

**ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE POUR L'AMENAGEMENT ET LE
BITUMAGE DE LA ROUTE DJOUGOU-BANIKOARA AU BENIN :
TRONCON SORTIE DE KPERE (PK42+500) A L'ENTREE DE
NASSOU (PK52+00)**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : GENIE CIVIL**

PRÉSENTÉ ET SOUTENU PUBLIQUEMENT LE 01 OCTOBRE 2014 PAR :

BADO BORIS ARNAUD LANCINA

TRAVAUX DIRIGÉS PAR :

DR. ISMAÏLA GUEYÉ

UTER (CENTRE COMMUN DE RECHERCHE « ENERGIE
ET HABITAT DURABLE »)

M. GILLES GUIGMA

INGÉNIEUR GÉNIE CIVIL
CHEF DE PROJET À AGEIM

JURY D'ÉVALUATION :

PRÉSIDENT : PRÉNOM NOM

MEMBRES ET CORRECTEURS : PRÉNOM NOM

PRÉNOM NOM

PRÉNOM NOM

PROMOTION 2013/2014

DEDICACE

Entre les efforts accomplis, les sacrifices menés, les défis surmontés et le bonheur vécu à l'issue de cette formation, je ne me suis pas un seul instant douté de l'amour et du soutien

inconditionnels des membres de ma famille notamment :

Mon Père et ma Mère, qu'ils trouvent en cela la récompense de leurs sacrifices ;

Mes chères sœurs pour leurs perpétuels encouragements, que le seigneur nous unisse

toujours et montre à chacun de nous le chemin de la réussite ;

C'est pourquoi cette œuvre leurs est spécialement dédiée.

REMERCIEMENT

C'est l'occasion pour moi à la fin de ces trois années passées, de pouvoir remercier du fond du cœur tous ceux qui, de loin ou de proche ont contribué d'une manière ou d'une autre d'abord à l'édification du jeune ingénieur que je suis, mais aussi ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire. Je remercie principalement :

- ✚ Monsieur le Directeur Général de la Fondation 2iE, ses collaborateurs, l'administration et les professeurs pour leur dévouement sans cesse pour notre éducation et la transmission de leurs connaissances ;
- ✚ Mr Tiraogo Hervé OUEDRAOGO, Directeur Général de AGEIM-IC, pour m'avoir permis d'effectuer le stage au sein de sa structure ;
- ✚ Mes encadreurs Mrs GUEYE Ismaila et GUIGMA Gilles, qui par leur efforts de formateurs, leur soutien permanent, nous ont suivi tout au long de cette étude sans ménager aucun effort. Merci pour votre présence continue et surtout votre encadrement
- ✚ Mr Omer KABORE qui a toujours répondu présent au besoin et surtout pour l'aboutissement de cette de cette étude ;
- ✚ Je réitère mes sincères remerciements à tous les membres de ma famille pour le soutien et l'accompagnement dont j'ai bénéficié durant toutes ces années ;
- ✚ A tous mes camarades de la promotion Master 2014 pour l'ambiance fraternelle qui a régné pendant ces années passées ensemble.

RESUME

Ce présent mémoire intitulé «Etudes techniques détaillées pour l'aménagement et le bitumage de la route Djougou-Banikoara au Benin : tronçon Kpèré (PK42+500)-Nassou (PK52+00)» s'inscrit dans la stratégie de développement du réseau routier béninois par son Gouvernement afin de positionner le Bénin sur l'orbite du développement durable. La route étudiée est d'une longueur de 10,208 km comportant neuf ouvrages d'arts notamment une buse, huit dalots et d'un pont à poutre.

En effet, il y a eu préalablement une étude de terrain qui a consisté à rechercher les données existantes (topographiques, environnementales, géotechniques et économiques). Ces données recueillies ont permis d'entrer dans la phase étude au bureau composée de conception géométrique et structurale, d'une étude environnementale, hydrologique et hydraulique, d'une proposition d'aménagement, qui finira par ressortir le coût du projet.

La conception structurale nous a permis d'aboutir aux résultats suivants: pour la chaussée, le dimensionnement a donné 15 cm de couche de fondation, 20 cm de couche de base et 5 cm de béton bitumineux ; elle a été dimensionnée pour une durée de vie de 15 ans afin de supporter un trafic de type T3. En outre l'étude hydrologique nous a permis de procéder à la délimitation des bassins versants du tronçon étudié et faire ressortir les caractéristiques physiques de ces bassins. Les différents débits de crues sont calculés. Les calculs hydrauliques ont permis le redimensionnement de quelques ouvrages d'arts notamment deux dalots et un pont.

Par ailleurs l'étude environnementale a consisté à identifier, évaluer les impacts potentiels du projet et proposer des mesures d'atténuations. Il en ressort que ce projet de bitumage répond à un réel besoin qui devrait contribuer au relèvement du Produit Intérieur Brut du pays.

Le coût du projet est estimé à **Cinq milliards quatre cent quarante-neuf millions treize mille neuf cent cinq FCFA TTC (5 449 013 905 FCFA)**

ABSTRACT

It herein entitled "Detailed engineering for the development and asphaltting of the road Djougou-Banikoara Benin: Kpèré section (PK42 +500) -Nassou (PK52 + 00)" is part of the strategy of development of the road network Benin by his Government to position Benin orbit of sustainable development. The road is designed with a length of 10.208 kilometers with nine permanent structures including a nozzle, eight box culverts and a bridge girder.

Indeed, there was previously a field study was to explore existing data (topographic, environmental, geotechnical and economic). These data were used to enter the design phase to the office consists of geometric and structural design, environmental studies, hydrology and hydraulics, a development proposal, which eventually revealed the cost of the project.

The structural design has enabled us to achieve the following results: for the floor, the design gave 15 cm foundation layer, 20 cm base layer of 5 cm of asphalt concrete; it was designed for a lifespan of 15 years to support a traffic type T3. Further hydrological study allowed us to proceed with the delineation of watersheds, the test section and highlight the physical characteristics of these basins. The various flood flows are calculated. Hydraulic calculations allowed resizing some works of art including two culverts and a bridge.

Furthermore the environmental study was to identify, assess potential impacts of the project and propose mitigation measures. It shows that the proposed tarring meets a real need which should help raise the Gross Domestic Product of the country.

The project cost is estimated at five billion four hundred forty-nine million thirteen thousand nine hundred and five FCFA TTC (5 449 013 905 FCFA).

LISTE DES ABREVIATIONS

AGEIM : Agence d'Etudes d'Ingénierie et de Maitrise d'œuvres - Ingénieurs Conseils ;

ARP : Aménagement des Routes Principales ;

BAEL : Béton Armé aux Etats Limites ;

BB : Béton bitumineux ;

ELS: Etat Limite de Service ;

CBR : Californian Bearing Ration (Capacité de portance) ;

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

GPS: Global Positioning System;

GTR : Guide des Terrassement Routiers ;

LCPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées ;

NE: Nombre d'essieux équivalent;

PHE : Plus Hautes Eaux ;

PK : Point kilométrique ;

PTAC : Poids Total Autorisé en Charge ;

RN : Route Nationale ;

SETRA : Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes ;

TDR : Termes De Références ;

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel ;

SOMMAIRE

Table des matières

DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENT	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT	v
LISTE DES ABREVIATIONS	vi
SOMMAIRE	vii
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	x
INTRODUCTION.....	1
I. GENERALITES ET APERCU DE LA ZONE DU PROJET	2
1. Généralités.....	2
2. Aperçu de la zone du projet.....	4
II. ETUDES GEOTECHNIQUES	5
1. Topographie.....	5
2. Essais géotechniques sur la plateforme	5
III. DIMENSIONNEMENT STRUCTURALE DE LA CHAUSSEE	7
1. Etude de trafic	7
2. Dimensionnement structural de la chaussée.....	10
3. Vérification et optimisation avec ALIZE LCPC	12
IV. ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE	15
A. Etude hydrologique	15
B. Etude hydraulique.....	17
1. Dimensionnement hydraulique des dalots.....	18
2. Dimensionnement hydraulique du pont.....	22
V. ETUDE GEOMETRIQUE	26
1. Tracé en plan	26
2. Profil en long	28
3. Profil en travers	28
VI. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ARTS ET D'ASSAINISSEMENT	30
A. Pré-dimensionnement du pont.....	30
1. Pré dimensionnement des poutres	30

2.	Pré-dimensionnement des hourdis.....	30
3.	Conception des culées	31
B.	Pré dimensionnement structural des dalots	32
1.	Dalot cadre (1*200*1.50) au PK46+700.....	32
2.	Dalot cadre (2*200*150) au PK46+750.....	33
3.	Dalot cadre (1*100*100) au PK47+700.....	33
C.	Dimensionnement BA des ouvrages	34
1.	Dalot cadre (200*150) au PK46+700.....	35
2.	Dalot cadre (2*2.00*1.50) au PK46+750.....	39
VII.	ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE ET SOCIAL	44
A.	Analyse de l'impact environnemental du projet.....	45
1.	Cadre institutionnel et réglementaire des EIES au Benin.....	45
2.	Catégories d'impacts négatifs liés aux travaux	45
3.	Catégories d'impacts liés à l'exploitation de la route.....	46
4.	Impacts positifs liés à l'exploitation de la route	47
B.	Recommandation : MESURES proposées	47
VIII.	SIGNALISATION ET SECURITE ROUTIERE.....	48
A.	Signalisation routière.....	48
1.	Signalisation horizontale	48
2.	Signalisation verticale	50
B.	Sécurité routière	52
IX.	ECLAIRAGE PUBLIC	53
X.	DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DES TRAVAUX.....	54
1.	Avant métré des cubatures.....	54
2.	Avant métré des ouvrages en béton armée	54
3.	Devis quantitatif et estimatif	55
	CONCLUSION	58
	BIBLIOGRAPHIE	59
	ANNEXES	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Liste des sondages du tronçon	6
Tableau 2: Sites potentiels d'emprunt de matériaux pour corps de chaussée	6
Tableau 3: Typologie du parc de véhicules en circulation sur les axes du projet	7
Tableau 4: Le trafic journalier de la campagne de comptage de l'année 2014.....	8
Tableau 5: taux d'accroissement annuel	8
Tableau 6: Désignation des classes de portance	10
Tableau 7: Caractéristiques de la structure de chaussée choisies.....	12
Tableau 8: Débits obtenus par la méthode CIEH	16
Tableau 9: Débits obtenus par la méthode ORSTOM.....	17
Tableau 10: Débit adopté.....	17
Tableau 11: Récapitulatif des nouvelles sections.....	22
Tableau 12: Rayon de l'axe	27
Tableau 13: Distance d'arrêt.....	27
Tableau 14: Norme retenue.....	28
Tableau 15: Nombre de poutre par rapport à la largeur du tablier	30
Tableau 16: Epaisseur du hourdis par rapport à la largeur entre axe des poutres.....	30
Tableau 17: Récapitulatif des moments du dalot	37
Tableau 18: Récapitulatif des armatures du dalot.....	38
Tableau 19: Récapitulatif des moments et des réactions	43
Tableau 20: Récapitulatif des armatures	43
Tableau 21: Différentes lignes de marquage horizontal.....	49
Tableau 22: Exemples de quelques panneaux à implantés	52
Tableau 23: Volume des cubatures	54
Tableau 24: Volume de béton.....	55

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Plan de situation	4
Figure 2: Calcul des contraintes admissibles sur ALIZE.....	13
Figure 3: Structure de base ALIZE-LCPC.....	14
Figure 4: Valeurs des déformations	14
Figure 5: Dalot cadre fermé (2*200*1.50).....	20
Figure 6: Dalot existant en noir et dalot à adjoindre de couleur blanche.....	21
Figure 7: Schéma de l'allure de la brèche au PK51+700	23
Figure 8: Profil en travers type agglomération	29
Figure 9: Profil en travers type en rase campagne.....	29
Figure 10: Schéma de la culée	32
Figure 11: Dalot cadre fermé (2.00*1.50).....	35
Figure 12: Schéma de ferrailage.....	38
Figure 13: dalot cadre fermé (2*2.00*1.50).....	39
Figure 14: Elément du sous-système Bc (F61).....	40
Figure 15: Elément du sous-système Bt (F61)	41
Figure 16: Schéma de ferrailage.....	44
Figure 17: Exemple de flèche directionnelle et de rabattement.....	49
Figure 18: Exemples des lignes retenues	50
Figure 19: Exemples de panneaux	50

INTRODUCTION

Le développement des infrastructures de transport et particulièrement les routes, constitue un facteur important du développement socio-économique d'un pays. En effet, un réseau routier fonctionnel permet, d'une part, de promouvoir les échanges entre les provinces du pays et d'autre part avec l'extérieur, de désenclaver les régions qui ont des potentialités importantes en matière de productions agropastorales, de richesses touristiques ou minières, et de contribuer ainsi à la lutte contre la pauvreté. C'est dans cette vision globale du développement que le Gouvernement Béninois, avec le soutien de partenaires a décidé de mettre un accent sur la préservation, le relèvement progressif du niveau d'aménagement, le renforcement et l'extension de l'ensemble des routes du réseau routier. Afin d'atteindre ses objectifs, des études ont été lancées et le bureau d'étude AGEIM-IC s'est vu confier une partie des études notamment le lot 1 intitulé : « Etudes technico-économiques et de sécurité pour l'aménagement et le bitumage de la route Djougou-Pehunco-Kérou-Banikoara » mais ce rapport sera axé sur « Etude technique détaillée pour l'aménagement et le bitumage de la route Djougou-Pehunco : tronçon Kpéré (PK 42+500) - Nassou (PK 52+00) » soit 10.209Km. A partir des éléments de la topographique, géotechnique, hydraulique et hydrologique, l'étude technique dans sa structuration comportera les points suivants :

- généralité et aperçu de la zone du projet ;
- étude géotechnique ;
- études hydrauliques et hydrologiques ;
- conception structurale et géométrique de la route ;
- dimensionnement des ouvrages d'arts et d'assainissements ;
- étude d'impact environnemental ;
- devis estimatif et quantitatif du projet.

Les résultats attendus à l'issue du projet sont essentiellement, le rapport de synthèse, les notes de calculs des ouvrages ainsi que les plans, le devis quantitatif et estimatif du projet.

I. GENERALITES ET APERCU DE LA ZONE DU PROJET

1. Généralités

a. Contexte du projet

Ce projet s'inscrit dans la stratégie de développement du réseau routier national béninois par l'administration béninoise. Cependant pour faire face à sa demande de transport car ne disposant aujourd'hui que de 6076 Km de routes dont 2246 Km sont revêtues il est prévu des ressources sur le fonds d'études mis en place par le Gouvernement pour financer la réalisation des études de faisabilité technico-économique, d'impact environnemental, social et de sécurité routière pour l'aménagement et le bitumage d'environ 900 Km du réseau routier national. C'est pourquoi un accent particulier a été mis entre autres sur la préservation, le relèvement progressif du niveau d'aménagement, le renforcement des capacités au regard du flux de trafic et de l'extension de l'ensemble des routes du réseau routier national. Les études ont pour but de déterminer, de concevoir et de quantifier la nature des interventions à appliquer à la route concernée en fonction des dégradations constatées, des caractéristiques géométriques, géotechniques et du trafic. C'est dans cette optique qu'avec l'appui des partenaires au développement plusieurs chantiers de routes ont été ouverts ces dernières années sur presque toute l'étendue du territoire.

Ces projets très ambitieux visent à faciliter l'accès à Cotonou et autres localités du pays en adaptant la capacité des infrastructures au volume de trafic enregistré aux heures de pointe. C'est seulement dans ces conditions que cette nouvelle vision permettra de situer le poids du Benin dans son environnement régional car son niveau d'aménagement reflète l'économie du pays.

b. Objectif du projet

Les études envisagées visent la faisabilité technique, environnementale et sociale en vue d'une transformation qualitative et conséquente du format du réseau existant de manière à épouser le caractère de la voirie urbaine qui semble se dessiner de plus en plus avec la multiplication et l'émergence des petites et moyennes agglomérations le long de ces tronçons. Le projet vise les objectifs principaux ci-après :

- relever le niveau de service de la route à travers une capacité supérieure au volume de service actuel. Ce niveau de service sera celui d'une chaussée bidirectionnelle avec des accotements ;
- relever le niveau d'aménagement des tronçons de route à partir d'une structure adéquate permettant d'effectuer non seulement du transport aisé mais aussi et surtout de la mobilité dans des conditions satisfaisantes ;
- répondre aux préoccupations de l'Administration relatives au choix des solutions optimales de la route et déterminer les méthodes éventuelles de traitement et de stabilisation des sols ;
- corriger et améliorer les paramètres de conception géométrique des tronçons de route surtout sur les sections où les conditions de circulation sont assez défavorables (fortes rampes, virages successifs...) ;
- concevoir et équiper la route sur tout le linéaire en tenant compte de la multitude des agglomérations traversées et en mettant l'accent sur le franchissement de la chaussée par des piétons.

c. Localisation du site du projet

Long de 212km, notre projet se situe au nord du Bénin traversant plusieurs agglomérations dont les plus importantes sont les communes de Djougou, Pehunco, Kérou et de Banikoara. Ce présent rapport porte sur une partie du tronçon Djougou-Pehunco (environs 70.700km) notamment sortie de kpére jusqu'à l'entrée de Nassou soit 10.209km.

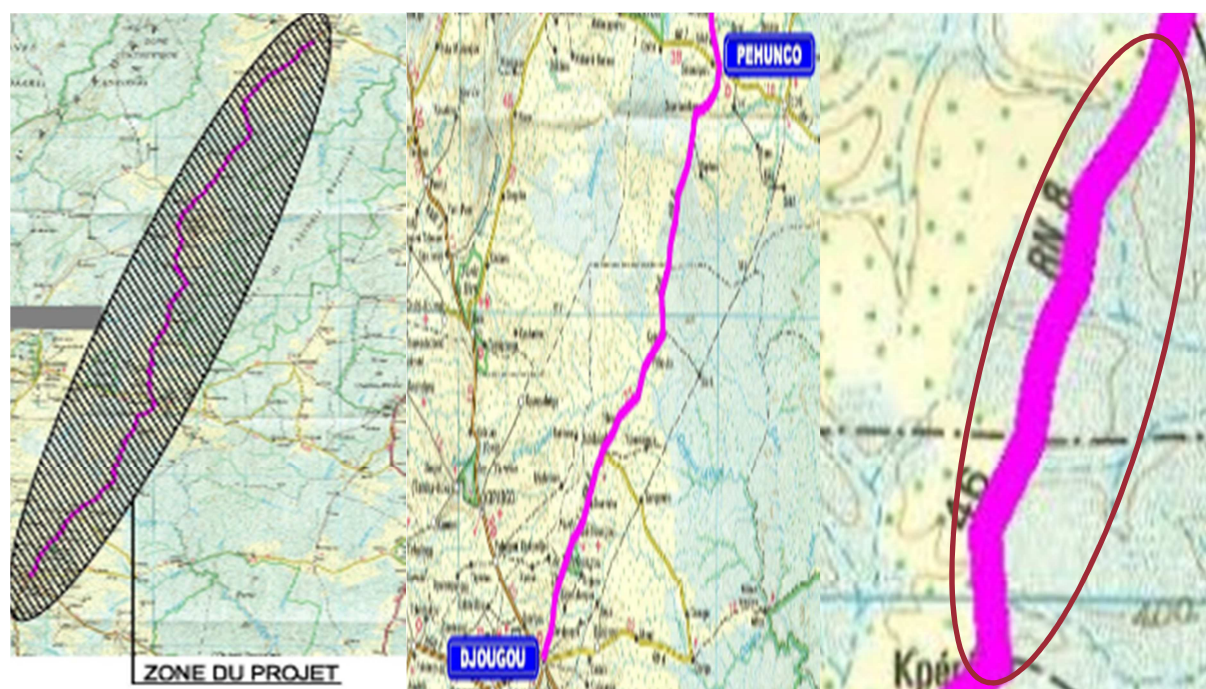


Figure 1: Plan de situation

2. Aperçu de la zone du projet

a. Climatologie

Le climat du Bénin varie d'un type équatorial de transition au sud à un type tropical de plus en plus sec au nord. Au fur et à mesure que l'on progresse vers le nord, zone dans laquelle se situe notre projet, nous avons un climat sahélien, caractérisé par une longue saison sèche et une seule saison des pluies, de mai à septembre. Les températures y sont élevées et les précipitations plus faibles (890 mm sauf sur le massif de l'Atakora qui reçoit 1 300 mm à Natitingou).

b. Géologie

Entre les lagunes et les premiers reliefs, s'étend la terre de barre (de *barro*, argile en portugais), plaine fertile et très cultivée, une dépression marécageuse d'argile noire inondée durant la saison des pluies et difficile à mettre en valeur ainsi qu'une autre région très cultivée, correspondant à l'ancien royaume du Dahomey. Le reste du pays est à peine plus élevé (200 à 400 m) et les sols sont pauvres et latéritiques (source : encarta2009).

c. Hydrographie

Au nord, les cours d'eau les plus importantes sont le Niger, dont une partie sépare le Bénin du Niger, et ses affluents, le Sota, la Mékrou et l'Alibori

II. ETUDES GEOTECHNIQUES

1. Topographie

Conformément aux termes de référence, une étude topographique de l'ensemble de la zone du projet a été effectuée. L'équipe topographique du bureau AGEIM-IC a réalisé cette étude selon les étapes suivantes :

- implantation et levé de la polygonale de base ;
- levé de la bande d'étude en section courante : conformément aux prescriptions des TDR, le levé général a matérialisé le paysage actuel du site et comprend tous les détails rencontrés sur le site et dans son voisinage immédiat ;
- traitement des données topographiques : l'ensemble de ces levés en coordonnées X, Y, Z, a été traité sur ordinateur à l'aide du logiciel COVADIS, ce qui nous a fourni un fond topographique que nous avons utilisé pour la conception de la route.

2. Essais géotechniques sur la plateforme

Il s'agit de l'étude des propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont jouer le rôle d'assise pour la structure de chaussée. Les analyses des sols montrent que la zone d'étude est majoritairement de type graveleux latéritique. Pour l'identification de la plateforme, plusieurs sondages ont été réalisés en quinconce sur tout le tronçon espacé de 500m. A partir de ces sondages, les échantillons ont été subdivisés en familles avant de procéder à leur classification GTR. Notre tronçon va du **PK42+500** au **PK52+000** donc nous appartenons à la famille **07** et **08**. D'après la classification GTR, ces sols appartiennent à la classe **B5**. A l'issue de cette classification, des mélanges ont été réalisés entre les familles ayant les mêmes classifications GTR.

Famille	Numéro de sondage	PK	Classification	Classe de portance
			GTR	CBR
07	85	PK 42+500 Axe	B5	S4
	86	PK 43+000 C/D	B5	S4
	87	PK 43+500 Axe	B5	S4
	88	PK 44+000 C/G	B5	S4
	89	PK 44+500 C/D	B5	S4
08	91	PK 45+500 Axe	B5	S4
	93	PK 46+500 C/D	B5	S4
	94	PK 47+000 Axe	B5	S4
	98	PK 49+000 Axe	B5	S4
	101	PK 50+500 C/G	B5	S4
	102	PK 51+000 Axe	B5	S4
	10	PK 52+500 C/G	B5	S4

Tableau 1: Liste des sondages du tronçon

Les résultats d'identification complète sur mélange des sondages sur chaussées sont présentés dans le tableau (voir annexe).

Les résultats de prospections des zones d'emprunts et des carrières potentielles sur notre tronçon sont résumés dans le tableau suivant :

Sites	PK	Localité	Coordonnées GPS		Emprunt
			N	E	
EG4	PK35+00C/G	AFEONOU	373615	1099601	Graveleux latéritique
EG5	PK50+00C/G	FIROU	380435	1111484	
EG6	PK60+00C/G	NASSOU	383795	1120346	
1	PK37+500C/G	AFIOOU	375445	1101052	Roche massive

Tableau 2: Sites potentiels d'emprunt de matériaux pour corps de chaussée

Le résultat obtenu par le mélange dans les familles 07 et 08 nous donne des CBR de 27 à 95% correspondant à la classe S4. En cas d'indisponibilité du matériau, il serait recommandé pour la couche de base de l'améliorer au concassé pour les matériaux ayant au moins 40% de CBR.

III. DIMENSIONNEMENT STRUCTURALE DE LA CHAUSSEE

1. Etude de trafic

a. Trafic considéré

L'aménagement et l'exploitation des infrastructures routières nécessitent de connaître tous les aspects de la circulation des automobiles. L'étude du trafic est très importante car sa connaissance permettra au projecteur d'apprécier et d'estimer la valeur économique ainsi que la rentabilité des projets routiers. Le trafic est alors soit exprimé en fonction de son intensité journalier moyen toutes catégorie incluses, soit par le cumulé des poids lourds pendant la durée de vie de la chaussée.

Les comptages ont porté sur l'ensemble des véhicules et des motocyclettes. À cet effet, huit (8) principaux types de véhicules ont été identifiés au regard de la composition actuelle du parc circulant au Bénin et présenté dans le tableau suivant :

Catégories de véhicules	Abréviations
Deux roues motorisées	2R
Voitures particulières + voitures taxis	VP
Véhicules légers pour le commerce : camionnettes	Ctte
Véhicules pour le commerce de 18 à 30 places : minibus	MB
Autocars de plus de 30 places	AC
Camions 2 essieux	Cam 2 ess
Camions 3 essieux	Cam 3 ess
Ensemble articulés (4 essieux et plus)	EA

Tableau 3: Typologie du parc de véhicules en circulation sur les axes du projet

Le trafic de dimensionnement à considérer est celui obtenu en additionnant le nombre des poids lourds de PTAC > 3 tonnes. Le tableau suivant nous donne le trafic journalier obtenu lors de campagne de comptage de l'année 2014 :

Origine	Fin	Trafic							
		2R	VP	Ctte	MB	AC	Cam 2 ess	Cam 3 ess	EA
		A	B	C	D	E	F	G	H
		PTAC≤ 3	PTAC≤ 3			PTAC> 3	PTAC> 3	PTAC> 3	PTAC> 5
Djougou	Péhunco	1560	112	59	35	28	19	10	48

Tableau 4: Le trafic journalier de la campagne de comptage de l'année 2014

De ce tableau, il est ressorti clairement que le trafic est majoritairement dominé par les véhicules particuliers, les camions et les ensembles articulés.

b. Estimation de trafic de dimensionnement

✚ Le trafic moyen journalier annuel

Le trafic journalier annuel, c'est le nombre de véhicules qui passent en moyenne par jour sur une route en une année. Il est obtenu en sommant le nombre de poids lourds dont le poids total autorisé en charge est supérieur à trois (3) tonnes (PTAC>3 tonnes).

En appliquant cette règle, le trafic journalier moyen annuel (TJMA) sera :

$$TJMA=C + F + G + H$$

$$TJMA=59 + 19 + 10 + 48$$

$$TJMA=136 \text{ PL/jr/an}$$

Les hypothèses suivantes seront faites avant tout calcul :

- charge à l'essieu : 13tonnes (essieu simple) ;
- TMJA : 136 PL/jr ;
- année de mise en service : 2016 ;
- durée de vie : 15 ans ;
- Taux d'accroissement annuel pour le trafic normal, détourné et induit nous a été donné par le tableau suivant :

	Trafic véhicules transport voyageurs (VP, taxis, ..)	Trafic véhicules transport marchandises (camionnette, ..)
2014	6%	7.6%

Tableau 5: taux d'accroissement annuel

Vu la fonction que doit assurer cette infrastructure, la classe du trafic sera obtenu en fonction du nombre cumulé des poids lourds parce que c'est la méthode de calcul qui donne la situation la plus défavorable. En effet, la formule à appliquer pour le calcul, sera la formule de croissance exponentielle du trafic, caractéristique des pays en voie de développement, qui se présente comme suit :

✚ Trafic de l'année de mise en service

$$t_{2016} = t_{2014} \times (1+i)^n$$

t_{2016} : trafic a l'année de mise en service

t_{2014} : trafic a l'année de campagne

i : taux d'accroissement du trafic

n : différence d'année à partir de l'année du comptage et de l'année de mise en service

Pour un taux d'accroissement de 7.6% on a :

AN : $t_{2016} = t_{2014} \times (1+i)^n = 136 \times (1+0.076)^2$

$$t_{2016} = 157.46 \text{ soit } 157 \text{ PL/jrs}$$

Pour un taux d'accroissement de 6% on a :

$$t_{2016} = t_{2014} \times (1+i)^n = 28 \times (1+0.06)^2$$

$$t_{2016} = 31.46 \text{ soit } 31 \text{ PL/jrs}$$

✚ Nombre de poids lourds

$$NPL = 365 \times t_{2016} \times \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

NPL : nombre de poids lourds pendant la durée de vie de la route

n : durée de vie

i : taux d'accroissement

T_{2014} : trafic a l'année de mise en service

AN : $NPL = 365 \left(157 \times \frac{(1+0.076)^{15} - 1}{0.076} + 31 \times \frac{(1+0.06)^{15} - 1}{0.06} \right) = 1771720.974$

$$NPL = 1.77 \times 10^6 \text{ PL}$$

En rappel, les classes de trafic retenu par le guide de dimensionnement des chaussées dans les pays tropicaux sont répertoriées ainsi :

$$T1 < 5.10^5$$

$$5.10^5 < T2 < 1,5.10^6$$

$$1,5.10^6 < T3 < 4.10^6$$

$$4.10^6 < T4 < 10^7$$

$$10^7 < T5 < 2.10^7$$

Le nombre de poids lourds étant de 1771720.974 le trafic sera de classe **T3** car $1,5.10^6 < 1,77.10^6 < 4.10^6$

✚ Classes de portance des sols

D'après le « Guide Pratique de Dimensionnement des Chaussées pour les Pays Tropicaux », il y a cinq (5) classes de portance des sols, fonction de leur indice CBR (désignées par S1, S2, S3, S4 et S5)

Sols	Portance
S1	CBR < 5
S2	5 < CBR < 10
S3	10 < CBR < 15
S4	15 < CBR < 30
S5	CBR > 30

Tableau 6: Désignation des classes de portance

Dans le cas du présent projet, la portance du sol de plate-forme (indice CBR à 95%) est comprise entre 15 et 30 soit **27**, ce qui correspond à la classe **S4** selon la classification proposée par le Guide Pratique de Dimensionnement de chaussées en pays tropicaux (tableau ci-dessus).

2. Dimensionnement structural de la chaussée

Il s'agit ici de proposer la structure de chaussée à mettre œuvre sur les voies en vue de supporter le trafic à écouler. Nous ne saurions parler de dimensionnement sans pour autant donner les différents types de chaussées, et les différentes couches qui constituent la chaussée

a. Différents types de chaussées

La chaussée est une surface spécialement aménagée, sur le sol ou sur un ouvrage pour la circulation des véhicules. Il en existe différents types qui sont entre autre :

- chaussée souple : elle est constituée de couches bitumineuses (couche de roulement ou de couche de base) et des couches d'assises en matériaux traités ou non traités jugés de qualité dans lequel on peut négliger la résistance à la flexion ;
- chaussée semi-rigide : c'est une chaussée qui comporte une couche de base et une couche de fondation mise en œuvre avec des matériaux traités aux liants hydrauliques ;
- chaussée rigide : c'est une chaussée où la couche de roulement et la couche de base ont été mises en œuvre en béton de ciment, alors que la couche de fondation peut être en béton maigre ou en grave drainante.

Dans le cadre de notre projet, nous optons pour une chaussée souple vu que le trafic à supporter est de classe T3 et sol support de classe S3.

b. Paramètre de dimensionnement

La portance de la plateforme a une incidence directe sur l'épaisseur totale de la chaussée et notamment de la couche de fondation, tandis que l'intensité des trafics conditionne la qualité et, dans une large mesure, l'épaisseur des couches de base et de surface.

- La classe de portance du sol de plate-forme : S4
- La classe de trafic : T3

En prenant en compte les données précédentes, le guide de dimensionnement des chaussées dans les pays tropicaux nous propose plusieurs variantes de structure de chaussées souples que nous allons récapituler dans le tableau ci-dessous :

Couches de chaussée	1 ^{ère} variante	2 ^{ème} variante	3 ^{ème} variante
Couche de roulement	5 cm de béton bitumineux	5 cm de béton bitumineux	5 cm de béton bitumineux
Couche de base	20 cm de graveleux latéritique naturel	20 cm de graveleux latéritique ou grave naturelle amélioré au ciment	20 cm de litho stabilisation
Couche de fondation	15 cm de graveleux latéritique naturel	15 cm de graveleux latéritique naturel ou grave naturelle O/D	15 cm de graveleux latéritique naturel

En effet, afin d'optimiser les coûts du projet pour des raisons économiques et techniques, nous retiendrons **la variante 1** comme structure de chaussée. Ce choix tient en partie compte de la disponibilité des matériaux sur cette partie du tronçon.

3. Vérification et optimisation avec ALIZE LCPC

Le logiciel **Alizés** permet de calculer, sous une ou plusieurs charges circulaires les contraintes et les déformations en différents points du massif et aide au dimensionnement des chaussées selon la méthode rationnelle **LCPC-SETRA**.

a. Hypothèses

Les données utilisées pour le calcul des déformations sont :

- le trafic cumulé en PL=188PL;
- durée de vie de la route=15 ans ;
- module de déformation du sol support : $E=7.5 \times \text{CBR}$ (CBR=27).

Les paramètres à tenir en compte pour la simulation sont les suivants :

Couches	Matériaux	Coefficient de Poisson	Module de Young
Plateforme	S4	0.35	202.5 MPa
Couche de roulement	5 cm de BB	0.35	1150
Couche de base	20cm de GL	0.35	400
Couche de fondation	15cm de GL	0.35	300

Tableau 7: Caractéristiques de la structure de chaussée choisies

Une fois les données introduites dans Alizé, nous allons d'abord calculer les nouvelles contraintes tangentielles et les déformations verticales aux différentes interfaces sous essieu de 130 kN (valeur standard du logiciel Alizé).

b. Calcul des contraintes et déformations admissibles

 Contraintes et déformations admissibles

Trafic PL cumulé : données

<input checked="" type="checkbox"/> Moyenne journalière annuelle (MJA) :	188
<input checked="" type="checkbox"/> Taux accroissement géométrique (%) :	7,6
<input type="checkbox"/> Taux accroissement arithmétique (%) :	10,78
<input checked="" type="checkbox"/> Durée de service (années) :	15
<input type="checkbox"/> Trafic cumulé PL :	1,8062E+6

Cocher au plus 3 cases

Aide

CAM : Guide lcpc-sétra 94
 CAM : Catalogue 1998
 Risques : Guide lcpc-sétra 94
 Risques : Catalogue 1998
 Structures catalogue 98

Valeurs admissibles : données

matériau type :	bb	Téta equiv. (°C) :	35°C
coefficient CAM :	0,8	E10°10Hz (MPa) :	7200
risque (%) :	18,0	Etéq10Hz (MPa) :	1150
trafic cumulé NE :	1,4450E+6	Hstructurel MB (m) :	0,05
Epsilon6 (µdéf) :	100	écart type Sh (m) :	0,010
-1/b :	5	écart type SN :	0,250
		Kr (risque) :	0,893
		Kc (calage) :	1,1
		Ks (couche liée/pf2) :	1/1,1

Calculer EpsiT admissible
 Calcul inverse NE = f(EpsiT)
 Calcul inverse Risk = f(EpsiT)
 Bibliothèque des matériaux
 Imprimer
 Enregistrer

EpsilonT admissible = 207,6 µdéf

Mémo ...
 1-EpsiZ= 490,0
 2-EpsiT= 207,6

effacer=dbl click
 Fermer

Pour modifier les valeurs standard : cliquer sur "bb"

Figure 2: Calcul des contraintes admissibles sur ALIZE

Après avoir déterminé les déformations verticales pour les sols (**Epsi Z**) et les déformations en traction pour le béton bitumineux (**Epsi T**), la modélisation sur Alizé donne les épaisseurs et les caractéristiques des différentes couches en respectant la condition selon laquelle toute les déformations et contraintes sollicitées soient inférieures aux valeurs admissibles.

c. Stimulation a l'aide du logiciel

Relevé de stimulation du logiciel

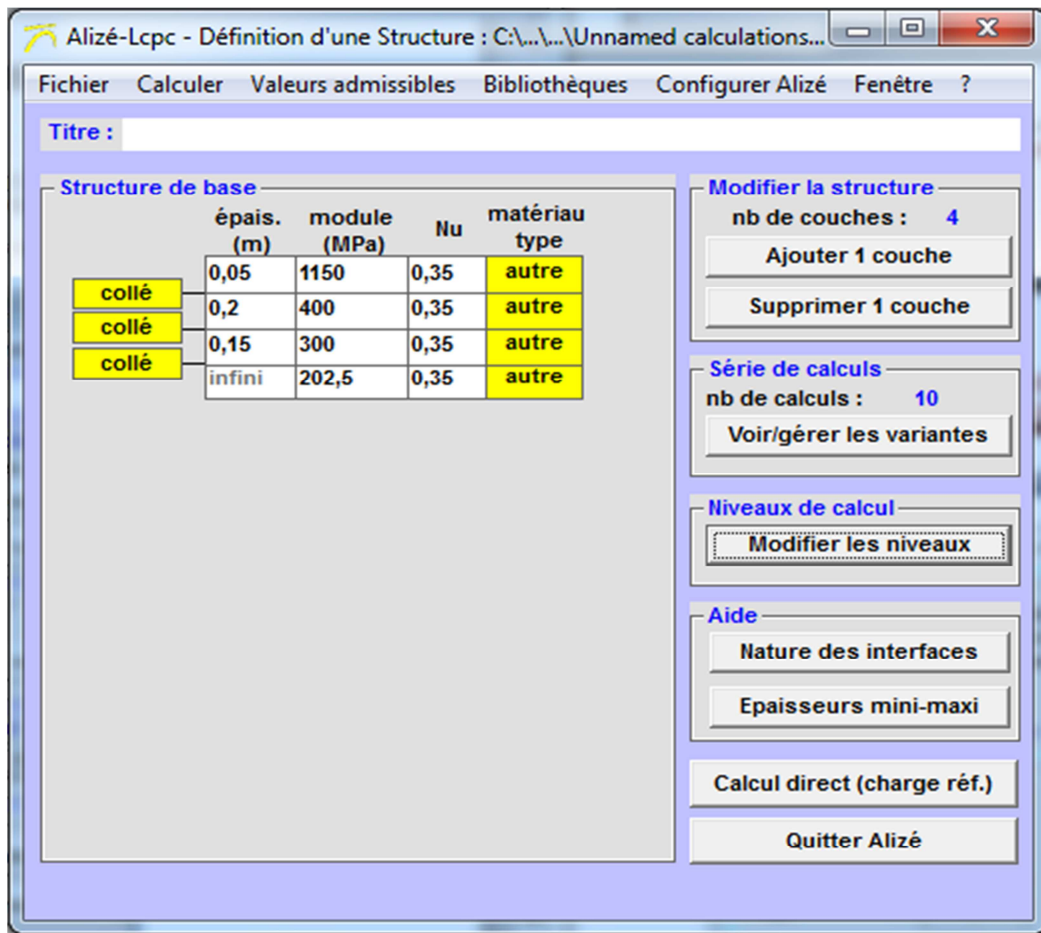


Figure 3: Structure de base ALIZE-LCPC

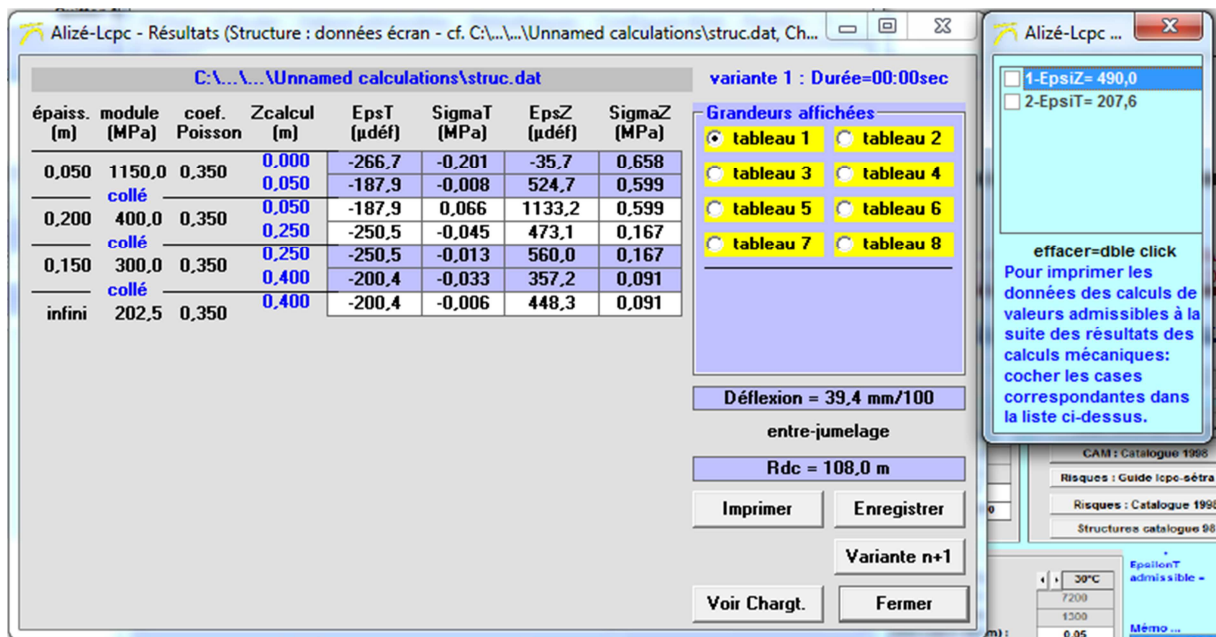


Figure 4: Valeurs des déformations

	Structure	Module		
Couche de roulement	5 cm de bb	1150	EpsiT(cal)= 200.4	EpsiT(adm)= 207.6
Couche base	20 cm de graveleux latéritique naturel	400	EpsiZ(cal)= 448.30	EpsiZ(adm)= 490.0
Couche de fondation	15 cm de graveleux latéritique naturel	300		

EpsiT(cal)= 200.4 < EpsiT(adm)=207.6

EpsiZ(cal)= 448.30 < EpsiZ(adm)= 490.0

En conclusion, nous pouvons dire que les matériaux choisis peuvent bien supporter le trafic de poids lourds envisagé par le projet car toutes les simulations donnent des valeurs nettement inférieures à celles choisies.

IV. ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

A. ETUDE HYDROLOGIQUE

Les études hydrologiques permettent d'examiner l'hydrologie de l'ensemble du bassin versant et de déterminer les différents débits. Elles permettent également de dimensionner les différents ouvrages d'assainissement et l'Ouvrage de franchissement. Pour faire notre évaluation des débits de crues décennales, nous avons utilisé les manuels élaborés par les équipes du CIEH, de l'ORSTOM, du BCEOM et de la FAO sous-titré « Manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèches »

Méthode ORSTOM : la formule utilisée sera la suivante

$$Q_{max,10} = A \times P_{10} \times K_{r10} \times \alpha_{10} \times \frac{S}{T_{b10}} \text{ avec.}$$

$Q_{max,10}$ = le débit maximum décennal (m³/s)

A= le coefficient d'abattement (fonction de S)

P_{10} =la précipitation décennale ponctuelle journalière (mm)

K_{r10} =coefficient de ruissellement décennal (%)

α_{10} =le coefficient de pointe décennal

S=superficie du bassin versant (km²)

T_{b10} =le temps de base décennal (s)

La méthode ORSTOM, pour des bassins versants de superficie inférieure ou égale à 4 km²

Calculs des crues de projet à évacuer par les ouvrages d'assainissement								
Caractéristiques des bassins				Méthode CIEH				
PK(Km)	N°OH	S(Km ²)	K_{r10} (%)	$I_g(\frac{m}{km})$	Pm(mm)	$Q_{10}^1(\frac{m^3}{s})$	$Q_{10}^2(\frac{m^3}{s})$	$Q_{10}^3(\frac{m^3}{s})$
46+700	66,67	6.222	32	9.38	109	19.1	18.2	22.5
51+700	72	13.901	32	10.00	104	31.8	27.8	34.5

Tableau 8: Débits obtenus par la méthode CIEH

Méthode CIEH :

$$Q_{10} = a \times S^s \times P_{an}^p \times I_g^i \times K_{r10} \times D_d^d \text{ ou } a, s, p, i, k \text{ et } d \text{ sont des coefficients à déterminer et}$$

Q_{10} =débit de crue décennale (m³/s)

P_{an} =pluie annuelle moyenne (mm)

K_{r10} =coefficient de ruissellement décennal (%)

D_d =densité de drainage (km⁻¹)

I_g =indice global de pente (m/km)

La méthode CIEH pour des bassins versants de superficie comprise entre 2 et 3 000 km² avec utilisation, en particulier des paramètres S, Ig, Kr10, Pan, Pm.

