



**ÉTUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES D'UN TRONÇON DE 8,6 Km
ALLANT DU PK 75 +150 AU PK 83 + 750 DE LA ROUTE FADA
N'GOURMA – BOGANDÉ (129 Km)**

**MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE
MASTER
SPÉCIALITÉ : GENIE CIVIL - BÂTIMENT ET TRAVAUX PUBLICS**

Présenté et soutenu publiquement le 02/02/2022 par

Ariane Inès NGUIPET FOKOU (20180136)

**Directeur de Mémoire : Abdou Lawane, Maître de conférences CAMES (Enseignant –
chercheur en GC, 2iE)**

Maître de stage : M. H. Christian G. NIANKINI, Ingénieur Génie Civil, AGEIM-IC

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Yohann RICHARDSON

Membres et correcteurs : M. Moussa Diagne FAYE
M. Mamadou Pousga Junior KABORE

Structure d'accueil du stage : Agence d'Études d'Ingénierie de Maîtrise
d'œuvre – Ingénieurs Conseils

Promotion [2021/2022]

DÉDICACES

À MA FAMILLE

CITATION

« Le succès ne vient pas par accident. C'est du travail intense, de la persévérance, de l'apprentissage, de l'étude, du sacrifice, et plus que tout c'est de la passion pour ce que l'on fait »

Pélé

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier :

- L'Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (Institut 2iE) pour la formation et l'encadrement reçu ;
- Notre Directeur de mémoire, Pr Abdou LAWANE, enseignant- chercheur en Génie Civil à l'institut 2iE, qui malgré ses multiples occupations a pu se rendre disponible pour me suivre dans mes travaux ;
- Le Directeur Général de AGEIM-IC et tout son personnel ;
- Mon encadrant interne, M. Christian NIANKINI, Ingénieur Génie Civil, qui n'a ménagé aucun effort pour se rendre disponible. Son assistance, ses conseils, sa rigueur, sa patience ont rendu possible la réalisation de nos objectifs ;
- Toute ma famille, en particulier mes parents FOKOU NGANKAM Christophe et MEGNI Régine pour leurs encouragements, leurs conseils, leurs prières, et les soutiens aussi bien financiers que moraux ;
- Mon grand frère NGANKAM Stève pour son soutien, ses conseils précieux et son aide inestimable ;
- Ma grande sœur MEHUTBA Ruth pour ses conseils, ses encouragements, ses motivations et ses interventions multiples et variées dans ma vie ;
- Toute la famille Camerounaise de 2iE, ainsi que tous mes promotionnaires ;
- Tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à notre épanouissement durant notre formation.

RESUMÉ

Dans le but de l'obtention du diplôme d'ingénieur à l'institut 2iE, chaque étudiant en fin de cycle doit effectuer un stage et rédiger un mémoire de fin d'études. Le nôtre porte sur les études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75 +150 AU PK 83 + 750 de la route reliant Fada N'Gourma à Bogandé (129km). Le projet de bitumage de cette route a été initié par le gouvernement du Burkina Faso dans le but de désenclaver les zones à hauts potentiels agricoles et pastoraux. Les études ont été confiées au bureau d'études AGEIM-IC où nous avons effectué notre stage de fin de formation. L'objectif est d'obtenir une route durable, confortable, sécuritaire et respectant des critères environnementaux et sociaux. Pour y parvenir nous avons travaillé suivant les recommandations des guides de dimensionnement (ARP, CEBTP, BAEL...). Celles-ci nous ont permis d'aboutir à une route de catégorie R60 en agglomération et T100 en rase campagne dont la structure de chaussée est constituée de 15cm de graveleux latéritique naturel en couche de base et en couche de fondation et d'un revêtement en enduit superficiel bicouche. En ce qui concerne l'assainissement, il est assuré longitudinalement par 7539 ml de caniveaux de section variable de 80×80 à 180×150 en agglomération et 9850 ml des fossés triangulaires en terre de section $1,25 \times 0,5$ en rase campagne et transversalement par dix (10) dalots de section variable de 80×80 à $12 \times 400 \times 100$. Pour assurer la sécurité routière, 110 panneaux de signalisations verticale, 27553 ml de marquages au sol, des ralentisseurs et un système d'éclairage constitué de 280 candélabres simples cross ont été prévus. Un aperçu du volet environnemental et social de l'impact du projet a également été abordé. Le coût de notre projet est estimé à environ 6,2 milliards de francs CFA toutes taxes comprises soit 725 millions de Fcfa/km.

Mots Clés :

-
- 1 – Assainissement**
 - 2 - Chaussée**
 - 3 - Coûts**
 - 4 – Études**
 - 5 - Bogandé**

ABSTRACT

To obtain the engineering degree at the 2iE Institute, each student at the end of the cycle must do an internship and write a thesis. Our work concerns the detailed technical studies of a section of 8.6 km from PK 75 +150 to PK 83 + 750 of the road linking Fada N'Gourma to Bogandé (129km). The project to asphalt this road was initiated by the government of Burkina Faso in order to improve access to areas with high agricultural and pastoral potential. The studies were entrusted to the AGEIM-IC where we did our end-of-course internship. The aim of the studies is to obtain a sustainable, comfortable and safe road that respects environmental and social standards. Therefore, we worked according to the recommendations of the sizing guides (ARP, CEBTP, BAEL...). They have allowed us to obtain a R60 category road in built-up areas and T100 in rural areas. The roadway's structure results in a base and foundation layer of 15 cm of natural lateritic gravel and a two-layer surface plaster coating. Drainage is provided longitudinally by 7 539 ml gutters of variable section between 80×80 and 180×150 in built-up areas and 9 850 ml of triangular earthen ditches of section $1,25 \times 0,5$ in rural areas and transversely by ten (10) scuppers of variable section between 80×80 et $12 \times 400 \times 100$. To guarantee the safety of road users, 110 vertical traffic signs, 27 553 ml of road markings and speed control devices have been proposed. Street lighting is provided by 280 simple cross candelabra. An overview of the environmental and social impact of the project was discussed. The total cost of our project amounts to 6.2 billion CFA francs including all taxes, which means 725 million CFA francs/km.

Keywords:

-
- 1 - Sanitation**
 - 2 - Road**
 - 3 - Costs**
 - 4 - Studies**
 - 5 – Bogande**

LISTE DES ABREVIATIONS

AGEIM – IC	:	Agence d'Études d'Ingénierie et de Maîtrise d'œuvres – Ingénieurs Conseils
ARP	:	Aménagement des Routes Principales
BAD	:	Banque Africaine de Développement
BCEOM	:	Bureau Central d'Études pour les Équipements d'outre-Mer
BOAD	:	Banque Ouest Africaine de Développement
BV	:	Bassin Versant
CBR	:	Californian Bearing Ratio (indice de portance californien)
CEBTP	:	Centre expérimental des recherches et d'Etude du Bâtiment et des Travaux Publics
CIEH	:	Comité Inter africain d'Études Hydrauliques
DRED	:	Direction Régionale de l'Économie et du Développement
EIES	:	Études d'Impact Environnemental et Social
ELS	:	État limite de Service
ELU	:	État limite Ultime
EP	:	Éclairage Public
ESB	:	Enduit Superficiel Bicouche
ESM	:	Enduit Superficiel Monocouche
FAO	:	Food and Agriculture Organizations of the United Nations (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
F CFA	:	Franc des Colonies Françaises d'Afrique
GLN	:	Graveleux Latéritique Naturel
ICTAAL	:	Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes Liaison
ICTAVRU	:	Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Voies Rapides Urbaines
Institut 2iE	:	Institut international de l'ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
LNBTP	:	Laboratoire National de Bâtiments et de Travaux Publics
ORSTOM	:	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
PK	:	Point Kilométrique
PNDES	:	Plan National de Développement Économique et Social

RN : Route Nationale
TDR : Termes De Références
TN : Terrain Naturel

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACES.....	<i>i</i>
CITATION.....	<i>ii</i>
REMERCIEMENTS.....	<i>iii</i>
RESUMÉ.....	<i>iv</i>
ABSTRACT.....	<i>v</i>
LISTE DES ABREVIATIONS.....	<i>vi</i>
TABLE DES MATIÈRES.....	<i>1</i>
LISTE DES TABLEAUX.....	<i>3</i>
LISTE DES FIGURES.....	<i>5</i>
LISTE DES ÉQUATIONS.....	<i>6</i>
INTRODUCTION.....	<i>7</i>
I. GÉNÉRALITÉS SUR LE PROJET.....	<i>8</i>
I.1 Présentation de la structure d'accueil.....	<i>8</i>
I.2 Présentation du projet et de l'étude.....	<i>9</i>
I.3 Méthodologie globale de l'étude.....	<i>12</i>
I.4 Études techniques de base.....	<i>14</i>
I.4.1 Études topographiques.....	<i>14</i>
I.4.2 Études géotechniques.....	<i>15</i>
I.4.3 Études du trafic.....	<i>16</i>
II. CONCEPTION GÉOMÉTRIQUE ET DIMENSIONNEMENT STRUCTUREL DE LA CHAUSSÉE18	
II.1 Conception géométrique.....	<i>18</i>
II.1.1 Caractéristiques du type de route.....	<i>18</i>
II.1.2 Conception de l'axe en plan.....	<i>19</i>
II.1.3 Conception du profil en long.....	<i>20</i>
II.1.4 Profil en travers type.....	<i>21</i>
II.1.5 Conception de carrefour et aménagement de la route.....	<i>22</i>

II.2	Dimensionnement structurel de la chaussée	26
III.	<i>dimensionnement structural des ouvrages d'assainissement et de franchissement...</i>	29
III.1	Études hydrologiques	29
III.1.1	Rappel des quelques méthodes d'estimation de débit.....	31
III.1.2	Délimitation des bassins versants et estimation des débits	33
III.2	Études hydrauliques	36
III.2.1	Évaluation des ouvrages existants.	36
III.2.2	Dimensionnements hydrauliques des ouvrages	37
III.3	Dimensionnement structural des ouvrages hydrauliques.....	42
III.3.1	Dimensionnement des caniveaux	42
III.3.2	Dimensionnement du dalot avec mur en aile	45
IV.	<i>SIGNALISATION ET SÉCURITÉ ROUTIÈRE – APERCU DE L'EIES.....</i>	51
IV.1	Sécurité	51
IV.2	Signalisation routière	51
IV.3	Éclairage public (EP)	55
IV.4	Aperçu de l'impact environnemental et social du projet.....	57
IV.4.1	Évaluation des effets du projet	57
IV.4.2	Mesures d'atténuations, de compensation et de bonification	60
V.	<i>AVANT-MÉTRÉ ET DEVIS ESTIMATIF.....</i>	63
V.1	Avant métré.....	63
V.2	Devis estimatif	63
	<i>CONCLUSION ET RECOMMANDATION</i>	65
	<i>BIBLIOGRAPHIE.....</i>	66
	<i>ANNEXES.....</i>	<i>i</i>

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Fiche signalétique.....	8
Tableau 2: classification des sols	15
Tableau 3: estimation du trafic	16
Tableau 4: classification du trafic	17
Tableau 5: Caractéristiques des types de routes choisies	19
Tableau 6: caractéristiques du tracé en plan.....	19
Tableau 7: caractéristiques du profil en long	20
Tableau 8: côte de calage des dalots transversaux	21
Tableau 9: caractéristique des profils en travers	22
Tableau 10: Aménagements adaptés aux routes de type R et leurs conditions générales d'emploi.	22
Tableau 11: paramètres de construction du carrefour giratoire (DUPONT et al., 1998).....	24
Tableau 12: paramètres de construction des îlots séparateurs.....	24
Tableau 13: variantes de structure de chaussée.....	27
Tableau 14: caractéristiques des GLN acceptables pour notre corps de chaussée.....	27
Tableau 15: Valeurs admissibles des couches de chaussée.....	28
Tableau 16: résultat de calcul de la pluie maximale journalière	30
Tableau 17: Coefficient de Montana.....	31
Tableau 18: Temps de concentration	31
Tableau 19: assemblage des bassins.....	32
Tableau 20: liste et coordonnées des exutoires	33
Tableau 21: Récapitulatif des débits calculés pour les ouvrages transversaux	35
Tableau 22: Récapitulatif des débits calculés pour les ouvrages longitudinaux (caniveaux) ..	35
Tableau 23: vérification de la capacité des ouvrages existants	36
Tableau 24: section hydraulique des caniveaux	38
Tableau 25: section réelle des dalots retenus	41
Tableau 26: récapitulatif des sections d'armatures du caniveau	43
Tableau 27: prédimensionnement du dalot	45
Tableau 28: prédimensionnement du mur en aile	46
Tableau 29: récapitulatif des sections d'armatures du dalot.....	47
Tableau 30: récapitulatif des sections d'armatures du mur en aile.....	49

Tableau 31: signalisation horizontale.....	52
Tableau 32:signalisation verticale	53
Tableau 33: synthèse des principaux types d'implantation des luminaires	55
Tableau 34: Évaluation des impacts pendant la phase de construction par la matrice de Fecteau	58
Tableau 35:Évaluation des impacts après la phase de construction par la matrice de Fecteau	59
Tableau 36: plan de gestion environnementale et sociale	60
Tableau 37: estimation du coût des travaux	63

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de AGEIM Ingénieurs Conseils (source : AGEIM-IC).....	9
Figure 2: localisation du projet et du tronçon étudié.....	11
Figure 3: méthodologie générale de l'étude.....	13
Figure 4: principaux éléments d'un carrefour giratoire (Centre de la sécurité, des transports et de la route., 1994).....	23
Figure 5: aménagement du giratoire.....	25
Figure 6: aménagement des amorces	26
Figure 7: vérification de la structure de chaussée	28
Figure 8: délimitation des bassins versant (Global Mapper).....	34
Figure 9: fossé triangulaire en terre.....	39
Figure 10: prédimensionnement du caniveau de 180x150.....	43
Figure 11: Plan de ferrailage du caniveau de 180x150.....	44
Figure 12: prédimensionnement du mur en aile.....	46
Figure 13: répartition des charges sur le dalot	47
Figure 14: Plan de ferrailage du dalot de 3x150x150.....	50
Figure 15: candélabre à simple cross	56
Figure 16: ratio des prix	64

LISTE DES ÉQUATIONS

(Équation 1).....	16
(Équation 2).....	16
(Équation 3).....	21
(Équation 4).....	30
(Équation 5).....	31
(Équation 6).....	32
(Équation 7).....	33
(Équation 8).....	37
(Équation 9).....	46
(Équation 10).....	47

INTRODUCTION

Le Burkina Faso est un pays ayant une situation économique très faible. À ceci s'ajoute l'état délabré des routes qui ne facilite pas la circulation des biens et des personnes or comme on le dit souvent « la route du développement passe par le développement de la route ». C'est dans cet état d'esprit que le gouvernement a mis sur pied un Plan National de Développement Économique et Social (PNDES) visant à désenclaver les zones productives afin de mettre en valeur les ressources produites et d'accroître ainsi les revenus des populations rurales. De ce fait, par le biais de son ministère des infrastructures, il ambitionne la construction de deux (02) ouvrages de franchissement, la réhabilitation et le bitumage de cinq (05) tronçons de routes donc le lot 1 est celui reliant Fada N'Gourma à Bogandé (RN18) de 129 km. Les études de ce tronçon ont été confié au bureau AGEIM-IC qui est notre structure d'accueil. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre thème : « **Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75 +150 au PK 83 + 750 de la route Fada N'Gourma – Bogandé (129 km).** »

Ce mémoire a pour objectif principal de concevoir une route avec toutes les commodités de sécurité et respectant les critères environnementaux et sociaux. De façon spécifique, il s'agit d'effectuer les études routières, l'assainissement, de donner une estimation du coût des travaux, évaluer les impacts environnementaux et sociaux induits par le projet.

Afin de mieux exposer nos travaux, notre mémoire a été élaboré en cinq (05) volets. Il s'agit dans un premier temps de présenter la généralité du projet à travers une brève description de la structure d'accueil et de la présentation du projet proprement dit ainsi que de la méthodologie adoptée pour atteindre nos objectifs. En second lieu nous aborderons la conception géométrique de la route et le dimensionnement de la structure interne de la chaussée en fonction des relevés topographiques, des essais géotechniques, des informations sur le trafic, des critères environnement et des contraintes fixées par les normes de conceptions. Nous aborderons ensuite le volet assainissement qui concerne les études hydrologiques ainsi le dimensionnement hydraulique et structural des ouvrages d'assainissement et de franchissement. Le quatrième volet portera sur l'étude de la sécurité routière et l'aperçu de l'impact environnemental et social. Et enfin nous procéderons l'évaluation du coût des travaux.

I. GÉNÉRALITÉS SUR LE PROJET

I.1 Présentation de la structure d'accueil

L'Agence d'Études d'Ingénierie et de Maitrise d'œuvres (AGEIM) Ingénieurs Conseils est une société à responsabilité limitée créée en Janvier 2000 et ayant à sa tête M. Tiraogo Hervé OUEDRAOGO, Directeur général. Il s'agit d'un bureau d'études pluridisciplinaire exerçant dans plusieurs pays en Afrique. Depuis le 22 Décembre 2015, elle a reçu sa certification en qualité et management ISO 9001 version 2008.

Le Tableau 1 donne une présentation brève de ladite structure.

Tableau 1: Fiche signalétique

Raison social	AGEIM-IC
Forme juridique	SARL
Capital social	200 000 000 F CFA
Siège social	Ouagadougou
Courrier	ageim@fasonet.bf / ageim@ageim-ic.com
Localisation	Cité 1200 Logements 64 Rue 14.10 Villas n° 205 et 206
Adresse	10 BP 13 478 Ouagadougou 10
Téléphone	00226 25 36 91 98 / 25 36 34 03
Domaine d'interventions	Infrastructures et transports, Aménagements hydrauliques et environnement, Bâtiment et ouvrages d'art
Zones d'interventions	Burkina-Faso, Cameroun, Côte d'ivoire, Guinée Bissau, Guinée Conakry, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Tchad, Togo
Partenaires	2iE, BAD, BOAD, LNBTP, ...
Slogan	La compétence au service du développement

➤ Organisation de AGEIM-IC

Pour mener à bien leur missions, AGEIM-IC a mis en place une équipe de professionnels bien structurée.

L'organigramme ci-dessous nous donne un aperçu de l'organisation structurelle de AGEIM :

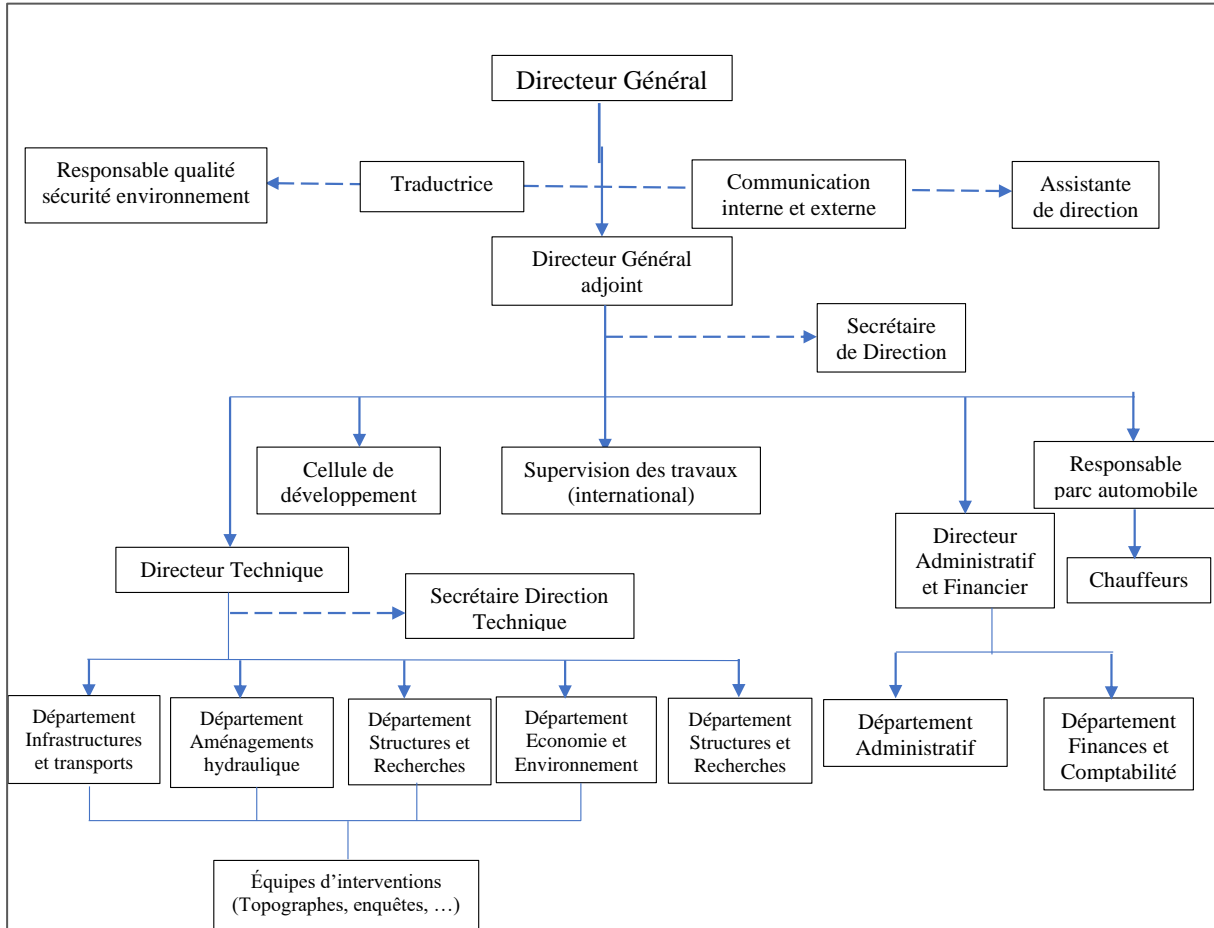


Figure 1: Organigramme de AGEIM Ingénieurs Conseils (source : AGEIM-IC)

I.2 Présentation du projet et de l'étude

Le projet est situé à l'Est du Burkina et s'étend sur la province de Gourma et de Gnagna. Il prend son origine à Fada-Ngourma et se termine à Bogandé et a un linéaire de 129 km.

La région de l'Est est limitée au Nord par la région du Sahel, au Sud par le Togo et le Benin, à l'Est par le Niger, à l'Ouest par les régions du Centre Est et du centre Nord et couvre 46256 km² soit 17% du territoire national (DRED, 2003). Elle est couverte par les régions de Gourma, de la Tapoa, de la Komondjaori, de la Kompienga et de la Gnagna.

Ledit projet a pour objectif global de soutenir la croissance économique du Burkina Faso par le désenclavement des zones à fort potentielles économique de pôles de croissance afin d'améliorer les échanges entre les régions ainsi que les pays voisins. La Figure 2 ci-contre présente la localisation de la route.

Le tronçon qui fait l'objet de notre étude va du pk 75 +150 au pk 83+750 et se situe dans la province de Gnagna plus précisément dans la commune rurale de Bilanga. Il mesure 8,6 km et matérialisé sur la Figure 2 ci-contre.

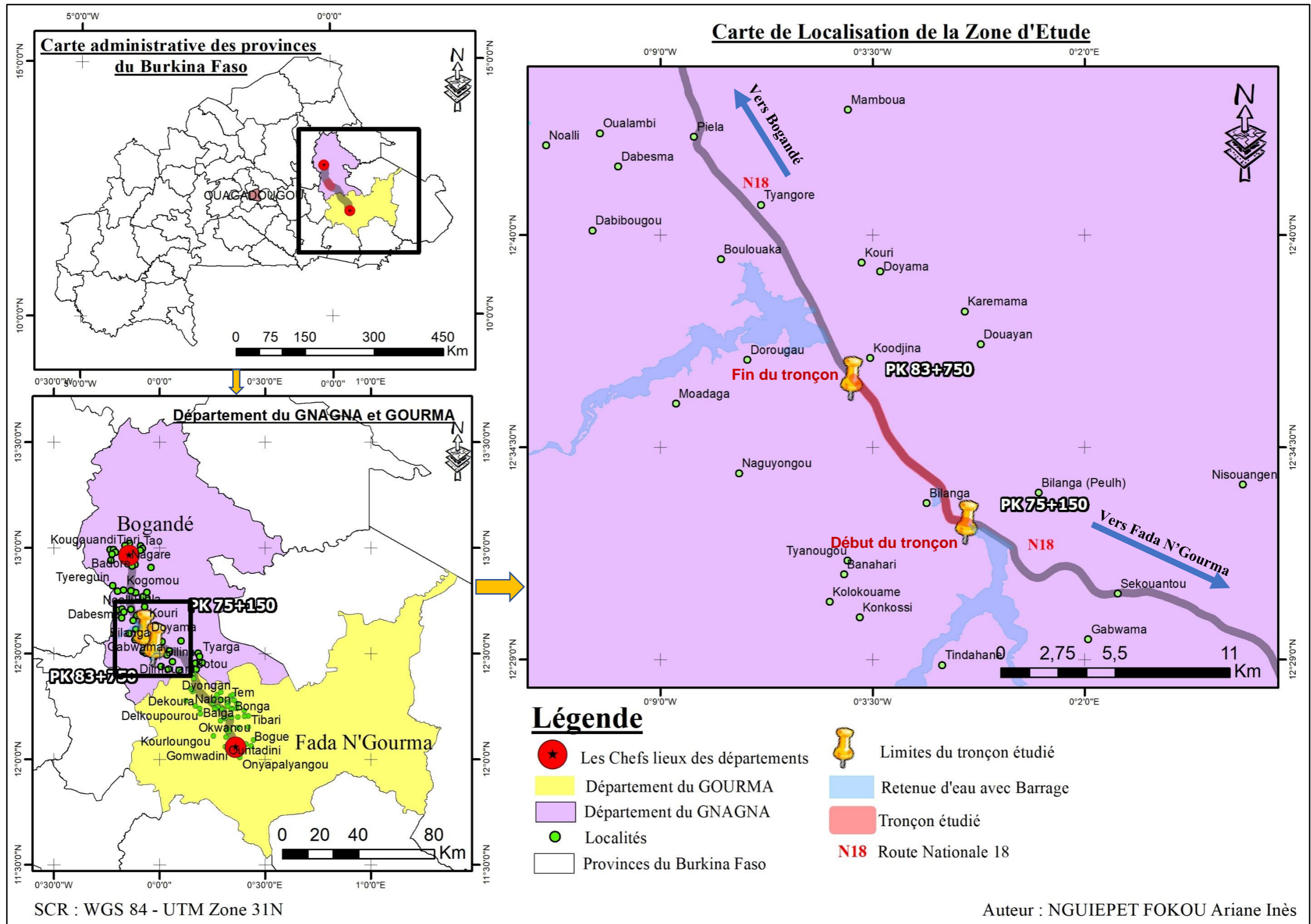


Figure 2: localisation du projet et du tronçon étudié

I.3 Méthodologie globale de l'étude

Afin de combler les attentes du maître d'ouvrage et des populations bénéficiaires, nous nous devons d'effectuer une étude minutieuse des différentes composantes de ce projet. Il s'agit des études techniques de base, de la conception proprement dite, de l'EIES et de l'estimation du coût du projet.

