir les caractéristiques minimales d'aménagement des points particuliers de la route. Pour ce projet, la vitesse de référence est de **80 km/h**, la route à réaliser est de **2^{ème} catégorie**.

✓ **Les paramètres cinématiques** dont les données sont regroupées dans le tableau 22 sont extraits du cours de route de David OUEDRAOGO (2009 – 2010).

Tableau 22 : Paramètres cinématiques

		Symbole	Formule	Application	Valeur
Longueur de freinage		do (m)	$\frac{vr^2}{254 * f}$	$\frac{80^2}{254 * 0.42}$	60
Distance d'arrêt en alignement		d1 (m)	$do + 0.55 * vr$	$60 + 0.55 * 80$	104
Distance d'arrêt en courbe		d2 (m)	$1.25 * do + d1$	$1.25 * 60 + 104$	179
Distance de visibilité de dépassement	Minimale	dd (m)	$4.2 * vr$	$4.2 * 80$	336
	Normale	dp (m)	$6 * vr$	$6 * 80$	480
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement		dMd (m)	$3 * vr$	$3 * 80$	240

f étant le Coefficient de frottement des pneumatiques sur la chaussée qui vaut 0.42 en

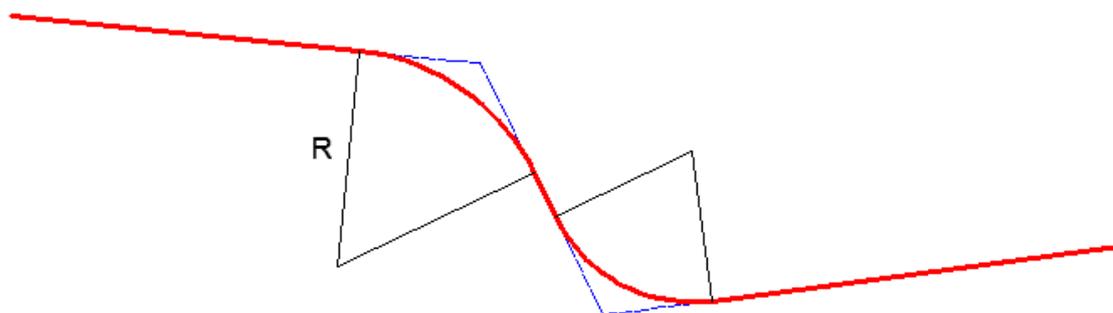
alignement droit et 0.34 en courbe pour une vitesse de référence de 80 km/h.

✓ **Le fond topographique** qui renseigne sur l'abscisse X, l'ordonnée Y et la côte Z d'un certain nombre de point du TN.

✓ **Un plan de masse** qui permet de repérer les concessions, les routes et autres aménagements se trouvant aux environs du projet.

II. LE TRACE EN PLAN

Le tracé en plan est composé d'une succession de segments de droites raccordés par des courbes qui sont soit des clothoïdes, soit des cercles. La recherche du tracé consiste à déterminer la position de la route en plan (tracé en plan) de manière à limiter les destructions et les modifications du terrain naturel, tout en optimisant sur le coût de réalisation et en misant sur la sécurité et le confort des usagers.



1. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU TRACE EN PLAN

La route est de la 2^{ème} catégorie, les valeurs des dévers et des rayons sont liées par la relation suivante (*cours de route v2007, H.BRUNEL. Université d'Orléans*) :

$$P\% = 7 * \frac{RH' - R}{RH' - RHm}$$

Pour une vitesse de référence de **80 km/h**, on a :

RH' : rayon en plan non déversé qui vaut 900

RHm : le rayon en plan minimal absolu qui vaut 240

R : correspond au plus petit rayon du tracé en plan et vaut 300

Le dévers maximal vaut $P\% = 7 * \frac{900 - 300}{900 - 240} = 6.36\%$

Le dévers maximal du projet est de **P% = 6.5%** avec un dévers en alignement droit de **I% = 2.5%** à gauche de l'axe et de **I% = -2.5%** à droite de l'axe.

La longueur minimale Lm de raccordement d'introduction du dévers est déterminée par la

$$\text{relation } Lm \geq |I\% - P\%| * \frac{vr}{7.2}$$

Hypothèse n°1. le virage se trouve à gauche :

- ✓ Voie intérieure $|I\% - P\%| = |2.5\% - 6.5\%| = 4\%$
- ✓ Voie extérieure $|I\% - P\%| = |-2.5\% - 6.5\%| = 9\%$

Hypothèse n°2 : le virage se trouve à droit :

- ✓ Voie intérieure $|I\% - P\%| = |-2.5\% + 6.5\%| = 4\%$
- ✓ Voie extérieure $|I\% - P\%| = |2.5\% + 6.5\%| = 9\%$

$$\text{D'où } Lm \geq 9 * \frac{80}{7.2} = 100m$$

Pour une variation de devers de 1% on aura une distance de : $\frac{Lm}{|I\% - P\%|} = \frac{100}{9} = 11.11m$

Lorsqu'on a une variation de dévers de **1%**, la longueur minimale de raccordement sera de l'ordre de **11.11m**.

2. PROCEDURE DU TRACE EN PLAN

Pour obtenir le tracé en plan on a (voir annexe 9) :

- Repéré les points de début et de fin de l'axe en plan qui sont (en mètre) :

Coordonnées du début et fin du projet

	Abcisse curviligne	Abcisse X	Ordonnée Y	Côte Z
Début du projet	0.000	400237.145	1498553.079	218.286
Fin du projet	3749.214	403924.087	1498280.649	218.593

- Identifié tous les sous tronçons en alignement droit ;
- Déterminé les sommets de polygonale de notre axe ;
- Choisi les différentes valeurs de rayons de raccordement ;
- Mis en place les raccordements appropriés ;
- Construit l'axe en plan du projet.

Sur le tracé en plan le quota de 60% d'alignement droit et 40% de courbe n'est pas respecté parce que le milieu récepteur l'impose. Des concessions sont réalisées de part et d'autre de l'emprise de la route.

Eléments du tracé en plan

Elément	Longueur total (m)	Pourcentage
Alignement droit	3339.561	89%
courbe	409.653	11%

III. LE PROFIL EN LONG

Le profil en long représente la coupe longitudinale du terrain suivant le plan vertical passant par l'axe du tracé en plan permettant ainsi de définir le niveau de chaque point du tracé en plan. Le profil en long est défini par une succession de droites dont les déclivités (rampes ou pentes) sont connues, ainsi que certaines côtes indispensables. Dans le souci d'optimiser le coût du projet, le profil en long suivra au plus près le profil du TN. (Voir annexe 9)

1. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PROFIL EN LONG

La vitesse de référence $vr = 80km/h$ pour notre projet routier.

- Pour permettre aux poids lourds d'aborder les rampes avec moins de difficulté et en tenant compte de la capacité de freinage dans les pentes. la déclivité maximale sera de 5%.
- Le Rayon minimal en angle saillant est de 10 000 m et de 17 000 m pour le rayon minimal absolu pour une chaussée bidirectionnelle. Ces rayons ont pour but de permettre à un observateur dont l'œil se trouve à 1m au-dessus de la chaussée de percevoir un objet de 0.25m de hauteur se trouvant sur une distance égale à la distance d'arrêt et un objet de 1.20m de hauteur se trouvant à une distance double de la distance d'arrêt.
- Pour créer un confort par limitation de l'accélération verticale et pour éviter l'éblouissement entre deux usagers lors des échanges de faisceau de phare la nuit, on considère un rayon minimal normal en angle rentrant de 2200 m et un rayon minimal absolu de 3000 m.
- Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement minimale : 17 000m.
- Points particuliers par lesquelles doit passer l'axe du profil en long (tableau 23) :

Tableau 23 : Points particulier du tracé

	Abscisse curviligne	Côte Z du TN	Côte Z projet
Début du projet	0.000	218.286	218.286
OH2	215	216.85	218.55
OH1	2836.23	218.76	220.96
Fin du projet	3749.214	218.593	218.593

OH1 correspond au dalot 1x2.00x1.00 se trouvant au PK0+215 et OH2 celui de section 2x2.00x1.50 se trouvant au PK2+836

2. LES PARAMETRES CINEMATIQUES

Le profil de la route influence directement sur le coût de sa construction, les coûts d'exploitation des véhicules empruntant la route et le nombre d'accidents. Pour une meilleure optimisation il faut respecter les principes suivants :

➤ Raccordements verticaux

Les raccordements de types paraboliques sont utilisés pour la conception du profil en long. On ne s'attardera pas sur les théories de calcul car le logiciel **Piste 5.05** calcul directement car les équations polynomiales.

➤ Coordination entre le profil en long et le tracé en plan

Il est conseillé d'adopter les rayons

- Pour une déclivité entre 2 droites du PL supérieur à 0.5%. on placera un raccordement vertical entre les 2 droites pour un passage aisé de l'une à l'autre.

- Assurer une bonne corrélation entre le PL et le tracé en plan. Il est conseillé d'adopter les rayons de profils en long en fonction des rayons en plan comme indique le tableau du Guide pratique pour la conception géométrique des routes et autoroutes. Alain FRERET 1981. La route est constitué de 2 chaussées à 3 voies chacune, on aura la relation $R_v \geq 8,5R_h$ (R_v étant le rayon du profil en travers et R_h celui en long).

- Prévoir une distance de visibilité convenable au point haut du PL
- Eviter les raccordements concaves très courts
- Eviter une courte descente avant une longue rampe
- Eviter la succession de 2 courbes de même sens dans le PL

➤ **Eléments constitutifs du profil en long**

La construction de la route contribuera à modifier le milieu naturel. Pour atténuer cet impact, il faut prévoir des ouvrages hydrauliques qui permettront de rétablir par endroit l'écoulement des eaux de pluies. Ces ouvrages sont pris en compte lors du calage de la ligne rouge. On a procédé par identification de la position des ouvrages hydrauliques, ce qui permet de caller à ces positions des points de références par lesquels passera la ligne rouge du projet.

Au total deux (2) ouvrages hydrauliques transversaux à réaliser sur notre tronçon.

Ouvrages hydrauliques	Abscisse curviligne	Hauteur de l'ouvrage	Côte Z du TN	Côte Z projet
OH2	215	1.00	216.85	218.55
OH1	2836.23	1.50	218.76	220.96

➤ **Calage de la ligne rouge**

La ligne rouge représente les altitudes de l'axe de la fin de la chaussée en tout point de la route. Elle se présente sur le PL sous la forme de successions de droites constitué de pentes et de rampes, raccordés souvent entre eux par des arcs de parabole. Le bon calage de la ligne rouge est très important, parce qu'elle influence directement sur le coût du projet. La position de cette ligne définit le volume de remblais et de déblais à effectuer pour la construction de la route. Le calage de la ligne rouge respectera au mieux l'allure du profil en long TN pour minimiser les quantités de déblais et de remblais (*voir annexe 9*). Le respect des normes géométriques citées plus haut pourrait conduire à éloigner le PL du profil en long TN.

➤ **Tracé du profil en long**

En tenant compte des paramètres cités plus haut et en utilisant le logiciel Piste 5.05, le tracé en long est obtenu. Le tableau 24 présente les éléments qui constituent le PL, notamment l'abscisse du début et celle de la fin ainsi que les côtes des droites et des courbes (paraboles).

Tableau 24 : Récapitulatif des éléments constitutifs du profil en long

Elément	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Côte Z
			0	218.286
D1	PENTE= 0.126 %	202.354		
			202.354	218.542
PA1	S= 215.0000 Z= 218.5500 R = -10000.00	80.970		
			283.324	218.317
D2	PENTE= -0.683 %	116.616		
			399.939	217.52
PA2	S= 420.4366 Z= 217.4498 R = 3000.00	29.497		
			429.437	217.463
D3	PENTE= 0.300 %	23.1		
			452.536	217.533
PA3	S= 461.5365 Z= 217.5461 R = -3000.00	49.133		
			501.67	217.278
D4	PENTE= -1.338 %	175.674		
			677.344	214.928
PA4	S= 811.1218 Z= 214.0327 R = 10000.00	191.778		
			869.122	214.201
D5	PENTE= 0.580 %	619.601		
			1488.723	217.795
PA5	S= 1430.7227 Z= 217.6264 R = 10000.00	21.579		
			1510.302	217.943
D6	PENTE= 0.796 %	443.567		
			1953.869	221.473
PA7	S= 2033.4481 Z= 221.7895	89.946		

	R = -10000.00			
			2043.815	221.784
D7	PENTE= -0.104 %	797.599		
			2841.413	220.957
PA6	S= 2836.2300 Z= 220.9600 R = -5000.00	38.949		
			2880.362	220.765
D8	PENTE= -0.883 %	441.834		
			3322.196	216.865
PA8	S= 3375.1549 Z= 216.6317 R = 6000.00	40.959		
			3363.155	216.644
D9	PENTE= -0.200 %	102.063		
			3465.218	216.44
PA9	S= 3485.2176 Z= 216.4196 R = 10000.00	135.769		
			3600.986	217.09
D10	PENTE= 1.158 %	148.228	3749.214	218.806
LONGUEUR DE L'AXE 3749.214				

IV. LE PROFIL EN TRAVERS

Les profils en travers constituent les coupes transversales perpendiculairement à l'axe du projet.

Le profil en travers d'une route est destiné pour satisfaire les exigences suivantes :

- 1) Evacuer les eaux des précipitations hors de la plateforme par les chemins les plus courts, pour éviter qu'elles s'accumulent sur la plateforme ou y prennent de la vitesse ;
- 2) Mettre la chaussée à l'abri des imbibitions provoquées par les eaux stagnants à proximité de la plateforme ;
- 3) Favoriser une bonne répartition des charges dû au trafic sur toute la largeur de la chaussée utilisable pour éviter que des voies privilégiées ne supportent la quasi-totalité des charges de la circulation;
- 4) Etre de construction aisée, donc économique ;

5) Se prêter à un entretien mécanique facile et efficace.

Le profil en travers d'une route permet en outre de calculer les paramètres suivants :

- La position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements ;
- L'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel ;
- Les cubatures (volumes de déblais et remblais).

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DU PROFIL

- Pente transversale de 2.5% (profil en toit) en alignement droit et dans les courbes non déversées ;
- Largeur de la plate-forme = 30,00m
- Largeur de la chaussée = 9,70m
- Largeur accotement = 1,5m ;
- Largeur du TPC = 3,00m
- Pente transversale des accotements (non stabilisés)=4%
- Sur ouvrage d'art, l'accotement aura le même devers que celui de la chaussée ;
- Pentes des talus :
Remblai=3/2
Déblai=2/3
- Protection contre l'érosion : perrés maçonnés ; enrochements et gabions.

Voir annexe 10 pour les profils en travers et en travers type.

CHAPITRE 5 : SIGNALISATION, SECURITE ET AMENAGEMENTS ROUTIERS

I. SIGNALISATION ROUTIERE

La signalisation routière est l'information placée tout au long de la route permettant à l'utilisateur de circuler en toute sécurité. Il s'agit de la mise en place de dispositifs et d'infrastructures pour les prescriptions et indications contribuant à la sécurité des usagers et des riverains de la route. On a deux sortes de signalisations : la verticale et l'horizontale qui sont placées à des points singuliers comme les intersections et les virages où il est susceptible que l'utilisateur ne perde le contrôle.

1. Signalisation verticale

Les panneaux de signalisation verticale sont classés en plusieurs catégories répondant à divers objectifs, particulièrement :

- Panneaux de danger : A – triangulaires
- Panneaux de prescription : B – Circulaires ou carrés
- Panneaux d'intersection : AB – Triangulaires, carrés ou orthogonaux.
- Panneaux de direction ou de localisation : D – Rectangulaires avec ou sans pointe de flèche.

Les panneaux suivants seront utilisés pour la signalisation de notre projet :

Arrêt à l'intersection de la voie prioritaire (panneau de position)



Céder le passage à l'intersection, signal d'une position



Lieu aménagé pour les stationnements



Pour la sécurité des salariés travaillant sur le chantier et des riverains, des signalisations temporaires seront posées sur les sites de travail.

2. Signalisation horizontale

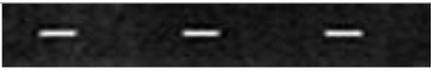
La signalisation horizontale est l'ensemble des marques peintes observées sur la chaussée.

Elle est composée de :

- * Marquages routiers,
- * Marquage de parking,
- * Mise en sécurité des périmètres scolaires, passage piétons...

La signalisation horizontale est réalisée par des bandes blanches continues ou discontinues. Ces bandes ont pour rôle d'assurer le guidage des usagers.

Tableau 25 : Illustration des différents types de marquages longitudinaux

ligne de type T1	
ligne de type T2	
ligne de type T3	
La ligne continue	

La route étant constituée de deux chaussées séparées avec la présence de terre-plein-central, les marquages seront composés :

- a. D'une signalisation axiale longitudinale de marque T1
- b. De signalisations transversales comprenant les lignes complétant le panneau de « Stop », les lignes complétant le panneau « cédez le passage », les lignes d'effet des feux de signalisation.

II. LA SECURITE ROUTIERE

Le respect de normes géométriques bien définies (tracé en plan, profil en long, profil en travers, géométrie des points d'échanges...) constitue un ensemble de facteurs qui concourent entre autre à l'amélioration de la sécurité sur les voiries urbaines. A ces facteurs il faut dire que : la sécurité routière de nos jours est l'une de préoccupation majeure des professionnels de la route et des décideurs. Si la route tue, l'homme en est le premier responsable, par son comportement à l'usage de la route est des règles de construction que les concepteurs s'est imposé pour réaliser

cette route. C'est dans ce sens que lors des exécutions des travaux, l'entreprise avec le concours de la mission de contrôle veillent à :

- ✚ L'amélioration de la sécurité de la route en agissant sur ses caractéristiques pour aider les conducteurs dans les virages et aux intersections en installant des signalisations. Parmi les nombreuses actions possibles au niveau des routes comme la mise au point des déclivités, celles visant à réduire les collisions frontales sont aussi à prendre en compte.

- ✚ L'amélioration de la qualité du revêtement et l'élimination des obstacles latéraux ou la prévention contre les risques qui en découlent.

- ✚ L'exécution de ralentisseurs.

- ✚ Les autorités administratives ont aussi leur part de responsabilité pour ce qui concerne l'épanouissement et la sécurité des citoyens. C'est dans ce sens qu'il est nécessaire de faire quelques recommandations sur la sécurité routière à l'égard de ces décideurs et des usagers.

- ✚ Assurer la continuité et l'entretien du réseau routier, en veillant particulièrement au contrôle de son niveau de sécurité ;

- ✚ Prévoir, dans une stratégie globale, une hiérarchisation des routes, prenant en compte les différentes catégories de trafic (transit, distribution et accès) et d'utilisateurs de la route (en particulier les piétons et les cyclistes) ;

- ✚ Prendre les mesures nécessaires pour qu'en premier lieu, l'utilisateur adapte sa vitesse aux caractéristiques du réseau qu'il emprunte : ceci nécessite une prise de conscience qui peut être éveillée par l'éducation, par des campagnes d'information et de sensibilisation ciblées et par des contrôles dissuasifs, ponctuels mais réguliers ;

- ✚ Renforcer la prévention et les contrôles qui concernent la conduite sous l'effet de l'alcool ;

- ✚ Veiller à ce que le port de la ceinture de sécurité, tant aux places avant qu'aux places arrière des voitures particulières et dans les autres véhicules qui en sont équipés soit effectif sur l'ensemble de la route, les ceintures et dispositifs de retenue pour enfants méritent la même attention.

Prendre en compte, évalué, voire sanctionner, la conduite sous l'emprise de médicaments ou de drogues ainsi que la conduite en état de fatigue.

III. AMENAGEMENTS ROUTIERS

Les travaux d'aménagement du projet routier concernent principalement la réalisation de la chaussée et la réalisation des ouvrages d'assainissement et de franchissements ainsi que la mise

en place de signalisation routière.

En plus de ces principaux, il y a aussi des aménagements particuliers qui sont entre autres :

* **Les amorces routières** : ce sont des aménagements qui raccordent les branches secondaires à la route principale permettant ainsi aux véhicules d'accéder aisément à la route.

* **Les aires de stationnements** : pour des raisons de non stationnement de véhicules (en particuliers les poids lourds) sur le long de la route, il est prévu lors de la conception de la route, l'aménagement des aires de stationnement de type double.

* **Des descentes d'eau** : les descentes d'eau sont des dispositifs d'aménagement qui permettent d'évacuer les eaux de la chaussée vers les drains en bas du talus sur les hauts remblais. Il est présenté en schéma un exemple des descentes d'eau aménagées

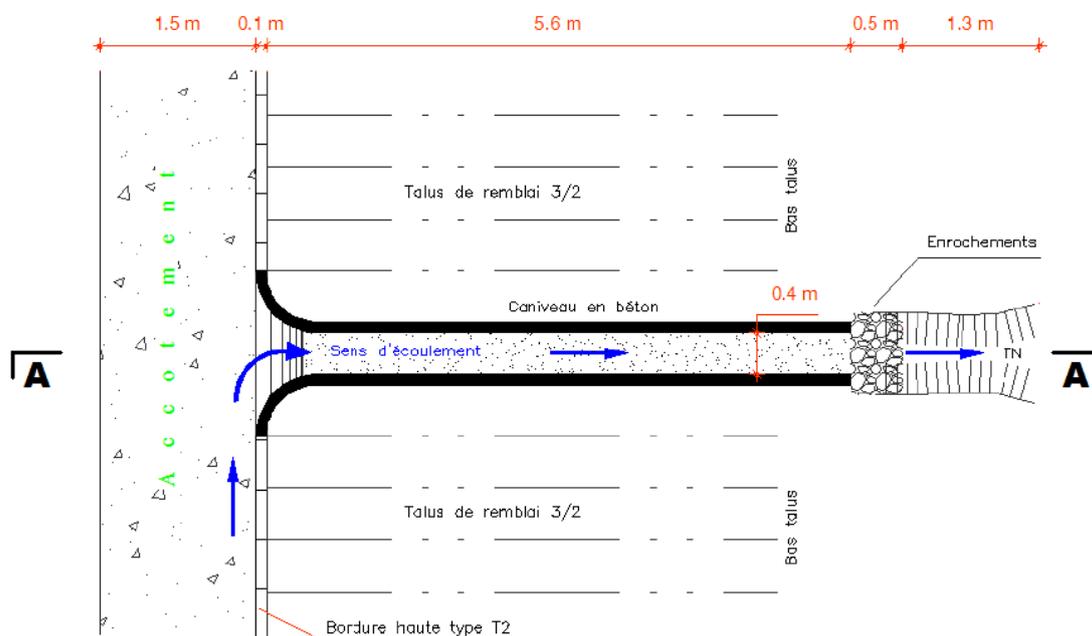


Figure 3 : Vue en plan des descentes d'eau aménagées

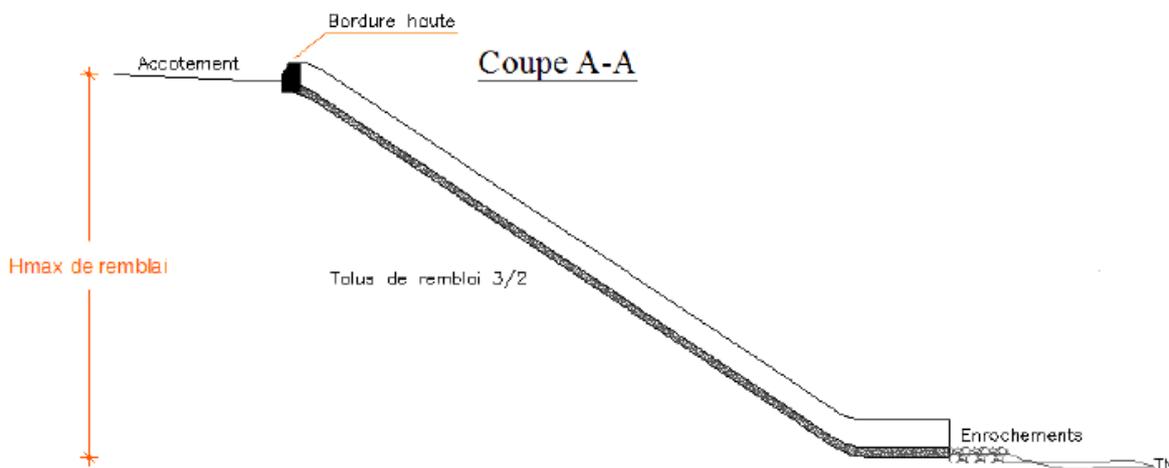


Figure 4 : Coupe longitudinale sur descentes d'eau aménagées suivant A-A

* **La protection des entrées et des sorties des dalots** : l'aménagement des entrées et des sorties des dalots avec les gabions est très nécessaire pour lutter contre l'érosion des sols adjacents pouvant causer la chute de l'ouvrage.

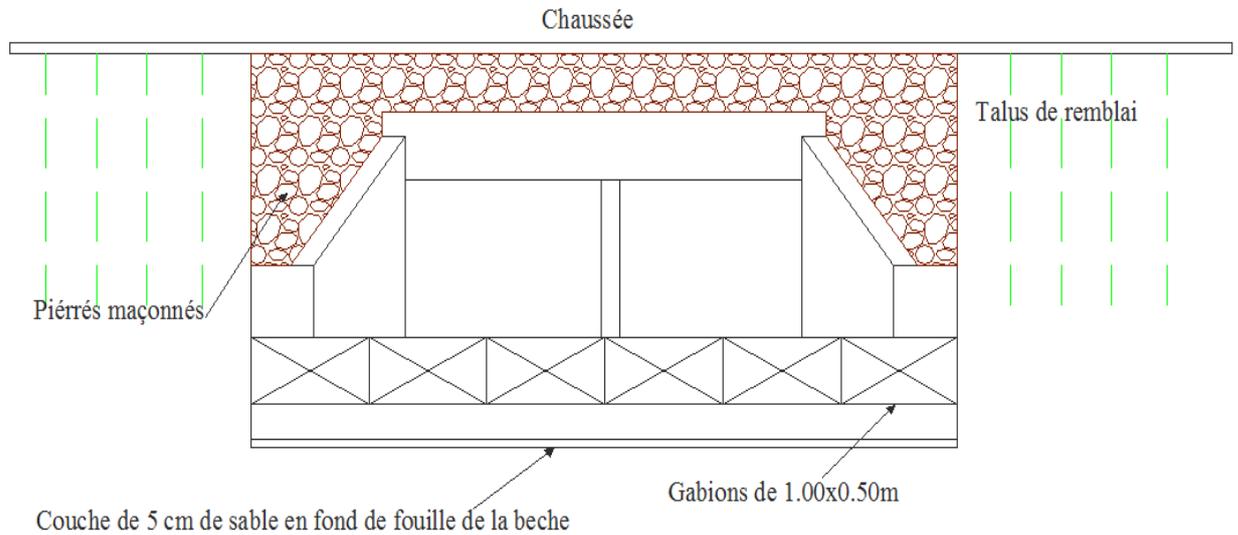


Figure 5 : Aménagement avec des gabions à la rentrée (amont) des dalots.

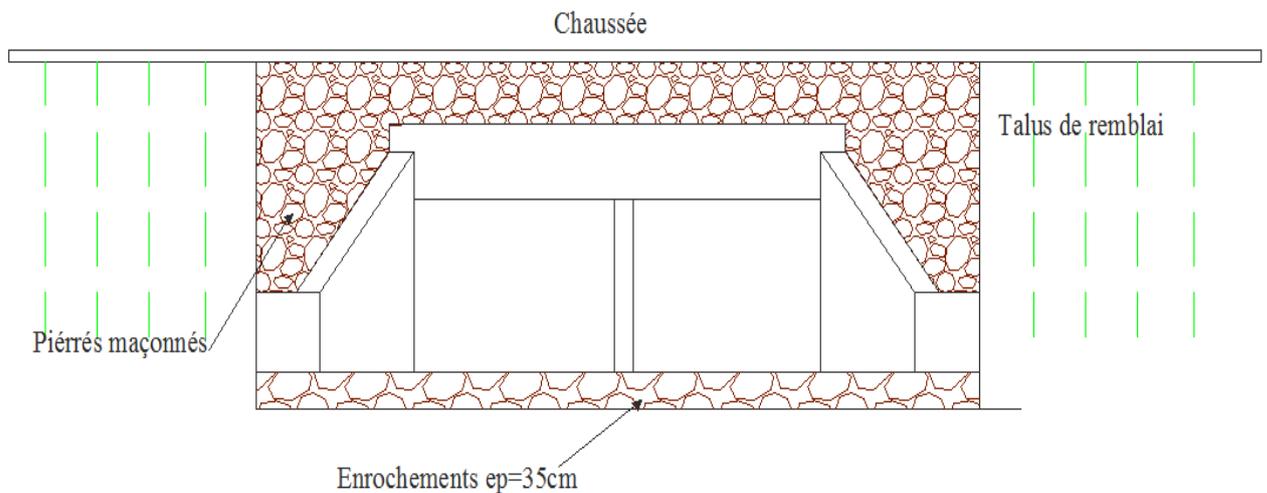


Figure 6 : Aménagement en enrochements à la sortie (aval) des dalots.