Calculs des crues de projet à évacuer par les ouvrages d'assainissement									
Caractéristiques des bassins				Méthode ORSTOM actualisée					
PK(Km)	N°OH	S(Km ²)	K _{r10} (%)	a	m	P ₁₀ (mm)	T _b (mn)	A	Q ₁₀ ($\frac{m^3}{s}$)
46+700	66,67	6.222	32	2.60	1.04	120	304	0.91	32.68
51+700	72	13.901	32	2.60	1.04	120	325	0.87	64.51

Tableau 9: Débits obtenus par la méthode ORSTOM

Le tableau suivant nous donne la valeur du débit adopté en fonction des différentes méthodes utilisées pour l'estimation du débit.

N°OH	Méthode CIEH	Méthode ORSTOM actualisée	Débit adopté		
	Q ₁₀ ($\frac{m^3}{s}$)	Q ₁₀ ($\frac{m^3}{s}$)	Q ₁₀ ($\frac{m^3}{s}$)	Q ₅₀ ($\frac{m^3}{s}$)	Q ₁₀₀ ($\frac{m^3}{s}$)
66,67	19.93	32.68	19.9		
72	31.36	64.51	31.4	43.9	62.5

Tableau 10: Débit adopté

En somme, nous utiliserons le débit décennal pour le dimensionnement des dalots ayant une hauteur est inférieure ou égale à 2 m (Causes :-parce que techniquement il sera en mesure d'évacuer nos eaux ;-éviter le surdimensionnement de notre ouvrage qui aura un véritable impact sur le cout du projet) et le débit Q₅₀ pour une hauteur supérieurs ou égale à 3m. Le pont quant à lui sera dimensionné à partir du débit centennal.

B. ETUDE HYDRAULIQUE

L'étude hydraulique est essentiellement basée sur l'assainissement de la route. Il s'agit de dimensionner des ouvrages types pouvant collecter et évacuer les eaux superficielles. Ces types d'ouvrages tiennent compte de certains critères de choix qui dépendent:

- de la classification de la route donc, du standard d'aménagement requis ;
- de la topographie du site d'implantation ;
- de l'importance du débit à évacuer.

Dans le cadre de ce projet, l'étude hydraulique sera effectuée en vue de redimensionner ou de rallonger certains des ouvrages existant notamment un pont à poutre et des dalots, compte tenu du niveau d'aménagement de la route.

1. Dimensionnement hydraulique des dalots

Les dalots sont des ouvrages en béton armé et présentent une section rectangulaire ou carrée. Ils sont des ouvrages sous chaussées qui ne nécessitent aucun remblai. Une circulation à même la dalle peut être envisagée moyennant des précautions lors de la construction. Les dalots sont en général adoptés pour des débits élevés (dépassant $10\text{m}^3/\text{s}$). Pour minimiser les risques que causeraient une crue exceptionnelle et tenir également compte de l'économie dans l'investissement, nous préconisons de redimensionner les dalots qui seront incapables d'écouler les débits de leurs bassins versants.

a. Caractéristiques des ouvrages existants

Cette route étant au préalable une route en terre ordinaire, elle a bénéficié d'un assainissement d'où la présence d'ouvrages d'arts telle que des dalots et des ponts. Dans le cadre du bitumage de cette route, un état des lieux des ouvrages existant a été établi et en fonction des débits fournis par l'étude hydrologique nous procéderons à la vérification des sections hydrauliques en vue de décider du maintien ou de la reconstruction de certains ouvrages (**voir annexe diagnostic des ouvrages existants**).

A l'issue du choix, tous les ouvrages ayant des sections suffisantes et dont la largeur roulable est inférieure à 10m, seront à reconstruire. Par contre ceux dont la section et la longueur sont insuffisante seront à remplacer.

b. Dimensionnement du dalot au point PK46+750

Fixons une hauteur initiale (D) du dalot à 1.50m.

Calcul de la traversée approximative de l'ouvrage.

$$L = \frac{Q_{10}}{V_{max} \times D}$$

Q_{50} : le débit cinquantenaire en mètre cube par seconde (m^3/s).

V_{max} : Vitesse limite de l'écoulement en mètre par seconde (m/s).

D : hauteur initiale du dalot en mètre (m).

$$\text{AN : } L = \frac{19.9}{3 \times 1.50} = 4.422\text{m}$$

Nous adopterons donc un dalot à 2 cellules de hauteur 1.5 et de largeur 2m d'où un dalot de type **2*(2*1.5)**. De même les dimensions retenues pour le dalot doivent respecter deux conditions :

- la hauteur d'eau doit être inférieure à la hauteur de l'ouvrage
- la vitesse d'écoulement de l'eau doit être inférieure à la vitesse limite

Vérification de la hauteur d'eau

Le débit unitaire est : $q = \frac{Q}{N} = \frac{19.9}{2} = 9.95 m^3/s'$

Calcul de la profondeur d'eau amont H: $H = H^* \times D$

$$Q^* = \frac{q}{A\sqrt{2 \cdot g \cdot D}}$$

Q^* : le débit réduit.

A : la section de la cellule tel que $A = 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$.

g : la pesanteur en mètre par seconde au carré (m/s^2) tel que $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

D : largeur initiale du dalot en mètre (m).

$$Q^* = \frac{9.95}{6\sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 1.5}} = 0.3056$$

H^* est déterminée en fonction de Q^* avec mûr en ailles de 45° . L'abaque de la figure 77 courbe A du document « Hydraulique Routière (page 248) » nous donne **$H^* = 0.92$** \Rightarrow $H = 0.92 \times 1.5 = 1.38 \text{ m}$

Cette hauteur est inférieure à la hauteur maximale admissible

$H = 1.84 \text{ m} < D = 1.5 \text{ m}$ ok !!

Vérification de la vitesse d'écoulement de l'eau

$$V = V^* \times K \times I_{crit}^{\frac{1}{2}} \times B^{\frac{2}{3}}$$

V : la vitesse d'écoulement de l'eau en mètre par seconde (m/s).

V^* : la vitesse réduite.

K : coefficient de Manning tel que $K = 67$

I_{crit} : indice de pente critique

Détermination de la pente critique

$$I_{crit} = \frac{I_{crit}^* \times g}{K^2 \times B^{\frac{1}{3}}} \text{ ou } I_{crit}^* \text{ dépend de } Q^* \text{ qui est } Q^* = \frac{q}{\sqrt{g \cdot B^5}} = \frac{9.95}{\sqrt{9.81 \times 2^5}} = 0.56$$

L'abaque de la fig. 82 du document « Hydraulique Routière (page 258) » nous donne $I_{crit}^* = 3.08$

$$\text{Alors } I_{crit} = \frac{2.89 \times 9.81}{67^2 \times 2^3} = 0.00501$$

Détermination de la vitesse critique (voir fig. 84 du livre « hydraulique Routière (page 263) »)

$$Q^* = \frac{q}{K \times I_{crit}^{\frac{1}{2}} \times B^{\frac{8}{3}}} = \frac{9.95}{67 \times 0.00501^{\frac{1}{2}} \times 2^{\frac{8}{3}}} = 0.330 \Rightarrow V^* = 0.40$$

$$V = V^* \times K \times I_{crit}^{\frac{1}{2}} \times B^{\frac{2}{3}} \Rightarrow V = 0.43 \times 67 \times 0.00501^{\frac{1}{2}} \times 2^{\frac{2}{3}} = 3.00 \text{ m/s}$$

$V = 3.00 \text{ m/s} = V_{limite} = 3 \text{ m/s}$ cette condition est assez limite mais vérifiée et acceptable

Notre nouvel ouvrage sera un dalot de type $2 \times (2 \times 1.5)$

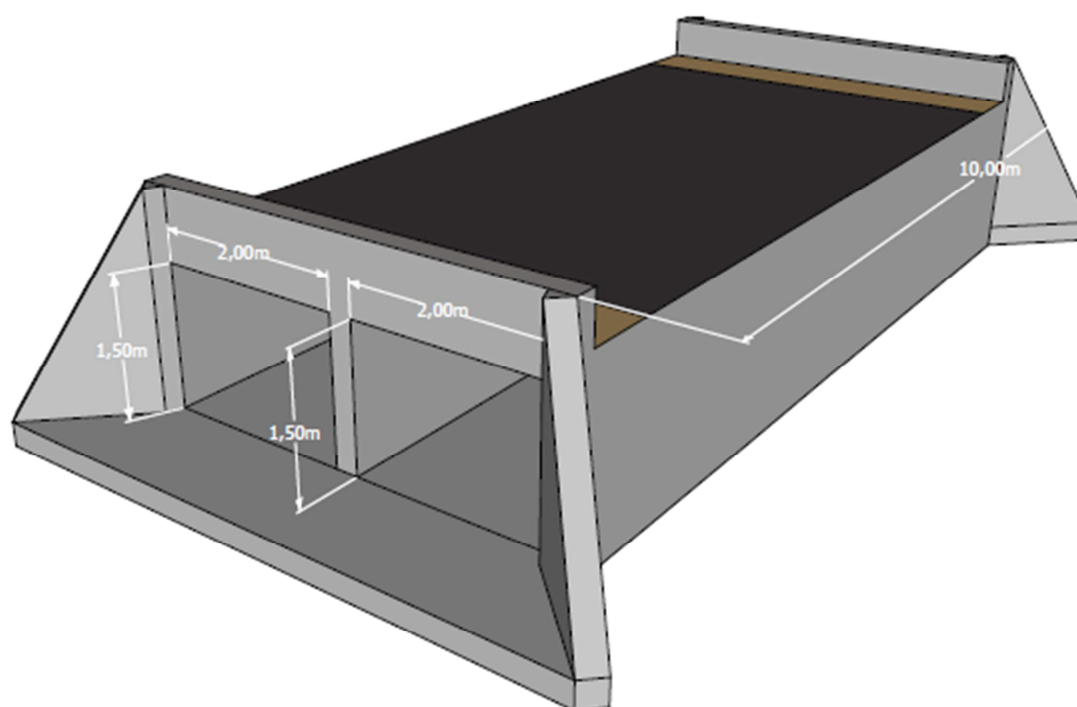


Figure 5: Dalot cadre fermé (2*200*1.50)

c. Vérification des sections

Les critères suivants sont à respecter pour le dimensionnement de dalot :

- Vitesse maximale de l'eau à l'entrée de l'ouvrage $V_{max} \leq 3 \text{ m/s}$;

- Les dalots sont à sortie libre avec mur en aile de 45° avec mur de tête
- Le coefficient de Manning K est pris égale 67

✚ Dalot cadre en béton armé (200×150) au point PK 46+700

- $h=1.50\text{m}$
- $b=2.00\text{m}$
- $s_{OH}=3\text{m}^2$
- $Q_{10}=19.9\text{m}^3/\text{s}$
- $V_{\min}=0.5\text{m/s}$, $V_{\max}=3\text{m/s}$

D'après la formule de Bernoulli nous avons :

$$Q = S \times V \Rightarrow S = \frac{Q}{V}$$

$$\text{AN: } S_{\min} = \frac{19.9}{3} = 6.63\text{m}^2$$

$$S_{\min} = \frac{19.9}{0.5} = 39.8\text{m}^2$$

$s_{OH}=3\text{m}^2 < S_{\min}=6.63\text{m}^2$ donc cette section n'est pas en mesure évacué notre débit d'où nécessité de redimensionner. Etant donné que notre ouvrage a une longueur suffisante nous préconisons d'adjoindre a cette ouvrage existant un nouvel ouvrage de même section soit $2.00 \times 2.00 \times 1.50$ qui techniquement sera en mesure évacué le débit décennal.

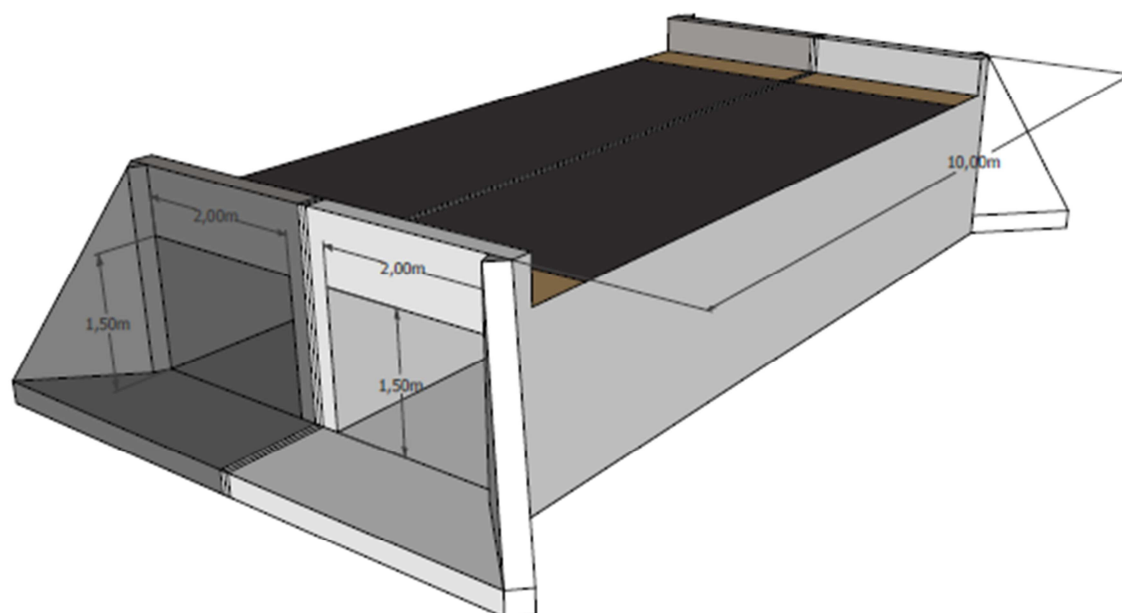


Figure 6: Dalot existant en noir et dalot à adjoindre de couleur blanche

✚ Dalot cadre en béton armé au point PK 46+750

- $h=1.00\text{m}$

- $b=1.00\text{m}$
- $S_{OH}=1\text{m}^2$
- $Q_{10}=19.9\text{m}^3/\text{s}$
- $V_{\min}=0.5\text{m/s}$, $V_{\max}=3\text{m/s}$

D'après la formule de Bernoulli nous avons :

$$Q = S \times V \Rightarrow S = \frac{Q}{V}$$

$$\underline{\text{AN}}: S_{\min} = \frac{19.9}{3} = 6.63\text{m}^2$$

$$S_{\max} = \frac{19.9}{0.5} = 39.8\text{m}^2$$

$S_{OH} = 1\text{m}^2 < S_{\min} = 6.63\text{m}^2$ donc cette section n'est pas en mesure d'évacuer notre débit d'où nécessité de redimensionner. La section de cette ouvrage est très insuffisante, mais comme il a le même débit et le même bassin versant avec une superficie de 6.222km^2 nous préconisons de détruire cet ouvrage et prendre également un dalot de $2.00 \times 2.00 \times 1.50$.

Ouvrages	Ouvrages existants a remplacés	Section existante	Critère de choix		
			Nouvelle section	Etat de l'OH	Longueur de l'OH(m)
PK 42+800	Dalot voûté	1*1.00*1.00	1*1.00*1.00	redimensionner	8.60
PK 44+600	Dalot voûté	1*1.00*1.00	1*1.00*1.00	redimensionner	8.60
PK 46+700	Dalot	1*2.00*1.50	2*2.00*1.50	Ajouter	10.00
PK 46+750	Dalot	1*1.00*1.00	2*2.00*1.50	redimensionner	10.00
PK 47+500	Dalot voûté	1*1.00*1.00	1*1.00*1.00	redimensionner	8.70
PK 47+700	Buse	ø80	1*1.00*1.00	redimensionner	8.90
PK 47+900	Dalot	1*1.00*1.00	1*1.00*1.00	ok	10.00
PK 50+400	Dalot	1*1.00*1.00	1*1.00*1.00	ok	10.00
PK 51+700	Pont			redimensionner	

Tableau 11: Récapitulatif des nouvelles sections

2. Dimensionnement hydraulique du pont

L'étude hydraulique du pont a pour but d'attribuer à la structure une ouverture et un gabarit suffisant pour évacuer la crue de projet arrêtée par l'étude hydrologique.

a. Détermination du débouché linéaire

✚ Débouché linéaire

Les levés topographiques de la brèche ont permis de relever le débouché linéaire du pont de même que le niveau des plus basses eaux tel que matérialisé par la figure ci-dessous :

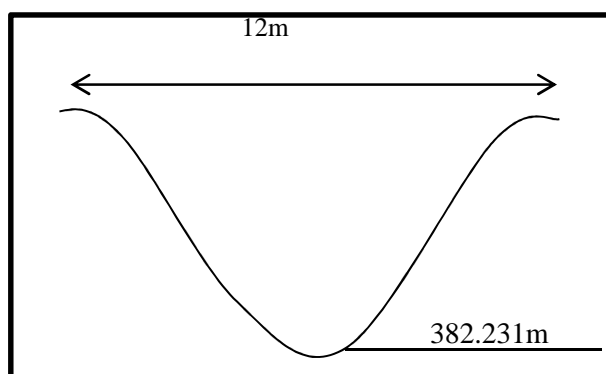


Figure 7: Schéma de l'allure de la brèche au PK51+700

Débit centennal	Débouché linéaire
62.5	11.11 \cong 12

Notre pont a un débouché linéaire de 12m

✚ Détermination des plus hautes eaux

A l'aide de la formule de Manning Strickler, nous avons établi une relation entre la hauteur des eaux et le débit qui peut circuler dans la brèche. La formule de Manning Strickler s'écrit :

$$Q = K_s \times S \times R H^{2/3} \times \sqrt{I} \text{ avec}$$

Q= Crue projet (débit projet selon les TDR) ;

S= Section rectangulaire du pont $S=L \cdot h$ (L=portée du pont et h=tirant d'eau) ;

Ks= Coefficient de rugosité du fond, $K_s=33$ (BIAOU 2010) ;

Rh= Rayon hydraulique $R_h=S/P$; P= périmètre du rectangle ;

I= Pente du fond ;

Le principe est le suivant ; connaissant la valeur de L=12m (portée du pont), on fait varier le tirant d'eau h de sorte à obtenir le débit qui résout l'équation de Manning Strickler.

Les caractéristiques de la section étudiée sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Eléments	Valeurs
Débit centennal Q (m3/s)	62.5
Coefficient de rugosité Ks	33
Pente longitudinale I (m/m)	0.005
Largeur du fond b(m)	12
Surface mouillée S (m2)	13.56
Périmètre mouillée P (m)	14.26
Rayon hydraulique RH	0.9670
Tirant d'eau Y (m)	1.798

Le fond topographie nous a permis d'avoir le niveau des plus basses eaux qui est **382.231m**. Cette cote additionnée au tirant eaux obtenues par la formule de Manning nous donnera la cote des plus hautes eaux qui est de **384.029m**.

Régime du cours d'eau

$$F_r = \frac{L \cdot Q^2}{q \cdot S^2} \rightarrow F_r = \frac{62.5^2 \cdot 12}{9.81 \cdot 2493.326} = 1.916$$

$F_r = 1.92 > 1$ nous avons donc un régime torrentiel, ce qui veut dire que lorsque ce régime passera au régime fluvial, il y aura création de ressaut hydraulique qui pourrait avoir un impact sur notre ouvrage. Pour cela, afin de protéger notre ouvrage contre les effets de ce changement, nous allons calculer la hauteur du remous

b. Détermination du remous hydraulique et du tirant d'air

✚ Détermination du remous

Les remous hydrauliques sont fonction du type de singularité. Il s'agit d'une élévation du plan d'eau à l'amont et un accroissement de la vitesse d'écoulement sous le pont ; à l'issue de ce phénomène, l'eau va chercher à retrouver sa profondeur normale dès que la singularité est dépassée et l'écoulement deviendra uniforme. La charge spécifique H_s permet de déterminer le régime d'écoulement et de caractériser le remous. Cette charge ne varie pas si la perturbation ne produit pas une perte importante de charges.

On peut alors écrire la relation suivante :

$$h_2 + \frac{V_2^2}{2g} = h_3 + \frac{V_3^2}{2g}$$

Le remous se calcule par la formule $X = h_2 - h_3 = \frac{V_3^2 - V_2^2}{2g}$

La vitesse sous le pont est donnée par l'équation $Q_0 = V_3 \times L \times U \times h_3$ avec

L= débouché linéaire du pont ;

U = coefficient de contraction généralement égale à 0,9 ;

Expérimentalement, on peut estimer que le remous maximal ne dépassera pas la valeur limite $x_{lim} = 0,50m$ donc nous prendrons comme valeur du remous **R=0.50m**

Détermination du tirant d'air

Toute submersion du pont peut entraîner l'interruption du trafic et des risques de destruction des remblais d'accès : le tirant d'air est alors prévu pour diminuer le risque d'obstruction partielle ou totale du pont. Il dépend des risques de charriage et de l'importance du pont. C'est ainsi que dans son ouvrage intitulé Hydraulique routière, M. NGUYEN VAN TUU préconise de prendre :

- 1 m en zone désertique ou subdésertique,
- 1.5 m en zone de savane,
- 2 m en zone à végétation arbustive dense
- 2.5 m en zone forestière.

Dans le cadre de notre projet, nous prévoyons un **tirant d'air de 1,5 m**

c. Calcul de la hauteur d'affouillement

Un affouillement est une action provoquée par les eaux dont le courant creuse la berge et les piles de pont. Pour cette raison, dans la conception des ouvrages courants, on recommande d'ancrer la base des fondations à une profondeur supposée être à l'abri de ce phénomène. D'une manière globale, l'affouillement d'un appui est sa mise à nu lors du passage d'une crue. L'affouillement général concerne l'ensemble du lit de l'écoulement qui se produit suite à une crue qui met en suspension le sol du fond engendrant, parfois, la ruine de l'ouvrage. Il faut donc placer l'assise des fondations au-dessous de la hauteur maximale d'affouillement.

$$H = 0.48Q^{0.36} - \frac{A}{B}$$

$$Q_{100} = 62.5m^3/s$$

$$B \text{ (largeurs miroir)} = 12 \text{ m}$$

$$A \text{ (section mouillée)} = 13.56m^2$$

D'où, la hauteur d'affouillement calculée par cette formule est : $H = 0.996$ m soit **H = 1.00 m**
Les fondations de l'ouvrage devraient être descendues à une profondeur suffisante pour être à l'abri des affouillements. On prendra comme profondeur d'affouillement $H = 1,00$ m

d. Calage de l'ouvrage

Ainsi le calage du pont est donné par la relation suivante:

$$\text{Cote ouvrage} = \text{Cote PHE} + \text{Remous} + \text{Tirant d'air} + \text{Hauteur (tablier)}$$

Cote des PHE = 384.029m ;

Remous maximal = 0,50m ;

Tirant d'air = 1,50m

Hauteur (tablier) = 0.95m ;

Revêtement = 0,05m

Il faut éviter d'avoir des corps flottants (exemple : troncs d'arbre) qui peuvent heurter l'intrados du tablier en cas de crue et prévoir de mettre les appareils d'appuis (les élastomères frettés) en dehors des eaux ; Ce qui donne une côte finie de l'ouvrage égale à **386.979m**. Il faut remarquer que le niveau de la ligne rouge serait à la cote **387.029m**.

V. ETUDE GEOMETRIQUE

Une route est graphiquement représentée par le Tracé en plan, le Profil en long et son Profil en travers type. L'étude géométrique de la route a pour objet d'intégrer les paramètres tels que les rayons de courbure, la vitesse de référence, les devers et les déclivités dans la conception de ces éléments en vue :

- d'assurer la sécurité des usagers ;
- d'obtenir un réseau cohérent ;
- d'adapter la route au contexte environnemental, socio-économique et financier.

1. Tracé en plan

a. Normes d'aménagement utilisées

Pour l'étude du tracé en plan de la route, la norme **ARP** (aménagement des routes principales) a été employée pour définir les contraintes géométriques. Cette norme permet d'avoir le type de route qui détermine l'instruction à appliquer, la catégorie de *route* qui conditionne les principales caractéristiques géométriques du tracé en plan.

b. Caractéristiques géométriques du tracé en plan

- Vitesse de référence

Se référant aux TDR, à l'environnement du projet, au niveau de confort et de sécurité souhaité, il vient que la caractérisation à choisir pour ce projet est celle d'une voie rapide du **Type T** (trafic de transit a moyenne ou grande distance). Une vitesse de référence (**Vr**) de **100 km/h** est retenue pour le dimensionnement géométrique, tandis qu'une vitesse règlementaire de **60 km/h** en zone agglomération est retenue pour la sécurité des usagers et des riverains.

- Rayon en plan RH(m)

Catégories de route	T100
Rayon minimal Rm (en m)	425
Rayon non déversé Rnd (en m)	1300

Tableau 12: Rayon de l'axe

- Distance d'arrêt

Le tableau ci-dessous indique les distances d'arrêt pour la vitesse de base choisie

Tableau : Distance d'arrêt

V ₈₅ en km /h	80	90	100
d _{ad} en m	105	130	160
D _c en m	121	151	187

Tableau 13: Distance d'arrêt

V₈₅ : La vitesse en dessous de laquelle roulent 85 % des usagers, en conditions de circulation fluide

d_{ad} : la distance d'arrêt en alignement droit

D_c : la distance d'arrêt en courbe

c. Eléments constitutifs de l'axe en plan

Le tracé de l'axe de la route est composé de lignes droites raccordées par des courbes à grands rayons de courbures pour éviter l'effet des forces centrifuges sur le véhicule. La combinaison des éléments doit respecter autant que possible les contraintes topographiques, sécuritaires et de confort. Le tronçon débute aux environs du PK42+500 à partir de la sortie de la ville de kperé et fini au PK52+000 à l'entrée de Nassou avec une distance régulière de

30m. Conformément aux normes précisées plus haut, nous avons obtenu un tracé d'une longueur de **10,208 km**.

2. Profil en long

C'est la projection sur un plan vertical de l'axe de la route développé dans toute sa longueur. Cette projection fait apparaître les côtes (altitudes) du terrain naturel et du projet ainsi que les déclivités présentes sur le tracé.

Le calage de la ligne rouge se fera en épousant au plus près le terrain naturel en section courante dans les zones d'habitation et en remblai afin d'assurer le raccordement aux ouvrages de drainage qui y sont prévu. A titre d'exemple, l'ARP préconise les valeurs suivantes pour le profil en long :

Catégorie de route	T80 ou R80	T100
Déclivité maximale(%)	6	5
Rayon minimale en angle saillant(m)	3000	6000
Rayon minimale en angle rentrant(m)	2200	3000

Tableau 14: Norme retenue

3. Profil en travers

Il s'agit de la coupe transversale par un plan perpendiculaire à l'axe de la route. Le profil en travers type a été établi sur la base des hypothèses suivantes :

- vitesse de référence : 60 km/h en agglomération et 100Km/h en rase campagne ;
- chaussées bidirectionnelle (route à 2voies);
- emprise de la route : 20,00 m
- largeur de la chaussée principale 7,00 m revêtue en béton bitumineux ;
- accotement : 1,00 m revêtue en enduit superficiel ;
- pente transversale : 2.50 % (profil en toit) en alignement droit et dans les courbes non déversées ;
- pente des talus : remblai : 3H/2V et déblai 1H/1V
- protection contre l'érosion : perrés maçonnés, enrochements, gabions et descente d'eau (au niveau du Pont).

Pour le présent projet, nous avons opté de faire nos profils en travers en fonction du fond topo ou le levé s'est fait par profil.

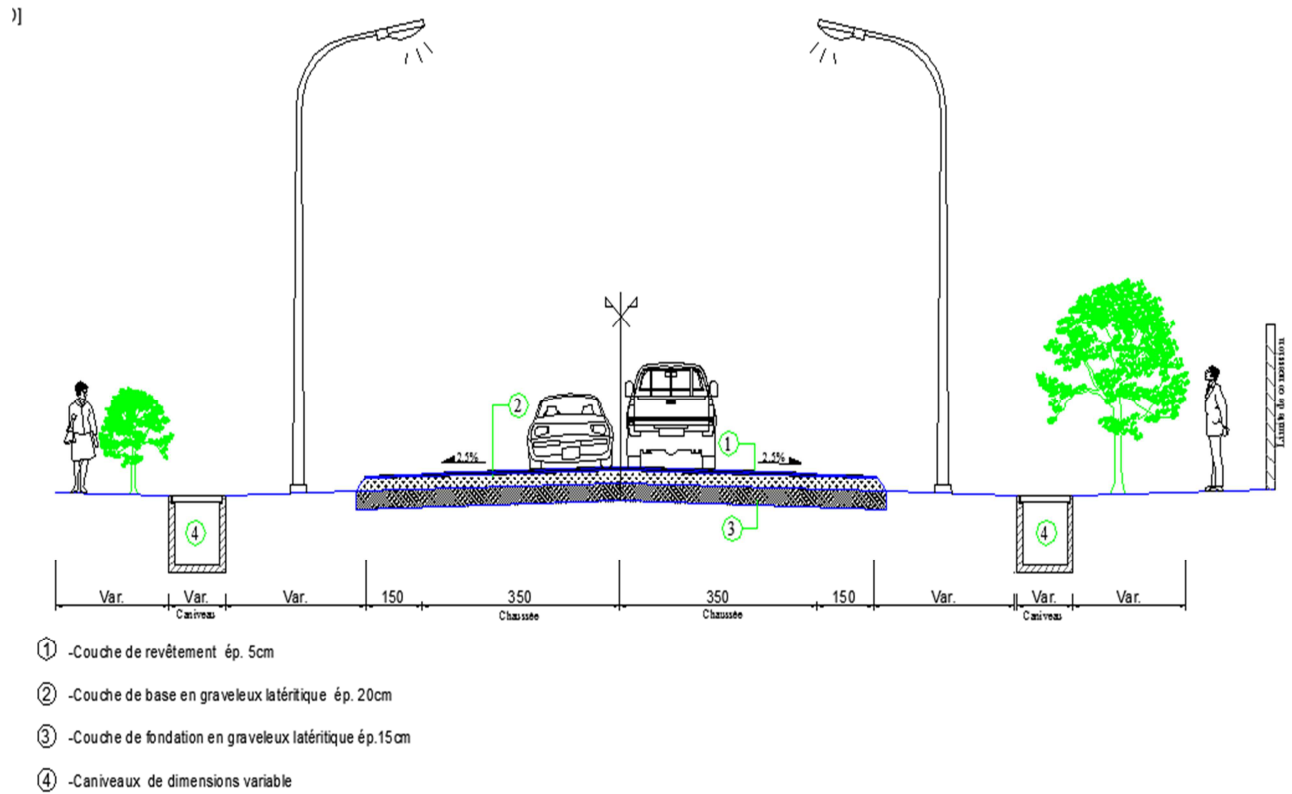


Figure 8: Profil en travers type agglomération

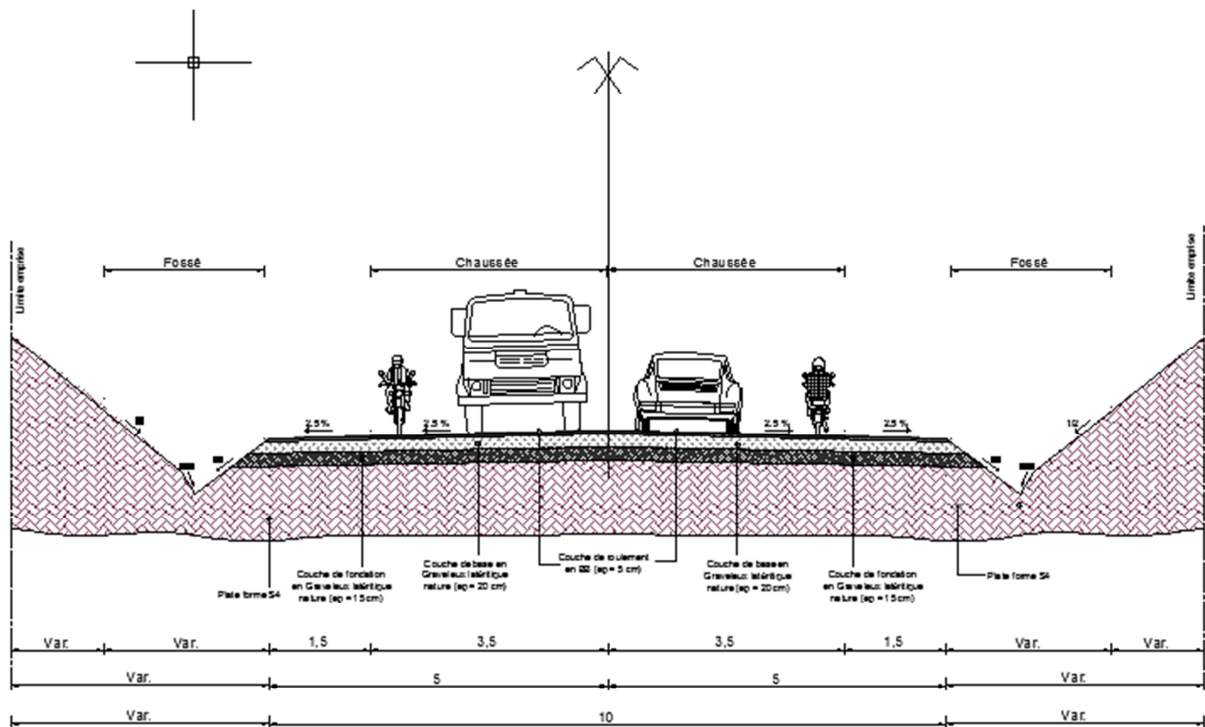


Figure 9: Profil en travers type en rase campagne

VI. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ARTS ET D'ASSAINISSEMENT

A. PRE-DIMENSIONNEMENT DU PONT

1. Pré dimensionnement des poutres

- La portée maximale du pont est $L=12m$
- Hauteur (H_p) : $\frac{L}{17} \leq H_p \leq \frac{L}{15} \Rightarrow 0.71 \leq H_p \leq 0.8$

$$H_p=0.75m$$

- Largeur b des poutres : $b \geq \frac{H_p}{3} \Rightarrow b \geq 0.25$

$$b=0.30m$$

- Nombre de poutres (N) : le nombre de poutres à prendre est fonction de la largeur du tablier. Le tableau proposé par Calgaro donne les correspondances suivantes :

Largeur du tablier(m)	< 6	6à9	9à11	11à14
N	2	3	4	5

Tableau 15: Nombre de poutre par rapport à la largeur du tablier

La largeur (l) du tablier étant 10m nous prendrons $N=4$

- Les entretoises $be \geq \frac{H_e}{3} = \frac{0.75}{3} = 0.25$

$$\text{Soit } be=25cm$$

2. Pré-dimensionnement des hourdis

L'épaisseur (eh) du hourdis est donnée en fonction de la largeur entre-axe (a) des poutres. Selon le tableau proposé par Calgaro on a :

a(m)	2	2.5	3.00	3.50
eh	16	18	20	22

Tableau 16: Epaisseur du hourdis par rapport à la largeur entre axe des poutres

Nous avons $a = \frac{10}{4} - 0.3 = 2.20\text{m}$ et nous avons adopté **eh=20cm**

3. Conception des culées

Selon les indications données par CALGARO, on a les caractéristiques suivantes :

- Mur de front :

Epaisseur : $0.80 \leq E \leq 1.20 \Rightarrow E = 1\text{m}$

Hauteur : $H=4\text{m}$

- Mur garde grève :

$h < 1\text{m} \Rightarrow e = 20\text{cm}$

$1 < h < 2 \Rightarrow 20 < e < 30$

Nous retenons $e=30\text{cm}$

- Mur de retour : $e=50\text{cm}$
- Corbeau : $e_{max} = 45\text{cm}$
- Bossage : hauteur $h=10\text{cm}$ avec des débords de 5cm par rapport à l'appareil d'appui,
- Dalle de transition :

Longueur $L = \text{inf.}(6\text{m} ; \text{sup}(3\text{m} ; 0.60H=0.60*2.5=1.5))=3\text{m}$

$e=30\text{cm}$

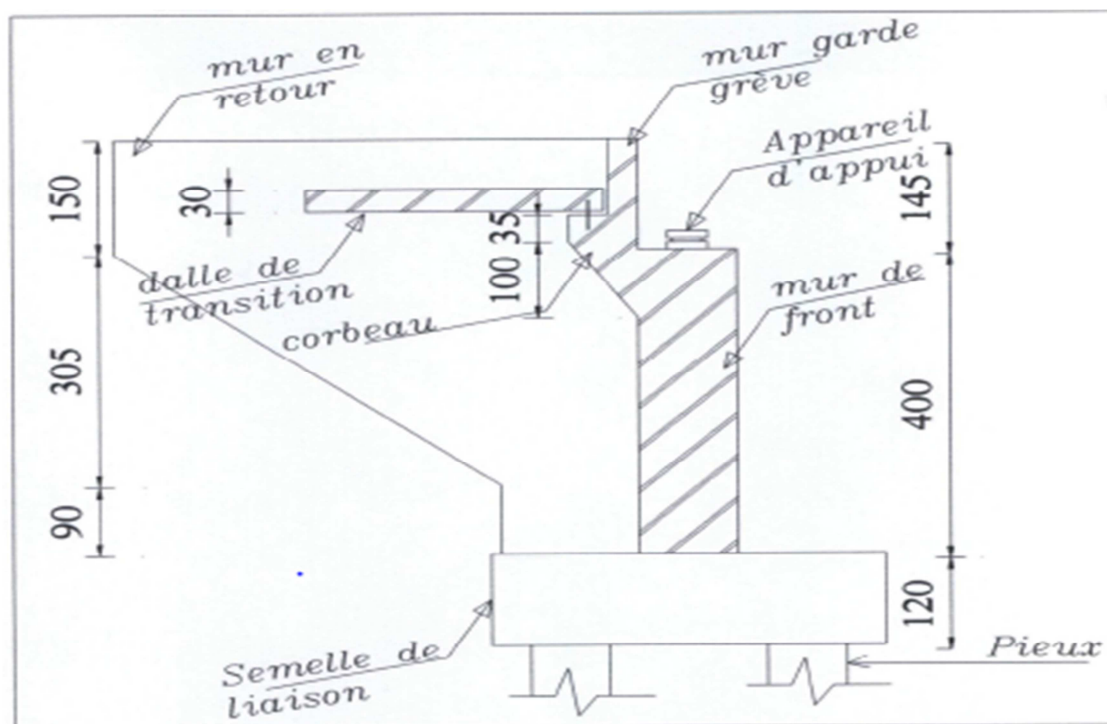


Figure 10: Schéma de la culée

B. PRE DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DES DALOTS

1. Dalot cadre (1*200*1.50) au PK46+700

Selon le **Guide de conception Ponts cadres et portiques** page 83, l'épaisseur de la traverse supérieure peut être déterminée par la formule suivante :

$$e = \frac{l}{32} + 0.125 \text{ avec :}$$

e : épaisseur de la traverse supérieure en mètre (m) avec $e_{min}=0,3 \text{ m}$;

l : l'ouverture biaise de l'ouvrage en mètre (m).

$$e = \frac{2}{32} + 0,125 = 0,188 \text{ m, on prendra } e = \mathbf{0,25m}.$$

La détermination des épaisseurs de la traverse inférieure (radier) et des piédroits dépendent de l'ouverture biaise et du module de pseudo-élasticité du sol (ESOL) mais nous retiendrons une valeur de 25cm pour les éléments tel que : radier, piédroits et tablier.

Les autres caractéristiques du dalot sont :

- Largeur roulable : $L_r = 7\text{m}$
- Largeur chargeable : $L_c = 7\text{m}$
- Nombre de voies : $n = L_c/3 = 7/3 = 2.33 \rightarrow n = 2$
- Classe du pont : $L_r \geq 7\text{m}$: 1ère classe

- Epaisseur du remblai sur le dalot = 10cm

2. Dalot cadre (2*200*150) au PK46+750

$$e = \frac{l}{32} + 0.125 \text{ avec :}$$

e : épaisseur de la traverse supérieure en mètre (m) avec $e_{min}=0,3 \text{ m}$;

l : l'ouverture biaise de l'ouvrage en mètre (m).

$$e = \frac{2}{32} + 0,125 = 0,187 \text{ m, on prendra } e = \mathbf{0,25m} \text{ pour plus de sécurité.}$$

La détermination des épaisseurs de la traverse inférieure (radier) et des piédroits dépendent de l'ouverture biaise et du module de pseudo-élasticité du sol (ESOL) mais nous retiendrons une valeur de 25cm pour les éléments tel que : radier, piédroits et tablier.

Les autres caractéristiques du dalot sont :

- Largeur roulable : $L_r = 7\text{m}$
- Largeur chargeable : $L_c = 7\text{m}$
- Nombre de voies : $n = L_c/3 = 7/3 = 2.33 \rightarrow n = 2$
- Classe du pont : $L_r \geq 7\text{m}$: 1ère classe
- Epaisseur du remblai sur le dalot = 10cm

3. Dalot cadre (1*100*100) au PK47+700

$$e = \frac{l}{32} + 0.125 \text{ avec :}$$

e : épaisseur de la traverse supérieure en mètre (m) avec $e_{min}=0,3 \text{ m}$;

l : l'ouverture biaise de l'ouvrage en mètre (m).

$$e = \frac{1}{32} + 0,125 = 0,156 \text{ m, on prendra } e = \mathbf{0,20m} \text{ pour plus de sécurité.}$$

La détermination des épaisseurs de la traverse inférieure (radier) et des piédroits dépendent de l'ouverture biaise et du module de pseudo-élasticité du sol (ESOL) mais nous retiendrons une valeur de 20cm pour les éléments tel que : radier, piédroits et tablier.