- les **études techniques de base** consistent en la collecte et au traitement des données issues des relevés topographiques, des essais géotechniques, des campagnes de comptages routier ;
- la **conception proprement dite** est effectuée à partir des données de la phase précédente. À cette étape, il sera effectué la conception géométrique, le dimensionnement de la chaussée, les études hydrologiques et hydrauliques, le dimensionnement structural des ouvrages hydrauliques, l'étude de la sécurité routière et l'EIES ;
- l'**estimation du coût du projet** est effectuée sur la base des dispositions précédemment adoptées. Un quantitatif est effectué et évalué sur la base des prix de référence du Burkina Faso.

La figure ci-contre présente un résumé de la méthodologie adoptée tout au long de notre étude.

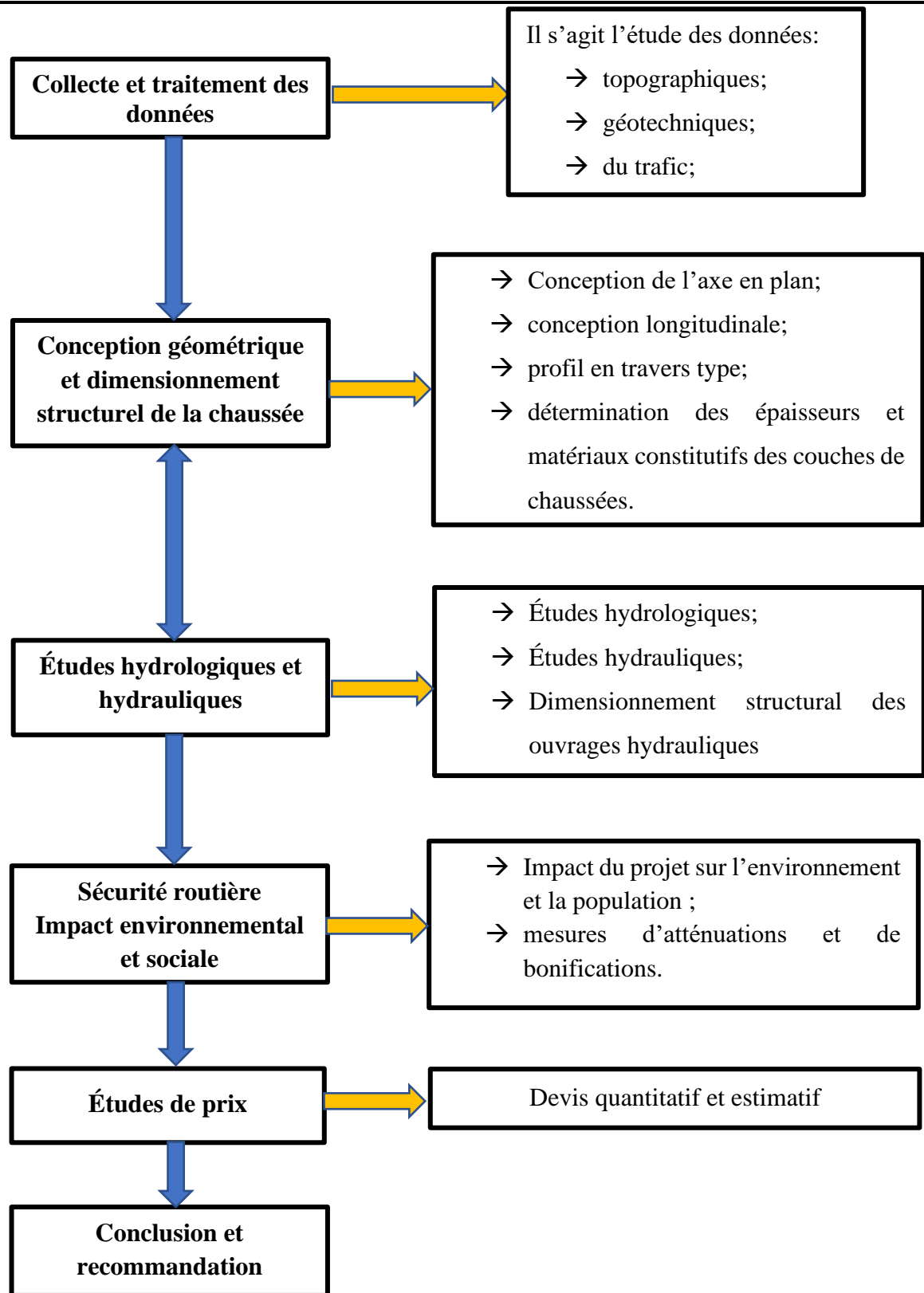


Figure 3: méthodologie générale de l'étude

Pour chaque partie, la méthodologie du travail sera détaillée et suivie des différents résultats obtenus.

Les études techniques de bases sont menées en préliminaires. Elles servent de points de départ aux études techniques détaillées.

I.4 Études techniques de base

Une grande partie des études de bases devant servir pour les études techniques ont été réalisées en amont de notre période de stage. Toutefois les résultats obtenus nous ont été transmis. Les études préliminaires portent essentiellement sur :

- ✓ Études topographiques;
- ✓ études géotechniques;
- ✓ études du trafic;

I.4.1 Études topographiques

Les levés topographiques effectués aussi bien longitudinalement et transversalement de la chaussée existante qu'à son voisinage sont rattachés aux bornes GPS référencées dans le système géodésique du Burkina. Les données nous ont été transmises sous format DWG et sont constituées de 3450 points levés donc la côte minimale est de 294,387 et la côte maximale est de 332,650.

Les détails et états des lieux sont représentés sur ce fichier. Notre travail a donc consisté à vérifier :

- ✓ que le fond topo reçu a été géoréférencé;
- ✓ que les lignes de ruptures sont matérialisées en poly lignes 3D;
- ✓ si l'attribut des points correspond à leur altimétrie.

Grâce au fond topographique obtenu, nous avons pu décrire l'état initial de la route et de ses environnants.

État initial de la route

Après observation du fond topo, il ressort qu'il s'agit d'une route en terre de largeur 6,5 m environ ; elle présente :

- une partie en agglomération (du pk 75+150 au pk 78 + 627) nous observons des constructions de part et d'autre de l'emprise ; notamment des habitations, des commerces, un marché, une plantation d'arbres, deux (02) emprunts, une rizière, un carrefour menant à la commune de Pouytenga et de Liptougou , 84 poteaux électriques et trois (03) candélabres ;

→ une partie en rase campagne (du pk 78+627 au pk 83+750), la route est bordée de champs et de forêts. On y trouve également 38 poteaux électriques.

Le tronçon à étudier est situé à l'aval d'un barrage. Nous n'avons recensé aucun ouvrage longitudinal ; par contre il existe dix-huit (18) ouvrages hydrauliques transversaux dont dix-sept (17) dalots de sections variable (de 100×60 à $12 \times 400 \times 100$) et une (1) buse en béton de 100cm de diamètre. Le dalot de $12 \times 400 \times 100$ est situé à l'aval du déversoir. La zone est pratiquement impraticable en saison pluvieuse.

I.4.2 Études géotechniques

Il est primordial de connaître les caractéristiques mécaniques du sol support ainsi que ceux des matériaux qui seront utilisés. La détermination de ces caractéristiques passe par la réalisation et l'analyse des résultats de certains essais à savoir l'analyse granulométrique, les limites d'Atterberg, le Proctor modifier et l'essai CBR.

- ✓ L'analyse granulométrique permet de déterminer la proportion pondérale de grains de différentes dimensions qui constituent un matériau;
- ✓ Les limites d'Atterberg permettent de déterminer l'état de consistance des matériaux;
- ✓ Le Proctor modifié permet de déterminer la teneur en eau max correspondant à la densité sèche optimale. Il permet de déterminer la quantité nécessaire pour obtenir les meilleures conditions de compactage d'un sol;
- ✓ L'essai CBR permet de déterminer l'indice de portance d'un matériau ou d'un sol.

Nous n'avons pas pu participer à ces études car elles ont été confiées au LNBTP et réalisées avant le démarrage de notre stage. La valeur de CBR du sol support obtenue et qui est communiquée est de **26,5**.

Le guide technique de dimensionnement de chaussée pour les pays tropicaux permet d'identifier cinq (05) classes de sols comme indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2: classification des sols

Classes de sols	
S_1	$CBR < 5$
S_2	$5 < CBR < 10$
S_3	$10 < CBR < 15$
S_4	$15 < CBR < 30$
S_5	$CBR > 30$

Source : (Centre expérimental de recherches et d'études du bâtiment et des travaux publics et al., 1984)

En se basant sur la répartition précédente, nous pouvons dire que le **sol support est de classe S4**.

I.4.3 Études du trafic

Plusieurs types de véhicules empruntent la voie à dimensionner mais, seul le trafic des poids lourds intervient dans la détérioration des structures de chaussée. Le paramètre à prendre en compte est donc le nombre de poids lourds qui passera sur la chaussée pendant la durée de service ainsi que leur agressivité.

Les campagnes de comptage du trafic réalisées en 2018 par le ministère des transports ont révélé que le trafic moyen journalier obtenu après comptage vaut 45 poids lourd par jours et dans les deux sens avec un coefficient de répartition de 50%.

Le trafic moyen journalier à l'année de mise en service est déterminé en faisant une actualisation du trafic à partir de la formule

$$t_n = t_1 \times (1 + i)^{n-1} \quad (\text{Équation 1})$$

Avec t_n : le trafic moyen journalier à la première année de comptage

i : le taux d'accroissement géométrique annuel du trafic

n : le nombre d'année entre l'année de comptage et l'année de mise en service

Le trafic cumulé pendant la durée de vie de la chaussée est déterminé par la formule

$$T_n = 365 \sum_1^n t_n = 365 \times t_n \times \frac{(1 + i)^N - 1}{i} \quad (\text{Équation 2})$$

Avec t_n : le trafic actualisé

i : le taux d'accroissement géométrique annuel du trafic

N : la durée de vie de l'ouvrage

Le nombre d'essieux équivalent de 13 t correspondant à la durée de vie de la chaussée est obtenu par

$NE = CAM \times T_n$ avec CAM le coefficient d'agressivité moyen.

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus :

Tableau 3: estimation du trafic

Données	
Nombre de Poids lourds	45
Année de mise en service	2021
Année de comptage	2018
Année de service - année de comptage (n)	3

Données	
Durée de vie de l'ouvrage (N)	15 ans
Coef de répartition	0,5
Coef d'agressivité moyen (CAM)	1,2
Taux de croissance	6%
Calcul (Formules CEBTP)	
Trafic moyen journalier à la 1ère année (t1)	22,5
Trafic moyen journalier (tn)	25,281 soit 26
Trafic cumulé pendant la durée de vie (Tn)	2,21E+05
NE	2,65E+05

Le guide technique de dimensionnement de chaussée pour les pays tropicaux permet d'identifier cinq (05) classes de trafic comme le montre le tableau ci-dessous :

Tableau 4: classification du trafic

Essieu équivalent de 13t
$T_1 < 5 \cdot 10^5$
$5 \cdot 10^5 < T_2 < 1,5 \cdot 10^6$
$1,5 \cdot 10^6 < T_3 < 4 \cdot 10^6$
$4 \cdot 10^6 < T_4 < 10^7$
$10^7 < T_5 < 2 \cdot 10^7$

Source : (Centre expérimental de recherches et d'études du bâtiment et des travaux publics et al., 1984)

En se basant sur la répartition précédente, nous pouvons dire que le **trafic est de classe T1**.

Conclusion partielle

Ce chapitre nous a permis de situer notre tronçon et de ressortir la démarche méthodologique à suivre. Dans la suite de nos travaux, nous aborderons la conception proprement dite. Celle-ci s'appuiera sur les résultats et données obtenus à partir des études de bases. Il s'agit :

- ✓ de la conception géométrique de la route ;
- ✓ du dimensionnement structurel de chaussée
- ✓ des études hydrologiques et hydrauliques ;
- ✓ dimensionnement structurel des ouvrages d'assainissement ;

II. CONCEPTION GÉOMÉTRIQUE ET DIMENSIONNEMENT STRUCTUREL DE LA CHAUSSÉE

La conception géométrique consiste à proposer des dimensions convenables pour assurer le confort et la sécurité des usagers. Elle est déterminée en fonction de la vitesse de référence et du milieu dans lequel la route est réalisée (urbain, rural, ...). Elle fait principalement ressortir les caractéristiques du tracé en plan, du profil en long et du profil en travers. Le dimensionnement d'une structure de chaussée revient à déterminer l'épaisseur des couches constitutives de cette chaussée et la nature des matériaux à utiliser afin qu'elle puisse résister aux diverses agressions auxquelles elle fera face pendant sa durée de vie.

II.1 Conception géométrique

Il existe plusieurs normes de références utilisées pour la conception dont le choix est fonction de la zone du projet. On distingue :

- ✓ l'ARP qui traite de la conception et de l'aménagement des routes principales situées en dehors des zones urbaines (*Centre de la sécurité, des transports et de la route.*, 1994) ;
- ✓ l'ICTAVRU utilisée pour la conception des grandes voies urbaines (*Centre d'études des transports urbains*, 1990);
- ✓ l'ICTAAL qui traite de la conception des autoroutes interurbaines (*Service d'études sur les transports les routes et leurs aménagements*, 2001).

L'ARP est la norme la mieux adaptée pour ce cas car la route comprend une partie en rase campagne et une autre en traversées d'agglomération.

Etant donnée que la route présente deux composantes, nous avons défini deux vitesses de référence : en traversée d'agglomération nous retiendrons une vitesse de 60 km/h par contre dans la rase campagne nous aurons une vitesse de 100 km/h ; ce qui donne lieu à deux types de route.

II.1.1 Caractéristiques du type de route

Le choix du type de route vise à assurer l'adéquation de la route aux fonctions que l'on veut assurer ou privilégier (*Centre de la sécurité, des transports et de la route.*, 1994). On distingue les routes de type T, L et R.

- ✓ les routes de type T : ce sont les routes de transit à moyenne ou grande distance (routes express à une chaussée) ;

- ✓ Les routes de type L : ce sont les routes de grandes liaisons (les autoroutes) ;
- ✓ les routes de type R : ce sont les routes multifonctionnelles rencontrées en rase campagne (artères interurbaines et routes).

A l'intérieur de chaque type de route il existe quelques catégories. Le choix de la catégorie permet de tenir compte de la contrainte topographique et de ses implications financières.

Le changement entre deux catégories à l'intérieur d'un même type de route peut intervenir au niveau d'une modification nettement perceptible de la topographie et de l'environnement de même ; de même, une route change de type lorsqu'elle nécessite un changement de fonction.

Les caractéristiques des types de routes adoptées pour notre tracé sont décrites dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5: Caractéristiques des types de routes choisies

Type de routes	R	T
Localisation	Traversée d'agglomération	Rase campagne
Nombre de chaussée	1 chaussée	1 chaussée
Carrefour	Plans ordinaires ou giratoire	Dénivelés
Catégorie	R60	T100
Domaine d'emploi	Fonction de liaison à courte ou moyenne distance et prise en compte des usages liés à l'environnement	Fonction de liaison à moyenne ou grande distance privilégiée
Types de "sécurité des routes et des rues"	Voies principales en milieu rural	Voies isolées de leur environnement

Source : (Centre de la sécurité, des transports et de la route., 1994)

II.1.2 Conception de l'axe en plan

Elle consiste à définir le tracé de l'axe de la voie tout en respectant les exigences du TDR et les normes de conception telles que définies par l'ARP

Le Tableau 6 ci-dessous présente les valeurs limites des rayons pour les catégories choisies :

Tableau 6: caractéristiques du tracé en plan

Catégorie de route	R60	T100
Rayon minimal Rm (m)	120	425
Rayon non déversé Rnd (m)	600	1300
Rayon au devers minimal Rdm (m)	450	900

Source : (Centre de la sécurité, des transports et de la route., 1994)

Dans le cadre de notre projet, le tracé en plan a été défini de sorte à être centré le plus possible sur la piste existante afin d'éviter les casses en agglomération et des remblais ou déblai supplémentaires en rase campagne. Les éléments de la géométrie de l'axe en plan sont en annexe 1 page ii.

Le logiciel AutoCAD est utilisé pour la définition de l'axe. Les coordonnées de points de tangences de cet axe ont été exportés dans le logiciel Piste 5 pour la suite.

La longueur développée de l'axe en plan de 8 628 ml est constituée de 5 513 m d'alignement droit pour 3 115 m de courbe.

Piste 5 permet une définition géométrique complète de la route à travers la définition d'un axe en plan, d'un profil en long, la construction de profils en travers, la restitution des résultats des calculs. Ces résultats offrent tous les éléments nécessaires à l'évaluation quantitative du projet.

II.1.3 Conception du profil en long

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route. La conception longitudinale vise à définir la côte finie du projet par rapport à la côte du terrain existant aux droits de chaque profil. Pour ce faire, sur l'axe en plan défini précédemment, nous avons imposé un profil à une distance moyenne de 25 m afin d'obtenir la configuration du terrain existant. C'est sur cette dernière que se fera la conception.

Les paramètres géométriques que doivent respectés cette conception sont règlementés par l'ARP et résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7: caractéristiques du profil en long

Catégorie de la route	R60	T100
Déclivité maximale	7%	5%
Rayon minimal en angle saillant (m)	1500	6000
Rayon minimal en angle rentrant (m)	1500	3000

Source : (Centre de la sécurité, des transports et de la route., 1994)

Après le tracé le profil en long du terrain naturel, le profil en long du projet (ligne rouge) a été conçu de sorte que :

- ✓ en agglomération, le corps de chaussée soit logé dans le TN afin d'éviter les remblais et faciliter l'accès aux concessions.
- ✓ en rase campagne, la piste existante serve de sol support pour le corps de chaussée vu que la piste existante est déjà hors d'eau.

En plus de cela, nous avons pris en compte les contraintes dues aux ouvrages hydrauliques.

Étant donné que ceux-ci sont situés en dessous de la ligne rouge, nous avons tout d'abord déterminer leur cote de calage.

- ✓ Calcul de la côte de calage des ouvrages hydrauliques

$$Z_{calage} \geq Z_f + h + e_t + e_{assise} + c \quad (\text{Équation 3})$$

Avec Z_f la côte fil d'eau qui représente la côte la plus basse située à l'aval de l'ouvrage

h la hauteur de l'ouvrage

e_t l'épaisseur du tablier (voir III.3.2)

e_{assise} l'épaisseur des couches d'assises de la chaussée.

c la valeur de centrage des ouvrages sur l'axe de chaussée

On obtient donc les résultats suivants :

Tableau 8: côte de calage des dalots transversaux

Localisation	h(m)	e_t (m)	Z_f (m)	e_{assise} (m)	c (m)	Z_{calage} (m)
PK 75 + 310	2	0,25	294,419	0,3	0,14125	297,11
PK 77 + 157	1	0,3	299,96	0,3	0,14125	301,70
PK 78 + 832	1,5	0,2	309,934	0,3	0,125	312,06
PK 79 + 723	1	0,2	323,24	0,3	0,125	324,87
PK 80 + 076	1,5	0,2	330,306	0,3	0,125	332,43
PK 80 + 686	1,5	0,2	327,537	0,3	0,125	329,66
PK 81 + 005	1,5	0,2	323,258	0,3	0,125	325,38
PK 81 + 340	1,5	0,2	319,27	0,3	0,125	321,40
PK 82 + 699	2	0,25	305,425	0,3	0,125	308,10
PK 83 + 385	1,5	0,2	305,367	0,3	0,125	307,49

Pour la conception longitudinale le logiciel piste 5 a été utilisé. Aucun rayon parabolique n'est inférieur au minimal requis ; de même, toutes les pentes sont inférieures aux pentes maximales admissibles. Les résultats du profil en long sont présentés en annexe 1 page ii.

Le rendu graphique de ces conceptions (tracé en plan et profil en long) sont présentés en annexe 6.

II.1.4 Profil en travers type

La voie de circulation est la subdivision de chaussée ayant une largeur suffisante pour permettre la circulation d'une suite de véhicules. Pour les routes nationales, le règlement n° 08/2009/CM/UEMOA du 25 septembre 2009 de l'UEMOA fixe une largeur minimale de chaussée de 7,00 m.

Le profil en travers permet de montrer les éléments constitutifs de la route (chaussée, accotement, remblais et déblais). Il existe donc un profil en travers type à chaque changement

de configuration.

Les caractéristiques de nos profils en travers type sont consignées dans le Tableau 9 ci-dessous et les représentations graphiques sont en annexe 6 page lviii.

Tableau 9: caractéristique des profils en travers

Désignations	Dimensions	
	Agglomération	Rase campagne
Chaussée	2 x 3,5m	2 x 3,5m
Accotement	2 x 1,5 m	2 x 1,5 m
Trottoir	2 x 2 m	/
Pente transversale	2,50%	2,50%
Pente talus en remblais	3H/2V	3H/2V
Pente talus en déblai	1/1	1/1

II.1.5 Conception de carrefour et aménagement de la route

Il s'agit de présenter sur la vue en plan les différentes voies ainsi que les équipements proposés pour la réalisation du projet. Afin de gérer le trafic au niveau des carrefours, des aménagements spéciaux sont proposés. Le type d'aménagement choisi doit être adapté aux conditions particulières du sites et de son fonctionnement (trafic, usages, proximité d'une agglomération...) et doit être compatible au type de route.

II.1.5.1 Conception et aménagement des carrefours

En rappel, on distingue les carrefours dénivelés des carrefours plans. Le choix du type de carrefour plan dépend surtout du volume et de la répartition des trafics, et de l'importance des échanges qui existent ou que l'on crée entre les routes concernées. Les aménagements les mieux adaptés aux routes de type R sont les carrefours plans (*DUPONT et al., 1998*).

Les différents aménagements pouvant être rencontrés sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10: Aménagements adaptés aux routes de type R et leurs conditions générales d'emploi.

Aménagements possibles	Conditions générales d'emploi
Carrefour giratoire	Trafic secondaire relativement important, un problème de sécurité
Carrefour plan ordinaire (croix, Té)	Dans les autres cas ; exclure sur les routes de 2x2 voies et plus
Demi-carrefour	Routes à 2x2 voies

Source : (*DUPONT et al., 1998*)

Au niveau du PK 76+455, nous avons une intersection de notre route et de la RN15. Vu que celle-ci se situe en agglomération, le trafic sur ces deux voies peuvent être jugé important. Nous optons donc pour un carrefour plan ordinaire à sens giratoire.

Les principes d'aménagement de ce carrefour se présentent comme suit :

- ✓ prévoir une distance suffisante entre deux carrefours successifs, limiter le nombre de carrefours sur la voie principale ;
- ✓ signaler la présence d'un carrefour par la disposition des pré signalisations lisible et visible ;
- ✓ éviter de disposer des objets dans l'environnement de la route ;
- ✓ faire le choix des carrefours simples et compréhensibles par les usagers ;
- ✓ éviter de surdimensionner les composantes de l'aménagement ;
- ✓ s'assurer que l'environnement de la route ne diminue pas la visibilité du conducteur, la signalisation verticale doit donc être hors des triangles de visibilité.