CHAPITRE 6 : QUANTITATIF ET ESTIMATIMATIFS

I. Avant métré quantitatif

TERRASSEMENT			
Désignations	Unité	Quantité initiale	Quantité foisonnée
Décapage de la terre végétale	m ²	63 149	
Remblai provenant du déblai	m ³	18 839	22606,80
Remblai provenant d'emprunt	m ³	10 576	12691,20

CHAUSSEE			
Désignation	Unité	Quantité	Quantité foisonnée
Couche de roulement	m ³	1 843	
Couche d'accrochage	m ²	36 860,00	
Couche d'imprégnation	m ²	36 860,00	
Couche de base	m ³	10 910	13 092
Couche de fondation	m ³	21 706	26 047,20
Couche de forme	m ³	12 876	15 451,20

Aménagement type		
Désignation	unité	Quantité
Perrés maçonnés	m ²	97,30
Gabions	m ³	27,12
Descente d'eau	ml	53,50
Bordure	ml	22 800,00
Enrochement de protection	m ³	20,50

Avec un coefficient de foisonnement égal à 1,2

SIGNALISATION			
LINEAIRE DE CALCUL (km)	Désignation	unité	Quantité
Signalisation horizontale	Marquage axial continu	ml	7 600,80
	Marquage axial d'avertissement T3	ml	225,00
	Marquage axial discontinu T1	ml	8 957,00
Signalisation verticale	a-Panneaux de signalisations	U	67,00

Ouvrages d'assainissements		
Désignation	unité	Quantité
Dalot 1*2*1	ml	30,00
Dalot 2*2*1,5	ml	30,00
Caniveau 100*100	ml	1 056,00
Caniveau 80*80	ml	820,00

ENVIRONNEMENT		
Désignation	unité	Quantité initiale
Engazonnement du TPC	m ²	11 220

II. Estimatif du projet

Le tableau 26 présente une estimation par série du tronçon FK160, ainsi que le montant hors TVA et le montant TTC (*voir annexe 6 pour le détail de l'estimatif*).

Tableau 26 : Estimatif du projet

SERIE	Désignation	Prix total [FCFA]
SERIE 000	INSTALLATION GENERALE DE CHANTIER	119 465 224
SERIE 100	TRAVAUX PRELIMINAIRES TERRASSEMENTS GENERAUX	18 944 700
SERIE 200	TRAVAUX PRELIMINAIRES TERRASSEMENTS GENERAUX	186 906 900
SERIE 300	TRAVAUX DE VOIRIE	1 823 340 600
SERIE 400	ASSAINISSEMENT ET DRAINAGE	258 315 500
SERIE 500	AMENAGEMENT DES ABORDS-ESPACES VERTS- PLANTATIONS D'ARBRES-FLEURS-CLOTURE	4 488 000
MONTANT TOTAL HORS TVA EN FCFA		2 411 460 924
<i>TVA AU TAUX DE 18%</i>		<i>434 062 966</i>
MONTANT TOTAL TOUTES TAXES COMPRISES		2 845 523 891

Le montant total toutes taxes comprises s'élève à **2 845 523 891 F CFA** soit **748 822 076 F CFA/km**. Ce montant représente **15,82%** du budget total du projet (**17 989 795 508 FCFA TTC**).

CHAPITRE 7 : ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

L'Etude d'Impact d'Environnement et Social (EIES) constitue un instrument de prévention dans le cadre d'une politique de protection de l'environnement. C'est un outil utilisé par la norme ISO 14001 et pour faire une analyse du cycle de vie. L'EIES a donc pour objectif principal la sauvegarde de l'environnement par une politique de prévention de nouvelles dégradations de l'environnement liées aux activités du projet ainsi qu'à ces activités annexes pendant la phase de préparation, la phase d'exécution et la phase d'exploitation.

L'Etude d'Impact sur l'Environnement a été adoptée par de nombreux pays comme instrument de protection de l'environnement et du cadre de vie.

Un impact environnemental dans ce cadre est l'influence ou l'effet immédiat, à moyen ou à long terme qu'un aménagement provoque sur son milieu récepteur ainsi que son entourage. L'aménagement de la route entraîne impérativement un certain nombre d'effets, directs ou indirects, temporaires ou permanents, réversibles ou irréversibles sur les milieux récepteurs.

L'étude d'impact sur l'environnement est une étude détaillée à caractère analytique et prospectif aux fins de l'identification et de l'évaluation des incidences d'un projet sur l'environnement. Il faut noter que le terme environnement regroupe la flore, la faune, l'homme et leur biotope.

Dans le tableau 27, quelques impacts environnementaux sont présentés tout en proposant des mesures d'atténuations.

Tableau 27 : Impacts et mesures d'atténuations

Phases du projet	Moment	Composantes affectées (milieu récepteur)	Source de l'impact	Description de l'impact	Mesures préconisées	En charge du contrôle
Phase d'exécution	Lors des travaux au chantier et aux emprunts	Air et ambiance sonore (milieu biophysique)	Les activités du chantier et les travaux d'entretien du trafic	<ul style="list-style-type: none"> La poussière et la fumée générées par les travaux sur le chantier, les zones d'emprunt et les sites de réalisation des travaux ; Les fumées de la préparation du béton bitumineux et de l'enrobé. 	<ul style="list-style-type: none"> Arrosage du site et un bon réglage des moteurs d'engins ; Installation du site de préparation du béton bitumineux loin des agglomérations ; Le port obligatoire de casques anti-poussière pour tous les travailleurs sur le chantier ; L'application stricte de la disposition de limitation des vitesses en agglomération et sur le chantier ; Informers les populations avant tous travaux de nuit. 	Mission de contrôle
	Lors des travaux au chantier et aux emprunts	Sols (milieu biophysique)	Les activités du chantier et les travaux en zones d'emprunt et les érosions hydriques au droit des dalots et des ouvrages de drainage de la route	<ul style="list-style-type: none"> Le tassement du sol par les engins et les camions ; La production et le rejet de déchets ; L'érosion accrue des sols à cause des ouvrages réalisés ; La destruction du sol dans les zones ; d'emprunt et les carrières ; 	<ul style="list-style-type: none"> L'incorporation des clauses techniques environnementales dans le cahier de charges des entreprises ; Obliger les entreprises à restaurer les zones d'emprunt après les travaux ; Protection des accotements des ouvrages contre l'érosion ; Exécution des descentes d'eau sur les remblais. 	Mission de contrôle

Section mécanique et au fleuve	Eaux de surface (milieu biophysique)	Les activités du chantier et les travaux d'entretien de la route	<ul style="list-style-type: none"> Les risques de pollution des sols par les déchets liquides et solides des chantiers. Le prélèvement de l'eau au fleuve Niger et dans certains de ses bras causant une baisse du niveau des eaux ; L'altération des propriétés physico-chimiques due à la pollution des sols par les déchets solides et liquides 	<ul style="list-style-type: none"> Le recueil des huiles usées et des déchets pour incinération dans des foyers spécifiques; Le prélèvement des ressources en eau pour les travaux que dans les points d'eau pérennes ; L'exécution des forages dans les agglomérations traversées par la route qui pourront être utilisés comme source d'eau potable. 	Mission de contrôle
	Eaux souterraines (milieu biophysique)	Les activités du chantier et les travaux d'entretien de la route	Le risque de pollution des eaux souterraines par infiltration	<ul style="list-style-type: none"> Le recueil des huiles usées et des déchets pour incinération ; Le prélèvement des ressources en eau pour les travaux que dans les points d'eau pérennes ; L'exécution des forages dans les agglomérations traversées par la route qui pourront être utilisés comme source d'eau potable. 	Mission de contrôle
Au chantier et aux emprunts	Végétation (milieu biophysique)	Les travaux de dégagement de l'emprise de la route, l'exploitation des emprunts et des carrières.	<ul style="list-style-type: none"> Destruction de la ceinture verte au niveau de l'emprise de la route, des ouvrages connexes, etc. La disparition de certaines espèces végétales. 	<ul style="list-style-type: none"> La plantation d'arbres en alignement le long de la route et la création de bosquet; L'interdiction de l'installation de tous emprunts et carrières à l'intérieur des forêts et sites classés. 	Ministère chargé de l'environnement

Au chantier et aux emprunts	<p>Faune sauvage (milieu biophysique)</p>	<p>Les activités de chantier</p>	<ul style="list-style-type: none"> · La destruction des gîtes d'animaux et de niches d'oiseaux par le fait de l'abattage des arbres et du passage des engins du chantier ; · Le braconnage de la faune par la main-d'œuvre. 	<ul style="list-style-type: none"> · L'interdiction de toute sorte de chasse de la faune à la main d'œuvre ; · Intensifier la lutte contre le braconnage ; · L'interdiction du transport de viande sauvage par le matériel roulant du chantier. 	Ministère chargé de l'environnement
Population environnante et salariés du chantier	<p>Santé et sécurité</p>	<p>Les activités de chantier et du trafic sur la route</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Les maladies et les nuisances liées à la poussière et à la fumée ; · Les risques d'accidents pendant les travaux et pendant l'exploitation. 	<ul style="list-style-type: none"> · Arrosage du site et un bon réglage des moteurs d'engins ; · Installation du site de préparation du béton bitumineux loin des agglomérations ; · Le port obligatoire des EPI pour tous les travailleurs sur le chantier ; · L'application stricte de la disposition de limitation des vitesses en agglomération et sur le chantier ; · Informer les populations avant tous travaux de nuit ; · Mise en place de balises et panneaux de signalisation sur tous les chantiers et sur la route pendant l'exploitation pour limiter les cas d'accidents ; · L'utiliser des séparateurs pour la protection des zones de travaux ; · Prévoir des bandes d'arrêt d'urgence et des aires de parking dans 	Les cadres de l'entreprise, la mission de contrôle et le ministère chargé de la santé

Phase d'exploitation	Riverrains				<p>les principales agglomérations ;</p> <ul style="list-style-type: none"> · Doter la main-d'œuvre d'équipements adéquats ; · Les visites médicales des ouvriers et campagne de sensibilisation sur les IST et le SIDA ; · Distribuer gratuitement des préservatifs ; · Renforcer le contrôle technique des automobiles ; 	
	Ville de Niamey	Emploi (milieu socioéconomique)	Les activités du chantier	Création d'emplois	L'embauche des travailleurs des zones riveraines de la route	Mission de contrôle
	Ville de Niamey	Circulation	La présence de la route	<ul style="list-style-type: none"> · La perturbation de la circulation pendant la réalisation des travaux ; · La circulation rendue plus aisée par la présence de la route aménagée en phase d'exploitation. 	<ul style="list-style-type: none"> · Placer des déviations provisoires adéquates pendant les travaux ; · Rétablir les accès aux habitations et aux centres de santé ; · Placer des amorces de bretelles aux carrefours sur environ 200 m de bitume ; · Renforcer l'entretien courant de la route et de ses infrastructures. 	
Ville de Niamey	Agriculture et élevage	La présence de la route	<ul style="list-style-type: none"> · La présence de la route facilite l'écoulement de la production agropastorale ; 	Renforcer l'entretien courant de la route et de ses infrastructures	Service d'entretien routier	

Ville de Niamey	Commerce et transport	La présence de la route	<ul style="list-style-type: none"> Facilite l'écoulement des produits maraichers. Le développement des secteurs du commerce et du transport ; Assurer une bonne circulation des personnes et des biens ; 	Le renforcement de l'entretien courant des infrastructures routières pour leur pérennisation.	Service d'entretien routier
	Conditions de vie des femmes	La présence de la main-d'œuvre et de la route	L'accroissement du revenu des femmes dans les activités de restauration, de commerce et de l'artisanat surtout pendant les travaux d'exécution et la possibilité de gagner des débouchés sur les activités de transformation, de cueillette et de l'artisanat pendant la phase d'exploitation de la route	<ul style="list-style-type: none"> Dynamiser les structures d'appui technique et d'encadrement des femmes dans les domaines de l'artisanat, du maraichage, de la pêche et des produits de crue ; Appuyer les femmes financièrement à travers les structures formelle et informelle de financement des activités agricoles 	Structures financières étatiques

En plus de ces impacts à prendre en compte, l'entreprise SOGEA SATOM s'est engagé dans une politique de qualité et de de sécurité dénommée **Pre-start Meeting**. Cette politique vise à exécuter des chantiers dans les délais tout en évitant des cas d'accidents graves ou mortels au cours des activités du chantier. C'est ainsi que le document « **Les Règles d'Or** » a été mis au point. Dans ce document est énuméré des règles et des recommandations obligatoires à toute personne intervenant sur les cite et chantier de la SATOM. Parmi ces règles, on peut citer entre autre :

- L'accueil systématique et formalisé pour tout nouvel arrivant par les responsables de la sécurité ;
- Le port de la ceinture de sécurité équipée de fourreau visible (de couleur orange) dans les véhicules et engins
- L'équipement de tout le pick-up d'arceau de sécurité et le bridage de tous les véhicules
- L'animation du quart d'heure (¼ h) de s'sécurité qui se tient au moins deux fois par mois et par équipe.

CHAPITRE 8 : SUIVI DES TRAVAUX SUR LE CHANTIER

I. TERRASSEMENT

Le terrassement commence par le dégagement de l'emprise de la chaussée. Sur le tronçon FK160, nous avons procédé par un décapage d'au moins 15cm dans le but d'enlever la terre végétale qui a une mauvaise portance. Nous avons mis deux semaines pour le décapage, la mise en tas et le transport du déblai vers des zones choisies par la mairie de Niamey.

L'équipe de topographie délimite l'emprise de la plate-forme et implante les piqués pour les entrées de terre à l'aide d'un GPS. Pendant ce temps le laboratoire de géotechnique procède à des échantillonnages pour des essais qu'il fera avec la mission de contrôle. Le résultat de ces essais nous autorise à utiliser le déblai remblai.

Nous entamons alors les travaux de décaissement des zones à décaisser tout en stockant le déblai, qui est utilisé pour le remblai. Une fois la côte de la couche de forme est atteinte, nous procédons au malaxage et compactage de cette couche. En fin, nous introduisons la demande de réception de la plate-forme à la mission de contrôle.

II. AUTRES ACTIVITES MENEES (AVENANT DU MARCHE)

1. Pose de pavés

La pose des pavés suit plusieurs étapes à savoir :

❖ Le terrassement

L'équipe de terrassement procède à une mise en place de latérite afin d'atteindre le niveau de la plate-forme qui doit recevoir et supporter les différentes charges. L'épaisseur à mettre en place est très variée et est fonction du TN. Les travaux ont été exécutés à l'aide des engins de terrassement.

❖ Lit de pose

Après le réglage de la plate-forme on effectue l'apport et l'épandage du sable. L'épandage se fait sur une épaisseur de 5cm et à la main. Il n'y a pas de compactage hydraulique parce que le sable livré est humide.

Un reprofilage manuel permet d'avoir un lit de pose base uniforme. Les ouvriers effectuent la

pose des pavés en allant des bordures de fin de la chaussée vers les murs des concessions.

Après la pose des pavés, on procède au sablage qui se fait manuellement avec des balais. Ce sablage joue le rôle de joint.



Figure 7 : Pose de pavés

2. Gravionnage

Nous avons pris part au gravionnage de la route qui passe devant la présidence. Il a été fait en mono couche sur une chaussée existante pour avoir un meilleur accrochage entre l'ancienne chaussée et l'enrobé à réaliser. Il permet aussi d'éviter la remontée des fissurations sur le nouveau revêtement. Il est constitué d'une couche de bitume à une température comprise entre 145° et 170° Celsius et de gravier concassé de diamètre 10/14.

Le gravionnage se fait de la manière suivante : nettoyage de l'ancienne chaussée, l'épandage du bitume puis du gravier et enfin le compactage.

Nous avons utilisé :

- Un balai mécanique et un souffleur à compression pour le nettoyage ;
- Une épandeuse : camion qui contient le bitume, le réchauffe et effectue son épandage ;
- Des gravionneurs : camions bennes équipés d'un dispositif permettant d'épandre le

gravier

- Un compacteur à pneu.



Figure 8 : Gravionnage mono couche

3. La couche d'enrobé

La couche d'enrobé est effectuée environ quatre jours après le gravionnage. Elle est réalisée sur une épaisseur de 5cm à une température comprise entre 140° et 170° Celsius.

Pour réaliser l'enrobé, nous avons procédé de la manière suivante :

- Le nettoyage à l'aide d'un balai mécanique et d'un souffleur ;
- L'épandage du bitume à l'aide de l'épandeuse ;
- L'épandage du béton bitumineux à une épaisseur de 6cm à l'aide du finisher ;
- Le compactage immédiat avec le compacteur à pneu suivi du compacteur double bille à rouleau lisse.

Des camions bennes assurent l'approvisionnement de l'enrobé.



Figure 9 : Revêtement en BB

CONCLUSION

La route, grand facteur de civilisation et de développement nécessite de grands investissements, impliquant une démarche scientifique et professionnelle pour sa réalisation afin d'assurer sa pérennité. Dans cette optique, l'étude faite dans ce mémoire permet de proposer des infrastructures de qualités répondant aux normes du BTP et qui sont en accord avec les exigences du dossier d'appel d'offre (DAO).

Il est donc question d'une proposition d'une forme géométrique de la route, d'une structure du corps de chaussée, d'infrastructures d'assainissement et de franchissement de la route, de la signalisation et sécurité routière, d'aménagement. Pour mener à bien ce travail, nous avons cherché premièrement à comprendre le principe de dimensionnement des infrastructures de la SOGEA SATOM Niger ; ensuite nous avons vérifié les caractéristiques des matériaux à utiliser au laboratoire de géotechnique de la SOGEA SATOM Niger ; et enfin nous avons participé à l'exécution des travaux sur le chantier.

Le coût d'exécution pour la réalisation du tronçon FK160 s'élève à **deux milliards, huit cent quarante et cinq millions, cinq cent vingt et trois mille, huit cent quatre-vingt-onze FRANCS CFA tout taxe compris (2 845 523 891 FCFA TTC)**, soit **sept cent quarante-huit millions, huit cent vingt et deux mille, soixante et douze FRANCS CFA le kilomètre (748 822 076 F CFA/km)** sur un coût total de projet de **dix-sept milliards neuf cent quatre-vingt-neuf millions sept cent quatre-vingt-quinze mille cinq cent huit FCFA tout taxe compris (17 989 795 508 FCFA TTC)**. La réalisation du tronçon FK160 représente environ 16% du budget de l'ensemble du projet.

Ce projet dont le lancement des activités a été effectué dans le premier trimestre l'année 2015 doit répondre à un certains nombres d'exigences pour lesquels il est destiné. Pour ce faire, nous proposons les recommandations suivantes :

- La mise en place effective de toutes les signalisations (temporaires et permanentes) retenues pour ce projet dans le but de diminuer le risque d'accident ;

- La mise en place de campagne d'information et de sensibilisation des populations riveraines ;
- Le choix des sites de dépôt de remblais doit être fait de concert avec et le ministère de l'environnement ;
- La mise au point ou l'actualisation des plans d'urbanismes et des plans des réseaux enterrés est nécessaire pour éviter la démolition de ces ouvrages pendant l'exécution des travaux, et la destruction de la route pendant la phase d'exploitation.
- Le curage régulier des caniveaux pour qu'ils fonctionnent au maximum de leur capacité et éviter les inondations ou la stagnation des eaux pouvant provoquer des maladies.

Ces mesures permettront à ce que le transport se fasse dans les conditions de confort, de sécurité, de fluidité et de visibilité.

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ A. Kleinlogel, Formulaire des cadres simples
- ❖ CEBTP, Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux, 1984
- ❖ Crues et apports (bulletin de la FAO) : Manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche.
- ❖ Dr Angelbert BIAOU (2010), Cours hydraulique routière
- ❖ Dr Harouna KARAMBIRI (2009) Cours d'hydrologie
- ❖ Dr Dial NIANG (2012) cour d'hydrologie
- ❖ M. Adou Marcel KOUAME (2014), cours d'aménagement routier
- ❖ Fascicules N°61, conception, calcul et épreuve des ouvrages d'art. Titre II : programme des charges et épreuves des ponts-rotés
- ❖ Instructions interministérielles sur la signalisation routière, 7ème partie : Marques sur chaussée
- ❖ JEAN PERCHAT et JEAN ROUX, Pratiques du B.A.E.L 91 modifié 99
- ❖ Nguyen VAN TUU, Bernard LEMOINE, Jacques POUPLARD, 1981.
- ❖ Hydraulique Routière
- ❖ SETRA, Aménagement des routes principales, Août 1994
- ❖ SETRA, Conception et dimensionnement des structures de chaussées (LCPC)
- ❖ SETRA, Guide technique Assainissement routier

ANNEXE

+ Annexe 1 : Etude hydrologique

+ Annexe 2 : Dimensionnement béton armé des ouvrages

+ Annexe 3 : Quelques essais faits au laboratoire de SOGEA

SATOM Niger

+ Annexe 4 : Détermination de la structure de chaussée par
la méthode CEBTP

+ Annexe 5 : Eléments du tracé géométrique

+ Annexe 6 : Détail de l'estimatif

+ Annexe 7 : Etude d'impact environnemental et social

+ Annexe 8 : Rapport géotechnique du sol support

+ Annexe 9 : Rapport géotechnique de la carrière

+ Annexe 10 : Géométrie

+ Annexe 11 : Plan de ferrailage

Annexe 1 : Etude hydrologique

I. Calcul hydrologique du dalot

Dans cette méthode, le débit de pointe correspondant au ruissellement superficiel de crue décennale est défini par la relation suivante

$$Qr_{10} = A \times P_{10} \times Kr_{10} \times \alpha_{10} \times S/Tb_{10}$$

A est le coefficient d'abattement

P_{10} est la hauteur de pluie décennale

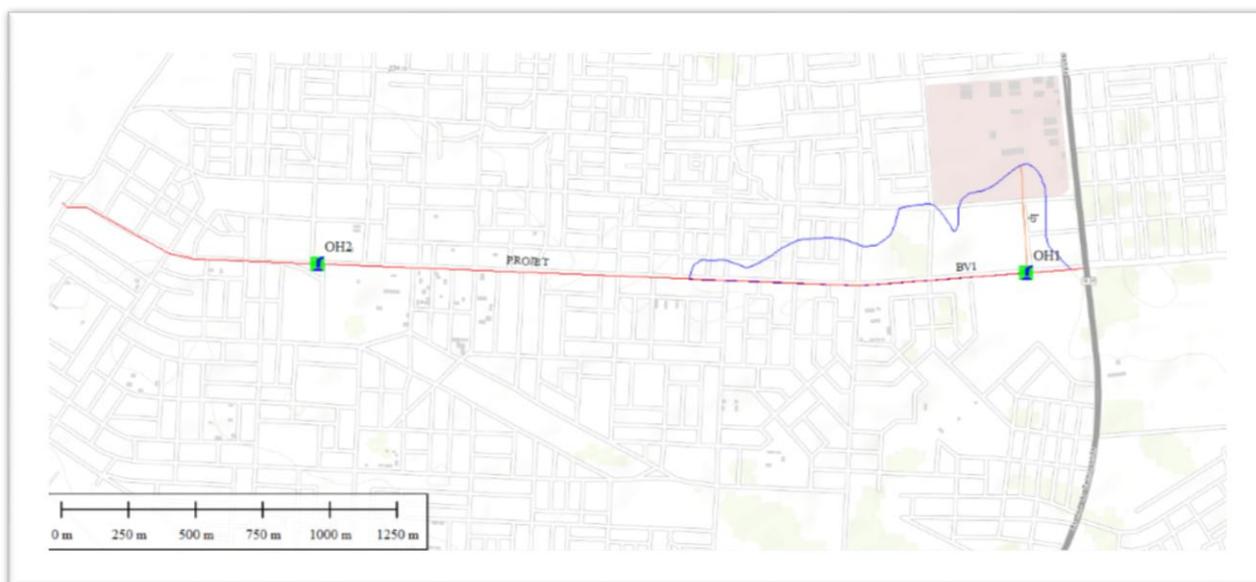
Kr_{10} est le coefficient de ruissellement correspondant à la crue décennale

α_{10} est le coefficient de pointe correspondant à la crue décennale

S est la superficie du bassin versant

Tb_{10} est le temps de base correspondant à la crue décennale

Le projet traverse deux bassins versants dont l'un des deux est présenté en entier sur l'image suivante. Le second s'étend sur une plus grande superficie et un collecteur est prévu pour drainer les eaux de ce bassin. Les calculs hydrologiques et hydrauliques ne seront pas effectués pour le second bassin



❖ Estimation de la superficie et du périmètre

Point kilométrique	Bassin versant	Superficie [km ²]	Périmètre [km]
	OH1	0,6746	4,4931

❖ Infiltrabilité

Elle est liée au type de sol qui couvre le bassin versant et permet de donner la classe d'infiltrabilité du bassin versant. Ici notre bassin versant est couvert d'un sol sablo-argileux ; ce qui nous permet de conclure qu'elle est de la classe RI (sol Relativement Imperméable).

❖ **Pente du bassin versant**

La pente moyenne du bassin versant est obtenue par la méthode de **GRESILLON** qui détermine la pente en fonction de la surface par la relation suivante :

$$I = \frac{0,026}{\sqrt{S}}$$

On obtient une pente de **0,03**

❖ **Indice de compacité**

L'indice de compacité ou coefficient de forme des BV s'exprime par la relation :

$$I_{com} = \frac{0,282 \times P}{\sqrt{S}}$$

L'indice de compacité $I_{com} = 1,54$

❖ **Rectangle équivalent**

La longueur L du rectangle équivalent est obtenue par la relation :

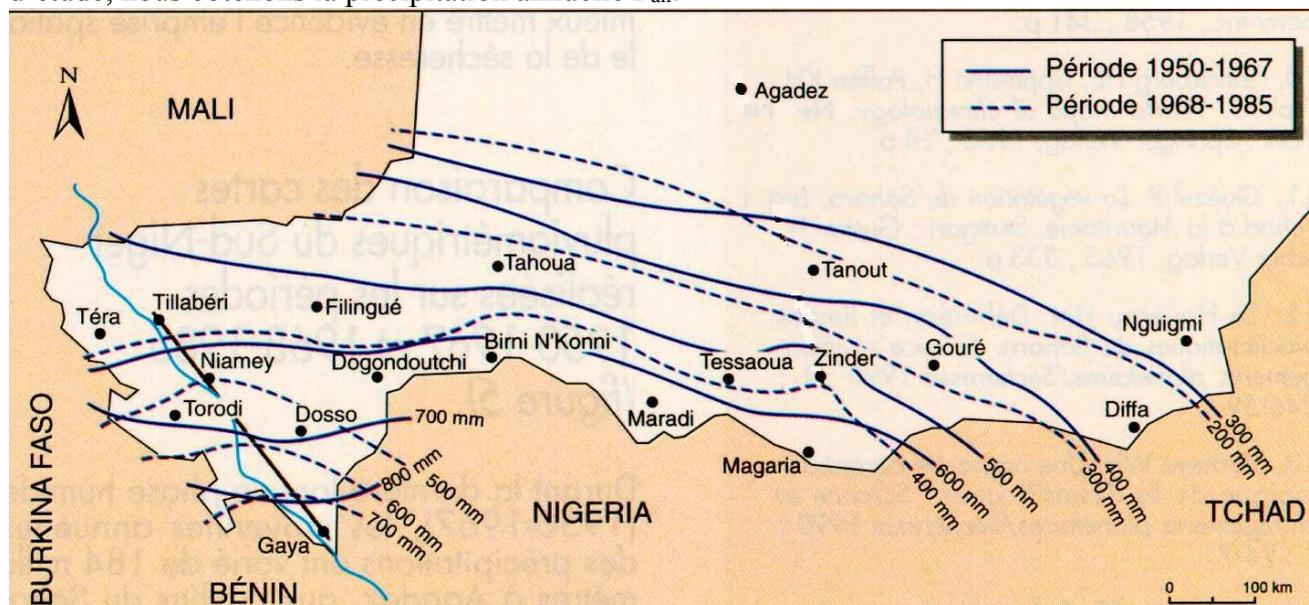
$$L = S^{1/2} (I_{comp}/1,128) \left[1 + \left(1 - (1,128/I_{comp})^2 \right)^{1/2} \right]$$

Ce qui nous donne une longueur **L de 2,47 km**

❖ **Détermination des précipitations**

Nous allons déterminer les précipitations annuelles P_{an} et la précipitation journalière décennale P_{10} .

En utilisant l'abaque de CIEH et connaissant les coordonnées Géographiques de notre localité d'étude, nous obtenons la précipitation annuelle P_{an} .



Nous avons une précipitation annuelle $P_{an} = 500 \text{ mm}$ et une précipitation journalière décennale $P_{10} = 85 \text{ mm}$

❖ **Coefficient d'abattement**

$$A = 1 - \left[\frac{(161 - 0,042 \times P_{an})}{1000} \log(S) \right]$$

A = 0,89

❖ Dénivelée du bassin versant

$$D = I \times L_p \times 90\%$$

L_p étant le plus long parcours hydraulique en mètre « m » perpendiculaire à l'exutoire. Ainsi donc nous avons obtenu par mesure une valeur de **602,98 m**.

La dénivelée du bassin versant vaut : **D = 17,77m**

❖ Indice global de pente

$$I_g = D/L$$

L'indice global de pente vaut : **I_g = 11 m/km**

❖ Indice global de pente corrigé

$$I_{gcor} = \frac{(n - 1) \times I_g + IT}{n}$$

IT représente la pente moyenne du bassin versant exprimé en pourcentage soit 4,9%

n est un coefficient dépendant du rectangle équivalent **L** du BV. Dans notre cas, on a **n = 2** car la longueur du rectangle équivalent est inférieure à 5km.

L'indice global de pente corrigé est : **I_{gcor} = 8 m/km**

❖ Temps de base

Le temps de base est l'intervalle de temps entre le début et la fin de l'écoulement de surface produit par une averse.