Les autres caractéristiques du dalot sont :

- Largeur roulable : $L_r = 7\text{m}$
- Largeur chargeable : $L_c = 7\text{m}$
- Nombre de voies : $n = L_c/3 = 7/3 = 2.33 \rightarrow n = 2$

- Classe du pont : $L_r \geq 7m$: 1ère classe
- Epaisseur du remblai sur le dalot = 10cm

C. DIMENSIONNEMENT BA DES OUVRAGES

Hypothèses de calcul

Règlement : BEAL 91 modifié 99

Fascicules 61 titre II et 62 titres IV

Béton

Dosage : 400 kg /m³ de CPA

Résistances caractéristiques :

En compression $f_{c28} = 25 \text{ MPA}$

En traction $f_{ct28} = 2,10 \text{ MPA}$

$C_g = 25\text{mm}$ (diamètre du plus gros grain)

Densité du béton : 25kN/m^3

Contrainte admissible du béton en compression :

$$\text{ELU} : \sigma_{bc} = \frac{0.85 \times f_{c28}}{\gamma_s} = 14.17 \text{ MPa}$$

$$\text{ELS} : \sigma_{bc} = 0.6 \times f_{c28} = 15 \text{ MPa}$$

Facteur équivalence

$$n = 15$$

Acier

Nuance: HA

$$f_e = 400 \text{ MPA}$$

$$\text{Contrainte de calcul de l'acier} : \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.83 \text{ MPa}$$

Fissuration préjudiciable :

$$\sigma_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e ; \max (0.5 ; 110 \sqrt{n} f_{ct28}) \right\} = 201.63$$

1. Dalot cadre (200*150) au PK46+700

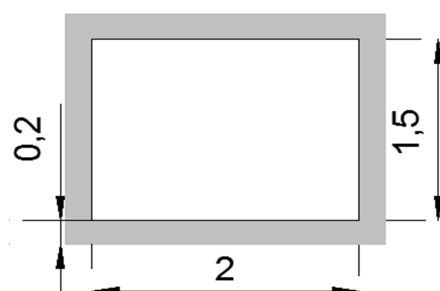


Figure 11: Dalot cadre fermé (2.00*1.50)

a. Evaluation des charges permanentes et surcharges routières

Charges permanentes

- Dalle supérieure

$$\text{Poids propre}(P_p) = e \times \gamma = 25 \times 0.2 = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Poids remblai}(P_r) = h_r \times \gamma_r = 0.1 \times 20 = 2 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Poids des guides roues}(P_G) = 2 \times \frac{e_g \times b_g \times \gamma}{l_r} = 2 \times \frac{0.2 \times 0.5 \times 25}{7} = 0.71 \text{ kN/m}^2$$

$$P_T = P_p + P_r + P_G = 7.71 \text{ kN/m}^2$$

- Dalle inférieure

$$\text{Poids propre des piédroits}(P_{pd}) = \frac{2 \times \gamma \times e \times h}{b} = \frac{2 \times 25 \times 0.2 \times 1.7}{2.2} = 7.727 \text{ kN/m}^2$$

$$P_r = P_T + P_{pd} = 15.437 \text{ kN/m}^2$$

- Piédroits

$$P_3 = k_a \times \gamma \times h_3 = 0.33 \times 20 \times 0.1 = 0.66 \text{ kN/m}^2$$

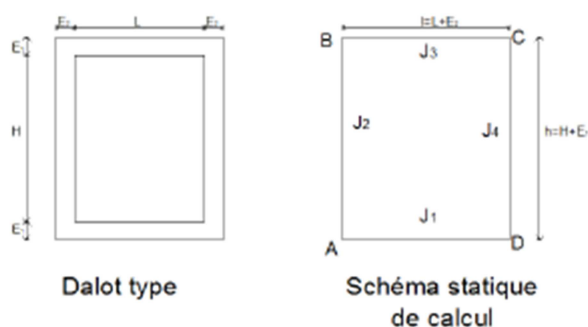
$$P_4 = k_a \times \gamma \times h_4 = 0.33 \times 20 \times (0.1 + 1.70) = 11.88 \text{ kN/m}^2$$

Surcharges routières

Les surcharges routières seront définies conformément aux prescriptions du titre II du Fascicule 61 et les ouvrages seront calculés par rapport au convoi de camions de types A, Bc, Bt. Les surcharges routières à utiliser ici seront :

- Tablier : $q_1 = 75.21 \text{ kN/ml}$
- Radier : $q_2 = 44.5 \text{ kN/ml}$

b. Détermination des efforts et sollicitations



$$J_i = \frac{b_i \times E_i^3}{12} \text{ avec } b_i = 1.00m \text{ inertie de l'élément } i$$

E_i = épaisseur de l'élément i

H= hauteur entre fibres moyennes

L=longueur entre fibres moyennes

$E_1=e_2=0.20m$; $H=1.70m$; $L=2.20m$; $l=2.20+0.20$; $h=1.70+0.2$

$J_1 = J_3=2.20m$; $J_2 = J_4=1.70m$

Définition des constantes

$K_1 = 1.00$; $K_1 = 4.545$

$K_2 = 0.77$; $K_2 = 4.545$

$K_3 = 3.118$

$K_4 = 3.518$

$F_1 = 20.064$

$F_2 = 6.639$

(Voir annexe pour les détails du calcul)

Les sollicitations sont déterminées en utilisant les équations des trois(03) moments, les résultats sont recensés dans le tableau ci-dessous :

SOLLICITATIONS							
	MOMENTS (KN.m/ml)						
	APPUIS			MI-TRAVEES			
	MA	MB	MC	MD	MAB =MCD	MBC	MAD
1	-1,755	-1,755	-1,755	-1,755	-1,755	2,912	2,912
2	-2,118	0,360	0,360	-2,118	-0,879	0,360	2,557
3	-0,790	-0,678	-0,678	-0,790	2,474	-0,678	-0,790
4	-17,247	-17,247	-17,247	-17,247	-17,247	28,615	28,615
5	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070	0,101	-0,070	-0,070
6	-19,170	-21,630	-21,630	-19,170	-20,400	0,000	0,000
1+2+3	-4,663	-2,073	-2,073	-4,663	-0,160	2,594	4,679
4+5+6	-36,488	-38,947	-38,947	-36,488	-37,547	28,545	28,545
	-36,488	-38,947	-38,947	-36,488	-37,547	28,545	28,545

Tableau 17: Récapitulatif des moments du dalot

c. Calcul des armatures

Le calcul de ferrailage sera mené suivant les règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites dites règles B.A.EL 91 modifiée 99. Le dalot est soumis à une compression et les efforts normaux et moments fléchissant sont importants sur toutes les parties (tablier, radier et piédroits) alors le calcul sera effectué en flexion composée.

Parties d'ouvrages	Dalle supérieure		Radier		Piédroits
	Abouts A&B	Travée B&C	Abouts A&D	Travée A&D	
Section	B=1.00m	H=20cm	B=1.00	H=20cm	B=1.00m ;h=20cm
Moment ELS (kNm)	48.81	36.848	48.45	38.93	48.81
Section d'aciers nécessaires	7.79	5.40	7.55	5.78	2.38/face
Section d'aciers minimale	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26/face

Parties d'ouvrages (cm ²)	Dalle supérieure		Radier		Piédroits
Aciers principaux	7HA12	7HA10	7HA12	7HA10	HA10
Aciers de répartition	HA8 .e=20cm	HA8 .e=20cm	HA8 .e=25cm	HA8 .e=30cm	HA8 .e=25cm

Tableau 18: Récapitulatif des armatures du dalot

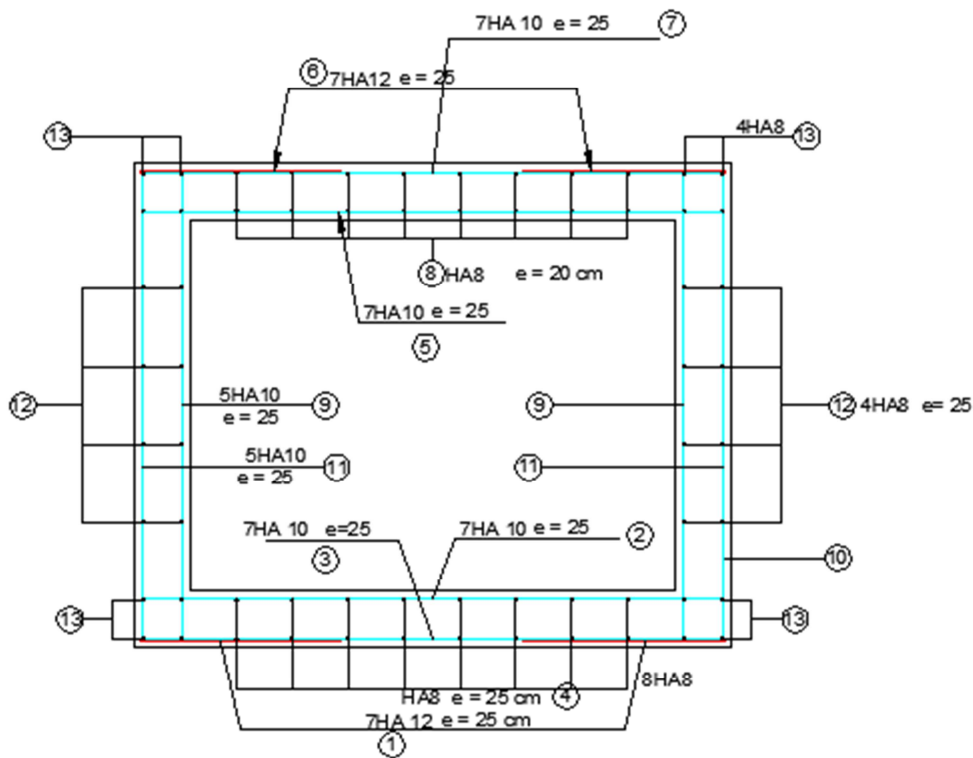


Figure 12: Schéma de ferrailage

2. Dalot cadre (2*2.00*1.50) au PK46+750

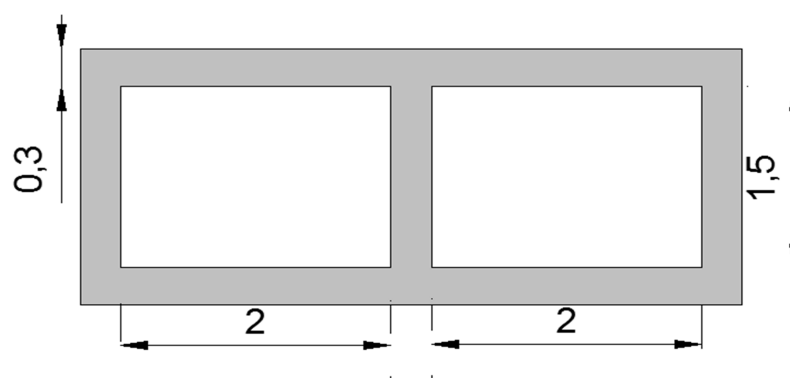


Figure 13: dalot cadre fermé (2*2.00*1.50)

a. Charges permanentes

Dalle supérieure

$$\text{Poids propre}(P_p) = e \times \gamma = 25 \times 0.3 = 7.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Couche de roulement}(P_r) = h_r \times \gamma_r = 0.2 \times 20 = 4 \text{ kN/m}^2$$

$$P_1 = P_p + P_r = 11.5 \text{ kN/m}^2.$$

Radier de fondation

$$\text{Dalle supérieur + couche de roulement} = 11.50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Piédroits} : ((0.30 \times 1.50 \times 25 \times 3) \times 1/4.90) = 6.89 \text{ kN/m}^2$$

$$P_2 = 18.39 \text{ kN/m}^2.$$

Piédroits

$$\text{Surcharge du remblai} : Q = 10 \text{ kN/m}^2 \quad k_a = 0.33 \quad \delta_q = 1.20$$

$$P_3 = 20 \times 0.15 \times 0.33 + 10 \times 1.20 \times 0.33 = 4.059 \text{ kN/m}^2.$$

$$P_4 = 20 \times 0.15 + 1.8 \times 0.33 + 10 \times 1.20 \times 0.33 = 16.83 \text{ kN/m}^2.$$

b. Surcharges routières sur le tablier

✚ Système A

$$q(L) = \sup \{ a_1 \cdot A(L) ; (4 - 0.002L) \}$$

L : longueur chargée

.a1 : étant le degré de dégressivité transversale donné dans le tableau en fonction de la classe (première classe car $L_r=7$) et des nombres de voies ($n=2$). Après lecture du tableau on a $a_1 = 1$

$$A(L) = 2.3 + \frac{360}{(L_c + 12)} = 2.3 + \frac{360}{(7 + 12)} = 21.25 \text{ kN/m}^2; 4 - 0.002L = 3.99 \text{ kN/m}^2$$

$$q(L) = 21.25 \text{ kN/m}^2$$

Soit Q_A la charge du système A

$$a_2 = \frac{v_0}{v} \text{ avec } v_0 = 3.5 \text{ car classe 1}$$

$$a_2 = 1.17$$

$$Q_A = 1.2 \times 1.17 \times 21.25 = 29.8 \text{ kN/m}^2$$

$$\mathbf{Q_A = 29.8 \text{ kN/m}^2}$$

Système Bc

On considère pour ce système les essieux arrière d'un camion, posés sur une travée, dans la situation la plus défavorable.

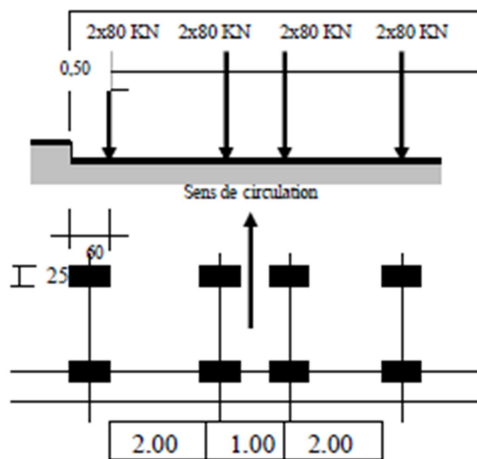


Figure 14: Elément du sous-système Bc (F61)

Répartition à 45°

$$t_x = 1.35 + 2 \times 0.20 + 0.25 + 0.30 = 2.30 \text{ m.}$$

$$t_y = 5.00 + 2 \times 0.20 + 0.60 + 0.30 = 6.30 \text{ m.}$$

Coefficient à affecter au système Bc est $bc=1.10$

Coefficient de majoration dynamique

$$\delta = \frac{0.4}{1 + 0.2L} + \frac{0.6}{1 + 4P/S}$$

$L=2.30m$ $P=379.50kN$ $S=80 \times 8=640kN$ $\delta = 1.419$

P_5 représente la charge d'exploitation de la dalle et P'_5 celle du radier

$$P_5 = \left(\frac{640 \times 1.20}{2.30 \times 6.30} \right) \times 1.419 = 75.21 kN/m^2.$$

$$P'_5 = \left(\frac{640 \times 1.20}{6.90 \times 10} \right) \times 1.419 = 15.79 kN/m^2.$$

 **Système Bt**

Pour ce système, on dispose de tandems à deux essieux sur notre ouvrage. Chaque essieu pèse 160kN ce qui au total donne une charge de 640kN sur le dalot.

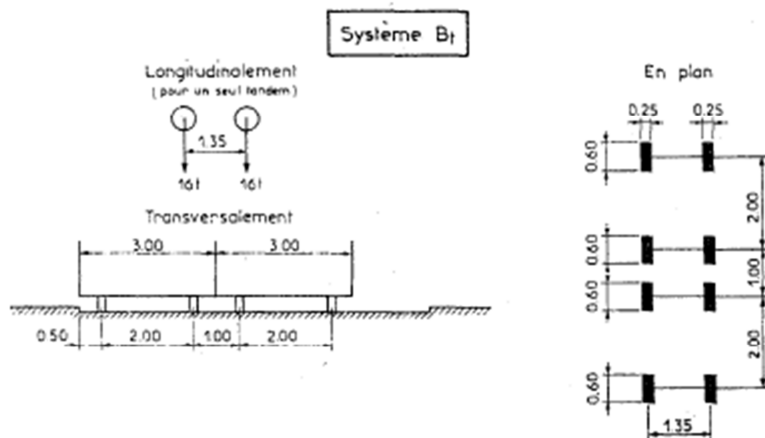


Figure 15: Elément du sous-système Bt (F61)

La charge totale du système est $Q=160 \times 4=640kN$

La surface d'influence est de $S=1.6 \times 5.3=8.48m^2$

Charge surfacique engendrée $q = \frac{640}{8.48} = 75.47 kN/m^2$

On a $B_t = b_t \times q$ avec b_t coefficient de pondération (pont 1classe)=1.00

$$B_t = 1.00 \times 64 = 64 kN/ml$$

Soit Q_B la charge du système B

$$Q_B = \gamma_q \times \delta \times \max(B_C; B_T)$$

$$\delta = \text{Max} \begin{cases} 1 + \frac{0.4}{1 + 0.2L} + \frac{0.6}{1 + 4\frac{G}{S_c}} \text{ avec } S_c = 480 \\ 1 + \frac{0.4}{1 + 0.2L} + \frac{0.6}{1 + 4\frac{G}{S_t}} \text{ avec } S_t = 640 \end{cases}$$

$$\delta = \text{Max} \begin{cases} 1.381 \\ 1.408 \end{cases}$$

c. Détermination des efforts et sollicitations

Ils seront déterminés selon les formules découlant des équations des trois moments. Pour les cas des surcharges routières, selon le principe des lignes d'influence, on chargera les travées appropriées pour obtenir suivant les sections considérées, les effets les plus défavorables.

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous (voir Annexe pour les détails de calcul) :

Sollicitations									
	Moments sur appuis et en travées (kN.m)						Réaction sur appuis (kN)		
		M_A	M_{AB}	M_B	M_{BC}	M_C	R_A	R_B	R_C
Tablier	Charge permanente	0	4.28	-7.60	4.28	0	9.92	33.06	9.92
	Charge d'exploitation	0	27.97	-49.73	27.97	0	64.87	216.23	64.87
Radier	Charge permanente	0	6.84	-12.16	6.84	0	15.86	52.87	15.86
	Charge d'exploitation	0	5.87	-10.44	5.87	0	13.62	45.40	13.62
Piédroits externe	Charge permanente	15.86	-	-	-	-	-	-	15.86
	Charge d'exploitation	64.87	-	-	-	-	-	-	64.87
Piédroits	Charge	52.87	-	-	-	-	-	-	52.87

interne	permanente								
	Charge d'exploitation	216.13	-	-	-	-	-	-	216.13
Piédroits (force de freinage)		43.2	-	-	-	-	-	-	43.2

Tableau 19: Récapitulatif des moments et des réactions

d. Calcul des armatures

Les résultats de calcul effectué sont consignés dans le tableau ci-dessous (voir annexe pour les détails de calcul

Parties d'ouvrages	Dalle supérieure		Radier		Piédroits	
	Abouts A&B	Travée B&C	Abouts A&D	Travée A&D	Interne	Externe
Section	B=1.00m	H=20cm	B=1.00	H=20cm	B=1.00m	h=30cm
Moment ELS (kNm)	67.276	37.84	24.09	13.88	48.81	
Section d'aciers nécessaires (cm ²)	9.99	5.51	3.58	3.08	5.2/face	3.23/face
Section d'aciers minimale (cm ²)	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26/face	3.26/face
Aciers principaux	HA14	HA14	5HA10	5HA10	5HA12/face	5HA10/face
Aciers de répartition	HA10 .e=20cm	HA8 .e=20cm	HA10 .e=20cm	HA8 .e=30cm	HA10 .e=20cm	HA10 .e=20cm

Tableau 20: Récapitulatif des armatures

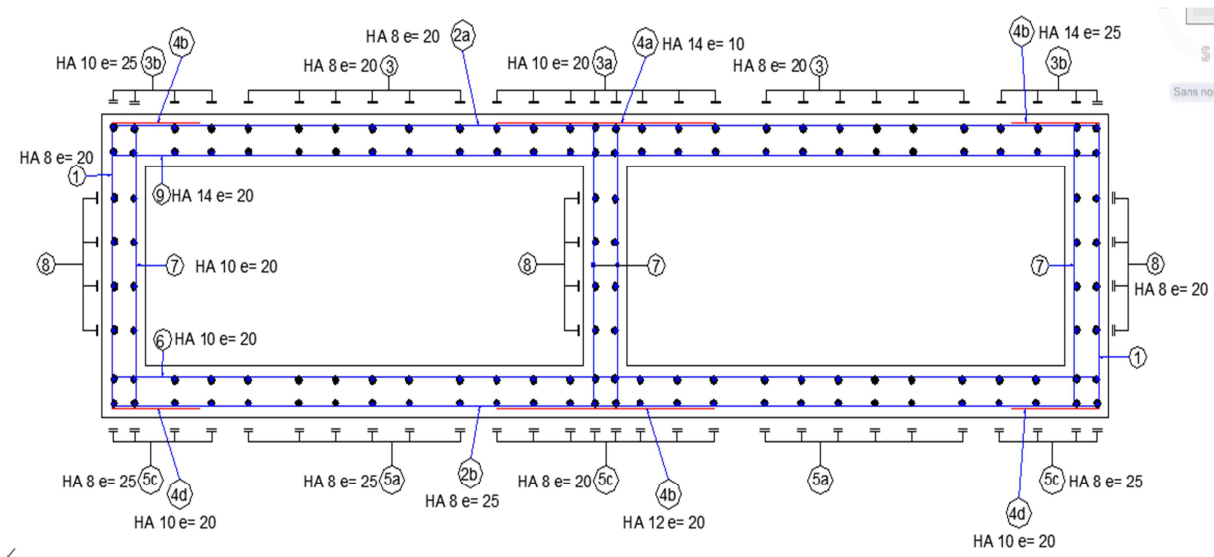


Figure 16: Schéma de ferrailage

VII. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

La réalisation d'une route engendre un certain nombre d'effets, directs ou indirects, temporaires ou permanents sur les milieux récepteurs. Ces effets se traduisent ou non par des modifications de l'environnement allant de simples perturbations à des modifications profondes, voire à des destructions de milieux et d'espèces suivant la vulnérabilité de ces milieux.

L'impact d'un projet dépend à la fois de l'ampleur de l'effet et de la vulnérabilité du milieu récepteur. Il s'apprécie donc par rapport à un état initial précis du site.

L'identification et l'analyse des impacts du projet se feront selon l'approche méthodologique suivante :

- l'identification des composantes environnementales affectées ;
- l'identification des impacts positifs et négatifs

A. ANALYSE DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU PROJET

1. Cadre institutionnel et réglementaire des EIES au Benin

En application du décret n°2001-235 du 12 juillet 2001 portant organisation de la procédure d'étude d'impact sur l'environnement en république du Bénin, toute programmation de travaux routiers devra porter une attention particulière sur les impacts environnementaux. Ainsi tout travail d'entretien (courant ou périodique), de réhabilitation, d'aménagement et de construction devra systématiquement faire l'objet d'une évaluation environnementale.

Le présent projet, selon la longueur et la largeur de l'emprise des tronçons de route, les zones écologiques sensibles traversées, conformément aux politiques et directives nationales et à celles de la banque Mondiale, sera classé dans la catégorie des projets soumis à une EIES approfondie.

2. Catégories d'impacts négatifs liés aux travaux

a. Impact sur l'environnement physique

Emission de poussières et de gaz d'échappement : les opérations de décapage et de terrassement de la plateforme s'effectuant à l'aide de divers engins et véhicules généreront ainsi une formation localisée de poussière dans l'atmosphère par leurs mouvements de va-et-vient. Les principales émissions gazeuses proviendront des gaz d'échappement des moteurs diesel des véhicules et engins de chantier. Cette pollution est susceptible de générer des maladies pour les riverains très proches des aires de travaux et de provoquer la fermeture temporaire de lieux de travail ou de commerce

Bruit : les bruits engendrés par les camions lors de leur passage pour transporter et déposer les matériaux sur les sites de travaux restent des bruits semi permanents, tandis que ceux des engins de terrassement et de compactage sont des bruits continus pendant les travaux. On assistera donc à une augmentation localisée du niveau de bruit qui affectera les riverains.

Sols et zones d'emprunt : les travaux de construction seront à l'origine d'un tassement des sols qui augmente le coefficient des eaux pluviales sur ces sols. Aussi, pendant les travaux, une attention particulière doit être accordée à ce phénomène pour éviter l'inondation des habitations et des lieux d'activités proches des aires de travaux. De même, une insuffisance

d'entretien et de maintenance des engins et véhicules de travaux induit fréquemment des déversements accidentels d'hydrocarbures qui peuvent être à l'origine de la pollution des sols.

b. Impact sur le milieu biologique

Impacts sur la végétation naturelle et les plantations : Les zones d'emprise des voies devront être entièrement dégagées de la végétation avec pour résultat la perte permanente de végétation dans ces secteurs. Ces actions entraîneront une destruction de la végétation et de la faune. Les travaux de construction de la route causeront des dommages à la végétation ligneuse et entraîneront l'abattage des arbres existants sur l'emprise.

Impact sur la faune terrestre et aquatique : On note que trois activités principales affecteront significativement la faune, à savoir le déboisement des sites et des zones d'emprunt et le prélèvement d'eau de surface pour les travaux de compactage. Avec le déboisement de l'emprise de la route et dans les zones d'emprunt, disparaîtront les refuges locaux, réserves de nourriture et sites de reproduction de nombreux animaux.

c. Impact sur le milieu humain

Destruction de patrimoine et pertes de revenus : les principaux impacts sur le milieu humain sont directement liés aux activités économiques menées le long de la route. En effet, les travaux de bitumage seront à l'origine de la perte de revenus temporaire ou durable pour les exploitants et/ou les propriétaires de ces installations.

Sécurité des riverains et des usagers : la présence de dizaines de véhicules et le grand trafic présenteront un risque important d'accidents pour les riverains et les usagers. Les blocages fréquents provoqueront des contraintes gênantes pour les usagers et les riverains.

3. Catégories d'impacts liés à l'exploitation de la route

Ce projet produira des impacts locaux assez défavorables. Ces impacts sont relativement dommageables pour l'environnement immédiat du tracé. On peut citer la destruction des sols et de la végétation, les pollutions et la perturbation de la quiétude du voisinage et des usagers.

a. Impact socio-économique lié à l'équipement

La réalisation du projet entraînera une modification plus ou moins importante des conditions de vie des riverains. Des activités traditionnellement implantées le long de la route

seront déplacées sans espoir de réinstallation aux mêmes lieux compte tenu de l'élargissement de l'emprise de l'infrastructure. Il s'en suivra une perte de revenus plus ou moins définitive.

b. Pollutions et nuisances

La proximité de l'infrastructure aux zones d'habitation et de travail engendrera des pollutions et des nuisances pour les riverains. Cependant, compte tenu des prévisions de trafic et du régime des vents sur le parcours, la pollution atmosphérique induite par le projet restera faible.

4. Impacts positifs liés à l'exploitation de la route

L'amélioration des conditions de vie des populations environnantes par l'assainissement de la zone de même que les activités économiques vont se développer aux alentours de la route, contribuant ainsi à la création d'emploi. Ce projet améliorera donc la fluidité routière. Cet impact positif est d'une importance majeure.

B. RECOMMANDATION : MESURES PROPOSEES

L'évaluation des impacts nous a permis de déceler deux types d'impacts aussi bien en phase de construction qu'en phase d'exploitation qui sont : les impacts positifs et ceux négatifs. De ces différents impacts, découlerons des mesures compensatrices qui permettront d'atténuer un temps ces différents impacts. Parmi ces mesures nous avons entre autre :

Qualité de l'air : arrosage du chantier avant et pendant les travaux surtout à proximité des habitats ;

Protection des sols : remettre en état les sols dans les zones d'emprunt et des carrières et de carrières, collecter les déchets solides et liquides. La maintenance des engins sera aussi régulière pour éviter les fuites d'huiles, de carburant ou de bitume ;

Protection des eaux de surface et souterraines : collecter les déchets solides et liquides, confectionner des merlons pour contenir les fuites d'hydrocarbure des motopompes.

Compensation de la végétation détruite : réhabiliter les sites du chantier et réaliser une plantation d'arbres d'alignement ;

Santé et sécurité du publique : mener des campagnes de sensibilisation pour le personnel de chantier sur les IST et le VIH/SIDA, informer et sensibiliser la population locale du

déroulement des travaux et les risques d'accidents qu'y sont associés, signaler adéquatement le chantier, imposer une limitation de vitesse de circulation des engins de chantier, contourner les lieux fréquentés, doter la main d'œuvre d'équipements adéquats, réguler la circulation aux niveaux des zones sensibles par des flags mens;

Faune et microfaune : éviter la destruction d'habitats de faune et de microfaune dans les zones d'emprunts et les carrières ;

Création d'emplois : embaucher la main d'œuvre locale ;

Activités économiques : promouvoir les activités génératrices de revenus (AGR) ;

VIII. SIGNALISATION ET SECURITE

ROUTIERE

La route, pendant et après sa réalisation, doit être munie d'équipements adéquats permettant d'améliorer la sécurité routière d'une part et d'informer et guider les automobilistes d'autre part. C'est dans cette optique que nous allons mettre en place les dispositifs et infrastructures de prescriptions pour assurer la sécurité des usagers.

A. SIGNALISATION ROUTIERE

1. Signalisation horizontale

Elle correspond à l'ensemble des marquages représentés sur la route. Nous avons différentes catégories de marquages qui sont :

- les lignes d'axes ou de rives longitudinales (continues infranchissables, discontinues de délimitation de voies, discontinues d'avertissement, discontinues de guidage, ...) ;
- les marquages de chaussée transversaux (ligne complétant les panneaux « STOP », et « CEDEZ LE PASSAGE », ligne d'effet des signaux) ;
- les autres marquages de chaussée (passages piétons, flèches de sélection, flèches de rabattement) ;
- des marquages des passages cloutés à l'approche des zones d'équipement socio-collectifs (marché, écoles), des zébras, les flèches de direction et de sélection.

Dans le cadre de notre projet nous utiliserons des flèches et les marquages longitudinaux suivants :

- la ligne longitudinale axiale ou de délimitation des voies qui est discontinue (ligne de type T1) lorsque la distance de visibilité de dépassement est supérieure à 400 m et elle est continue lorsque celle-ci est inférieure à 400 m.
- la ligne discontinue d'annonce d'une ligne continue de type T3 ;
- les lignes discontinues de délimitation de la chaussée de type T2 ;
- les lignes de rive discontinues aux approches de certains carrefours de type T'3 ;
- les flèches de rabattement ;
- les flèches directionnelles.

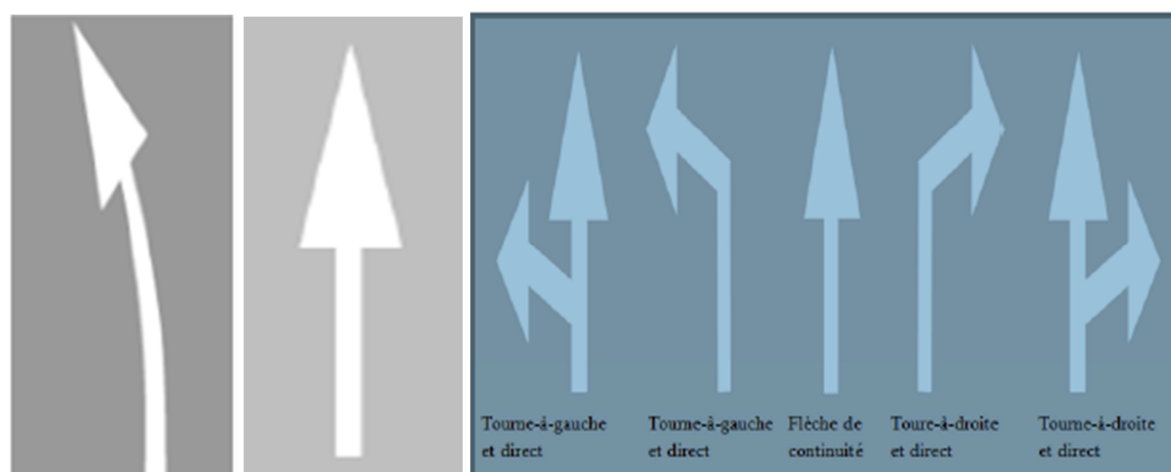


Figure 17: Exemple de flèche directionnelle et de rabattement

Les modulations (lignes plus intervalles) des lignes permettent de définir les longueurs totales des bandes du projet. Trois types de modulation ont été retenus. Ils se distinguent par le rapport des parties pleines (zone de peinture) et des parties vides (zones sans peintures). Les caractéristiques de ces lignes discontinues sont présentées dans le tableau ci-après :

Type de modulation	Longueur du trait(m)	Longueur du vide(m)
T1	3.00	10.00
T2	3.00	3.50
T3	3.00	1.35

Tableau 21: Différentes lignes de marquage horizontal

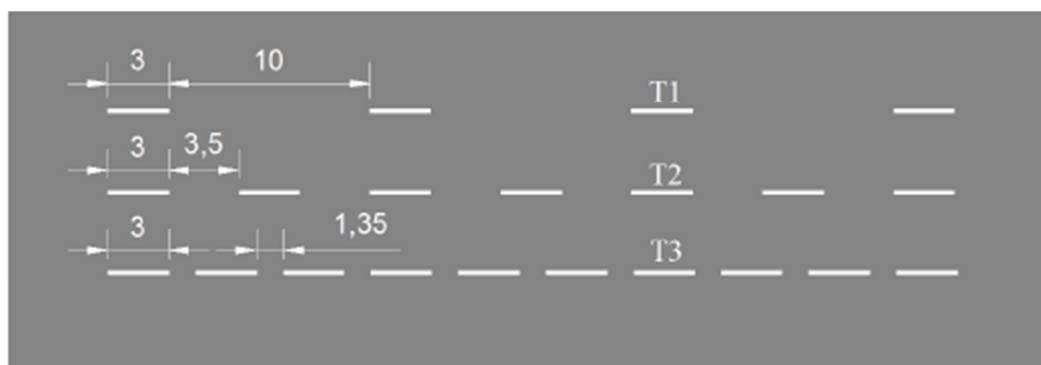


Figure 18: Exemples des lignes retenues

2. Signalisation verticale

a. Signalisation permanente

Dans le cas de notre projet cette signalisation regroupe les panneaux, les balises, les bornes kilométriques servant à informer les usagers :

- des dangers,
- des directions à suivre et des zones d'arrêt obligatoire,

Cinq (05) types de panneaux seront utilisés pour la signalisation verticale. Il s'agit de :

- panneaux de type A : pour la signalisation des ouvrages hydrauliques, des virages dangereux et des ralentisseurs ;
- panneau de type AB : pour la signalisation des intersections et de priorité ;
- panneau de type D : pour la signalisation de direction ;
- panneau de type C : pour les diverses indications ;
- panneau de type EB : la localisation des agglomérations (type EB).



Figure 19: Exemples de panneaux

b. Signalisation temporaire


La signalisation temporaire est celle mise en place pendant la durée des travaux. Elle permet de sécuriser les usagers et les ouvriers en donnant les indications et conduites à tenir lors de la traversée des zones de travaux. Généralement à fond jaune elle contient les messages suivants :

- début chantier / Fin de chantier;
- déviation à gauche/à droite ;
- chaussée rétrécie / route barrée / sortie de camions;
- réduction du nombre de voies libres ;
- risque de chaussée glissante ;
- risque de projection de gravillon.

Pendant les travaux, il est nécessaire de mettre en place des panneaux de signalisation :

- à 200 m à l'entrée de la zone en chantier pour signaler les travaux,
- des panneaux de déviation si possible,
- des panneaux de limitation de vitesse
- dispositif de barrière aux abords des fouilles des ouvrages ;
- des baudriers pour les personnels.

Puisqu'il s'agit d'une route commerciale, il sera aménagé systématiquement des déviations pour ne pas arrêter les activités économiques et une libre circulation des personnes et des biens.

PK du panneau orienté pour l'évolution PK 42+500 vers PK 52+00	Position du panneau pour les deux sens de circulation		Type	Illustration
	Côté gauche	Côté droit		
46+550	Oui	Oui	B14 : Limitation de vitesse	





47+200	Oui	Oui	AB4 : Arrêt	
46+900	Oui	Oui	A13b : Passage pour piéton	
48+00	Oui	Oui	A1b : Virage à gauche	
44+500	Oui	Oui	A1a : Virage à droite	

Tableau 22: Exemples de quelques panneaux à implantés

B. SECURITE ROUTIERE

L'objectif du concepteur dans le domaine de la sécurité est de prémunir au mieux, par l'aménagement proposé, les processus qui conduisent à l'accident. Pour ce faire, il est impératif de tenir compte des exigences de la visibilité, la lisibilité, l'adéquation aux contraintes de dynamique des véhicules, la possibilité d'évitement de récupération, la limitation de la gravité des chocs et de la cohérence de tous les éléments de la route et de l'environnement.

La sécurité devra être assurée sur le chantier pour les ouvriers qui devront être vigilants lors des travaux et disposés des équipements de protection tels que :

- des casques de sécurité ;
- des bottes ;
- des gants ;
- des lunettes de sécurité ;
- des caches nez.....

Au niveau des zones jugées à risque, les dispositifs de sécurité suivants seront mis en place pour protéger les usagers et riverains :

- les bandes d'arrêt d'urgence ;
- les gardes corps ;
- les glissières de sécurité ;

- des bordures de protection de deux-roues.

En plus de ces dispositions citées ci-haut, d'autres mesures contribuant à renforcer la sécurité routière doivent être strictes d'application dont nous citerons entre autres :

- le contrôle technique régulier des véhicules ;
- la formation à la conduite et à l'examen du permis de conduire ;
- l'éducation de tous les usagers de la route à travers les médias ;
- l'éducation routière en milieu scolaire...

IX. ECLAIRAGE PUBLIC

Pour permettre aux usagers de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible, nous mettrons en place un éclairage public en milieu urbain, à partir de l'entrée de FIROU. Cela favorisera pour l'automobiliste la perception et la localisation des points singuliers de la route et des obstacles éventuels. Pour le piéton, il s'agit d'assurer la visibilité distincte des limites de trottoir, des véhicules et des obstacles, et d'éviter les zones d'ombre.

L'éclairage public doit assurer une bonne visibilité qui dépendra :

- du constat entre l'objet à visualiser et le fond ;
- de l'éblouissement dont l'inconfort doit être réduit au strict minimum, la perception des obstacles se faisant le plus souvent par effet silhouette.

Nous adoptons pour ce projet un éclairage public de **Classe B** (éclairage urbain). Les dispositifs d'éclairage seront de type **CANDELABRE à CROSSE**, et seront en **acier galvanisé** avec une protection par peinture extérieure et intérieure selon les règles de l'art. Ce type de candélabre a l'avantage d'avoir une bonne résistance s'ils sont traités correctement. Il s'agira d'un circuit unique d'éclairage de nuit, par tubes fluorescents de puissance 20 lux. Ces dispositifs seront implantés de façon bilatérale (sur les deux côtés de la route), et auront les caractéristiques suivantes :

- hauteur du candélabre $10 \leq H \leq 12$ d'après les publications de l'AFE donc convenons de prendre **H=12 m** ;
- espacement entre foyer : **E=30m**.

X. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DES TRAVAUX

1. Avant métré des cubatures

La cubature est l'évaluation des volumes de terres à remblayer et/ou à déblayer. Cette évaluation est nécessaire pour l'estimation du coût du projet et la réalisation des travaux. Le calcul des cubatures s'obtient grâce à l'établissement du profil en travers type qui sera affecté au tracé de la route. Nous avons utilisé à cet effet le logiciel Piste5, voir annexe3 pour les détails du calcul des cubatures.

Désignation	Remblai	Déblai
Volume compacté (m^3)	98541	7122

Tableau 23: Volume des cubatures

La différence de ces deux volumes nous donne $91419m^3$. On constate que le volume de remblai est largement supérieur au volume de déblai. Cela pourrait s'expliquer par le relief accidenté du terrain naturel en général et particulièrement au niveau des bas-fonds qui nécessite de grands remblais.

2. Avant métré des ouvrages en béton armée

Pour déterminer la quantité de béton dans un dalot, nous allons déterminer la quantité de béton dans :

- Un piédroit : $V_p = l_p \times L_p \times e_p$ ou l_p =largeur du piédroit ; L_p =longueur du piédroit et e_p =épaisseur
- Le radier et le tablier : $V_R = l_R \times L_R \times e_D$
- Les guides roues : $V_G = (l_G \times h_G \times e_G) \times 2$

La quantité du béton dans le dalot est la somme des différents volumes ci-dessus d'où :

$$V_{pratique} = (V_p + V_R + V_G)5\% + (V_p + V_R + V_G)$$

Désignation	Tablier	Radier	Piédroits	Guides roues	Volume
Dalot (100*100)	2	2	6	0.28	8.694
Dalot (2.00*1.50)	4	4	6	0.48	15.004
Dalot (2*2.00*1.50)	12.9	12.9	13.5	1.47	42.8085
Volume	18.9	18.9	25.5	2.23	66.5065

Tableau 24: Volume de béton

La quantité d'acier quant a elle est calculée suivant un ration de **100kg/m³**. Le cumul des volumes de béton armé étant de **66.5065m³**, ce qui donne une quantité d'acier de **6650.65 kg** soit **6700kg**

3. Devis quantitatif et estimatif

L'évaluation estimative est un document présentant les prix des ouvrages à réaliser, détaillés dans les devis descriptifs et quantitatifs. Pour ce qui nous concerne, le devis quantitatif s'effectuera selon les postes suivants :

N°	DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE HTVA en FCFA	SOUS TOTAL HTVA en FCFA
	SERIE 100: INSTALLATION GENERALE DE CHANTIER				
101	Installation de chantier et repli chantier	Fft	1	5% MTHT	203 436 304
102	Déploiement et redéploiement des engins	Fft	1	3% MTHT	122 061 782
	Sous total 100				325 498 086
	SERIE 200: Préparation du terrain				
201	Abattage d'arbres de circonférence sup à 1m	u	20	50000	1000000
202	Débroussaillage et Nettoyage de l'emprise	m ²	255225	150	38283750
203	Démolition des ouvrages existants en BA	m3		130000	5200000
204	Démolition des ouvrages d'art existants	u	40	600000	600000
205	Travaux de purges	m3	1	8500	1700000
	Sous total 200		200		46783750
	SERIE 300: TRAVAUX PRELIMINAIRES TERRASSEMENTS GENERAUX				
301	Décapage terre végétale	m3	10209	700	7146300
302	Déblais meubles mis en dépôt définitif	m3	7122	3500	24927000

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE POUR L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE DJOUGOU-BANIKOARA (REPUBLIQUE DU BENIN) : TRONCON KPERE-NASSOU

303	Déblais en terrain rocheux mis en dépôt définitif	m3	2000	12000	24000000
304	Déblais meubles mis en dépôt provisoire	m3	5230	3000	15690000
	Remblai ordinaire provenant de dépôt provisoire		35731,5	3500	125060250
305	Remblai ordinaire provenant d'emprunt	m3	198513	5000	992565000
306	Finition de la plate-forme	m ²	102 800	1000	102800000
307	Plus-value de transport au prix 205 au-delà de 5km	m3*km		100	
	Sous total 300				1292188550
	SERIE 400: Corps de Chaussée				
401	Couche de fondation en graveleux latéritique naturel	m3	15313,3	20000	306266000
402	Couche de base en graveleux latéritique amélioré au concassée	m3	20420	45000	918900000
403	Couche de base en graveleux latéritique naturel	m3	14689	20000	293780000
404	Couche d'imprégnation	m ²	71 463	800	57170400
405	Couche d'accrochage	m ²	716	850	608600
406	Revêtement en Béton bitumineux 0/10 (ep 5cm)	m3	3 575	200000	715000000
	Sous total 400				2291725000
	SERIE 500 : Ouvrages d'assainissement				
501	Béton de propreté dosé à 150kg/m3	m3	10	65000	650000
502	Béton armé dosé 350kg/m3	m3	67	225000	15075000
503	Garde-corps pour ouvrage	ml	26	90000	2340000
504	Acier	kg	6700	1000	6700000
505	Déblai de fouilles	m3	3402	10360	35244720
506	Pont à poutre en béton armé	ml	12	30000000	360000000
507	Perrés maçonnés	m ²	10	100000	1000000
	Sous total 500				421009720
	SERIE 600 : SIGNALISATION				
601	marquage de chaussée	m ²	2 800	15000	42000000
602	panneaux de signalisation type A,B ou C	u	19	175000	3325000
603	panneaux de signalisation type AB	u	10	215000	2150000
604	Glissières de sécurité	ml	18	200000	3600000
	Sous total 600				51075000
	SERIE 700 : ECLAIRAGE PUBLIC				
701	Candélabre à simple foyer avec équipement de pose complet	u	14	425000	5950000
	Sous total 700				42000000
	SERIE 800 : Mesures sociales et environnementales				
801	Remise en état des aires de stockage	Fft	1	2500000	2 500 000

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE POUR L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE DJOUGOU-BANIKOARA (REPUBLIQUE DU BENIN) : TRONCON KPERE-NASSOU

802	Remise en état des zones d'emprunts de matériaux et de carrière	u	3	2500000	7500000
Sous total 800					10 000 000
SERIE 900 : Mesures sociales et environnementales					
901	Plantation d'arbres d'embellissement, d'ombrage, brise-vents	Fft	1	3% MHT	137528287,7
Sous total 900					137 528 288
MONTANT TOTAL HTVA (FCFA)					4 617 808 394
TVA (FCFA) 18%					831205510,9
MONTANT TOTAL TOUTES TAXES COMPRISES (FCFA)					5 449 013 905

Arrêté le présent devis estimatif à la somme de **Quatre milliards six cent dix-sept millions huit cent huit mille trois cent quatre-vingt-quatorze F CFA (4 617 808 394 F CFA)**.