➤ **Principe de conception du carrefour giratoire et des îlots séparateurs**

Les dimensions d'un carrefour giratoire sont à adopter au profil en travers de la route principale, aux emprises disponibles, aux nombres de branches, etc. Les principaux éléments à prendre en compte lors du dimensionnement d'un carrefour giratoire sont présentés par la figure ci-dessous :

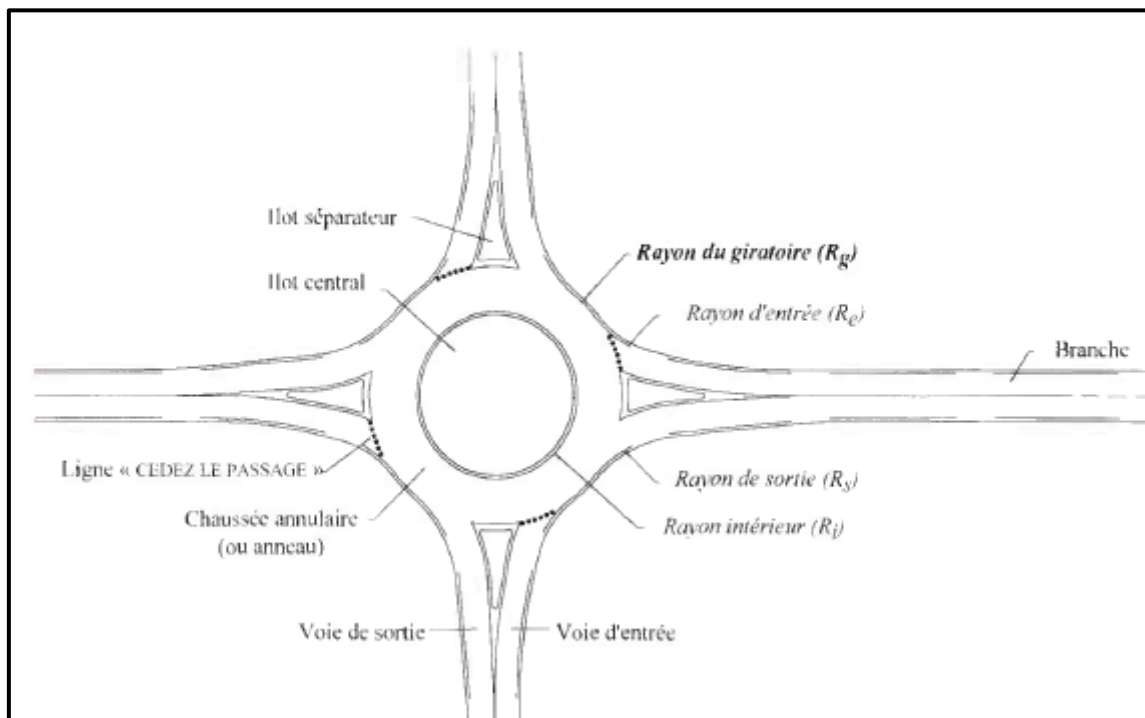


Figure 4: principaux éléments d'un carrefour giratoire (Centre de la sécurité, des transports et de la

route., 1994)

Sur une route à une seule chaussée, il est recommandé d'avoir un rayon de giration compris entre 15 et 25 (DUPONT et al., 1998).

Les caractéristiques géométriques de notre carrefour sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 11: paramètres de construction du carrefour giratoire (DUPONT et al., 1998)

Désignations	Rayon de giration	Largeur de l'anneau	Rayon intérieur	Rayon d'entrée	Largeur de la voie entrante	Rayon de sortie	Largeur de la voie sortante	Rayon de raccordement
Notation	Rg	la	Ri	Re	le	Rs	ls	Rr
Valeurs (m)	20	7	13	15	4	20	4,5	80

Source : (DUPONT et al., 1998)

L'îlot séparateur a généralement une forme triangulaire évasée à la base ; son dessin est réalisé à partir du triangle de construction. Ses caractéristiques géométriques sont fonctions du rayon de giration. Les valeurs obtenues sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 12: paramètres de construction des îlots séparateurs

Désignations	Hauteur du triangle de construction	Base du triangle de construction	Déport de l'îlot sur l'axe	Rayon de raccordement des bordures	Largeur de la voie entrante
Notation	Rg	H	B	d	r
Valeurs (m)	20	7	13	15	4

Source : (DUPONT et al., 1998)

La Figure 5 ci-dessous présente l'aménagement de ce giratoire.

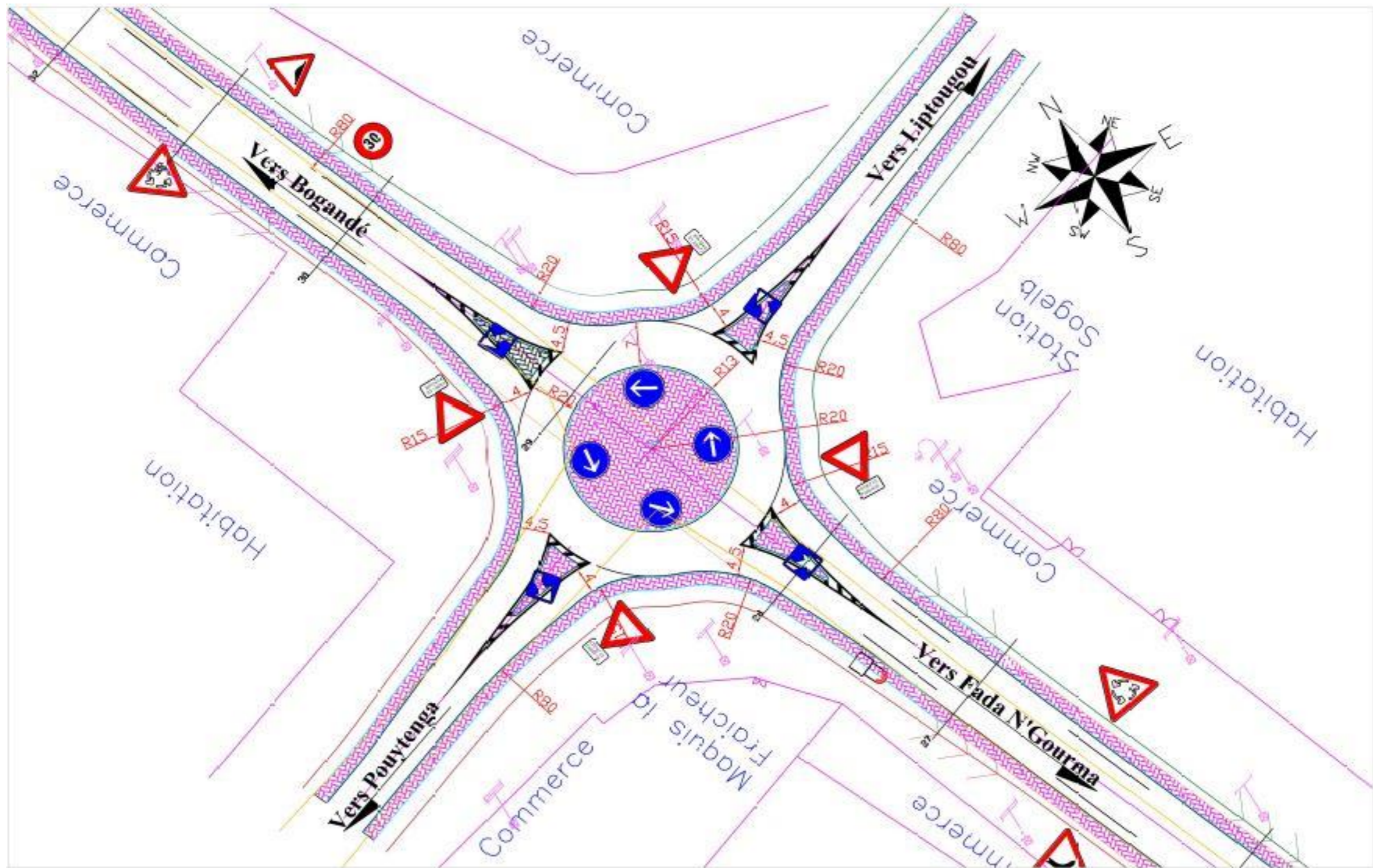


Figure 5: aménagement du giratoire

II.1.5.2 Aménagement des amorces

Il existe des voies de sortie le long de la voie. À ces endroits, il sera aménagé des amorces de rayon de raccordement de 8m seront aménagés dans le but de faciliter l'accès aux véhicules. Toute fois ces rayons peut varier en fonction des contraintes du terrain. La Figure 6 ci-dessous présente l'aménagement des amorces.

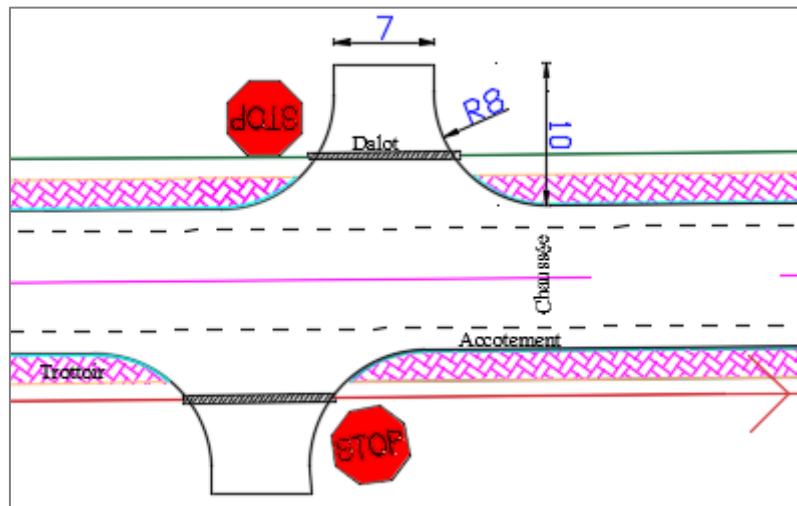


Figure 6: aménagement des amorces

II.2 Dimensionnement structurel de la chaussée

Le dimensionnement de la chaussée est fonction du trafic, de la portance du sol support, durée de vie. En plus de la sécurité de l'utilisateur, de la durabilité de l'ouvrage, elle doit également être économique.

Nous nous servons du guide de dimensionnement des chaussées tropicales CEBTP pour le dimensionnement des couches de chaussées.

✓ Détermination de la structure de chaussée

Les études de bases effectuées plus haut ont permis d'obtenir un trafic de classe T1 et un sol support de classe S4. Suivant le CEBTP, nous avons déterminé deux (02) variantes à la suite duquel un choix définitif a été opéré en fonction de la disponibilité des matériaux.

Nous avons les dispositions suivantes :

Tableau 13: variantes de structure de chaussée

Variante	Fondation	Base	Revêtement	Observation
Variante 1	Graveleux latéritique naturel 15cm	Graveleux latéritique naturel 15cm	Enduit bicouche ou enrobé dense 3cm	Disponibilité des graveleux latéritiques, économique
Variante 2	Graveleux latéritique naturel ou grave naturel O/D 15 cm	Graveleux latéritique ou grave naturelle améliorés au ciment 15 cm	Enduit bicouche ou enrobé dense 3cm	Le ciment est néfaste pour l'environnement, coûteux

Nous retiendrons donc la variante 1

✓ **Condition de mise en œuvre des couches**

Les matériaux constitutifs de la couche de base et de fondation sont en graveleux latéritique naturel (GLN). Ils doivent donc avoir les caractéristiques indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 14: caractéristiques des GLN acceptables pour notre corps de chaussée

Structure de la chaussée	Les essais		
	Essai CBR	Essai granulométrique	Indice de plasticité
Couche de base	CBR ≥ 80 à 95% d'OPM (un indice de CBR de 60 peut être admis pour le trafic T1)	Teneur en fines (80 μ m) $\leq 20\%$	IP < 15
Couche de fondation	CBR ≥ 30 à 95% d'OPM (un indice CBR de 25 peut être admis pour le trafic T1)	Teneur en fines (80 μ m) $\leq 35\%$ pour les trafics T1 et T2 Dimension maximale des éléments D(mm) ≤ 60 pour éviter la ségrégation.	IP ≤ 30 pour T1 et T2

Source : (Centre expérimental de recherches et d'études du bâtiment et des travaux publics et al., 1984)

✓ **Vérification de la structure de chaussée**

La chaussée mise en place doit être capable de supporter les charges qui lui sont transmises. Il faut donc comparer les contraintes et déformations aux valeurs admissibles. La vérification sera faite manuellement et grâce au logiciel Alizée du LCPC.

Alizée-LCPC est un logiciel de dimensionnement de structures de chaussées se basant sur la méthode rationnelle. Il permet de calculer les valeurs admissibles des contraintes et déformations en fonction du trafic, des matériaux utilisés et de la durée de vie escomptée.

Pour les sols de plateforme et les matériaux non traités, la contrainte verticale admissible est

$$\sigma_{Zadm}(Bars) = \frac{0,3 \times CBR}{1 + 0,7 \times \log NE}$$

La déformation verticale admissible varie en fonction du type de trafic.

Pour les trafics faibles $\varepsilon_{Zadm} = 16000 \times NE^{-0,222}$

pour les trafics forts $\varepsilon_{Zadm} = 12000 \times NE^{-0,222}$

Le tableau ci- dessous nous donne les valeurs admissibles obtenues :

Tableau 15: Valeurs admissibles des couches de chaussée

Couches	CBR	NE	σ_{Zadm} (bars)	ε_{Zadm} (μ def)
Revêtement	/	2,651E+05	/	1000,367
Base	80		7,004	
Fondation	70		4,378	
Plateforme	26,5		1,658	

La figure ci-dessous présente les résultats donnés par Alizée

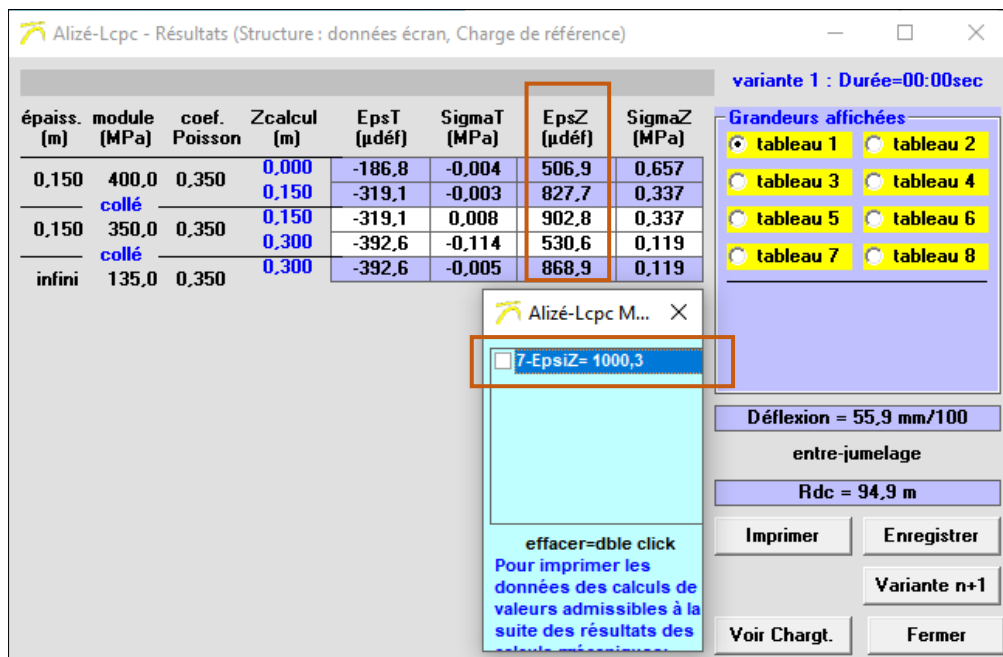


Figure 7: vérification de la structure de chaussée

Après vérification des contraintes et déformations, nous avons opté pour une structure composée d'un revêtement en ESB, d'une couche de base en graveleux latéritique de 15 cm, et d'une couche de fondation en GLN de 15 cm. Pour assurer la pérennité de la route, il faut toutefois porter une grande attention à l'assainissement. La suite de nos travaux portera donc sur l'assainissement de la route.

III. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT ET DE FRANCHISSEMENT

L'ennemi premier de la route c'est l'eau. Il est donc impératif de protéger la route des nombreuses dégradations qu'elle peut engendrer. Les travaux d'assainissement nécessitent au préalable une étude des bassins versants concernés. Il s'agit notamment de déterminer leurs caractéristiques et débits des bassins versants. En plus de cela, il faudra mettre en place des ouvrages capables de drainer ces eaux ; ceci passe par l'étude hydraulique. Dans ce chapitre, nous présenterons estimerons les débits des bassins versants, ensuite nous procéderons au dimensionnement des ouvrages hydrauliques ainsi qu'à la détermination des sections d'armatures.

III.1 Études hydrologiques

La détermination du débit passe par plusieurs méthodes et dépend des spécificités de la zone et de plusieurs autres facteurs tels que le climat, le sol, le relief...

➤ Le climat

La commune de Bilanga est caractérisée par une saison sèche qui dure six (06) mois (de Novembre à Avril) et une saison pluvieuse qui dure également six (06) mois (de Mai à Octobre). La quantité de précipitations renseigne sur le climat d'une région.

Détermination de la pluie moyenne annuelle et pluie maximale journalière

La pluviométrie est l'évaluation quantitative des précipitations, de leur nature et distribution. La répartition des précipitations n'est pas équitable dans l'année. Il existe donc des mois plus chauds que d'autres et ceux-ci peuvent varier en fonction du lieu où on se trouve. Les stations météorologiques sont chargées de fournir les données statistiques utiles à cette étude.

Etant donné que notre tronçon est dans la commune de la Nganga, nous avons utilisé les données provenant de la station de Bogandé. Ces données sont en annexe 2 page xvi du présent rapport.

→ La pluviométrie annuelle est déterminée en faisant la moyenne des pluies enregistrées pendant les années d'observations. Elle permet d'identifier le type de climat auquel appartient la zone d'étude.

Des données collectées, nous obtenons la **pluie moyenne annuelle de 632,8 mm et le mois d'Août est le mois le plus arrosé. Le climat est de type Sahélien.**

→ La pluie maximale journalière ou pluie décennale quant à elle est déterminée par l'ajustement de la loi de Gumbel et donnée par la formule

$$X_p = U_p \cdot \frac{1}{a} + x_o \text{ avec } U_p = -\ln(-\ln(F(x)))$$

$$x_o = \bar{x} - \frac{0,577}{a} \text{ et } \frac{1}{a} = 0,78 \sigma$$

(Équation 4)

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats obtenus

Tableau 16: résultat de calcul de la pluie maximale journalière

1. caractéristiques de l'échantillon	
Moyenne (X)	61,40
Ecart type (s)	19,10
coefficient de variation (cv)	0,31
2. classement des données	
ordre croissant	
choix de la loi	Gumbel
3 Paramètres de la loi	
Paramètre d'échelle 1/a	14,897
Paramètre de position x _o	52,808
Variable réduite de Gumbel U _p humide	2,25
Pluie décennale X_p	86,3 mm

➤ le sol et le relief

Le relief est pratiquement plat, toute fois à certains endroits les pentes sont assez élevées et l'altimétrie est comprise entre 294 et 333m.

On rencontre principalement les sols ferrugineux peu lessivés sur matériaux sableux, sablo-argileux ou sablo argileux avec une faible teneur en calcium, potassium et phosphate ; les sols peu évolués d'érosion, sur matériaux gravillonnaires.

➤ La végétation

Dans la région de l'Est, on trouve trois types de végétation : la steppe, la savane, et les forêts constituées de galeries.

Nous nous servons de quatre méthodes dans chaque cas différent de détermination de débits.

III.1.1 Rappel des quelques méthodes d'estimation de débit

III.1.1.1 Méthode rationnelle

Elle est beaucoup utilisée pour l'estimation des débits, mais n'est valable que pour des bassins versants de superficie inférieures à 4 km². le débit maximum est atteint si la durée de l'averse est au moins égale au temps de concentration T_c du bassin (*Van Tuu & Lemoine, 1981*); de ce fait nous prendrons les coefficients de montana pour lesquels $t = T_c$.

Elle est donnée par la formule $Q(m^3/s) = 0,278 \times CIA$ (Équation 5)

avec A : superficie du BV en km²

I : intensité de la pluie en mm/h ($I = a \times T_c^{-b}$)

C : coefficient de ruissellement

a et b sont les coefficients de montana. Pour des averses de période de retour 10 ans.

Tableau 17: Coefficient de Montana

$t < 1 h$		$t > 2 h$	
A	B	A	b
10	0,4	46,5	0,9

Source : (AGEIM-IC)

Le temps de concentration est déterminé par la formule de KIRPICH ou de RICHARDS

Tableau 18: Temps de concentration

KIRPICH	RICHARDS
$T_c(\text{min}) = \frac{1}{52} \frac{L^{0,77}}{P^{0,38}}$	$T_c(h) = \frac{t_c^3}{t_c + 1} = 9,8 \times \frac{K \cdot L^2}{C \cdot R \cdot P}$

Source : (Van Tuu & Lemoine, 1981)

Pour notre projet nous avons utilisé la formule de KIRPICH.

III.1.1.2 Méthode de caquot

Partant de la théorie de la méthode rationnelle, cette méthode est utilisée pour des bassins versants subissant une urbanisation (*Alain MOREL A L'HUISSIER, 1996*) . Le débit est donné par la formule suivante :

$$Q(m^3/s) = k \bar{u} \cdot C \bar{v} \cdot I \bar{u} \cdot A \bar{v}$$

$$\text{Avec } k = \frac{0,5^b \times a}{6,6}$$

$$u = 1 + 0,287 b$$

Q : Débit maximal à l'exutoire ;

I (m/m) : Pente moyenne du BV ;

C : Coefficient de ruissellement ;

A : Superficie du BV en ha ;

a et b : coefficients de montana ;

$$v = -0,41b$$

$$w = 0,95 + 0,50 b$$

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}} \text{ si } M \neq 2 \text{ alors } Q_c = m \cdot Q_b$$

$$m = \left(\frac{M}{2}\right)^{0,7b}$$

a et b : coefficients de montana ;

M : coefficient d'allongement du BV ;

m : facteur de correction fonction de la morphologie du BV ;

k, u, v, w : coefficients d'ajustement.

Si $M < 0,8$ alors prendre $M = 0,8$ pour la suite des calculs

Les bassins peuvent être assemblés en parallèle ou en série.

Tableau 19:assemblage des bassins

Surface équivalente	Coefficient de ruissellement	Pente moyenne	Allongement du bassin versant	Débit maximal
Assemblage des bassins en série				
$A_{eq} = \sum A_j$	$C_{eq} = \frac{\sum C_j \times A_j}{\sum A_j}$	$I_{eq} = \frac{(\sum L_i)^2}{(\frac{L_i}{\sqrt{\sum I_i}})^2}$	$M_{eq} = \frac{\sum L_i}{\sqrt{\sum A_j}}$	Si $Q_{eq} < \max (Q_j)$ Alors $Q_{eq} = \max (Q_j)$
Assemblage des bassins en parallèle				
$A_{eq} = \sum A_j$	$C_{eq} = \frac{\sum C_j \times A_j}{\sum A_j}$	$I_{eq} = \frac{\sum I_j \times Q_j}{\sum Q_j}$	$M_{eq} = \frac{L(Q_j max)}{\sqrt{\sum A_j}}$	Si $Q_{eq} < \sum Q_j$ Alors $Q_{eq} = \sum Q_j$

Source : (Alain MOREL A L'HUISSIER, 1996)

III.1.1.3 Méthode CIEH

Cette méthode ne concerne que les bassins dont la superficie est comprise entre 10 km² et 2500km² en zone sahélienne et dont la superficie est inférieure à 1500km² en zone tropicale sèche (Crues et apports, 1996). L'estimation du débit de pointe est basée sur un schéma de régression multiple qui se présente sous la forme :

$$Q_{10} = a \times S^s \times \overline{P_{an}}^p \times I_g^k \times Kr_{10}^k \times Dd^d \dots \quad (\text{Équation 6})$$

a, s, p, k, d, ... sont des coefficients à déterminer

S : superficie du BV

$\overline{P_{an}}$: pluie annuelle moyenne

I_g : indice globale de pente

Kr_{10} : coefficient de ruissellement

Dd : Densité de drainage

III.1.1.4 Méthode ORSTOM ou RODIER

Elle est utilisée pour des bassins de superficie comprise entre 10ha et plus de 1500km² dans les régions sahéliennes et tropicales sèches. Il est à noter que ces deux régions ont été traitées séparément ; ce plus il est parfois recommandé de se référer à la checklist (*Crués et apports*, 1996).

Le débit de pointe décennale est obtenu par la relation :

$$Q_{10} = m \times A \times \alpha \times P_{10} \times Kr_{10} \times \frac{S}{T_{b10}} \quad (\text{Équation 7})$$

Avec m : coefficient de majoration fonction de la classe d'infiltration du bassin et de la zone climatique.

A : coefficient d'abattement

Kr_{10} : coefficient de ruissellement

α : coefficient de pointe

P_{10} : précipitation décennale journalière

S : superficie du BV

T_{b10} : temps de base

III.1.2 Délimitation des bassins versants et estimation des débits

III.1.2.1 Délimitation des bassins versants

Les bassins versants ont été délimités en tenant compte des points bas situés sur le profil en long du terrain naturel. Ces points bas constitueront les exutoires potentiels des ouvrages transversaux. Les coordonnées géographiques de ces points bas sont relevées et seront exploitées pour la délimitation du bassin versant correspondant. Le tableau ci-dessous présente la liste et les coordonnées de ces exutoires.

Tableau 20: liste et coordonnées des exutoires

PK	exutoires	X	Y
PK 75 + 310	Exu 1	172113,376	1388417,49
PK 77 + 157	Exu 2	171016,452	1389555,2
PK 79 + 723	Exu 3	169336,569	1391387,66
PK 81 + 005	Exu 4	168549,434	1392397,38
PK 82 + 699	Exu 5	167877,947	1393945,39
PK 83 + 385	Exu 6	167524,332	1394526,33

La délimitation des BV s'est faite au moyen de Global Mapper et de AutoCAD. Le fond topographique et l'axe de la chaussée sont exportés sur Global Mapper. Le réseau hydrographique est généré sur la base du modèle numérique de terrain. Les lignes de partages des eaux sont tracées en partant des lignes de crête jusqu'à l'exutoire. Le résultat obtenu est présenté par la carte ci-contre.