Pour $S < 6 \text{ km}^2$ et $I_{gcor} = 7 \text{ m/km}$

- Avec une infiltrabilité I : $Tb_1 = 13,9 \times S + 255$

$$Tb_1 = 13,9 \times 0,6746 + 255 \quad \Rightarrow \quad Tb_1 = 258,8 \text{ mn}$$

- Avec une infiltrabilité P : $Tb_2 = 19,6 \times S + 218$

$$Tb_1 = 19,6 \times 0,6746 + 218 \quad \Rightarrow \quad Tb_2 = 223,4 \text{ mn}$$

- Avec une infiltrabilité RI : $Tb_{10.1} = (258,8 + 223,4)/2$

$$Tb_{10.1} = 241,1 \text{ mn}$$

Pour $S < 10 \text{ km}^2$ et $I_{gcor} = 10 \text{ m/km}$

- Avec une infiltrabilité I : $Tb_1 = 8,9 \times S + 183$

$$Tb_1 = 8,9 \times 0,6746 + 183 \quad \Rightarrow \quad Tb_1 = 185,4 \text{ mn}$$

- Avec une infiltrabilité P : $Tb_2 = 8,9 \times S + 165$

$$Tb_1 = 8,9 \times 0,6746 + 165 \quad \Rightarrow \quad Tb_2 = 167,4 \text{ mn}$$

- Avec une infiltrabilité RI : $Tb_{10.2} = (185,4 + 167,4)/2$

$$Tb_{10.2} = 176,4 \text{ mn}$$

On a $S = 0,6746 \text{ km}^2 < 10 \text{ km}^2$ et $I_{g\text{cor}} = 8 \text{ m/km}$ pour notre BV. Par interpolation on a :

$$Tb_{10} = \frac{(8 - 7) \times 176,4 + (10 - 8) \times 241,1}{(8 - 7) + (10 - 8)}$$

$$Tb_{10} = 221,5 \text{ mn} \quad \Rightarrow \quad Tb_{10} = 13290 \text{ s}$$

❖ Coefficient de ruissellement

Notre bassin versant a une superficie $S = 0,6746 \text{ km}^2$. Cette superficie $S < 10 \text{ km}^2$, nous allons appliquer la relation ci-dessous pour trouver le K_r pour une pluie décennale de 70mm et 100mm puis nous interpolerons pour trouver le K_{r10} de notre projet correspondant à une pluie décennale de 85mm

$$K_r = \frac{a}{S + b} + c$$

P10	Ig	a	b	c	Kr	Kr pour Ig=8	Kr85 pour Ig=8
70	15	329	18,5	16,5	26,02	18,49	20,64
	7	239	17,7	14,4	17,70		
100	15	421	20,5	17,5	27,77	23,79	
	7	300	20	15	22,80		

Le coefficient de ruissellement du BV correspond à : $K_{r10} = 20,64\%$

Le débit de pointe maximal correspondant à notre projet est :

$$Q_{r10} = A \times P_{10} \times K_{r10} \times \alpha_{10} \times S / Tb_{10}$$

Etant donné que le bassin versant a une superficie inférieure à 10 km^2 , on a : $\alpha_{10} = 2,6$

$$Q_{r10} = \frac{0,89 \times 85 \times 0,2064 \times 2,6 \times 0,6746 \times 1000}{13290}$$

$$Q_{r10} = 2,06 \text{ m}^3/\text{s}$$

Après examen des terrains perméables qui permet d'évaluer la part d'écoulement retardé à 5% du débit ruisselé, le débit maximal total ou débit de pointe Q_{10} est estimé par la formule suivante :

$$Q_{10} = 1,05 \times Q_{r10}$$

$$Q_{10} = 2,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

II. Calcul hydrologiques des caniveaux

En procédant par la même méthode (**ORSTOM**) et en considérant une chaussée comme le bassin versant et que la goutte d'eau la plus éloignée se trouve à 800 m de l'exutoire, nous obtenons les résultats suivants :

	Unité	Valeur
Surface	Km ²	0,00896
Périmètre	km	1,6224
A		1,28
K _{r10}	%	32,56
Tb ₁₀	s	2195

Le débit de ruissellement obtenu sur une chaussée sur une longueur de 800 m est :

$$Q_{r10} = 0,40 \text{ m}^3/\text{s}$$

Annexe 2 : Dimensionnement béton armé des ouvrages

I. Dimensionnement à la main du dalot à une cellule : 2*1

La route est constituée de deux chaussées de 9,7m de largeur chacune, séparé par un terre-plein central de 3m de largeur et d'un accotement de 1,5m de part et d'autre. Ce qui donne une largeur totale de 25,4m. Les dalots transversaux communiquent avec les caniveaux latéraux qui se trouvent en fin de talus. D'où la longueur de 30m pour les dalots.

1. Pré-dimensionnement du dalot

Le dalot est de section 2*1, la plus grande dimension est de 2m

$$\Rightarrow e_1 = \frac{l}{15} \Rightarrow e_1 = \frac{200}{15} = 13,33\text{cm}$$

On a une hauteur de remblais au-dessus $h = 40\text{cm}$

$$H < 2\text{m} \Rightarrow e_2 = \frac{l}{10} - 5 = \frac{200}{10} - 5 = 15\text{cm}$$

L'épaisseur e du dalot est :

$e \geq \max(e_1, e_2) \Rightarrow e \geq 15\text{cm}$, nous choisissons 20cm pour l'épaisseur de l'ouvrage.

Caractéristiques des matériaux béton et acier.

- Résistance à la compression a 28 jours d'âge $f_{c28}=25\text{MPa}$
- Résistance à la traction $f_{t28}=0,6+0,06*f_{c28}=2,1\text{MPa}$
- Densité du béton : $\gamma_b = 25\text{kN/m}^3$
- Contrainte admissible du béton en compression à l'ELS : $\overline{\sigma}_{bc} = 0,6f_{c28} = 15\text{MPa}$
- $d = 18\text{cm}$
- $\gamma_b = 1,5$ et $\gamma_s = 1,15$ pour les cas courants
- Nous optons pour les aciers haute adhérence HA de $F_E=500\text{MPa}$
- $\eta = 1,6$ pour les aciers HA de diamètre supérieur à 6mm
- $\overline{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e; \max(0,5f_e; 110\sqrt{\eta f_{t28}}) \right\} = \min \left\{ \frac{2}{3} * 500; \max(0,5 * 500; 110\sqrt{f_{t28}}) \right\} = 250\text{MPa}$
- Calcul de $\overline{\alpha}_{ser}$

$$\overline{\alpha}_{ser} = \frac{n \times \overline{\sigma}_{bc}}{n \times \overline{\sigma}_{bc} + \overline{\sigma}_{st}} = \frac{15 \times 15}{15 \times 15 + 250} = 0,47$$

- \overline{M}_{serb}

$$\begin{aligned} \overline{M}_{serb} &= b_0 \times d^2 \times \overline{\sigma}_{bc} \times \frac{1}{2} \times \overline{\alpha}_{ser} \times \left(1 - \frac{\overline{\alpha}_{ser}}{3}\right) = 1 \times 0,18^2 \times 15 \times \frac{1}{2} \times 0,47 \times \left(1 - \frac{0,47}{3}\right) \\ &= 0,096 \text{ MN.m} = 96,32 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

- Calcul de \overline{Z}_{ser}

$$\overline{Z}_{ser} = d \left(1 - \frac{\overline{\alpha}_{ser}}{3}\right) = 18 \times \left(1 - \frac{0,47}{3}\right) = 15,18 \text{ cm}$$

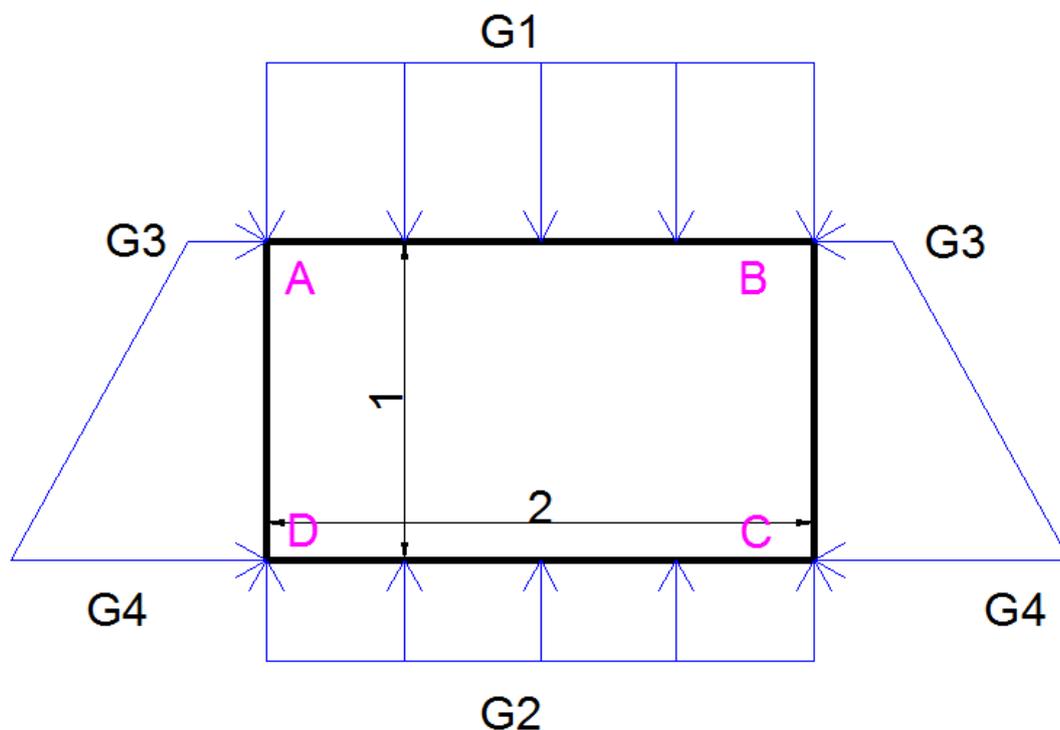


Schéma statique du dalot 1*2*1

2. Descentes de charges

Poids volumique des terres : 20 kN/m^3

Surcharge sur les poussées de terre $\alpha = 10 \text{ kN/m}^2$

Angle de frottement interne $\phi = 30^\circ \Rightarrow k_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} \Rightarrow k_a = 0,333$

a. Charges permanentes

Les charges sont exprimées par unité de surface

		Longueur	Largeur	Epaisseur	Poids volumique	Poids propre [kN/m ²]
Tablier		1	1	0,2	25	5
Guide roue		2	0,2	0,5	25	0,52
Radier		1	1	0,2	25	5
Couche de roulement		1	1	0,05	25	1,25
Pieds droit		1	0,2	1	25	5
Remblais sur le tablier		1	1	0,4	20	8
Poussée des terres	H=0	0,333		0,6	20	4,00
	H=1	0,333		1,6	20	10,66

La charge permanente sur le tablier est de $P_1 = 14,77 \text{ kN/m}^2$

La charge permanente sur le radier est de $P_2 = 14,77 \text{ kN/m}^2$

La charge permanente sur le tablier est de $P_3 = 4 \text{ kN/m}^2$ et $P_4 = 10,66 \text{ kN/m}^2$

b. Surcharges routières

Les convois exceptionnels n'ont pas été mentionnés dans le CPT, par conséquent nous ne considérons que les trois systèmes pour le calcul des surcharges routières. Il s'agit notamment du système A, du système Bc et du système Bt.

❖ Système A

$$A(l) = 2.3 + \frac{360}{1 + 12} = 2.3 + \frac{360}{9,7 + 12} = 18,89 \text{ kN/m}^2$$

On a un dalot de classe I à 3 voies donc le coefficient a_1 vaut $a_1=0,9$ et $v_0=3.5$. on obtient alors $a_2 = \frac{v_0}{v_1}$ avec $v_1 = \frac{1}{3} = \frac{9,7}{3} = 3,23$. Le coefficient a_2 vaut $a_2 = \frac{3,5}{3,23} = 1,08$

La charge uniformément répartie $A(l)$ vaut alors : $A = a_1 * a_2 * \gamma * A(l) = 0,9 * 1,08 * 1,2 * 18,89$

$$A = 22,03 \text{ kN/m}^2$$

❖ Système Bc

$Q_{Bc} = \gamma * \delta_{Bc} * bc * Bc$ avec $\gamma = 1,2$ et $bc = 0,95$

Surface d'influence $s = 1,75 * (2 * 3 + 0,5 * 2 + 0,25) = 12,69 \text{ m}^2$

Charge $S = 120 * 6 = 720 \text{ kN}$

$$B_c = \frac{720}{12,69} = 56,74 \text{ kN/m}^2$$

$$\delta_{B_c} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 * 1} + \frac{0,6}{1 + \frac{4G}{S}}$$

$$G = 14,77 * 9,7 * 2,4 = 343,85 \text{ kN}$$

D'où $\delta_{B_c} = 1,34$

$$Q_{B_c} = 1,2 * 1,34 * 0,95 * 56,74 = 86,67 \text{ kN/m}^2$$

❖ Système Bt

$Q_{B_t} = \gamma * \delta_{B_t} * b_t * B_t$ avec $\gamma = 1,2$ et $b_t = 1$

Surface d'influence $s = 1,6 * (2 * 3 + 2 + 0,6) = 13,76 \text{ m}^2$

Charge $S = 160 * 6 = 960 \text{ kN}$

$$G = 343,85 \text{ kN}$$

$$B_t = \frac{960}{13,76} = 69,77 \text{ kN/m}^2$$

$$\delta_{B_t} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 * 9,7} + \frac{0,6}{1 + \frac{4 * 343,85}{960}} = 1,38$$

$$Q_{B_t} = 1,2 * 1,38 * 1 * 69,77 = 115,54 \text{ kN/m}^2$$

On en déduit alors que le système Bt est le plus défavorable pour le tablier d'où $Q_t = 115,54 \text{ kN/m}$

La surcharge routière appliquée au radier équivaut à : $Q_r = \frac{960}{9,7 * (1 + 0,4)} = 70,69 \text{ kN/m}^2$

La surcharge routière appliquée au piédroit : $Q_p = \gamma * k_a * \alpha = 3,996 \text{ kN/m}^2$

La descente des charges conduit aux valeurs suivantes:

$$G_1 = P_1 + Q_t = 130,31 \text{ kN/m}^2$$

$$G_2 = P_2 + Q_r = 95,46 \text{ kN/m}^2$$

$$G_3 = P_3 + Q_p = 7,996 \text{ kN/m}^2$$

$$G_4 = P_4 + Q_p = 14,656 \text{ kN/m}^2$$

3. Calcul des moments

a. Calcul des moments sur appuis

Nous utiliserons la méthode des 3 moments pour déterminer les moments d'encastrement.

On a $EI = \text{constante}$ et identique pour tout le système donc l'équation des 3 moments est sous la forme

$$l_i M_{i-1} + 2(l_i + l_{i+1})M_i + l_{i+1}M_{i+1} = 6EI(\varphi_{ig} - \varphi_{id})$$

Par symétrie on a : $M_A = M_B$ et $M_C = M_D$

Au nœud A

$$M_D + 2(1 + 2)M_A + 2M_B = 6EI \left[\frac{(8G_3 + 7G_4) * 1^3}{360EI} + \frac{G_1 * 2^3}{24EI} \right]$$

$$\boxed{M_D + 8M_A = 263,396}$$

Au nœud D

$$2M_C + 2(2 + 1)M_D + M_A = 6EI \left[\frac{G_2 * 2^3}{24EI} + \frac{(8G_4 + 7G_3) * 1^3}{360EI} \right]$$

$$\boxed{8M_D + M_A = 193,867}$$

On obtient le système de 4 équations à 4 inconnues suivant :

$$\begin{cases} M_D + 8M_A = 263,396 \\ 8M_D + M_A = 193,867 \end{cases}$$

La résolution de ce système donne les valeurs suivantes :

CALCUL DES MOMENTS AUX APPUIS		
Appui	Moments	Valeurs en kN.m
A et B	$M_A = M_B$	30,37
C et D	$M_C = M_D$	20,44

b. Calcul des moments en travée

Le système étant symétrique et isostatique à une seule travée, le moment maximal est en milieu de travée.

❖ **Sur la barre AB (tablier)**

$$M(x) = \frac{G_1}{2}x^2 - \frac{G_1 \times l}{2}x + M_A + \frac{M_B - M_A}{l}x$$

$$M(x) = 65,155x^2 - 130,31x + 30,37$$

$$M_{max} = M(1m) = -34,785kN.m$$

❖ **Sur la barre DC (radier)**

$$M(x) = \frac{G_2}{2}x^2 - \frac{G_2 \times l}{2}x + M_D + \frac{M_C - M_D}{l}x$$

$$M(x) = 47,745x^2 - 95,49x + 20,44$$

$$M_{max} = M(1m) = -27,305kN.m$$

❖ **Sur la barre BC (piédroit)**

$$M_{max} = \max(M_A, M_D) = 30,37kN.m$$

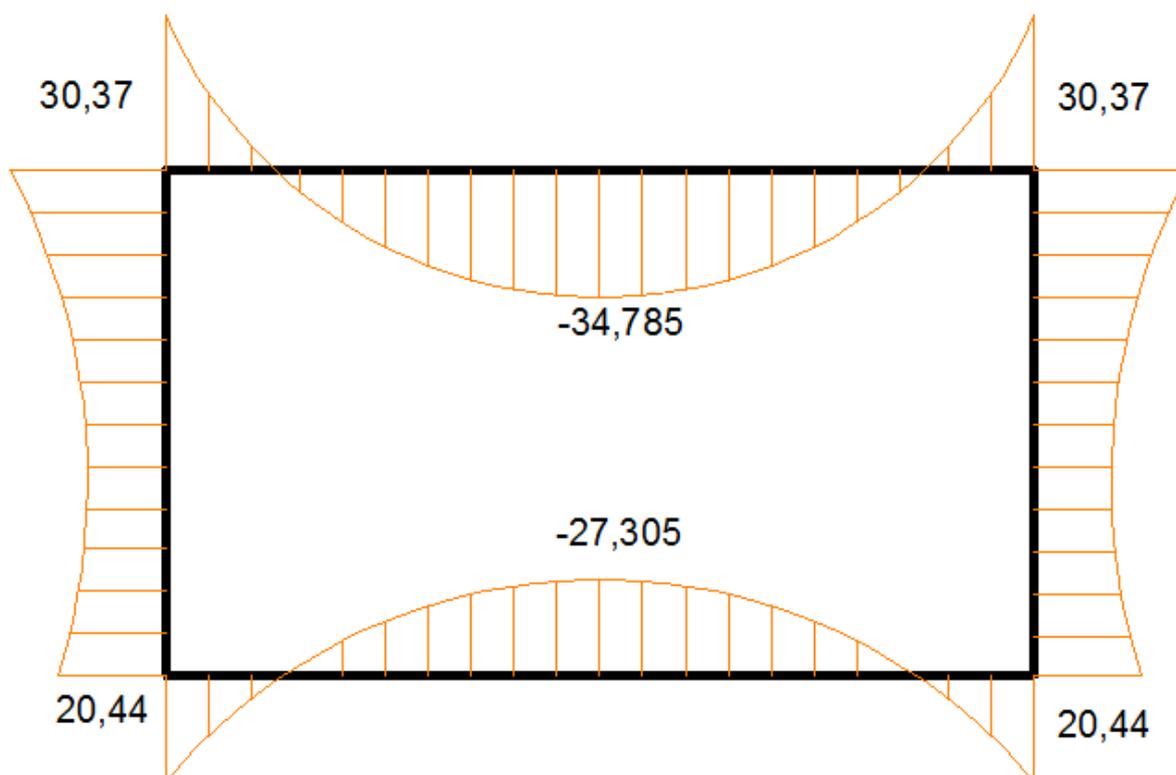


Diagramme des moments du dalot 1 * 2 * 1

4. Calcul des armatures

a. Armatures de la dalle

i. Calcul de α

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{2}{9,7} = 0.20$$

On a une valeur inférieure à 0,4 donc la dalle porte dans un seul sens, celui de l_y . Elle sera dimensionnée comme une poutre de 20cm de hauteur et 100 cm de base.

ii. Armatures

On a : $\overline{M_{serb}} = 96,32 \text{ kN.m}$ or $M_{ser} = 34,785 \text{ kN.m}$ donc $M_{ser} < \overline{M_{serb}} \Rightarrow$
pas d'aciers comprimés

- Section d'aciers principaux

$$A_{st} = \frac{M_{ser}}{\overline{Z_{ser}} \times \overline{\sigma_{st}}} = \frac{34,785 \times 10^{-3}}{15,18 \times 250} \times 10^6 = 9,17 \text{ cm}^2$$

- Aciers de répartition

$$A_r = \frac{A_{st}}{4} = \frac{9,17}{4} = 2,29 \text{ cm}^2$$

- Aciers sur appuis

$$M_{app} = 30,37 \text{ kN.m} = 0,03037 \text{ MN.m}$$

$$A_{st} = 0,03037 * \frac{10^6}{15,18 * 250} = 8,00 \text{ cm}^2$$

b. Armatures du radier

De même que pour le tablier on a On a $M_{ser} = 27,305 \text{ kN.m}$ donc $M_{ser} < \overline{M_{serb}} \Rightarrow$
pas d'aciers comprimés

- Section d'aciers principaux

$$A_{st} = \frac{M_{ser}}{\overline{Z_{ser}} \times \overline{\sigma_{st}}} = \frac{27,305 \times 10^{-3}}{15,18 \times 250} \times 10^6 = 7,19 \text{ cm}^2$$

- Aciers de répartition

$$A_r = \frac{A_{st}}{4} = \frac{7,19}{4} = 1,80\text{cm}^2$$

c. Armatures du piédroit

Le calcul se fera en flexion composée, puis nous calculerons la section d'acier minimale et nous retiendrons la valeur maximale pour aller dans le sens de la sécurité de l'ouvrage.

$$A_s = \frac{M}{Z \cdot \sigma_{st}} - \frac{N}{\sigma_{st}} \quad \text{avec} \quad M = M_{ser} + N \left(d - \frac{h}{2} \right)$$

$$N = G1 * \frac{l}{2} = 130,31 * \frac{2}{2} = 130,31\text{kN/m}$$

$$M = 30,31 + 130,31(0,18 - 0,1) = 40,73\text{kN.m}$$

$$A_s = \frac{0,04073 * 10^6}{15,18 * 250} - \frac{0,13031}{250} * 10^4 = 5,52\text{cm}^2$$

- **Section d'acier minimale**

$A_{smin} = 4U = 4(0,20 + 1) * 2 = 9,60\text{cm}^2$ Pour les 2 faces donc $4,80\text{cm}^2$ pour chaque face.

Vérifions le calcul à la flexion simple :

$$A_s = \frac{M_{ser}}{15,18 * 250} * 10^6 = \frac{0,03031}{15,18 * 250} * 10^6 = 7,98\text{cm}^2$$

Nous retiendrons la valeur maximale des 3 sections calculées donc $7,98\text{cm}^2$

- **Aciers de répartition :**

$$A_r = \frac{A_s}{4} = \frac{7,98}{4} = 1,995\text{cm}^2$$

En résumé, nous avons les sections d'aciers suivantes à chaque partie de l'ouvrage.

Partie de l'ouvrage		Section d'acier [cm ²]
Tablier	Principaux	9,17
	Répartition	22,21
Radier	Principaux	7,19
	Répartition	17,46
Piédroit	Principaux	7,98
	Répartition	19,35

II. Dimensionnement Avec cype DU DALOT A UNE CELLULE : 2*1

1. NORME ET MATÉRIAUX

Norme: BAEL-91 (R-99) (France)

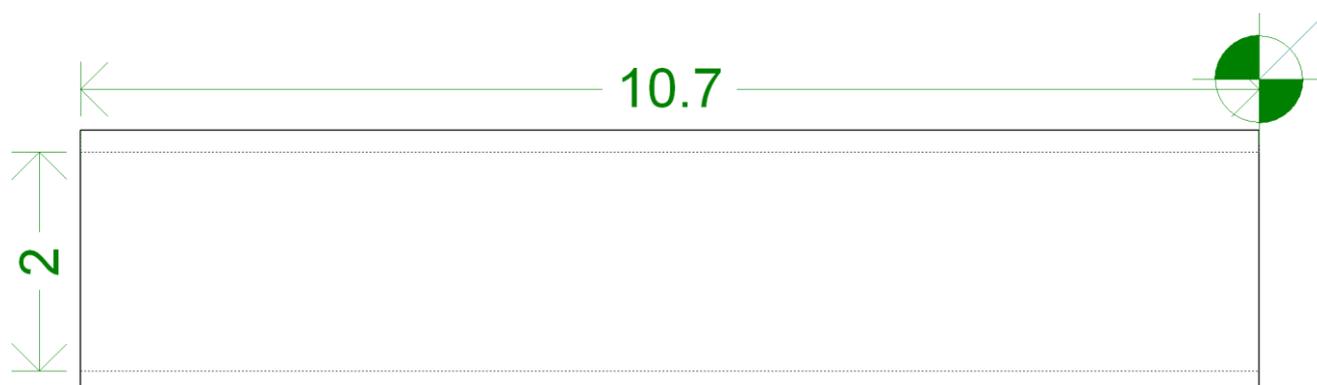
Béton: B25

Acier des barres: Fe E500

Enrobage extérieur: 3.0 cm

Enrobage intérieur: 3.0 cm

2. GÉOMÉTRIE



Plan supérieur module: Par gabarit (1.00 m)

MODULE

Epaisseurs Piedroits: 20 cm

Tablier/radier: 20 cm

3. TERRAINS

Module de réaction: 10000.0 t/m³

Contrainte admissible sol d'assise: 20.00 t/m²

Poids volumique: 2.0 kg/dm³

Angle de frottement interne: 38 degrés

Cohésion: 0.00 t/m²

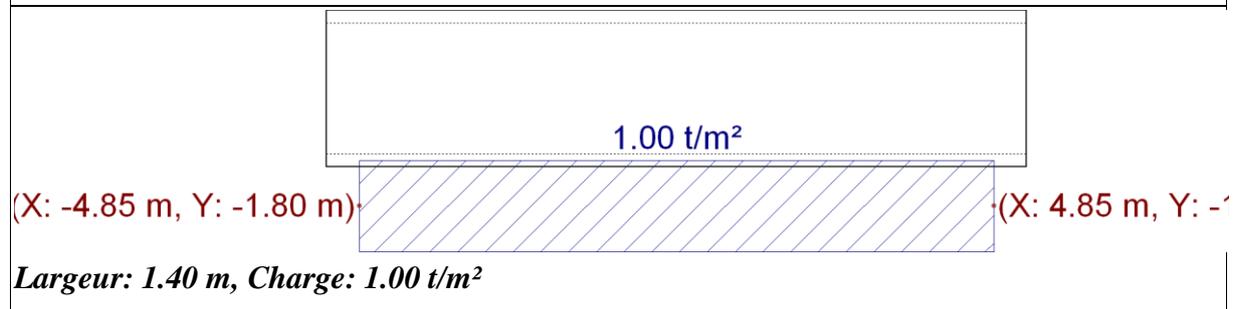
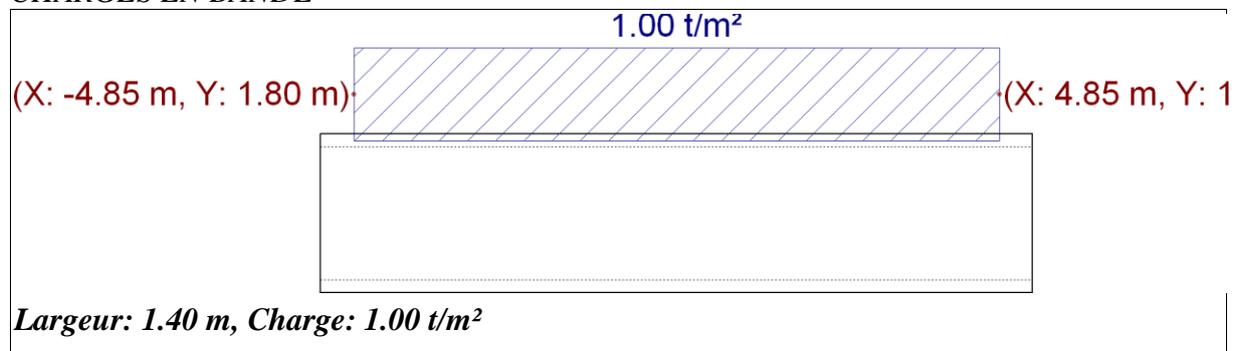
Pourcentage de frottement terrain-mur: 0 %

Angle de transmission des charges: 45 degrés

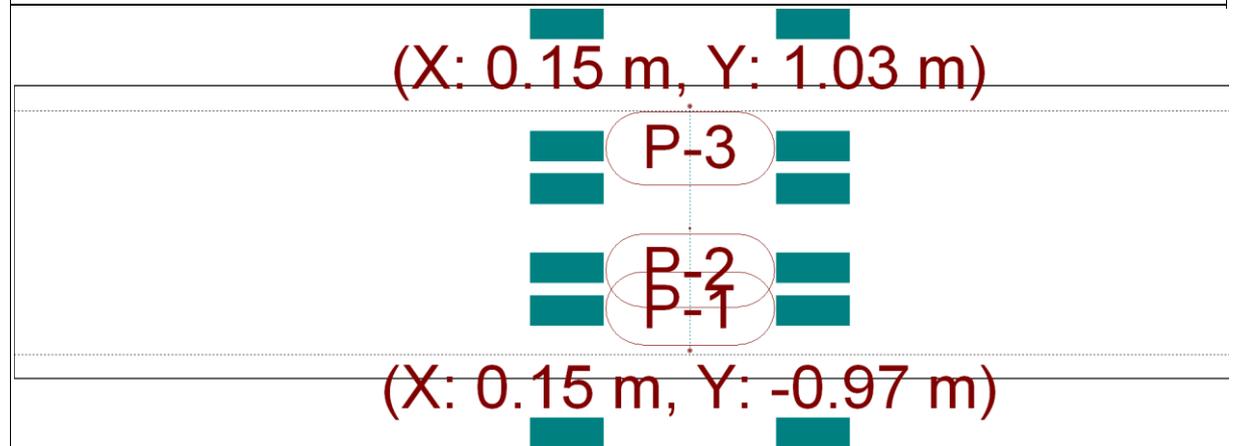
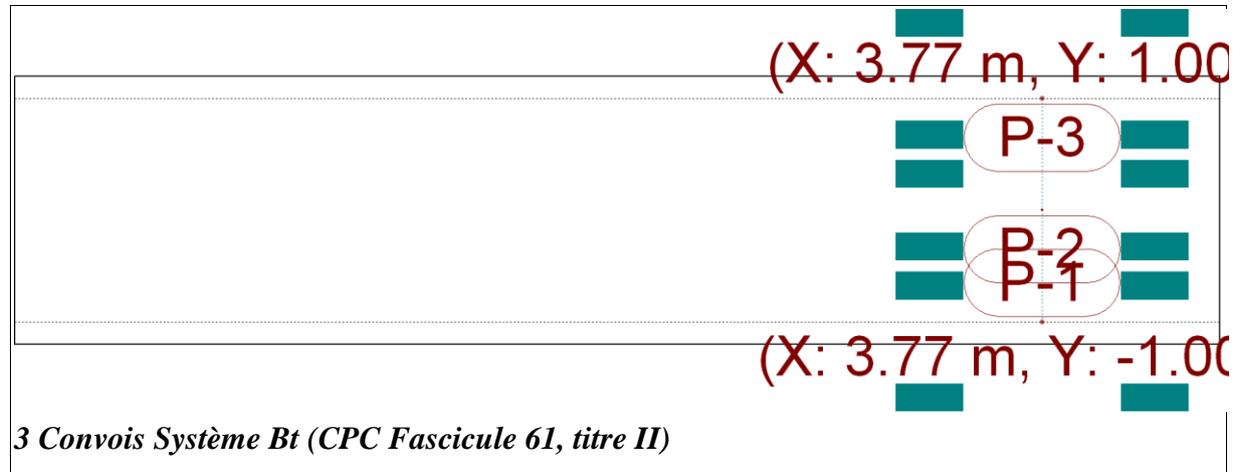
4. ACTIONS

Plan de la surface libre de l'eau: Par tirant d'eau (0.90 m)

CHARGES EN BANDE

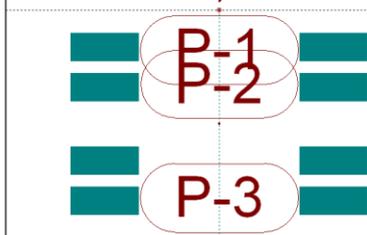


CONVOI DE CHARGE



3 Convois Système Bt (CPC Fascicule 61, titre II)

(X: -3.49 m, Y: 1.00 m)



(X: -3.49 m, Y: -1.00 m)

3 Convois Système Bt (CPC Fascicule 61, titre II)

Le calcul nous donne le résultat présenté dans le tableau ci-dessous.