Ref	Désignation des travaux	Montant (F.CFA)
100	Installation	325 498 086
200	Préparation du terrain	46 783 750
3000	Terrassement généraux	1 292 188 550
400	Corps de chaussée	2 291 725 000
500	Ouvrages d'assainissement	421 009 720
600	Signalisation et sécurité	51 075 000
700	Eclairage public	42 000 000
800	Mesures sociales et environnementales	147 528 288
	Total général hors TVA	4.617.808.394
	TVA (18%)	831205510.9
	Imprévu (3%)	138534251.82+
	Total TTC travaux	5 449 013 905

Le coût du projet s'élève à environ Cinq milliards quatre cent quarante-neuf millions treize mille neuf cent cinq FCFA TTC (5 449 013 905 FCFA)

CONCLUSION

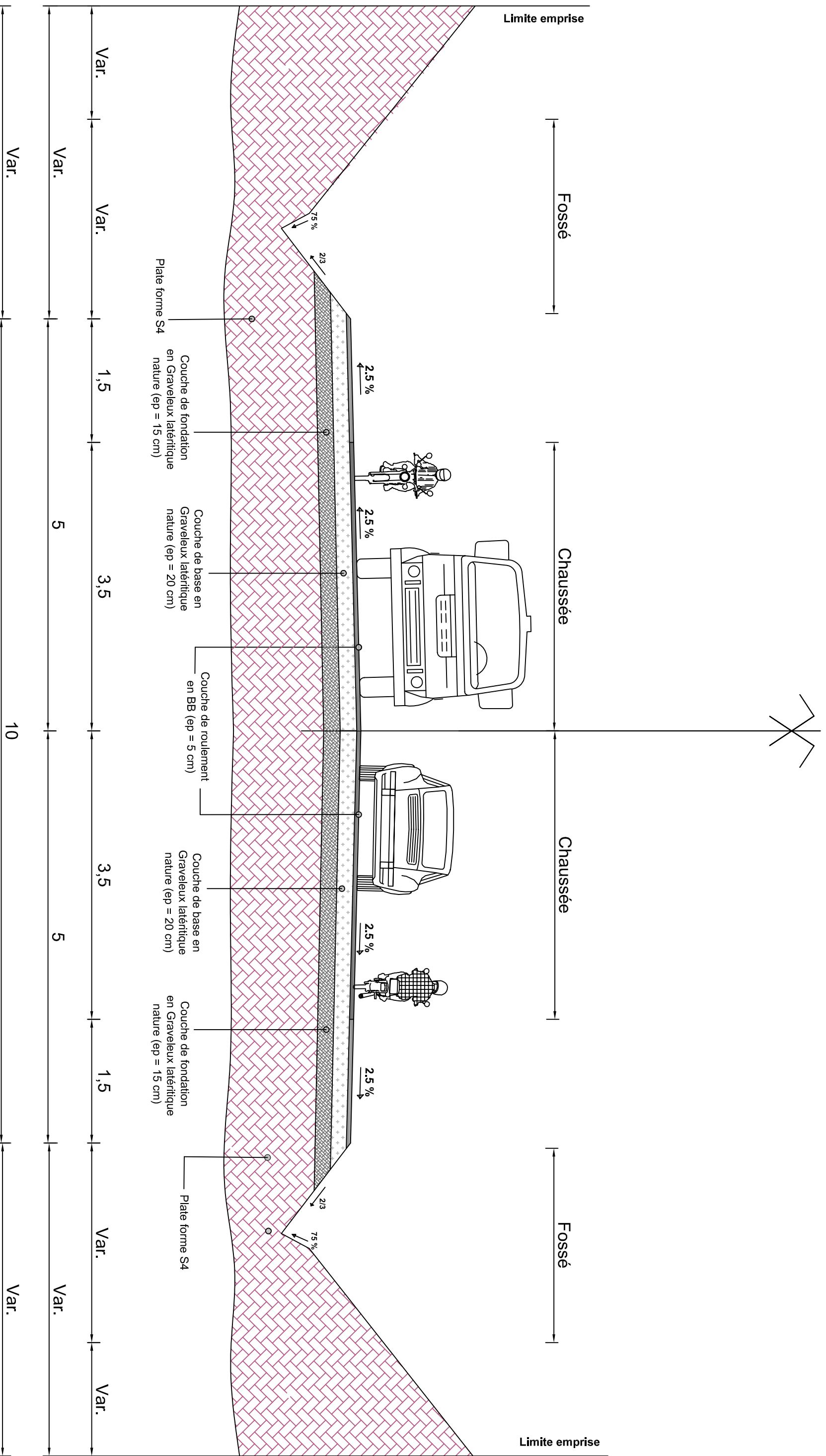
Les différentes études menées dans le cadre de ce projet de construction et de bitumage de **la route Djougou-Banikoara** nous ont permis d'aboutir à la proposition d'infrastructures répondant aux normes établies et en adéquation avec les exigences des termes de référence. Nous avons fait des propositions techniques sur la géométrie routière, la structure de chaussée, les infrastructures d'assainissement de la route, la signalisation routière. Tout au long de cette étude, notre souci était de proposer un projet économique, facilement réalisable, respectant les critères environnementaux, et surtout de grande qualité. Ce projet m'a permis d'être confronté à la réalité du traitement d'une affaire en bureau d'études avec les aléas que cela comporte, de toucher à tous les domaines d'un projet routier et d'appliquer un certain nombre de notions techniques vues durant mon cursus. Ainsi le coût de ce projet s'élève à environ **Cinq milliards quatre cents quarante-neuf millions treize mille neuf cent cinq FCFA TTC (5 449 013 905 FCFA)**

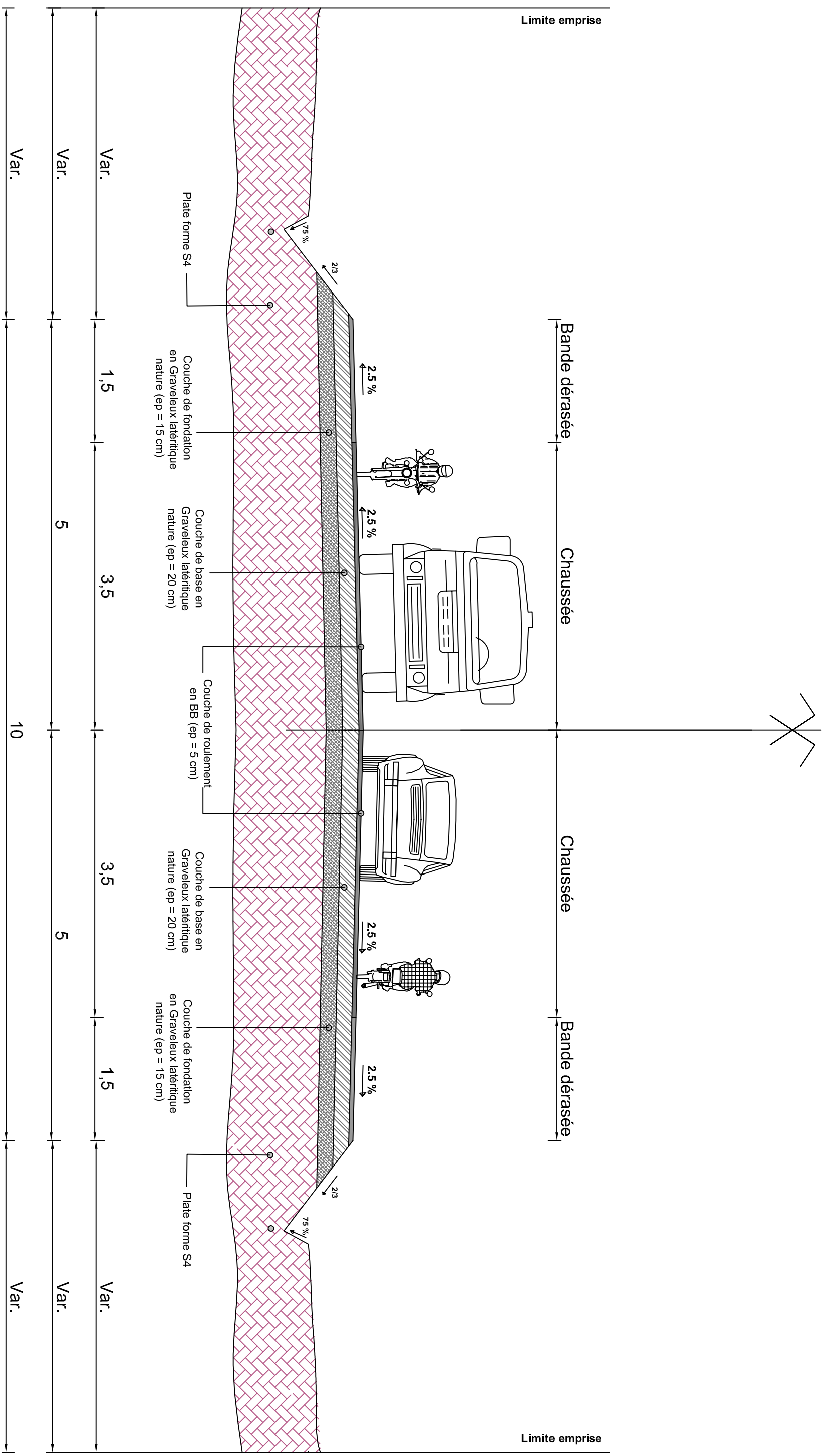
BIBLIOGRAPHIE

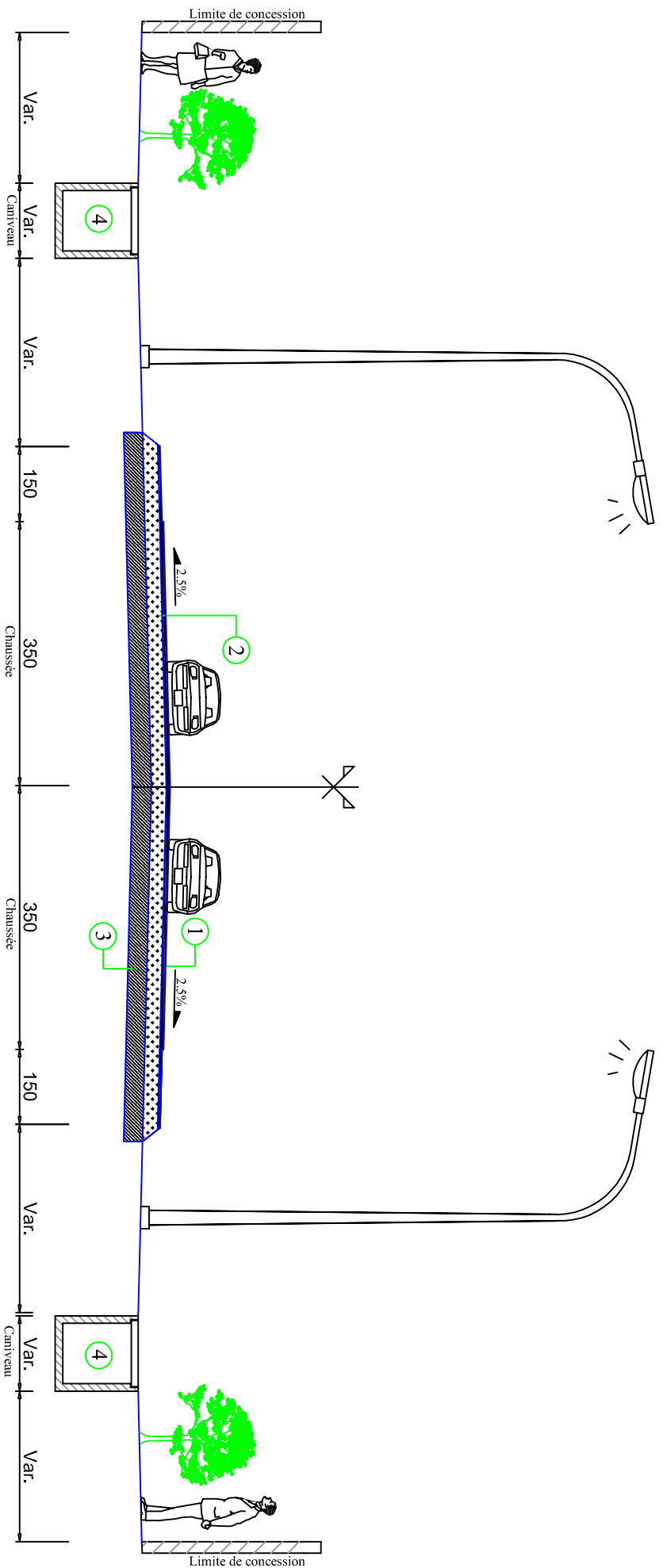
- ✚ Fascicule N°62 – titre V du CCTG : Règles techniques de conception et de calculs des fondations des ouvrages de génie civil ;
- ✚ Projet et construction des ponts de Jean-Armand CALGARO.
- ✚ Hydrologie générale KARAMBIRI 2010 ;
- ✚ Cours hydraulique routière de BIAOU septembre 2010 ;
- ✚ ARP (Aménagement des Routes Principales) ;
- ✚ Guide Pratique de Dimensionnement des Chaussées dans les Pays Tropicaux’’ du CEBTP, édition 1980 Ministère de la Coopération Française ;
- ✚ Conception et dimensionnement des structures de chaussée du SETRA ;
- ✚ B.A.E.L. 91 modifié 99 ;
- ✚ Fascicule N°62 du CCTG – Titre I – Section I : Règles Techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages et construction en béton armé suivant la méthode des états limites –BAEL 91 révisé 99 ;
- ✚ Fascicule N°61 du CCTG : Conception, calcul et épreuves des ouvrages d’art, Titre II : Programme de charge et épreuves des ponts routes ;
- ✚ Cours Etude d’impact environnemental et social de Mr Marcelin Kouakou 2013 ;

ANNEXES

Annexe 1 : Profils et Plans de la route







- ① -Couche de revêtement ép. 5cm
- ② -Couche de base en graveleux latéritique ép. 20cm
- ③ -Couche de fondation en graveleux latéritique ép. 15cm
- ④ -Cantiveaux de dimensions variable



REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
ET DES TRAVAUX PUBLICS
SECRETARIAT GÉNÉRAL



Boris Arnaud Lancina BADO
MEMOIRE DE FIN
D'ETUDE EN VUE DE
L'OBTENTION DU MASTER
D'INGENIERIE OPTION
GENIE CIVIL

Entreprise

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEES POUR
L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
DIOUGOU - BANIKOARA : TRONÇON SORTIE DE
KPERE(PK42+500) - ENTREE DE NASSOU(PK52+000)

PLAN-D'EXECUTION
TRACE-COMBINE
PLANCHE-1

Echelle : H:1/1000
Echelle : V :1/100

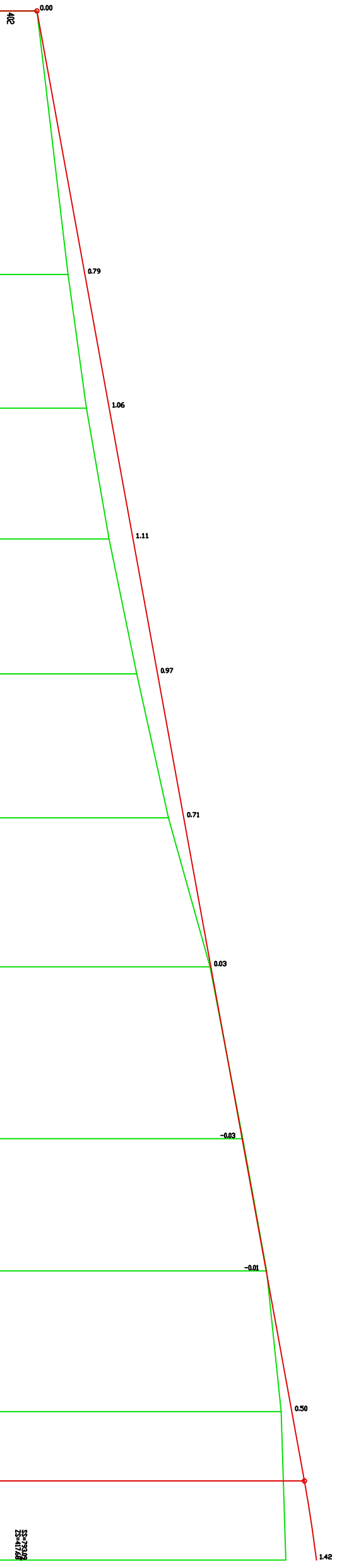
Page N° : 1 sur 7

AXE L.PIS

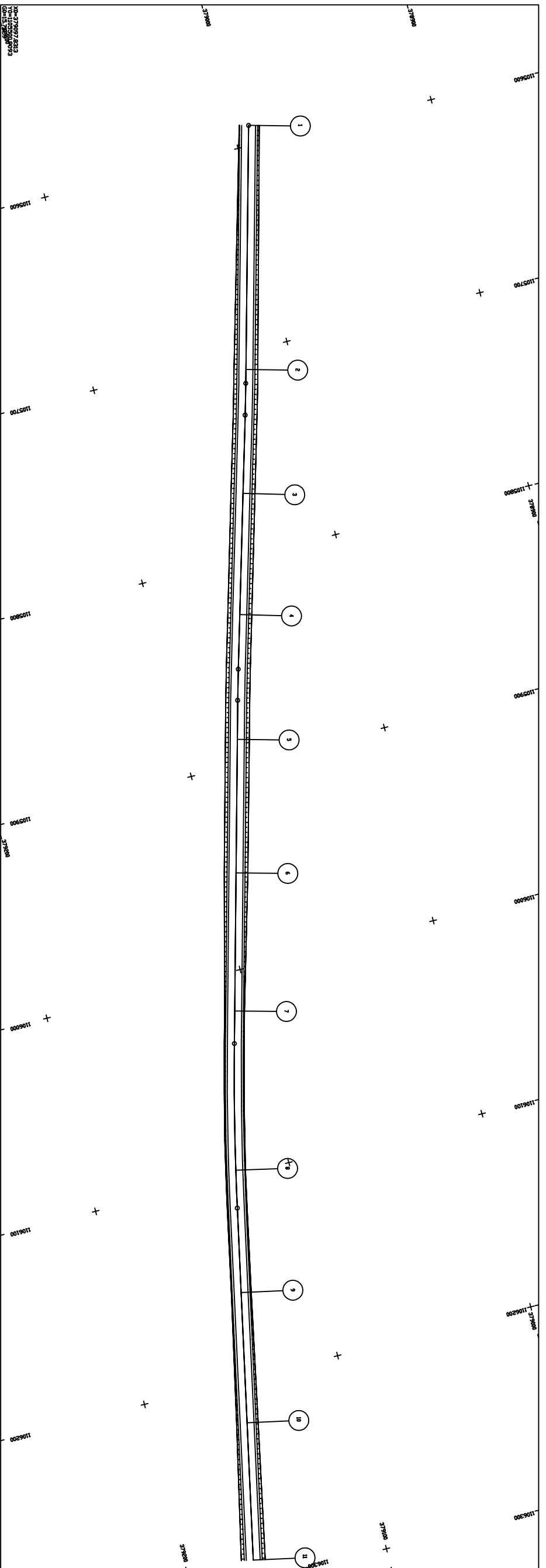
LIBRE L. 3998

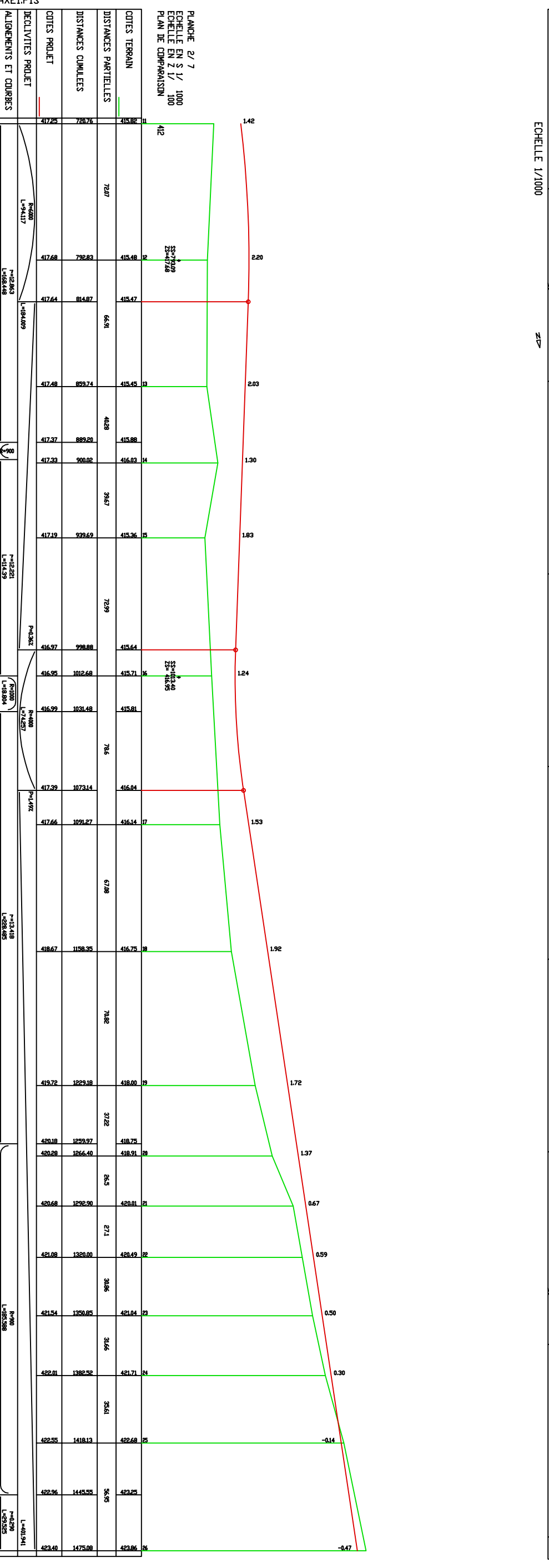
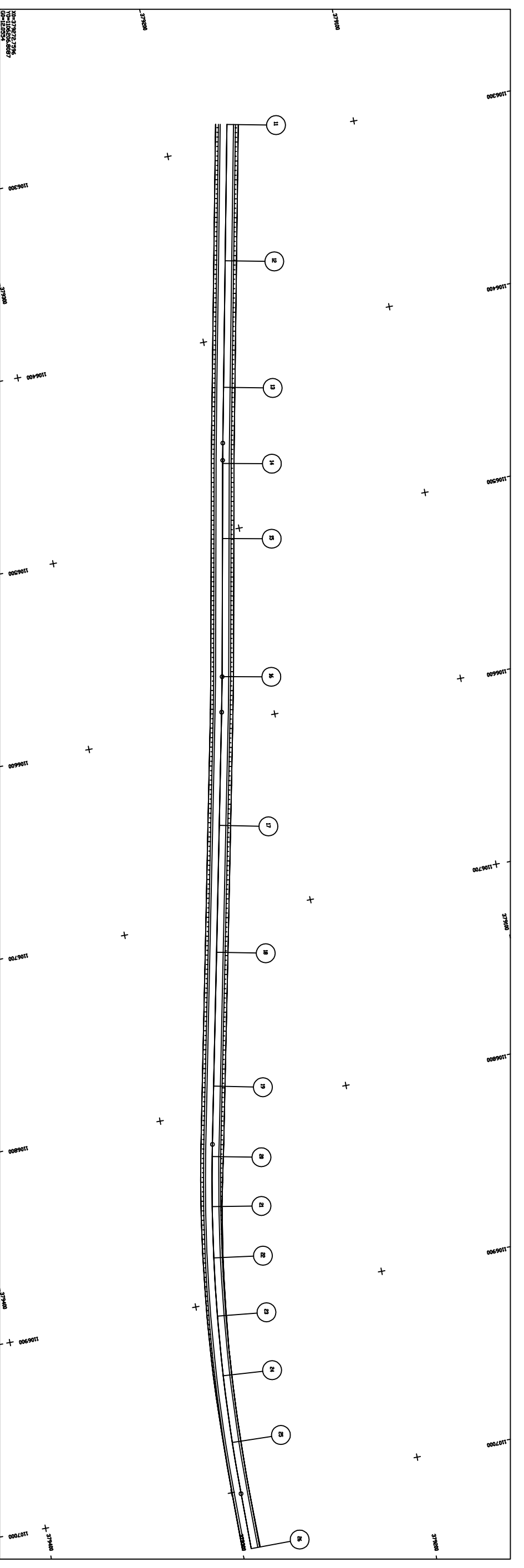
ALIGNEMENTS ET COURBES	DECLIVITES PROJET	COTES PROJET	DISTANCES CUMULEES	DISTANCES PARTICELLES	COTES TERRAIN
R=1482 L=16,442 L=15,925	0,79	406,48 406,60 406,89	0,00 122,60 129,54	322,6	407,00 405,69 405,79
R=1000 L=15,925	1,06	406,89	145,46	62,21	406,01
R=17476 L=17,649	1,11	408,72	245,67	68,86	405,55
R=98 L=15,925	0,97	409,22 409,50 409,86	273,13 288,75 308,40	62,73	407,60 408,17 408,49
R=16,371 L=17,649	0,71	411,08	375,46	67,96	408,99
R=1300 L=18,249	0,03	412,34 412,64	444,78 461,14	69,31	410,36 412,30
R=1300 L=18,249	-0,62	413,79 414,14	524,71 543,79	79,93	412,30 412,61
R=12863 L=17,649	-1,01	414,91	586,24	61,53	413,82
R=6200 L=16,442	0,50	416,69	683,52	63,49	414,93
R=6200 L=16,442	1,42	417,25	720,76	60,83	415,60
					415,71
					415,88
					415,88

PLANCHE 1/ 7
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 100
PLAN DE COMPARAISON



ECHELLE 1/1000





AXELPIS

COTES TERRAIN	COTES PROJET	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	DECALVITES PROJET	ALIGNEMENTS ET COURBES
415.82	417.64	72.07	72.07	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
415.48	417.68	64.91	136.98	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
415.47	417.64	64.91	201.89	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
415.45	417.48	42.88	244.77	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
415.88	417.37	42.88	287.65	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
416.03	417.33	39.67	327.32	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
415.36	417.19	39.67	366.99	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
415.36	416.97	72.99	439.98	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
415.71	416.95	72.99	512.97	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
415.81	416.95	78.6	591.57	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
416.04	417.39	78.6	670.17	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
416.14	417.66	67.98	738.15	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
416.75	418.67	67.98	806.13	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
418.00	419.72	37.22	843.35	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
418.75	420.18	37.22	880.57	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
418.91	420.29	86.5	967.07	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
420.0	420.68	86.5	1053.57	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
420.49	421.08	27.1	1080.67	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
420.49	421.08	27.1	1107.77	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
421.04	421.54	30.96	1138.73	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
421.71	422.01	30.96	1169.69	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
421.71	422.01	30.61	1200.30	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
422.68	422.55	30.61	1230.91	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
422.68	422.55	36.95	1267.86	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448
423.28	423.40	36.95	1304.81	R=4000 L=394.17	P=12.863 L=168.448

PLANCHE 2/7
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON

REPUBLIQUE DU BENIN
 MINISTÈRE DES TRANSPORTS
 ET DES TRAVAUX PUBLICS
 SECRETARIAT GÉNÉRAL

ZIE
 Boris Arnaud Lancina BADO
 MEMOIRE DE FIN
 D'ETUDES EN VUE DE
 L'OBTENTION DU MASTER
 D'INGENIERIE OPTION
 GENIE CIVIL

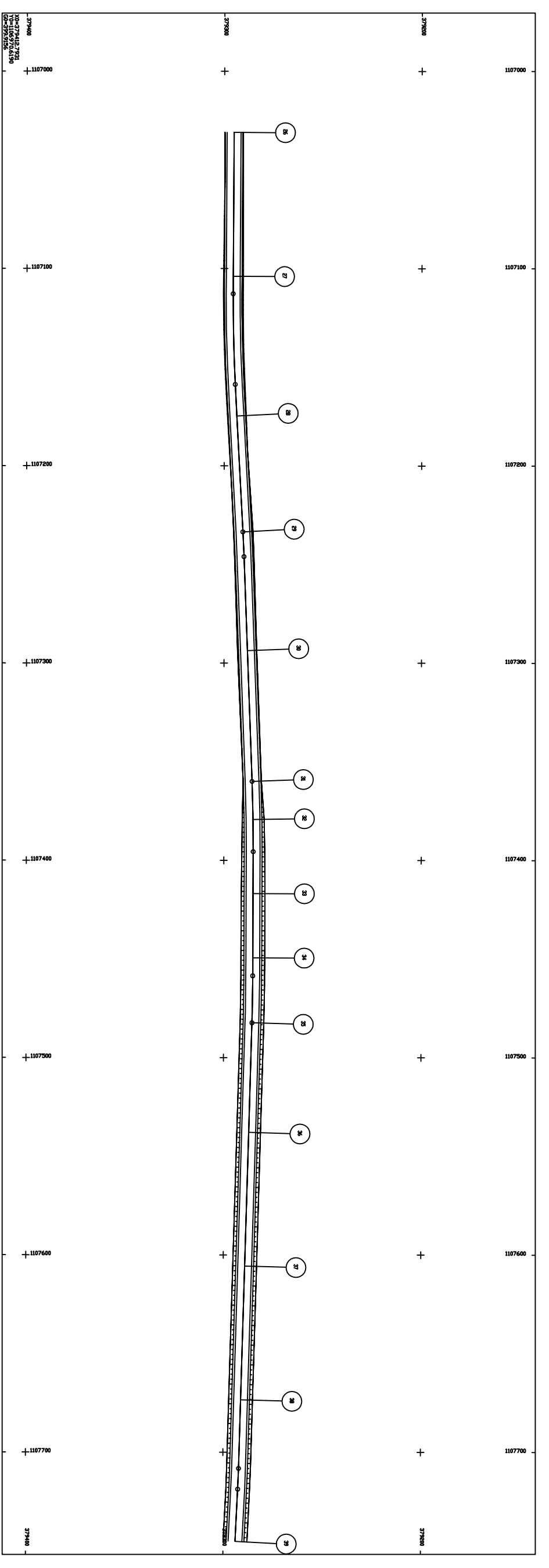
Entreprise

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEES POUR
 L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
 DJOUGOU - BANIKOARA : TRONÇON SORTIE DE
 KPERE(PK42+500) - ENTREE DE NASSOU(PK52+00)

PLAN-D'EXECUTION
 TRACE-COMBINE
 PLANCHE-1

Echelle : H:1/1000
 Echelle : V :1/100

Page N° : 2 sur 7



ECHELLE 1/1000

± 0

PLANCHE 3/ 7
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON

ALIGNEMENTS ET COURBES	DECLIVITES PROJET	COTES PROJET	DISTANCES CUMULEES	DISTANCES PARTIELLES	COTES TERRAIN
1107000	-4.47	424.36	0	7393	424.36
1107100	-6.60	424.49	1348.01	7088	424.49
1107200	-6.27	424.62	1536.87	7088	424.62
1107300	0.10	424.75	1602.86	30879	424.75
1107400	0.04	424.88	1618.89	6023	424.88
1107500	0.25	425.01	1634.92	6423	425.01
1107600	1.59	425.14	1650.95	3261	425.14
1107700	2.10	425.27	1666.98	3261	425.27
1107800	2.34	425.40	1683.01	3261	425.40
	2.14	425.53	1699.04	6776	425.53
	1.88	425.66	1715.07	6783	425.66
	1.55	425.79	1731.10	7186	425.79
	0.90	425.92	1747.13	7186	425.92

1107000

1107800

REPUBLIQUE DU BENIN
 MINISTERE DES TRANSPORTS
 ET DES TRAVAUX PUBLICS
 SECRETARIAT GENERAL

ZIE
 Boris Arnaud Lancina BADO
 MEMBRE DE FIN
 DETENUES EN VUE DE
 L'OBTENTION DU MASTER
 D'INGENIERIE OPTION
 GENIE CIVIL

Entreprise

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEES POUR
 L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
 DJOUGOU - BANIKOARA : TRONÇON SORTIE DE
 KPERE(PK42+500) - ENTREE DE NASSOU(PK52+00)

PLAN-D'EXECUTION
 TRACE-COMBINE
 PLANCHE-1

Echelle : Hz:1/1000
 Echelle : V :1/100
 Page N° : 3 SUR 7

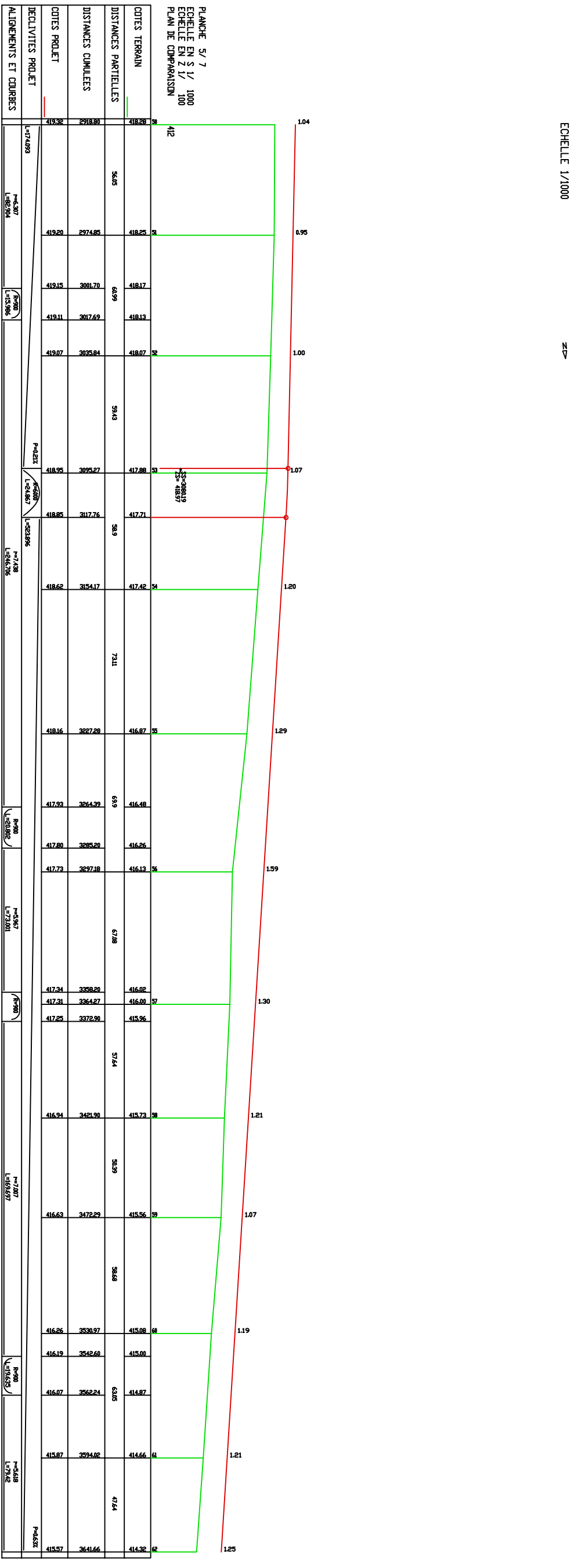
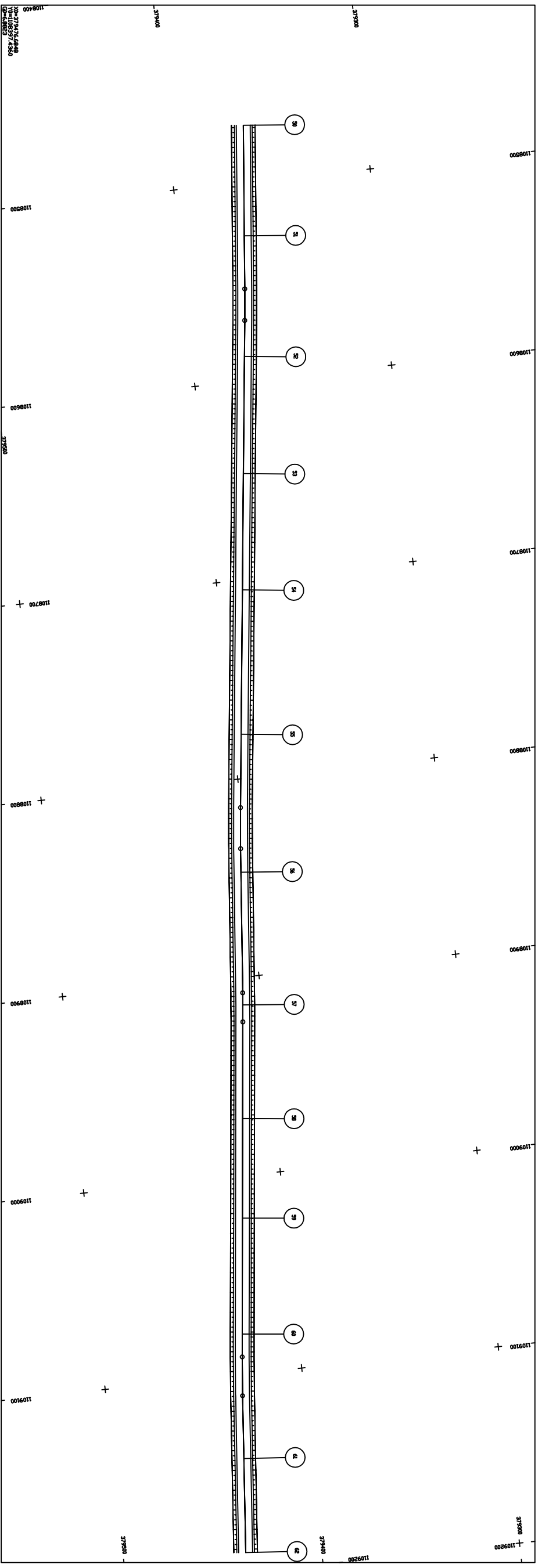


PLANCHE 5/7
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON

COTES TERRAIN	COTES PROJET	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	DECLIVITES PROJET	ALIGNEMENTS ET COURBES
418.22	419.20	56.45	56.45		L=171.4993
418.17	419.20	64.99	121.44		L=62.507
418.13	419.20	64.99	186.43		L=62.507
418.07	419.20	59.43	245.86		R=300
417.88	419.20	30.25	276.11		L=153.986
417.71	419.20	38.9	315.01		R=300
417.42	419.20	38.9	353.91		L=171.4993
416.87	419.20	63.9	417.80		L=62.507
416.48	419.20	63.9	481.70		L=62.507
416.25	419.20	67.88	549.58		R=300
416.13	419.20	67.88	617.46		L=171.4993
416.13	419.20	57.44	674.90		L=62.507
416.02	419.20	57.44	732.34		R=300
416.00	419.20	58.39	790.73		L=171.4993
415.96	419.20	58.39	849.12		L=62.507
415.73	419.20	58.39	907.51		R=300
415.56	419.20	58.68	966.19		L=171.4993
415.08	419.20	58.68	1024.87		L=62.507
415.00	419.20	63.05	1087.92		R=300
414.87	419.20	63.05	1150.97		L=171.4993
414.56	419.20	71.4	1222.37		L=62.507
414.14	419.20	71.4	1293.77		R=300
413.74	419.20	71.4	1365.17		L=171.4993
413.57	419.20	71.4	1436.57		L=62.507

REPUBLIQUE DU BENIN
 MINISTERE DES TRANSPORTS
 ET DES TRAVAUX PUBLICS
 SECRETARIAT GENERAL

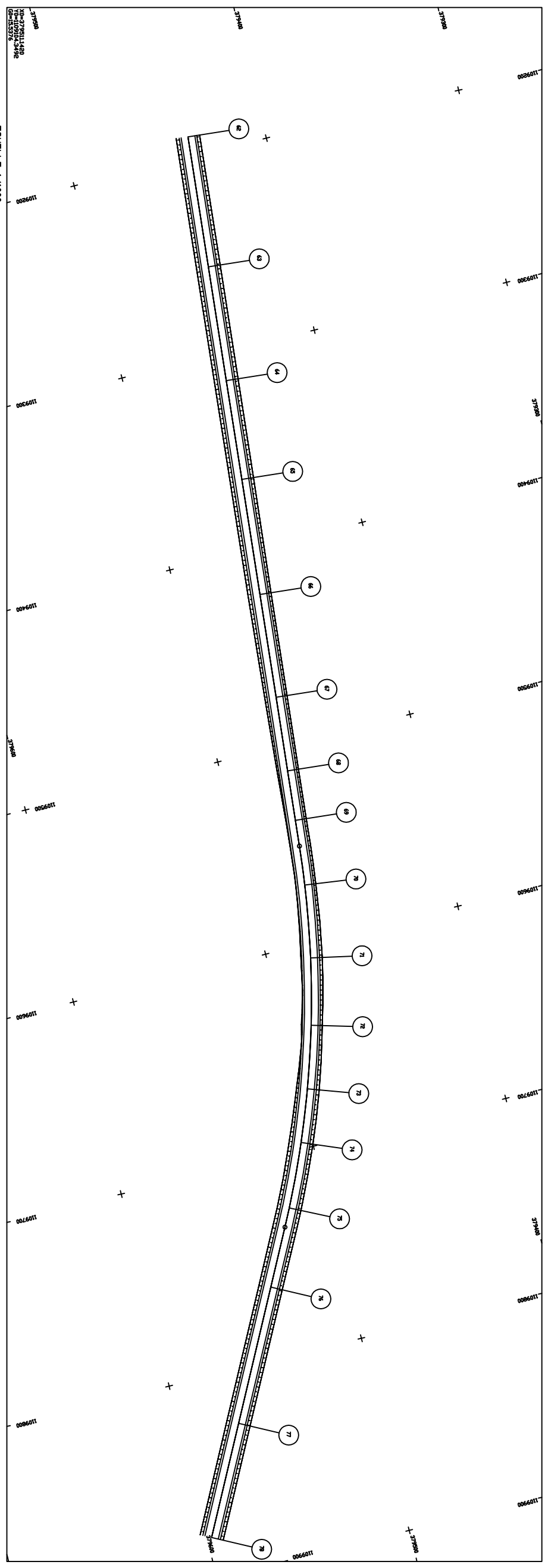
ZIE
 Boris Arnaud Lancina BADO
 MEMBRE DE FIN
 DETENUE EN VUE DE
 L'OBTENTION DU MASTER
 D'INGENIERIE OPTION
 GENIE CIVIL

Entreprise

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEES POUR
 L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
 DJOUGOU - BANIKOARA : TRONÇON SORTIE DE
 KPERE(PK42+500) - ENTREE DE NASSOU(PK52+00)

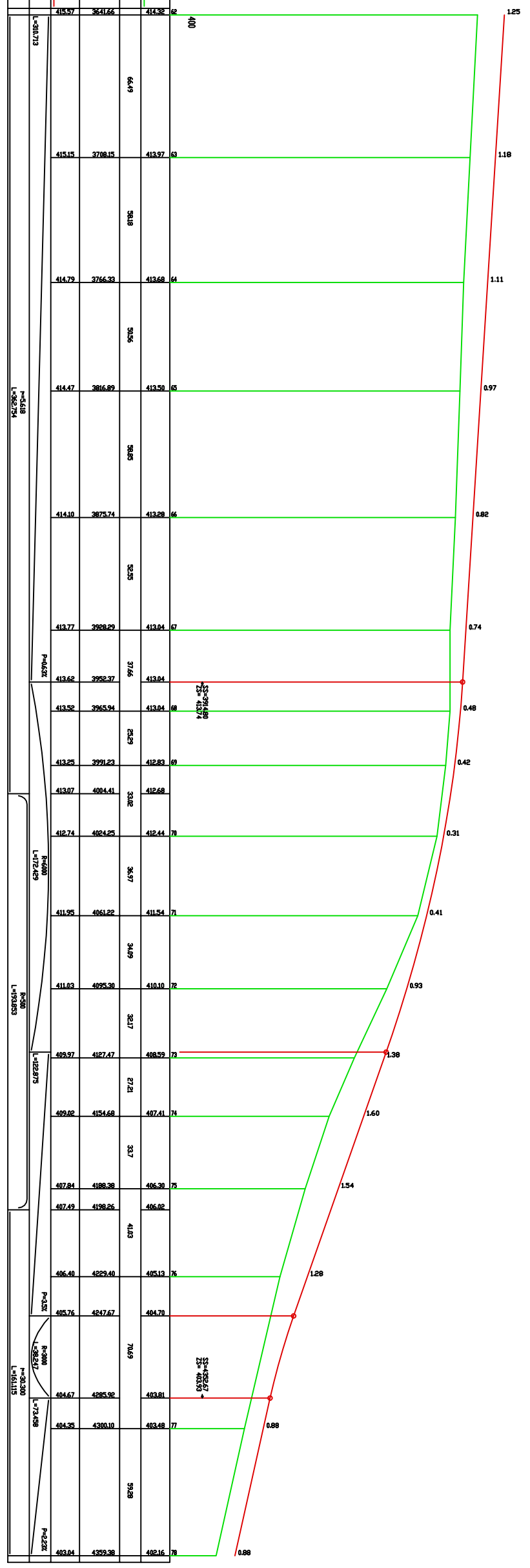
PLAN-D'EXECUTION
 TRACE-COMBINE
 PLANCHE-1

Echelle : Hz:1/1000
 Echelle : V :1/100
 Page N° : 5 sur 7



ECHELLE 1/1000

PLANCHE 6/7
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON



AXE1.PIS

COTES TERRAIN	COTES PROJET	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	DECLIVITES PROJET	ALIGNEMENTS ET COURBES
400	415.57	64.9	64.9		L=398.73
413.97	415.15	96.8	3708.15		
413.68	414.79	50.6	3758.75		
413.50	414.47	96.8	3855.55		
413.28	414.10	92.5	3948.05		
413.04	413.77	37.6	3985.65		
413.04	413.62	62.9	4048.55		
412.83	413.52	39.7	4088.25		
412.68	413.37	33.8	4122.05		
412.44	412.74	36.7	4158.75		
411.54	411.95	34.9	4193.65		
410.10	411.63	32.7	4226.35		
408.59	409.97	67.2	4293.55		
407.41	409.02	33.7	4327.25		
406.30	407.84	41.3	4368.55		
406.02	407.49	41.3	4409.85		
405.13	406.40	76.9	4486.75		
404.79	405.76	76.9	4563.65		
403.81	404.67	59.3	4622.95		
403.48	404.35	77	4700.05		
402.16	403.04	77	4777.15		