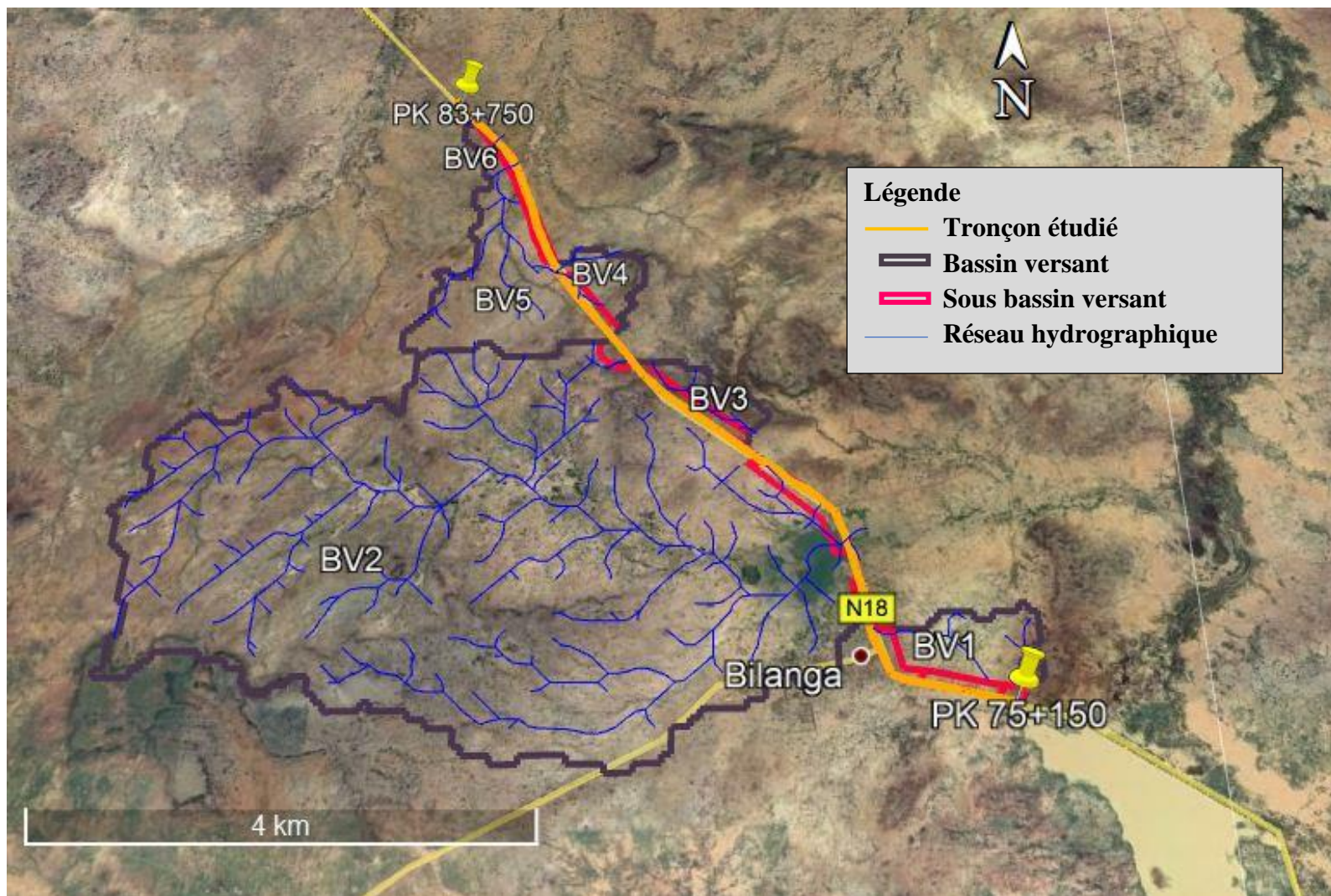


Figure 8: délimitation des bassins versant (Global Mapper)

III.1.2.2 Estimation des débits

Les méthodes de calcul ont été choisies de manière à respecter les conditions d'utilisation de chacune d'elles.

- La méthode rationnelle a été utilisée pour les bassins versant dont la superficie est inférieure à 4km² ;
- la méthode ORSTOM et CIEH. a été utilisée pour les bassins versant dont la superficie est supérieure à 4km² ;
- pour l'assainissement longitudinal en agglomération, la méthode de caquot a été utilisée pour la détermination des débits.

Les résultats obtenus sont résumés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 21: Récapitulatif des débits calculés pour les ouvrages transversaux

Désignations	S (Km ²)	L (m)	H(m)	Pente	Tc (min) kirpich	C	I(mm/h)	Q(m ³ /s)
Méthode rationnelle								
BV1	0,82	1898,47	10,00	0,02	31,65	0,52	150,66	17,95
BV3	0,44	1522,00	23,00	0,03	21,75	0,52	175,06	11,21
BV4	0,50	1482,33	20,00	0,03	21,56	0,52	175,65	12,69
BV5	2,66	4813,75	34,00	0,02	60,35	0,52	116,38	44,68
BV6	0,10	679,74	5,00	0,01	14,81	0,52	204,14	2,85
Méthode ORSTOM ET CIEH								
Désignations	S(km ²)	P10 (mm)	Pm10(mm)	Kr10	Tb10(min)	Q10 (m3/s)		
BV2	18,459	86,3	632,8	17,68	857,598893	12,16409371		

Tableau 22: Récapitulatif des débits calculés pour les ouvrages longitudinaux (caniveaux)

DÉSIGNATIONS	Type d'assemblage	L(m)	S(ha)	Pente	c	Qc (m3/s)
BV1-1	-	140,25	2,27	0,0123	0,35	1,11
BV1-3	-	124,11	7,74	0,0067	0,35	3,75
BV1-3+Bv1-2	SERIE	227,46	14,79	0,0066	0,35	8,07
BV2-1	-	102,50	2,19	0,0115	0,35	1,04
BV2-2	-	150,98	15,77	0,0066	0,35	3,72

III.2 Études hydrauliques

Il s'agit de déterminer les sections des ouvrages devant évacuer les débits évalués plus haut. Ces ouvrages seront des dalots cadres fermés en béton armé pour les ouvrages transversaux ou traversées de chaussées, des caniveaux en béton armés ou fossés en terre pour les ouvrages longitudinaux.

Il faut signaler qu'il y a des ouvrages existants aux droits des exutoires repérés plus haut. Afin de prendre en compte le volet économique du projet, nous vérifions donc si les sections des ouvrages peuvent évacuer des débits calculés.

III.2.1 Évaluation des ouvrages existants.

Connaissant les sections des ouvrages existants, il convient de déterminer si ceux-ci peuvent supporter le débit d'eau généré par les bassins versants. Pour cela, nous avons procédé comme suit :

- Déterminer le débit que la section permet d'évacuer : $Q = S \times V$ or pour les ouvrages en béton $3 < V_{max} < 4$ (nous prendrons $V_{max} = 3,5\text{m/s}$) ;
- Nous supposons que le débit d'eau réel qu'ils peuvent supporter représente 75% du débit total ;
- Si $75\% Q < Q_{BV}$, alors la section hydraulique de l'ouvrage est insuffisante ; il faudra donc redimensionner l'ouvrage correspondant.
- L'ouvrage 4 situé en aval du déversoir a été diagnostiqué hydrauliquement et structurellement satisfaisant ; il ne fera donc l'objet d'une étude.

Tableau 23: vérification de la capacité des ouvrages existants

OH	PK	Section (m ³ /s)	Type	75%Q OA (m ³ /s)	Coef de répartition	Qi BV (m ³ /s)	Remarques	BV correspondant
1	75+310	3x150x100	Dalot	11,81	0,85	15,28	Débit insuffisant	BV1
2	75+960	1x100	Buse	2,06	0,15	2,67	supprimer	
3	77+029	100x60	Dalot	1,58	0	0	supprimer	
5	77+409	150x50	Dalot	1,97	0	0	supprimer	
6	77+ 625	120x50	Dalot	1,58	0	0	supprimer	
7	77+788	100x60	Dalot	1,58	0	0	supprimer	
8	78+517	100x60	Dalot	1,58	0	0	supprimer	
9	78+832	2x150x100	Dalot	7,88	0,59	6,59	satisfaisant	BV3
10	79+723	100x60	Dalot	1,58	0,12	1,32	recalculer	

OH	PK	Section (m3/s)	Type	75%Q OA (m ³ /s)	Coef de répartition	Qi BV (m ³ /s)	Remarques	BV correspondant
11	80+076	150x100	Dalot	3,94	0,29	3,30	satisfaisant	
12	80+412	100x60	Dalot	1,58	0	0	supprimer	
13	80+686	150x100	Dalot	3,94	0,15	1,95	satisfaisant	BV4
14	81+ 005	150x100	Dalot	3,94	0,15	1,95	satisfaisant	
15	81+340	3x150x150	Dalot	17,72	0,70	8,79	satisfaisant	
16	81+918	Inconnue	Dalot enterré	0,00	0,00	0,00	supprimer	
17	82+699	4x150x150	Dalot	23,63	1,00	44,68	recalculer	BV5
18	83+385	100x60	Dalot	1,58	1,00	2,85	recalculer	BV6

D'après les vérifications ci-dessus, il existe des ouvrages hydrauliquement fonctionnels. Toutefois, nous procéderons à un redimensionnement de tous les ouvrages suivant les bassins versant délimités plus haut.

III.2.2 Dimensionnements hydrauliques des ouvrages

III.2.2.1 Dimensionnement hydraulique des caniveaux

Les caniveaux sont des ouvrages permettant de drainer l'eau longitudinalement à la chaussée. Ils sont dimensionnés à partir de la formule de Manning Strickler.

$$Q = k_s \times S \times R_H^{2/3} \times I_c^{1/2} \quad (\text{Équation 8})$$

avec Q (m³/s): débit maximal à l'exutoire

$$S = y(b + my) \quad S \text{ (m}^2\text{)} : \text{section mouillée}$$

$$P = b + 2y\sqrt{1 + m^2} \quad P(m): \text{périmètre mouillé}$$

$$R_H = S/P \quad R_H(m) : \text{le rayon hydraulique}$$

I_c (m/m) : pente longitudinale critique ;

m : fruit des berges (pour une section rectangulaire, $m = 0$) ;

k_s : coefficient de rugosité de Manning Strickler (pour le béton, $k_s = 67$)

En fait, il est question de déterminer la section de caniveau (la base b et la hauteur mouillée y_n) capable d'évacuer le débit d'eau ruisselé.

Le principe a été de fixer b et de déterminer y_n (par itération) pour laquelle la débitance D est égale à $Q/I^{1/2}$.

Le tableau ci-dessous donne un récapitulatif des résultats obtenus.

Tableau 24: section hydraulique des caniveaux

		Q(m ³ /s)	Pente (m/m)	B(m)	Yn (m)	R(m)	V (m/s)	Section retenue	
								B (m)	H(m)
BV1-1	droite	1,11	0,0123	0,7	0,60	0,10	2,70	0,8	0,8
BV1-3	droite	3,75	0,0067	1,3	0,98	0,32	2,93	1,3	1,3
BV1-3+BV1-2	droite	8,07	0,0066	1,8	1,26	0,24	3,55	1,8	1,5
BV2-1	gauche	1,04	0,0115	0,7	0,6	0,1	2,59	0,8	0,8
BV2-2	gauche	3,72	0,0066	1,8	0,71	0,29	2,93	1,8	1

III.2.2.2 Dimensionnement hydraulique des fossés

Les fossés jouent le même rôle que les caniveaux. On les rencontre surtout en rase campagne. On distingue les fossés extérieurs destinés à collecter les eaux provenant des bassins extérieurs et les fossés latéraux. Ils sont situés d'un ou des deux côtés de la route et collectent les eaux de la plate-forme et des talus (Van Tuu & Lemoine, 1981).

Nous utiliserons les fossés latéraux triangulaire en terre de talus 3H/2V et 1/1.

Ces fossés draineront donc les eaux de la moitié de la chaussée et de la banquette aménagée au pied de talus. Donc on obtient avec la méthode rationnel un débit $Q_b = 0,278 \text{ CIA}$ avec $A = 10L$ (L = la longueur du bassin latéral)

$$Q_b = 1,4 \times 10^{-2} L \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Le débit d'eau dans le fossé est calculé par la formule $Q_{fossé} = S \times V$

les vitesses admissibles en fonction du type de matériaux sont :

- Sables fin argileux ou limons argileux : 0,75 m/s
- Limons ou argiles sableuses : 0,90 m/s
- Argiles compactes : 1,10 m/s
- Mélanges de sables graviers et limons : 1,5 m/s
- Gravier cailloux moyens : 1,8 m/s

Nous retiendrons donc une vitesse de 1,5 m/s.

De là, en posant $Q_b = Q_{fossé}$ et en fixant la section $S \left(\frac{B \times H}{2} \right)$, avec B la largeur en gueule et H la profondeur du fossé

On obtient L = 33m pour H=0,5m et B= 1,25m.

En conclusion, les fossés latéraux en terre doivent avoir une longueur maximale de 33m suivi de divergents. Le schéma ci-dessous montre la section des fossés.

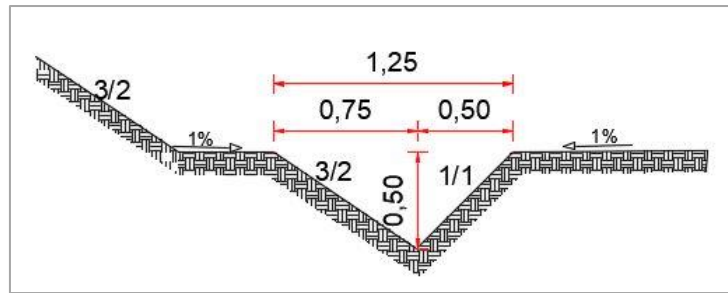


Figure 9: fossé triangulaire en terre

III.2.2.3 Dimensionnement hydraulique des dalots (Van Tuu & Lemoine, 1981)

Les dalots sont des ouvrages sous chaussée qui ne nécessitent aucun remblai. Avant de dimensionner un ouvrage, il est important de connaître ses conditions de fonctionnement.

Nous prendrons l'hypothèse selon laquelle les dalots fonctionnent en sortie dénoyée (la hauteur de l'eau en aval est inférieure à la hauteur du dalot) et en surface libre (la hauteur en amont est inférieure à 1,25 fois la hauteur du dalot).

Nous avons des dalots longitudinaux et transversaux.

Le dimensionnement des dalots est fait par la méthode du BCEOM en suivant les étapes suivantes :

Soit q le débit correspondant à un ouvrage

H_1 la hauteur de l'eau à l'amont de l'ouvrage : $H_1 = H_1^* \times D$

D la hauteur de l'ouvrage

B la largeur d'une ouverture

k_s : le coefficient de Manning Strickler fonction de la nature du matériau (pour le béton $k_s = 67$)

H_1^* : la hauteur réduite donnée par la figure 77 page 248 du document « hydraulique routière »

I_c^* : la pente réduite donnée par la figure 82 page 258 du document « hydraulique routière »

V^* : la vitesse réduite obtenu à partir de la figure 84 page 262 du document « hydraulique routière »

→ Connaissant Q , on se fixe des valeurs de la hauteur, du nombre d'ouvrage et de la base des ouvrages ;

→ Par la suite on calcul la hauteur H_1 à l'amont de l'ouvrage : pour cela on commence par déterminer Q^* . La valeur de H_1^* en fonction de Q^* et de la forme de l'ouvrage. Ensuite

on vérifie les conditions de départ ; si $H_1 > 1,25 \times D$ changer B et reprendre les calculs ;

$$Q^* = \frac{q}{B \times D \times \sqrt{2 \times g \times D}}$$

→ La pente critique est obtenue par la formule $I_C = \frac{g \times I_C^*}{K_S^2 \times D^{1/3}}$.

Il faut d'abord calculer $Q^{**} = \frac{q}{\sqrt{g \times B^5}}$; à partir de Q^{**} on lit la valeur de I_C^* et on détermine I_C ;

→ La vitesse de l'eau dans l'ouvrage est calculée par $V = V^* \times I_C^{1/2} \times B^{2/3}$

Il faut d'abord calculer $Q^{***} = \frac{q}{K_S I_C^{0,5} B^{8/3}}$; on obtient V^* à partir de la figure 84 p262 ; par la suite, on détermine V par la formule ci-dessus.

Si la vitesse obtenue est comprise entre la vitesse minimale et la vitesse maximale admissible ($1,8 < V(\text{m/s}) < 3,5$), l'ouvrage est bien dimensionné sinon, il convient de changer la section et reprendre le calcul.

Le Tableau 25 présente les sections de dalots obtenus.

Tableau 25: section réelle des dalots retenus

DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES DALOTS TRANSVERSAUX													
Hypothèse : sortie dénoyée-écoulement en surface libre													
Localisation	N° BV	Débit généré par les bassins versant	coef de répartition	Débit à évacuer par le dalot	nbre d'ouverture	débit/ouverture	Base	Hauteur mouillée	Revanche	Vitesse d'eau dans l'ouvrage	section retenue		
		Q BV (m ³ /s)		Q(m ³ /s)							n	q(m ³ /s)	B(m)
PK 75 + 310	1	17,95	1	17,95	2	8,97	3	1,6	0,4	3,35	2	3	2
PK 77 + 157	2	-	1	-	12	-	4	-	-	-	12	4	1
PK 78 + 832	3	11,21	0,59	6,59	2	3,30	1,5	1,3	0,2	2,81	2	1,5	1,5
PK 79 + 723			0,12	1,32	1	1,32	1,5	0,7	0,3	2,16	1	1,5	1
PK 80 + 076			0,29	3,30	1	3,30	2	1,1	0,4	3,01	1	2	1,5
PK 80 + 686	4	12,69	0,15	1,95	1	1,95	1,5	1,0	0,5	2,96	1	1,5	1,5
PK 81 + 005			0,15	1,95	1	1,95	1,5	1,0	0,5	2,96	1	1,5	1,5
PK 81 + 340			0,7	8,79	3	2,93	1,5	1,2	0,3	2,63	3	1,5	1,5
PK 82 + 699	5	44,68	1	44,68	4	11,17	3,5	1,6	0,4	3,33	4	3,5	2
PK 83 + 385	6	2,85	1	2,85	1	2,85	1,5	1,2	0,3	2,63	1	1,5	1,5

Au total nous avons six (06) bassins versants et dix (10) dalots de sections variables à mettre en place. Les caniveaux et les fossés assureront l'assainissement longitudinal en agglomération et en rase campagne respectivement. Après avoir obtenu les sections hydrauliques convenables, il faut déterminer les sections d'aciers permettant d'assurer la résistance des ouvrages.

III.3 Dimensionnement structural des ouvrages hydrauliques

Il s'agira de déterminer les sections d'armatures à disposer dans les ouvrages afin qu'ils remplissent leur fonctionnalité. Nous dimensionnerons donc les dalots, les caniveaux ainsi que les dallettes.

Hypothèses de calcul

Les calculs seront effectués conformément aux règlements de calcul des éléments en béton armé ; il s'agit de :

Des règles du BAEL 91 modifié 99

Les charges d'exploitations considérées sont définies par le fascicule 61 titre II.

Conditions de mise en œuvre

Enrobage de 3 cm en fondation et 2,5 cm en élévation ;

La fissuration est jugée préjudiciable pour les éléments en infrastructure et peu préjudiciable pour les éléments en superstructure ;

La durée d'application des charges $t > 24h$ ($\Theta = 1$)

Caractéristique des matériaux

Béton

Résistance caractéristique du béton à la compression à 28 jours d'âge $f_{c28} = 25MPa$

Résistance caractéristique du béton à la traction à 28 jours d'âge $f_{t28} = 0,6 + 0,06f_{bu}$

Coefficient de sécurité du béton $\gamma_b = 1,5$

La résistance de calcul du béton à l'ELU $f_{bu} = \frac{0,85 \times f_{c28}}{\theta \times \gamma_b}$

Acier

Nuance : acier à haute adhérence

Limite d'élasticité $f_e = 400 MPa$

Coefficient de sécurité $\gamma_s = 1,1$

III.3.1 Dimensionnement des caniveaux

Le caniveau est composé du voile, du radier et d'une dalle de couverture. Chacun de ces éléments sera calculé indépendamment des autres. La dalle de couverture est soumise à son poids propre et à une charge d'exploitation de type Br ; il sera calculé en flexion simple. Les piédroits qu'en eux sont soumis à leurs poids propres, aux charges provenant de la dalle, de la poussée des terres ; il sera dimensionné en flexion composée. En ce que concerne le radier, il est soumis à son poids propre et aux charges verticales supérieures, il sera dimensionné en

flexion simple.

À titre d'exemple, nous avons dimensionné un caniveau de 180x150.

Avant la détermination des sections d'armatures, il faut procéder à un prédimensionnement. Le détail de calcul est présenté en annexe 3 page xliv.

➤ **Prédimensionnement**

L'épaisseur est telle que $\frac{l}{15} < e < \frac{l}{10}$; l étant la longueur de la composante considérée.

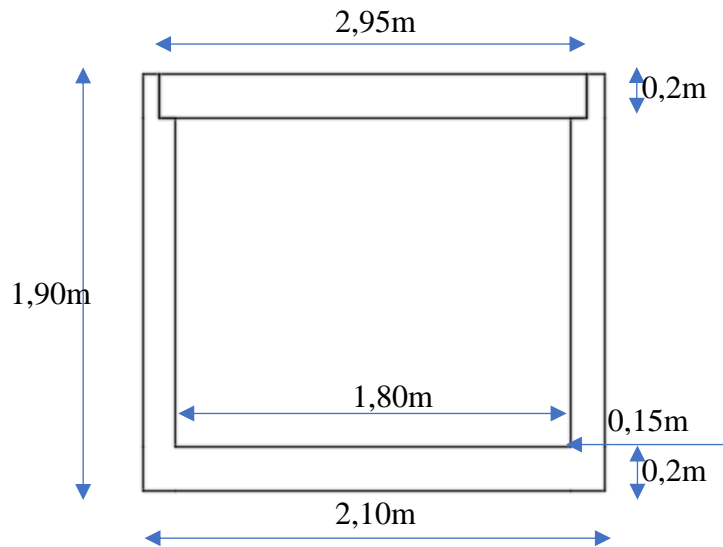


Figure 10: prédimensionnement du caniveau de 180x150

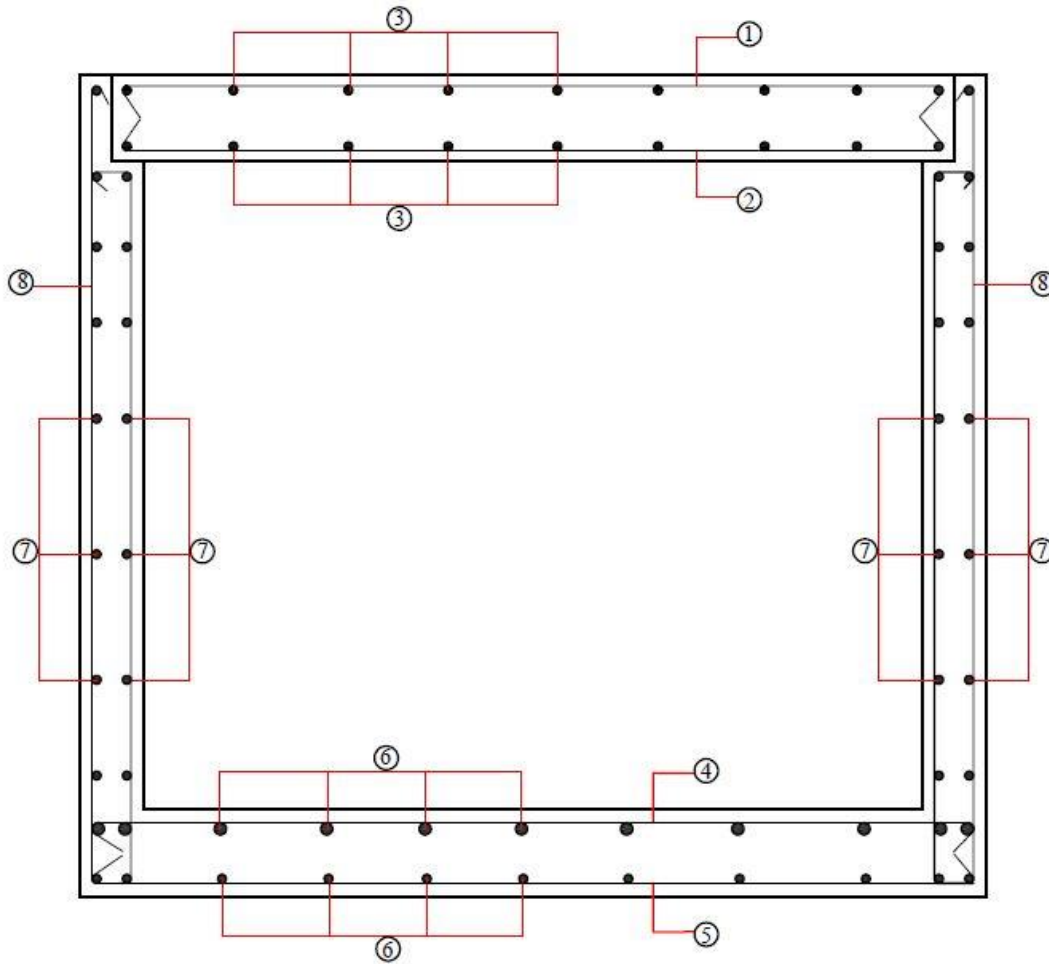
➤ **Calcul des sections d'armatures**

La dalle de couverture est calculée à l'ELU par contre les piédroits et le radier sont dimensionnés à l'ELS. Les détails de calcul sont présentés en annexe 3 page xliv et le Tableau 26 ci-dessous résume les résultats obtenus.