Panneau	Position	Direction	Armature de base
Tablier	Supérieur	Longitudinal	HA10c/20, patte d'ancrage=44cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA10c/25, patte d'ancrage=33cm
	Inférieur	Longitudinal	HA10c/20, patte d'ancrage=44cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12c/20, patte d'ancrage=26cm
Radier	Inférieur	Longitudinal	HA12c/25, patte d'ancrage=53cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA10c/25, patte d'ancrage=33cm
	Supérieur	Longitudinal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA10c/15, patte d'ancrage=17cm
Piédroit gauche	Arrière	Vertical	HA10c/15, patte d'ancrage=33cm Longueur patte d'ancrage en pied=33 cm
		Horizontal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm
	Avant	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=9cm Longueur patte d'ancrage en pied=9 cm
		Horizontal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm
Piédroit droit	Arrière	Vertical	HA10c/15, patte d'ancrage=33cm Longueur patte d'ancrage en pied=33 cm
		Horizontal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm
	Avant	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=9cm Longueur patte d'ancrage en pied=9 cm

Panneau	Position	Direction	Armature de base
		Horizontal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm

Avec le logiciel Cype, nous avons les sections d'aciers suivantes :

Partie de l'ouvrage		Section d'acier [cm ²]
Tablier	Principaux	15,8
	Répartition	28,25
Radier	Principaux	19,75
	Répartition	19,75
Piédroit	Principaux	11,85
	Répartition	28,25

III. Dimensionnement Avec cype DU DALOT A deux Cellules : 2*2*1,5

En utilisant les même normes et les même matériaux, le dimensionnement du dalot double 2*2*1,5 nous donne le résultat prescrit dans le tableau suivante.

Panneau	Position	Direction	Armature de base
Tablier	Supérieur	Longitudinal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm
		Transversal Perpendiculaire piédroit droit	au HA8c/25, patte d'ancrage=24cm
	Inférieur	Longitudinal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm
		Transversal Perpendiculaire piédroit droit	au HA12c/25, patte d'ancrage=26cm
Radier	Inférieur	Longitudinal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm
		Transversal Perpendiculaire piédroit droit	au HA8c/25, patte d'ancrage=24cm
	Supérieur	Longitudinal	HA8c/25, patte d'ancrage=35cm
		Transversal Perpendiculaire piédroit droit	au HA10c/25, patte d'ancrage=17cm
Piédroit gauche	Arrière	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=24cm Longueur patte d'ancrage en pied=24 cm
		Horizontal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm

Panneau	Position	Direction	Armature de base
	Avant	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=9cm Longueur patte d'ancrage en pied=9 cm
		Horizontal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm
Piédroit droit	Arrière	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=24cm Longueur patte d'ancrage en pied=24 cm
		Horizontal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm
	Avant	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=9cm Longueur patte d'ancrage en pied=9 cm
		Horizontal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm
Mur intermédiaire	Gauche	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=9cm Longueur patte d'ancrage en pied=9 cm
		Horizontal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm
	Droite	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=9cm Longueur patte d'ancrage en pied=9 cm
		Horizontal	HA10c/25, patte d'ancrage=44cm

IV. Dimensionnement Avec cype du caniveau 100x100

Les piédroits des caniveaux sont préfabriqués en des panneaux de 2m de longueurs.

Panneau	Position	Direction	Armature de base
Dalette	Supérieur	Longitudinal	HA8c/25, patte d'ancrage=35cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8c/25, patte d'ancrage=28cm
	Inférieur	Longitudinal	HA8c/25, patte d'ancrage=35cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12c/25, patte d'ancrage=34cm
Radier	Inférieur	Longitudinal	HA8c/25, patte d'ancrage=35cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8c/25, patte d'ancrage=28cm
	Supérieur	Longitudinal	HA8c/25, patte d'ancrage=35cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12c/25, patte d'ancrage=17cm
Piédroit gauche	Arrière	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=24cm - Longueur patte d'ancrage en pied=28 cm
		Horizontal	HA8c/20, patte d'ancrage=35cm

Panneau	Position	Direction	Armature de base
Piédroit droit	Avant	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=9cm - Longueur patte d'ancrage en pied=17 cm
		Horizontal	HA8c/20, patte d'ancrage=35cm
	Arrière	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=24cm - Longueur patte d'ancrage en pied=28 cm
		Horizontal	HA8c/20, patte d'ancrage=35cm
Avant	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=9cm - Longueur patte d'ancrage en pied=17 cm	
	Horizontal	HA8c/20, patte d'ancrage=35cm	

V. Dimensionnement Avec cype du caniveau 80x80

Panneau	Position	Direction	Armature de base
Dalette	Supérieur	Longitudinal	HA8c/25, patte d'ancrage=35cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8c/25, patte d'ancrage=28cm
	Inférieur	Longitudinal	HA8c/25, patte d'ancrage=35cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8c/15, patte d'ancrage=17cm
Radier	Inférieur	Longitudinal	HA8c/25, patte d'ancrage=35cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8c/25, patte d'ancrage=28cm
	Supérieur	Longitudinal	HA8c/25, patte d'ancrage=35cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA8c/25, patte d'ancrage=17cm
Piédroit gauche	Arrière	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=24cm - Longueur patte d'ancrage en pied=28 cm
		Horizontal	HA8c/20, patte d'ancrage=35cm
	Avant	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=9cm - Longueur patte d'ancrage en pied=17 cm
		Horizontal	HA8c/20, patte d'ancrage=35cm
Piédroit droit	Arrière	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=24cm - Longueur patte d'ancrage en pied=28 cm
		Horizontal	HA8c/20, patte d'ancrage=35cm
	Avant	Vertical	HA8c/25, patte d'ancrage=9cm - Longueur patte d'ancrage en pied=17 cm
		Horizontal	HA8c/20, patte d'ancrage=35cm

Annexe 3 : Quelques essais faits au laboratoire de SOGEA SATOM Niger

1. Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique permet de déterminer le pourcentage en fonction du diamètre de grains du matériau étudié.

2. Equivalent du sable

L'équivalent du sable est un essai qui permet de déterminer la propreté du sable utilisé pour formulation du béton.

a) Matériels utilisés

Pour cet essai nous avons besoin d'un tamis numéro 38 dont la dimension du maillage carré est de 5mm, une bascule, un robinet, deux (2) éprouvettes, un appareil à secouer, une règle, un piston.

b) Mode opératoire

- Prélever un échantillon du sable, l'étuver et le tamiser avec un tamis de 5mm. Dans le cas présent nous n'avons pas étuvé le sable compte tenu de la zone climatique (sahélien) et de la saison (sèche) dans laquelle nous sommes. Etaler l'échantillon pendant 24 heures suffit largement pour le sécher.

- Peser 120 grammes de l'échantillon à mettre dans une éprouvette dans laquelle nous avons mis une solution à une hauteur h_1 . composée d'eau et de solution lavant du sable. Laisser le mélange au repos pendant 10 minutes, boucher l'éprouvette et la secouer à l'aide d'un appareil pendant 30 minutes.

- Rincer l'éprouvette ainsi que le bouchon avec la solution tout en augmentant le niveau de la solution à une hauteur h_2 . Il faut veiller à ne pas verser le mélange (sable + solution) pendant l'opération.

- Laisser le mélange au repos pendant 20 minutes. A l'aide d'une règle, mesurer la hauteur H_1 qui va du fond de l'éprouvette à la fin de la partie trouble de la solution se trouvant au-dessus du sable. Avec le piston mesurer la hauteur H_2 du sable dans l'éprouvette.

L'équivalent du sable est obtenu en effectuant le rapport :

$$ES = \frac{H2}{H1}$$

3. Proctor modifié

L'essai Proctor a pour but de déterminer la teneur en eau optimale pour un sol de remblai donné et des conditions de compactage fixées, qui conduit au meilleur compactage possible ou encore capacité portante maximale (OPM).

a) Matériels utilisés

Nous avons besoin d'une bascule, des moules et une dame normalisées.

b) Mode opératoire

- Faire sécher l'échantillon
- Faire six (6) tas de 7kg de l'échantillon
- Imbiber les tas d'eau et malaxer. La teneur en eau varie à chaque tas, ainsi quatre (4) tas seront utilisés

Pour une teneur en eau de $w\%$ à utiliser pour un tas de masse m , on aura un volume d'eau de :

$$V_w = w\% \times m$$

Si $w\% = 6\%$ et $m = 7kg$ on a : $V_w = 6\% \times 7 = 42ml$

- Après malaxage, utiliser une moule dans laquelle on place cinq (5) couches de l'échantillon. Effectuer 55 coups à l'aide de la dame à chaque couche.

L'optimum Proctor maximale est atteint lorsque la courbe de la densité en fonction de la teneur en eau admet une asymptote. L'OPM correspond à la teneur en eau qui nous permet d'avoir l'asymptote.

4. CBR (Californian Bearing Ratio)

Le CBR a pour but de déterminer l'intensité optimale qu'il faut pour compacter un sol à une teneur en eau donnée. Cette teneur est obtenue par l'essai Proctor.

a) Matériels utilisés

Nous avons besoin pour cet essai des moules et une dame normalisées, d'un bassin d'immersion et d'une presse CBR (dans notre cas elle est manuelle).

b) Mode opératoire

Une fois l'OPM obtenu, procéder de la même manière que l'essai Proctor. Cependant pour le CBR la teneur en eau reste inchangée, c'est plutôt la charge appliquée pour le compactage qui varie. Pour une masse de 7kg de l'échantillon et une teneur en eau donnée par l'OPM, compacter progressivement cinq (5) couches du matériau dans trois (3) moules différentes à l'aide de la dame. Chaque couche de la première moule sera compactée à 55 coups, pour la deuxième moule on aura 25 coups et 10 coups pour la troisième. Ces trois moules seront immergées pendant quatre (4) jours.

Au bout des quatre (4) jours d'immersion, poinçonner chaque moule à l'aide de la presse CBR. A chaque 0.5mm d'enfoncement du piston, noter la valeur du comparateur. Cette opération est effectuée jusqu'à 2.5mm d'enfoncement, ensuite pousser le piston à 5mm d'enfoncement et lire la valeur du comparateur qui correspond. Retenir les valeurs de comparateurs correspondant à 2.5 et 5mm d'enfoncement.

La fiche d'étalonnage anneau S370-10/ZI/0041de50 KN donne l'intensité de compactage (I_c en kN) en fonction de la valeur du comparateur.

Le CBR qui est une valeur adimensionnelle correspond à la moyenne des deux valeurs de CBR :

- Pour un enfoncement de 2.5mm $CBR = \frac{I_c}{13.6} \times 100$

Pour un enfoncement de 5mm $CBR = \frac{I_c}{20.4} \times 100$

5. Les essais géotechniques menés pendant l'exécution

- Terrassements généraux : analyse granulométrique, limite d'Atterberg, compacité, densité in-situ, essai Proctor, essai CBR, mesure de gonflement ;
- Couche de fondation, accotement revêtus, trottoir, TPC : bleu de méthylène, analyse granulométrique, limite d'Atterberg, densité in-situ, densité sol, Proctor modifié, essai CBR, mesure de gonflement ;
- Couche de base : analyse granulométrique, limite d'Atterberg, densité in-situ, densité sol, Proctor modifié, essai CBR, mesure de gonflement ;
- BB et revêtements superficiels : agrément bitume, agrément formulation, pénétrabilité bitume, température bille et anneau, bitume fluidifié (fabrication 0/1), imprégnation, essai Marshall, agrément granulat, analyse granulométrique stocks granulat, micro-Deval, Los Angeles

Annexe 4 : Détermination de la structure de chaussée par la méthode CEBTP

Les études du trafic ont donné les valeurs suivantes :

TMJA=2036 véhicules par jour et par sens de circulation

Cumul de poids lourds= $2,0 \times 10^6$ poids lourds, selon la croissance géométrique.

Ce qui nous donne un trafic de classe **T3** comme le montre le tableau ci-dessus issu du guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux :

Détermination de la classe de portance du sol

Les essais géotechniques réalisés ont permis de déterminer que le sol de plateforme a un CBR de valeur moyenne 43. La plate-forme est donc de classe S4.

Dimensionnement de la structure de chaussée

La chaussée de notre projet sera dimensionnée par la méthode du CEBTP selon le guide de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux. Nous avons donc besoin de la durée de vie de la route, du trafic que la voie supportera et la classe de portance des sols d'assises.

La durée de vie de la route est de 20 ans et le trafic est de classe T3, avec en moyenne une classe de sol S4, ce qui nous donne quatre variantes possibles.

Variantes	Revêtement	Couche de base	Couche de fondation
Variante 1	5 cm de béton bitumineux	20 cm de graveleux latéritique naturel	15 cm de graveleux latéritique naturel
Variante 2	5 cm de béton bitumineux	25 cm de graveleux latéritique naturel	20 cm de sable argileux
Variante 3	5 cm de béton bitumineux	20 cm de graveleux latéritique ou grave naturelle amélioré au ciment	15 cm de graveleux latéritique ou grave naturel O/D
Variante 4	5 cm de béton bitumineux	20 cm Concassé 0/d	20 cm de graveleux Latéritique naturel ou de grave naturel O/D ou tout venant de concassage

Choix de la structure de chaussée

Vu le trafic élevé généré par la route et considérant les exigences du thème de référence qui préconise une route de grande qualité afin de rendre plus accessible les voies environnantes, notre choix se porte sur la **variante 1** car étant de meilleure qualité et il répondait aux critères des différentes carrières d'emprunt (couche de base, couche de fondation et la plateforme)

Structure de chaussée retenue :

Couche de roulement : 5 cm de béton bitumineux

Couche de base : 20 cm de graveleux latéritique naturel

Couche de fondation : 15 cm de graveleux latéritique naturel

Vérification de la structure de chaussée retenue par le logiciel Alizé-LCPC

ALIZE III est un programme mis au point au laboratoire central des ponts et chaussée -Paris (1975).il permet de déterminer à partir d'un modèle multicouche, élastique et linéaire fondé sur l'hypothèse de BURIMESTER, les contraintes et les déformations aux différentes interfaces de la structure ayant jusqu'à six couches supposées in unies en plan. Par hypothèse, la structure d'une chaussée est déterminée par n couches d'épaisseurs finies (sauf la dernière), infinie en plan. Les matériaux ont un comportement élastique et linéaire, les contraintes sont des pressions ou des cisaillements. Chaque couche de chaussée est caractérisée par quatre paramètres de base ou les données à rentrer dans le modèle pour les différentes simulations sont :

L'épaisseur h_i ;

Le module d'Young (E_i);

Le coefficient de poisson (μ);

Les types d'interface entre les couches (conditions de collage).

Dans le cadre de ce projet, les paramètres physiques des matériaux du corps de chaussée à considérer sont les suivantes :

Le principe du calcul consiste en priorité à modéliser les structures de manière à évaluer les contraintes ou les déplacements provoqués par une charge type unitaire.

On cherche ensuite la contrainte susceptible d'engendrer la rupture de la structure et on la compare à la limite admissible du matériau considéré par le trafic souhaité.

Les hypothèses.

Hypothèses de départ pour faire la simulation dans l'Alizé-LCPC.

Couches	Nature	Module de Young	Nature d'interface	Coefficient de Poisson
Plate-forme	Sable limoneux	150	collée	0,35
Couche de roulement	Béton bitumineux	3000	collée	0,35
Couche de base	Grave latéritique au ciment	1000	collée	0,35
Couche de fondation	Graveleux latéritique	1000	collée	0,35

Calcul de contraintes et de déformations admissibles.

Le trafic cumulé en poids lourds $N = 2,06 \times 10^6$

La contrainte admissible par la Formule de Kerkoven et Dormon donne :

$$\sigma_{z,adm} = \frac{0,3 * CBR}{1 + 0,7 * \log N}$$

$$\sigma_{z,adm} = 1,88 \text{ MPa}$$

Calcul de la déformation Déformations admissible du sol support

$$\varepsilon_{z,adm} = A * (N)^b$$

Pour notre trafic , $A = 16000, b = -0,222$

$$\varepsilon_{z,adm} = 634,5 \mu def$$

Calcul de la déformation en traction admissible du BB

$$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6 \times \left(\frac{N}{10^6}\right)^b \times K_\theta \times K_r \times K_s \times K_c \quad \text{avec } \varepsilon_6=90\mu\text{def pour le BB}$$

$$K_\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}} = \sqrt{\frac{12300}{2700}} = 2,13 \quad \text{avec } \theta_{eq} = 30^\circ C$$

$K_c=1.3$ coefficient de calage associé à BB

$K_s=1/1.1=0.91$ car reposant sur un sol de couche de base PF2 ($50 < E=5\text{CBR}=5*14=70 < 120$)

$K_r=10-ub\delta$ avec

u : pour une chaussée en BB, on adopte un risque de 5% pour un trafic T1 même si nous avons un trafic de type T3 pour des raisons de sécurité. Ce qui correspond à une valeur de u, variable aléatoire centrée réduite de -1.645

$-1/b = 5$ donc $b=-0.2$

$$\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{cSh}{b}\right)^2} \quad \text{avec } SN=0.3 ; Sh=0.025 ; c=0.02$$

$$\delta = \sqrt{0.3^2 + \left(\frac{0.02 \times 0.025}{-0.2}\right)^2}$$

$$\delta = 0.3$$

D'où $K_r=10-ub\delta$

$$K_r = 10 - (-1.645 * -0.2 * 0.3)$$

$$\mathbf{K_r=0.8}$$

Ainsi

$$\varepsilon_{t,adm} = 90 \times \left(\frac{1829833}{10^6}\right)^{-0.2} \times 2.13 \times 0.8 \times 0.91 \times 1.3$$

$$\varepsilon_{t,adm} = \mathbf{160.77 \mu\text{def}}$$

Récapitulatif résultat des contraintes et déformations.

Contraintes et déformations	ε_z (μdef)	ε_t (μdef)	σ_z (MPa)	Déflexion en mm/100
Valeurs calculés	543,5	136,6	1,09	60
Valeurs admissibles	634,5	160,7	1,88	

$$\varepsilon_{t,\text{calculé}}=136.6 \mu\text{def} < \varepsilon_{t,\text{adm}}= 160.7 \mu\text{def} \text{ (OK)}$$

$$\varepsilon_{z,\text{calculé}}=543.5 \mu\text{def} < \varepsilon_{z,\text{adm}}=688.8\mu\text{def} \text{ (OK)}$$

Nous remarquons que cette structure de chaussée vérifie toutes les conditions

La chaussée du tronçon FK160 est donc constituée de :

- ❖ Revêtement : 5cm de BB
- ❖ Couche de base : 20cm de grave latéritique naturelle
- ❖ Couche de fondation : 15cm de grave latéritique naturelle

Annexe 5 : Eléments du tracé géométrique

Tableau de conception géométrique

Route à	2 voies			3 voies	4 voies	
Largeur de chaussée	5m	6m	7m	10.5m	12m	14m
Rv	3*Rh	4*Rh	5*Rh	8.5*Rh	10*Rh	12*Rh

Tracé en plan

Eléme	Caractéristiqu	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.00	400237.14	1498553.07
D1	ANG = 363.047g	263.486			
			263.48	400457.47	1498408.58
L1	A = 132.705 Rf= 300.000 L = 58.702				
			322.18	400507.56	1498378.02
	XC= 400646.795 YC= 1498643.755 R = 300.000 L = 101.145				
			423.333	400603.308	1498346.923
	Rd= 300.000 A = 132.705 L = 58.702	218.549			
			482.035	400661.797	1498342.220
D2	ANG = 396.968g	2005.547			
			2487.583	402665.070	1498246.728
L2	XC= 402617.456 YC= 1497247.862 R = -1000.000	17.891			
			2505.473	402682.932	1498245.717
D3	ANG = 395.829g	280.01			
			2785.484	402962.342	1498227.383

L3	A = 231.517 Rf= 800.000 L = 67.000				
			2852.484	403029.248	1498223.930
	XC= 403048.164 YC= 1499023.706 R = 800.000 L = 39.213				
			2891.697	403068.457	1498223.963
	Rd= 800.000 A = 231.517 L = 67.000	173.213			
			2958.697	403135.356	1498227.532
D4	ANG = 4.281g	790.517			
			3749.214	403924.087	1498280.649
LONGUEUR DE L'AXE 3749.214					

Profil en long

Elément	Caractéristiques des	Longueur	Abscisse	Z
			0.000	218.286
D1	PENTE= 0.126 %	202.354		
			202.354	218.542
PA1	S= 215.0000 Z= 218.5500			
			283.324	218.317
D2	PENTE= -0.683 %	116.616		
			399.939	217.520
PA2	S= 420.4366 Z= 217.4498			
			429.437	217.463
D3	PENTE= 0.300 %	23.100		
			452.536	217.533
PA3	S= 461.5365 Z= 217.5461			
			501.670	217.278
D4	PENTE= -1.338 %	175.674		
			677.344	214.928
PA4	S= 811.1218 Z= 214.0327			
			869.122	214.201
D5	PENTE= 0.580 %	619.601		
			1488.723	217.795
PA5	S= 1430.7227 Z= 217.6264			
			1510.302	217.943
D6	PENTE= 0.796 %	443.567		
			1953.869	221.473
PA7	S= 2033.4481 Z= 221.7895			
			2043.815	221.784
D7	PENTE= -0.104 %	797.599		
			2841.413	220.957
PA6	S= 2836.2300 Z= 220.9600			
			2880.362	220.765
D8	PENTE= -0.883 %	441.834		
			3322.196	216.865
PA8	S= 3375.1549 Z= 216.6317			
			3363.155	216.644
D9	PENTE= -0.200 %	102.063		
			3465.218	216.440
PA9	S= 3485.2176 Z= 216.4196			
			3600.986	217.090
D10	PENTE= 1.158 %	148.228		
LONGUEUR DE L'AXE 3749.214				

Tabulation de l'axe

N° PR	ABSCISSE	COTE TN	COTE PROJE	X PROFIL	Y PROFIL	ANGL E	DE V	DE V
1	0.000	218.286	218.286	400237.145	1498553.079	263.047g	2.50	-2.50
2	25.000	218.411	218.273	400258.051	1498539.368	263.047g	2.50	-2.50
3	50.000	218.351	218.261	400278.956	1498525.658	263.047g	2.50	-2.50
4	75.000	218.213	218.254	400299.861	1498511.948	263.047g	2.50	-2.50
5	100.000	218.059	218.299	400320.767	1498498.238	263.047g	2.50	-2.50
6	125.000	217.868	218.360	400341.672	1498484.528	263.047g	2.50	-2.50
7	150.000	217.711	218.421	400362.577	1498470.818	263.047g	2.50	-2.50
8	175.000	217.245	218.482	400383.483	1498457.108	263.047g	2.50	-2.50
9	200.000	216.965	218.539	400404.388	1498443.398	263.047g	2.50	-2.50
10	225.000	216.956	218.545	400425.293	1498429.688	263.047g	2.50	-2.50
11	250.000	216.998	218.489	400446.199	1498415.977	263.047g	2.50	-2.50
12	263.486	217.038	218.432	400457.476	1498408.582	263.047g	2.50	-2.50
13	275.000	216.998	218.370	400467.112	1498402.279	263.287g	2.50	-0.92
14	300.000	217.166	218.203	400488.258	1498388.945	265.457g	2.52	2.52
15	322.188	217.419	218.051	400507.566	1498378.020	269.276g	5.57	5.57
16	325.000	217.461	218.032	400510.062	1498376.726	269.872g	5.57	5.57
17	350.000	217.685	217.861	400532.763	1498366.272	275.177g	5.57	5.57
18	375.000	217.548	217.690	400556.256	1498357.743	280.483g	5.57	5.57
19	400.000	217.002	217.519	400580.377	1498351.199	285.788g	5.57	5.57
20	423.333	216.866	217.356	400603.308	1498346.923	290.739g	5.57	5.57
21	425.000	216.896	217.344	400604.959	1498346.686	291.088g	5.34	5.34
22	450.000	217.144	217.133	400629.816	1498344.056	295.113g	2.50	1.91
23	475.000	217.100	216.920	400654.770	1498342.558	296.878g	2.50	-1.53
24	482.035	217.097	216.860	400661.797	1498342.220	296.968g	2.50	-2.50
25	500.000	216.936	216.707	400679.742	1498341.365	296.968g	2.50	-2.50
26	525.000	216.458	216.494	400704.713	1498340.174	296.968g	2.50	-2.50
27	550.000	216.096	216.281	400729.685	1498338.984	296.968g	2.50	-2.50
28	575.000	215.965	216.069	400754.656	1498337.794	296.968g	2.50	-2.50
29	600.000	215.630	215.856	400779.628	1498336.603	296.968g	2.50	-2.50
30	625.000	215.305	215.643	400804.600	1498335.413	296.968g	2.50	-2.50
31	650.000	214.932	215.462	400829.571	1498334.222	296.968g	2.50	-2.50
32	675.000	214.565	215.344	400854.543	1498333.032	296.968g	2.50	-2.50
33	700.000	214.100	215.258	400879.515	1498331.842	296.968g	2.50	-2.50
34	725.000	213.767	215.173	400904.486	1498330.651	296.968g	2.50	-2.50
35	750.000	213.883	215.087	400929.458	1498329.461	296.968g	2.50	-2.50
36	775.000	213.847	215.001	400954.430	1498328.271	296.968g	2.50	-2.50
37	800.000	213.769	214.915	400979.401	1498327.080	296.968g	2.50	-2.50
38	825.000	213.570	214.829	401004.373	1498325.890	296.968g	2.50	-2.50
39	850.000	213.578	214.743	401029.345	1498324.700	296.968g	2.50	-2.50
40	875.000	213.799	214.658	401054.316	1498323.509	296.968g	2.50	-2.50
41	900.000	213.712	214.572	401079.288	1498322.319	296.968g	2.50	-2.50
42	925.000	213.764	214.527	401104.260	1498321.129	296.968g	2.50	-2.50
43	950.000	213.898	214.544	401129.231	1498319.938	296.968g	2.50	-2.50
44	975.000	214.146	214.624	401154.203	1498318.748	296.968g	2.50	-2.50
45	1000.000	214.443	214.766	401179.174	1498317.558	296.968g	2.50	-2.50
46	1025.000	214.786	214.948	401204.146	1498316.367	296.968g	2.50	-2.50
47	1050.000	214.977	215.131	401229.118	1498315.177	296.968g	2.50	-2.50
48	1075.000	215.145	215.314	401254.089	1498313.987	296.968g	2.50	-2.50
49	1100.000	215.416	215.497	401279.061	1498312.796	296.968g	2.50	-2.50
50	1125.000	215.606	215.679	401304.033	1498311.606	296.968g	2.50	-2.50
51	1150.000	215.910	215.862	401329.004	1498310.416	296.968g	2.50	-2.50
52	1175.000	216.175	216.045	401353.976	1498309.225	296.968g	2.50	-2.50
53	1200.000	216.470	216.228	401378.948	1498308.035	296.968g	2.50	-2.50
54	1225.000	216.566	216.410	401403.919	1498306.845	296.968g	2.50	-2.50
55	1250.000	216.708	216.593	401428.891	1498305.654	296.968g	2.50	-2.50