REPUBLIQUE DU BENIN
 MINISTERE DES TRANSPORTS
 ET DES TRAVAUX PUBLICS
 SECRETARIAT GENERAL

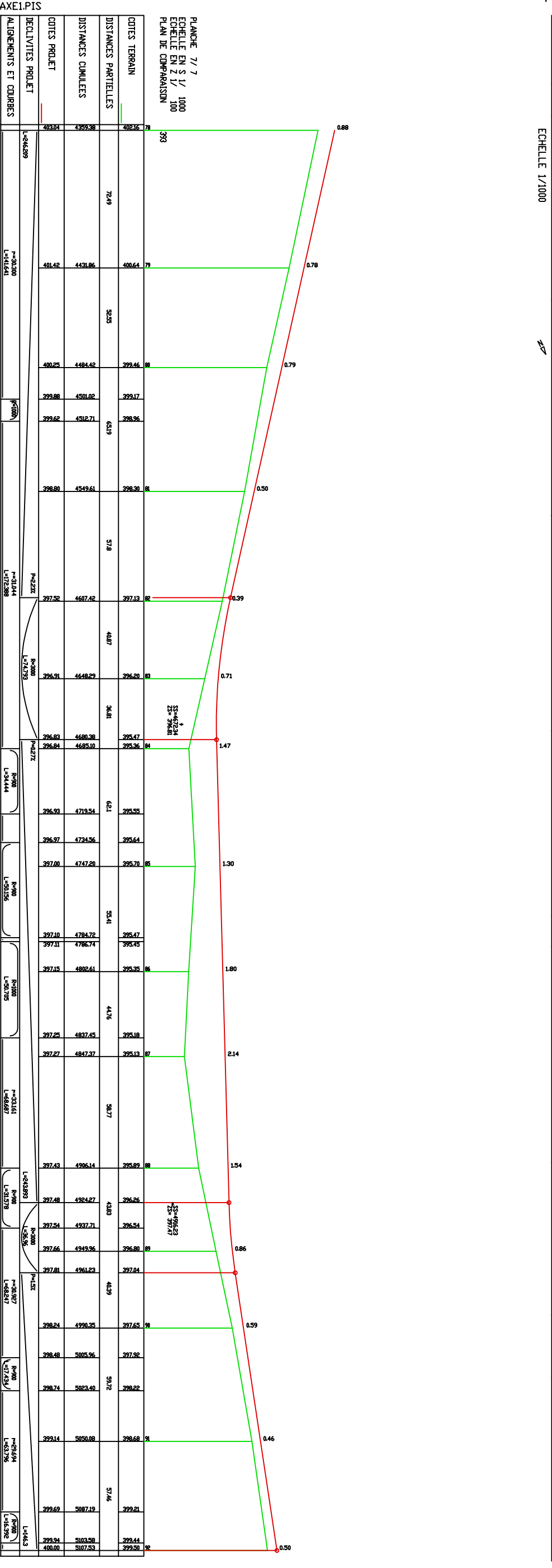
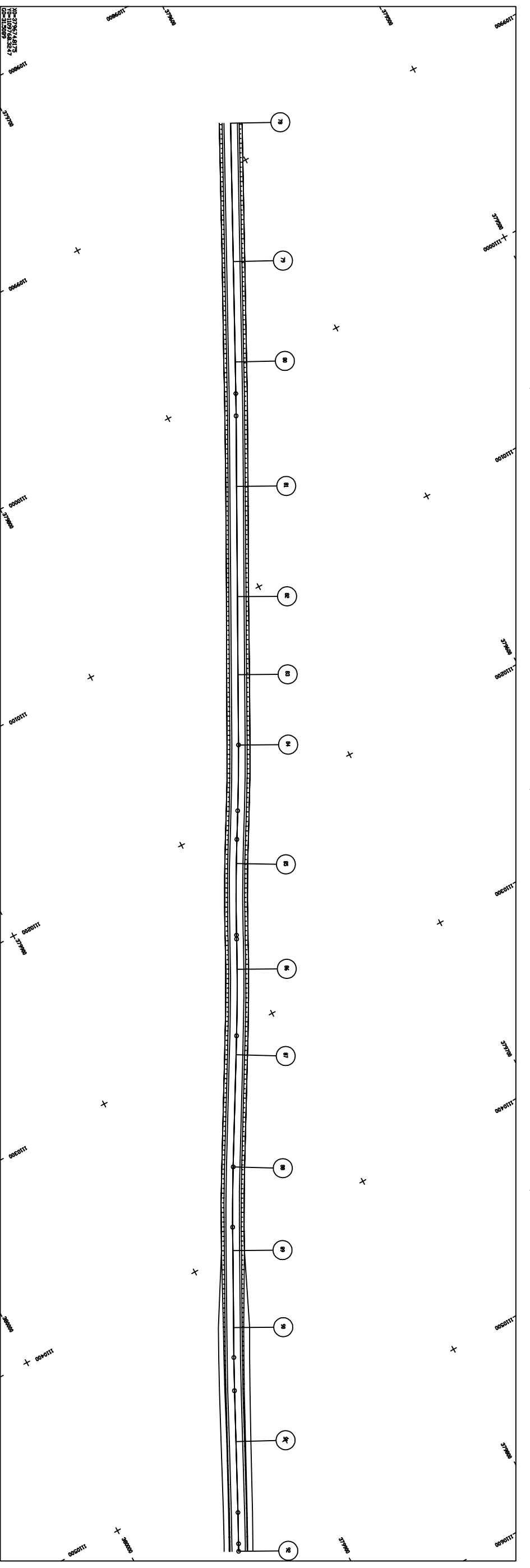
ZIE
 MEMBRE DE FIN
 D'ETUDES EN VUE DE
 L'OBTEINCTION DU MASTER
 D'INGENIERIE OPTION
 GENIE CIVIL

Boris Arnaud Lancina BADO
 ENTREPRISE

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEES POUR
 L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
 DJOUGOU - BANIKOARA : TRONCON SORTIE DE
 KPERE(PK42+500) - ENTREE DE NASSOU(PK52+00)

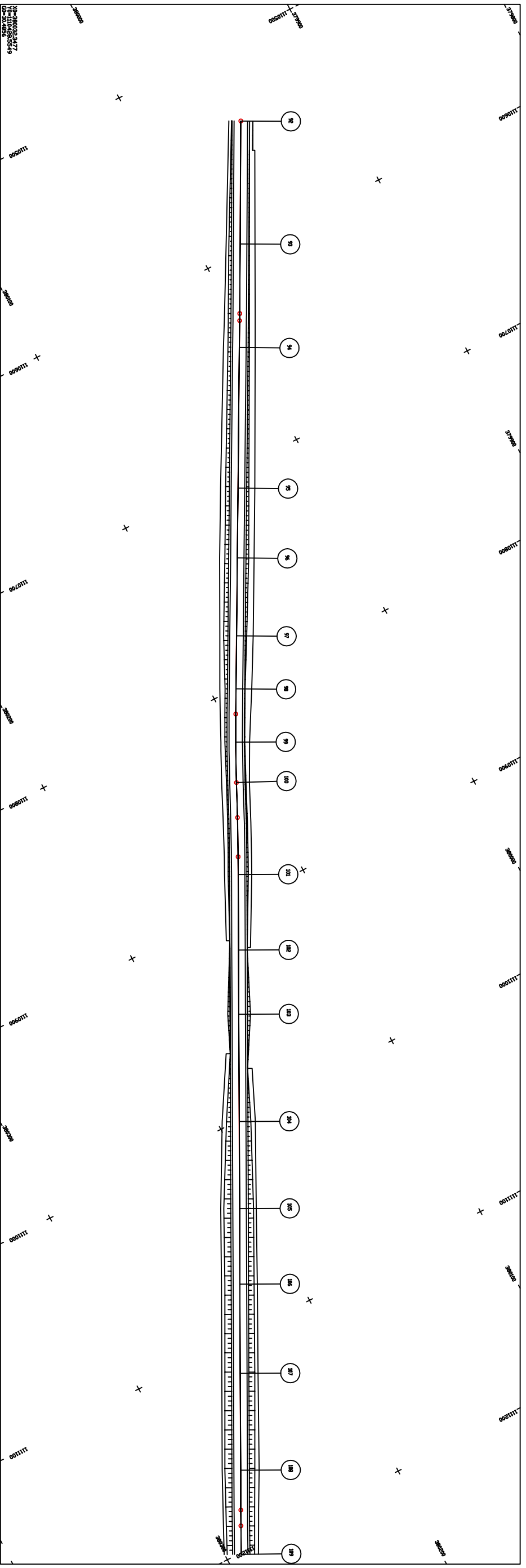
PLAN-D'EXECUTION
 TRACE-COMBINE
 PLANCHE-1

Echelle : H:1/1000
 Echelle : V :1/100
 Page N° : 6 sur 7



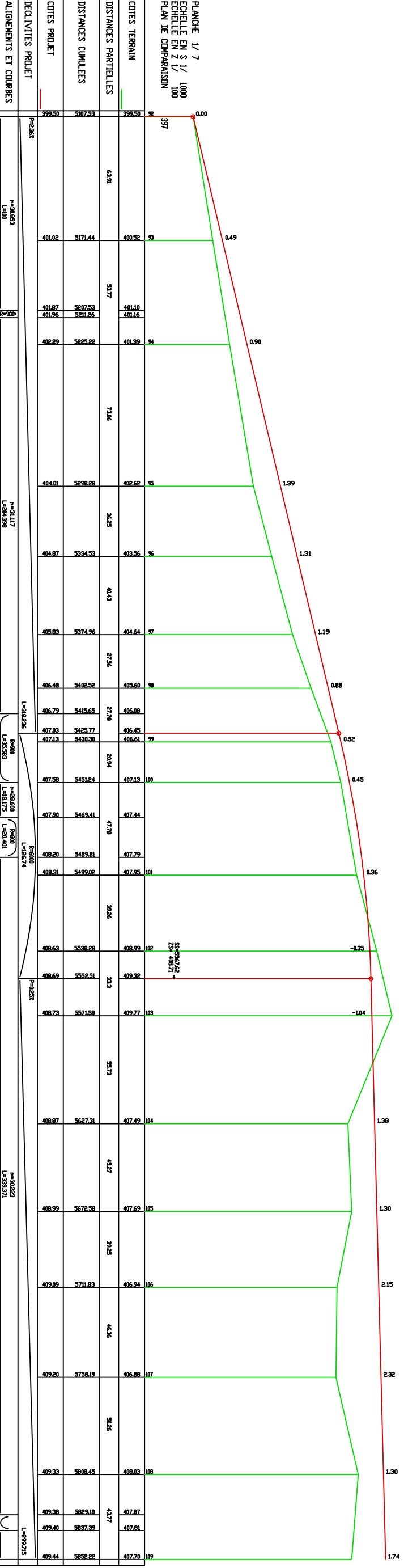
AXE1.PIS

ALIGNEMENTS ET COURBES	DECLIVITES PROJET	COTES PROJET	DISTANCES CUMULEES	DISTANCES PARTIELLES	COTES TERRAIN
L=46499		402.14	0	72.49	402.16
		401.42	72.49	58.25	400.64
		400.25	144.74	392.46	399.46
		399.88	217.18	399.17	398.96
		399.62	289.62	63.19	398.96
		398.80	361.80	398.30	398.30
		397.52	434.22	397.13	396.20
		396.91	506.13	48.87	396.20
		396.83	578.55	36.81	395.47
		396.84	650.39	36.81	395.36
		396.53	722.92	62.1	395.55
		396.57	795.49	62.1	395.64
		397.00	867.49	65	395.70
		397.10	939.59	58.41	395.47
		397.11	1011.70	58.41	395.45
		397.15	1083.85	44.75	395.35
		397.25	1156.10	44.75	395.18
		397.27	1228.37	38.77	395.13
		397.43	1300.64	38.77	395.82
		397.48	1372.89	43.83	396.26
		397.54	1445.14	43.83	396.54
		397.66	1517.40	48.55	396.80
		397.81	1589.65	48.55	397.04
		398.24	1661.90	48.39	397.62
		398.48	1734.15	59.72	397.32
		398.74	1806.40	59.72	398.22
		399.14	1878.65	57.16	398.66
		399.62	1950.90	57.16	399.21
		399.94	2023.15	57.16	399.44
		400.00	2095.40	57.16	399.50



ECHELLE 1/1000

AXE2' PIS



INDICE : 208

PLANCHE 1/ 7
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON

COILS TERRAIN	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	COILS PROJET	DECLIVITES PROJET	ALIGNEMENTS ET COURBES
497.00	0.00	0.00	497.00	0.00	
497.97	0.49	0.49	497.97	0.49	
498.57	0.60	1.09	498.57	0.60	
499.48	1.39	2.48	499.48	1.39	
499.87	1.31	3.79	499.87	1.31	
500.06	1.19	4.98	500.06	1.19	
500.94	0.88	5.86	500.94	0.88	
501.45	0.52	6.38	501.45	0.52	
501.90	0.45	6.83	501.90	0.45	
502.26	0.36	7.19	502.26	0.36	
502.51	0.35	7.54	502.51	0.35	
502.62	1.04	8.58	502.62	1.04	
502.62	1.38	9.96	502.62	1.38	
502.62	1.30	11.26	502.62	1.30	
502.62	2.15	13.41	502.62	2.15	
502.62	2.32	15.73	502.62	2.32	
502.62	1.30	17.03	502.62	1.30	
502.62	1.74	18.77	502.62	1.74	



REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
ET DES TRAVAUX PUBLICS
SECRETARIAT GÉNÉRAL



Boris Arnaud Lanchina BADO
MEMOIRE DE FIN
DETIENNES EN VUE DE
L'OBTENTION DU MASTER
D'INGENIERIE OPTIION
GENIE CIVIL

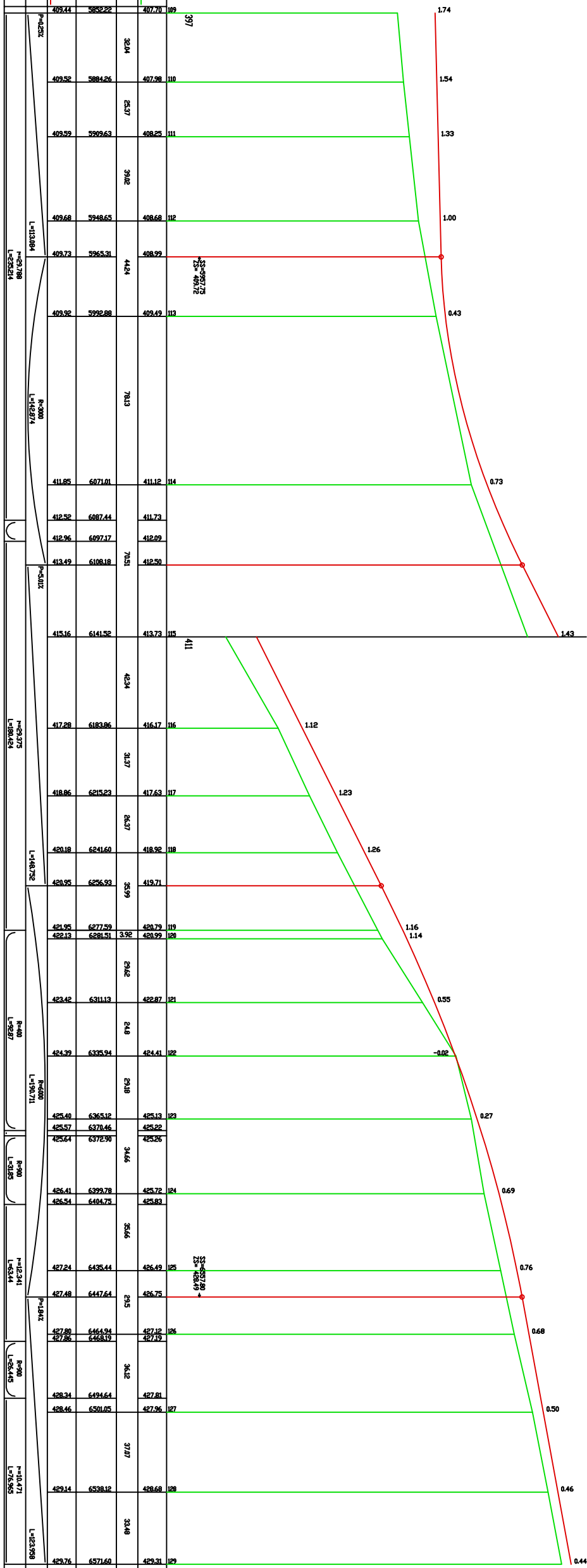
Entreprise

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEES POUR
L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
D'IOUGOU - BANIKOKARA : TRONÇON SORTIE DE
KPEBE(PK42+500) - ENTREE DE NASSOU(PK52+00)

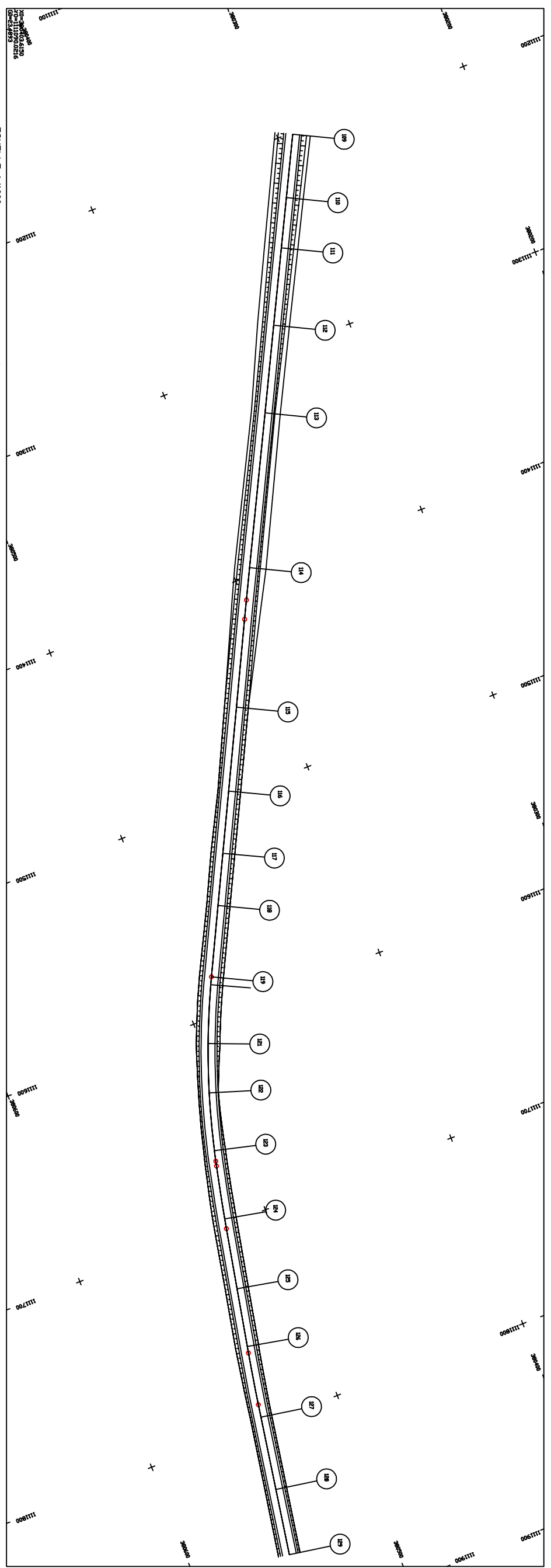
TRACE-COMBINE
-
PLANCHE-2

AXE 2° PIS

LIBRES : 2025



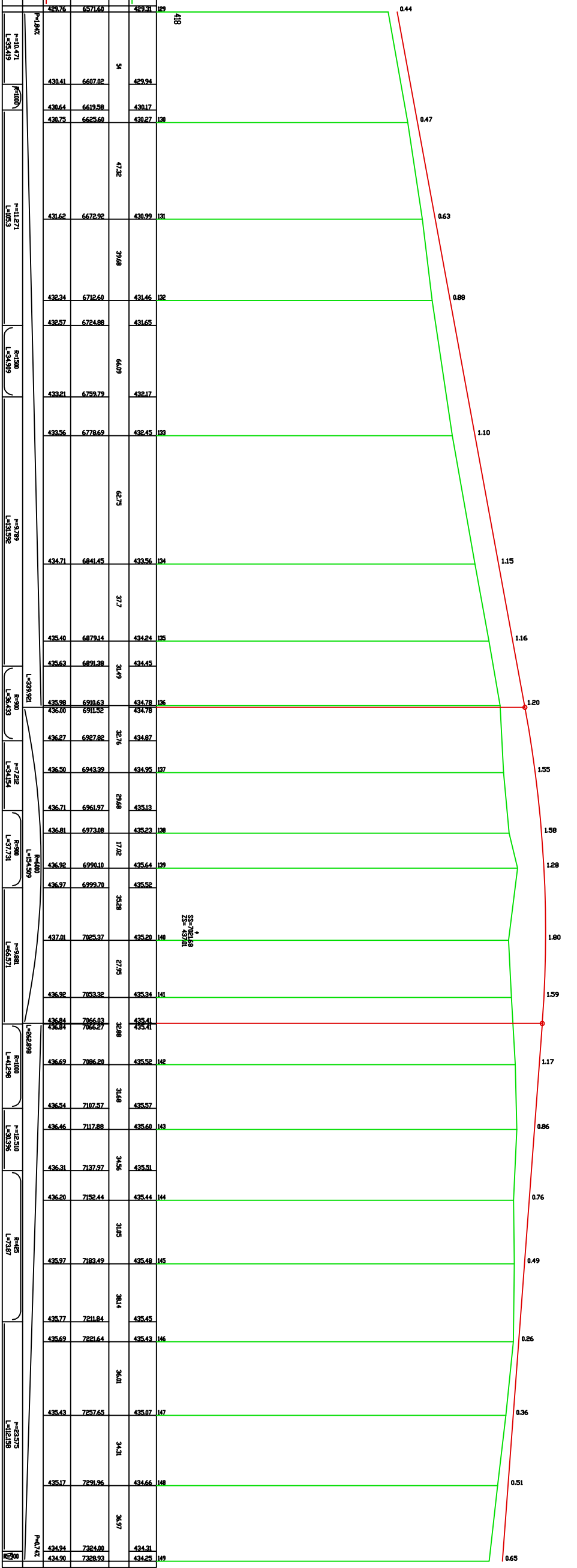
ECHELLE 1/1000



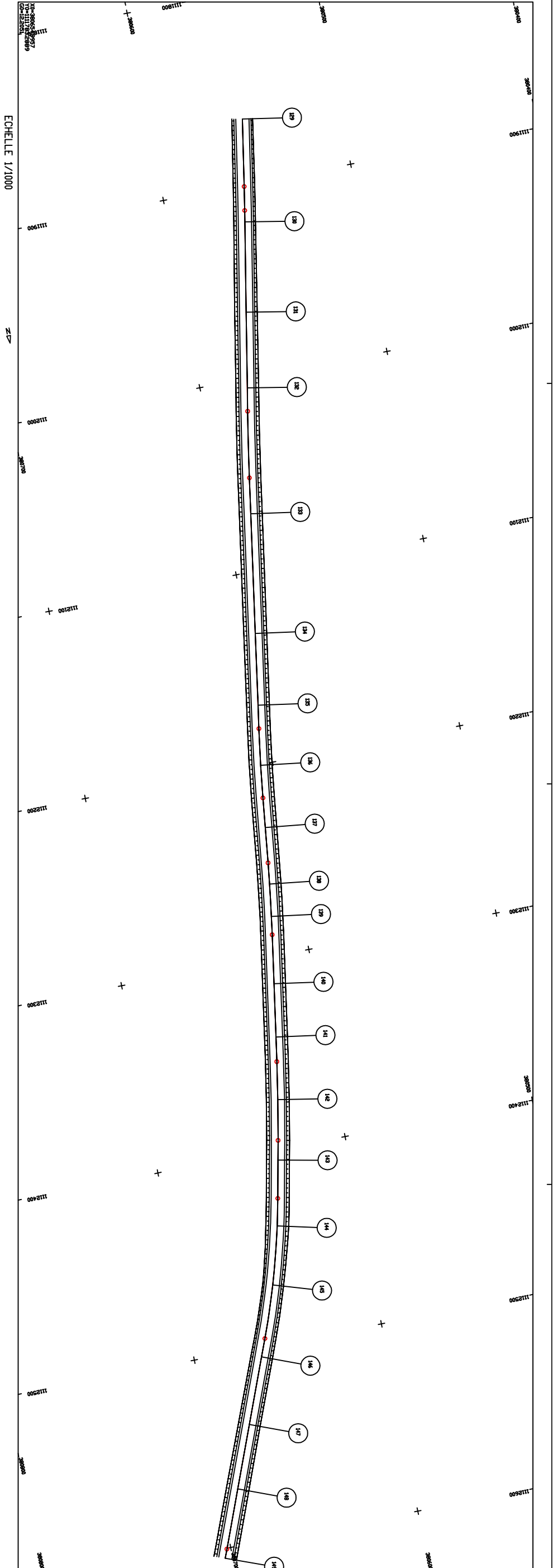


AXE 2, PIS

PLANCHE 3/7
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON



ALIGNEMENTS ET COURBES	PC	PT	RE	RS
1	42+500	42+500	42+500	42+500
2	42+500	42+500	42+500	42+500
3	42+500	42+500	42+500	42+500
4	42+500	42+500	42+500	42+500
5	42+500	42+500	42+500	42+500
6	42+500	42+500	42+500	42+500
7	42+500	42+500	42+500	42+500
8	42+500	42+500	42+500	42+500
9	42+500	42+500	42+500	42+500
10	42+500	42+500	42+500	42+500
11	42+500	42+500	42+500	42+500
12	42+500	42+500	42+500	42+500
13	42+500	42+500	42+500	42+500
14	42+500	42+500	42+500	42+500
15	42+500	42+500	42+500	42+500
16	42+500	42+500	42+500	42+500
17	42+500	42+500	42+500	42+500
18	42+500	42+500	42+500	42+500
19	42+500	42+500	42+500	42+500
20	42+500	42+500	42+500	42+500
21	42+500	42+500	42+500	42+500
22	42+500	42+500	42+500	42+500
23	42+500	42+500	42+500	42+500
24	42+500	42+500	42+500	42+500
25	42+500	42+500	42+500	42+500
26	42+500	42+500	42+500	42+500
27	42+500	42+500	42+500	42+500
28	42+500	42+500	42+500	42+500
29	42+500	42+500	42+500	42+500
30	42+500	42+500	42+500	42+500
31	42+500	42+500	42+500	42+500
32	42+500	42+500	42+500	42+500
33	42+500	42+500	42+500	42+500
34	42+500	42+500	42+500	42+500
35	42+500	42+500	42+500	42+500
36	42+500	42+500	42+500	42+500
37	42+500	42+500	42+500	42+500
38	42+500	42+500	42+500	42+500
39	42+500	42+500	42+500	42+500
40	42+500	42+500	42+500	42+500
41	42+500	42+500	42+500	42+500
42	42+500	42+500	42+500	42+500
43	42+500	42+500	42+500	42+500
44	42+500	42+500	42+500	42+500
45	42+500	42+500	42+500	42+500
46	42+500	42+500	42+500	42+500
47	42+500	42+500	42+500	42+500
48	42+500	42+500	42+500	42+500
49	42+500	42+500	42+500	42+500
50	42+500	42+500	42+500	42+500





REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
ET DES TRAVAUX PUBLICS
SECRETARIAT GÉNÉRAL



Boris Arnaud Lancha BADO
MEMOIRE DE FIN
D'ETUDES EN VUE DE
L'OBTENTION DU MASTER
D'INGENIERIE OPTION
GENIE CIVIL

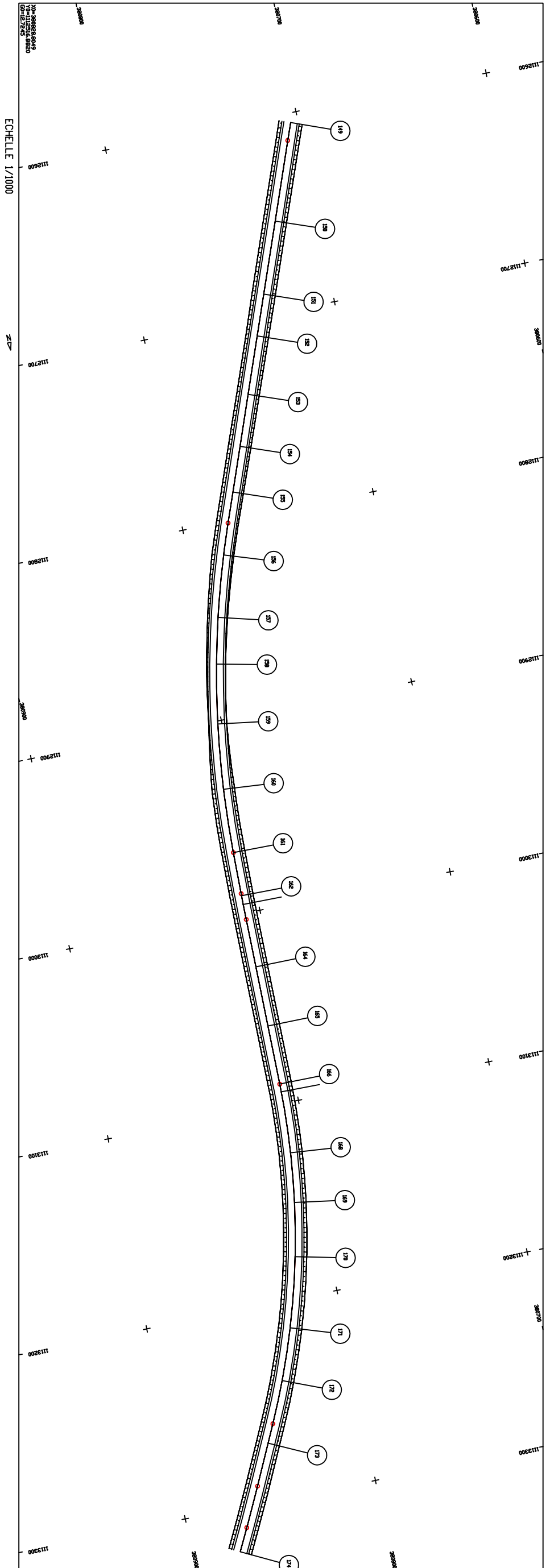
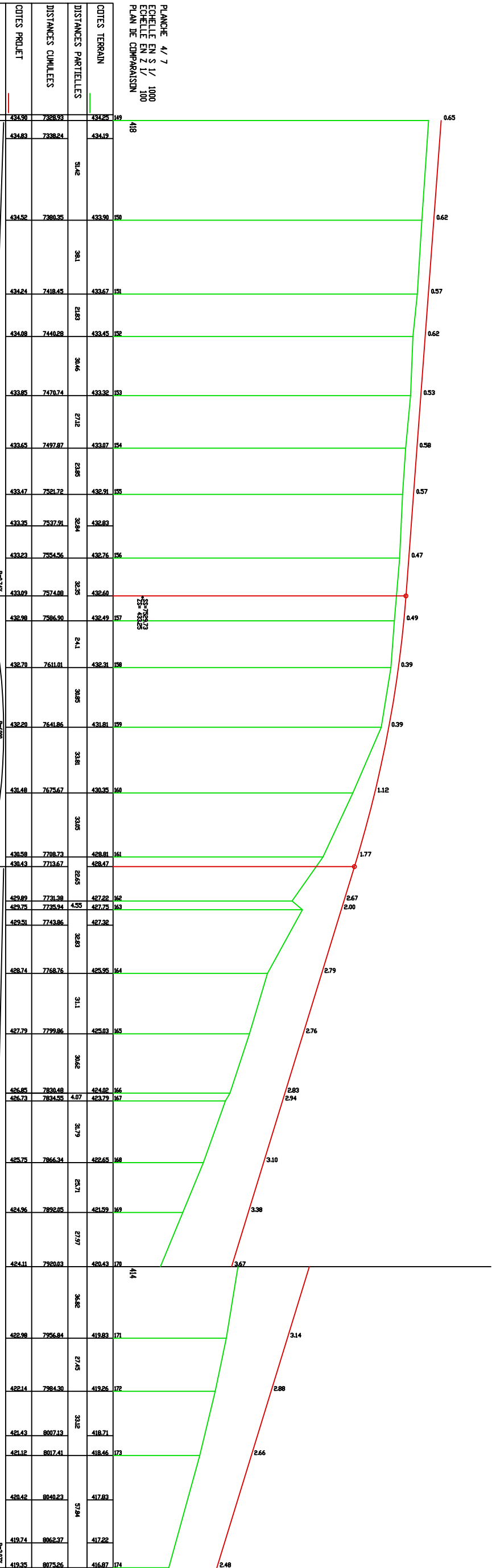
Entreprise

ETUDE TECHNIQUE DETAILLERS POUR
L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
DIOUGOU - BANIKOARA : TRONÇON SORTIE DE
KPEBE(PK42+500) - ENTREE DE NASSOU(PK52+00)

TRACE-COMBINE
-
PLANCHE-2

AXE 2° PIS

DECLIVITES PROJET	ALIGNEMENTS ET COURBES
L=245.25	R=300
L=199.57	R=300
L=325.57	R=300
L=199.57	R=300
L=171.83	R=300
L=433.94	R=300
L=381.94	R=300
L=21.56	R=300
L=39.54	R=300
L=21.56	R=300
L=39.54	R=300
L=176.56	R=300
L=33.09	R=300
L=21.14	R=300
L=33.09	R=300
L=21.14	R=300





REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
ET DES TRAVAUX PUBLICS
SECRETARIAT GÉNÉRAL



Boris Arnaud Lancha BADO
MEMOIRE DE FIN
D'ETUDES EN VUE DE
L'OBTENTION DU MASTER
D'INGENIERIE OPTION
GENIE CIVIL

Entreprise

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEES POUR
L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
DIOUGOU - BANIKOKARA : TRONÇON SORTIE DE
KPEBE(PK42+500) - ENTREE DE NASSOU(PK52+00)

TRACE-COMBINE
-
PLANCHE-2

AXE2' PIS

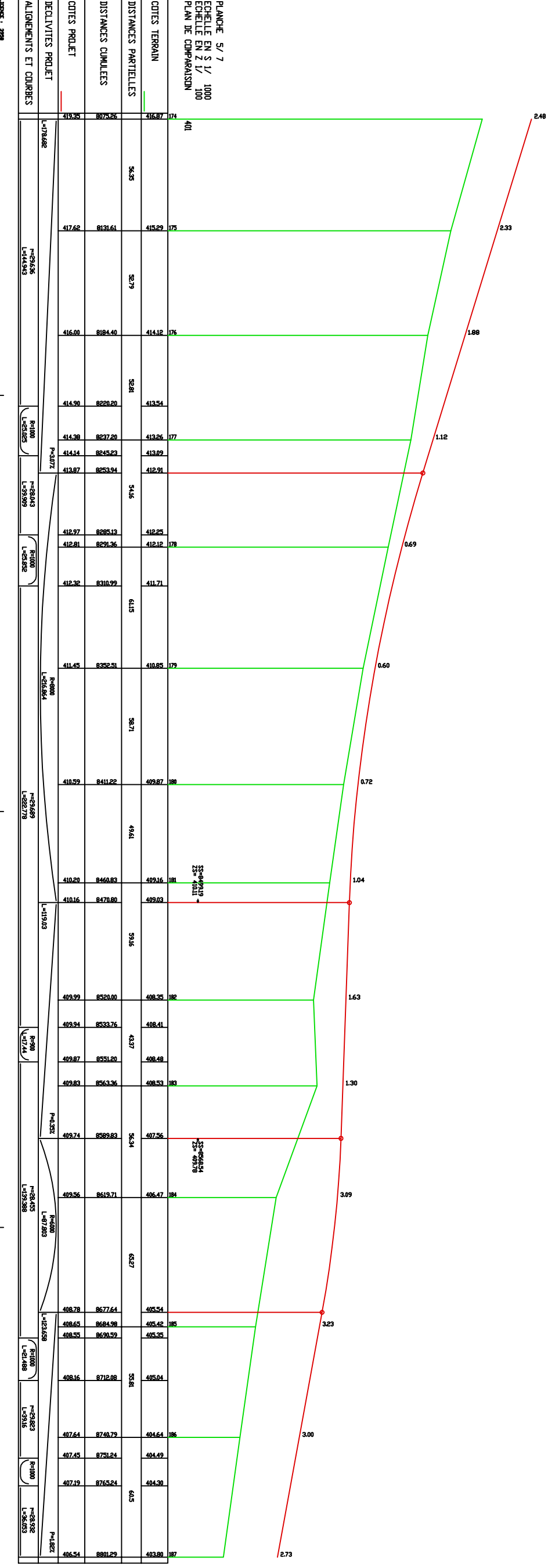
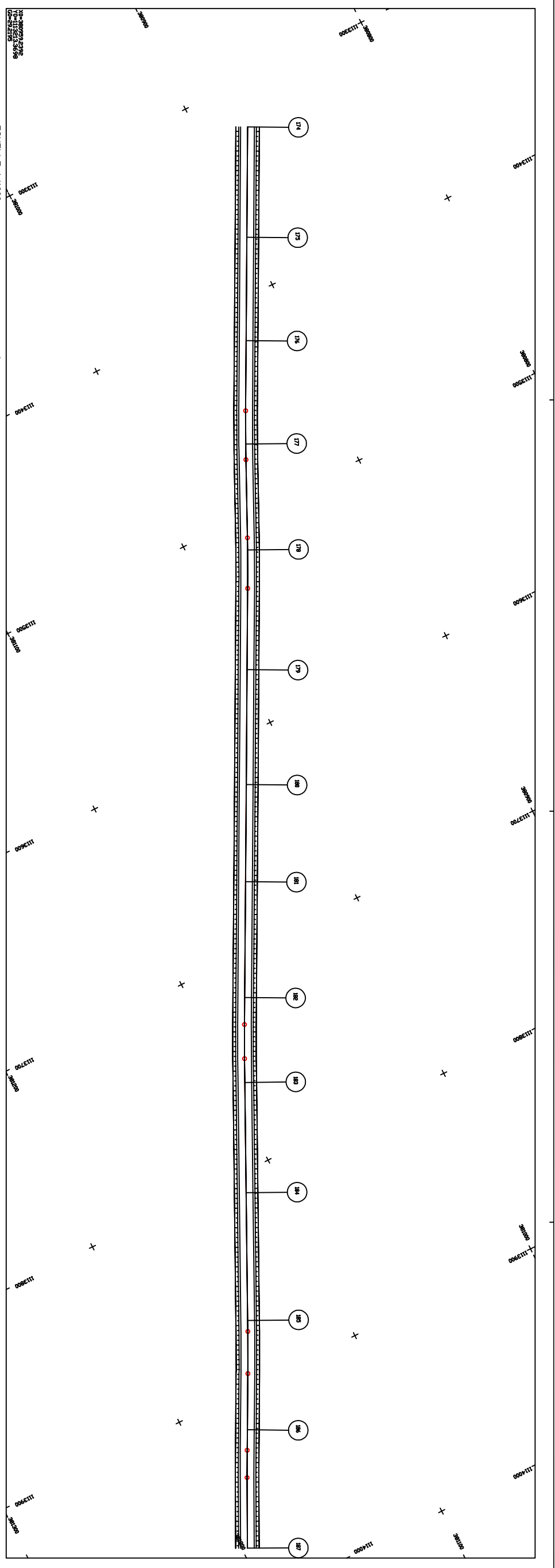


PLANCHE 5/ 7
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 100
PLAN DE COMPARAISON

COTES TERRAIN	COTES PROJET	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	DECLIVITES PROJET	ALIGNEMENTS ET COURBES
416.87	419.26	54.53	54.53		L=178.682 R=1000 L=23.165
415.29	417.62	52.79	107.32		L=144.843
414.12	416.20	52.81	160.13		R=1000 L=23.165
413.26	414.58	54.45	214.58		R=1000 L=23.165
413.09	414.14	61.15	275.73		R=1000 L=23.165
412.91	413.87	58.71	334.44		R=1000 L=23.165
412.25	412.97	49.81	384.25		R=1000 L=23.165
412.12	412.81	59.16	443.41		R=1000 L=23.165
411.71	412.32	58.71	502.12		R=1000 L=23.165
410.85	411.45	49.81	551.93		R=1000 L=23.165
409.87	410.59	59.16	611.09		R=1000 L=23.165
409.16	410.20	43.37	654.46		R=900 L=17.44
409.03	410.16	56.34	710.80		R=1000 L=23.165
408.35	409.29	52.81	763.61		R=1000 L=23.165
408.41	409.24	52.81	816.42		R=1000 L=23.165
408.48	409.87	56.34	872.76		R=1000 L=23.165
408.53	409.83	56.34	929.10		R=1000 L=23.165
407.56	409.74	52.81	981.91		R=1000 L=23.165
406.47	409.56	52.81	1034.72		R=1000 L=23.165
405.54	408.78	52.81	1087.53		R=1000 L=23.165
405.42	408.65	52.81	1140.34		R=1000 L=23.165
405.35	408.55	52.81	1193.15		R=1000 L=23.165
405.04	408.16	52.81	1245.96		R=1000 L=23.165
404.64	407.64	52.81	1298.77		R=1000 L=23.165
404.49	407.45	52.81	1351.58		R=1000 L=23.165
404.30	407.19	52.81	1404.39		R=1000 L=23.165
403.80	406.54	52.81	1457.20		R=1000 L=23.165

ECHELLE 1/1000





REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
ET DES TRAVAUX PUBLICS
SECRETARIAT GÉNÉRAL



Boris Arnaud Lancina BADO
MEMOIRE DE FIN
DE TUDES EN VUE DE
L'OBTENTION DU MASTER
D'INGENIERIE OPTION
GENIE CIVIL

Entreprise

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEES POUR
L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
DIOUGOU - BANIKOKARA : TRONÇON SORTIE DE
KPERE (PK42+500) - ENTREE DE NASSOU (PK52+00)

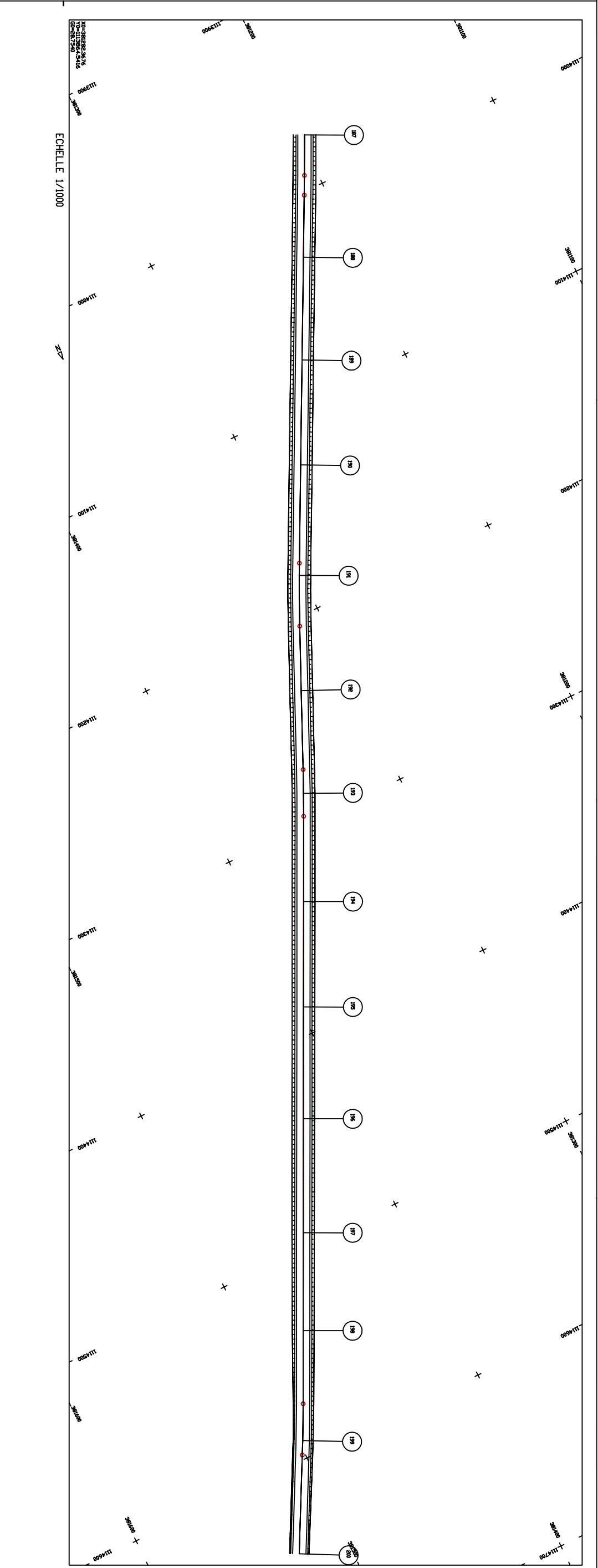
TRACE-COMBINE
-
PLANCHE-2

AXE 2, PIS

ALIGNEMENTS ET COURBES	DECLIVITES PROJET
L=746681 L=86982 L=81254	L=746681 L=86982 L=81254
P=900 L=33175	P=900 L=33175
P=27249 L=75465	P=27249 L=75465
P=900 L=4344	P=900 L=4344
P=48811 L=39172	P=48811 L=39172
P=900 L=2707	P=900 L=2707
P=482 L=51982	P=482 L=51982