Tableau 26: récapitulatif des sections d'armatures du caniveau

Composante	Disposition	Ferrailage
Dalle	Nappe supérieure	HA10 esp 20cm
	Nappe inférieure	HA14 esp 10cm
	Aciers transversaux	HA8 esp 20cm
Radier	Nappe supérieure	HA14 esp 10cm
	Nappe inférieure	HA10 esp 20cm
	Aciers transversaux	HA8 esp 20cm
Piédroits	Aciers principaux	HA10 esp 15cm
	Aciers transversaux	HA8 esp 20cm

➤ Plans de ferrailage du caniveau



CANIVEAU				DALLETTE			Béton : fc28 = 25Mpa Acier : Fe E400			
Section :		180 x 150 cm ²		Longueur :		50 cm				
Épaisseur dalle :		20 cm		Largeur :		195 cm				
Épaisseur piedroits :		15 cm		Épaisseur :		20 cm				
Épaisseur radier :		20 cm		Enrobage :		2,5 cm				
Enrobage :		3 cm								
N°	HA (mm)	Esp (cm)	Nombre	Faconnage	Longueur/ unité (cm)	Longueur totale (cm)	Longueur totale (m)	Poids/ unité (kg/m)	Poids total (kg)	
1	HA 10	20	3		210	630	6,30	0,617	10,50	
2	HA 14	10	5		210	1050	10,50	1,208	12,67	
3	HA 8	20	11		124	1364	13,64	0,394	5,37	
4	HA 14	10	10		224	2240	22,40	1,208	27,10	
5	HA 10	20	5		224	2240	22,40	0,617	13,82	
6	HA 8	20	11		112	1232	12,32	0,394	4,85	
7	HA 10	15	7		205	1435	14,35	0,617	8,86	
8	HA 8	15	6		194	1164	11,64	0,394	4,59	
Armature totale									89,76	

Figure 11: Plan de ferrailage du caniveau de 180×150

III.3.2 Dimensionnement du dalot avec mur en aile

Le dalot étant un élément enterré, il sera dimensionné à l'état limite de service. Avant toute chose, nous devons déterminer les épaisseurs des éléments constitutifs (tablier, radier, piedroit, mur en aile)

➤ Prédimensionnement du cadre

L'épaisseur du dalot est définie par rapport à la dimension de la plus grande cellule et la hauteur du remblai.

En fonction de la largeur de la cellule, $e = \frac{l}{15}$; en fonction de la hauteur du remblai H, on a :

- ✓ $e \simeq \frac{l}{10} - 5cm$ si $H < 2m$;
- ✓ $e \simeq \frac{l}{10}$ si $2m < H < 4m$;
- ✓ $e \simeq \frac{l}{10} + 5cm$ si $4m < H < 8m$.

Dans notre cas, $e \geq \left(\frac{l}{15}; \frac{l}{10} - 5cm; 20cm \right)$.

Le tableau ci – dessous recapitule les résultats obtenus

Tableau 27: prédimensionnement du dalot

Localisation	Section dalot	OH	Largeur	Épaisseur
			B(m)	e(cm)
PK 75 + 310	2x300x200	1	3	25
PK 77 + 157	12x400x100	2	4	35
PK 78 + 832	2x150x150	3	1,5	20
PK 79 + 723	1x150x100	4	1,5	20
PK 80 + 076	1x200x150	5	2	20
PK 80 + 686	1x150x150	6	1,5	20
PK 81 + 005	1x150x150	7	1,5	20
PK 81 + 340	3x150x150	8	1,5	20
PK 82 + 699	4x350x200	9	3,5	30
PK 83 + 385	150x150	10	1,5	20

➤ Prédimensionnement du mur en aile

Le mur en aile permet de retenir et de résister à la pression des terres. Il joue donc le rôle d'un mur de soutènement et sera dimensionné comme tel.

Un mur de soutènement doit respecter les dimensions indiquées sur la figure ci-dessous :

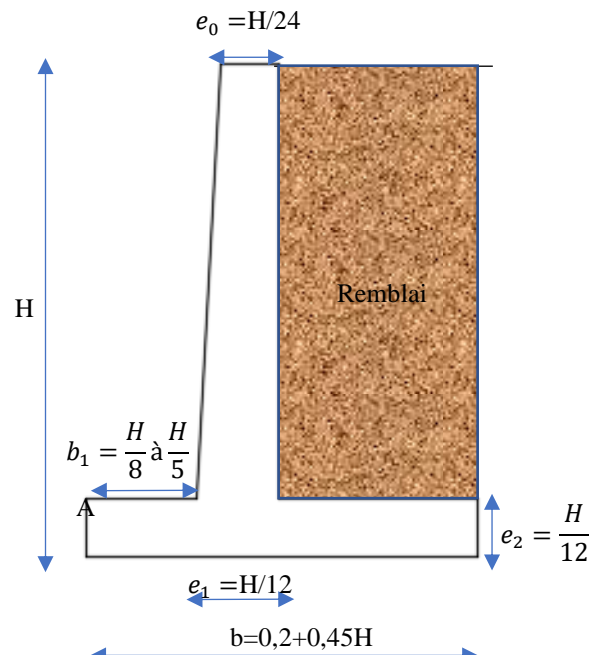


Figure 12: prédimensionnement du mur en aile

Par prudence, b est majoré de 15% pour satisfaire les vérifications de stabilité externe.

Tableau 28: prédimensionnement du mur en aile

Localisation	section dalot	H (m)	e0=e1=e2 (m)	b(m)	b1(m)	b2(m)
PK 78 + 832	2x150x150	1,9	0,2	1,25	0,3	0,75
PK 79 + 723	1x150x100	1,4	0,2	1	0,2	0,6
PK 80 + 076	1x200x150	1,9	0,2	1,25	0,3	0,75
PK 80 + 686	1x150x150	1,9	0,2	1,25	0,3	0,75
PK 81 + 005	1x150x150	1,9	0,2	1,25	0,3	0,75
PK 81 + 340	3x150x150	1,9	0,2	1,25	0,3	0,75
PK 82 + 699	4x350x200	2,6	0,2	1,6	0,35	1,05
PK 83 + 385	150x150	1,9	0,2	1,25	0,3	0,75

➤ Dimensionnement du cadre

Dans le cadre de notre mémoire, nous avons calculé à titre d'exemple le dalot de **3x1,50x1,50**.

La procédure de calcul appliquée à ce dalot sera la même pour les autres.

Principe

Les calculs sont effectués sur une bande de 1m. les sollicitations sont déterminées à partir du théorème des trois moments qui est donné par la relation

$$l_i M_{i-1} + 2(l_i + l_{i+1}) M_i + l_{i+1} M_{i+1} = 6EI(\varphi'_{i0} - \varphi''_{i0}) \text{ en considérant la rigidité constante des barres.} \quad (\text{Équation 9})$$

L'équation des moments est donnée par $M(x) = M_0(x) + M_1(x)$

$$M(x) = M_0(x) + M_0 + \frac{M_1 - M_0}{l} \quad (\text{Équation 10})$$

Le dalot est chargé comme indiqué sur la figure ci-dessous :

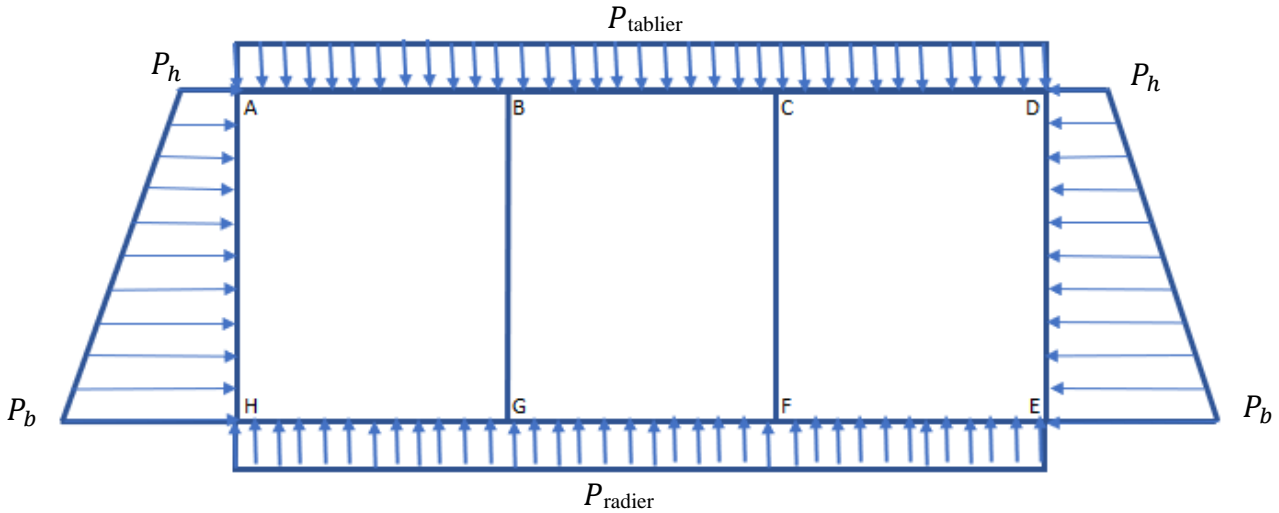


Figure 13: répartition des charges sur le dalot

Le tablier est soumis à son poids propre, au poids des couches chaussée au poids des guides roues et à la surcharge routière ; il est dimensionné en flexion simple.

Les piédroits sont soumis à la poussée latérale des terres et des charges verticales ; ils sont dimensionnés en flexion composée.

Le radier est soumis à son poids propre et l'action de toutes les charges supérieures ; il est dimensionné en flexion simple.

Les détails de calcul des sollicitations sont présentés en annexe 3 page xxi et les résultats obtenus sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 29: récapitulatif des sections d'armatures du dalot

Armature du tablier				
Désignation	Appuis de rive A et D	Appuis intermédiaires B et C	Travées de rive AB et CD	Travée intermédiaire BC
$M_{ser}(KN.m/ml)$	11,10	29,78	20,10	10,22
$M_{rserb}(KN.m/ml)$	201,63	201,63	201,63	201,63
$A_s(cm^2)$	4,17	10,74	7,09	3,74
$A_{smin}(cm^2)$	2,17	2,17	2,17	2,17
Section choisie	7HA10 soit 5,50 cm ² esp 14 cm	9HA12 soit 10,18 cm ² esp 10cm	8HA12 soit 7,92 cm ² esp 10cm	6HA10 soit 4,71 cm ² esp 15cm

Armature du radier				
Désignation	Appuis de rive E et H	Appuis intermédiaires G et F	Travées de rive EF et GH	Travées intermédiaire B
$M_{ser}(KN.m/ml)$	12,46	32,13	21,20	11,20
$M_{rserb}(KN.m/ml)$	201,63	201,63	201,63	201,63
$A_s(cm^2)$	4,17	10,74	7,09	3,74
$A_{smin}(cm^2)$	2,17	2,17	2,17	2,17
Section choisie	7HA10 esp 14 cm	9HA14 esp 10cm	6HA14 esp 15cm	6HA10 esp 15cm
Armature des piédroits				
Désignations	Piédroit de rive		Piédroits intermédiaires	
$N(KN)$	112,1		357,3	
$M_{ser}(KN.m/ml)$	12,46		/	
$M_{serf}(KN.m/ml)$	21,99		/	
$M_{serb}(KN.m/ml)$	105,63		/	
$A_s(cm^2)$	2,70		9,6	
Aciers choisis	5HA10 soit 3,93 cm ² esp 20		9HA12 soit 10,18 cm ² esp 10	

➤ Dimensionnement du mur en aile

Les calculs seront faits par mètre linéaire. Le principe de calcul revient à répartir le mur en plusieurs sections.

La détermination des armatures du voile prend en compte les forces horizontales et éventuellement, le poids de la partie du voile située au-dessus des sections S1, S4, S5, S6. Les sections S2 et S3 concerne le calcul des armatures de la semelle (voir annexe 3 page xli). La fissuration étant préjudiciable, les calculs se feront à l'ELS.

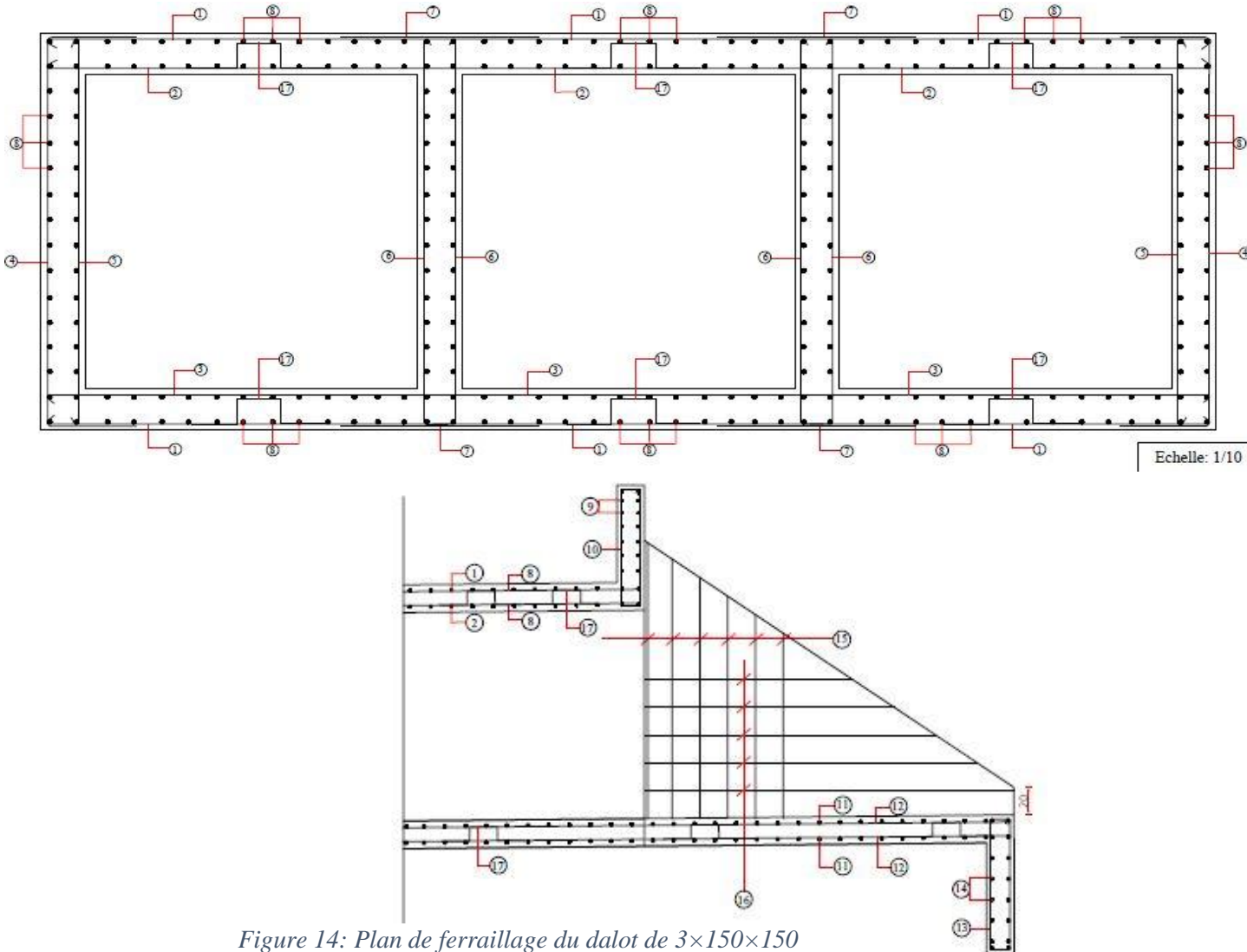
Les détails des calculs sont présentés en annexe 3 page xxxix et le tableau ci – dessous est un résumé des sections d'armatures obtenues.

Tableau 30:récapitulatif des sections d'armatures du mur en aile

Voile		
Désignations	Mur remblayé	Mur de face
Aciers principaux (cm ²)	5HA10 esp 20	5HA10 esp20
Aciers horizontaux (cm ²)	5HA10 esp 20	5HA10 esp 20
Semelle		
Désignation	Patin	Talon
Aciers principaux (cm ²)	4HA10 esp 25	5HA10 esp20
Aciers horizontaux (cm ²)	4HA10 esp 25	5HA10 esp 20

Le plan de ferrailage est présenté à la Figure 14. Toutefois, l'annexe 6 page lviii fourni plus détails sur le coffrage et le ferrailage

➤ **Plans de ferrailage du dalot**



DALOT									
Section : 3 x 150 x 150 cm ²									
Épaisseur dalle : 20 cm Hauteur du guide roue : 70cm Béton : C-28 = 25Mpa									
Épaisseur trottoir : 20 cm Épaisseur du guide roue : 20 cm Acier : Fe E400									
Épaisseur radier : 3 cm Longueur du guide roue : 20 cm									
Enrobage :									
N°	HA (mm)	Esp (cm)	Nombre	Faconnage	Longueur/ unité (cm)	Longueur totale (cm)	Longueur totale (m)	Poids/ unité (kg/m)	Poids total (kg)
1	HA 10	14	16		544	8704	87,04	0,617	53,70
2	HA 12	10	10		544	5440	54,40	0,888	48,31
3	HA 14	10	10		544	5440	54,40	1,208	65,72
4	HA 10	20	10		264	2640	26,40	0,617	16,29
5	HA 10	20	10		204	2040	20,40	0,617	12,59
6	HA 12	10	40		204	8160	81,60	0,888	72,46
7	HA 14	15	28		90	544	5,44	1,208	6,57
8	HA 10	15	232		1054	24360	243,60	0,617	150,30
9	HA 10	15	24		524	12576	125,76	0,617	77,59
10	HA 10	15	72		224	16128	161,28	0,617	99,51
11	HA 10	20	56		678	37968	379,68	0,617	234,26
12	HA 10	25	110		278	30580	305,80	0,617	188,68
13	HA 10	15	72		224	16128	161,28	0,617	99,51
14	HA 10	15	24		278	6672	66,72	0,617	41,17
15	HA 10	20	32		115	3680	36,80	0,617	22,71
16	HA 10	20	24		155	3720	37,20	0,617	22,95
17	HA 10	1/inf	24		90			0,617	13,33

Figure 14: Plan de ferrailage du dalot de 3x150x150

IV. SIGNALISATION ET SÉCURITÉ ROUTIÈRE – APERÇU DE L'EIES

Tout usager de la route doit se sentir en sécurité. Il incombe donc au concepteur de prévoir des dispositifs capables d'assurer ce rôle à tout moment de la journée afin de fluidifier la circulation et de limiter les accidents. Il s'agit notamment de la signalisation et de l'éclairage. Dans ce chapitre, il s'agira de présenter les mesures prises pour garantir la sécurité des usagers et des riverains.

IV.1 Sécurité

➤ Sécurité des travailleurs et riverains

Pendant la réalisation des travaux, il faut veiller à la sécurité et au confort des travailleurs. De ce fait, tout agent intervenant sur le domaine routier doit se revêtir d'équipements protections individuels de haute visibilité de classe 2 ou 3. Quant aux riverains, il faut limiter leur accès à la voie en disposant des barrières de sécurité.

De plus, pour faciliter la circulation et empêcher les accidents sur la voie pendant les travaux, il faut mettre en place une signalisation temporaire

➤ Sécurité des usagers

Nous mettrons en place des gardes corps tout au long du dalot de 12x400x100 pour protéger les usagers lors du franchissement ; de même, des guides roues de hauteur minimum 40cm délimitent les dalots.

Le revêtement de la chaussée est en enduit superficiel bicouche et celui de l'accotement en enduit superficiel monocouche. Cette différence est faite de sorte à alerter le conducteur lorsqu'il change de voie.

De plus il faudra utiliser des panneaux de signalisation réglementaires et auto réfléchissants ainsi qu'un éclairage public en agglomération.

IV.2 Signalisation routière

La signalisation routière désigne l'ensemble de signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à renseigner les usagers de la route, en les informant du danger et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décision.

Il existe la signalisation provisoire qui est utilisé pendant la durée des travaux et la signalisation

définitive exploitée après la mise en service de la route.

➤ **La signalisation provisoire** (France & Service d'études sur les transports, 1985)

La signalisation temporaire a pour but d'avertir et de guider l'utilisateur afin d'assurer sa sécurité et celle des travailleurs pendant la durée des travaux. Elle ne doit pas être en contradiction avec celle existante ; elle doit être crédible et disposée de façon visible.

Pendant la durée du chantier nous aurons :

→ **La signalisation d'approche** constitué de panneaux dangers qui signale la présence des travaux ;

→ **La signalisation de position** qui signale l'emplacement du chantier et délimite la zone d'intervention des agents ; elle est marquée par un balisage longitudinal et frontal.

➤ **La signalisation définitive**

Elle comporte la signalisation horizontale et la signalisation verticale.

✓ **La signalisation horizontale** : elle concerne les marquages au sol dont le choix est fonction du message à véhiculer (France & Ministère de l'équipement, 1997). On distingue de lignes longitudinales continues et discontinues, les bandes transversales et les flèches directionnelles et de rabattement.

Le tableau ci-dessus présente une illustration des choix effectués.

Tableau 31: signalisation horizontale

Type de ligne	Usage	Largeur (cm)
Ligne longitudinale axiale		
Ligne continue	Sépare les sens de circulation	2u = 12
Ligne discontinue de type T1	Ligne axiale de voie en rase campagne	2u = 12
Ligne discontinue de type T1, T'1, T3	Ligne axiale de voie en agglomération	2u = 12
Ligne discontinue de type T3	Annonce une ligne continue	2u = 12
Application : à l'axe de la chaussée, nous avons utilisé des lignes discontinues de type T1 qui, à l'approche des virages changent en lignes discontinues de type T3 complétées par les flèches de rabattement pour devenir des lignes continues infranchissable dans les virages.		
Ligne longitudinale de rive		
Ligne discontinue de type T2	Ligne de rive de chaussée	3u = 18
Ligne discontinue T'3	Ligne de rive aux approches de carrefours et dans les bretelles de raccordement	3u = 18
Lignes transversales		
Ligne continue	« STOP »	50
Lignes de type T'2	« CEDEZ LE PASSAGE »	50

Type de ligne	Usage	Largeur (cm)
Ralentisseurs de type dos d'âne	Marque la présence d'un dos d'âne	70
Bandes rectangulaire blanche parallèles à l'axe de la chaussée, de longueur minimale 2,5 m en ville et 4 à 6 m en rase campagne ou dans les petites agglomérations	Passage piéton	50cm inter distant de 50 à 80 cm
Lignes délimitant les îlots		
Lignes continue	Lignes délimitant le contour des îlots	3u = 18
Flèches directionnelles		
Indiquent les directions à prendre en circulation.		

u désigne une largeur unité. Pour les routes importantes, u = 6 cm.




Source : (France & Ministère de l'équipement, 1997)

Les caractéristiques des lignes de tous ces types de lignes et flèches sont présentées en annexe 6 page lviii.

- ✓ **La signalisation verticale** : elle concerne les panneaux de circulation, les balises, les feux tricolores... Ils sont implantés à des points remarquables le long de la route. Pour notre projet, nous avons utilisé les panneaux. On distingue les panneaux dangers, d'obligations, d'indications, d'interdictions.

Le tableau ci-dessous illustre le choix de panneaux que nous avons eu à effectuer (*La signalisation verticale par panneaux. I, I, 1978*).

Tableau 32:signalisation verticale

Panneaux	code	Usages	nombre
	A13a	Signale un endroit fréquenté par les enfants . Il est placé à 150m de l'obstacle en rase campagne et à 50m en agglomération.	6
	A1a	Indique un virage à droite . Il est placé à 150m du début du virage en rase campagne et à 50m en agglomération.	2
	A2b	Signal la présence d'un ralentisseur de type dos d'âne . Il est placé à 150m de l'obstacle en rase campagne et à 50m en agglomération.	18

Panneaux	code	Usages	nombre
	A1b	Signal un virage à gauche . Il est placé à 150m de l'obstacle en rase campagne et à 50m en agglomération.	2
	AB3a	Indique un cédez le passage . Il est implanté au pied du danger. Il a été positionné à l'entrée du carrefour giratoire.	4
	C27	Indique une surélévation de la chaussée . Implanté au pied du dos d'âne.	20
	B14	Notifie l' interdiction de dépasser la vitesse indiquée dans le panneau . Prend effet au pied du panneau jusqu'à la prochaine intersection.	18
	AB4	Oblige l' arrêt à l'intersection .	22
	B21a2	Obligation de contourner par la gauche . Il a été positionné sur l'îlot central du carrefour giratoire.	4
	J5	Signalisation de tête d'îlots directionnels à contournement par la droite.	4
	B33	Signale une fin de limitation de vitesse	2
	AB25	Carrefour à sens giratoire	4
	EB10	Désigne l' entrée en agglomération	2
	EB20	Désigne la sortie d'agglomération	2

Les dimensions réglementaires des panneaux sera présentée en annexe 6 page lviii.

IV.3 Éclairage public (EP)

L'éclairage public est l'ensemble de moyens mis en œuvre pour assurer l'éclairage des espaces publics. Il est nécessaire à la sécurité car il permet la visibilité de la route la nuit. La lumière transmise doit être confortable à la vue et ne pas provoquer d'éblouissement.

On distingue plusieurs types d'implantations dont le choix est fonction de la largeur de la chaussée à éclairer (L), de la hauteur de feu (h), l'avancement du feu par rapport au bord de la chaussée (a) et l'espacement entre deux foyers lumineux (e).