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
56	1275.000	216.811	216.776	401453.863	1498304.464	296.968g	2.50	-2.50
57	1300.000	216.776	216.959	401478.834	1498303.274	296.968g	2.50	-2.50
58	1325.000	216.768	217.141	401503.806	1498302.083	296.968g	2.50	-2.50
59	1350.000	216.896	217.324	401528.777	1498300.893	296.968g	2.50	-2.50
60	1375.000	217.010	217.507	401553.749	1498299.702	296.968g	2.50	-2.50
61	1375.000	217.062	217.690	401578.721	1498298.512	296.968g	2.50	-2.50
62	1400.000	217.163	217.872	401603.692	1498297.322	296.968g	2.50	-2.50
63	1425.000	217.208	218.055	401628.664	1498296.131	296.968g	2.50	-2.50
64	1450.000	217.455	218.238	401653.636	1498294.941	296.968g	2.50	-2.50
65	1475.000	217.529	218.421	401678.607	1498293.751	296.968g	2.50	-2.50
66	1500.000	217.581	218.603	401703.579	1498292.560	296.968g	2.50	-2.50
67	1525.000	217.622	218.786	401728.551	1498291.370	296.968g	2.50	-2.50
68	1550.000	218.032	218.969	401753.522	1498290.180	296.968g	2.50	-2.50
69	1575.000	218.139	219.152	401778.494	1498288.989	296.968g	2.50	-2.50
70	1600.000	218.465	219.334	401803.466	1498287.799	296.968g	2.50	-2.50
71	1600.000	218.465	219.334	401828.437	1498286.609	296.968g	2.50	-2.50
72	1625.000	218.798	219.515	401853.409	1498285.418	296.968g	2.50	-2.50
73	1650.000	219.204	219.652	401878.381	1498284.228	296.968g	2.50	-2.50
74	1675.000	219.466	219.725	401903.352	1498283.038	296.968g	2.50	-2.50
75	1700.000	219.645	219.755	401928.324	1498281.847	296.968g	2.50	-2.50
76	1725.000	219.823	219.782	401953.295	1498280.657	296.968g	2.50	-2.50
77	1750.000	220.202	219.809	401978.267	1498279.467	296.968g	2.50	-2.50
78	1750.000	220.202	219.809	402003.239	1498278.276	296.968g	2.50	-2.50
79	1775.000	220.493	219.836	402028.210	1498277.086	296.968g	2.50	-2.50
80	1800.000	220.679	219.864	402053.182	1498275.896	296.968g	2.50	-2.50
81	1825.000	220.798	219.891	402078.154	1498274.705	296.968g	2.50	-2.50
82	1850.000	221.043	219.918	402103.125	1498273.515	296.968g	2.50	-2.50
83	1875.000	221.132	219.945	402128.097	1498272.325	296.968g	2.50	-2.50
84	1900.000	221.187	219.973	402153.069	1498271.134	296.968g	2.50	-2.50
85	1925.000	221.292	220.000	402178.040	1498269.944	296.968g	2.50	-2.50
86	1950.000	221.362	220.027	402203.012	1498268.754	296.968g	2.50	-2.50
87	1950.000	221.362	220.027	402227.984	1498267.563	296.968g	2.50	-2.50
88	1975.000	221.344	220.054	402252.955	1498266.373	296.968g	2.50	-2.50
89	2000.000	221.321	220.082	402277.927	1498265.183	296.968g	2.50	-2.50
90	2025.000	221.253	220.109	402302.899	1498263.992	296.968g	2.50	-2.50
91	2050.000	221.241	220.136	402327.870	1498262.802	296.968g	2.50	-2.50
92	2075.000	221.224	220.163	402352.842	1498261.611	296.968g	2.50	-2.50
93	2100.000	221.247	220.191	402377.813	1498260.421	296.968g	2.50	-2.50
94	2125.000	221.315	220.218	402402.785	1498259.231	296.968g	2.50	-2.50
95	2150.000	221.296	220.245	402427.757	1498258.040	296.968g	2.50	-2.50
96	2150.000	221.192	220.272	402452.728	1498256.850	296.968g	2.50	-2.50
97	2175.000	220.977	220.300	402477.700	1498255.660	296.968g	2.50	-2.50
98	2200.000	220.828	220.327	402502.672	1498254.469	296.968g	2.50	-2.50
99	2225.000	220.759	220.354	402527.643	1498253.279	296.968g	2.50	-2.50
100	2250.000	220.741	220.381	402552.615	1498252.089	296.968g	2.50	-2.50
101	2275.000	220.749	220.409	402577.587	1498250.898	296.968g	2.50	-2.50
102	2300.000	220.596	220.436	402602.558	1498249.708	296.968g	2.50	-2.50
103	2325.000	220.324	220.463	402627.530	1498248.518	296.968g	2.50	-2.50
104	2350.000	220.150	220.490	402652.502	1498247.327	296.968g	2.50	-2.50
105	2375.000	220.141	220.518	402665.070	1498246.728	296.968g	2.50	-2.50
106	2400.000	220.230	220.545	402677.469	1498246.060	296.177g	2.50	-2.50
107	2400.000	220.303	220.572	402682.932	1498245.717	295.829g	2.50	-2.50
108	2425.000	220.443	220.586	402702.417	1498244.438	295.829g	2.50	-2.50
109	2450.000	220.406	220.599	402727.363	1498242.801	295.829g	2.50	-2.50
110	2475.000	220.369	220.605	402752.309	1498241.164	295.829g	2.50	-2.50
		220.381	220.627					

N° PR	ABSCISSE	COTE TN	COTE PROJE	X PROFIL	Y PROFIL	ANG LE	DE V	DE V
111	2600.000	220.338	220.708	402777.256	1498239.527	295.829g	2.50	-2.50
112	2625.000	220.487	220.736	402802.202	1498237.891	295.829g	2.50	-2.50
113	2650.000	220.616	220.763	402827.148	1498236.254	295.829g	2.50	-2.50
114	2675.000	220.587	220.790	402852.095	1498234.617	295.829g	2.50	-2.50
115	2700.000	220.452	220.817	402877.041	1498232.980	295.829g	2.50	-2.50
116	2725.000	220.463	220.845	402901.987	1498231.343	295.829g	2.50	-2.50
117	2750.000	220.321	220.872	402926.934	1498229.706	295.829g	2.50	-2.50
118	2775.000	220.027	220.899	402951.880	1498228.069	295.829g	2.50	-2.50
119	2785.484	219.839	220.911	402962.342	1498227.383	295.829g	2.50	-2.50
120	2800.000	219.733	220.926	402976.827	1498226.442	295.954g	2.50	-1.42
121	2825.000	219.370	220.954	403001.784	1498224.987	296.756g	2.50	0.45
122	2850.000	218.796	220.951	403026.764	1498223.992	298.301g	2.50	2.31
123	2852.484	218.756	220.947	403029.248	1498223.930	298.495g	2.50	2.50
124	2875.000	218.513	220.885	403051.762	1498223.714	300.286g	2.50	2.50
125	2891.697	218.491	220.806	403068.457	1498223.963	301.615g	2.50	2.50
126	2900.000	218.436	220.757	403076.755	1498224.215	302.235g	2.50	1.88
127	2925.000	218.221	220.566	403101.728	1498225.386	303.607g	2.50	0.01
128	2950.000	218.056	220.313	403126.679	1498226.949	304.236g	2.50	-1.85
129	2958.697	217.951	220.210	403135.356	1498227.532	304.281g	2.50	-2.50
130	2975.000	217.759	219.997	403151.622	1498228.627	304.281g	2.50	-2.50
131	3000.000	217.548	219.619	403176.566	1498230.307	304.281g	2.50	-2.50
132	3025.000	217.350	219.178	403201.509	1498231.987	304.281g	2.50	-2.50
133	3050.000	217.351	218.696	403226.453	1498233.667	304.281g	2.50	-2.50
134	3075.000	217.345	218.213	403251.396	1498235.346	304.281g	2.50	-2.50
135	3100.000	217.230	217.787	403276.340	1498237.026	304.281g	2.50	-2.50
136	3125.000	217.311	217.562	403301.283	1498238.706	304.281g	2.50	-2.50
137	3150.000	217.214	217.464	403326.227	1498240.386	304.281g	2.50	-2.50
138	3175.000	216.900	217.368	403351.170	1498242.066	304.281g	2.50	-2.50
139	3200.000	216.640	217.271	403376.114	1498243.746	304.281g	2.50	-2.50
140	3225.000	216.414	217.175	403401.057	1498245.425	304.281g	2.50	-2.50
141	3250.000	216.357	217.078	403426.001	1498247.105	304.281g	2.50	-2.50
142	3275.000	216.280	216.982	403450.944	1498248.785	304.281g	2.50	-2.50
143	3300.000	216.258	216.885	403475.888	1498250.465	304.281g	2.50	-2.50
144	3325.000	216.194	216.789	403500.831	1498252.145	304.281g	2.50	-2.50
145	3350.000	216.122	216.692	403525.775	1498253.825	304.281g	2.50	-2.50
146	3375.000	216.003	216.596	403550.718	1498255.504	304.281g	2.50	-2.50
147	3400.000	215.894	216.499	403575.662	1498257.184	304.281g	2.50	-2.50
148	3425.000	215.768	216.403	403600.605	1498258.864	304.281g	2.50	-2.50
149	3450.000	215.702	216.312	403625.549	1498260.544	304.281g	2.50	-2.50
150	3475.000	215.711	216.272	403650.492	1498262.224	304.281g	2.50	-2.50
151	3500.000	215.672	216.295	403675.436	1498263.904	304.281g	2.50	-2.50
152	3525.000	215.720	216.370	403700.379	1498265.583	304.281g	2.50	-2.50
153	3550.000	215.769	216.450	403725.323	1498267.263	304.281g	2.50	-2.50
154	3575.000	215.876	216.536	403750.266	1498268.943	304.281g	2.50	-2.50
155	3600.000	215.922	216.673	403775.210	1498270.623	304.281g	2.50	-2.50
156	3625.000	216.193	216.874	403800.153	1498272.303	304.281g	2.50	-2.50
157	3650.000	216.353	217.136	403825.097	1498273.982	304.281g	2.50	-2.50
158	3675.000	216.506	217.462	403850.040	1498275.662	304.281g	2.50	-2.50
159	3700.000	216.906	217.839	403874.984	1498277.342	304.281g	2.50	-2.50
160	3725.000	218.031	218.222	403899.927	1498279.022	304.281g	2.50	-2.50
161	3749.214	218.593	218.593	403924.087	1498280.649	304.281g	2.50	-2.50

Volume de terrassement

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUM	PURGE VOLUME
1	0.000	0.0	250.4	0.0
2	25.000	0.0	447.7	0.0
3	50.000	0.0	365.7	0.0
4	75.000	0.0	245.0	0.0
5	100.000	0.0	178.8	0.0
6	125.000	20.8	50.3	0.0
7	150.000	162.1	0.0	0.0
8	175.000	380.4	0.0	0.0
9	200.000	598.1	0.0	0.0
10	225.000	655.7	0.0	0.0
11	250.000	470.8	0.0	0.0
12	263.486	273.5	0.0	0.0
13	275.000	375.4	0.0	0.0
14	300.000	338.1	0.0	0.0
15	322.188	68.4	4.2	0.0
16	325.000	64.3	11.3	0.0
17	350.000	38.9	160.9	0.0
18	375.000	44.0	200.7	0.0
19	400.000	102.5	84.7	0.0
20	423.333	69.8	28.5	0.0
21	425.000	67.2	31.1	0.0
22	450.000	42.6	63.5	0.0
23	475.000	4.2	38.5	0.0
24	482.035	0.7	39.3	0.0
25	500.000	2.2	83.8	0.0
26	525.000	2.5	69.3	0.0
27	550.000	3.8	53.8	0.0
28	575.000	0.0	111.6	0.0
29	600.000	0.9	150.6	0.0
30	625.000	0.9	110.4	0.0
31	650.000	15.1	97.7	0.0
32	675.000	18.8	110.8	0.0
33	700.000	13.4	80.9	0.0
34	725.000	29.4	57.1	0.0
35	750.000	0.0	161.0	0.0
36	775.000	0.0	228.9	0.0
37	800.000	0.0	223.9	0.0
38	825.000	4.8	177.7	0.0
39	850.000	9.1	137.7	0.0
40	875.000	32.4	82.4	0.0
41	900.000	33.0	20.0	0.0
42	925.000	150.6	3.2	0.0
43	950.000	135.7	21.9	0.0
44	975.000	56.1	68.1	0.0
45	1000.000	20.9	103.6	0.0
46	1025.000	1.3	210.3	0.0
47	1050.000	0.1	249.5	0.0
48	1075.000	0.0	227.0	0.0
49	1100.000	0.0	221.9	0.0
50	1125.000	0.0	334.0	0.0
51	1150.000	0.0	469.4	0.0
52	1175.000	0.0	587.1	0.0
53	1200.000	0.0	681.5	0.0
54	1225.000	0.0	677.7	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGNE	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	PURGE VOLUME
56	1275.000	0.0	564.1	0.0
57	1300.000	0.0	493.0	0.0
58	1325.000	0.0	408.0	0.0
59	1350.000	0.0	342.0	0.0
60	1375.000	0.0	261.0	0.0
61	1400.000	0.0	229.3	0.0
62	1425.000	0.0	210.1	0.0
63	1450.000	0.0	198.3	0.0
64	1475.000	0.0	179.9	0.0
65	1500.000	2.2	111.1	0.0
66	1525.000	6.2	46.0	0.0
67	1550.000	21.6	43.1	0.0
68	1575.000	11.5	57.6	0.0
69	1600.000	8.5	82.6	0.0
70	1625.000	0.0	100.1	0.0
71	1650.000	0.0	210.8	0.0
72	1675.000	0.0	329.1	0.0
73	1700.000	0.0	398.7	0.0
74	1725.000	0.0	436.0	0.0
75	1750.000	0.0	429.6	0.0
76	1775.000	0.0	482.0	0.0
77	1800.000	0.0	544.0	0.0
78	1825.000	0.0	575.3	0.0
79	1850.000	0.0	577.4	0.0
80	1875.000	0.0	551.2	0.0
81	1900.000	0.0	452.3	0.0
82	1925.000	0.0	344.0	0.0
83	1950.000	0.0	291.0	0.0
84	1975.000	0.0	183.0	0.0
85	2000.000	1.7	78.5	0.0
86	2025.000	0.5	36.4	0.0
87	2050.000	12.8	24.2	0.0
88	2075.000	9.8	23.9	0.0
89	2100.000	14.2	21.8	0.0
90	2125.000	11.9	40.7	0.0
91	2150.000	6.8	126.5	0.0
92	2175.000	5.0	165.1	0.0
93	2200.000	11.1	102.8	0.0
94	2225.000	73.2	55.4	0.0
95	2250.000	162.7	18.6	0.0
96	2275.000	172.8	16.1	0.0
97	2300.000	135.6	16.7	0.0
98	2325.000	134.3	5.2	0.0
99	2350.000	220.2	0.0	0.0
100	2375.000	332.8	0.0	0.0
101	2400.000	391.2	0.0	0.0
102	2425.000	438.1	0.0	0.0
103	2450.000	407.3	0.0	0.0
104	2475.000	211.7	0.0	0.0
105	2487.583	112.4	0.0	0.0
106	2500.000	81.9	0.0	0.0
107	2505.473	119.3	0.0	0.0
108	2525.000	222.9	0.0	0.0
109	2550.000	257.7	0.0	0.0
110	2575.000	280.6	0.0	0.0

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	PURGE VOLUME
111	2600.000	193.3	0.0	0.0
112	2625.000	121.9	0.0	0.0
113	2650.000	27.8	21.6	0.0
114	2675.000	22.8	40.6	0.0
115	2700.000	91.4	2.0	0.0
116	2725.000	110.5	1.5	0.0
117	2750.000	182.2	0.0	0.0
118	2775.000	209.8	0.0	0.0
119	2785.484	185.8	0.0	0.0
120	2800.000	396.4	0.0	0.0
121	2825.000	793.3	0.0	0.0
122	2850.000	635.0	0.0	0.0
123	2852.484	589.7	0.0	0.0
124	2875.000	1004.1	0.0	0.0
125	2891.697	623.6	0.0	0.0
126	2900.000	820.9	0.0	0.0
127	2925.000	1177.3	0.0	0.0
128	2950.000	753.0	0.0	0.0
129	2958.697	571.0	0.0	0.0
130	2975.000	972.1	0.0	0.0
131	3000.000	1115.8	0.0	0.0
132	3025.000	1076.0	0.0	0.0
133	3050.000	981.2	0.0	0.0
134	3075.000	864.8	0.0	0.0
135	3100.000	607.3	0.0	0.0
136	3125.000	492.1	0.0	0.0
137	3150.000	470.2	0.0	0.0
138	3175.000	519.5	0.0	0.0
139	3200.000	567.9	0.0	0.0
140	3225.000	527.2	0.0	0.0
141	3250.000	410.2	0.0	0.0
142	3275.000	291.1	0.0	0.0
143	3300.000	180.2	0.0	0.0
144	3325.000	119.2	4.3	0.0
145	3350.000	28.1	10.8	0.0
146	3375.000	28.8	18.7	0.0
147	3400.000	75.2	2.9	0.0
148	3425.000	98.6	9.4	0.0
149	3450.000	119.0	5.8	0.0
150	3475.000	73.3	8.7	0.0
151	3500.000	71.5	9.8	0.0
152	3525.000	119.5	0.0	0.0
153	3550.000	180.5	0.0	0.0
154	3575.000	249.0	9.9	0.0
155	3600.000	286.7	12.8	0.0
156	3625.000	386.4	0.0	0.0
157	3650.000	524.6	0.0	0.0
158	3675.000	548.7	0.0	0.0
159	3700.000	611.5	0.0	0.0
160	3725.000	122.7	34.1	0.0
161	3749.214	0.0	180.9	0.0
		29415	18839	0

Volume corps de chaussée

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	FONDATION VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLU
1	0.000	42.6	72.7	36.4	5.5	4.9
2	25.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
3	50.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
4	75.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
5	100.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
6	125.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
7	150.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
8	175.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
9	200.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
10	225.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
11	250.000	65.5	111.9	56.0	8.5	7.6
12	263.486	42.6	72.7	36.4	5.5	4.9
13	275.000	62.2	105.9	53.1	7.7	7.7
14	300.000	80.3	136.0	68.7	8.8	10.6
15	322.188	53.6	64.0	36.4	1.8	5.6
16	325.000	59.5	71.2	40.5	2.0	6.3
17	350.000	107.0	128.1	72.7	3.6	11.2
18	375.000	107.0	128.1	72.8	3.6	11.2
19	400.000	103.4	123.8	70.3	3.5	10.9
20	423.333	53.5	64.0	36.4	1.8	5.6
21	425.000	57.1	68.3	38.8	1.9	6.0
22	450.000	85.1	144.2	72.7	9.5	11.3
23	475.000	54.5	93.0	46.6	6.9	6.5
24	482.035	42.6	72.7	36.4	5.5	4.9
25	500.000	73.1	124.9	62.5	9.5	8.5
26	525.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
27	550.000	85.1	145.3	72.7	11.0	9.8
28	575.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
29	600.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
30	625.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
31	650.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
32	675.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
33	700.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
34	725.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
35	750.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
36	775.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
37	800.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
38	825.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
39	850.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
40	875.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
41	900.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
42	925.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
43	950.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
44	975.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
45	1000.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
46	1025.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
47	1050.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
48	1075.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
49	1100.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
50	1125.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
51	1150.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
52	1175.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
53	1200.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
54	1225.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
55	1250.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	FONDATION VOLUME	ACCO TE	T.P.C. VOLU
56	1275.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
57	1300.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
58	1325.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
59	1350.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
60	1375.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
61	1400.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
62	1425.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
63	1450.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
64	1475.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
65	1500.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
66	1525.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
67	1550.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
68	1575.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
69	1600.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
70	1625.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
71	1650.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
72	1675.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
73	1700.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
74	1725.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
75	1750.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
76	1775.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
77	1800.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
78	1825.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
79	1850.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
80	1875.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
81	1900.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
82	1925.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
83	1950.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
84	1975.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
85	2000.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
86	2025.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
87	2050.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
88	2075.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
89	2100.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
90	2125.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
91	2150.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
92	2175.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
93	2200.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
94	2225.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
95	2250.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
96	2275.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
97	2300.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
98	2325.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
99	2350.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
100	2375.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
101	2400.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
102	2425.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
103	2450.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
104	2475.000	64.0	109.3	54.7	8.3	7.4
105	2487.583	42.6	72.7	36.4	5.5	4.9
106	2500.000	30.5	52.0	26.0	4.0	3.5
107	2505.473	42.6	72.7	36.4	5.5	4.9
108	2525.000	75.8	129.5	64.8	9.8	8.8
109	2550.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
110	2575.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	FONDATION VOLUME	ACCO TE	T.P.C. VOLU
111	2600.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
112	2625.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
113	2650.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
114	2675.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
115	2700.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
116	2725.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
117	2750.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
118	2775.000	60.4	103.2	51.6	7.8	7.0
119	2785.484	42.6	72.7	36.4	5.5	4.9
120	2800.000	67.3	114.7	57.5	8.4	8.1
121	2825.000	85.1	144.6	72.7	10.0	11.3
122	2850.000	46.8	79.2	40.0	5.2	6.2
123	2852.484	42.6	72.1	36.4	4.7	5.6
124	2875.000	66.8	113.0	57.1	7.3	8.8
125	2891.697	42.6	72.1	36.4	4.7	5.6
126	2900.000	56.7	96.1	48.5	6.4	7.5
127	2925.000	85.1	144.7	72.7	10.2	11.3
128	2950.000	57.4	97.9	49.0	7.3	6.8
129	2958.697	42.6	72.7	36.4	5.5	4.9
130	2975.000	70.3	120.1	60.1	9.1	8.1
131	3000.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
132	3025.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
133	3050.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
134	3075.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
135	3100.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
136	3125.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
137	3150.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
138	3175.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
139	3200.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
140	3225.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
141	3250.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
142	3275.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
143	3300.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
144	3325.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
145	3350.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
146	3375.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
147	3400.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
148	3425.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
149	3450.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
150	3475.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
151	3500.000	85.1	145.4	72.8	11.0	9.8
152	3525.000	85.1	145.3	72.7	11.0	9.8
153	3550.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
154	3575.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
155	3600.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
156	3625.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
157	3650.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
158	3675.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
159	3700.000	85.1	145.4	72.7	11.0	9.8
160	3725.000	83.8	143.1	71.6	10.9	9.7
161	3749.214	41.2	70.4	35.2	5.3	4.8
VOLUME TOTAL		12876	21706	10910	1607	1494

Annexe 6 : Détail de l'estimatif

N°	DESIGNATION	UNITES	QUANTITES	P. U. FCFA	SOUS TOTAL FCFA
	SERIE 000: INSTALLATION GENERALE DE CHANTIER				
000	Installation de chantier de l'entreprise	Fft	1,00	119 465 224	119 465 224
	TOTAL SERIE 000				119 465 224
	SERIE 100 - TRAVAUX PRELIMINAIRES TERRASSEMENTS GENERAUX				
101	Décapage de terre végétale sur 10 cm	m ²	63 149,00	300	18 944 700
	TOTAL SERIE 100				18 944 700
	SERIE 200 - TRAVAUX PRELIMINAIRES TERRASSEMENTS GENERAUX				
200	Remblai en provenance de carrière, y compris plus-value de transport	m ³	12 691,20	7 000	88 838 400
203	Remblai en provenance de déblai en terrain meuble	m ³	22 606,80	3 500	79 123 800
	Réglage et compactage de l'arase des terrassements	m ²	63 149,00	300	18 944 700
	TOTAL SERIE 200				186 906 900
	SERIE 300 - TRAVAUX DE VOIRIE				
300	Fourniture et mise en œuvre de matériaux graveleux latéritiques pour couche de forme.	m ³	10 910,00	20 000	218 200 000
301	Fourniture et mise en œuvre de graveleux latéritiques pour couche de fondation		21 706,00	35 000	759 710 000
302	Fourniture et mise en œuvre de la couche de base	m ³	12 876,00	35 000	450 660 000
304	Fourniture et mise en œuvre de cut-back 0/1 à 1,200 kg/m ² pour couche d'imprégnation	m ²	36 860,00	590	21 747 400
305	Fourniture et mise en œuvre de l'émulsion de bitume à 300 g/m ² pour couche d'accrochage	m ²	36 860,00	2 120	78 143 200
306	Béton bitumineux Epaisseur 5 cm	m ²	36 860,00	8 000	294 880 000
	TOTAL SERIE 300: TRAVAUX DE VOIRIE				1 823 340 600
	SERIE 400 : ASSAINISSEMENT ET DRAINAGE				
400	Bordures				
	d- T2	ml	22 800	9 000	205 200 000
	Descentes d'eau	ml	53,50	5 000	267 500
401	Caniveaux-dalots-dalles de couverture				-
	a- Caniveaux en BA 100x100	ml	1 056,00	28 000	29 568 000
	b- Caniveaux en BA 80x80	ml	820,00	24 000	19 680 000
	c- Dalot en BA 1X2X1	ml	30,00	55 000	1 650 000

	d- Dalot en BA 2X2X1,5	ml	30,00	65 000	1 950 000
	TOTAL SERIE 400				258 315 500
	SERIE 500 : AMENAGEMENT DES ABORDS-ESPACES VERTS- PLANTATIONS D'ARBRES- FLEURS-CLOTURE				
500	Engazonnement du TPC	m ²	11 220,00	400	4 488 000
	TOTAL SERIE 500				4 488 000
MONTANT TOTAL HORS TVA EN FCFA					2 411 460 924
<i>TVA AU TAUX DE 18%</i>					<i>434 062 966</i>
MONTANT TOTAL TOUTES TAXES COMPRISES					2 845 523 891

Annexe 7 : Etude d'impact environnemental et social

L'analyse des impacts concerne la phase d'exécution et la phase d'exploitation de l'infrastructure.

Critère de qualification des impacts

NATURE	DUREE	INTENSITE	ETENDUE	IMPORTANCE
positive	permanente	forte	régionale	forte
négative	temporaire	moyenne	locale	moyenne
indéterminée	temporaire	faible	ponctuelle	faible

		Impact positif			Impact négatif		Commentaire
		Très probable / majeur	Possible/ mineur	Pas d'impact probable	Très probable / Majeur	Possible / Mineur	
Problème / Effet		A	B	C	D	E	
Biodiversité et Ressources Naturelles	Zone protégée	0	0	0	1	0	Abatage d'arbres lors de la phase
	Marécages	0	0	0	0	1	Impact possible par sédimentation / Pollution pendant la
	Forêt	0	0	1	0	0	
	Espèces rares, menacées	0	0	0	0	1	L'accès amélioré aux marchés pourrait accroître exploitation
	Industrie naturelle	1	0	0	0	0	L'accès amélioré aux marchés pourrait rapporter davantage
Socio-économique et Physique	Erosion	0	0	0	0	1	Le creusement de gravier et de remblais au niveau de sites
	Inondation locale	1	0	0	0	0	
	Modification du climat aux	0	0	1	0	0	
	Poussière / Pollution	0	1	0	1	0	Négatif seulement pendant la construction
	Bruit	0	0	0	1	0	Augmentation prévue de la circulation routière
	Changement de population	0	0	1	0	0	
	Genre	0	1	0	0	0	Opportunités de travail non qualifiés
	Groupes vulnérables	0	1	0	0	0	Opportunités économiques accrues (emplois, accès au
	Effets régionaux	1	0	0	0	0	
	Ressources culturelles	0	0	0	0	1	La proximité marquée de certaines ressources par rapport à
	Santé	1	0	0	0	1	L'augmentation de vitesse de la circulation aura un effet négatif en termes de sécurité publique mais des mesures de
Recréation	1	0	0	0	0		
Autres	Sécurité	0	0	0	0	1	Effets sur la circulation des bicyclettes et des charrettes à

La valeur 0 indique qu'il n'y a pas d'impact

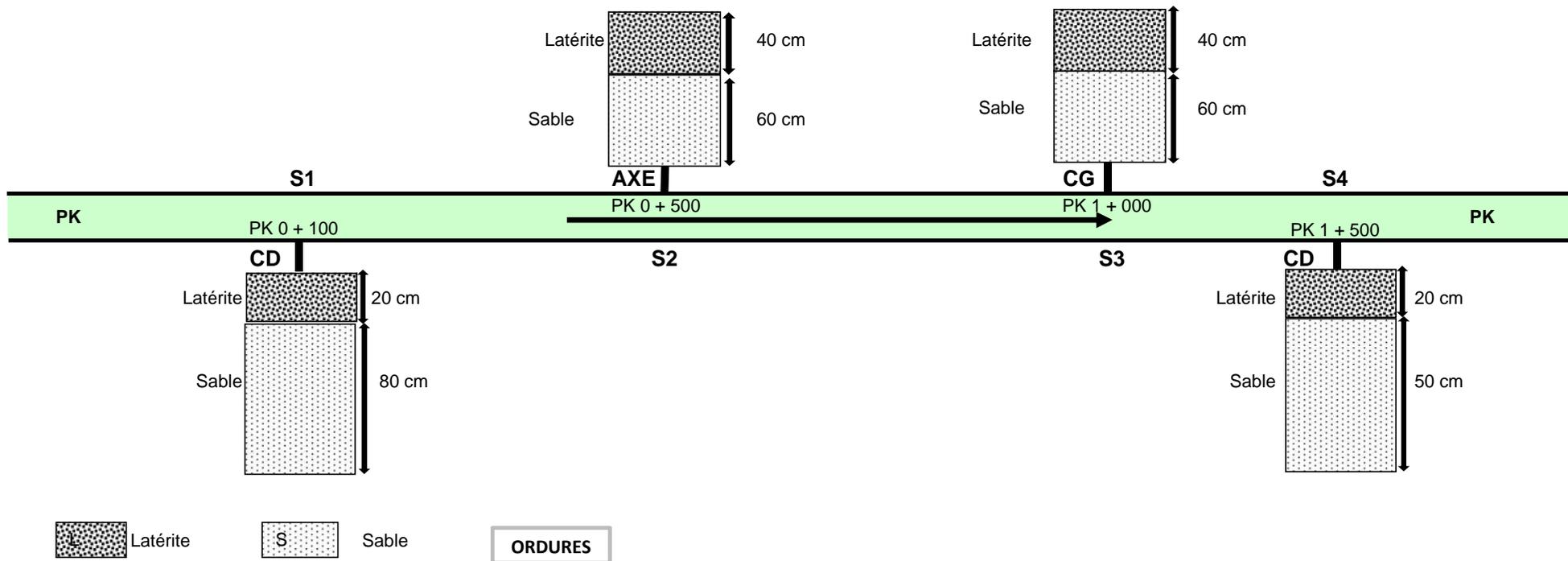
La valeur 1 indique qu'il y a impact.