PLANCHE 6/7
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 100
PLAN DE COMPARAISON

COTES TERRAIN	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	COTES PROJET
399			405.96
403.88	44.3	44.3	405.15
403.38	34.5	78.8	405.96
402.82		113.3	405.37
402.88	34.5	147.8	404.38
401.38	55.7	203.5	403.38
400.57		259.2	402.44
400.47	58.21	317.4	402.32
400.11		375.6	401.83
399.66	64.4	440.0	401.22
398.86	54.89	494.9	400.46
398.61		549.8	400.23
398.46	56.87	606.7	400.02
397.32	55.51	662.2	399.28
397.32	58.79	721.0	398.19
396.42		779.7	397.12
395.52	61	840.7	396.82
394.66	51.52	892.2	395.82
394.66	57.83	950.0	394.52
393.52		1007.8	393.92
392.85	59.6	1067.4	392.92
392.85		1127.0	392.96



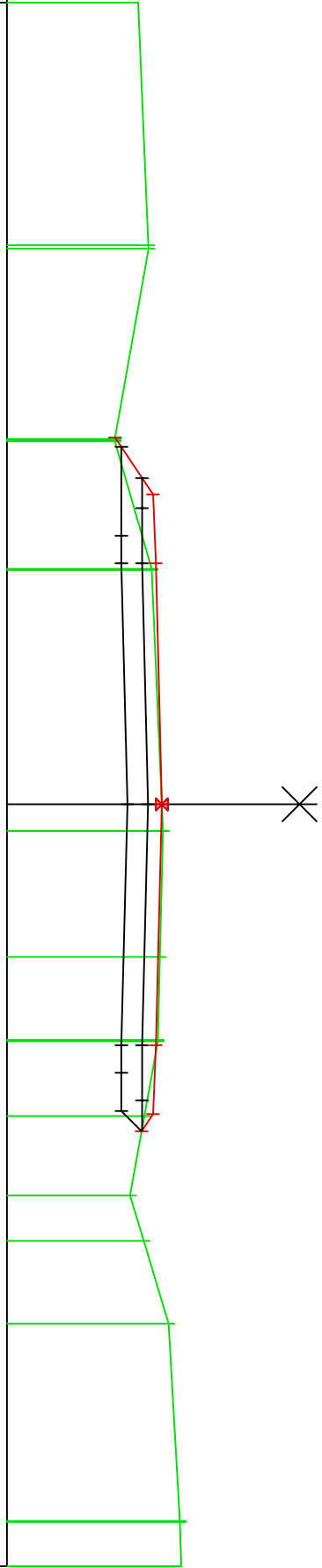
ECHELLE 1/1000

PROFIL 1

AXE1.P1S

S = 0.000
 ZTN = 404.247
 ZPRD= 404.247

ECHS=1/ 100
 ECHZ=1/ 100
 PC = 402.0
 LICENCE : 3958



ASSISE	DISTANCES		TERRAIN	
	COTES		DISTANCES	COTES
				403.91
				-11.64
				404.05
				-8.12
				404.06
				-8.07
				403.56
				-5.31
				403.56
				-5.29
				404.10
				-3.42
				404.10
				-3.40
				404.26
				0.39
				404.22
				2.22
				404.19
				3.42
				404.19
				3.44
				403.99
				4.53
				403.79
				5.68
				403.99
				6.34
				404.34
				7.54
				404.51
				10.41
				404.51
				10.43
				404.53
				11.07

REPUBLIQUE DU BENIN
 MINISTERE DES TRANSPORTS
 ET DES TRAVAUX PUBLICS
 SECRETARIAT GENERAL

Boris Arnaud Lanchina BADO
 MEMBRE DE FIN
 D'ETUDES EN VUE DE
 L'OBTENTION DU MASTER
 EN GENIE CIVIL

Entucp.risc

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEES POUR
 L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
 DJONGOU - BAWIKOARA : TRONCON SORTIE DE
 KPEREF(PK42+500) - ENTREE DE MASSOU(PK52+00)

PLAN D'EXECUTION
 PROFIL-EN-TRAVERS-TYPE
 AXE1

Echelle : H21/1000
 Echelle : V 1/100

Page N° : 1 sur 1

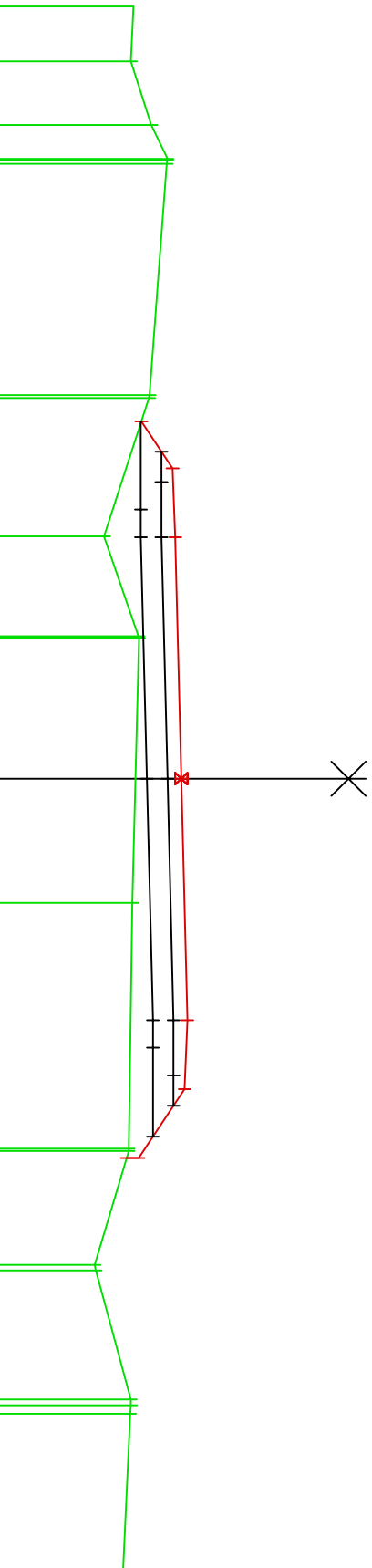
PROFIL 21

AXE1.PIS

S = 1292.896
 ZTN = 420.010
 ZPRD = 420.676

ECHS=1/ 100
 ECHZ=1/ 100
 PC = 418.0
 LICENCE : 3958

ASSISE	DISTANCES	COTES	PROJET	DISTANCES	COTES	TERRAIN	DISTANCES	COTES
							419.98	-11.19
							419.94	-10.40
							420.24	-9.48
							420.48	-8.98
							420.47	-8.97
							420.22	-5.56
			420.10	-5.18			420.21	-5.52
			420.55	-4.50				
			420.59	-3.50			419.56	-3.51
	420.09	-3.90					420.05	-2.06
	420.09	-3.50					420.06	-2.05
			420.68	0.00				
							419.97	1.80
			420.76	3.50				
	420.26	3.50					419.91	5.36
	420.26	3.90					419.91	5.40
			420.72	4.50				
			420.06	5.50			419.42	7.05
	420.26	5.19	419.88	5.50			419.43	7.13
							419.94	9.00
							419.95	9.08
							419.83	11.52



PROFIL 26

AXE1.PIS

S = 1475.079
 ZTN = 423.863
 ZPRD = 423.396

ECHS=1/ 100
 ECHZ=1/ 100
 PC = 421.0

LIGENCE : 3958


TERRAIN	DISTANCES		PROJET	DISTANCES		ASSISE	DISTANCES	
	COTES			COTES			COTES	
	424.32	-11.41						
	424.32	-10.33						
	424.36	-9.11						
	424.35	-9.03						
	424.36	-8.84						
	424.22	-7.40						
	424.18	-7.11						
	423.39	-4.99	423.46	-4.78				
			423.27	-4.50				
	423.88	-3.47	423.31	-3.50		422.81	-3.81	
	423.66	-2.27				422.81	-3.50	
	423.97	-0.30	423.40	0.00		422.90	0.00	
	422.61	3.52	423.36	3.50		422.86	3.50	
	423.47	5.17	423.32	4.50		422.86	3.90	
	423.47	5.18	423.21	4.67		422.86	4.32	
	424.19	8.09						
	424.33	8.81						
	424.04	10.88						
	424.03	11.15						
	424.03	11.30						

PROFIL 28

AXE1.PIS

S = 1618,893
 ZTN = 425,810
 ZPRD = 425,544
 ECHS=1/ 100
 ECHZ=1/ 100
 PC = 423,0
 LIGENCE : 3958

TERRAIN	DISTANCES		PROJET		ASSISE
	DISTANCES	COTES	DISTANCES	COTES	
426.19	-11.37	426.19			
426.19	-10.08	426.19			
426.19	-10.04				
425.99	-6.24				
425.98	-6.23				
425.58	-4.91	425.61	-4.79		
		425.42	-4.50		
425.83	-3.88	425.46	-3.50		
425.83	-3.87				
425.04	0.64	425.54	0.00		
425.81	0.64				
425.65	4.62	425.51	3.50		
425.64	4.69	425.47	4.50		
425.64	4.77	425.65	4.77		
425.46	6.28				
425.98	8.23				
425.87	11.34				
DISTANCES		DISTANCES		DISTANCES	
COTES		COTES		COTES	



REPUBLIQUE DU BENIN
 MINISTERE DES TRANSPORTS
 ET DES TRAVAUX PUBLICS
 SECRETARIAT GENERAL

Boris Arnaud Lanchina BADO
 MEMBRE DE FIN DE
 ETUDES EN VUE DE
 L'OBTEINION DU MASTER
 EN INGENIERIE CIVIL

Enturcptisc

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEES POUR
 L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
 DJONGOU - BAWIKOARA : TRONCON SORTIE DE
 KPERE(PK42+500) - ENTREE DE MASSOU(PK52+00)

PLAN D'EXECUTION
 PROFIL-EN-TRAVERS-TYPE
 AXE1

Echelle : H21/1000
 Echelle : V 1/100
 Page N° : 1 sur 1

PROFIL 91

AXE1,PIS

S = 5050,076
 ZTN = 398,682
 ZPRD = 399,138

ECHS=1/ 100
 ECHZ=1/ 100
 PC = 396,0

LICENCE : 3958

TERRAIN	DISTANCES		PROJET	DISTANCES		ASSISE	DISTANCES	
	COTES			COTES			COTES	
	398.88	-11.42						
	398.93 398.93	-8.91 -8.82						
			398.63	-7.61				
			397.78	-6.75				
			397.78	-6.15				
			398.18	-5.75				
	398.11 398.11	-5.50 -5.47				398.55	-5.19	
			399.01	-4.50		398.55	-4.50	
	398.50 398.50	-4.01 -3.99				398.55	-3.50	
			399.05	-3.50				
	398.72	-0.75				398.64	0.00	
			399.14	0.00				
	398.51 398.51	3.51 3.53				398.57	3.50	
			399.07	3.50				
	398.17 398.18	5.12 5.16				398.57	4.50	
			399.03	4.50				
			398.30	5.60				
			397.90	6.00				
			397.90	6.60				
	398.69 398.69 398.70	7.01 7.13 7.23				398.57	5.19	
			398.76	7.47				
	399.21	9.08						
	399.03	11.29						



REPUBLICQUE DU BENIN
 MINISTERE DES TRANSPORTS
 ET DES TRAVAUX PUBLICS
 SECRETARIAT GENERAL

Boris Arnaud Lancha BADO
 MEMBRE DE FIN
 D'ETUDES EN VUE DE
 L'OBTENTION DU MASTER
 EN GENIE CIVIL

ENTUCPTISC

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEES POUR
 L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
 DIOUGOU - BAWIKOARA : TRONCON SORTIE DE
 KPEREF(PK42+500) - ENTREE DE MASSOU(PK52+00)

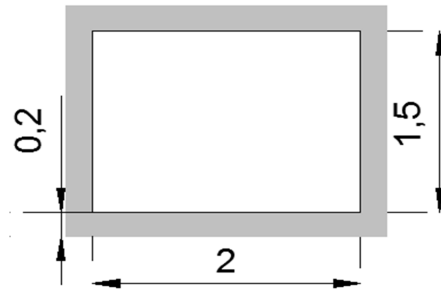
PLAN D'EXECUTION
 PROFIL-EN-TRAVERS-TYPE
 AXE1

Echelle : H2/1/100
 Echelle : V 1/100
 Page N° : 1 sur 1

Annexe 2 : Note de calcul dalot

Note de calcul dalot

Dalot 1*2.00*1.50



Charges permanentes

- Dalle supérieur

$$\text{Poids propre}(P_p) = e \times \gamma = 25 \times 0.2 = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Poids remblai}(P_r) = h_r \times \gamma_r = 0.1 \times 20 = 2 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Poids des guides roues}(P_G) = 2 \times \frac{e_g \times b_g \times \gamma}{l_r} = 2 \times \frac{0.2 \times 0.5 \times 25}{7} = 0.71 \text{ kN/m}^2$$

$$P_T = P_p + P_r + P_G = 7.71 \text{ kN/m}^2$$

- Dalle inférieur

$$\text{Poids propre des piédroits}(P_{pd}) = \frac{2 \times \gamma \times e \times h}{b} = \frac{2 \times 25 \times 0.2 \times 1.7}{2.2} = 7.727 \text{ kN/m}^2$$

$$P_r = P_T + P_{pd} = 15.437 \text{ kN/m}^2$$

- Piédroits

$$P_3 = k_a \times \gamma \times h_3 = 0.33 \times 20 \times 0.1 = 0.66 \text{ kN/m}^2$$

$$P_4 = k_a \times \gamma \times h_4 = 0.33 \times 20 \times (0.1 + 1.70) = 11.88 \text{ kN/m}^2$$

Surcharges routière

- Système A

$$q(L) = \sup \{ a_1 \cdot A(L) ; (4 - 0.002L) \}$$

L : longueur chargée

.a1 : étant le degré de dégressivité transversale donné dans le tableau en fonction de la classe (première classe car $L_r = 7$) et des nombres de voies ($n = 2$). Après lecture du tableau on a $a_1 = 1$

$$A(L) = 2.3 + \frac{360}{(L_c + 12)} = 2.3 + \frac{360}{(7 + 12)} = 21.25 \text{ kN/m}^2; 4 - 0.002L = 3.99 \text{ kN/m}^2$$

$$q(L)=21.25\text{kN/m}^2$$

Soit Q_A la charge du système A

$$a_2 = \frac{v_0}{v} \text{ avec } v_0 = 3.5 \text{ car classe 1}$$

$$a_2 = 1.17$$

$$Q_A = 1.2 \times 1.17 \times 21.25 = 29.8\text{kN/m}^2$$

$$Q_A = 29.8\text{kN/m}^2$$

- Système B

Le système B représente les poids lourds que le pont est amené à supporter. Ce système comprend 3 systèmes distincts : Bc, Br et Bt.

Le système Bc se compose de camions types, Br d'une roue isolée et Bt de groupes de deux essieux dénommés essieux-tandems.

- ✓ Sous système Bc

Le sous-système Bc est composé de camion de poids 300kN. on peut disposer longitudinalement que deux camions au maximum et transversalement autant de camion qu'il en existe de voies

Nous avons $n=2$ voies, on peut donc disposer deux(02) camions de façon transversale.

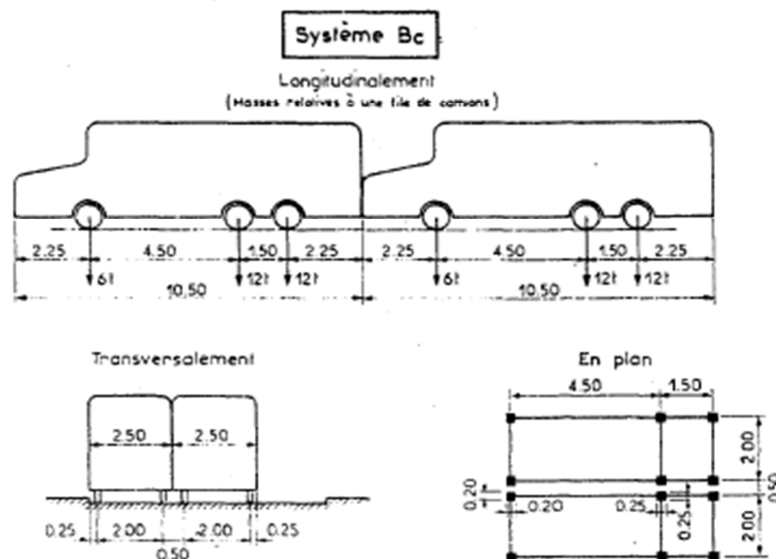


Figure 1: Eléments du sous-système Bc(F61)

La charge totale du système est $Q=240 \times 2=480\text{kN}$

La surface d'influence est de $S=1.75 \times 4.75=8.312\text{m}^2$

Charge surfacique engendrée $q = \frac{480}{8.312} = 57.75\text{kN/m}^2$

On a $B_c = b_c \times q$ avec b_c coefficient de dégressivité transversale (pont 1classe ; voie chargées)=1.10

$$B_c = 1.10 \times 48 = 52.8 \text{ kN/ml}$$

✓ Sous système Bt

Pour ce système on dispose de tandems à deux essieux sur notre ouvrage. Chaque essieu pèse 160kN ce qui au total donne une charge de 640kN sur le dalot.

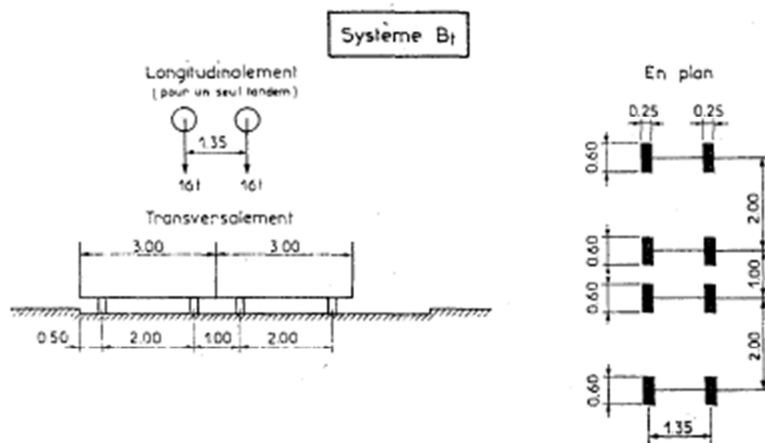


Figure 2: Elément du sous-système Bt (61)

La charge totale du système est $Q=160 \times 4=640 \text{ kN}$

La surface d'influence est de $S=1.6 \times 5.3=8.48 \text{ m}^2$

Charge surfacique engendrée $q = \frac{640}{8.48} = 75.47 \text{ kN/m}^2$

On a $B_t = b_t \times q$ avec b_t coefficient de pondération (pont 1classe)=1.00

$$B_t = 1.00 \times 64 = 64 \text{ kN/ml}$$

Soit Q_B la charge du système B

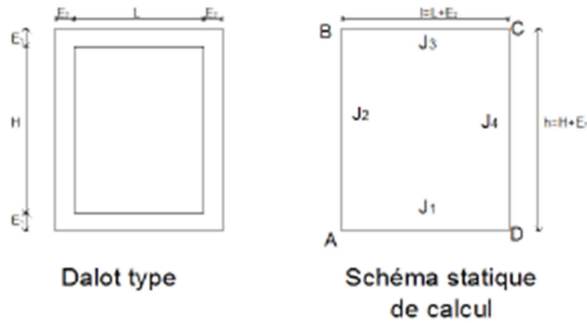
$$Q_B = \gamma_q \times \delta \times \max(B_c; B_T)$$

$$\delta = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 1 + \frac{0.4}{1 + 0.2L} + \frac{0.6}{1 + 4 \frac{G}{S_c}} \text{ avec } S_c = 480 \\ 1 + \frac{0.4}{1 + 0.2L} + \frac{0.6}{1 + 4 \frac{G}{S_t}} \text{ avec } S_t = 640 \end{array} \right.$$

$$\delta = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 1.381 \\ 1.408 \end{array} \right.$$

$$Q_B = 1.2 \times 1.408 \times 64 = 108.13 \text{ kN/ml}$$

a. Détermination des efforts et sollicitations



$$J_i = \frac{b_i \times E_i^3}{12} \text{ avec } b_i = 1.00 \text{ m inertie de l'élément } i$$

E_i = épaisseur de l'élément i

H = hauteur entre fibres moyennes

L = longueur entre fibres moyennes

$E_1 = e_2 = 0.20 \text{ m}$; $H = 1.70 \text{ m}$; $L = 2.20 \text{ m}$; $l = 2.20 + 0.20$; $h = 1.70 + 0.2$

$J_1 = J_3 = 2.20 \text{ m}$; $J_2 = J_4 = 1.70 \text{ m}$

Définition des constantes

$$K_1 = \frac{J_3}{J_1} = 1.00 ; K_1 = 2 * K_2 + 3 = 2 * 0.77 + 3 = 4.545$$

$$K_2 = \frac{J_3}{J_2} * \frac{h}{l} = \frac{2.20}{1.70} * \frac{1.90}{2.40} = 0.77 ; K_2 = 3 * K_1 + 2 * K_2 = 3 * 1 + 2 * 0.77 = 4.545$$

$$K_3 = 3 * K_2 + 1 - \frac{1}{5} = 3 * 0.77 + 1 - \frac{1}{5} = 3.118$$

$$K_4 = \frac{6 * K_1}{5} + 3 * K_2 = \frac{6 * 1.0}{5} + 3 * 0.77 = 3.518$$

$$F_1 = K_1 * K_2 - K_2 = 4.545 * 4.545 - 0.77 = 20.064$$

$$F_2 = 1 + K_1 + 6 * K_2 = 1 + 1.00 + 6 * 0.77 = 6.639$$

Détermination des inconnues hyperstatique

Charge permanente du tablier $g_1 = (7.71 * 1.00) = 7.71 \text{ kN/ml}$

$$M_A = -\frac{g_1 * l^2 * (K_1 * K_1 - K_2)}{4 * F_1} = -\frac{7.71 * 2.2^2 * (1.0 * 4.545 - 0.77)}{4 * 20.064} = -1.755 \text{ kN/m}$$

$$M_D = M_A = -1.755 \text{ kN/m}$$

$$M_B = -\frac{g_1 * l^2 * (K_2 - K_1 * K_2)}{4 * F_1} = -\frac{7.71 * 2.2^2 * (4.545 - 1.0 * 0.77)}{4 * 20.064} = -1.755 \text{ kN/m}$$

$$M_C = M_B = -1.755 \text{ kN/m}$$

Détermination des efforts normaux

$$N_1 = \frac{M_B - M_A}{h} + \frac{M_D - M_A}{l} = 0$$

$$N_3 = \frac{M_C - M_B}{l} + \frac{M_A - M_B}{h} = 0$$

$$N_2 = \frac{g_1 * l}{2} + \frac{M_A - M_B}{h} + \frac{M_C - M_B}{l} = \frac{7.71 * 2.2}{2} = 8.486 \text{ kN}$$

$$N_{2b} = \frac{g_1 * l}{2} + \frac{M_B - M_C}{l} + \frac{M_D - M_C}{h} = \frac{7.71 * 2.2}{2} = 8.486 \text{ kN}$$

Détermination des moments à mi-portée

$$M_{B-C}(\text{Tablier}) = \frac{g_1 * l^2}{8} + \frac{M_B + M_C}{2} = \frac{7.71 * 2.2^2}{8} - \frac{1.755 + 1.755}{2} = 2.912 \text{ kNm}$$

$$M_{A-D}(\text{Radier}) = \frac{g_1 * l^2}{8} + \frac{M_A + M_D}{2} = \frac{7.71 * 2.2^2}{8} - \frac{1.755 + 1.755}{2} = 2.912 \text{ kNm}$$

$$M_{A-B}(\text{Piédroit gauche}) = \frac{M_A + M_B}{2} = -\frac{1.755 + 1.755}{2} = -1.755 \text{ kNm}$$

$$M_{C-D}(\text{Piédroit gauche}) = \frac{M_C + M_D}{2} = -\frac{1.755 + 1.755}{2} = -1.755 \text{ kNm}$$

Sous poids mort des pieds droits

$$P = 25 * e * h = 25 * 0.2 * 1.7 = 8.5 \text{ kN}$$

$$R_S = \frac{2 * P}{l} = \frac{2 * 8.5}{2.2} = 7.727 \text{ kN/m}$$

Moments hyperstatiques

$$M_A = -\frac{P * l * K_1 * K_1}{2 * F_1} = -\frac{8.5 * 2.2 * 1.0 * 4.545}{2 * 20.064} = -2.118 \text{ kNm}$$

$$M_D = M_A = -2.118 \text{ kNm}$$

$$M_B = -\frac{P * l * K_1 * K_2}{2 * F_1} = -\frac{8.5 * 2.2 * 1.0 * 0.77}{2 * 20.064} = -0.36 \text{ kNm}$$

$$M_C = M_B = -0.36 \text{ kNm}$$

Déterminations des efforts normaux

$$N_1 = \frac{3*P*l*K_1(1+K_2)}{2*h*F_1} = -\frac{3*8.5*2.2*1.00(1+0.77)}{2*1.70*20.064} = 1.458kN$$

$$N_3 = -N_1 = -1.458 kN$$

$$N_2 = P = 8.5 kN$$

$$N_{2b} = P = 8.5 kN$$

Détermination des moments à mi- portée

$$M_{B-C}(Tablier) = \frac{M_B+M_C}{2} = -\frac{0.36+0.36}{2} = -0.36 kNm$$

$$M_{A-D}(Radier) = \frac{R_S*l^2}{8} + \frac{M_A+M_D}{2} = \frac{7.727*2.2^2}{8} - \frac{2.118+2.118}{2} = 2.55 kNm$$

$$M_{A-B}(Piédroit gauche) = \frac{M_A+M_B}{2} + \frac{M_B-M_A}{2} = -\frac{2.118+0.36}{2} + \frac{0.36-2.118}{2} = -0.879 kNm$$

$$M_{C-D}(Piédroit gauche) = \frac{M_C+M_D}{2} + \frac{M_C-M_D}{2} = -\frac{0.36+2.118}{2} + \frac{0.36-2.118}{2} = -0.879 kNm$$

Sous l'action de la poussée des terres

- Moments hyperstatiques

$$\delta = 0.33 \times 1.7 \times 20 = 11.22kN/m^2$$

$$M_A = -\frac{K_2*(3*K_2+8)*\delta*h^2}{20*F_1} = -\frac{0.773*(3*0.773+8)*11.22*1.7^2}{20*20.064} = -0.644 kNm$$

$$M_D = M_A = -0.644kNm$$

$$M_B = -\frac{K_2*(7*K_1+2*K_2)*\delta*h^2}{20*F_1} = -\frac{0.773*(7*1.00+2*0.773)*11.22*1.7^2}{20*20.064} = -0.533kNm$$

$$M_C = M_B = -0.533kNm$$

- Moments à mi- portée

$$M_{B-C}(Tablier) = \frac{M_B+M_C}{2} = -\frac{0.533+0.533}{2} = -0.533 kNm$$

$$M_{A-D}(Radier) = \frac{M_A+M_D}{2} = -\frac{0.644+0.644}{2} = -0.644 kNm$$

$$M_{A-B}(Piédroit gauche) = \frac{\delta*h^2}{12} + \frac{M_A+M_B}{2} = \frac{11.22*1.7^2}{12} - \frac{0.644+0.533}{2} = 2.113 kNm$$

$$M_{C-D}(Piédroit droite) = M_{A-B} = 2.113 kNm$$

- Efforts normaux

$$N_1 = \frac{\delta \cdot h}{3} + \frac{M_B - M_A}{h} + \frac{M_D - M_A}{l} = \frac{11.22 \cdot 1.7}{3} + \frac{-0.533 + 0.644}{1.7} = 6.42 \text{ kN}$$

$$N_3 = \frac{\delta \cdot h}{6} + \frac{M_C - M_B}{l} + \frac{M_A - M_B}{h} = \frac{11.22 \cdot 1.7}{6} + \frac{-0.644 + 0.533}{1.7} = 3.08 \text{ kN}$$

$$N_2 = N_{2b} = 0$$

A l'aide du programme Excel établi à partir de cette méthode nous allons générer les valeurs du moment et des efforts pour les surcharges et tout ce qui a été fait précédemment

SOLLICITATIONS								
MOMENTS (KN.m/ml)								
APPUIS				MI-TRAVEES				
	MA	MB	MC	MD	MAB =MCD	MBC	MAD	
tablier. 1	-1,755	-1,755	-1,755	-1,755	-1,755	2,912	2,912	
piedroit.2	-2,118	0,360	0,360	-2,118	-0,879	0,360	2,557	
po.terre.3	-0,790	-0,678	-0,678	-0,790	2,474	-0,678	-0,790	
BC.4	-17,247	-17,247	-17,247	-17,247	-17,247	28,615	28,615	
R.Accès.5	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070	0,101	-0,070	-0,070	
F.6	-19,170	-21,630	-21,630	-19,170	-20,400	0,000	0,000	
MC120.7	-41,782	-41,782	-41,782	-41,782	-41,782	69,319	69,319	
1+2+3	-4,663	-2,073	-2,073	-4,663	-0,160	2,594	4,679	
4+5+6	-36,488	-38,947	-38,947	-36,488	-37,547	28,545	28,545	
4+5	-17,317	-17,317	-17,317	-17,317	-17,147	28,545	28,545	
5+7	-41,851	-41,851	-41,851	-41,851	-41,681	69,249	69,249	
	-36,488	-38,947	-38,947	-36,488	-37,547	28,545	28,545	
								MG
								MQ1
								MQ2
								MQ3
								MAX(Q1,Q2,Q3)

REACTIONS OU EFFORTS NORMAUX (KN)					
	N1(radier)	N2a	N2b	N3 (tablier)	
1	0	8,486	8,486	0	
2	1,458	8,500	8,500	-1,458	
3	7,614	0,000	0,000	4,274	
4	0,000	83,386	83,386	0,000	
5	0,5661	0	0,000	0,5661	
6	24,000	19,663	19,663	24,000	
7	0,000	202,002	202,002	0,000	
1+2+3	9,072	16,986	16,986	2,817	NG
4+5+6	24,566	103,050	103,050	24,566	NQ1
4+5	24,5661	83,386	83,386	24,5661	NQ2
5+7	0,566	202,002	202,002	0,566	NQ3
NQ	24,566	103,050	103,050	24,566	NQ

b. Calcul des armatures

- Tablier (b=1.00m ; h=0.2m ; d=0.18m)

Aux abouts B et C (lit supérieur)

$$M_{ser} = M_1 = 2.073 + 1.2 * 38.947 = 48.81 \text{ kNm}$$

$$N_{ser} = N_1 = 2.817 + 1.2 * 24.566 = 32.29 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_1}{N_1} = \frac{48.81}{32.29} = 1.511 \text{ m} ; \text{ d'où section partiellement comprimée}$$

$$M = M_1 + N_1 * A_s G$$

Du fait du mode constructif, la poussée du mur retenant le sol s'appuie sur le tablier seul. N1 est donc appliqué au centre de gravité de G de la nervure, à sa mi-hauteur.

$$\text{On a alors : } A_s G = d - \frac{h}{2} = 0.18 - \frac{0.2}{2} = 0.08 \text{ m}$$

$$M = 48.81 + 0.08 * 32.29 = 51.39 \text{ KNm}$$

$$\mu_1 = \frac{M}{b * d^2 * \delta_s} = \frac{51.39}{1.00 * 0.18^2 * 348 * 10^3} = 0.0045$$

$$\mu_1 = 0.0045 \rightarrow \beta_1 = 0.8932$$

$$A_{ser} = \frac{M_{ser}}{\beta_1 * d * \sigma_s} - \frac{N_{ser}}{\sigma_s} = \frac{48.81}{0.8932 * 0.18 * 348 * 10^3} - \frac{32.29}{348 * 10^3} = 7.79 \text{ cm}^2$$

$$A_{ser} = 7.79 \text{ cm}^2.$$

Condition de non fragilité de la section

$$A_{min} = \frac{0.23 * F_{t28} * b * d}{F_e} = \frac{0.23 * 2.1 * 100 * 27}{400} = 3.26 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} < A_{ser} \rightarrow \text{Condition Vérifiée}$$

Choix des armatures : **7HA12 = 7.92 cm²**

Aux abouts B et C (lit inférieur)

$$M_{ser} = M_1 = 2.594 + 1.2 * 28.545 = 36.848 \text{ kNm}$$

$$N_{ser} = N_1 = 9.072 + 1.2 * 24.56 = 38.544 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_1}{N_1} = \frac{36.848}{38.544} = 0.95 \text{ m} ; \text{ d'où section partiellement comprimée}$$

$$M = M_1 + N_1 * A_s G$$

Du fait du mode constructif, la poussée du mur retenant le sol s'appuie sur le tablier seul. N1 est donc appliqué au centre de gravité de G de la nervure, à sa mi-hauteur.

$$\text{On a alors : } A_s G = d - \frac{h}{2} = 0.18 - \frac{0.2}{2} = 0.08m$$

$$M = 36.848 + 0.08 * 38.544 = 39.93 \text{ KNm}$$

$$\mu_1 = \frac{M}{b*d^2*\delta_s} = \frac{39.93}{1.00*0.18^2*348*10^3} = 0.0035$$

$$\mu_1 = 0.0035 \rightarrow \beta_1 = 0.9041$$

$$A_{ser} = \frac{M_{ser}}{\beta_1*d*\sigma_s} - \frac{N_{ser}}{\sigma_s} = \frac{36.848}{0.9041*0.18*348*10^3} - \frac{38.544}{348*10^3} = 5.40 \text{ cm}^2$$

$$A_{ser} = 5.40 \text{ cm}^2$$

Condition de non fragilité de la section

$$A_{min} = \frac{0.23*F_{t28}*b*d}{F_e} = \frac{0.23*2.1*100*27}{400} = 3.26 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} < A_{ser} \rightarrow \text{Condition Vérifiée}$$

Choix des armatures : **7HA10 = 5.50 cm².**

- Armature du radier

Abouts A et D (lit inférieur)

$$M_{ser} = M_1 = 4.663 + 1.2 * 36.488 = 48.45 \text{ kNm}$$

$$N_{ser} = N_1 = 9.072 + 1.2 * 24.566 = 38.55 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_1}{N_1} = \frac{48.45}{38.55} = 1.25 \text{ m} ; \text{ d'où section partiellement comprimée}$$

$$M = M_1 + N_1 * A_s G$$

Du fait du mode constructif, la poussée du mur retenant le sol s'appuie sur le tablier seul. N1 est donc appliqué au centre de gravité de G de la nervure, à sa mi-hauteur.

$$\text{On a alors : } A_s G = d - \frac{h}{2} = 0.18 - \frac{0.2}{2} = 0.08m$$

$$M = 48.45 + 0.08 * 38.55 = 51.53 \text{ KNm}$$

$$\mu_1 = \frac{M}{b*d^2*\delta_s} = \frac{51.53}{1.00*0.18^2*348*10^3} = 0.0045$$

$$\mu_1 = 0.0045 \rightarrow \beta_1 = 0.8932$$

$$A_{ser} = \frac{M_{ser}}{\beta_1*d*\sigma_s} - \frac{N_{ser}}{\sigma_s} = \frac{48.45}{0.8932*0.18*348*10^3} - \frac{38.55}{348*10^3} = 7.55 \text{ cm}^2$$

$$A_{ser} = 7.55 \text{ cm}^2$$

Condition de non fragilité de la section

$$A_{min} = \frac{0.23 * F_{t28} * b * d}{F_e} = \frac{0.23 * 2.1 * 100 * 27}{400} = 3.26 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} < A_{ser} \rightarrow \text{Condition Vérifiée}$$

Choix des armatures : **7HA12 = 7.92 cm²**

A mi- travée A-D (lit supérieur)

$$M_{ser} = M_1 = 4.679 + 1.2 * 28.545 = 38.93 \text{ kNm}$$

$$N_{ser} = N_1 = 9.072 + 1.2 * 24.566 = 38.55 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_1}{N_1} = \frac{38.93}{38.55} = 1.01 \text{ m} ; \text{ d'où section partiellement comprimée}$$

$$M = M_1 + N_1 * A_s G$$

$$\text{On a alors : } A_s G = d - \frac{h}{2} = 0.18 - \frac{0.2}{2} = 0.08 \text{ m}$$

$$M = 38.93 + 0.08 * 38.55 = 42.014 \text{ KNm}$$

$$\mu_1 = \frac{M}{b * d^2 * \delta_s} = \frac{42.014}{1.00 * 0.18^2 * 348 * 10^3} = 0.0037$$

$$\mu_1 = 0.0037 \rightarrow \beta_1 = 0.9018$$

$$A_{ser} = \frac{M_{ser}}{\beta_1 * d * \sigma_s} - \frac{N_{ser}}{\sigma_s} = \frac{38.93}{0.9018 * 0.18 * 348 * 10^3} - \frac{38.55}{348 * 10^3} = 5.78 \text{ cm}^2$$

$$A_{ser} = 5.78 \text{ cm}^2$$

Condition de non fragilité de la section

$$A_{min} = \frac{0.23 * F_{t28} * b * d}{F_e} = \frac{0.23 * 2.1 * 100 * 27}{400} = 3.26 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} < A_{ser} \rightarrow \text{Condition Vérifiée}$$

Choix des armatures : **7HA10 = 7.926 cm²**

- Armatures des piédroits

$$M_{ser} = M_1 = 2.073 + 1.2 * 38.947 = 48.81 \text{ kNm}$$

$$N_{ser} = N_1 = 16.986 + 1.2 * 103.050 = 140.646 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_1}{N_1} = \frac{48.81}{140.646} = 0.347 \text{ m} ; \text{ d'où section partiellement comprimée}$$

$$M = M_1 + N_1 * A_s G$$

Du fait du mode constructif, la poussée du mur retenant le sol s'appuie sur le tablier seul. N1 est donc appliqué au centre de gravité de G de la nervure, à sa mi-hauteur.

$$\text{On a alors : } A_s G = d - \frac{h}{2} = 0.18 - \frac{0.2}{2} = 0.08m$$

$$M = 48.81 + 0.08 * 140.646 = 60.06 \text{ KNm}$$

$$\mu_1 = \frac{M}{b*d^2*\delta_s} = \frac{60.06}{1.00*0.18^2*348*10^3} = 0.0053$$

$$\mu_1 = 0.0053 \rightarrow \beta_1 = 0.8855$$

$$A_{ser} = \frac{M_{ser}}{\beta_1*d*\sigma_s} - \frac{N_{ser}}{\sigma_s} = \frac{48.81}{0.8855*0.18*348*10^3} - \frac{140.646}{348*10^3} = 4.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{ser} = 4.76 \text{ cm}^2 \text{ soit } A_s = 2.38 \text{ cm}^2 \text{ par face}$$

Condition de non fragilité de la section

$$A_{min} = \frac{0.23*F_{t28}*b*d}{F_e} = \frac{0.23*2.1*100*27}{400} = 3.26 \text{ cm}^2$$

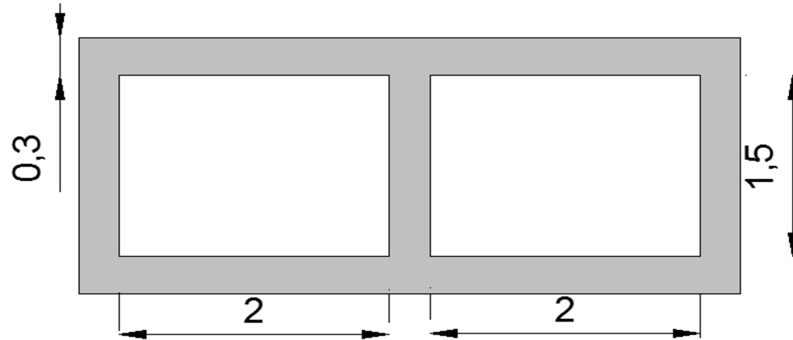
$$A_{min} < A_{ser} \rightarrow \text{Condition non vérifiée d'ou } A_s = 3.26 \text{ cm}^2 \text{ par face}$$

Choix des armatures : **5HA10 = 3.93 cm² par face**

Tableau :

Parties d'ouvrages	Dalle supérieure		Radier		Piédroits
	zones	Travée B&C	Travée A&D	Travée A&D	
Section	Abouts A&B	H=20cm	Abouts A&D	H=20cm	B=1.00m ;h=20cm
Moment ELS (kNm)	B=1.00m	48.81	B=1.00	38.93	48.81
Section d'aciers nécessaires (cm ²)	7.79	36.848	7.55	5.78	2.38/face
Section d'aciers minimale (cm ²)	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26/face
Aciers principaux	7HA12	7HA10	7HA12	7HA10	HA10
Aciers de répartition	HA8 .e=20cm	HA8 .e=20cm	HA8 .e=25cm	HA8 .e=30cm	HA8 .e=25cm

Dalot 2*2.00*1.50



1. Charges permanentes

Dalle supérieure

Poids propre(P_p) = $e \times \gamma = 25 \times 0.3 = 7.5 \text{ kN/m}^2$

Couche de roulement(P_r) = $h_r \times \gamma_r = 0.2 \times 20 = 4 \text{ kN/m}^2$

$$P_1 = P_p + P_r = 11.5 \text{ kN/m}^2.$$

Radier de fondation

Dalle supérieur + couche de roulement = 11.50 kN/m^2

Piédroits : $((0.30 \times 1.50 \times 25 \times 3) \times 1/4.90) = 6.89 \text{ kN/m}^2$

$$P_2 = 18.39 \text{ kN/m}^2.$$

Piédroits

Surcharge du remblai : $Q = 10 \text{ kN/m}^2$ $k_a = 0.33$ $\delta_q = 1.20$

$$P_3 = 20 \times 0.15 \times 0.33 + 10 \times 1.20 \times 0.33 = 4.059 \text{ kN/m}^2.$$

$$P_4 = 20 \times 0.15 + 1.8 \times 0.33 + 10 \times 1.20 \times 0.33 = 16.83 \text{ kN/m}^2.$$

2. Surcharges

2.1. Système A

$$q(L) = \sup \{ a_1 \cdot A(L) ; (4 - 0.002L) \}$$

L : longueur chargée

a_1 : étant le degré de dégressivité transversale donné dans le tableau en fonction de la classe (première classe car $L_r=7$) et des nombres de voies ($n=2$). Après lecture du tableau on a $a_1 = 1$

$$A(L) = 2.3 + \frac{360}{(L_c + 12)} = 2.3 + \frac{360}{(7 + 12)} = 21.25 \text{ kN/m}^2 ; 4 - 0.002L = 3.99 \text{ kN/m}^2$$

$$q(L) = 21.25 \text{ kN/m}^2$$

Soit Q_A la charge du système A

$$a_2 = \frac{v_0}{v} \text{ avec } v_0 = 3.5 \text{ car classe 1}$$

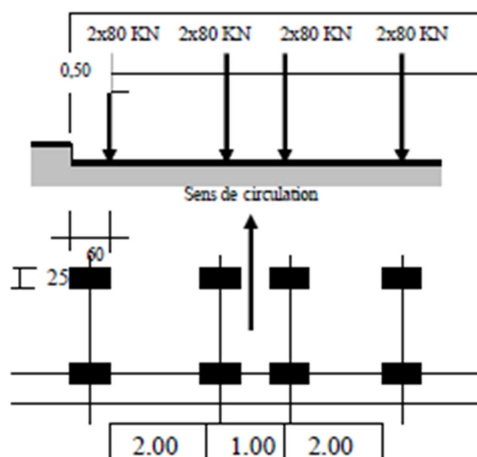
$$a_2 = 1.17$$

$$Q_A = 1.2 \times 1.17 \times 21.25 = 29.8 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_A = 29.8 \text{ kN/m}^2$$

2.2. Système Bc

On considère pour ce système les essieux arrière d'un camion, posés sur une travée, dans la situation la plus défavorable.