➤ Les types d'implantations

On distingue :

- ✓ **L'implantation unilatérale** : les luminaires sont implantés sur un seul côté de la chaussée ;
- ✓ **L'implantation bilatérale** : les luminaires sont positionnés de part et d'autre de la chaussée de manière alternative ;
- ✓ **L'implantation bilatérale en vis-à-vis** : les luminaires sont implantés face à face de part et d'autre de la chaussée ;
- ✓ **L'implantation axiale** : les luminaires sont implantés sur le terre-plein central.

Le tableau ci-dessous synthétise les principaux types d'implantation des points lumineux en fonction de la hauteur des feux et la largeur de la chaussée (Daniel Schumann & Afli, 2019) .

Tableau 33: synthèse des principaux types d'implantation des luminaires

Type d'implantation recommandé	Rapport entre h et L	Type de chaussée	Observations
Implantation unilatérale	$L \leq h$	Chaussée simple à double sens de circulation	La luminance de la partie de la chaussée située loin des luminaires est plus faible que celle située du même côté
Implantation bilatérale en quinconce	$H < L \leq 1,5h$		Un soin particulier doit être apporté à l'uniformité de l'uniformité de la chaussée
Implantation bilatérale vis-à-vis	$1,5 < h$		
Implantation axiale	$L \leq h$	Chaussée double à deux sens de circulation	

Nous avons opté pour une implantation bilatérale en vis en vis.

✚ Calcul de l'écartement entre luminaires et hauteurs de feu

Les hauteurs de feux sont à préciser sur la base d'une étude photométrique lors du choix du matériel (Daniel Schumann & Afli, 2019). Toutefois, pour une chaussée bilatérale en vis-à-vis, $h \geq L/2$.

Pour une largeur totale à éclairer de 14 m, la hauteur $h \geq 7m$

L'inter distance dépend de la hauteur du feu. e doit être comprise entre 3,5 h et 4,5 h.

Pour $h = 7 m$, l'éclairage routier sera donc constitué de 280 candélabres simple cross équidistant de 25m qui ne seront implantées qu'en agglomération.

Le dispositif est constitué comme le montre la Figure 15 ci-dessous :

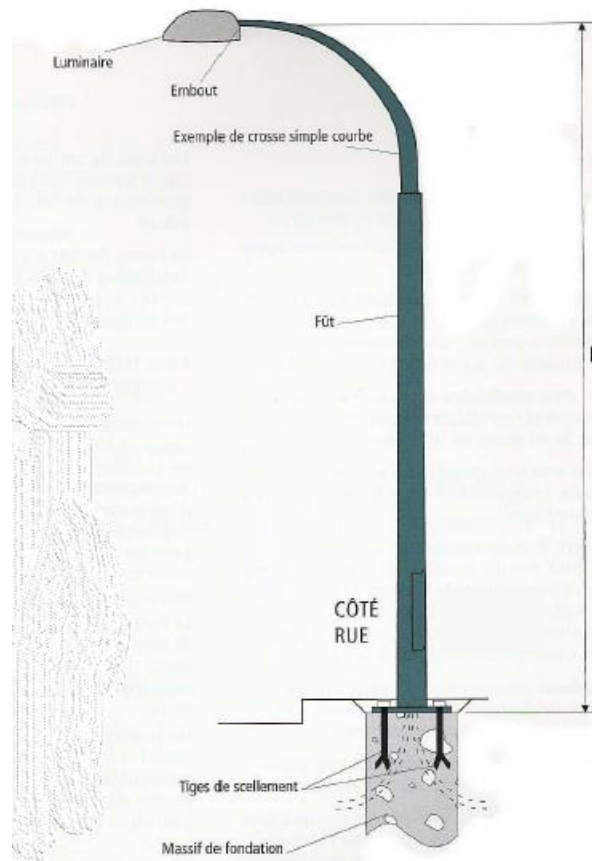


Figure 15: candélabre à simple cross

La conception détaillée sera menée par des ingénieurs en génie électriques.

Des dispositions ont été prises pour assurer la sécurité des usagers et environnants. Etant donné que tout projet routier a un impact sur l'environnement et la population, nous ne pouvons donc pas terminer sans aborder cet aspect.

IV.4 Aperçu de l'impact environnemental et social du projet

La gestion et la protection de l'environnement est un sujet qui a pris de l'ampleur en 1972 à la conférence des Nations Unies sur le développement humain tenue à Stockholm. Mais, ce n'est qu'en 1997 que le Burkina c'est réellement engagé avec l'élaboration du premier code de l'environnement. Selon le décret n°2015-1187 du 31 Décembre 2015 portant conditions et procédures de réalisation et de validation de l'évaluation environnementale stratégique, de l'étude et de la notice d'impact environnemental et social, notre projet d'inscrit dans la catégorie A. Il doit donc être soumis à une étude d'impact environnemental et social (EIES). Etant donnée que nous n'avons pas traité en profondeur les différents contours de l'EIES, nous ne présenterons qu'un aperçu. Dans ce chapitre nous avons essayé de recenser et de classer les effets du projet ; par la suite proposer un processus d'atténuation ou de compensation des effets négatifs et de bonification des effets positifs.

IV.4.1 Évaluation des effets du projet

Il s'agit de présenter les impacts positifs et négatifs occasionnés par notre projet. Ils ont été regroupés en fonction de la phase d'avancée des travaux (phase préparatoire, construction et exploitation).

Nous utiliserons la matrice de Fecteau qui permet d'évaluer les impacts du projet en fonction de l'intensité de l'impact, sa portée ainsi que sa durée.

Le Tableau 34 et le tableau 35 ci-dessous donnent un récapitulatif des impacts identifiés.

Tableau 34: Évaluation des impacts pendant la phase de construction par la matrice de Fecteau

Composantes	Impacts potentiels	Nature	Matrice d'évaluation de l'importance de l'impact			Importance absolue
			Intensité	Etendue	Durée	
Faune	Perturbation de la faune par les bruits et déplacements des engins sur les sites d'emprunts et de travaux	Négative	Moyenne	Locale	Courte	Moyenne
Flore	Destruction des arbres situés dans l'emprise de la route	Négative	Moyenne	Ponctuelle	Courte	Mineure
Paysage	Détérioration du paysage floristique	Négative	Faible	Locale	Courte	Mineure
Eau	Pollution des eaux par déversement des produits hydrocarbures	Négative	Moyenne	Ponctuelle	Courte	Mineure
Sol	Pollution du sol par déversement des produits hydrocarbures, retrait des matériaux dans les sites d'emprunts, érosion	Négative	Moyenne	Ponctuelle	Courte	Mineure
Air	Emission des poussières et des gaz toxiques	Négative	Faible	Locale	Courte	Mineure
Santé	Exposition aux IST, MST, aux maladies respiratoires ; contamination et prolifération du COVID 19, augmentation du taux de grossesses non désirées	Négative	Forte	Régionale	Moyenne	Majeure
Sécurité	Perturbation du trafic causant les accidents des usagers et des riverains, blessures probables des ouvriers sur le chantier, exposition des employés au terrorisme qui persiste dans la région	Négative	Moyenne	Locale	Courte	Moyenne
Emploi et économie	Opportunité d'emploi et hausse de l'économie	Positive	Moyenne	Régionale	Longue	Majeure
Bien être de la population	Accessibilité réduite des populations à la voie, inconfort acoustique, soulèvement de poussières	Négative	Faible	Locale	Courte	Mineure

Tableau 35:Évaluation des impacts après la phase de construction par la matrice de Fecteau

Composantes	Impacts potentiels	Nature	Matrice d'évaluation de l'importance de l'impact			Importance absolue
			Intensité	Etendue	Durée	
Etat acoustique	Nuisances sonores causées par le déplacement des véhicules	Négative	Forte	Locale	Longue	Majeure
Flore	Restauration du couvert végétal par la plantation de nouveaux arbres	Positive	Forte	Locale	Longue	Majeure
Paysage	Amélioration du caractère esthétique de la route	Positive	Forte	Régionale	Longue	Majeure
Sol	Erosion des zones d'emprunts dues aux matériaux non restaurés	Négative	Moyenne	Locale	Longue	Moyenne
Air	Emission des gaz à effet de serre	Négative	Moyenne	Régionale	Longue	Majeure
Santé	Risque d'accident pendant l'exploitation de la route, accès rapide aux centres de santé	Positive	Forte	Locale	Longue	Majeure
Sécurité	Facilitation de l'accès à la région en cas d'attaque	Positive	Forte	Régionale	Longue	Majeure
Emploie et économie	Entrées financières dans l'économie locale	Positive	Moyenne	Locale	Moyenne	Moyenne
Bien être de la population	Facilité de déplacement et amélioration du bien-être des populations	Positive	Forte	Locale	Longue	Majeure

IV.4.2 Mesures d'atténuations, de compensation et de bonification

Le Tableau 36 résume les différentes mesures environnementales et sociales qui pourraient être adoptées

Tableau 36: plan de gestion environnementale et sociale

Composantes	phase de travaux	Impacts concernés	Mesures d'atténuations, de compensation ou de bonification
Faune	Phase de construction	Perturbation de la faune par les bruits et déplacements des engins sur les sites d'emprunts et de travaux	Sensibilisation des employés contre le braconnage, éviter tout émission de bruit non indispensable pour limiter l'émigration des espèces fauniques
Flore	Phase de construction	Destruction des arbres situés dans l'emprise de la route	Eviter l'abattage anarchiques des arbres, réaliser le reboisement
	Phase d'exploitation	Restauration du couvert végétal par la plantation de nouveaux arbres	Mise en place d'une équipe d'entretien des arbres plantés
Paysage	Phase de construction	Détérioration du paysage floristique	Remise en état des sites après les travaux
	Phase d'exploitation	Amélioration du caractère esthétique de la route	Veillez à la pérennité des réalisations par la sensibilisation des populations sur la bonne tenue des ouvrages
Eau	Phase de construction	Pollution des eaux par déversement des produits hydrocarbures	Prévision des dispositifs de collecte des huiles de moteurs
Sol	Phase de construction	Pollution du sol par déversement des produits hydrocarbures, retrait des matériaux dans les sites d'emprunts, érosion	Prévision des dispositifs de collecte des huiles de moteurs, remise en état des zones d'emprunts
	Phase d'exploitation	Erosion des zones d'emprunts dues aux matériaux non restaurés	Remise en état des zones d'emprunts

Composantes	phase de travaux	Impacts concernés	Mesures d'atténuations, de compensation ou de bonification
Air	Phase de construction	Emission des poussières et des gaz toxiques	Arrosage régulier de la route, limitation de la vitesse, couverture des matériaux par une bâche pendant le transport
	Phase d'exploitation	Emission des gaz à effet de serre	Planter des arbres qui absorberont le CO2 produit lors du passage des véhicules
Santé	Phase de construction	Exposition aux IST, MST, aux maladies respiratoires ; contamination et prolifération du COVID 19, augmentation du taux de grossesses non désirées	Sensibilisation des employés et de la population sur les méthodes luttent contre les IST/MST, COVID 19, grossesses non désirées, distribution des préservatifs et des cache-nez, s'assurer du respect des mesures barrières
	Phase d'exploitation	Accès rapide aux centres de santé	Sensibiliser les populations sur l'importance de se rendre dans des centres de santé en cas de maladie
Sécurité	Phase de construction	Perturbation du trafic causant les accidents des usagers et des riverains, blessures probables des ouvriers sur le chantier, exposition des employés au terrorisme qui existe dans la région	Mise en place des panneaux de signalisation provisoires sur le chantier, des balises ; Offre des EPI au personnel ; organiser des formations en secourisme ; Mise en place des plans d'interventions d'urgence
	Phase d'exploitation	Facilitation de l'accès à la région en cas d'attaque	Faire savoir aux forces de l'ordre le bon état de la route, sensibiliser la population sur l'entretien routier
Emploi et économie	Phase de construction	Création d'emploi	Recrutement de la main d'œuvre locale
	Phase d'exploitation	Entrées financières dans l'économie locale	Développement de nouvelles activités génératrices de revenus au bénéfice des populations locales
Bien être de la population	Phase de construction	Accessibilité réduite des populations à la voie, inconfort acoustique, soulèvement de poussières	Aviser la population avant de commencer les travaux, travailler à des heures convenables (7h - 18h), arroser régulièrement la voie
	Phase d'exploitation	Facilité de déplacement, accès facile à la région, amélioration du bien-être des populations	Augmentation des revenus et réduction de la pauvreté dans la localité, Laisser en bon état les forages construits pendant la construction de la route

Dans cette partie, nous avons fait une étude très brève de l'impact du projet sur son environnement et la société. Il ressort de cela que notre projet présente aussi bien des impacts positifs que négatifs. Toutefois, ces effets négatifs n'ont pas remis en cause la réalisation de notre route car des mesures ont été prise afin d'atténuer les effets négatifs liés au projet et de bonifier les effets positifs.

V. AVANT-MÉTRÉ ET DEVIS ESTIMATIF

Le rôle de l'ingénieur étant de proposer des études fiables et réalisables à moindre coût, il faudrait donc y prêter une attention particulière.

L'estimation du coût du projet est une étape très importante car elle permet au maître d'ouvrage et aux bailleurs de fond d'avoir une vue globale sur le montant à prévoir. Ce devis est fait sur la base d'un avant-métré. Le devis estimatif est par la suite obtenu en y associant les prix unitaires de chaque composante.

V.1 Avant métré

L'avant métré est un devis quantitatif établi avant la réalisation des ouvrages concernés. Il est fait à partir des différents éléments constitutifs du projet ainsi que des plans générés. Les différentes opérations effectuées sont jointes en annexe 4 page xlvi.

V.2 Devis estimatif

Il s'agit d'un document présentant les prix des ouvrages à réaliser. L'estimation du coût a été fait sur la base des prix des infrastructures routières plus précisément de la rubrique portant sur la construction des routes bitumées inscrit dans la mercuriale 2020 de Ouagadougou.

Le détail des opérations effectuées est joint en annexe 5 page lv et les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau 37 ci-dessous.

Tableau 37: estimation du coût des travaux

Série	Désignation	montant
série 100	INSTALLATIONS GÉNÉRALES ET REPLI DU CHANTIER	234 657 614
série 200	TRAVAUX PRÉPARATOIRES	429 940 913
série 300	TRAVAUX DE TERRASSEMENT	204 015 293
série 400	CHAUSSÉE, REVÊTEMENT ET BORDURES	1 124 694 494
série 500	OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT	2 288 532 342
série 600	SIGNALISATION ET SÉCURITÉ	312 985 838
série 700	IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL	689 223 974
	Sous total HTC	5 284 050 468
	TVA 18%	951 129 084
	Sous total TTC	6 235 179 552
	PRIX AU KM	725 020 878

La figure ci-dessous présente le ratio de chaque composante du devis

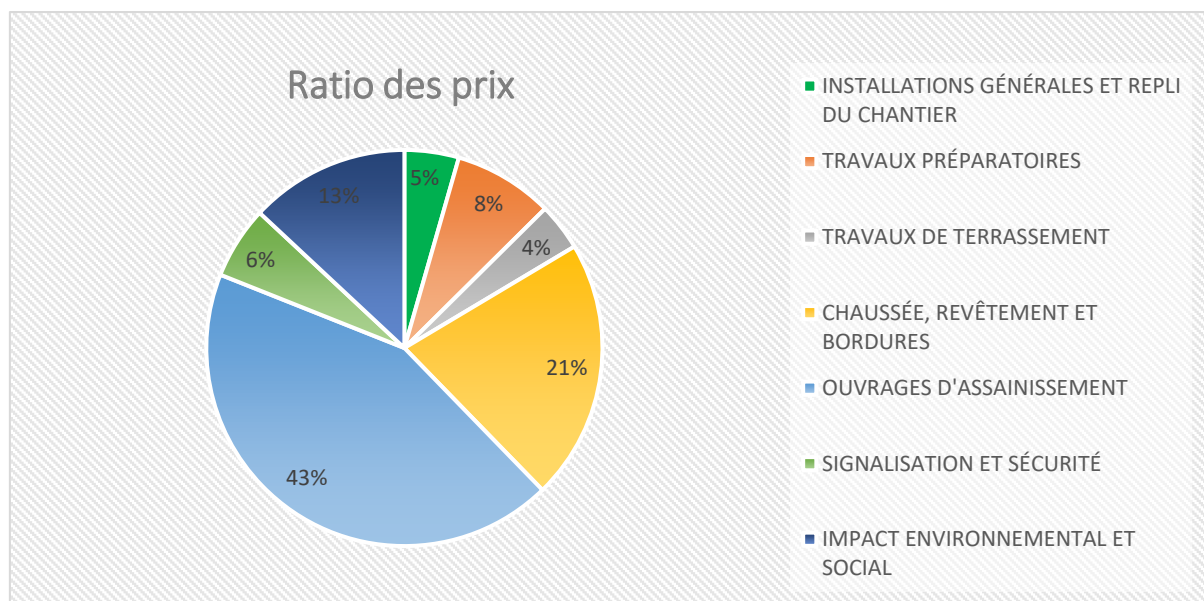


Figure 16: ratio des prix

Nous constatons que le prix alloué aux ouvrages hydrauliques représente **43% du coût total** ; ce qui démontre l'importance de l'assainissement dans un projet routier.

CONCLUSION ET RECOMMANDATION

La construction de la route FADA N'GOURMA-BOGANDE de 129 km est un projet très important dans le processus de désenclavement du Burkina-Faso dont l'étude a été attribuée au bureau d'études AGEIM-IC. Durant notre stage nous avons travaillé essentiellement sur les études techniques détaillées d'une partie de ce gigantesque projet. Il s'agit notamment du tronçon de 8,6 km allant du PK 75 +150 au PK 83 + 750. Ces études ont consisté à effectuer une conception géométrique de la voie une conception structurelle de la chaussée, une proposition des infrastructures d'assainissement ; à proposer un aménagement adéquat et des dispositions sécuritaire. Sans toutefois oublier les impacts du projet sur l'environnement ainsi que l'estimation du coût du projet.

À partir des données recueillies et suivant les recommandations de l'ARP, nos études ont conduit à l'aménagement d'une chaussée à 1x2 voies de 3,5 m. Pour un sol de la classe S4 et un trafic de la classe T1 nous avons obtenu une chaussée composé d'un enduit superficiel bicouche en couche de roulement et de 15 cm de graveleux latéritique naturel en couche de base et en couche de fondation. L'assainissement est assuré transversalement par 10 dalots cadres fermés dont les sections varient de $1 \times 150 \times 100$ à $12 \times 400 \times 100$, et longitudinalement par des caniveaux de section variable entre 80×80 et 180×150 et des fossés triangulaires en terre. Nous avons eu au total 10 ouvrages transversaux sur les 8,6 km soit une moyenne d'un ouvrage par km. À ces derniers s'ajoutent des équipements de sécurité et d'éclairage public. Les aménagements proposés ont été évalué et estimé à environ 6,2 milliards de francs CFA toutes taxes comprises environ soit 725 millions de Fcfa/km.

Une bonne étude seule ne garantit pas la longévité de la route, il faut également s'assurer que la réalisation se fasse selon les prescriptions techniques et de l'entretien routier. Vu la situation géographique de la voie, il est clair que c'est l'une des premières routes revêtues. Celle-ci deviendra une route préférentielle des automobilistes et pourrait par conséquent dépasser les prévisions. Donc il est recommandé au maître d'ouvrage de veiller à un entretien courant de la route afin de suivre son état de dégradation. Concernant les ouvrages, nous recommander un entretien périodique (curage, reprise des protections) afin de s'assurer de leurs bons fonctionnements.

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ Alain MOREL A L'HUISSIER, A. (1996). *L'assainissement des eaux pluviales en milieu urbain tropical subsaharien : dossiers techniques*. CERGRENE.
- ❖ *Burkina Faso - Loi n° 006-2013/AN du 2 avril 2013 portant Code de l'environnement au Burkina Faso*. (s. d.).
- ❖ *Cahier des prescriptions communes applicables aux marchés de travaux publics relevant des services de l'équipement. fascicule N° 61 conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art titre II. - programmes de charges et épreuves des ponts-routes*. (s. d.). fdocuments.fr.
- ❖ Centre de la sécurité, des transports et de la route. (1994). *Aménagement des routes principales (sauf les autoroutes et routes express à deux chaussées): recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route : guide technique*. SETRA.
- ❖ Centre d'études des transports urbains. (1990). *Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines*. Centre d'études des transports urbains.
- ❖ Centre expérimental de recherches et d'études du bâtiment et des travaux publics, France, & Ministère des relations extérieures, coopération et développement. (1984). *Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux*. CEBTP.
- ❖ *Crues et apports : manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche*. (1996). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- ❖ Daniel Schumann, & Afli, S. (2019, Novembre). *Guide Technique - Module 3 : Eclairage Public*.
- ❖ *Décret n°2015-1187-PRES / TRANS / PM/MERH / MATD / MME/MS / MARHA / MRA / MICA / MHU/MIDT / MCT du 22 octobre 2015 portant conditions et procédures de réalisation et de validation de l'évaluation environnementale stratégique, de l'étude et de la notice d'impact environnemental et social*. (s. d.).

- ❖ DUPONT, L., PATTE, L., BOIVIN, P., FLACHAT, P., GUICHET, B., GIRARD, J., DUPRE, G., & SANGOUARD, J. (1998). *Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales-carrefours plans. guide technique-guide technique.*
- ❖ France, & Ministère de l'équipement, du logement, des transports et du tourisme. (1997). *Instruction interministérielle sur la signalisation routière. Livre I septième partie, Livre I septième partie.* Direction des journaux officiels.
- ❖ France, & Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements. (1985). *Signalisation temporaire : manuel du chef de chantier. Volume 4, Volume 4,* SETRA.
- ❖ *Hydrologie urbaine quantitative sep.2001.pdf.* (s. d.).
- ❖ *La signalisation verticale par panneaux. I, I,* (1978). Foucher.
- ❖ *REGLEMENT n° 08/2009/CM/UEMOA du 25 septembre 2009 portant adoption du statut du réseau routier communautaire de l'UEMOA et de ses modalités de gestion.* (s. d.). Consulté 4 octobre 2021, à l'adresse <http://www.jo.gouv.sn/spip.php?article7873>
- ❖ *Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états-limites (fascicule 62 - Titre I, section I du Cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux Marchés publics de Travaux passés au nom de l'Etat).* (1988). Eyrolles.
- ❖ Service d'études sur les transports les routes et leurs aménagements. (2001). *Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison : circulaire du 12 décembre 2000.* SETRA.
- ❖ Van Tuu, N., & Lemoine, B. (1981). *Hydraulique routière.* BCEOM.