Impacts négatifs potentiels

Récepteur d'impact	Impacts négatifs	Critère				
		Nature	Durée	Intensit	Etendu	Importance
les sols, la végétation	Dégradation de la qualité du sol par excavation et l'exploitation des carrières et	négative	permanente	faible	locale	moyenne
	Destruction d'une partie de la végétation et de quelques arbres situés dans	négative	permanente	faible	locale	faible
la population et les animaux éventuellement	Modification locale de la qualité de l'air et de l'ambiance sonore	négative	temporaire	faible	ponctuelle	faible
les sols, la végétation et la population	Diminution de la quantité et de la qualité de la ressource en eau (renversements de produits chimiques et pétroliers, contaminant les ressources en eau)	négative	temporaire	faible	ponctuelle	faible
L'air et les populations	Production de la poussière et de bruit	Négative	temporaire	moyenne	locale	faible
Petite faune terrestre, les oiseaux, les grands reptiles	Mortalité par écrasement	négative	permanente	moyenne	locale	forte
les ouvriers du chantier de la route, les résidents	Augmentation du nombre d'accidents liés à la construction et à la circulation	négative	temporaire	moyenne	locale	moyenne

Annexe 8 : Rapport géotechnique du sol support

SYNOPTIQUE DES SONDAGES SUR L'ASSISE
Tronçon Boulevard FK 160
PK 0 + 100 au PK 1 + 500



Intitulé du Projet: VOIRIE DE NIAMEY-BOULEVARD FK 160

Lieu de prélèvement : PK 0 + 100 - 1 + 500

Nature : Latérite

Date de prélèvement : 09- 01 - 2015

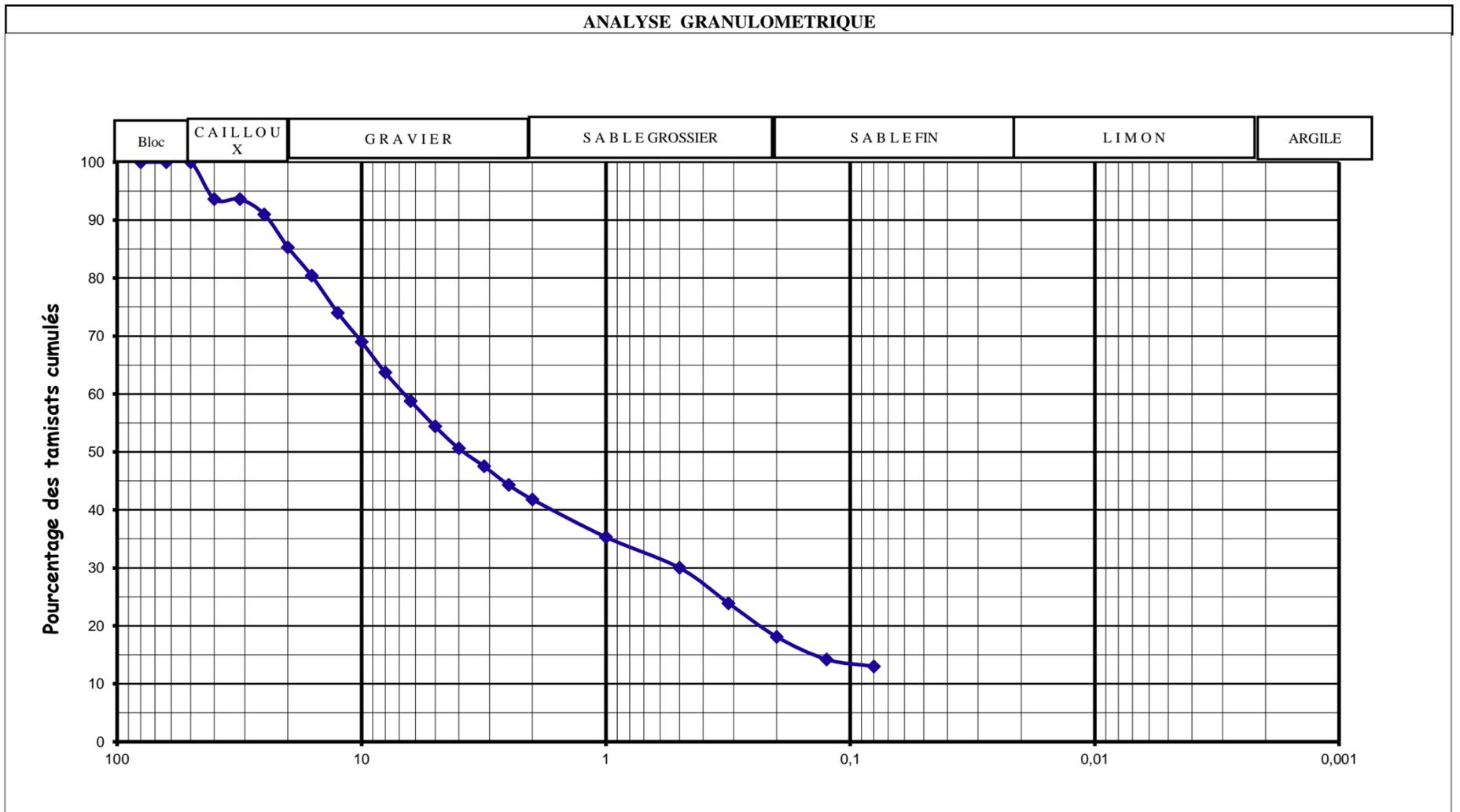
Date des essais : 13 - 01 - 2015

Opérateurs : Issa Alfari

Melange : S1+S2+S3+S4

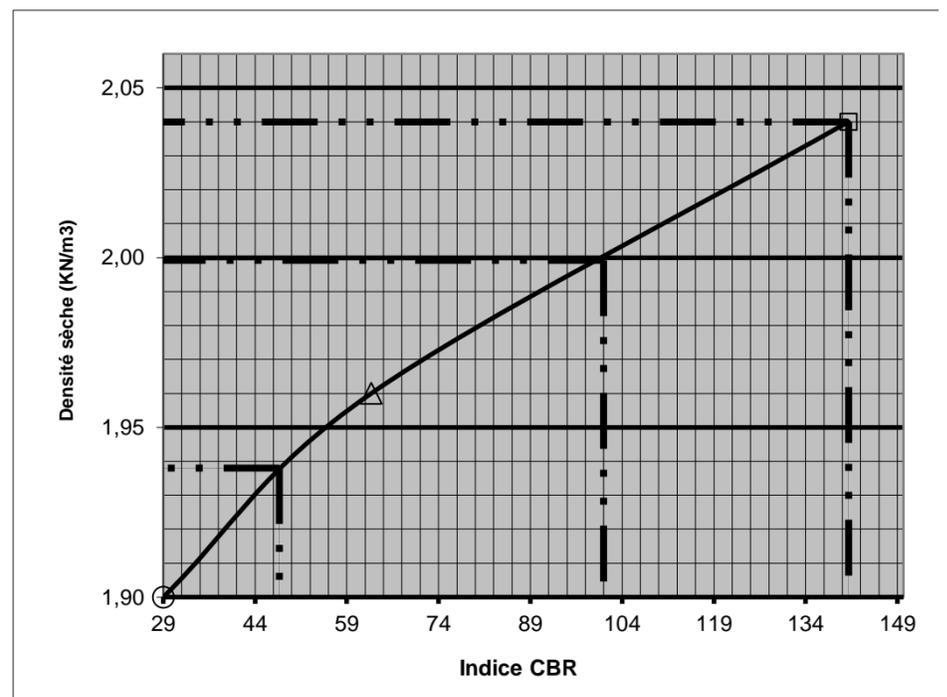
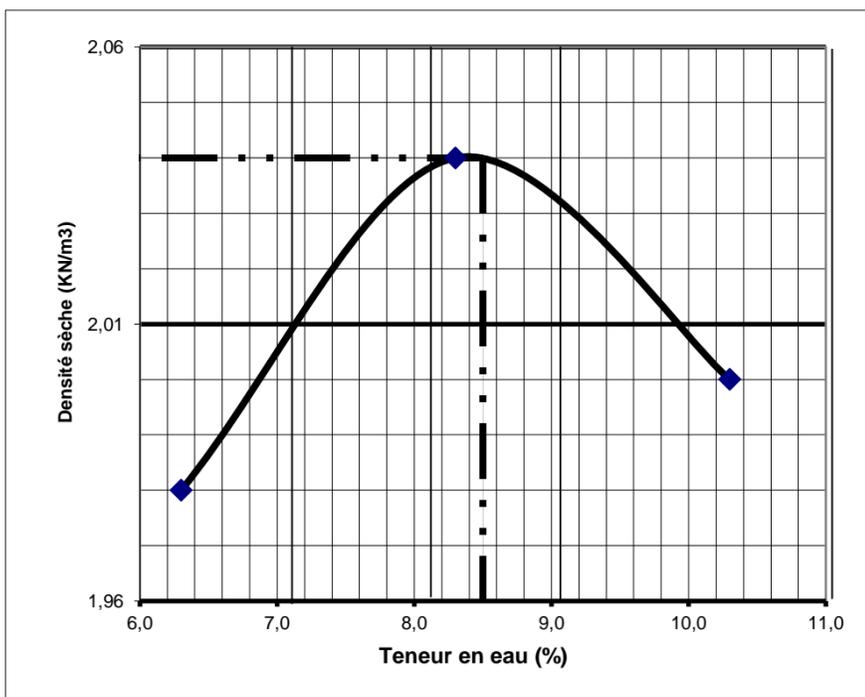
N° Echantillon	Profondeur (m)	W% nat	WL	IP	ES	Classification		
						HRB	AASHTO	RTR
			18	7		A - 2 - 4		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE



Proctor Modifié						
P.n°	1	2	3	4	5	Val.opt
W %	6,3	8,3	10,3			8,5
gd KN/m ³	1,98	2,04	2,00			2,04

CBR Imbibé			N.coups	gd KN/m ³	Indice CBR		Teneur en eau	Gonfl.%
95%	98%	100%			Immédiat	Imbibé		
48,0	101,0	141,0	55	2,04		141		0,02
			25	1,96		63		0,02
			10	1,90		29		0,02



Intitulé du Projet: VOIRIE DE NIAMEY-BOULEVARD FK 160

Lieu de prélèvement : PK 0 + 100 - PK 1 + 500

Nature : Sable

Opérateurs : Issa Alfari

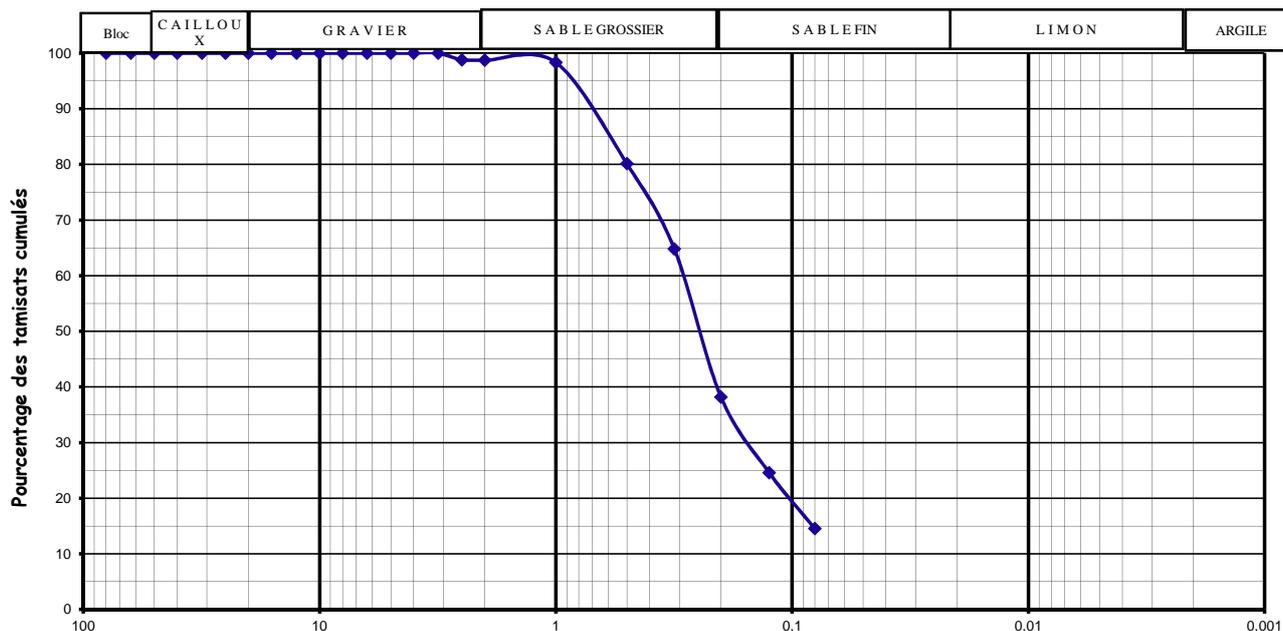
Date de prélèvement : 20- 01 - 2015

Melange : S1+S2+S3+S4

Date des essais : 24 - 01 - 2015

N° Echantillon	Profondeur (m)	W% nat	WL	IP	ES	Classification		
						HRB	AASHTO	RTR
					12	A - 2 - 4		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE



Annexe 9 : Rapport géotechnique de la carrière



CARRIERE SUR LA ROUTE OUALLAM

CARRIERE A partir du PK 4+900 à Droite 10 +800 Km de Tanimoune

PROFIL

LEGENDE

- Sondage positif
- Extension
- Sondage négatif

- RN
- S: SONDAGE
- Cases

RESULTATS DES ESSAIS

ZONE	SONDAGE	LIMITES D'ATTERBERG		PROCTOR		GRANULOMETRIE			INDICE CBR			CLASSIFICATION U.S. H.R.B.
		W.L.	I.P.	Ydkn/m3	W%	% > 10 mm	% > 2 mm	% < 0,08 mm	95%	98%	100%	
Zone 1	S1+S2+S3	19	8	2,08	5,3	48,3	25,6	13,1	79,0	105,0	121,0	A-2-4
	S4+S5+S6	20	10	2,19	4,3	53,8	28,5	15,2	69,0	82,0	88,0	A-2-4
Zone 2	S1+S2+S3	24	12	2,16	5,5	54,5	30,8	18,6	51,0	59,0	62,0	A-2-4
	S4+S5+S6	18	7	2,04	9,4	56,8	27,7	11,6	77,0	87,0	92,0	A-2-4
Moyenne des caractéristiques		20	9	2,12	6,1	53,4	28,2	14,6	69,0	83,3	90,8	

PLAN DE SITUATION DE CARRIERE

CARACTERISTIQUES DE LA CARRIERE

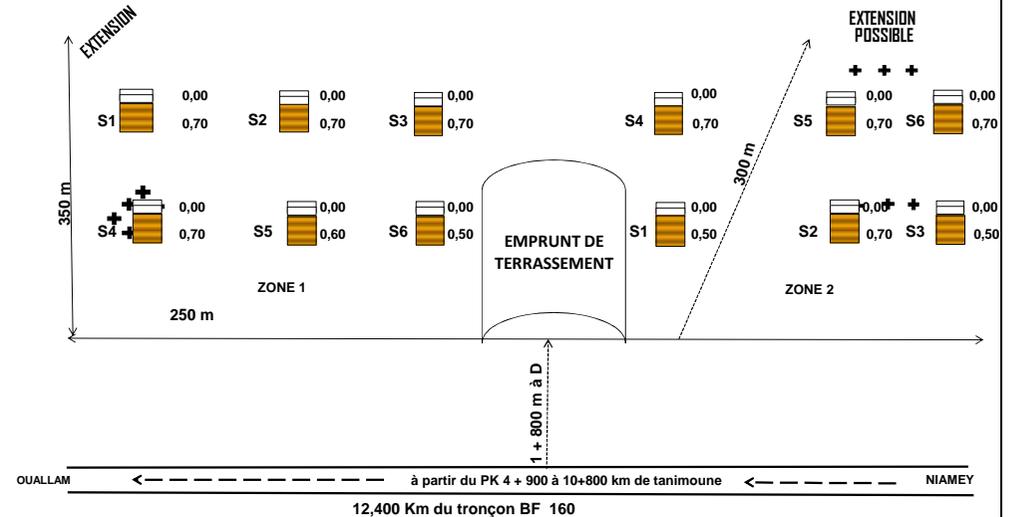
Présence des Blocs et de Cuirasse Latéritique rippable

NATURE DES MATERIAUX: LATERITE

MAILLE : 50 x 50

SURFACE : 87 500 m2

VOLUME ESTIME (PUISSANCE) : 51 625m3



COUPES DES SONDAGES

N° DES SONDAGES		ZONE 1						ZONE 2																		EPAISSEUR MOYENNE (m)											
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
EPAISSEURS	DECOUVERTE (m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																								0,00
	EXPLOITATION (m)	0,70	0,07	0,70	0,70	0,60	0,50	0,50	0,70	0,50	0,70	0,70	0,70																								0,59
	COUCHE INFÉRIEURE																																				
	PRELEVEMENT (m/m)																																				
OBSERVATIONS																																					

MISSION DE CONTRÔLE

ENTREPRISE

Intitulé du Projet:

Lieu de prélèvement : Carrière à partir du PK 4+900 à 10+800 du Boulevard Tanimoune sur la ROUTE OUALLAM ZONE1

Nature : Latérite

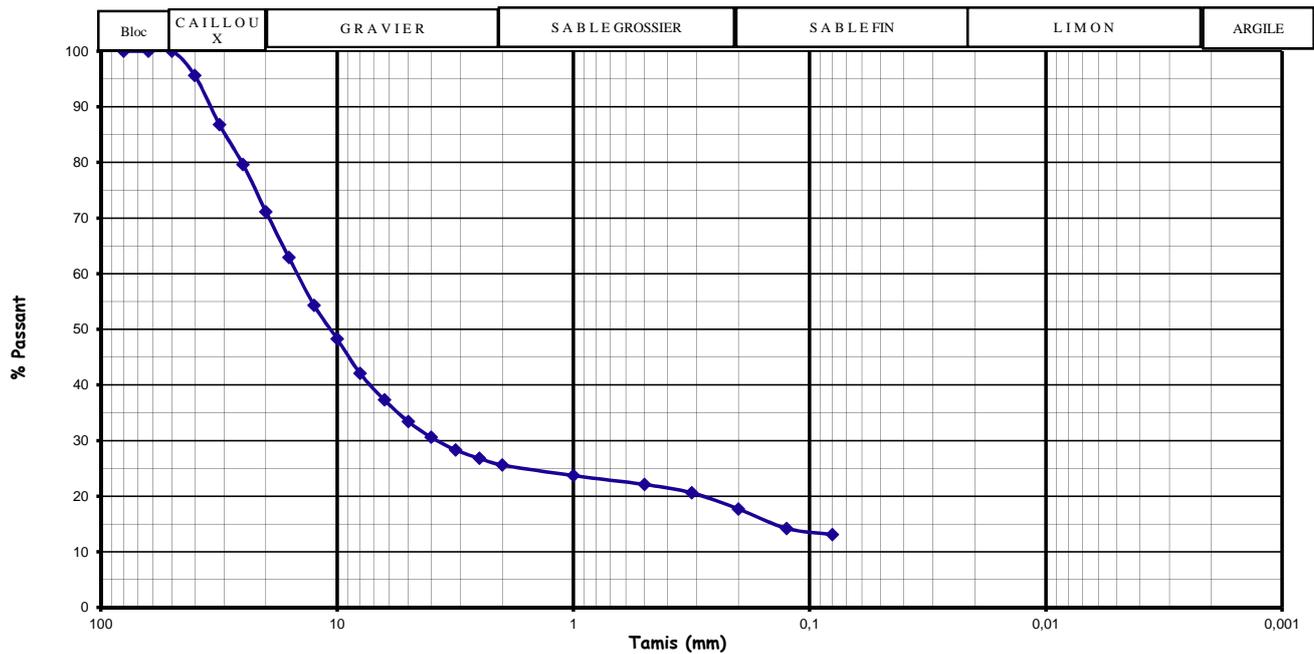
Opérateurs : Issa Alfari

Date de prélèvement : 09 - 03 - 2015

Sond : S1+S2+S3

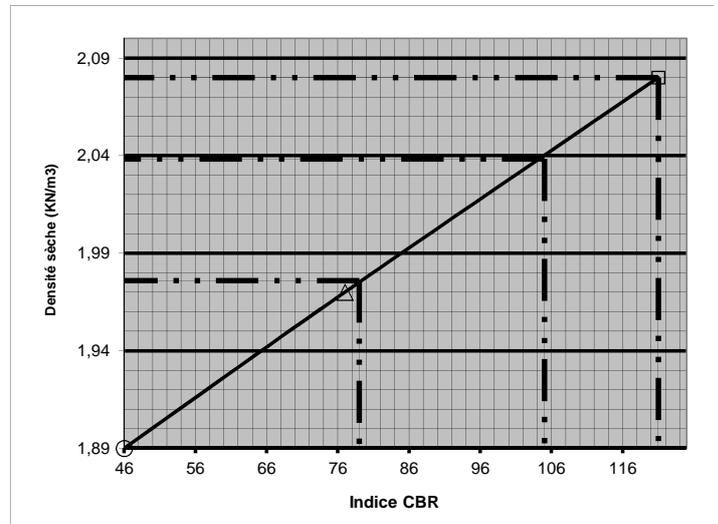
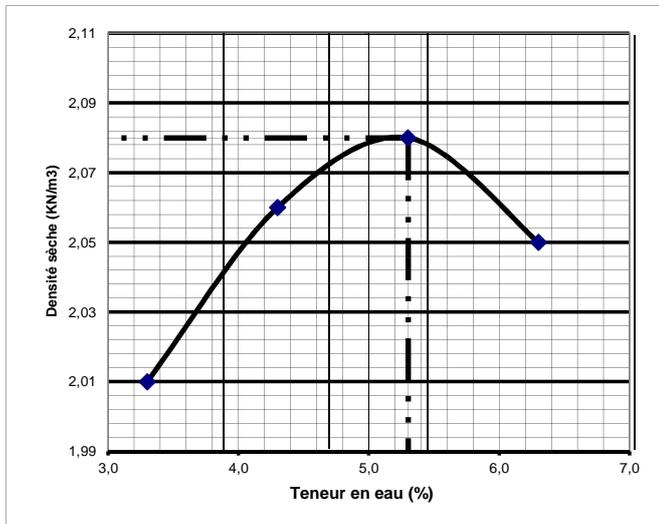
Date des essais : 13 - 03 - 2015

N° Echantillon	Profondeur (m)	W% nat	WL	IP	ES	Classification		
						HRB	AASHTO	RTR
			19	8		A - 2 - 4		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE


Proctor Modifié						
P.n°	1	2	3	4	5	Val.Opt
W %	3,3	4,3	5,3	6,3		5,3
gd KN/m ³	2,01	2,06	2,08	2,05		2,08

CBR Imbibé			N.coups	gd KN/m ³	Indice CBR		Teneur en eau	Gonfl.%
95%	98%	100%			Immédiat	Imbibé		
79,0	105,0	121,0	55	2,08		121		0,05
			25	1,97		77		0,05
			10	1,89		46		0,05



Intitulé du Projet:

Lieu de prélèvement : Carrière PK 9 Km à 1 + 600 à Gauche ROUTE FILINGUE ZONE1

Nature : Latérite

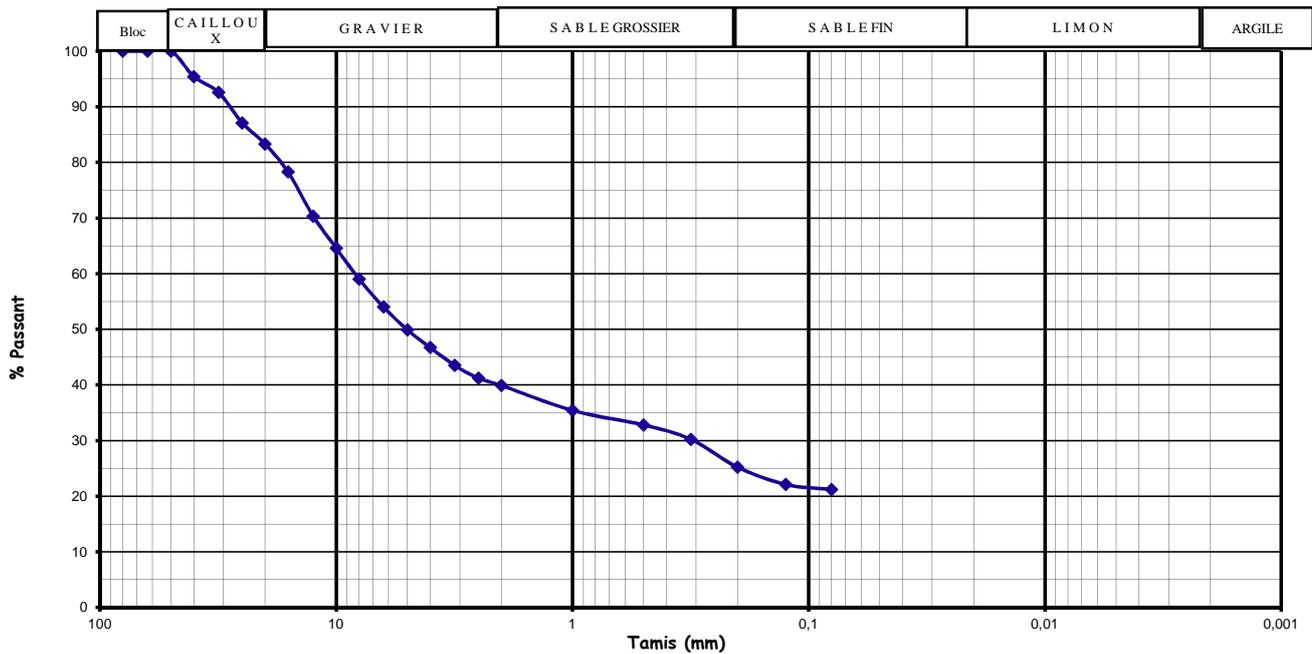
Opérateurs : Issa Alfari

Date de prélèvement : 12 - 01 - 2015

Sond : S1+S2

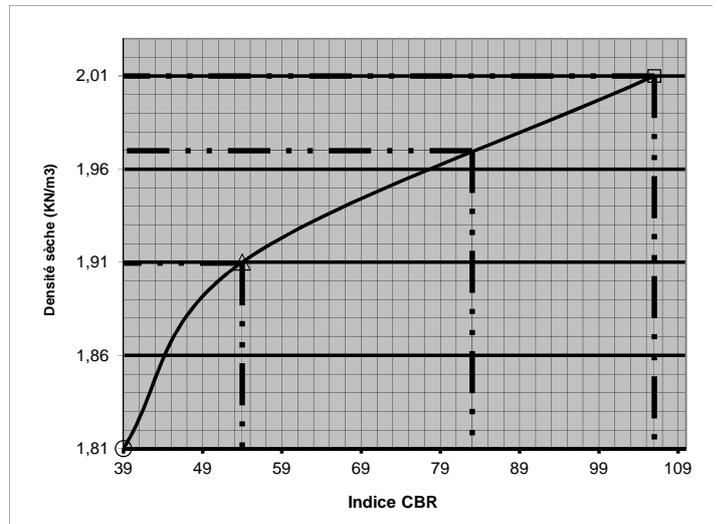
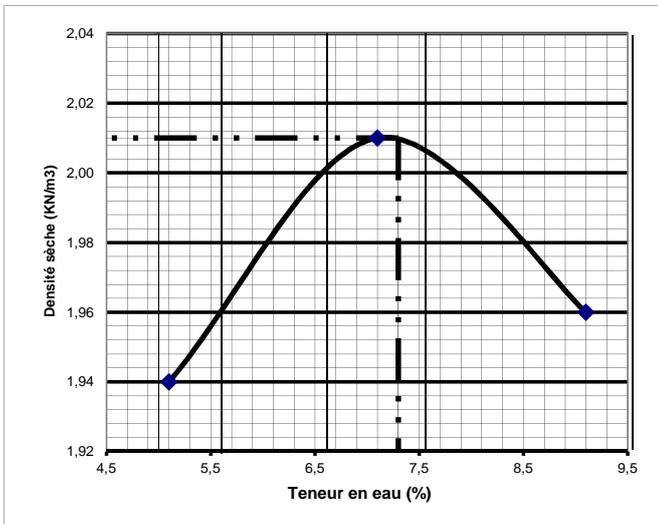
Date des essais : 16 - 01 2015