Répartition à 45°

$$t_x = 1.35 + 2 \times 0.20 + 0.25 + 0.30 = 2.30 \text{ m.}$$

$$t_y = 5.00 + 2 \times 0.20 + 0.60 + 0.30 = 6.30 \text{ m.}$$

Coefficient à affecter au système Bc est $b_c=1.10$

Coefficient de majoration dynamique

$$\delta = \frac{0.4}{1 + 0.2L} + \frac{0.6}{1 + 4P/S}$$

$$L=2.30\text{m} \quad P=379.50\text{kN} \quad S=80 \times 8=640\text{kN} \quad \delta = 1.419$$

P_5 représente la charge d'exploitation de la dalle et P'_5 celle du radier

$$P_5 = \left(\frac{640 \times 1.20}{2.30 \times 6.30} \right) \times 1.419 = 75.21 \text{ kN/m}^2.$$

$$P'_5 = \left(\frac{640 \times 1.20}{6.90 \times 10} \right) \times 1.419 = 15.79 \text{ kN/m}^2.$$

2.3. Système Bt

Pour ce système on dispose de tandems à deux essieux sur notre ouvrage. Chaque essieu pèse 160kN ce qui au total donne une charge de 640kN sur le dalot.

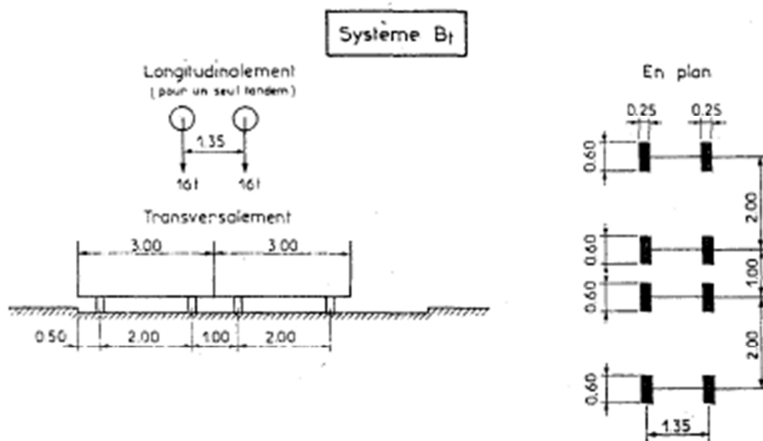


Figure :

La charge totale du système est $Q=160 \times 4=640\text{kN}$

La surface d'influence est de $S=1.6 \times 5.3=8.48\text{m}^2$

Charge surfacique engendrée $q = \frac{640}{8.48} = 75.47 \text{ kN/m}^2$

On a $B_t = b_t \times q$ avec b_t coefficient de pondération (pont 1classe)=1.00

$$B_t = 1.00 \times 64 = 64 \text{ kN/ml}$$

Soit Q_B la charge du système B

$$Q_B = \gamma_q \times \delta \times \max(B_C; B_T)$$

$$\delta = \text{Max} \begin{cases} 1 + \frac{0.4}{1 + 0.2L} + \frac{0.6}{1 + 4 \frac{G}{S_c}} \text{ avec } S_c = 480 \\ 1 + \frac{0.4}{1 + 0.2L} + \frac{0.6}{1 + 4 \frac{G}{S_t}} \text{ avec } S_t = 640 \end{cases}$$

$$\delta = \text{Max} \begin{cases} 1.381 \\ 1.408 \end{cases}$$

3. Contrainte sur le terrain

$$\sigma_{sol} = P_2 + P'_5 + 0.30 * 25.$$

$$\sigma_{sol} = 18.39 + 15.79 + 0.30 * 25.$$

$$\sigma_{sol} = 41.68 \text{ kN/m}^2.$$

$$\sigma_{sol} = 0.42 \text{ bar} < 1.5 \text{ bar} \quad \text{ok!!}$$

4. Calcul des sollicitations

Par la méthode des 3 moments on a :

$$L_{i-1}M_{i-1} + 2(L_{i-1} + L_i)M_i + L_iM_{i+1} = 6EI(\varphi_{gi} - \varphi_{di} + \omega_{gi} - \omega_{di})$$

Il n'y a pas de dénivélé d'appui donc $\omega_{gi} = \omega_{di} = 0$

Par symétrie d'appuis et de chargement on a :

$$M_1 = M_3 \text{ et } M_4 = M_6$$

$$M_{1-2} = M_{3-2}; M_{5-4} = M_{5-6} \text{ et } M_{2-5} = 0$$

D'après le tableau 17 des formules dans la technique d'ingénieurs, les moments et les réactions seront déterminés par les formules suivantes :

a. Au niveau du tablier

 Sous charges permanentes

$$g_1 = 11.5 \text{ kN/m.}$$

• Moments à mi- travées

$$M_{1-2} = M_{2-3} = 0.07031 \times g_1 \cdot l^2.$$

$$M_{1-2} = M_{3-2} = 0.07031 * 11.5 * 2.3^2 = 4.28 \text{ kN/m.}$$

- Moments sur appuis

$$M_1 = M_3 = 0.$$

$$M_2 = 0.125 \times g_1 \cdot l^2.$$

$$M_2 = -0.125 \times 11.5 \times 2.3^2 = -7.60 \text{ kN/m}.$$

- Réactions d'appuis

$$R_1 = R_3.$$

$$R_1 = 0.375 \cdot g_1 \cdot l = 0.375 \cdot 11.5 \cdot 2.3 = 9.92 \text{ kN/m}.$$

$$R_2 = 1.25 \cdot g_1 \cdot l = 1.25 \cdot 11.5 \cdot 2.3 = 33.06 \text{ kN/m}.$$

$$R_3 = 0.375 \cdot g_1 \cdot l = 0.375 \cdot 11.5 \cdot 2.3 = 9.92 \text{ kN/m}.$$

- ✚ Sous charge d'exploitation

$$q_1 = 75.21 \text{ kN/m}.$$

- Moments à mi- travées

$$M_{1-2} = M_{2-3} = 0.07031 \times q_1 \cdot l^2.$$

$$M_{1-2} = M_{2-3} = 0.07031 \cdot 75.21 \cdot 2.3^2 = 27.97 \text{ kN/m}.$$

- Moments sur appuis

$$M_1 = M_3 = 0.$$

$$M_2 = 0.125 \times q_1 \cdot l^2.$$

$$M_2 = -0.125 \times 75.21 \times 2.3^2 = -49.73 \text{ kN/m}.$$

- Réactions d'appuis

$$R_1 = R_3.$$

$$R_1 = 0.375 \cdot q_1 \cdot l = 0.375 \cdot 75.21 \cdot 2.3 = 64.87 \text{ kN/m}.$$

$$R_2 = 1.25 \cdot q_1 \cdot l = 1.25 \cdot 75.21 \cdot 2.3 = 216.23 \text{ kN/m}.$$

$$R_3 = 0.375 \cdot q_1 \cdot l = 0.375 \cdot 75.21 \cdot 2.3 = 64.87 \text{ kN/m}.$$

- b. Au niveau du radier

- ✚ Sous charges permanentes

$$g_1 = 18.39 \text{ kN/m}.$$

- Moments à mi- travées

$$M_{1-2} = M_{2-3} = 0.07031 \times g_1 \cdot l^2.$$

$$M_{1-2} = M_{3-2} = 0.07031 * 18.39 * 2.3^2 = 6.84kN/m.$$

- Moments sur appuis

$$M_1 = M_3 = 0.$$

$$M_2 = 0.125 \times g_1 \cdot l^2.$$

$$M_2 = -0.125 \times 18.39 \times 2.3^2 = -12.16kN/m.$$

- Réactions d'appuis

$$R_1 = R_3.$$

$$R_1 = 0.375 * g_1 * l = 0.375 * 18.39 * 2.3 = 15.86kN/m.$$

$$R_2 = 1.25 * g_1 * l = 1.25 * 18.39 * 2.3 = 52.87kN/m.$$

$$R_3 = 0.375 * g_1 * l = 0.375 * 18.39 * 2.3 = 15.86kN/m.$$

- ✚ Sous charge d'exploitation

$$q_1 = 15.79kN/m.$$

- Moments à mi- travées

$$M_{1-2} = M_{2-3} = 0.07031 \times q_1 \cdot l^2.$$

$$M_{1-2} = M_{3-2} = 0.07031 * 15.79 * 2.3^2 = 5.87kN/m.$$

- Moments sur appuis

$$M_1 = M_3 = 0.$$

$$M_2 = 0.125 \times q_1 \cdot l^2.$$

$$M_2 = -0.125 \times 15.79 \times 2.3^2 = -10.44kN/m.$$

- Réactions d'appuis

$$R_1 = R_3.$$

$$R_1 = 0.375 * q_1 * l = 0.375 * 15.79 * 2.3 = 13.62kN/m.$$

$$R_2 = 1.25 * q * l = 1.25 * 15.79 * 2.3 = 45.40kN/m.$$

$$R_3 = 0.375 * q_1 * l = 0.375 * 15.79 * 2.3 = 13.62kN/m.$$

- c. Au niveau des piedroits
- ✚ Sous charge permanente
 - Piedroits externe

$$N = R_1 = R_3 = 15.86kN/m.$$

- Piédroits interne

$$N = R_2 = 52.87kN/m.$$

- ✚ Sous charge d'exploitation
- Piedroits externe

$$N = R_1 = R_3 = 64.87kN/m.$$

- Piedroits interne

$$N = R_2 = 216.13kN/m.$$

- d. Moment du a la poussée des terres

$$M = \gamma * h^3 * \frac{k_a}{6} \text{ avec } \gamma = \frac{20kN}{m^3} \text{ et } k_a = 0.33 .$$

$$M = 20 * 1.8^3 * \frac{0.33}{6} * 1.00 = 6.42kNm$$

- e. Moment du au forces de freinage

On admet le freinage de 2 essieux de 120 KN chacun placé cote à cote : $F = \frac{240}{5} = 48kN$

On réparti l'effort $F = 48 KN$ sur les deux piédroits extérieurs d'où $f = 24kN$

$$M = f * h = 24 * 1.8 = 43.2kNm$$

5. Calcul des armatures

Hypothèse de calcul

- Béton
 - Poids volumique=25kN/m³
 - Fissuration préjudiciable
 - Résistances caractéristiques :
 - En compression : $f_{c28} = 25MPa$

- En traction : $f_{t28} = 0.6 + 0.06f_{c28} = 2.1MPa$
- Contrainte du béton : $\delta_{bc} = 0.85 * \frac{f_{c28}}{\theta * \gamma_b} = 14.2MPa$
avec $\gamma_b = 1.5$ et $\theta = 1$
- Contrainte admissible : $\overline{\delta_{bc}} = 0.6 * f_{c28} = 15MPa$
- Granulats : $C_g=25mm$
- Facteur d'équivalence contraintes aciers/contraintes béton : $n=15$
- Acier
 - Nuance : acier à Haute Adhérence FeE400
 - Limite d'élasticité garantie $F_e=400Mpa$
 - Coefficient de sécurité : $\gamma_s = 1.15$
 - Coefficient d'adhérence : $\eta = 1.6$
 - Fissuration préjudiciable
 - Contrainte admissible : $\overline{\delta_s} = \min \left\{ \frac{2}{3} * f_e; \max(0.5 * f_e; 110 * \sqrt{\eta * f_{t28}}) \right\}$
 $\overline{\delta_s} = 201.63MPa$
 - Contrainte de calcul de l'acier : $\delta_s = \frac{F_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 348Mpa$
 - Enrobage=3cm
- Contrainte du sol : $\delta_{sol} = 0.15MPa$
- Fissuration préjudiciable donc tout le calcul sera fait à l'état limite de service

f. Calcul des armatures du tablier

Données de calcul : $b=100cm$; $h=30cm$; $d=27cm$

🚧 Armatures d'appui (lit supérieur)

$$M_{ser} = M_1 = 7.60 + 1.2 * 49.73 = 67.276kNm$$

$$N_{ser} = 33.06 + 1.2 * 216.23 = 292.54kN$$

Déterminons le moment résistant de béton M_{RB} seul, moment maximum que peut reprendre la section sans acier comprimé. Dans ce cas, mettons les deux matériaux à fond :

$$\delta_{bc} = \overline{\delta_{bc}}$$

$$\frac{\overline{\delta_{bc}}}{\gamma_{RB}} = \frac{\overline{\delta_s}/15}{d - \gamma_{RB}} \rightarrow \gamma_{RB} = d * \frac{\overline{\delta_{bc}}}{\frac{\overline{\delta_s}}{15} + \overline{\delta_{bc}}} = 27 * \frac{15}{\frac{201.63}{15} + 15} = 14.24cm \rightarrow \gamma_{RB} = 14.24cm$$

$$M_{RB} = \frac{1}{2} b_0 * \gamma_{RB} * \overline{\delta_{bc}} \left(d - \frac{\gamma_{RB}}{3} \right) = \frac{1}{2} * 1.00 * 0.1424 * 15 * 10^3 \left(0.27 - \frac{0.1424}{3} \right) = 237.66kNm$$

$$\rightarrow M_{RB} = 237.66kNm$$

$M_1 < M_{RB}$, dimensionnement sans aciers comprimés

Calculons A_s

$$\sigma_{bc} = 0.6f_{c28} = 0.6 * 25 = 15.$$

$$\mu_u = \frac{M_u \cdot 10^3}{b \cdot \sigma_{bc} \cdot d^2} = \frac{89.83 \cdot 10^3}{1 \cdot 15 \cdot 0.27^2} = 0.082149.$$

$$\alpha_u = 1.25(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_u}) = 0.107.$$

$$Z_u = d \cdot (1 - 0.4 \alpha_u) = 0.2584.$$

$$\sigma_s = \frac{f_e}{1.15} = 348.$$

$$A_u = \frac{M_u \cdot 10^{-3}}{Z_u \cdot \sigma_s}$$

$$A_s = \frac{89.83 \cdot 10^{-3}}{0.2584 \cdot 348} = 9.99 \text{ cm}^2 \rightarrow A_s = 9.99 \text{ cm}^2$$

Condition de non fragilité de la section

$$A_{min} = \frac{0.23 \cdot F_{t28} \cdot b \cdot d}{F_e} = \frac{0.23 \cdot 2.1 \cdot 100 \cdot 27}{400} = 3.26 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} < A_{ser} \rightarrow \text{Condition Vérifiée}$$

Choix des armatures : **7HA14 = 10.78 cm²**

▣ Armatures en travées (lit inférieur)

$$M_{ser} = M_1 = 4.28 + 1.2 \cdot 27.97 = 37.84 \text{ kNm}$$

$$N_{ser} = 33.06 + 1.2 \cdot 216.23 = 292.54 \text{ kN}$$

Déterminons le moment résistant de béton M_{RB} seul, moment maximum que peut reprendre la section sans acier comprimé. Dans ce cas, mettons les deux matériaux à fond :

$$\delta_{bc} = \overline{\delta_{bc}}$$

$$\frac{\overline{\delta_{bc}}}{y_{RB}} = \frac{\overline{\delta_s}/15}{d - y_{RB}} \rightarrow y_{RB} = d \cdot \frac{\overline{\delta_{bc}}}{\frac{\overline{\delta_s}}{15} + \overline{\delta_{bc}}} = 27 \cdot \frac{15}{\frac{201.63}{15} + 15} = 14.24 \text{ cm} \rightarrow y_{RB} = 14.24 \text{ cm}$$

$$M_{RB} = \frac{1}{2} b_0 \cdot y_{RB} \cdot \overline{\delta_{bc}} \left(d - \frac{y_{RB}}{3} \right) = \frac{1}{2} \cdot 1.00 \cdot 0.1424 \cdot 15 \cdot 10^3 \left(0.27 - \frac{0.1424}{3} \right) = 237.66 \text{ kNm}$$

$$\rightarrow M_{RB} = 237.66 \text{ kNm}$$

$M_1 < M_{RB}$, dimensionnement sans aciers comprimés

Calculons A_s

$$\sigma_{bc} = 0.6f_{c28} = 0.6 * 25 = 15.$$

$$\mu_u = \frac{M_u * 10^3}{b * \sigma_{bc} * d^2} = \frac{50.53 * 10^3}{1 * 15 * 0.27^2} = 0.046209.$$

$$\alpha_u = 1.25(1 - \sqrt{1 - 2 * \mu_u}) = 0.059.$$

$$Z_u = d * (1 - 0.4 \alpha_u) = 0.2636105.$$

$$\sigma_s = \frac{f_e}{1.15} = 348.$$

$$A_u = \frac{M_u * 10^{-3}}{Z_u * \sigma_s}$$

$$A_s = \frac{50.53 * 10^{-3}}{0.2584 * 348} = 5.511 \text{ cm}^2 \rightarrow A_s = 5.511 \text{ cm}^2$$

Condition de non fragilité de la section

$$A_{min} = \frac{0.23 * F_{t28} * b * d}{F_e} = \frac{0.23 * 2.1 * 100 * 27}{400} = 3.26 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} < A_{ser} \rightarrow \text{Condition Vérifiée}$$

Choix des armatures : **5HA12 = 5.65 cm²**

g. Armatures du radier

Données de calcul : b=100cm ; h=30cm ; d=27cm

a- Armatures d'appui (lit inférieur)

$$M_{ser} = M_1 = 12.16 + 1.2 * 10.44 = 24.69 \text{ kNm}$$

$$N_{ser} = 52.87 + 1.2 * 45.40 = 107. \text{ kN}$$

Déterminons le moment résistant de béton M_{RB} seul, moment maximum que peut reprendre la section sans acier comprimé. Dans ce cas, mettons les deux matériaux à fond :

$$\delta_{bc} = \overline{\delta_{bc}}$$

$$\frac{\overline{\delta_{bc}}}{y_{RB}} = \frac{\overline{\delta_s}/15}{d - y_{RB}} \rightarrow y_{RB} = d * \frac{\overline{\delta_{bc}}}{\frac{\overline{\delta_s}}{15} + \overline{\delta_{bc}}} = 27 * \frac{15}{\frac{201.63}{15} + 15} = 14.24 \text{ cm} \rightarrow y_{RB} = 14.24 \text{ cm}$$

$$M_{RB} = \frac{1}{2} b_0 * y_{RB} * \overline{\delta_{bc}} \left(d - \frac{y_{RB}}{3} \right) = \frac{1}{2} * 1.00 * 0.1424 * 15 * 10^3 \left(0.27 - \frac{0.1424}{3} \right) = 237.66 \text{ kNm}$$

$$\rightarrow M_{RB} = 237.66 \text{ kNm}$$

$M_1 < M_{RB}$, pas d'aciers comprimés

Calculons A_s

$$\sigma_{bc} = 0.6 f_{c28} = 0.6 * 25 = 15.$$

$$\mu_u = \frac{M_u * 10^3}{b * \sigma_{bc} * d^2} = \frac{33.12 * 10^3}{1 * 15 * 0.27^2} = 0.030288.$$

$$\alpha_u = 1.25(1 - \sqrt{1 - 2 * \mu_u}) = 0.038.$$

$$Z_u = d * (1 - 0.4 \alpha_u) = 0.265847.$$

$$\sigma_s = \frac{f_e}{1.15} = 348.$$

$$A_u = \frac{M_u * 10^{-3}}{Z_u * \sigma_s}$$

$$A_s = \frac{33.12 * 10^{-3}}{0.2584 * 348} = 3.58 \text{ cm}^2 \rightarrow A_s = 3.58 \text{ cm}^2$$

Condition de non fragilité de la section

$$A_{min} = \frac{0.23 * F_{t28} * b * d}{F_e} = \frac{0.23 * 2.1 * 100 * 27}{400} = 3.26 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} < A_{ser} \rightarrow \text{Condition Vérifiée}$$

Choix des armatures : **5HA10 = 3.93 cm²**

a- Armatures en travées (lit supérieur)

$$M_{ser} = M_1 = 6.84 + 1.2 * 5.87 = 13.884 \text{ kNm}$$

$$N_{ser} = 52.87 + 1.2 * 45.40 = 107.35 \text{ kN}$$

Déterminons le moment résistant de béton M_{RB} seul, moment maximum que peut reprendre la section sans acier comprimé. Dans ce cas, mettons les deux matériaux à fond :

$$\delta_{bc} = \overline{\delta_{bc}}$$

$$\frac{\overline{\delta_{bc}}}{y_{RB}} = \frac{\overline{\delta_s}/15}{d - y_{RB}} \rightarrow y_{RB} = d * \frac{\overline{\delta_{bc}}}{\frac{\overline{\delta_s}}{15} + \overline{\delta_{bc}}} = 27 * \frac{15}{\frac{201.63}{15} + 15} = 14.24 \text{ cm} \rightarrow y_{RB} = 14.24 \text{ cm}$$

$$M_{RB} = \frac{1}{2} b_0 * y_{RB} * \overline{\delta_{bc}} \left(d - \frac{y_{RB}}{3} \right) = \frac{1}{2} * 1.00 * 0.1424 * 15 * 10^3 \left(0.27 - \frac{0.1424}{3} \right) = 237.66 \text{ kNm}$$

$$\rightarrow M_{RB} = 237.66 \text{ kNm}$$

$M_1 < M_{RB}$, pas d'aciers comprimés

$$A_s = \frac{M_1}{\overline{\delta_s} \left(d - \frac{y_{RB}}{3} \right)} = \frac{13.88}{201.63 * 10^3 \left(0.27 - \frac{0.14}{3} \right)} = 3.08 \text{ cm}^2 \rightarrow A_s = 3.08 \text{ cm}^2$$

Condition de non fragilité de la section

$$A_{min} = \frac{0.23 * F_{t28} * b * d}{F_e} = \frac{0.23 * 2.1 * 100 * 27}{400} = 3.26 \text{ cm}^2$$

$A_{min} > A_{ser} \rightarrow$ *Condition non Vérifiée d'ou*

$$A_s = 3.26 \text{ cm}^2$$

Choix des armatures : **5HA10 = 3.93 cm²**

1. Calcul des armatures piédroits interne

Les piédroits seront considérés au mètre linéaire comme des poteaux de 100*30

- Effort normal sollicitant les poteaux

$$N_U = 1.35 * 52.87 + 1.6 * 216.13 = 417.18 \text{ kN}$$

- Evaluation de l'effort de compression repris par le béton seul d'un béton
 - o Longueur de flambement

$$l_f = 0.7 * h = 0.7 * 400 = 126 \text{ cm} \rightarrow l_f = 126 \text{ cm}$$

- o Elancement

$$\lambda = \frac{2\sqrt{3}}{b} * l_f = \frac{2\sqrt{3}}{30} * 126 = 14.55$$

$$\lambda < 50 \rightarrow \alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{14.55}{35}\right)^2} = 0.82$$

- o Section réduite

$$B_r = (100 - 2)(30 - 2) = 2744 \text{ cm}^2$$

- o Effort normal maximal

$$N_{max} = \alpha * B_r * \frac{F_{c28}}{0.9 * \gamma_b} = 0.73 * 274400 * \frac{25}{0.9 * 1.5} * 10^{-3} = 3709.48 \text{ kN}$$

$$\rightarrow N_{max} = 3404.53 \text{ kN}$$

$N_{max} > N_u$; Donc, on adoptera les valeurs minimales des armatures

$$A = 4 * 2 * (1.00 + 0.30) = 10.40 \text{ cm}^2$$

Soit $A = 5.20 \text{ cm}^2$ sur chaque face

Choix des armatures

$$A = 5HA12 = 5.65 \text{ cm}^2$$

1- Calcul des armatures des piédroits extérieurs

$$M_{ser} = M_1 = 6.42 + 1.2 * (43.2 + 10.69) = 71.088 \text{ kNm}$$

$$N_{ser} = N_1 = 15.86 + 1.2 * 64.87 = 93.704 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_1}{N_1} = \frac{71.088}{93.704} = 0.758 \text{ m} ; \text{ d'où section partiellement comprimée}$$

$$M = M_1 + N_1 * A_s G$$

Du fait du mode constructif, la poussée du mur retenant le sol s'appuie sur le tablier seul. N1 est donc appliqué au centre de gravité de G de la nervure, à sa mi-hauteur.

$$\text{On a alors : } A_s G = d - \frac{h}{2} = 0.27 - \frac{0.3}{2} = 0.12 \text{ m}$$

$$M = 71.088 + 0.12 * 93.704 = 82.33 \text{ KNm}$$

$$\mu_1 = \frac{M}{b * d^2 * \delta_s} = \frac{82.33}{1.00 * 0.27^2 * 348 * 10^3} = 0.0032$$

$$\mu_1 = 0.0032 \rightarrow \beta_1 = 0.82660$$

$$A_{ser} = \frac{M_{ser}}{\beta_1 * d * \sigma_s} - \frac{N_{ser}}{\sigma_s} = \frac{71.088}{0.82660 * 0.27 * 348 * 10^3} - \frac{93.704}{348 * 10^3} = 6.46 \text{ cm}^2$$

$$A_{ser} = 6.46 \text{ cm}^2 \text{ Soit } A_{ser} = 3.23 \text{ cm}^2 \text{ sur chaque face}$$

Condition de non fragilité de la section

$$A_{min} = \frac{0.23 * F_{t28} * b * d}{F_e} = \frac{0.23 * 2.1 * 100 * 27}{400} = 3.26 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} < A_{ser} \rightarrow \text{Condition Vérifiée d'ou } A_s = 3.26 \text{ cm}^2 / \text{face}$$

Choix des armatures

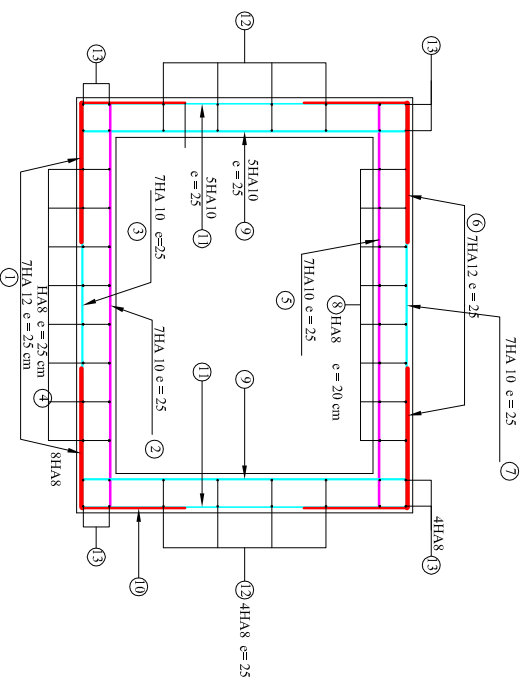
$$A = 5HA10 = 3.93 \text{ cm}^2 \text{ par face}$$

Parties d'ouvrages	Dalle supérieure		Radier		Piédroits	
	Abouts A&B	Travée B&C	Abouts A&D	Travée A&D	Interne	Externe
Section	B=1.00m	H=20cm	B=1.00	H=20cm	B=1.00m	h=30cm
Moment ELS (kNm)	67.276	37.84	24.09	13.88	48.81	
Section d'aciers nécessaires (cm ²)	9.99	5.51	3.58	3.08	5.2/face	3.23/face
Section d'aciers minimale (cm ²)	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26/face	3.26/face
Aciers principaux	HA14	HA14	5HA10	5HA10	5HA12/face	5HA10/face
Aciers de répartition	HA10 .e=20cm	HA8 .e=20cm	HA10 .e=20cm	HA8 .e=30cm	HA10 .e=20cm	HA10 .e=20cm

ELU: $1.35 \cdot G + 1.6 \cdot Q$

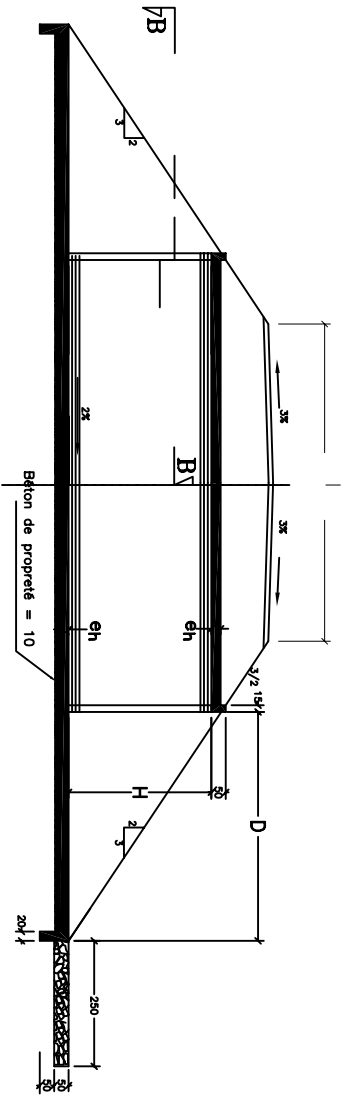
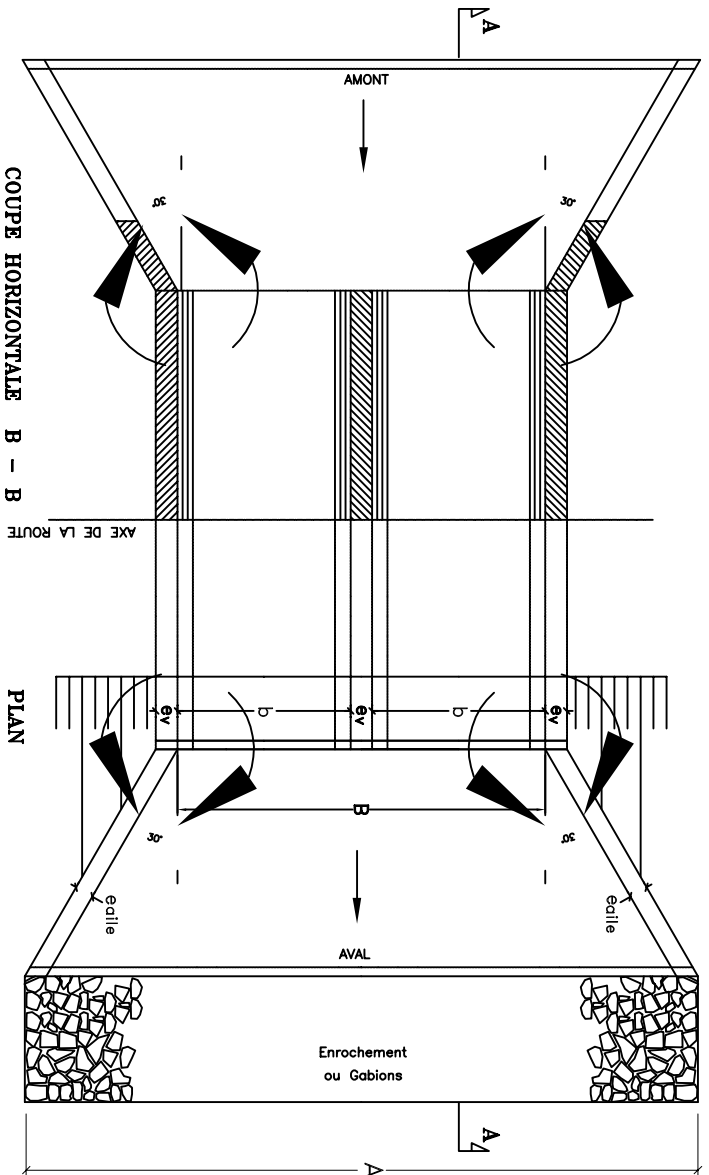
ELS: $G + 1.2 \cdot Q$

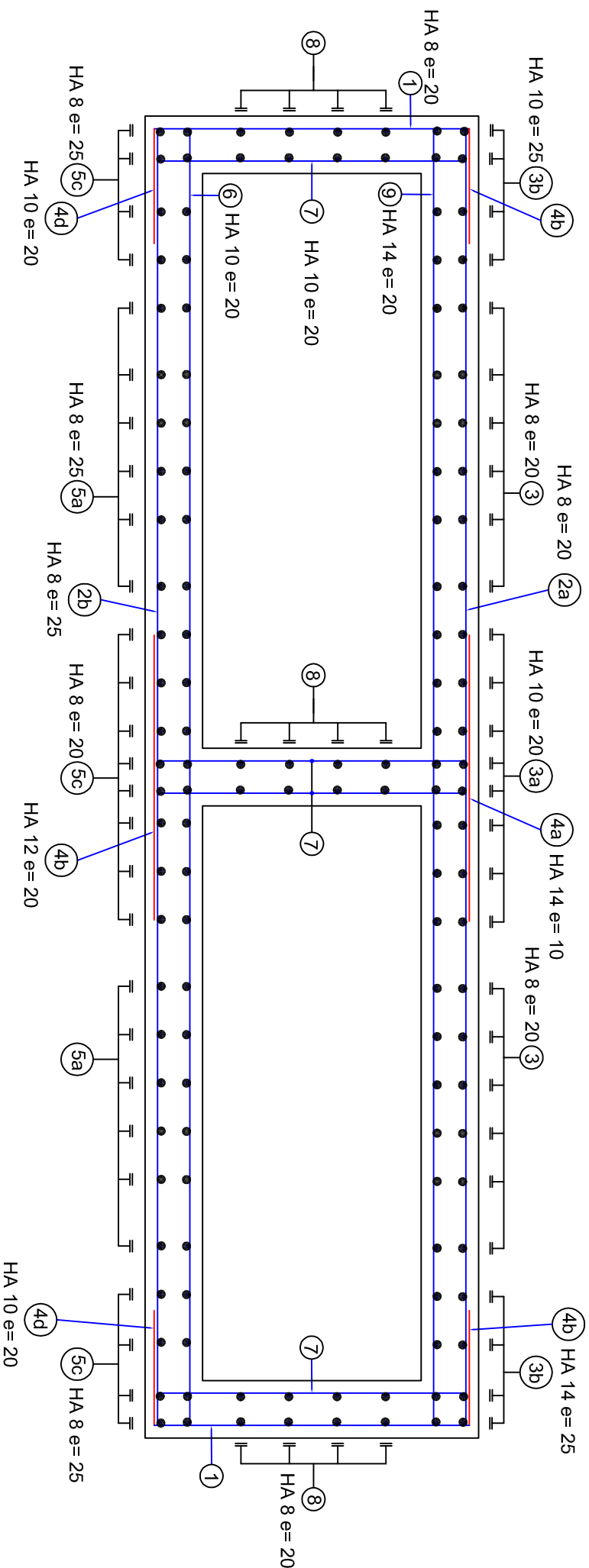
CORPS DU DALOT

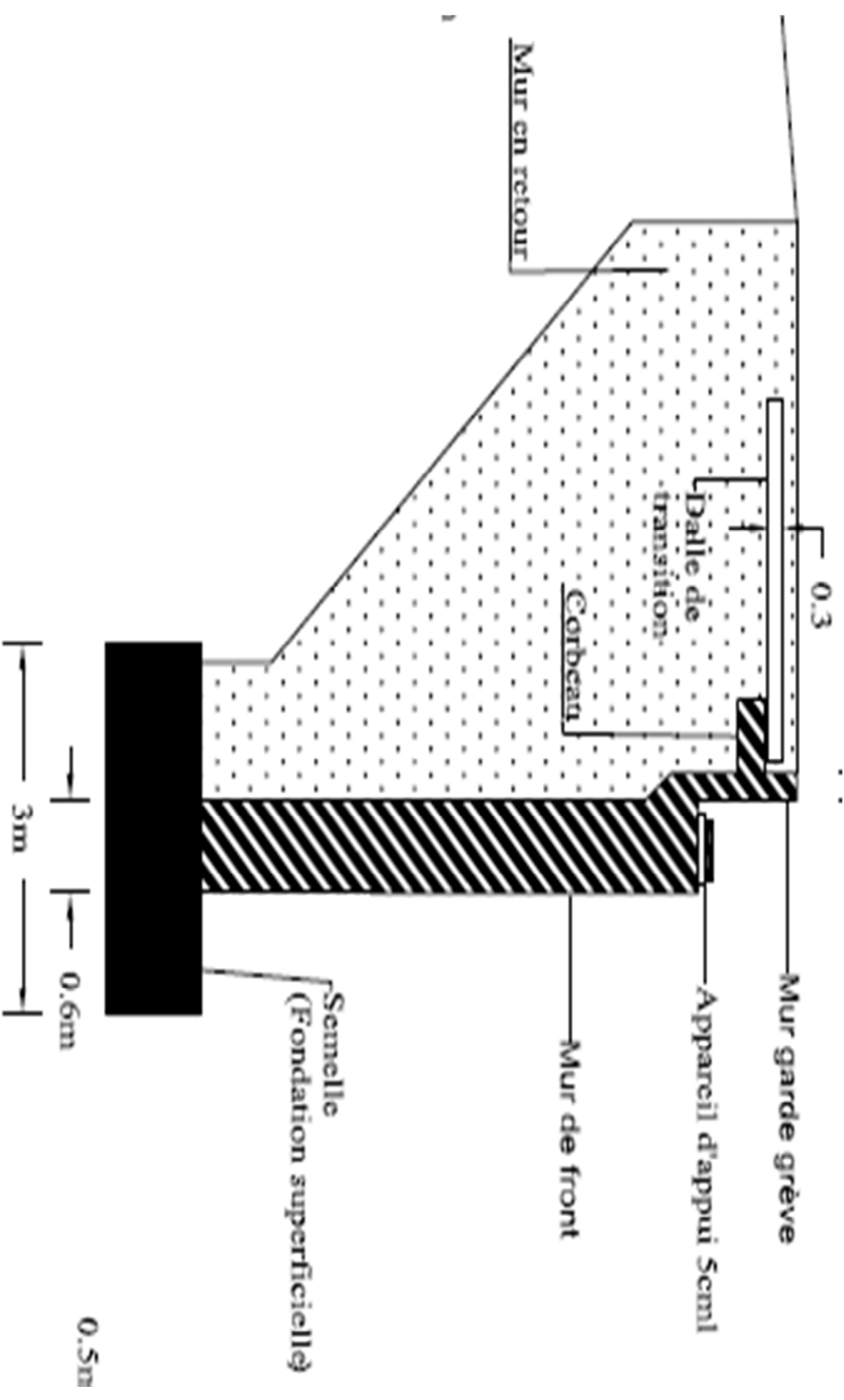


N°	Barre	Quantité	Longueur (m)	Long. totale (m)
1	HA12	7	2,00	14
2	HA10	7	1,92	13,44
3	HA10	7	1,92	13,44
4	HA8	7	1,28	8,96
5	HA10	7	1,92	13,44
6	HA12	7	2,00	14
7	HA10	7	1,92	13,44
8	HA12	7	1,28	8,96
9	HA10	10	1,46	14,6
10	HA12	20	3,08	61,6
11	HA10	10	3,04	30,4
12	HA8	8	1,28	10,24
13	HA8	16	1,28	20,48

PROJET DE PONT	
PLAN DE FERRAILLAGE	DATE: Juillet 2014
DALOT DE (2.00 X 1.50)	ECHELLE: 1/25







Culée



REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTRE DES TRANSPORTS
ET DES TRAVAUX PUBLICS
SECRETARIAT GENERAL



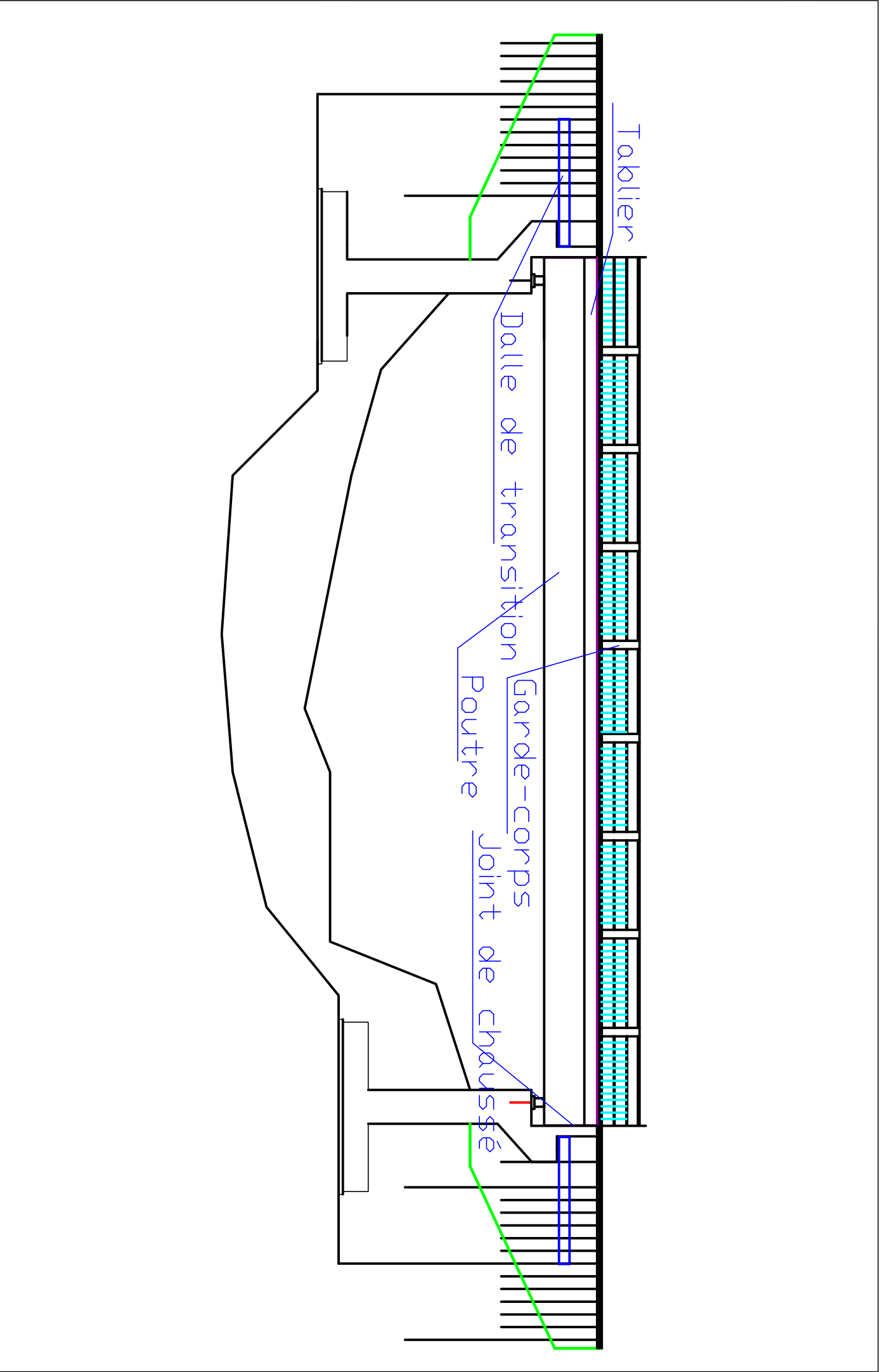
Boris Arnaud Lancha BADO
MEMBRE DE FIN
DETTES EN VUE DE
L'OBTEINION DU MASTER
D'INGENIERIE (PTIEN
GENIE CIVIL)

Entreprise

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEES POUR
L'AMENAGEMENT ET LE BITUMAGE DE LA ROUTE
DIOUGOU - BANIKOABA : TRONÇON SORTIE DE
KPERE(PK42+500) - ENTREE DE MASSOU(PK52+000)