ANNEXES

Sommaire

<i>ANNEXE 1: CONCEPTION GEOMETRIQUE</i>	<i>ii</i>
<i>ANNEXE 2: ÉTUDES PLUVIOMETRIQUES ET HYDROLOGIQUES.....</i>	<i>xvi</i>
<i>ANNEXE 3: DIMENSIONNEMENT STUCTUREL DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT</i>	<i>xxi</i>
<i>ANNEXE 4: DEVIS QUANTITATIF</i>	<i>xlvi</i>
<i>ANNEXE 5: DEVIS ESTIMATIF</i>	<i>lv</i>
<i>ANNEXE 6: PIECES GRAPHIQUES</i>	<i>lviii</i>

ANNEXE 1: CONCEPTION GEOMETRIQUE

I.1. Tracé de l'axe en plan

ELEMENTS	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			75150.00	172266.495	1388371.131
D1	GIS = 318.619g	280.81			
			75430.81	171997.609	1388452.091
C1	XC= 171276.833	373.44			
	YC= 1386058.249				
	R = 2500.000				
			75804.25	171633.324	1388532.701
D2	GIS = 309.109g	231.32			
			76035.57	171404.368	1388565.686
C2	XC= 171438.591	252.93			
	YC= 1388803.234				
	R = -240.000				
			76288.50	171215.169	1388715.583
D3	GIS = 376.199g	235.66			
			76524.15	171129.105	1388934.961
C3	XC= 171873.845	245.32			
	YC= 1389227.130				
	R = -800.000				
			76769.47	171075.651	1389173.399
D4	GIS = 395.721g	130.99			
			76900.46	171066.853	1389304.089
C4	XC= 170268.660	156.03			
	YC= 1389250.358				
	R = 800.000				
			77056.48	171041.308	1389457.758
D5	GIS = 383.305g	491.05			
			77547.54	170914.002	1389932.023
C5	XC= 170141.354	513.21			

ELEMENTS	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
	YC= 1389724.623				
	R = 800.000				
			78060.75	170636.281	1390353.150
D6	GIS = 342.465g	1451.18			
			79511.93	169496.146	1391250.938
C6	XC= 171042.794	695.50			
	YC= 1393215.086				
	R = -2500.000				
			80207.43	169016.205	1391751.209
D7	GIS = 360.176g	862.58			
			81070.02	168511.119	1392450.450
C7	XC= 170132.390	539.03			
	YC= 1393621.552				
	R = -2000.000				
			81609.05	168257.824	1392924.412
D8	GIS = 377.333g	1220.32			
			82829.37	167832.458	1394068.197
C8	XC= 166895.175	339.36			
	YC= 1393719.627				
	R = 1000.000				
			83168.73	167662.971	1394360.322
D9	GIS = 355.729g	609.03			
			83777.76	167272.769	1394827.932
LONGUEUR DE L'AXE		8627.755			

I.2. Tracé du profil en long

ELEMENTS	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			75150.00	297.47
D1	PENTE= -0.225 %	205.20		
			75355.20	297.01
PARA1	S= 75382.1902 Z= 296.9779	187.75		
	R =12000.00			
			75542.95	298.06
D2	PENTE=1.340 %	12.68		
			75555.62	298.23
PARA2	S= 75823.5482 Z= 300.0191	152.94		
	R = -20000.00			
			75708.56	299.69
D3	PENTE=0.575 %	319.32		
			76027.88	301.52
PARA3	S= 75956.0124 Z= 301.3179	15.39		
	R =12500.00			
			76043.27	301.62
D4	PENTE=0.698 %	248.38		
			76291.64	303.36
PARA4	S= 76637.1719 Z= 304.5621	804.31		
	R = -49500.00			
			77095.96	302.44
D5	PENTE= -0.927 %	114.74		
			77210.70	301.37
PARA5	S= 77442.4065 Z= 300.2988	506.19		
	R =25000.00			
			77716.89	301.81
D6	PENTE=1.098 %	548.00		
			78264.88	307.82
PARA6	S= 78484.4624 Z= 309.0275	151.46		
	R = -20000.00			
			78416.34	308.91

ELEMENTS	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
D7	PENTE=0.341 %	183.91		
			78600.25	309.54
PARA7	S= 78532.1331 Z= 309.4219	180.92		
	R =20000.00			
			78781.18	310.97
D8	PENTE=1.245 %	398.33		
			79179.51	315.93
PARA8	S= 79553.0732 Z= 318.2584	56.17		
	R = -30000.00			
			79235.67	316.58
D9	PENTE=1.058 %	169.46		
			79405.13	318.37
PARA9	S= 79299.3304 Z= 317.8125	134.09		
	R =10000.00			
			79539.22	320.69
D10	PENTE=2.399 %	101.38		
			79640.61	323.12
PARA10	S= 79472.6813 Z= 321.1078	64.66		
	R = 7000.00			
			79705.27	324.97
D11	PENTE=3.323 %	75.95		
			79781.22	327.50
PARA11	S= 80047.0296 Z= 331.9114	266.51		
	R =-8000.00			
			80047.72	331.91
D12	PENTE= -0.009 %	363.34		
			80411.06	331.88
PARA12	S= 80409.7624 Z= 331.8799	284.20		
	R = -15000.00			
			80695.26	329.16

ELEMENTS	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
D13	PENTE= -1.903 %	6.26		
			80701.52	329.04
PARA13	S= 81082.1906 Z= 325.4210	182.78		
	R =20000.00			
			80884.30	326.40
D14	PENTE= -0.989 %	407.13		
			81291.43	322.37
PARA14	S= 80697.7613 Z= 325.3088	96.37		
	R = -60000.00			
			81387.80	321.34
D15	PENTE= -1.150 %	450.95		
			81838.75	316.16
PARA15	S= 82413.7815 Z= 312.8480	158.45		
	R =50000.00			
			81997.20	314.58
D16	PENTE= -0.833 %	390.37		
			82387.56	311.33
PARA16	S= 82054.2934 Z= 312.7194	89.90		
	R = -40000.00			
			82477.46	310.48
D17	PENTE= -1.058 %	210.68		
			82688.14	308.25
PARA17	S= 82793.9319 Z= 307.6926	103.56		
	R =10000.00			
			82791.70	307.69
D18	PENTE= -0.022 %	36.55		
			82828.25	307.69
PARA18	S= 82828.6991 Z= 307.6846	2.23		
	R = 2000.00			
			82830.48	307.69

ELEMENTS	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
D19	PENTE=0.089 %	239.70		
			83070.19	307.90
PARA19	S= 83088.0208 Z= 307.9071	47.23		
	R = -20000.00			
			83117.42	307.89
D20	PENTE= -0.147 %	153.39		
			83270.80	307.66
PARA20	S= 83197.3132 Z= 307.7141	228.68		
	R = -50000.00			
			83499.48	306.80
D21	PENTE= -0.604 %	278.28		
			83777.76	305.12
LONGUEUR DE L'AXE		8627.76		

I.3. Tabulation de l'axe en plan et du profil en long

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
1	75150.000	297.470	297.470	172266.495	1388371.131	18.619g	2.50	-2.50
2	75181.462	297.313	297.399	172236.369	1388380.202	18.619g	2.50	-2.50
3	75244.084	296.922	297.258	172176.406	1388398.256	18.619g	2.50	-2.50
4	75309.981	296.437	297.110	172113.306	1388417.255	18.619g	2.50	-2.50
5	75385.637	296.211	296.978	172040.863	1388439.068	18.619g	2.50	-2.50
6	75430.810	296.285	297.076	171997.609	1388452.091	18.619g	2.50	-2.50
7	75474.615	296.839	297.334	171955.556	1388464.353	17.503g	2.50	-2.50
8	75549.143	297.762	298.138	171883.536	1388483.514	15.605g	2.50	-2.50
9	75632.091	298.749	299.103	171802.748	1388502.305	13.493g	2.50	-2.50
10	75704.384	299.254	299.664	171731.862	1388516.490	11.652g	2.50	-2.50
11	75756.024	299.598	299.961	171680.992	1388525.364	10.337g	2.50	-2.50
12	75804.254	299.903	300.239	171633.324	1388532.701	9.109g	2.50	-2.50
13	75810.499	299.970	300.275	171627.143	1388533.591	9.109g	2.50	-2.50
14	75860.261	300.276	300.561	171577.889	1388540.687	9.109g	2.50	-2.50
15	75901.524	300.539	300.798	171537.048	1388546.571	9.109g	2.50	-2.50
16	75960.427	300.859	301.137	171478.747	1388554.971	9.109g	2.50	-2.50
17	76017.575	301.175	301.465	171422.183	1388563.120	9.109g	2.50	-2.50
18	76035.574	301.269	301.571	171404.368	1388565.686	9.109g	2.50	-2.50
19	76056.556	301.383	301.715	171383.757	1388569.582	14.675g	2.50	-2.50
20	76102.106	301.778	302.033	171340.662	1388584.122	26.757g	2.50	-2.50
21	76154.429	302.074	302.398	171295.589	1388610.490	40.636g	2.50	-2.50
22	76196.242	302.496	302.690	171264.343	1388638.196	51.728g	2.50	-2.50
23	76227.772	302.745	302.910	171244.225	1388662.444	60.091g	2.50	-2.50

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
24	76285.950	303.138	303.316	171216.113	1388713.215	75.523g	2.50	-2.50
25	76288.498	303.152	303.334	171215.169	1388715.583	76.199g	2.50	-2.50
26	76330.825	303.396	303.614	171199.711	1388754.986	76.199g	2.50	-2.50
27	76379.056	303.671	303.889	171182.096	1388799.885	76.199g	2.50	-2.50
28	76410.971	303.817	304.045	171170.441	1388829.596	76.199g	2.50	-2.50
29	76454.633	304.194	304.226	171154.495	1388870.242	76.199g	2.50	-2.50
30	76496.765	304.294	304.363	171139.108	1388909.464	76.199g	2.50	-2.50
31	76524.154	304.321	304.433	171129.105	1388934.961	76.199g	2.50	-2.50
32	76547.450	304.384	304.481	171120.914	1388956.768	78.053g	2.50	-2.50
33	76578.486	304.518	304.527	171110.994	1388986.175	80.523g	2.50	-2.50
34	76622.580	304.543	304.560	171098.879	1389028.565	84.032g	2.50	-2.50
35	76660.836	304.402	304.556	171090.273	1389065.837	87.076g	2.50	-2.50
36	76700.965	304.111	304.521	171083.171	1389105.328	90.269g	2.50	-2.50
37	76736.710	303.925	304.462	171078.520	1389140.766	93.114g	2.50	-2.50
38	76769.471	303.758	304.385	171075.651	1389173.399	95.721g	2.50	-2.50
39	76776.211	303.724	304.367	171075.198	1389180.124	95.721g	2.50	-2.50
40	76813.421	303.619	304.248	171072.699	1389217.250	95.721g	2.50	-2.50
41	76862.930	303.435	304.047	171069.374	1389266.648	95.721g	2.50	-2.50
42	76894.056	303.300	303.896	171067.283	1389297.703	95.721g	2.50	-2.50
43	76900.456	303.213	303.862	171066.853	1389304.089	95.721g	2.50	-2.50
44	76923.747	303.180	303.733	171064.951	1389327.301	93.868g	2.50	-2.50
45	76950.095	303.077	303.573	171061.986	1389353.480	91.771g	2.50	-2.50
46	76987.943	302.969	303.319	171056.221	1389390.883	88.759g	2.50	-2.50

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
47	77028.936	302.757	303.012	171047.990	1389431.037	85.497g	2.50	-2.50
48	77056.482	302.446	302.786	171041.308	1389457.758	83.305g	2.50	-2.50
49	77078.471	302.375	302.595	171035.607	1389478.996	83.305g	2.50	-2.50
50	77131.001	301.667	302.111	171021.989	1389529.730	83.305g	2.50	-2.50
51	77157.039	301.570	301.870	171015.238	1389554.877	83.305g	2.50	-2.50
52	77181.384	301.466	301.644	171008.927	1389578.390	83.305g	2.50	-2.50
53	77233.379	300.758	301.173	170995.447	1389628.607	83.305g	2.50	-2.50
54	77277.589	300.327	300.842	170983.986	1389671.306	83.305g	2.50	-2.50
55	77309.899	300.059	300.650	170975.609	1389702.512	83.305g	2.50	-2.50
56	77349.620	299.876	300.471	170965.311	1389740.874	83.305g	2.50	-2.50
57	77389.487	299.714	300.355	170954.976	1389779.378	83.305g	2.50	-2.50
58	77408.888	299.708	300.321	170949.946	1389798.116	83.305g	2.50	-2.50
59	77458.113	299.732	300.304	170937.185	1389845.657	83.305g	2.50	-2.50
60	77523.257	299.806	300.430	170920.296	1389908.575	83.305g	2.50	-2.50
61	77547.536	299.918	300.520	170914.002	1389932.023	83.305g	2.50	-2.50
62	77575.589	300.091	300.654	170906.255	1389958.984	81.073g	2.50	-2.50
63	77624.673	300.443	300.963	170890.446	1390005.444	77.167g	2.50	-2.50
64	77652.276	300.708	301.180	170880.312	1390031.119	74.970g	2.50	-2.50
65	77709.988	301.464	301.731	170856.299	1390083.583	70.377g	2.50	-2.50
66	77772.449	302.116	302.416	170826.123	1390138.253	65.407g	2.50	-2.50
67	77787.602	302.355	302.582	170818.166	1390151.149	64.201g	2.50	-2.50
68	77822.949	302.711	302.970	170798.666	1390180.627	61.388g	2.50	-2.50
69	77862.467	303.198	303.404	170775.348	1390212.527	58.243g	2.50	-2.50

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
70	77915.316	303.807	303.984	170741.757	1390253.315	54.038g	2.50	-2.50
71	77969.055	304.363	304.574	170704.915	1390292.424	49.761g	2.50	-2.50
72	78017.727	304.892	305.109	170669.349	1390325.639	45.888g	2.50	-2.50
73	78060.748	305.402	305.581	170636.281	1390353.150	42.465g	2.50	-2.50
74	78063.786	305.411	305.614	170633.894	1390355.030	42.465g	2.50	-2.50
75	78113.855	305.878	306.164	170594.556	1390386.006	42.465g	2.50	-2.50
76	78179.960	306.643	306.890	170542.621	1390426.902	42.465g	2.50	-2.50
77	78294.596	307.846	308.126	170452.556	1390497.823	42.465g	2.50	-2.50
78	78344.662	308.298	308.539	170413.221	1390528.796	42.465g	2.50	-2.50
79	78405.352	308.804	308.871	170365.539	1390566.343	42.465g	2.50	-2.50
80	78439.384	308.842	308.990	170338.802	1390587.397	42.465g	2.50	-2.50
81	78516.461	309.114	309.252	170278.246	1390635.081	42.465g	2.50	-2.50
82	78561.567	309.106	309.406	170242.808	1390662.987	42.465g	2.50	-2.50
83	78620.106	309.314	309.615	170196.816	1390699.202	42.465g	2.50	-2.50
84	78656.635	309.430	309.809	170168.117	1390721.801	42.465g	2.50	-2.50
85	78717.653	309.991	310.282	170120.177	1390759.551	42.465g	2.50	-2.50
86	78789.538	310.820	311.077	170063.700	1390804.023	42.465g	2.50	-2.50
87	78831.535	311.399	311.599	170030.705	1390830.005	42.465g	2.50	-2.50
88	78906.128	312.247	312.528	169972.100	1390876.152	42.465g	2.50	-2.50
89	78967.550	312.999	313.293	169923.843	1390914.152	42.465g	2.50	-2.50
90	79029.045	313.724	314.059	169875.529	1390952.196	42.465g	2.50	-2.50
91	79080.285	314.391	314.697	169835.272	1390983.897	42.465g	2.50	-2.50
92	79132.688	315.076	315.350	169794.101	1391016.316	42.465g	2.50	-2.50

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
93	79207.589	315.982	316.269	169735.254	1391062.654	42.465g	2.50	-2.50
94	79278.714	316.653	317.035	169679.374	1391106.657	42.465g	2.50	-2.50
95	79355.136	317.459	317.843	169619.333	1391153.936	42.465g	2.50	-2.50
96	79419.781	318.227	318.538	169568.544	1391193.929	42.465g	2.50	-2.50
97	79469.061	318.877	319.253	169529.827	1391224.416	42.465g	2.50	-2.50
98	79511.930	319.735	320.072	169496.146	1391250.938	42.465g	2.50	-2.50
99	79524.924	319.922	320.357	169485.958	1391259.003	42.796g	2.50	-2.50
100	79595.096	321.477	322.030	169431.674	1391303.466	44.583g	2.50	-2.50
101	79672.937	323.598	323.972	169372.944	1391354.549	46.565g	2.50	-2.50
102	79729.656	325.362	325.782	169331.165	1391392.910	48.009g	2.50	-2.50
103	79793.803	327.614	327.904	169284.979	1391437.423	49.643g	2.50	-2.50
104	79861.821	329.824	329.768	169237.271	1391485.900	51.375g	2.50	-2.50
105	79898.312	330.626	330.529	169212.224	1391512.437	52.304g	2.50	-2.50
106	79934.488	331.236	331.120	169187.778	1391539.104	53.225g	2.50	-2.50
107	79961.266	331.454	331.452	169169.933	1391559.069	53.907g	2.50	-2.50
108	79998.096	331.616	331.762	169145.741	1391586.839	54.845g	2.50	-2.50
109	80036.508	331.597	331.905	169120.948	1391616.178	55.823g	2.50	-2.50
110	80075.108	331.548	331.909	169096.491	1391646.041	56.806g	2.50	-2.50
111	80123.422	331.660	331.905	169066.534	1391683.945	58.036g	2.50	-2.50
112	80184.348	331.685	331.900	169029.810	1391732.557	59.588g	2.50	-2.50
113	80207.434	331.645	331.898	169016.205	1391751.209	60.176g	2.50	-2.50
114	80238.258	331.622	331.895	168998.156	1391776.196	60.176g	2.50	-2.50
115	80302.500	331.499	331.889	168960.540	1391828.272	60.176g	2.50	-2.50

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
116	80363.323	331.417	331.884	168924.924	1391877.578	60.176g	2.50	-2.50
117	80411.671	331.380	331.880	168896.614	1391916.771	60.176g	2.50	-2.50
118	80481.553	331.195	331.708	168855.695	1391973.419	60.176g	2.50	-2.50
119	80536.632	330.997	331.343	168823.443	1392018.068	60.176g	2.50	-2.50
120	80609.560	330.394	330.549	168780.740	1392077.186	60.176g	2.50	-2.50
121	80685.233	328.997	329.350	168736.430	1392138.530	60.176g	2.50	-2.50
122	80752.231	327.779	328.143	168697.199	1392192.840	60.176g	2.50	-2.50
123	80808.539	326.749	327.293	168664.228	1392238.486	60.176g	2.50	-2.50
124	80861.855	326.258	326.635	168633.009	1392281.705	60.176g	2.50	-2.50
125	80915.949	325.716	326.087	168601.334	1392325.556	60.176g	2.50	-2.50
126	80968.525	325.267	325.567	168570.548	1392368.176	60.176g	2.50	-2.50
127	81004.841	324.929	325.207	168549.283	1392397.615	60.176g	2.50	-2.50
128	81070.018	324.275	324.562	168511.119	1392450.450	60.176g	2.50	-2.50
129	81073.955	324.283	324.524	168508.817	1392453.644	60.301g	2.50	-2.50
130	81148.674	323.527	323.784	168466.327	1392515.100	62.679g	2.50	-2.50
131	81235.770	322.577	322.922	168419.738	1392588.680	65.452g	2.50	-2.50
132	81297.381	321.863	322.313	168388.737	1392641.921	67.413g	2.50	-2.50
133	81339.613	321.467	321.876	168368.442	1392678.955	68.757g	2.50	-2.50
134	81399.166	320.683	321.210	168341.161	1392731.889	70.653g	2.50	-2.50
135	81457.422	320.060	320.540	168316.010	1392784.435	72.507g	2.50	-2.50
136	81523.220	319.329	319.783	168289.458	1392844.634	74.602g	2.50	-2.50
137	81596.528	318.473	318.940	168262.225	1392912.691	76.935g	2.50	-2.50
138	81609.047	318.438	318.796	168257.824	1392924.412	77.333g	2.50	-2.50

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
139	81654.706	317.854	318.271	168241.909	1392967.207	77.333g	2.50	-2.50
140	81716.724	317.149	317.558	168220.292	1393025.335	77.333g	2.50	-2.50
141	81785.072	316.442	316.772	168196.468	1393089.397	77.333g	2.50	-2.50
142	81842.060	315.689	316.117	168176.603	1393142.810	77.333g	2.50	-2.50
143	81917.973	314.844	315.306	168150.142	1393213.963	77.333g	2.50	-2.50
144	82016.140	313.716	314.426	168115.924	1393305.973	77.333g	2.50	-2.50
145	82093.101	313.133	313.784	168089.098	1393378.107	77.333g	2.50	-2.50
146	82160.040	312.582	313.227	168065.765	1393440.848	77.333g	2.50	-2.50
147	82219.232	312.153	312.733	168045.132	1393496.327	77.333g	2.50	-2.50
148	82279.854	311.668	312.228	168024.002	1393553.147	77.333g	2.50	-2.50
149	82358.317	311.120	311.575	167996.652	1393626.689	77.333g	2.50	-2.50
150	82432.513	310.657	310.931	167970.789	1393696.232	77.333g	2.50	-2.50
151	82527.345	309.773	309.953	167937.733	1393785.117	77.333g	2.50	-2.50
152	82593.829	308.950	309.250	167914.559	1393847.431	77.333g	2.50	-2.50
153	82667.295	307.943	308.473	167888.951	1393916.289	77.333g	2.50	-2.50
154	82700.060	307.659	308.133	167877.530	1393946.999	77.333g	2.50	-2.50
155	82776.069	307.396	307.709	167851.036	1394018.242	77.333g	2.50	-2.50
156	82829.056	307.483	307.685	167832.566	1394067.905	77.333g	2.50	-2.50
157	82829.368	307.484	307.685	167832.458	1394068.197	77.333g	2.50	-2.50
158	82877.693	307.554	307.727	167814.525	1394113.067	74.257g	2.50	-2.50
159	82927.298	307.763	307.772	167793.886	1394158.169	71.099g	2.50	-2.50
160	82985.324	307.719	307.823	167766.940	1394209.550	67.405g	2.50	-2.50
161	83044.568	307.750	307.876	167736.403	1394260.307	63.633g	2.50	-2.50

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
162	83093.801	307.620	307.906	167708.775	1394301.052	60.499g	2.50	-2.50
163	83161.010	307.402	307.821	167667.891	1394354.379	56.220g	2.50	-2.50
164	83168.725	307.301	307.810	167662.971	1394360.322	55.729g	2.50	-2.50
165	83252.730	306.968	307.687	167609.149	1394424.820	55.729g	2.50	-2.50
166	83327.718	306.739	307.544	167561.105	1394482.396	55.729g	2.50	-2.50
167	83385.141	306.543	307.361	167524.315	1394526.485	55.729g	2.50	-2.50
168	83471.236	306.203	306.964	167469.153	1394592.589	55.729g	2.50	-2.50
169	83558.562	305.864	306.444	167413.204	1394659.637	55.729g	2.50	-2.50
170	83641.466	305.504	305.943	167360.088	1394723.290	55.729g	2.50	-2.50
171	83706.687	305.192	305.549	167318.302	1394773.366	55.729g	2.50	-2.50
172	83776.058	305.005	305.130	167273.856	1394826.629	55.729g	2.50	-2.50
173	83777.755	305.119	305.119	167272.769	1394827.932	55.729g	2.50	-2.50

ANNEXE 2 : ÉTUDES PLUVIOMETRIQUES ET HYDROLOGIQUES

I. ÉTUDES PLUVIOMETRIQUES

I.1. Études pluviométriques : pluie moyenne annuelle

Année	Total	Année	Total	Année	Total
1948	548,50	1968	758,50	1987	615,20
1949	575,00	1969	619,20	1988	604,60
1950	648,00	1970	415,20	1989	491,80
1951	602,10	1971	440,60	1990	590,10
1952	797,70	1972	652,00	1991	606,50
1953	742,50	1973	517,90	1992	616,10
1954	832,60	1974	607,70	1993	506,90
1955	833,60	1975	645,80	1994	815,30
1956	707,90	1976	656,70	1995	741,80
1957	807,40	1977	571,70	1996	686,80
1958	956,20	1978	637,30	1997	556,70
1959	713,30	1979	675,50	1998	853,20
1960	599,00	1980	389,50	1999	673,30
1961	729,80	1981	479,80	2000	433,80
1962	776,30	1982	581,90	2001	644,10
1963	531,50	1983	405,80	2002	597,90
1964	744,80	1984	382,20	2003	737,50
1965	816,70	1985	475,00	2004	550,20
1966	551,10	1986	620,70	2005	877,30
1967	649,40	1987	615,20	2006	441,10
pluie moyenne annuelle			632,8 mm		

I.2. Études pluviométriques : pluie journalière décennale

Année	Pluie Max [m^3]	rang	Année	Pluie Max [m^3]	rang
1978	0	1	1980	59,1	29
1971	33,8	2	1981	60,1	30
1985	37,3	3	1963	60,2	31
1960	39	4	1970	63,7	32
1961	40,2	5	1957	64,8	33
1982	43	6	1981	65,1	34
1967	43,1	7	1982	65,1	35
1991	43,5	8	1987	66,3	36
1992	43,5	9	1966	66,5	37
1962	45	10	1974	67,8	38
1989	46,3	11	1975	67,8	39
1969	48,1	12	1958	68,2	40
1984	48,1	13	1959	68,7	41

Année	Pluie Max [m ³]	rang	Année	Pluie Max [m ³]	rang
1956	48,7	14	1952	70,5	42
1957	48,9	15	1953	74,6	43
1992	49,7	16	1976	75,6	44
1990	50,4	17	1954	76,5	45
1983	51	18	1955	81,4	46
1977	52,2	19	1956	81,9	47
1978	52,6	20	1957	82,3	48
1979	53,6	21	1958	83,1	49
1986	54,2	22	1968	85,1	50
1951	54,6	23	1953	85,5	51
1952	55,3	24	1972	85,5	52
1964	55,7	25	1979	92,7	53
1973	55,8	26	1961	99,1	54
1955	58,7	27	1959	100	55
1988	58,7	28	1965	110,4	56

II. ÉTUDES HYDROLOGIQUES

II.1. Calcul des débits

II.1.1. Calcul des débits par la méthode OSTORM et CIEH

CALCUL DE DÉBIT DE CRUE POUR BASSIN VERSANT 2				
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES				
Périmètre (km)		P =	23,515	km
Surface (km ²)		S =	18,459	km ²
Pente transversale		It =	2,18	m/km
Indice de compacité	$Ic = 0,282 \times P \times S^{(-0,5)}$	Ic =	1,5434	
Longueur du rectangle équivalent	$Leq = S^{(0,5)} \times (Ic/1,128) \times (1+(1+(1,128/Ic)^2)^{(0,5)})$	Leq =	9,8913	km
Largeur du rectangle équivalent	$leq = S / Leq$	Leq =	1,8662	km
Altitude maximale		Zmax =	343	m
Altitude minimale		Zmin =	267	m
Altitude à 5% de surface		Z (5%) =	319,5	m
Altitude à 95% de surface		Z (95%) =	280	m
Altitude moyenne	$Z \text{ moy} = (Z(5\%)+Z(95\%)) / 2$	Z moy =	299,75	m
Altitude médiane	$Z \text{ méd} = (Zmax + Zmin) / 2$	Z méd =	305	m
Indice global de pente	$Ig = (Z(5\%) - Z(95\%)) / Leq$	Ig =	3,9934	m/km
CORRECTION DE L'INDICE GLOBAL DE PENTE				
Valeur de n	Leq < 5km	n =	2	
	5km < Leq < 25km	n =	3	
	25km < Leq < 50km	n =	4	
	Leq > 50km	n =	5	
		n retenu =	3	
Pente longitudinale	$I = 0,026 \times S^{(-0,5)}$	I =	9,3713	‰
Dénivelée spécifique	$Ds = Ig \times S^{(0,5)}$	Ds =	17,157	m
Type de relief	Si Ds < 50m alors relief faible	Relief faible		
	Si 50m < Ds < 100m alors relief modéré			
	Si Ds > 100m alors relief fort			
TYPE DE RESEAU HYDROGRAPHIQUE				
Classe de relief		R =	2	
Indice d'infiltrabilité		I =	RI	
Pluie décennale humide		P10 =	86,3	mm
Pluie centennale humide		P100 =		mm
pluie annuelle moyenne		Pan moy =	632,8	mm