N° Echantillon	Profondeur (m)	W% nat	WL	IP	ES	Classification		
						HRB	AASHTO	RTR
			25	12		A - 2 - 4		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE


Proctor Modifié						
P.n°	1	2	3	4	5	Val.Opt
W %	5,1	7,1	9,1			7,3
gd KN/m ³	1,94	2,01	1,96			2,01

CBR Imbibé			N.coups	gd KN/m ³	Indice CBR		Teneur en eau	Gonfl.%
95%	98%	100%			Immédiate	Imbibé		
54,0	83,0	106,0	55	2,01		106		0,00
			25	1,91		54		0,00
			10	1,81		39		0,00





CARRIERE SUR LA ROUTE TILLABERY

CARRIERE **PK 15 + 800**

PROFIL

LEGENDE

- Sondage positif
- Extension
- Sondage négatif
- RN1
- S: SONDAGE
- Cases

RESULTATS DES ESSAIS

SONDAGE	LIMITES D'ATTERBERG		PROCTOR		GRANULOMETRIE			INDICE CBR			CLASSIFICATION
	W.L.	I.P.	γ _{dkn} /m ³	W%	% > 10 mm	% > 2 mm	% < 0,08 mm	95%	98%	100%	U.S. H.R.B.
S1+S2+S3	16	6	2,21	5,7	62,5	29,8	8,5	78,0	96,0	107,0	A-2-4
S4+S5+S6	19	7	2,22	5,3	58,5	27,5	10,1	80,0	113,0	136,0	A-2-4
S7+S8+S9	18	6	2,24	5,5	62,7	29,9	9,8	94,0	122,0	139,0	A-2-4
Moyenne des caractéristiques	18	6	2,22	5,5	61,2	29,1	9,5	84,0	110,3	127,3	

PLAN DE SITUATION DE CARRIERE

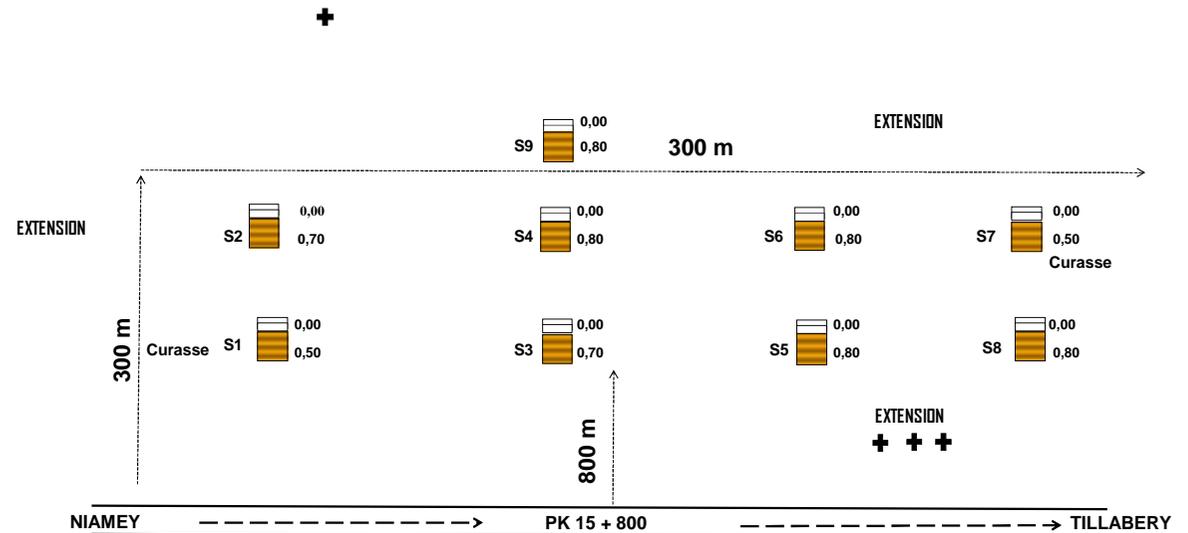
CARRACTERISTIQUES DE CARRIERE

Présence des Bloc et de Curasse Lateritique

NATURE DES MATERIAUX: LATERITE

SURFACE : 90 000 m²

VOLUME ESTIME (PUISSANCE) : 63 900 m³



COUPES DES SONDAGES

EPAISSEURS	N° DES SONDAGES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	EPAISSEUR MOYENNE (cm)				
		DECOUVERTE (m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																												0,00
EXPLOITATION (m)	0,50	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,50	0,80	0,80																														0,71	
COUCHE INFERIEURE PRELEVEMENT (m/m)													+	+	+																									
OBSERVATIONS																																								

MISSION DE CONTROLE

ENTREPRISE

Intitulé du Projet:

Lieu de prélèvement : Carrière PK 15 + 800 à 800m à Gauche

Nature : Latérite

Date de prélèvement : 06 - 01 - 2015

Date des essais : 10 - 01 2015

Opérateurs : Issa Alfari

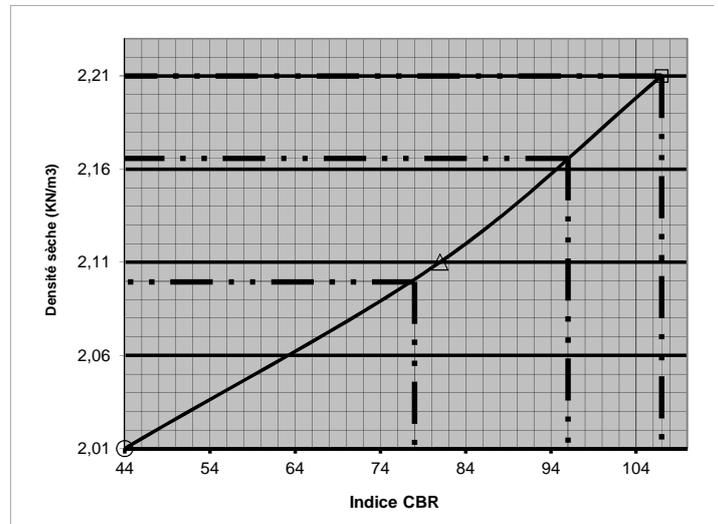
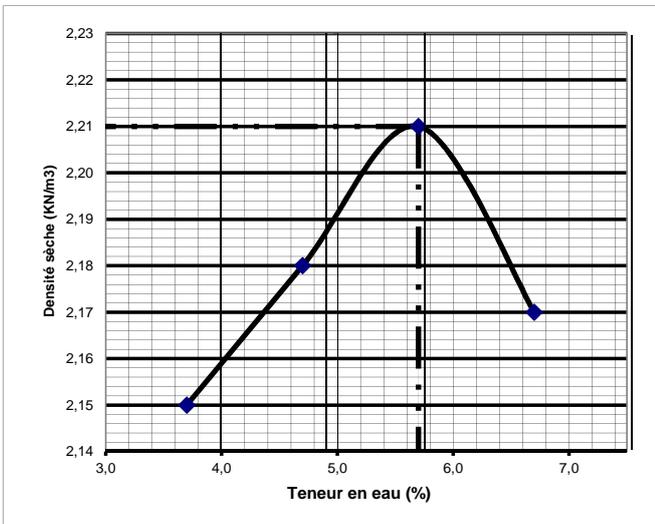
Sond : S1+S2+S3

N° Echantillon	Profondeur (m)	W% nat	WL	IP	ES	Classification		
						HRB	AASHTO	RTR
			16	6		A - 2 - 4		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

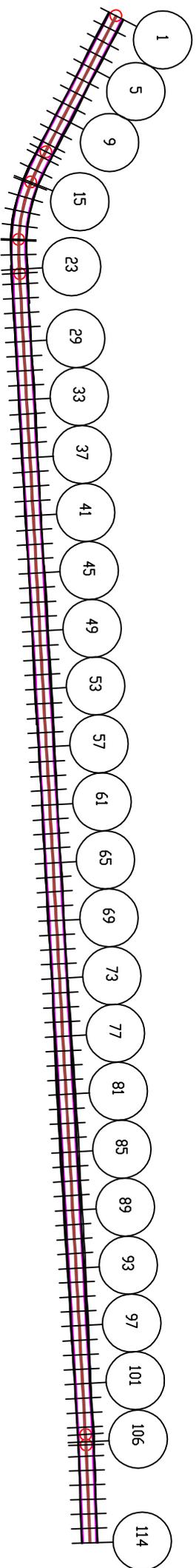

Proctor Modifié						
P.n°	1	2	3	4	5	ValOpt
W %	3,7	4,7	5,7	6,7	5,7	5,7
gd KN/m ³	2,15	2,18	2,21	2,17	2,21	2,21

CBR Imbibé			N.coups	gd KN/m ³	Indice CBR		Teneur en eau	Gonfl.%
95%	98%	100%			Immédiate	Imbibé		
78,0	96,0	107,0	55	2,21		107		0,00
			25	2,11		81		0,00
			10	2,01		44		0,00



Annexe 10 : Géométrie

AXE EN PLAN



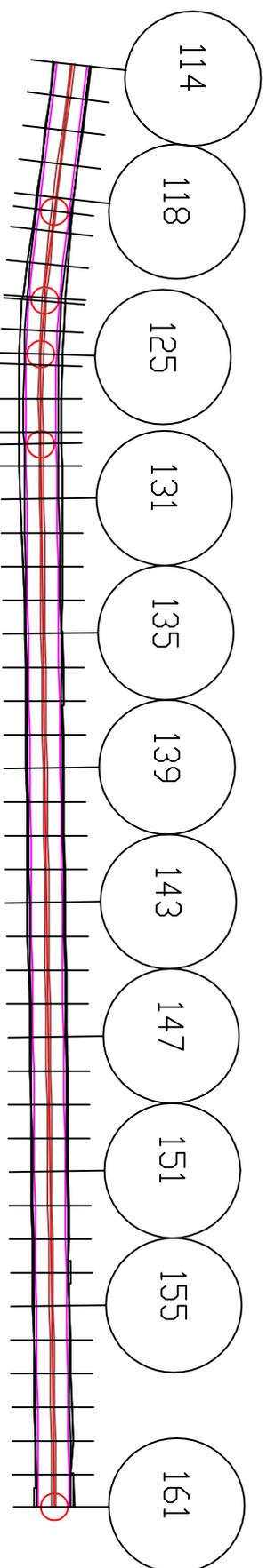
X0=400060,7964
Y0=1497579,7691
LA0=393,3797

PLANCHE 1 / 2

ECHELLE 1/10000

Δ
N

AXE EN PLAN



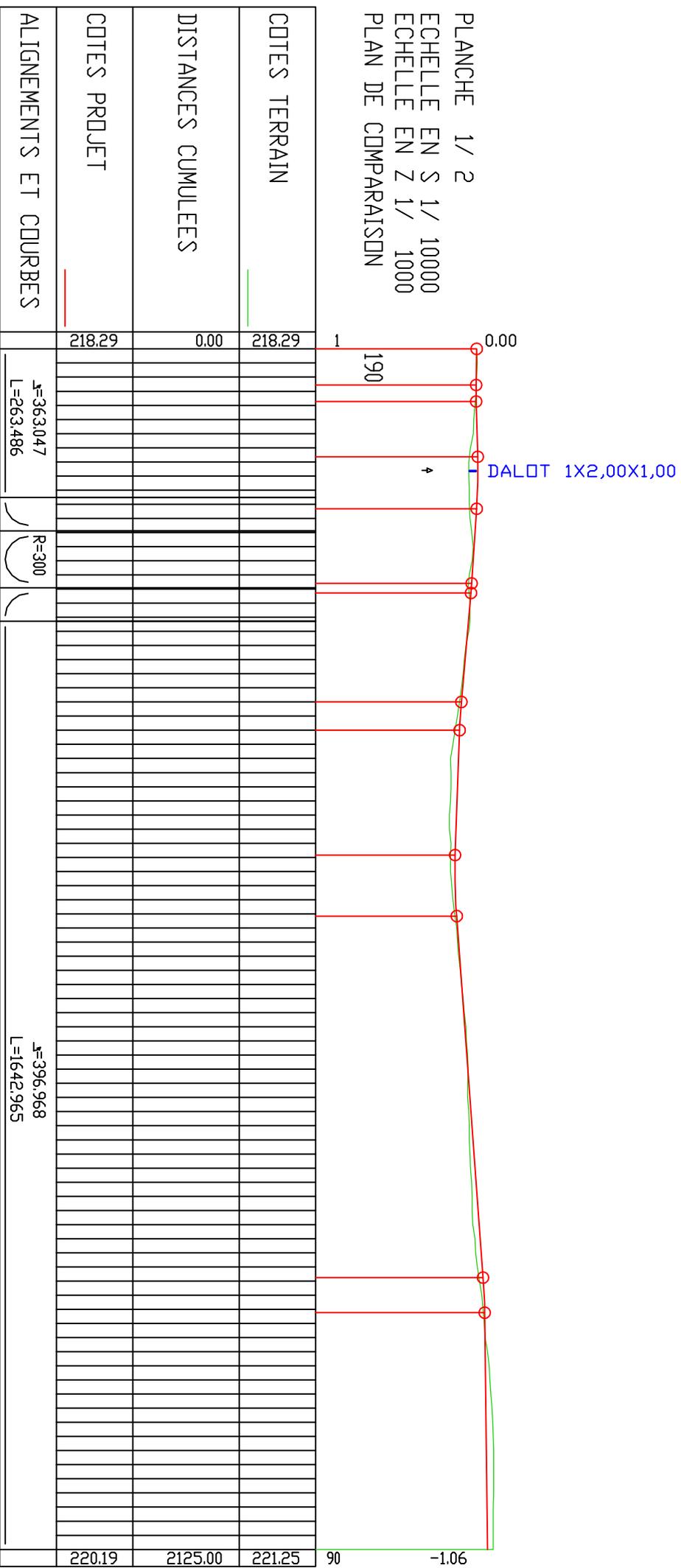
X0=402053.4256
Y0=1497281.9153
LA0=3.5259