COUPE-LONGITUDINALE
DU
PONT-A-POUTRE

Page N° : 1 sur 1



Annexe 3 : Cubatures

jeudi 3 juillet 2014
13:10

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
92	5107.532	68.3		55.9	14.6	0.0
93	5171.444	147.2		103.0	31.0	0.0
94	5225.216	158.6		111.0	33.4	0.0
95	5298.278	136.7		95.6	28.8	0.0
96	5334.527	95.9		67.1	20.2	0.0
97	5374.962	85.0		59.5	17.9	0.0
98	5402.520	69.2		48.4	14.6	0.0
99	5430.295	60.9		42.6	12.8	0.0
100	5451.238	85.8		60.1	18.1	0.0
101	5499.015	108.8		76.2	22.9	0.0
102	5538.275	72.5		63.5	14.3	0.0
103	5571.578	89.0		77.9	17.5	0.0
104	5627.308	126.3		88.4	26.6	0.0
105	5672.579	105.7		74.0	22.2	0.0
106	5711.830	107.1		74.9	22.5	0.0
107	5758.192	120.8		84.5	25.4	0.0
108	5808.451	117.6		82.3	24.7	0.0
109	5852.223	94.8		66.3	19.9	0.0
110	5884.259	71.8		50.2	15.1	0.0
111	5909.626	80.5		56.3	16.9	0.0
112	5948.648	104.1		72.8	21.9	0.0
113	5992.884	153.0		107.1	32.2	0.0
114	6071.013	185.9		130.1	39.1	0.0
115	6141.521	168.1		79.0	22.5	0.0
116	6183.862	109.8		51.6	14.7	0.0
117	6215.232	86.0		40.4	11.5	0.0
118	6241.604	92.9		43.6	12.4	0.0
119	6277.591	59.4		27.9	8.0	0.0
120	6281.514	50.0		23.5	6.7	0.0
121	6311.135	81.1		38.1	10.8	0.0
122	6335.939	75.8		37.8	10.6	0.0
123	6365.124	95.1		44.7	12.7	0.0
124	6399.780	104.7		49.2	14.0	0.0
125	6435.439	97.0		45.6	13.0	0.0
126	6464.937	97.7		45.9	13.1	0.0
127	6501.054	109.0		51.2	14.6	0.0
128	6538.123	105.1		49.4	14.1	0.0
129	6571.601	130.3		61.2	17.4	0.0
130	6625.603	150.9		70.9	20.2	0.0
131	6672.924	129.6		60.9	17.3	0.0
132	6712.600	157.5		74.0	21.1	0.0
133	6778.693	191.9		90.2	25.7	0.0
134	6841.446	149.6		70.3	20.0	0.0
135	6879.141	103.0		48.4	13.8	0.0
136	6910.631	95.7		45.0	12.8	0.0
137	6943.393	93.0		43.7	12.4	0.0
138	6973.077	69.6		32.7	9.3	0.0
139	6990.097	77.9		36.6	10.4	0.0
140	7025.373	94.2		44.3	12.6	0.0
141	7053.323	90.6		42.6	12.1	0.0
142	7086.199	96.1		45.2	12.9	0.0
143	7117.877	98.7		46.4	13.2	0.0
144	7152.440	97.7		45.9	13.1	0.0
145	7183.494	103.1		48.4	13.8	0.0
146	7221.636	110.5		51.9	14.8	0.0
147	7257.650	104.7		49.2	14.0	0.0
148	7291.963	106.2		49.9	14.2	0.0
149	7328.928	131.6		61.9	17.6	0.0
150	7380.350	133.3		62.7	17.8	0.0
151	7418.453	89.3		42.0	11.9	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
152	7440.283	77.9		36.6	10.4	0.0
153	7470.742	85.8		40.3	11.5	0.0
154	7497.866	75.9		35.7	10.2	0.0
155	7521.717	84.4		39.7	11.3	0.0
156	7554.558	97.1		45.6	13.0	0.0
157	7586.905	82.9		39.5	11.2	0.0
158	7611.008	76.8		38.5	10.7	0.0
159	7641.860	85.2		45.3	12.4	0.0
160	7675.673	99.6		46.8	13.3	0.0
161	7708.727	83.0		39.0	11.1	0.0
162	7731.381	40.5		19.0	5.4	0.0
163	7735.935	55.7		26.2	7.4	0.0
164	7768.762	95.2		44.7	12.7	0.0
165	7799.861	91.9		43.2	12.3	0.0
166	7830.477	51.7		24.3	6.9	0.0
167	7834.551	53.4		25.1	7.1	0.0
168	7866.343	85.6		40.3	11.5	0.0
169	7892.055	80.0		37.6	10.7	0.0
170	7920.025	96.5		45.4	12.9	0.0
171	7956.845	95.7		45.0	12.8	0.0
172	7984.296	90.2		42.4	12.1	0.0
173	8017.413	135.5		63.7	18.1	0.0
174	8075.256	170.1		79.9	22.7	0.0
175	8131.610	162.6		76.4	21.7	0.0
176	8184.397	157.3		73.9	21.0	0.0
177	8237.204	159.3		74.9	21.3	0.0
178	8291.359	171.7		80.7	23.0	0.0
179	8352.508	178.5		83.9	23.9	0.0
180	8411.219	161.3		75.8	21.6	0.0
181	8460.833	162.0		76.1	21.7	0.0
182	8519.997	152.7		71.8	20.4	0.0
183	8563.363	148.5		69.8	19.9	0.0
184	8619.707	181.1		85.1	24.2	0.0
185	8684.979	180.3		84.8	24.1	0.0
186	8740.792	173.2		81.4	23.2	0.0
187	8801.293	185.9		87.4	24.9	0.0
188	8865.596	176.4		82.9	23.6	0.0
189	8919.742	162.8		76.5	21.8	0.0
190	8974.912	168.9		79.4	22.6	0.0
191	9033.118	177.0		83.2	23.7	0.0
192	9093.753	170.9		80.3	22.9	0.0
193	9147.842	165.3		77.7	22.1	0.0
194	9204.717	167.4		78.7	22.4	0.0
195	9260.230	170.3		80.0	22.8	0.0
196	9319.024	176.9		83.2	23.7	0.0
197	9379.026	166.1		78.1	22.2	0.0
198	9430.547	162.9		76.5	21.8	0.0
199	9488.372	174.2		82.2	23.4	0.0
200	9547.974	186.0		87.5	24.9	0.0
201	9613.422	175.3		82.4	23.4	0.0
202	9665.651	135.1		63.5	18.1	0.0
203	9704.139	106.1		49.9	14.2	0.0
204	9736.873	100.8		47.4	13.5	0.0
205	9771.786	94.8		44.6	12.7	0.0
206	9800.524	47.2		22.2	6.3	0.0
207	9803.503	59.0		27.7	7.9	0.0
208	9840.150	63.6		29.9	8.5	0.0
209	9846.213	15.0		7.1	2.0	0.0
210	9850.242	12.2		5.7	1.6	0.0
211	9854.396	51.5		24.2	6.9	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
212	9884.792	97.5		45.8	13.0	0.0
213	9919.873	103.4		48.6	13.8	0.0
214	9954.180	142.0		66.7	19.0	0.0
215	10015.181	151.7		71.3	20.3	0.0
216	10056.051	110.5		51.9	14.8	0.0
217	10089.376	133.9		62.9	17.9	0.0
218	10145.955	153.8		72.3	20.6	0.0
219	10192.633	93.3		43.8	12.5	0.0
220	10208.562	23.7		11.1	3.2	0.0
		14643	0	7491	2146	0

jeudi 3 juillet 2014
13:12

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
92	5107.532	0.3	176.5	0.0	0.0
93	5171.444	62.4	66.8	0.0	0.0
94	5225.216	393.6	93.8	0.0	0.0
95	5298.278	668.0	96.8	0.0	0.0
96	5334.527	468.6	63.7	0.0	0.0
97	5374.962	357.1	54.5	0.0	0.0
98	5402.520	168.2	50.0	0.0	0.0
99	5430.295	35.7	35.4	0.0	0.0
100	5451.238	23.8	55.9	0.0	0.0
101	5499.015	7.4	66.4	0.0	0.0
102	5538.275	0.0	224.0	0.0	0.0
103	5571.578	0.0	646.1	0.0	0.0
104	5627.308	596.9	62.5	0.0	0.0
105	5672.579	486.9	37.5	0.0	0.0
106	5711.830	939.1	41.4	0.0	0.0
107	5758.192	1152.9	41.4	0.0	0.0
108	5808.451	663.0	45.5	0.0	0.0
109	5852.223	636.1	36.7	0.0	0.0
110	5884.259	399.6	33.7	0.0	0.0
111	5909.626	341.1	39.2	0.0	0.0
112	5948.648	265.8	56.1	0.0	0.0
113	5992.884	11.9	107.1	0.0	0.0
114	6071.013	233.5	95.0	0.0	0.0
115	6141.521	690.0	0.0	0.0	0.0
116	6183.862	267.5	0.0	0.0	0.0
117	6215.232	305.6	0.0	0.0	0.0
118	6241.604	328.4	0.0	0.0	0.0
119	6277.591	202.9	0.0	0.0	0.0
120	6281.514	169.8	0.0	0.0	0.0
121	6311.135	82.2	0.0	0.0	0.0
122	6335.939	0.2	112.8	0.0	0.0
123	6365.124	9.1	47.1	0.0	0.0
124	6399.780	139.4	0.0	0.0	0.0
125	6435.439	111.1	0.0	0.0	0.0
126	6464.937	111.3	0.0	0.0	0.0
127	6501.054	22.9	0.7	0.0	0.0
128	6538.123	16.3	8.2	0.0	0.0
129	6571.601	20.1	18.0	0.0	0.0
130	6625.603	50.2	13.2	0.0	0.0
131	6672.924	82.3	0.0	0.0	0.0
132	6712.600	254.0	0.0	0.0	0.0
133	6778.693	507.7	0.0	0.0	0.0
134	6841.446	439.9	0.0	0.0	0.0
135	6879.141	318.9	0.0	0.0	0.0
136	6910.631	300.9	0.0	0.0	0.0
137	6943.393	428.0	0.0	0.0	0.0
138	6973.077	335.0	0.0	0.0	0.0
139	6990.097	271.3	0.0	0.0	0.0
140	7025.373	505.9	0.0	0.0	0.0
141	7053.323	406.7	0.0	0.0	0.0
142	7086.199	315.8	0.0	0.0	0.0
143	7117.877	182.7	0.0	0.0	0.0
144	7152.440	123.6	0.0	0.0	0.0
145	7183.494	50.9	6.1	0.0	0.0
146	7221.636	25.1	49.5	0.0	0.0
147	7257.650	29.9	21.3	0.0	0.0
148	7291.963	59.1	0.0	0.0	0.0
149	7328.928	155.6	0.0	0.0	0.0
150	7380.350	132.7	0.0	0.0	0.0
151	7418.453	56.6	0.0	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
152	7440.283	58.0	0.0	0.0	0.0
153	7470.742	48.9	0.0	0.0	0.0
154	7497.866	44.4	0.0	0.0	0.0
155	7521.717	43.8	1.0	0.0	0.0
156	7554.558	26.3	6.5	0.0	0.0
157	7586.905	14.2	2.7	0.0	0.0
158	7611.008	1.8	26.6	0.0	0.0
159	7641.860	4.9	65.1	0.0	0.0
160	7675.673	254.9	0.0	0.0	0.0
161	7708.727	480.8	0.0	0.0	0.0
162	7731.381	377.5	0.0	0.0	0.0
163	7735.935	439.5	0.0	0.0	0.0
164	7768.762	931.5	0.0	0.0	0.0
165	7799.861	866.2	0.0	0.0	0.0
166	7830.477	507.4	0.0	0.0	0.0
167	7834.551	546.6	0.0	0.0	0.0
168	7866.343	914.2	0.0	0.0	0.0
169	7892.055	901.5	0.0	0.0	0.0
170	7920.025	1077.5	0.0	0.0	0.0
171	7956.845	1019.6	0.0	0.0	0.0
172	7984.296	863.4	0.0	0.0	0.0
173	8017.413	1227.1	0.0	0.0	0.0
174	8075.256	1425.9	0.0	0.0	0.0
175	8131.610	1217.1	0.0	0.0	0.0
176	8184.397	954.5	0.0	0.0	0.0
177	8237.204	499.7	0.0	0.0	0.0
178	8291.359	259.6	0.0	0.0	0.0
179	8352.508	213.1	0.0	0.0	0.0
180	8411.219	245.1	0.0	0.0	0.0
181	8460.833	433.2	0.0	0.0	0.0
182	8519.997	722.7	0.0	0.0	0.0
183	8563.363	514.4	0.0	0.0	0.0
184	8619.707	1937.8	0.0	0.0	0.0
185	8684.979	2118.1	0.0	0.0	0.0
186	8740.792	1842.2	0.0	0.0	0.0
187	8801.293	1821.2	0.0	0.0	0.0
188	8865.596	1642.4	0.0	0.0	0.0
189	8919.742	1293.5	0.0	0.0	0.0
190	8974.912	1105.5	0.0	0.0	0.0
191	9033.118	993.1	0.0	0.0	0.0
192	9093.753	773.3	0.0	0.0	0.0
193	9147.842	704.4	0.0	0.0	0.0
194	9204.717	545.5	0.0	0.0	0.0
195	9260.230	310.3	0.0	0.0	0.0
196	9319.024	211.3	0.0	0.0	0.0
197	9379.026	99.9	2.7	0.0	0.0
198	9430.547	65.1	27.0	0.0	0.0
199	9488.372	10.2	166.1	0.0	0.0
200	9547.974	0.0	221.5	0.0	0.0
201	9613.422	140.8	1.4	0.0	0.0
202	9665.651	400.9	0.0	0.0	0.0
203	9704.139	487.2	0.0	0.0	0.0
204	9736.873	762.5	0.0	0.0	0.0
205	9771.786	965.3	0.0	0.0	0.0
206	9800.524	625.0	0.0	0.0	0.0
207	9803.503	803.6	0.0	0.0	0.0
208	9840.150	950.3	0.0	0.0	0.0
209	9846.213	262.7	0.0	0.0	0.0
210	9850.242	254.3	0.0	0.0	0.0
211	9854.396	876.0	0.0	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
212	9884.792	1152.1	0.0	0.0	0.0
213	9919.873	759.5	0.0	0.0	0.0
214	9954.180	492.1	0.0	0.0	0.0
215	10015.181	103.2	0.0	0.0	0.0
216	10056.051	184.7	0.0	0.0	0.0
217	10089.376	269.5	0.0	0.0	0.0
218	10145.955	217.0	0.0	0.0	0.0
219	10192.633	67.3	0.0	0.0	0.0
220	10208.562	2.7	3.8	0.0	0.0
		57808	3027	0	0

Volume des surfaces-Piste

jeudi 3 juillet 2014

12:59

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
1	0.000	176.0		85.8	24.4	0.0
2	122.596	275.3		129.4	36.8	0.0
3	184.811	183.3		86.1	24.5	0.0
4	245.669	184.1		86.5	24.6	0.0
5	308.404	193.3		90.9	25.9	0.0
6	375.462	203.1		95.5	27.2	0.0
7	444.776	219.4		104.5	29.7	0.0
8	524.708	205.6		99.0	28.2	0.0
9	586.236	186.2		88.9	25.3	0.0
10	651.726	200.4		94.2	26.8	0.0
11	720.755	210.2		98.8	28.1	0.0
12	792.827	207.0		97.3	27.7	0.0
13	859.738	159.7		75.0	21.4	0.0
14	900.016	119.1		56.0	15.9	0.0
15	939.685	167.8		78.9	22.4	0.0
16	1012.679	225.8		106.1	30.2	0.0
17	1091.274	217.0		102.0	29.0	0.0
18	1158.355	205.4		96.5	27.5	0.0
19	1229.175	160.9		75.6	21.5	0.0
20	1266.398	94.9		44.6	12.7	0.0
21	1292.896	79.8		37.5	10.7	0.0
22	1319.996	85.1		40.6	11.5	0.0
23	1350.852	89.1		43.8	12.4	0.0
24	1382.515	90.9		47.1	12.1	0.0
25	1418.128	123.4		64.8	18.0	0.0
26	1475.079	165.7		90.9	23.2	0.0
27	1548.012	174.1		100.7	23.1	0.0
28	1618.893	157.0		90.8	20.9	0.0
29	1677.687	167.8		83.3	23.4	0.0
30	1737.941	180.1		88.6	25.2	0.0
31	1804.264	112.8		60.0	16.2	0.0
32	1823.592	84.7		39.8	11.3	0.0
33	1861.150	104.5		49.1	14.0	0.0
34	1893.763	97.5		45.8	13.0	0.0
35	1926.639	131.8		61.9	17.6	0.0
36	1982.228	183.7		86.3	24.6	0.0
37	2049.992	202.0		94.9	27.0	0.0
38	2117.822	208.1		97.8	27.8	0.0
39	2189.687	183.5		86.2	24.5	0.0
40	2241.038	148.7		69.9	19.9	0.0
41	2289.507	185.1		87.0	24.8	0.0
42	2365.331	225.3		105.9	30.1	0.0
43	2440.758	209.8		98.6	28.1	0.0
44	2506.220	173.0		81.3	23.1	0.0
45	2556.885	184.4		86.7	24.7	0.0
46	2630.041	193.1		90.8	25.8	0.0
47	2686.558	119.3		56.1	16.0	0.0
48	2710.144	230.3		108.2	30.8	0.0
49	2841.168	310.8		146.1	41.6	0.0
50	2918.799	199.1		93.6	26.6	0.0
51	2974.845	174.3		81.9	23.3	0.0
52	3035.840	179.4		84.3	24.0	0.0
53	3095.271	176.3		82.8	23.6	0.0
54	3154.173	196.6		92.4	26.3	0.0
55	3227.282	213.0		100.1	28.5	0.0
56	3297.184	204.0		95.9	27.3	0.0
57	3364.268	185.8		87.3	24.8	0.0
58	3421.904	160.9		75.6	21.5	0.0
59	3472.292	162.5		76.3	21.7	0.0
60	3530.972	181.3		85.2	24.2	0.0

VOLUMES CHAUSSEE

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
61	3594.019	164.9		77.5	22.0	0.0
62	3641.655	170.0		79.9	22.7	0.0
63	3708.148	185.7		87.3	24.8	0.0
64	3766.326	162.0		76.1	21.7	0.0
65	3816.887	163.0		76.6	21.8	0.0
66	3875.738	165.9		78.0	22.2	0.0
67	3928.286	134.4		63.1	18.0	0.0
68	3965.944	93.8		44.1	12.5	0.0
69	3991.231	84.6		40.8	11.6	0.0
70	4024.247	96.9		49.0	13.2	0.0
71	4061.216	104.3		49.7	14.2	0.0
72	4095.301	89.5		46.4	11.9	0.0
73	4127.468	88.4		41.6	11.8	0.0
74	4154.682	90.7		42.6	12.1	0.0
75	4188.377	111.3		52.3	14.9	0.0
76	4229.403	166.4		78.2	22.3	0.0
77	4300.097	193.6		91.0	25.9	0.0
78	4359.377	196.3		92.2	26.2	0.0
79	4431.865	186.2		87.5	24.9	0.0
80	4484.419	175.4		82.4	23.5	0.0
81	4549.611	183.2		86.1	24.5	0.0
82	4607.416	147.0		69.1	19.7	0.0
83	4648.285	115.7		54.4	15.5	0.0
84	4685.100	147.3		69.2	19.7	0.0
85	4747.198	175.0		82.3	23.4	0.0
86	4802.606	149.2		70.1	20.0	0.0
87	4847.370	154.2		72.5	20.6	0.0
88	4906.137	152.8		71.8	20.4	0.0
89	4949.964	125.4		58.9	16.8	0.0
90	4990.351	125.2		87.6	26.3	0.0
91	5050.076	146.5		102.5	30.8	0.0
92	5107.532	71.9		50.3	15.1	0.0
		14946	0	7198	2034	0

Volumes de terrassement-Pistes

jeudi 3 juillet 2014

12:54

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	0.9	259.9	0.0	0.0
2	122.596	452.6	0.0	0.0	0.0
3	184.811	453.3	0.0	0.0	0.0
4	245.669	456.5	0.0	0.0	0.0
5	308.404	425.0	0.0	0.0	0.0
6	375.462	205.9	0.0	0.0	0.0
7	444.776	0.0	302.9	0.0	0.0
8	524.708	0.0	321.7	0.0	0.0
9	586.236	0.0	285.2	0.0	0.0
10	651.726	47.0	6.5	0.0	0.0
11	720.755	818.6	0.0	0.0	0.0
12	792.827	1434.7	0.0	0.0	0.0
13	859.738	1053.3	0.0	0.0	0.0
14	900.016	413.0	0.0	0.0	0.0
15	939.685	925.9	0.0	0.0	0.0
16	1012.679	773.0	0.0	0.0	0.0
17	1091.274	967.9	0.0	0.0	0.0
18	1158.355	1194.8	0.0	0.0	0.0
19	1229.175	804.2	0.0	0.0	0.0
20	1266.398	333.1	0.0	0.0	0.0
21	1292.896	71.4	0.0	0.0	0.0
22	1319.996	42.2	1.4	0.0	0.0
23	1350.852	27.7	3.2	0.0	0.0
24	1382.515	3.1	43.7	0.0	0.0
25	1418.128	0.0	217.5	0.0	0.0
26	1475.079	9.7	358.7	0.0	0.0
27	1548.012	0.0	687.3	0.0	0.0
28	1618.893	0.0	432.1	0.0	0.0
29	1677.687	0.0	213.4	0.0	0.0
30	1737.941	0.0	261.8	0.0	0.0
31	1804.264	0.0	210.0	0.0	0.0
32	1823.592	12.0	38.7	0.0	0.0
33	1861.150	511.9	0.0	0.0	0.0
34	1893.763	671.0	0.0	0.0	0.0
35	1926.639	1046.3	0.0	0.0	0.0
36	1982.228	1220.6	0.0	0.0	0.0
37	2049.992	1170.5	0.0	0.0	0.0
38	2117.822	953.1	0.0	0.0	0.0
39	2189.687	371.9	0.0	0.0	0.0
40	2241.038	141.4	0.0	0.0	0.0
41	2289.507	306.8	0.0	0.0	0.0
42	2365.331	464.4	0.0	0.0	0.0
43	2440.758	566.0	0.0	0.0	0.0
44	2506.220	565.1	0.0	0.0	0.0
45	2556.885	780.3	0.0	0.0	0.0
46	2630.041	1049.6	0.0	0.0	0.0
47	2686.558	675.8	0.0	0.0	0.0
48	2710.144	778.0	0.0	0.0	0.0
49	2841.168	1367.5	0.0	0.0	0.0
50	2918.799	528.1	0.0	0.0	0.0
51	2974.845	350.3	0.0	0.0	0.0
52	3035.840	441.0	0.0	0.0	0.0
53	3095.271	507.2	0.0	0.0	0.0
54	3154.173	608.6	0.0	0.0	0.0
55	3227.282	772.0	0.0	0.0	0.0
56	3297.184	893.8	0.0	0.0	0.0
57	3364.268	683.0	0.0	0.0	0.0
58	3421.904	549.5	0.0	0.0	0.0
59	3472.292	428.9	0.0	0.0	0.0
60	3530.972	620.0	0.0	0.0	0.0
61	3594.019	564.3	0.0	0.0	0.0
62	3641.655	555.2	0.0	0.0	0.0
63	3708.148	586.8	0.0	0.0	0.0

VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
64	3766.326	417.2	0.0	0.0	0.0
65	3816.887	332.2	0.0	0.0	0.0
66	3875.738	235.9	0.0	0.0	0.0
67	3928.286	126.0	0.0	0.0	0.0
68	3965.944	34.5	11.6	0.0	0.0
69	3991.231	42.1	31.6	0.0	0.0
70	4024.247	51.6	61.2	0.0	0.0
71	4061.216	19.4	15.9	0.0	0.0
72	4095.301	81.8	35.0	0.0	0.0
73	4127.468	272.4	0.0	0.0	0.0
74	4154.682	428.3	0.0	0.0	0.0
75	4188.377	525.4	0.0	0.0	0.0
76	4229.403	607.9	0.0	0.0	0.0
77	4300.097	346.1	0.0	0.0	0.0
78	4359.377	382.2	0.0	0.0	0.0
79	4431.865	278.2	0.0	0.0	0.0
80	4484.419	279.1	0.0	0.0	0.0
81	4549.611	97.2	0.0	0.0	0.0
82	4607.416	49.8	41.2	0.0	0.0
83	4648.285	134.9	0.0	0.0	0.0
84	4685.100	602.6	0.0	0.0	0.0
85	4747.198	627.0	0.0	0.0	0.0
86	4802.606	815.2	0.0	0.0	0.0
87	4847.370	1075.0	0.0	0.0	0.0
88	4906.137	713.9	0.0	0.0	0.0
89	4949.964	281.7	0.0	0.0	0.0
90	4990.351	158.9	84.3	0.0	0.0
91	5050.076	54.4	110.3	0.0	0.0
92	5107.532	8.0	60.2	0.0	0.0
		40733	4095	0	0

*Annexe 4 : Relevé de stimulation du logiciel
Alizé*

Relevé de stimulation du logiciel ALIZE-LPC

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols (sol trafics moyen et fort)

données de trafic :

MJA = 188 pl/j/sens/voie

accroisst géom. = 7,60%

période de calcul = 15,0 années

trafic cumulé NPL = 1 806 200 PL

donnée déduite :

accroisst arith. = 10,78%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 1,00

trafic cumulé NE = 1 806 200 essieux standard

données sur le matériau :

coefficient A = 12000

exposant = -0,2220

EpsilonZ admissible = 490,0 µdéf

Calcul de Valeur admissible - matériau : bitumineux - bb

données de trafic :

MJA = 188 pl/j/sens/voie

accroisst géom. = 7,60%

période de calcul = 15,0 années

trafic cumulé NPL = 1 806 200 PL

donnée déduite :

accroisst arith. = 10,78%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,80

trafic cumulé NE = 1 445 000 essieux standard

données sur le matériau :

Epsilon6 = 100,00 μ déf

penne inverse 1/b = -5,00

TétaEq = 35°C

module E(10°C) = 7200 MPa

module E(TétaEq) = 1150 MPa

Ep. bitumineuse struct. = 0,050 m

écart type Sh = 0,010 m

écart type SN = 0,250

risque = 18,0%

coefficient Kr = 0,8930

coefficient Ks = 1/1,1

coefficient Kc = 1,1

EpsilonT admissible = 207,6 μ déf

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Signalement du calcul :

données Structure : saisie écran, sans nom

titre de l'étude : sans titre

données Chargement :

jumelage standard de 65 kN

pression verticale : 0,6620 MPa

rayon de contact : 0,1250 m

entraxe jumelage : 0,3750 m

unités : m, MN et MPa ; déformations en $\mu\text{d}\acute{e}\text{f}$; déflexions en mm/100

notations :

X=axe transversal Y=axe longitudinal Z=axe vertical

R=axe vertical roue J=axe vertical entre-jumelage

Variante de calcul n°1

Tableau 1+2 (synthèse) :

tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et

compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale

niveau	EpsilonT	SigmaT	EpsilonZ	SigmaZ
calcul	horizontale	horizontale	verticale	verticale
----- surface (z=0.000) -----				
h= 0,050 m	0,000m -266,7 X-J	-0,201 X-J	-35,7 Z-J	0,658 Z-R
E= 1150,0 MPa				
nu= 0,350	0,050m -187,9 Y-R	-0,008 Y-R	524,7 Z-R	0,599 Z-R
----- collé (z=0,050m) -----				
h= 0,200 m	0,050m -187,9 Y-R	0,066 Y-J	1133,2 Z-R	0,599 Z-R
E= 400,0 MPa				
nu= 0,350	0,250m -250,5 Y-J	-0,045 Y-R	473,1 Z-R	0,167 Z-R
----- collé (z=0,250m) -----				
h= 0,150 m	0,250m -250,5 Y-J	-0,013 Y-J	560,0 Z-R	0,167 Z-R

E= 300,0 MPa

nu= 0,350 0,400m -200,4 Y-J -0,033 Y-J 357,2 Z-J 0,091 Z-J

----- collé (z=0,400m) -----

h infini 0,400m -200,4 Y-J -0,006 Y-J 448,3 Z-J 0,091 Z-J

E= 202,5 MPa

nu= 0,350

Déflexion maximale = 39,4 mm/100 (entre-jumelage)

Rayon de courbure = 108,0 m (entre-jumelage)

Résultats d'Identification complète sur mélange des sondages sur chaussées

Mel	Profil	AG																		LA		Classification GTR	OPM		CBR		
		40	31,5	25	20	16	14	12,5	10	8	6,3	5	4	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08	LL	IP		Ds	W%	100%	95%	GL
1		100	98	97	97	97	97	96	95	93	90	88	84	78	71	59	55	27	22	18	05	B5	2,05	10,6	95	62	0,13
2		100	99	99	98	97	97	96	95	91	86	80	71	55	49	43	41	33	23	24	08	B5	2,065	11,6	77	42	0,11
3		100	95	95	95	95	95	94	93	90	36	83	77	67	61	53	49	35	23	17	09	B5	2,115	7,4	114	66	0,13
4		100	100	99	99	98	98	97	94	91	90	83	77	63	52	43	40	30	21	17	05	B5	2,125	8,6	91	44	0,09
5		100	100	100	100	100	100	100	99	99	98	97	96	92	87	77	72	56	40	21	06	A1	1,96	11,4	34	24	0,28
6		100	100	99	99	99	99	99	98	97	96	94	92	85	79	72	70	63	56	36	16	A2	1,735	19,4	9	6	0,28
7		100	100	100	100	100	99	99	97	96	93	92	89	84	79	67	60	37	24	16	03	B5	2,01	10,8	76	27	0,13
8		100	100	99	98	97	96	95	93	89	84	80	73	61	57	52	50	36	27	19	06	B5	2,04	12,8	34	27	0,13
9		100	100	98	98	98	98	98	96	94	88	83	73	55	49	44	43	30	20	20	06	B5	2,04	12,6	78	30	0,13
10		100	100	100	100	100	100	100	99	98	94	90	80	61	54	49	47	34	23	09	06	B5	2,12	9,6	39	18	0,13
11		100	100	100	100	99	99	98	95	91	84	78	69	53	48	45	44	23	22	20	06	B5	2,14	9,4	73	45	0,17
12		100	100	100	100	100	99	98	97	95	92	89	85	76	71	65	62	61	32	06	04	B5	2,115	7,4	100	70	0,13
13		100	100	100	100	99	99	99	99	99	98	98	97	93	89	81	78	61	50	22	09	A1	1,865	15,0	14	11	0,26
14		100	100	100	100	99	99	99	98	97	95	94	92	86	81	76	73	56	43	20	05	A1	2,04	9,2	25	18	0,21
15		100	100	100	100	100	100	100	100	99	98	97	96	92	89	83	79	62	47	21	10	A1	2,00	10,1	30	16	0,24
16																											
17																											
18		100	100	99	97	95	95	93	91	88	84	80	73	60	55	49	47	34	24	19	05	B5	2,075	11,4	96	45	0,1
19		100	100	100	100	99	98	97	94	89	92	76	65	47	41	36	34	25	19	21	10	B5	2,145	11,2	75	42	0,11
20																											
21		100	100	100	100	100	100	100	100	99	98	97	95	88	84	78	75	57	43	18	05	A1	2,005	12,6	34	21	0,17
22																											
23		100	100	98	97	96	95	93	89	83	75	69	57	41	35	29	27	20	09	ES=21		B4	2,17	9,0	141	80	0,10
24		100	98	97	94	90	89	87	84	79	70	63	51	32	27	25	24	17	11	ES=16		B4	2,175	9,4	156	85	0,12

Annexe 5 : Diagnostic des Ouvrages existants

OUVRAGE N° 64**LOCALISATION AU GPS:****PK 42+800****X: 379204****Y: 1106467****TYPE D'OUVRAGE****CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES****DIRECTION D'ECOULEMENT**

<input type="checkbox"/>	BUSE	∅	cmxcm	NATURE:	LONGUEUR:	m	<input type="checkbox"/>	A	GAUCHE
<input checked="" type="checkbox"/>	DALOT	OUVERTURE:	1	LARGEUR: 1,00	HAUTEUR: 1,00	m	<input checked="" type="checkbox"/>	A	DROITE
<input type="checkbox"/>	PONT	OUVERTURE:		LARGEUR: m	HAUTEUR: m	LONGUEUR: 8,60			
<input type="checkbox"/>	RADIER	LONGUEUR:	m			LONGUEUR: m			

FONCTIONNEMENT

<input checked="" type="checkbox"/>	SECTION SUFFISANTE
<input type="checkbox"/>	SECTION INSUFFISANTE

CORPS D'OUVRAGE

1.1	<input type="checkbox"/>	1.1	1.2	1.3	1.4
1.2	<input type="checkbox"/>				
1.3	<input type="checkbox"/>				
1.4	<input checked="" type="checkbox"/>				

OUVRAGE D'ENTREE

2.1	<input checked="" type="checkbox"/>	2.1	2.2	2.3
2.2	<input type="checkbox"/>			Néant
2.3	<input type="checkbox"/>			

AMENAGEMENT AMONT

3.1	<input type="checkbox"/>	3.1	3.2	3.3	3.4
3.2	<input type="checkbox"/>				Néant
3.3	<input type="checkbox"/>				
3.4	<input type="checkbox"/>				

OUVRAGE DE SORTIE

4.1	<input checked="" type="checkbox"/>	4.1	4.2
4.2	<input type="checkbox"/>		Néant

AMENAGEMENTS AVAL

5.1	<input type="checkbox"/>	5.1	5.2	5.3
5.2	<input type="checkbox"/>			Néant
5.3	<input type="checkbox"/>			



ETAT	STRUCTURE			BON	MOYEN	MAUVAIS	OBSERVATIONS
1				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

TYPE DE REPARATION / ENTRETIEN OU TRAVAUX PROPOSES

1	CORPS D'OUVRAGE	reconstruire dalot
2	OUVRAGE D'ENTREE	
3	AMENAGEMENT AMONT	
4	OUVRAGE DE SORTIE	
5	AMENAGEMENT AVAL	

OUVRAGE N° 65**LOCALISATION AU GPS:****PK 44+600****X: 379343****Y: 1108263****TYPE D'OUVRAGE****CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES****DIRECTION D'ECOULEMENT**

BUSE Ø cmxcm NATURE:
 DALOT OUVERTURE: 1 LARGEUR: 1,00 m HAUTEUR: 1,00 m
 PONT OUVERTURE: LARGEUR: m HAUTEUR: m
 RADIER LONGUEUR: m

LONGUEUR: m
 LONGUEUR: 8,60 m
 LONGUEUR: m

A GAUCHE
 A DROITE

FONCTIONNEMENT

SECTION SUFFISANTE
 SECTION INSUFFISANTE

CORPS D'OUVRAGE

1.1 1.2 1.3 1.4

OUVRAGE D'ENTREE

2.1 2.2 2.3 Néant

AMENAGEMENT AMONT

3.1 3.2 3.3 Néant 3.4 Néant

OUVRAGE DE SORTIE

4.1 4.2 Néant

AMENAGEMENTS AVAL

5.1 5.2 5.3 Néant



ETAT STRUCTURE											OBSERVATIONS			
1											Bon	Moyen	Mauvais	ensablé
2											Bon	Moyen	Mauvais	
3											Bon	Moyen	Mauvais	
4											Bon	Moyen	Mauvais	
5											Bon	Moyen	Mauvais	ensablé

		TYPE DE REPARATION / ENTRETIEN OU TRAVAUX PROPOSES
1	CORPS D'OUVRAGE	curage
2	OUVRAGE D'ENTREE	
3	AMENAGEMENT AMONT	
4	OUVRAGE DE SORTIE	
5	AMENAGEMENT AVAL	curage

OUVRAGE N° 66

LOCALISATION AU GPS:

X: 379787

Y: 1110231

PK 46+700

TYPE D'OUVRAGE

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

DIRECTION D'ECOULEMENT

BUSE
 DALOT
 PONT
 RADIER

Ø
 OUVERTURE: 1
 OUVERTURE:
 LONGUEUR: m

cmxcm NATURE:
 LARGEUR: 2,00 m HAUTEUR: 1,50 m
 LARGEUR: m HAUTEUR: m


LONGUEUR: m
 LONGUEUR: 10,00 m
 LONGUEUR: m

A GAUCHE
 A DROITE

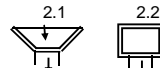
FONCTIONNEMENT

SECTION SUFFISANTE
 SECTION INSUFFISANTE

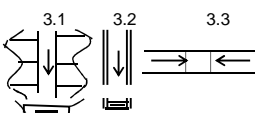
CORPS D'OUVRAGE

1.1 1.2 1.3 1.4


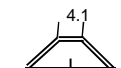
OUVRAGE D'ENTREE

2.1 2.2 2.3 Néant


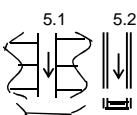
AMENAGEMENT AMONT

3.1 3.2 3.3 Néant 3.4 Néant


OUVRAGE DE SORTIE

4.1 4.2 Néant


AMENAGEMENTS AVAL

5.1 5.2 5.3 Néant




ETAT											OBSERVATIONS			
STRUCTURE														
1											Bon	Moyen	Mauvais	Affouillement amont
2											Bon	Moyen	Mauvais	Griffes d'érosion sur les talus
3											Bon	Moyen	Mauvais	
4											Bon	Moyen	Mauvais	Griffes d'érosion sur les talus
5											Bon	Moyen	Mauvais	Affouillement important 0,5m

		TYPE DE REPARATION / ENTRETIEN OU TRAVAUX PROPOSES
1	CORPS D'OUVRAGE	
2	OUVRAGE D'ENTREE	Perrés sur talus
3	AMENAGEMENT AMONT	
4	OUVRAGE DE SORTIE	Perrés sur talus
5	AMENAGEMENT AVAL	Enrochement

OUVRAGE N° 68

LOCALISATION AU GPS:

X: 380211

Y: 1111039

PK 47+500

TYPE D'OUVRAGE

BUSE Ø cmxcm NATURE:
 DALOT OUVERTURE: 1 LARGEUR: 1,00 m HAUTEUR: 1,00 m
 PONT OUVERTURE: LARGEUR: m HAUTEUR: m
 RADIER LONGUEUR: m

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

DIRECTION D'ECOULEMENT

A GAUCHE
 A DROITE

FONCTIONNEMENT

SECTION SUFFISANTE
 SECTION INSUFFISANTE

CORPS D'OUVRAGE

1.1 1.2 1.3 1.4

OUVRAGE D'ENTREE

2.1 2.2 2.3

AMENAGEMENT AMONT

3.1 3.2 3.3 3.4

OUVRAGE DE SORTIE

4.1 4.2

AMENAGEMENTS AVAL

5.1 5.2 5.3



ETAT	STRUCTURE						OBSERVATIONS
1							<input type="checkbox"/> Bon <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais
2							<input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais
3							<input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais
4							<input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais
5							<input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais

TYPE DE REPARATION / ENTRETIEN OU TRAVAUX PROPOSES

1	CORPS D'OUVRAGE	OH à remplacer par un dalot 1x1.00x1.00
2	OUVRAGE D'ENTREE	
3	AMENAGEMENT AMONT	
4	OUVRAGE DE SORTIE	
5	AMENAGEMENT AVAL	

OUVRAGE N° 69**LOCALISATION AU GPS:****PK 47+700****X: 380276****Y: 1111163****TYPE D'OUVRAGE**

BUSE 1 ø 80
 DALOT OUVERTURE:
 PONT OUVERTURE:
 RADIER LONGUEUR: m

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

NATURE: cmxcm
 LARGEUR: m HAUTEUR: m
 LARGEUR: m HAUTEUR: m

LONGUEUR: 8,90 m
 LONGUEUR: m
 LONGUEUR: m

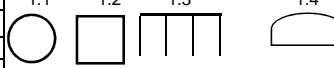
DIRECTION D'ECOULEMENT

A GAUCHE
 A DROITE

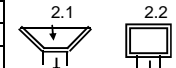
FONCTIONNEMENT

SECTION SUFFISANTE
 SECTION INSUFFISANTE

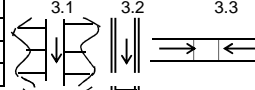
CORPS D'OUVRAGE

1.1 1.2 1.3 1.4


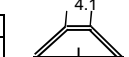
OUVRAGE D'ENTREE

2.1 2.2 2.3 Néant


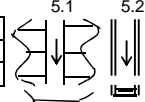
AMENAGEMENT AMONT

3.1 3.2 3.3 3.4 Néant


OUVRAGE DE SORTIE

4.1 4.2 Néant


AMENAGEMENTS AVAL

5.1 5.2 5.3 Néant




ETAT STRUCTURE											OBSERVATIONS			
1											Bon	Moyen	Mauvais	
2											Bon	Moyen	Mauvais	
3											Bon	Moyen	Mauvais	
4											Bon	Moyen	Mauvais	
5											Bon	Moyen	Mauvais	

TYPE DE REPARATION / ENTRETIEN OU TRAVAUX PROPOSES

1	CORPS D'OUVRAGE	A remplacer par dalot d e 1x1.00x1.00
2	OUVRAGE D'ENTREE	
3	AMENAGEMENT AMONT	
4	OUVRAGE DE SORTIE	
5	AMENAGEMENT AVAL	

OUVRAGE N° 73

LOCALISATION AU GPS:

X: 382020

Y: 1116222

PK 53+050

TYPE D'OUVRAGE

BUSE Ø cmxcm NATURE:
 DALOT OUVERTURE: 1
 PONT OUVERTURE:
 RADIER LONGUEUR: m

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

LARGEUR: 3,00 m HAUTEUR: 2,00 m
 LARGEUR: m HAUTEUR: m

LONGUEUR: m
 LONGUEUR: 10,00 m
 LONGUEUR: m

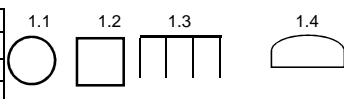
DIRECTION D'ECOULEMENT

A GAUCHE
 A DROITE

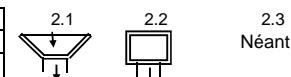
FONCTIONNEMENT

SECTION SUFFISANTE
 SECTION INSUFFISANTE

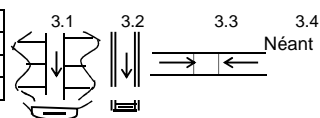
CORPS D'OUVRAGE

1.1 1.2 1.3 1.4



OUVRAGE D'ENTREE

2.1 2.2 2.3 Néant



AMENAGEMENT AMONT

3.1 3.2 3.3 Néant 3.4 Néant


OUVRAGE DE SORTIE

4.1 4.2 Néant


AMENAGEMENTS AVAL

5.1 5.2 5.3 Néant




ETAT STRUCTURE										OBSERVATIONS			
1										Bon	Moyen	Mauvais	
										<input checked="" type="checkbox"/>			
2										Bon	Moyen	Mauvais	
										<input checked="" type="checkbox"/>			
3										Bon	Moyen	Mauvais	
										<input checked="" type="checkbox"/>			
4										Bon	Moyen	Mauvais	
										<input checked="" type="checkbox"/>			
5										Bon	Moyen	Mauvais	
										<input checked="" type="checkbox"/>			

TYPE DE REPARATION / ENTRETIEN OU TRAVAUX PROPOSES

1	CORPS D'OUVRAGE	
2	OUVRAGE D'ENTREE	Perrés sur talus
3	AMENAGEMENT AMONT	
4	OUVRAGE DE SORTIE	Perrés sur talus
5	AMENAGEMENT AVAL	Enrochement

OUVRAGE N° 74**LOCALISATION AU GPS:****PK 55+250****X: 382692**
Y: 1118242**TYPE D'OUVRAGE****CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES****DIRECTION D'ECOULEMENT**
 BUSE 1 ø 100 cmxcm NATURE: BA
 DALOT OUVERTURE: LARGEUR: m HAUTEUR: m
 PONT OUVERTURE: LARGEUR: m HAUTEUR: m
 RADIER LONGUEUR: m

 LONGUEUR: 9,00 m
 LONGUEUR: m
 LONGUEUR: m

 A GAUCHE
 A DROITE
FONCTIONNEMENT
 SECTION SUFFISANTE
 SECTION INSUFFISANTE
CORPS D'OUVRAGE
 1.1 1.2 1.3 1.4
OUVRAGE D'ENTREE
 2.1 2.2 2.3 Néant
AMENAGEMENT AMONT
 3.1 3.2 3.3 Néant 3.4 Néant
OUVRAGE DE SORTIE
 4.1 4.2 Néant
AMENAGEMENTS AVAL
 5.1 5.2 5.3 Néant


ETAT STRUCTURE											OBSERVATIONS		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Bon	Moyen	Mauvais
1													
2													
3													
4													
5													

TYPE DE REPARATION / ENTRETIEN OU TRAVAUX PROPOSES

1	CORPS D'OUVRAGE	A remplacer par dalot de 1x1.00x1.00
2	OUVRAGE D'ENTREE	
3	AMENAGEMENT AMONT	
4	OUVRAGE DE SORTIE	
5	AMENAGEMENT AVAL	