PLANCHE 2 / 2 ECHELLE 1/10000



PROFIL EN LONG

PLANCHE 1 / 2
 ECHELLE EN S 1 / 10000
 ECHELLE EN Z 1 / 1000
 PLAN DE COMPARAISON

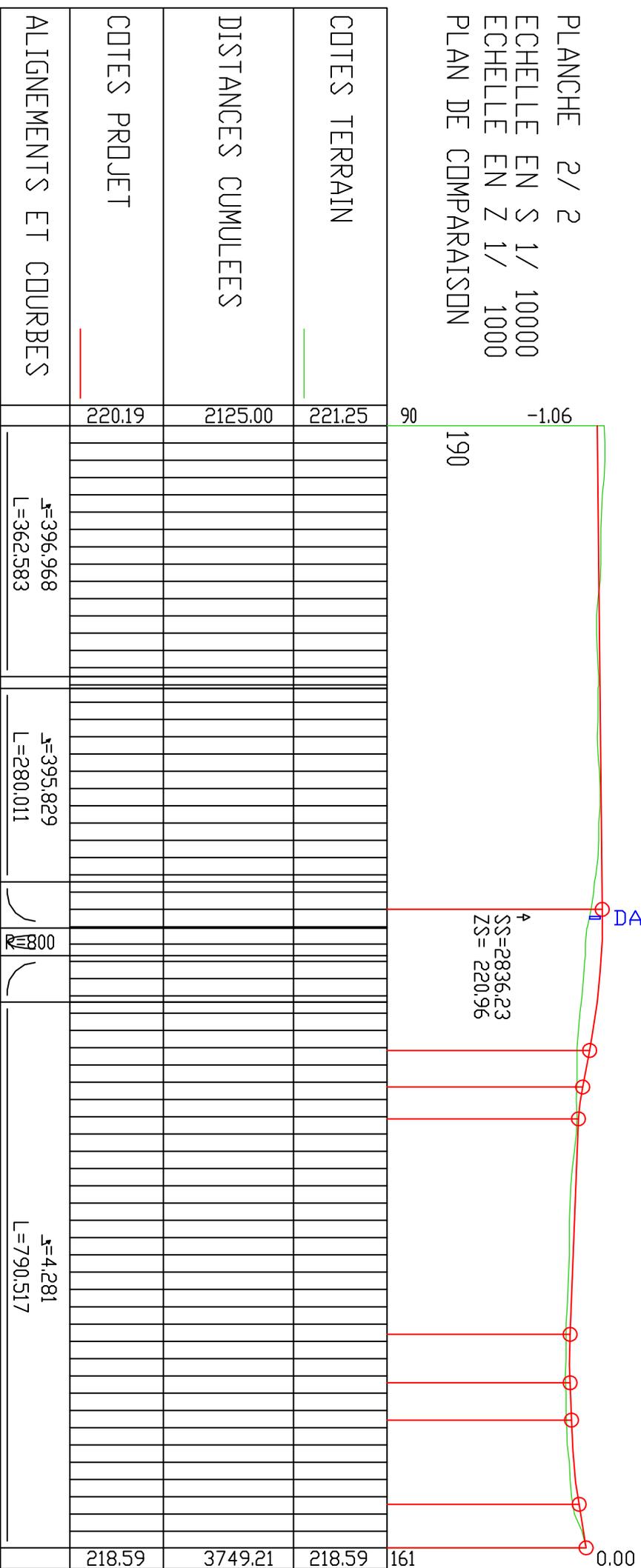


LIGENCE : 2927

AXEPLAN.PIS

PROFIL EN LONG

PLANCHE 2 / 2
 ECHELLE EN S 1 / 10000
 ECHELLE EN Z 1 / 1000
 PLAN DE COMPARAISON



COTES TERRAIN

DISTANCES CUMULEES

COTES PROJET

ALIGNEMENTS ET COURBES

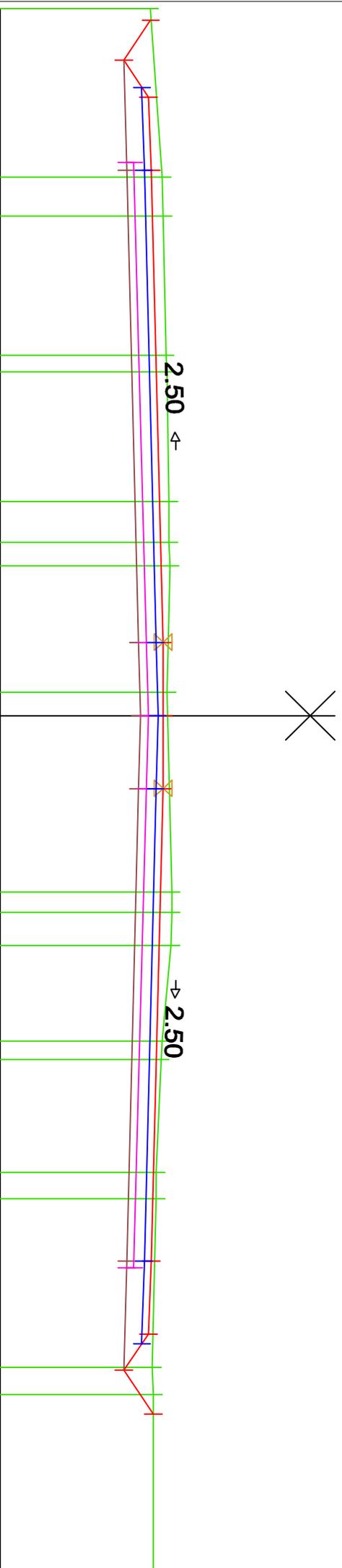
$\gamma=396,968$
L=362,583

$\gamma=395,829$
L=280,011

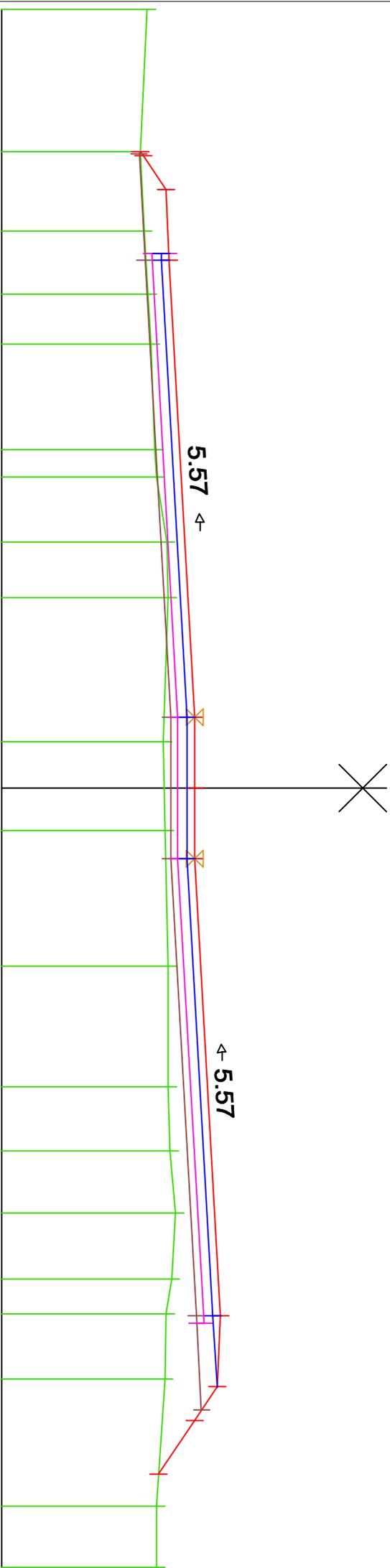
R=800

$\gamma=4,281$
L=790,517

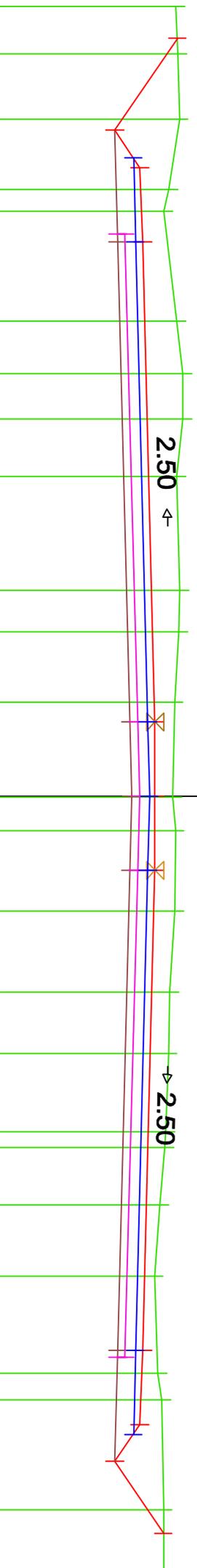
PROFIL EN TRAVERS 1



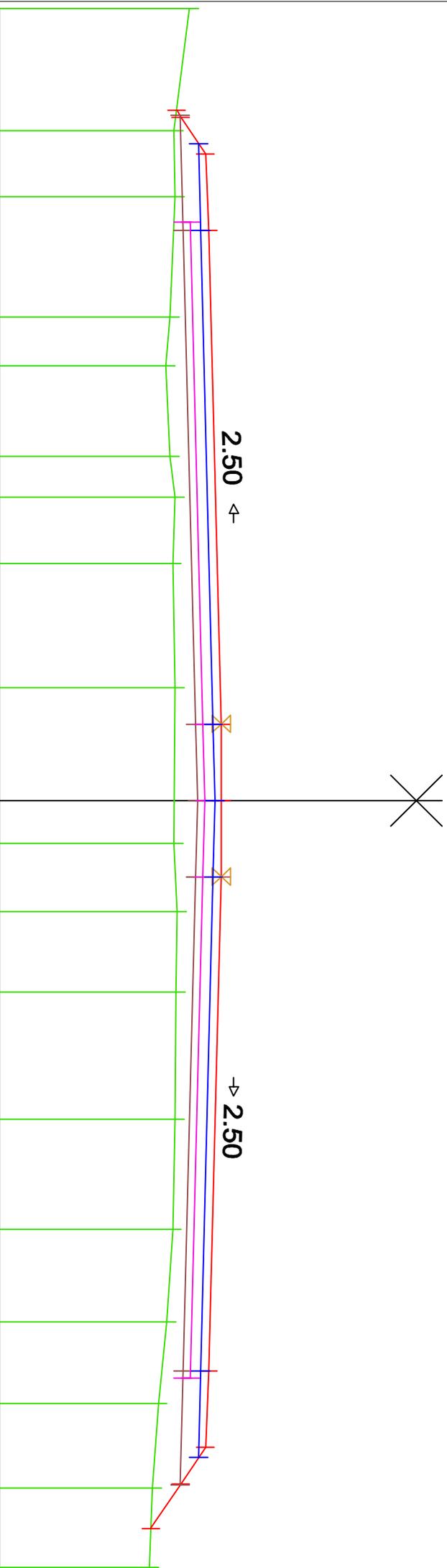
PROFIL EN TRAVERS 15



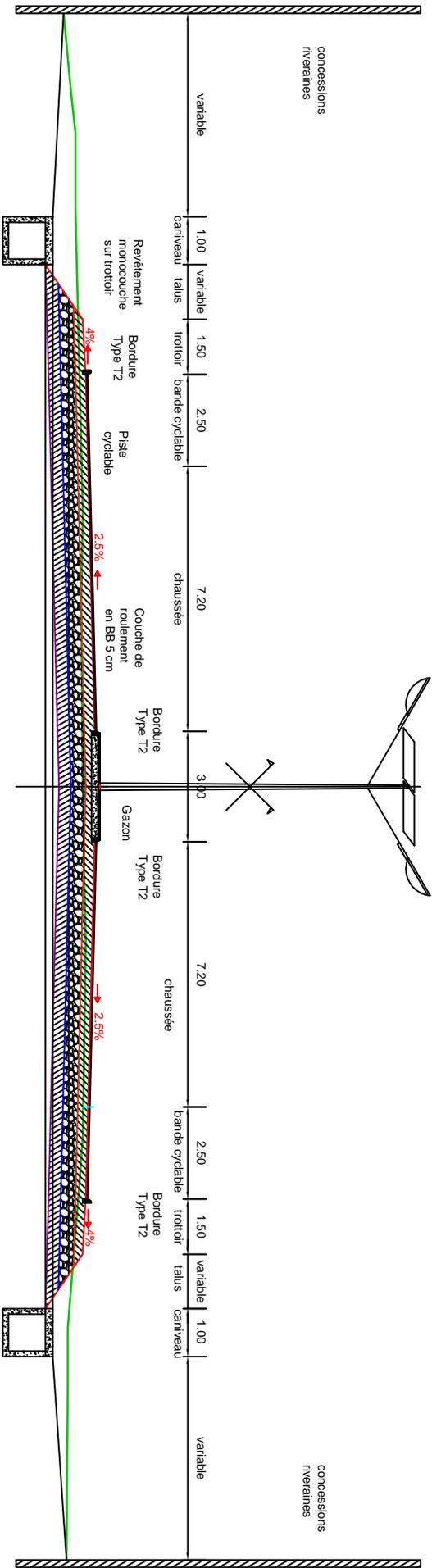
PROFIL EN TRAVERS 53



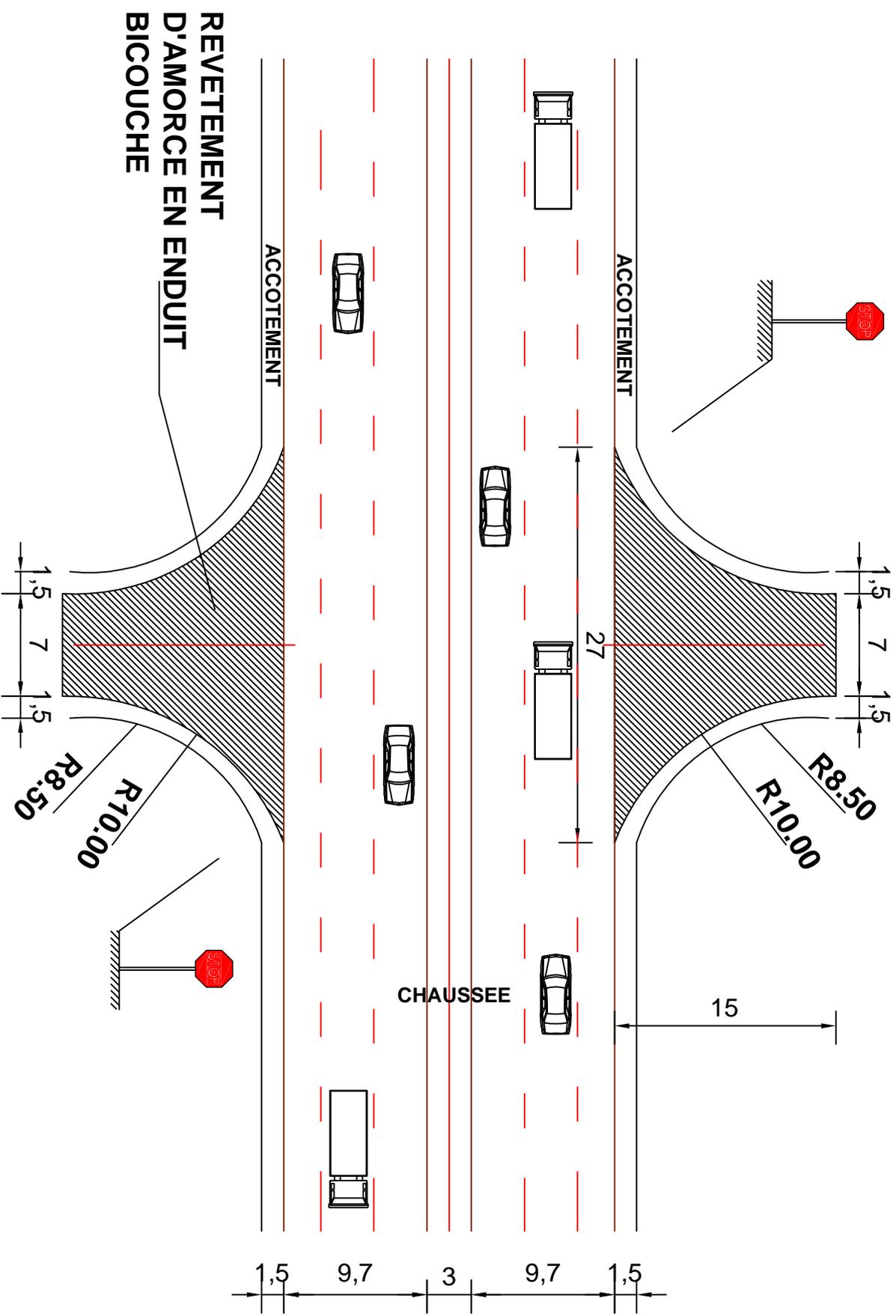
PROFIL EN TRAVERS 106



PROFIL EN TRAVERS TYPE

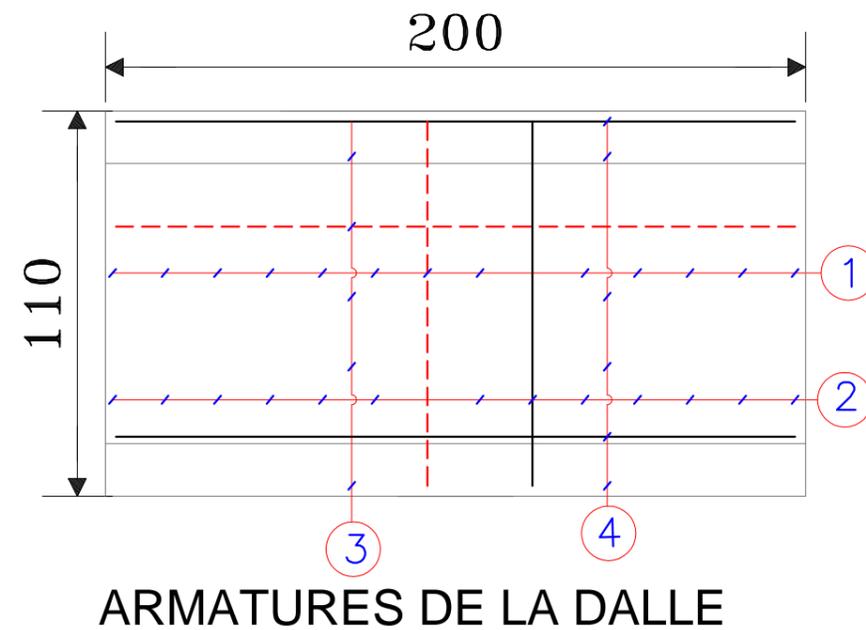
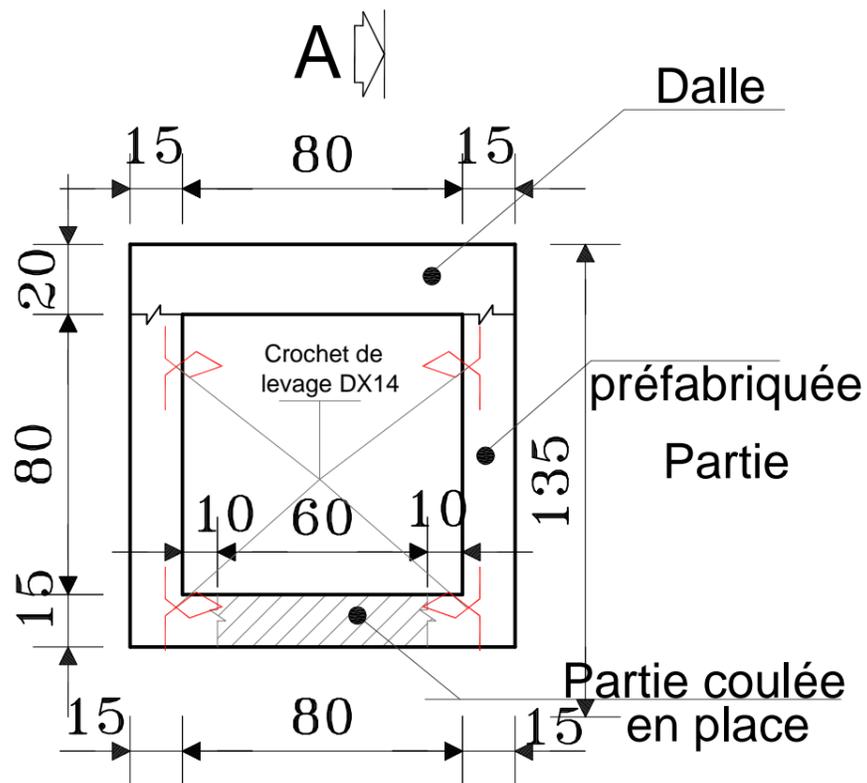


PLAN TYPE D'AMORCE

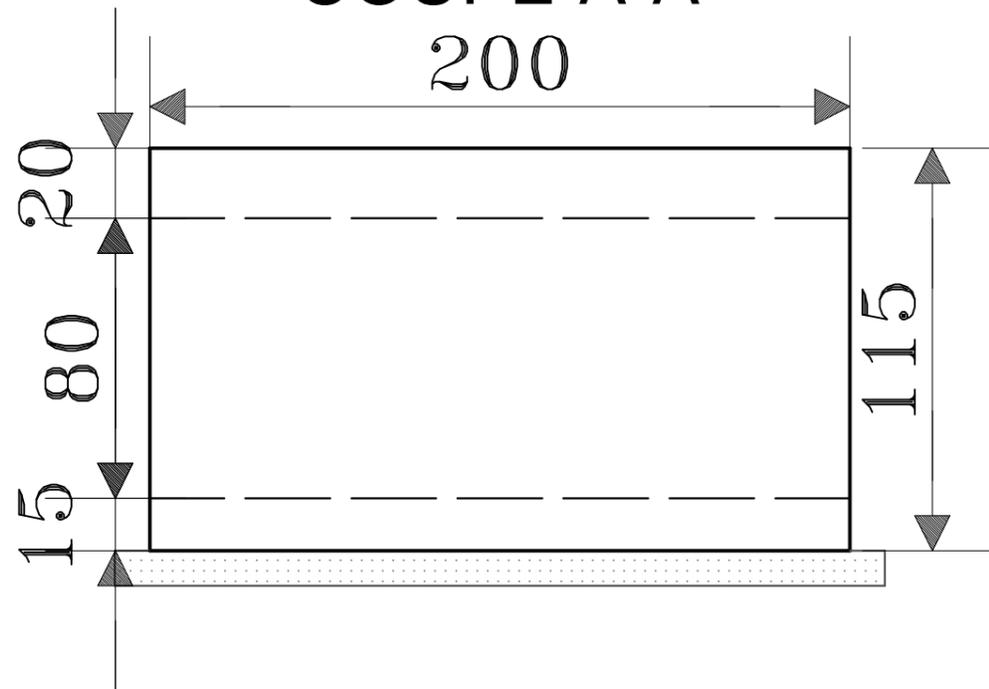


Annexe 11 : Plan de ferrailage

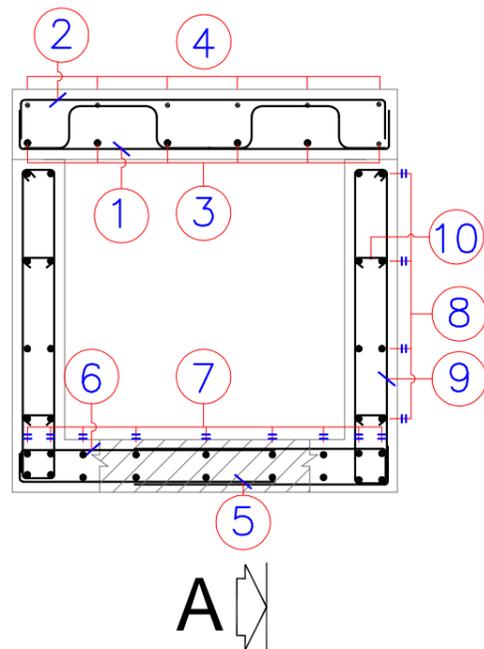
CANIVEAU 80 x 80 x 200



COUPE A-A



COUPE B-B



QUANTITE POUR UN PASSAGE DE 2 mL

N°	Ø	Nombre*			Esp	Long. unit.	Long. total	Forme
		Pour 1 ml	d'élts	Total				
1	HA8	14	1	14	15	130	1820	
2	HA8	14	1	14	15	124	1736	
3	HA8	6	1	6	20	196	1176	
4	HA8	6	1	6	20	196	1176	
5	HA8	11	2	22	20	86	1892	
6	HA8	11	2	22	20	86	1892	
7	HA8	9	2	18	20	196	3528	
8	HA8	4	4	16	20	196	3136	
9	HA8	11	2	22	20	206	4532	
10	HA8	2	11	22	40	24	528	
11	HA12	3	2	6	40	105	630	

RECAPITULATIF POUR UN PASSAGE DE 2 mL

Ø	HA6	HA8	HA10	HA12
Masse lin. (kg/ml)	0.222	0.395	0.617	0.888
Long (m)	0.000	177.00	37.12	6.30
Masse (kg)	0.000	69.92	22.90	5.59

Masse totale (kg) = 98.41

Volume béton = 1.25 m³

BETON ARME

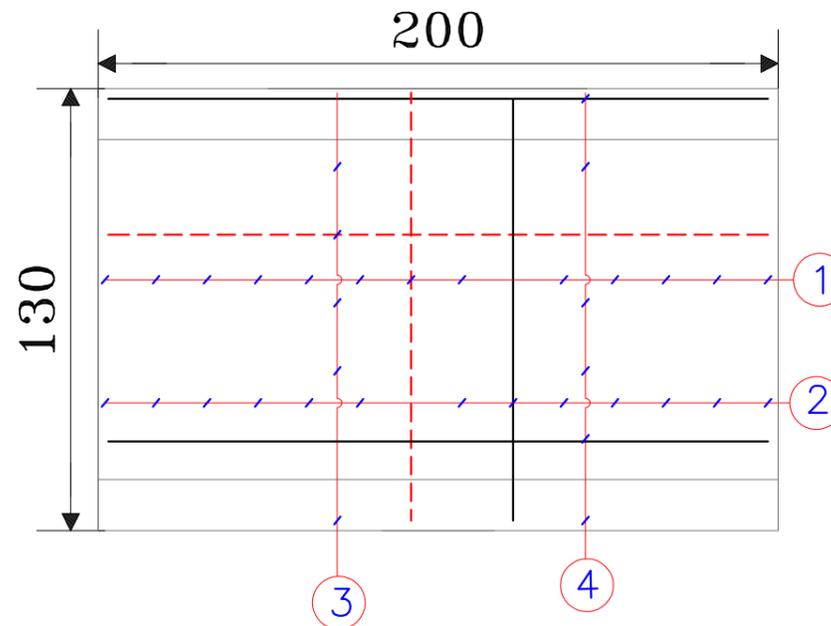
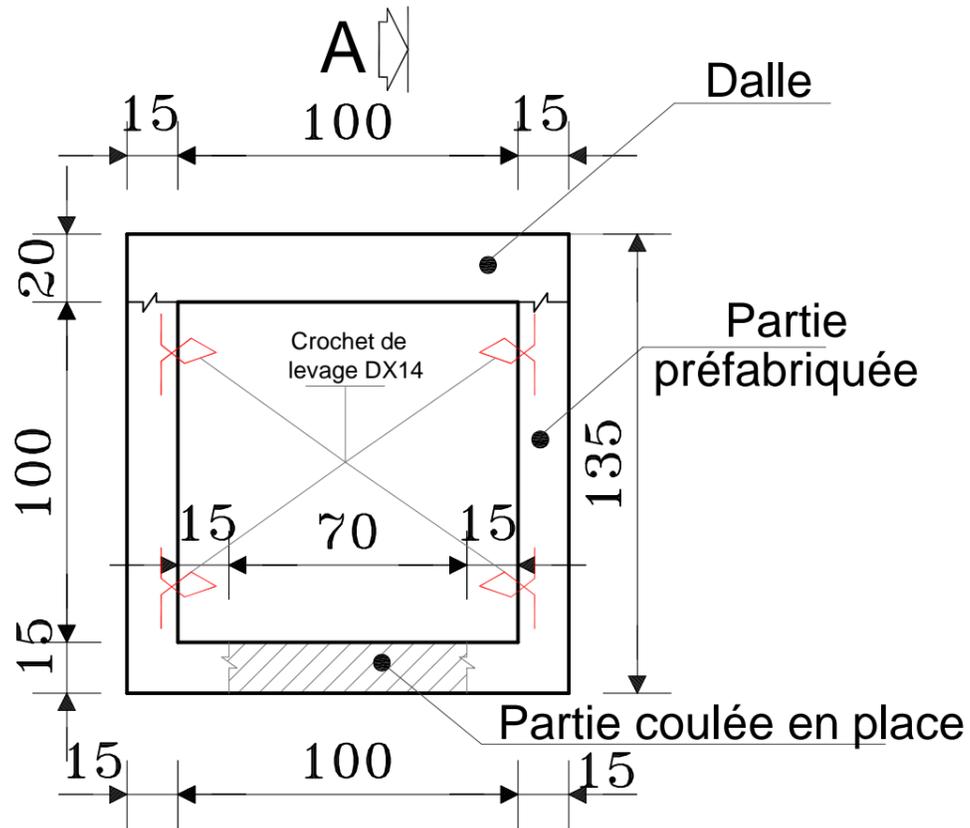
Béton B30: Fc28=30 Mpa - Nuance Aciers FeE 500; sauf indication particulière indication contraire précisé sur le plan

Fissurations sur éléments	Peu préjudiciable <input type="checkbox"/>	Préjudiciable <input checked="" type="checkbox"/>	Tres préjudiciable <input type="checkbox"/>
	en general		

Echelle: 1/25

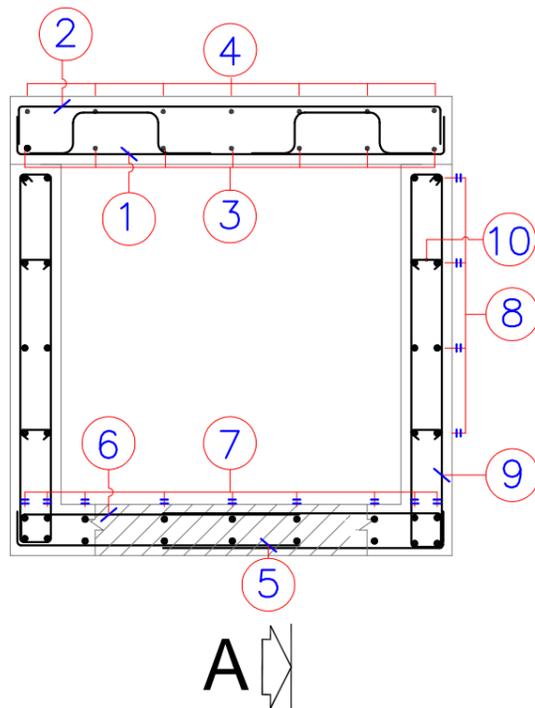
Enrobage = 3 cm

CANIVEAU 100 x 100 x 200

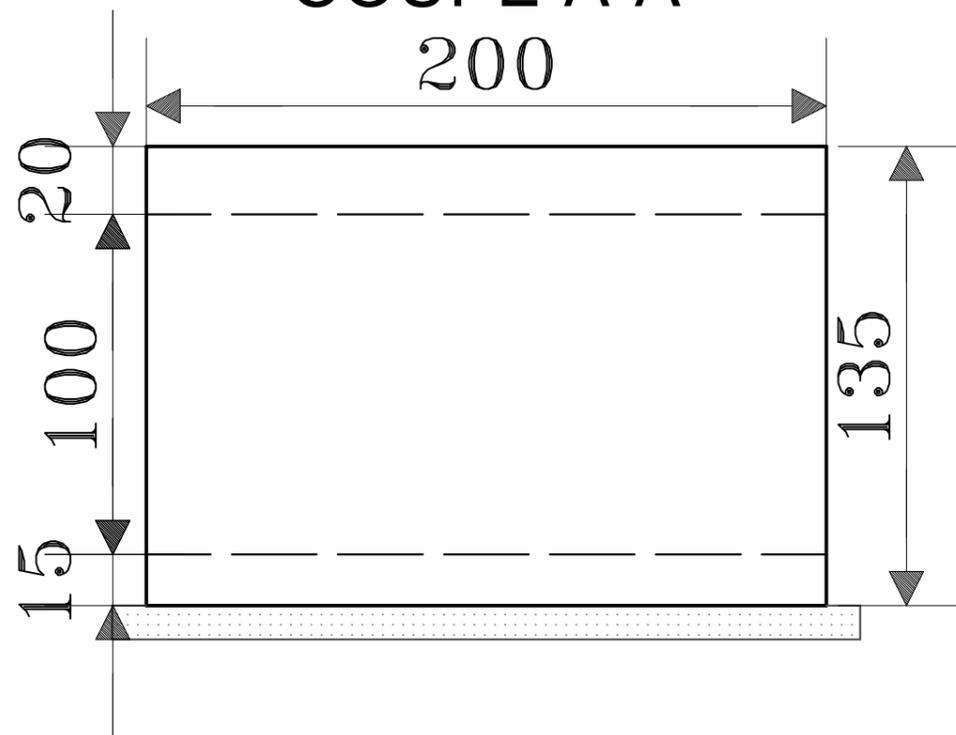


ARMATURES DE LA DALLE

COUPE B-B



COUPE A-A
200



QUANTITE POUR UN PASSAGE DE 2 mL

N°	Ø	Nombre*		Esp	Long. unit.	Long. total	Forme
		Pour 1 ml	d'êts				
1	HA12	14	1	14	15	2100	13 13
2	HA8	14	1	14	15	2016	10 10
3	HA8	7	1	7	20	1372	196
4	HA8	7	1	7	20	1372	196
5	HA12	11	2	22	20	2112	13 83
6	HA8	11	2	22	20	2112	13 83
7	HA8	9	2	18	20	3528	196
8	HA8	4	4	16	20	3136	196
9	HA8	11	2	22	20	5412	9 109
10	HA8	3	11	33	40	792	5 14
11	HA12	3	3	9	40	945	10 25 10

RECAPITULATIF POUR UN PASSAGE DE 2 mL

Ø	HA6	HA8	HA10	HA12
Masse lin. (kg/ml)	0.222	0.395	0.617	0.888
Long (m)	0.000	143.28	96.24	9.45
Masse (kg)	0.000	56.60	59.38	8.39
Masse totale (kg) = 124.37				

Volume béton = 1.51 m³

BETON ARME
Béton B30: Fc28=30 Mpa - Nuance Aciers FeE 500;
sauf indication particulière indication contraire précisé sur le plan

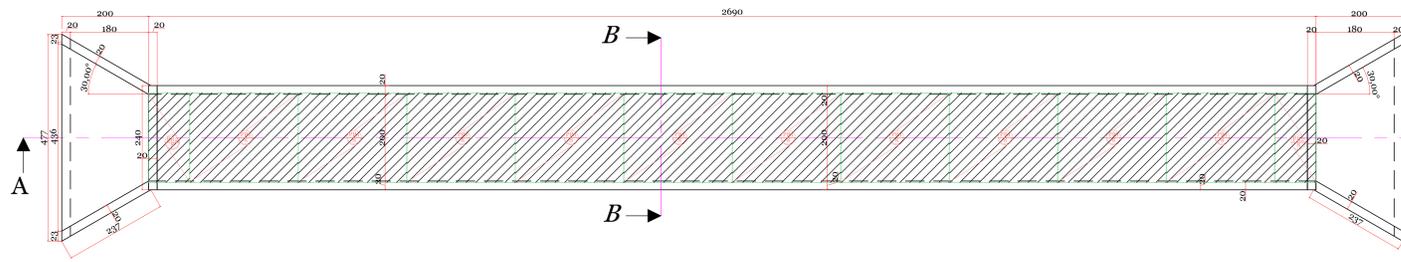
Fissurations sur elements	Peu prejudiciable <input type="checkbox"/>	Prejudiciable <input checked="" type="checkbox"/>	Tres prejudiciable <input type="checkbox"/>
	en general		

Echelle: 1/25 Enrobage = 3 cm

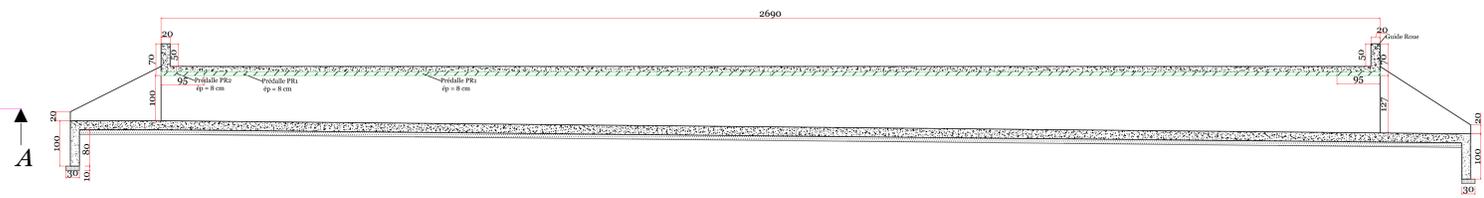
Ouvrage Hydraulique Rue FK160

Dalot (1 x 2m00 x 1m00)

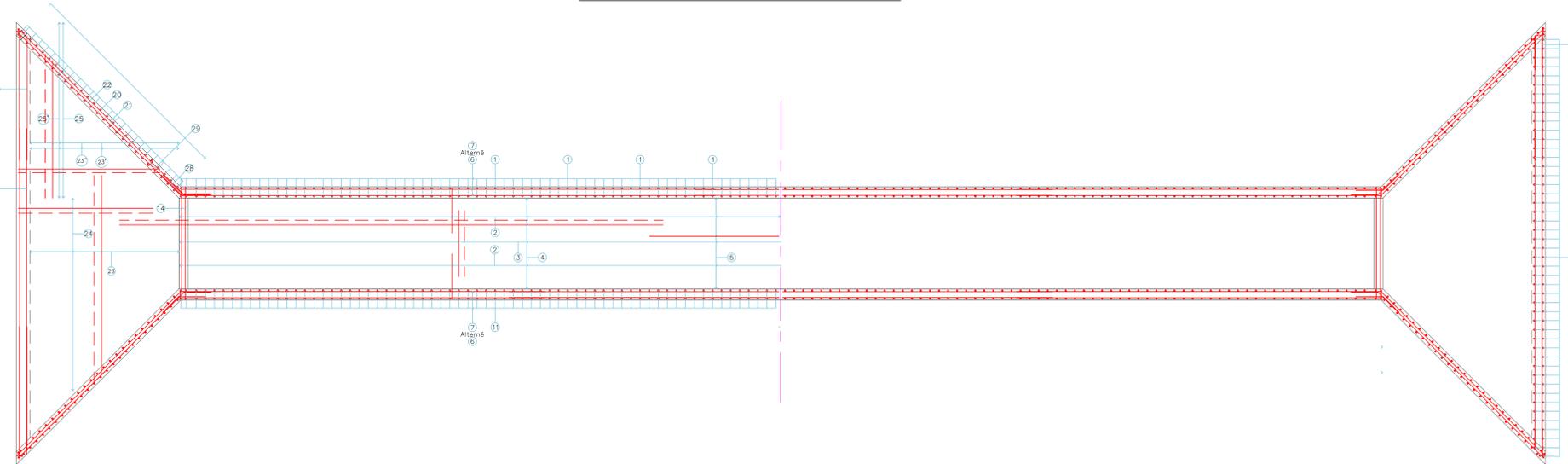
VUE EN PLAN (Coffrage)



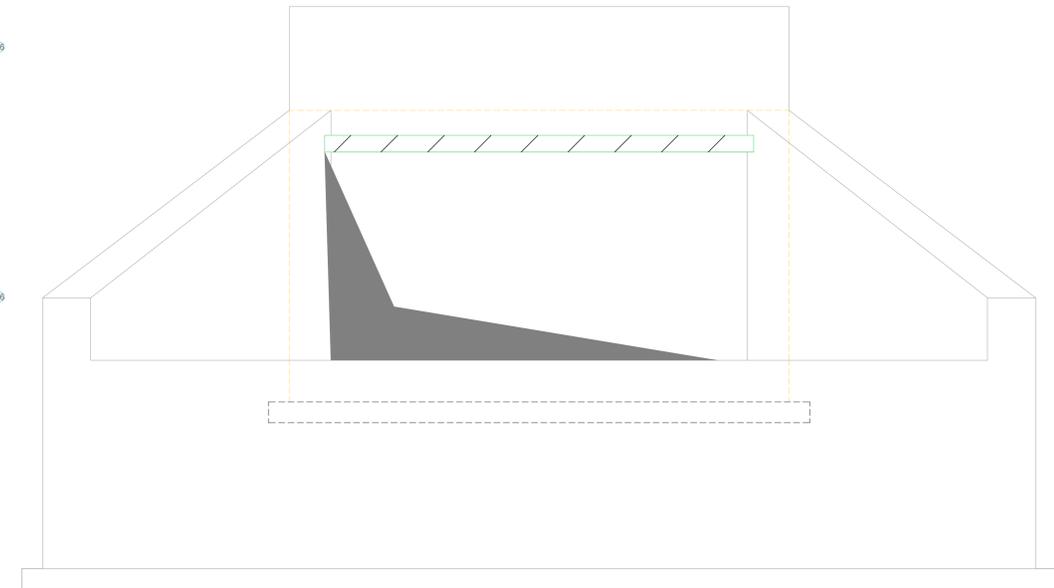
COUPE A-A (Coffrage)



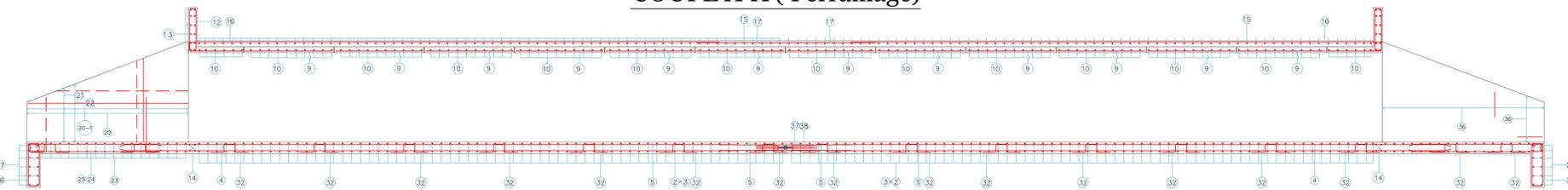
VUE EN PLAN (Ferrailage)



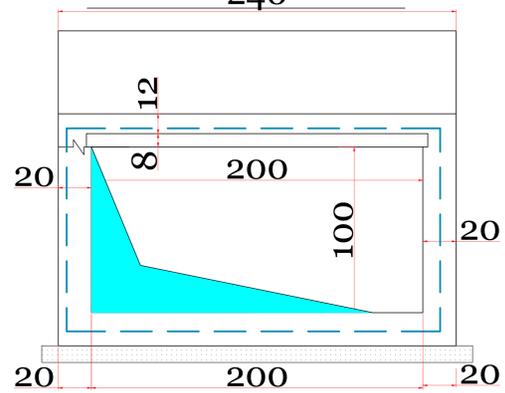
VUE DE FACE



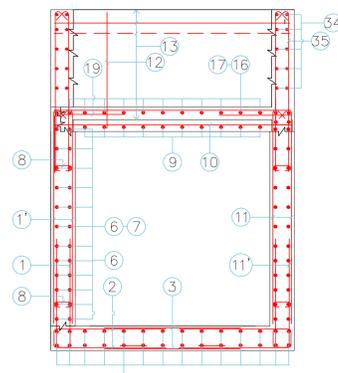
COUPE A-A (Ferrailage)



COUPE B-B (Coffrage)



COUPE B-B (Ferrailage)



INDICATIONS GENERALES

ACIERS

Aciers ronds lisses brut de laminage Fe E22 où Fe E24
Aciers à haute adhérence nuance Fe E40 où Fe E40B

FACONNAGE DES ACIERS A HAUTE ADHERENCE

Barres: ϕ nominaux en mm	6	8	10	12	14	16	20	25	32	40	
Diamètre des mandrins de cintrage en mm	A la main ou à la machine				A la machine						
Etriers et cadres	30	40	60	80							
Ancrages	60	80	100	120	140	170	200	250	400	400	
Coudes			140	170	200	250	320	400	600		

BETONS

BETON	DOSAGE	CIMENT	RESISTANCE Fc28	OUVRAGES
B 1	150Kg/m ³	CPA 45	-	Béton de propreté
B 2	250Kg/m ³	CPA 45	18 MPa	Gros béton de fondation, massifs, supports
B 3	300Kg/m ³	CPA 45	23 MPa	Béton légèrement armé pour canaux ...
B 4	350Kg/m ³	CPA 45	27 MPa	Béton armé pour préfa, bâtiments ...

Enrobage : 3 cm