Type de climat		Sahélien		
Coefficient majorateur		m =	1,03	
Coefficient d'abattement	$A = 1 - ((161 - 0,042 \times \text{Pan moy}) / 1000) \times \log(S)$	A =	0,829793259	
Coefficient de pointe crue décennale		$\alpha_{10} =$	2,6	
CALCUL DU COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT DECENNAL Kr10				
Prenons lg = 4 m/km pour calculer Kr10 par interpolation		lg =	4	m/km
lg = 4 ; Infiltrabilité RI et zone sahélienne alors; Kr70 par interpolation		(Kr70)	15,42781712	
lg = 4 ; Infiltrabilité RI et zone sahélienne alors; Kr100 par interpolation		(Kr100)	19,57545048	
Coefficient de ruissellement decennal	$Kr_{10} = ((Kr_{100} - Kr_{70}) / (100 - 70) \times (P_{10} - 100)) + Kr_{100}$	Kr10 =	17,68136458	
CALCUL DU TEMPS DE BASE Tb10				
Prenons lg = 4 m calculer Tb10 par interpolation		lg =	4	m/km
lg = 4 ; S > 7km ² et zone sahélienne par interpolation Tb10 =		Tb10 =	857,6	min
CALCUL DU TEMPS DE MONTEE Tm10				
Prenons lg = 4 m/km pour calculer Tm10 par interpolation		lg =	4	m/km
lg = 3 ; S > 7km ² et zone sahélienne alors par interpolation		Tm10 =	292,28	min
CALCUL DES DEBITS DE CRUES				
METHODE ORSTOM				
La pluie moyenne décennale	$Pm_{10} = A * P_{10}$	Pm10 =	71,611	mm
La lame d'eau ruisselée décennale	$Lr_{10} = Kr_{10} * Pm_{10}$	Lr10 =	12,662	mm
Le volume ruisselé décennal	$Vr_{10} = S * Lr_{10}$	Vr10 =	233725	m ³
Le débit moyen de ruissellement	$Qm_{10} = Vr_{10} / Tb_{10}$	Qm10 =	4,5422	m ³ /s
Le débit maximum de ruissellement	$Qr_{10} = \alpha_{10} * Qm_{10}$	Qr10 =	11,81	m ³ /s
	$Qr_{10} = A * \alpha_{10} * P_{10} * Kr_{10} * S / Tb_{10}$		11,81	
Le débit de pointe (débit de crue décennal)	$Q_{10} = m * Qr_{10}$	Q10 =	12,164	m ³ /s
Le volume d'écoulement retardé	$Vret_{10} = Qr_{10} * (m-1) * Tb_{10}$	Vret10 =	18231	m ³
Le volume total de crue	$Vc_{10} = Vr_{10} + Vret_{10}$	Vc10 =	251955	m ³
METHODE CIEH				
Le débit de pointe (débit de crue décennal)	$Q_{10} = 0,0912 * S^{(0,643)} * Kr_{10}^{(1,019)} * lg^{(0,399)}$	Q10 =	19,302	

	$Q_{10} = 203 * S^{(0,459)} * Pm_{10}^{(-1,301)} * Kr_{10}^{(0,813)}$		18,874	
	Q10 = max des Q10 calculés		19,302	
Débit de crue décennal avec la méthode CIEH	Q10 CIEH retenu	Q10 =	19,302	m3/s

II.1.2. calcul des débits par la méthode Caquot

coefficients de l'équation							
a	b	k	u	v	W	u''	c (terre cultivée ou couverte de végétation)
10	0,4	0,77	1,1148	-0,164	1,15	0,28	0,35

DEBIT DES BV DES OUVRAGES LONGITUDINAUX						
DESIGNATIONS	S(km ²)	pente	racine(l)	c	L(m)	position
BV1-1	0,02274	0,0223	0,15	0,35	140,25	droite
BV1-2	0,0705	0,0067	0,08	0,35	103,35	droite
BV1-3	0,0774	0,0066	0,08	0,35	124,11	droite
BV2-1	0,02191	0,0115	0,11	0,35	102,50	gauche
BV2-2	0,1577	0,0066	0,08	0,35	150,98	gauche

ASSEMBLAGES DES BASSINS VERSANTS					
DESIGNATIONS	BV1-1	BV1-3	BV1-3+BV1-2	BV2-1	BV2-2
type d'assemblage	-	-	SERIE	-	-
L(m)	140,25	103,35	227,46	102,5	150,98
S(ha)	2,274	7,05	14,79	2,191	15,77
Pente	0,0223	0,0067	0,0066	0,0115	0,0066
M	0,930	0,389	0,5917	0,692	0,0397
M retenue	0,9300529	0,8	0,8	0,8	0,8
m	0,807	0,7734	0,77348	0,774	0,3334
c	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Qbrut (m3/s)	1,264	4,848	10,425	1,341	11,149
Qc (m3/s)	1,0204	3,751	8,066	1,0378	3,721
position	droite	droite	droite	gauche	gauche

**ANNEXE 3 : DIMENSIONNEMENT STRUCTUREL DES OUVRAGES
D'ASSAINISSEMENT**

I. NOTE DE CALCUL DU DALOT AVEC MUR EN AIL DE 3X1,5X1,5

A. NOTE DE CALCUL DU DALOT

1. Calcul des charges permanentes

DIMENSIONNEMENT DU DALOT DE 3X1,5X1,5			
Calcul des charges			
charges permanentes			
Charge permanentes	Application littérales	Application numériques	Valeurs obtenues [kN/m ²]
Tablier	$P_{p\text{tablier}} = \gamma_{\text{béton}} \times e$	$P_{p\text{tablier}} = 25 \times 0,2$	5
	$P_{p\text{remblai}} = \gamma_{GLN} \times e_R$	$P_{p\text{remblai}} = 20 \times 0,3$	6
	$P_{p\text{ guide roue}} = \gamma_{\text{béton}} \times e_{GR} \times 2$	$P_{p\text{guide,roue}} = 25 \times 0,2 \times 2$	0,754716981
	Gtablier =11,75 [kN/m²]		
Radier	$P_{p\text{piédroits}} = n \times \frac{\gamma_{\text{béton}} \times e \times h}{L_{\text{hydro}}}$	$P_{p\text{piédroits}} = 4 \times \frac{25 \times 0,2 \times 1,5}{3 \times 1,5}$	6,67
	$P_{p\text{radier}} = \gamma_{\text{béton}} \times e$	$P_{p\text{radier}} = 25 \times 0,2$	5
	Gradier =23,42 [kN/m²]		
Poussée Latérales sur les Piédroits	$G_h = K\alpha \times \gamma_{GLN} \times Z$	$G_h = 0,33 \times 20 \times (0,3 + 0,2)$	3,3
	$G_b = K\alpha \times \gamma_{GL} \times [Z + H]$	$G_b = 0,33 \times 20 \times [0,3 + 1,5]$	13,2
	Gterres =16,5 [kN/m²]		

2. Calcul des charges d'exploitations Q : principes

Les actions non accidentelles dues au trafic sur les ponts routiers sont définies par le fascicule 61 titre II. Les charges routières comprennent deux systèmes : le système A et système B.

2.a. Système A

Le système A se compose d'une charge uniformément répartie dont l'intensité dépend de la longueur l chargée exprimée en m.

$$A(L) = 2,3 + \frac{360}{Lc + 12} = 21,25 \text{ KN/m}^2$$

A(L) est ensuite multipliée par un coefficient a_1 , assimilable à un coefficient de dégressivité transversale.

- ✓ a_1 est fonction de la classe du pont et du nombre de voies chargées. Sa valeur est donnée par le tableau ci-dessous

Classe du pont	Nombre de voies chargées				
	1	2	3	4	5
I	1	1	0,9	0,75	0,75
II	1	0,9	-	-	-
III	0,9	0,8			

La classe d'un pont est fonction de sa largeur roulable

Classe	Largeur roulable
I	$\geq 7m$
II	$5,5m < Lr < 7m$
III	$\leq 5,5m$

La densité de charge effective $q(L) = \text{Sup} \{a_1 \times A(L); (4 - 0,002 \times 7)\}$

La valeur de la surcharge $Q = \gamma_q \times a_2 \times q(L)$

$\gamma_q = 1,2$ à l'ELS et $1,61$ à l'ELU

- ✓ $a_2 = V_0/V$ avec V la largeur d'une voie ($Lr/3$) et V_0 une variable fonction de la classe du pont

Classe	V_0
I	$3,5m$
II	$3,0m$
III	$2,75m$

2.b. Système B

Le système B est constitué de trois sous-systèmes : Bc, Bt et Br.

La surcharge est définie par $Q_B = \gamma_Q \times \delta \times b \times B$

avec b : coefficient de pondération dépendant du sous système

δ : coefficient de majoration dynamique

B : charges correspondant aux sous systèmes

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times L} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{G}{S}}$$

$$S = \max(S_{Bt}, S_{Bc}, S_{Bc-niger}, S_{Br})$$

$$L = \max(Lr; \text{portée de la travée}) = \max(7; 1,5) = 7m$$

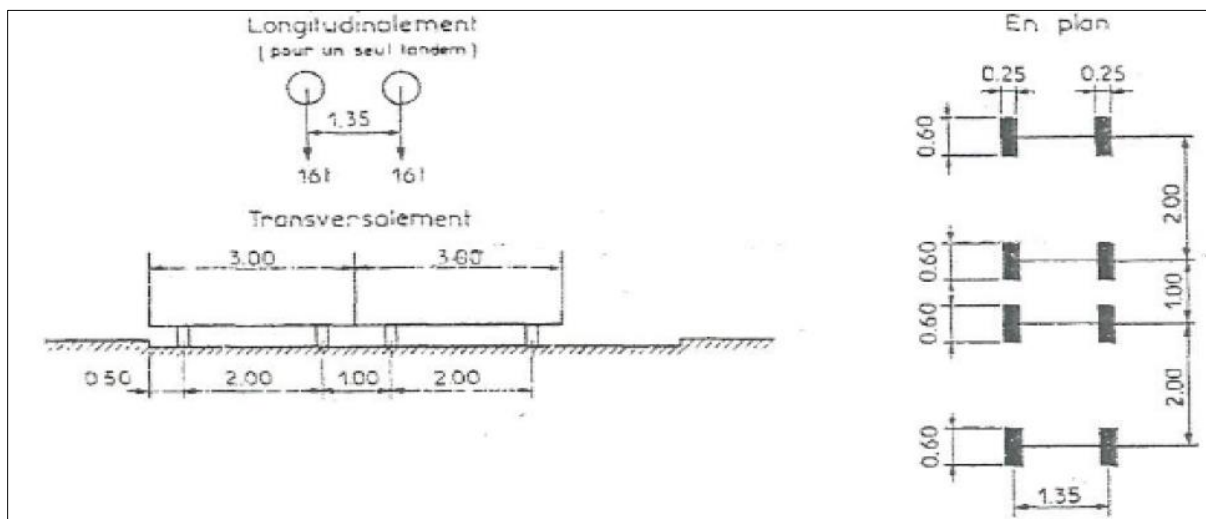
G : charge permanente (charge totale d'une section de couverture de longueur L et de toute la largeur relative à cette couverture et aux éléments reposant sur elle).

S : poids total maximal des essieux du système

✓ **Le sous-système Bt**

Il se compose de deux tandems à deux essieux de quatre roues chacun. Le poids de chaque essieu étant de 160 KN.

Ce système ne s'applique qu'aux ponts de classe I et II ; le coefficient de pondération $bt = 1$ pour les ponts de première classe et 0,9 pour ceux de seconde classe.



Sur une travée on dispose de deux tandems de deux essieux équivalent à deux essieux équivalent à 16 t chacun.

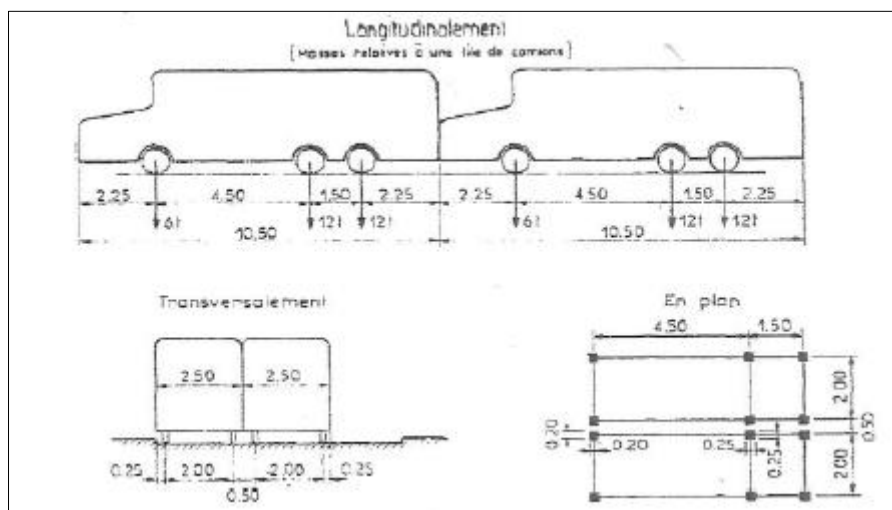
$$\text{La charge répartie sur le tablier vaut } B_t = \frac{S_{Bt} \times bt}{s} = \frac{160 \times 4 \times 1}{(1,35 + 0,25) \times (5 + 0,6)} = 71,43 \text{ KN/m}^2$$

✓ **Le sous-système Bc**

Il se compose de camions à trois essieux tous à roues simples de masse totale 30 t dont celle portée par chacun des essieux arrière fait 12 t et celle avant 6 t.

On dispose sur la chaussée au plus autant de files ou convois de camions que la chaussée comporte de voies de circulation, placés de façon à créer l'effet le plus défavorable pour l'élément étudié.

Transversalement, chaque file est supposée circuler dans l'axe d'une bande longitudinale de 2,5m ; longitudinalement, le nombre de camions par file est limité à 2. La distance des deux camions homologues des diverses files est déterminée pour produire l'effet le plus défavorable.

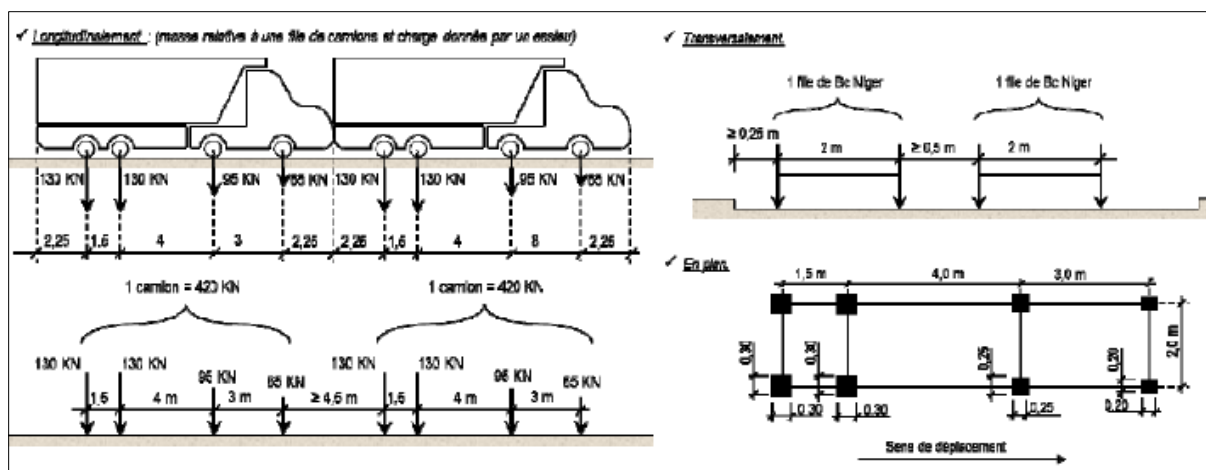


Les valeurs des charges Bc sont multipliées par les coefficients bc fonction de la classe du pont et du nombre de files.

Classe du pont	Nombre de voies chargées				
	1	2	3	4	≥ 5
I	1,2	1,1	0,95	0,8	0,7
II	1	1	-	-	-
III	1	0,8			

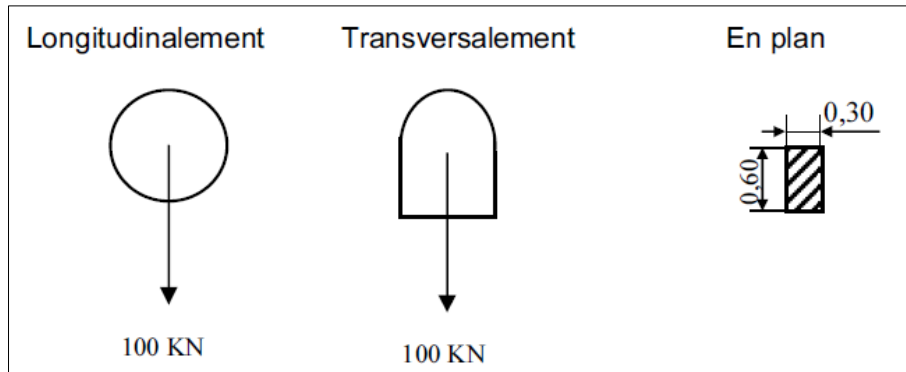
✓ Le sous-système Bc-Niger

le camion Bc de 300KN du fascicule 61 es remplacé par le camion Bc-Niger de 420 KN comme définis par le schéma représentatif ci-dessous.



✓ **Le sous-système Br**

Il est composé d'une roue isolée transmettant un effort de 100 KN. Le rectangle d'impact normal à l'axe longitudinal peut être disposé partout sur la largeur roulable. Le sous-système Br est frappé du même coefficient de majoration dynamique que Bt. L



3. Calcul des charges routières : application

Système A

la surcharge $Q = \gamma_q \times a_2 \times q(L)$

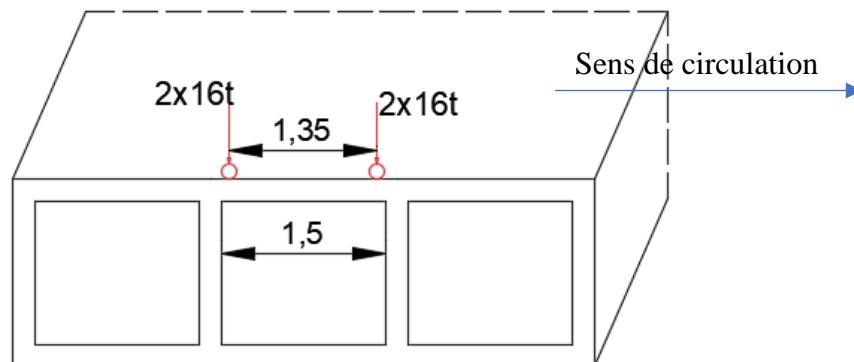
Système B

On sait que $Q_B = \gamma_Q \times \delta \times b \times B$

✓ Calcul du coefficient de majoration dynamique

Système Bt

Sur une travée on dispose de deux tandems de deux essieux équivalent à deux essieux équivalent à 16 t chacun.

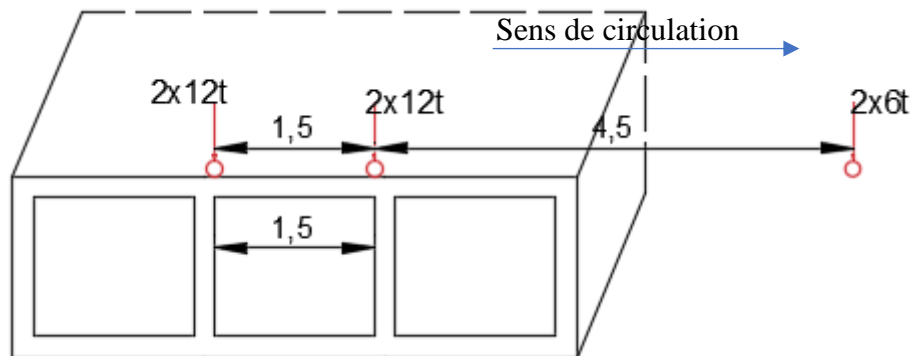


La charge répartie sur le tablier vaut

$$B_t = \frac{S_{Bt}}{S} = \frac{160 \times 4}{(1,35 + 0,25) \times (5 + 0,6)} = 71,43 \text{ KN/m}^2$$

Système Bc

Pour une chaussée à deux voies de circulation, on dispose de deux files de camions. Compte tenu de la largeur d'une travée, nous nous pouvons qu'avoir un camion par file sur une travée à la fois. Le cas le plus défavorable est lorsque sur une travée on a deux essieux arrière par file. Or un essieu pèse 12 t.



$$B_c = \frac{S_{Bc}}{S} = \frac{120 \times 4}{(4,5 + 0,25) \times (1,50)} = 67,37 \text{ KN/m}^2$$

Système Bc-Niger

$$B_{c-Niger} = \frac{S_{Bc-Niger}}{S} = \frac{130 \times 4}{(4,5 + 0,3) \times (1,5)} = 72,22 \text{ KN/m}^2$$

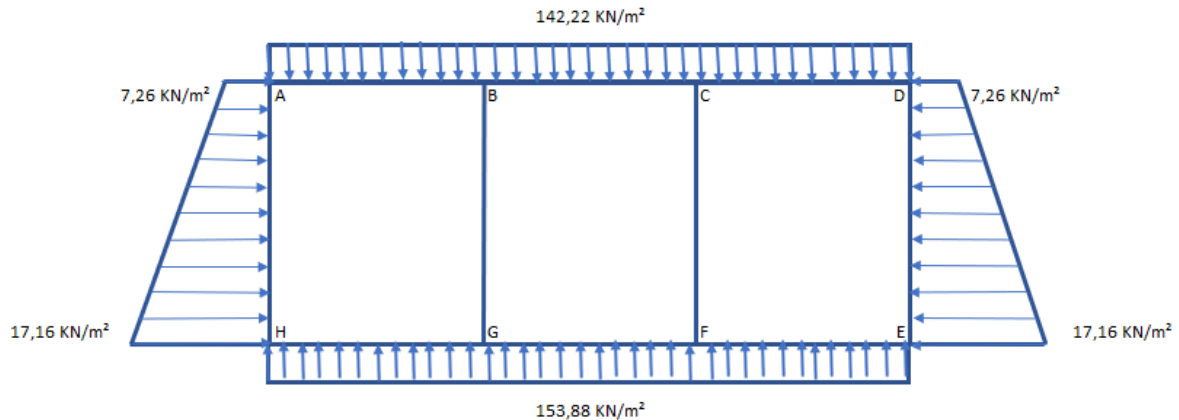
charges d'exploitation			
Charge d'exploitations	Application littérales	Application numériques	Valeurs obtenues [kN/m ²]
Système de charge A			
A(L)	$A(L) = 2,30 + 360 / (Lc+12)$	$A(L) = 2,30 + 360 / (7+12)$	21,24736842
La densité de la charge effective	$q(L) = \text{Sup} \{a_1 A(L); (4 - 0,002L)\}$	$q(L) = \text{Sup} \{1 \times 21,25; (4 - 0,002 \times 7)\}$	21,24736842
Q (ELU)	$Q = \gamma_q \times a_2 \times q(L)$	$Q = 1,61 \times 1 \times q(L)$	34,20826316
Q (ELS)		$Q = 1,2 \times 1 \times q(L)$	25,49684211
Système de charge B			
Gt (KN)	$G = G_{\text{tablier}} \times L_r \times \text{largeur}$	$G = 21 \times 7 \times 1,5$	123,42
Gr (KN)	$G = G_{\text{radier}} \times L_r \times \text{largeur}$		245,92
Système Bt		Système Bc	
Bt =160×4	640	Bc =120×4	480
bt	1	Bc =120×4	1,1
SBt(KN)	640	SBc(KN)	528
S(m ²)	8,96	S(m ²)	8,3125
Système Bc-Niger		Système Br	
Bc-N =130×4	520	Br =100	100
bc-N	1,1	br	1
SBC-Niger	572	SBR(KN)	100
S(m ²)	8,64	S(m ²)	
δ tabier	$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times Lr} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{G}{SBI}}$	$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 7} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{220,5}{\max(SBI)}}$	1,51
charge max (KN/m ²)	$B_{c-Niger} = \frac{S_{c-Niger}}{S}$		72,22
charge d'exploitation sur le tablier	$Q_{B1} = \gamma_q \times \delta \times b \times B$	ELU	192,5406911
		ELS	130,4623542
charge d'exploitation sur le radier	$Q_{B2} = \gamma_q \times \delta \times b \times B$	ELU	192,5406911
		ELS	130,4623542

Combinaison des charges

Elements	Combinaison de charges	Valeurs obtenues [kN/m ²]	
Tablier	$P_{\text{tablier}}(ELU) = 1,35 \times G_{\text{tablier}} + Q_{ELU}$	208,410	
	$P_{\text{tablier}}(ELS) = G_{\text{tablier}} + Q_{ELS}$	142,217	
Radier	$P_{\text{radier}}(ELU) = 1,35 \times G_{\text{radier}} + Q_{ELU}$	224,160	
	$P_{\text{radier}}(ELS) = G_{\text{radier}} + Q_{ELS}$	153,884	
Piédroit	Traverse (Haut)	$P_h(ELU) = 1,35 \times G_h + \gamma_Q \times K_a \times q$	9,768
		$P_h(ELS) = G_h + \gamma_Q \times K_a \times q$	7,260
	Radier (Bas)	$P_b(ELU) = 1,35 \times G_b + \gamma_Q \times K_a \times q$	23,133
		$P_b(ELS) = G_b + \gamma_Q \times K_a \times q$	17,160

4. Calcul des sollicitations

Soit la structure ci – dessus représentant les charges sollicitées par la structure à l'ELS.



Les moments aux appuis sont déterminés à partir de l'équation des trois moments.

$$l_i M_{i-1} + 2(l_i + l_{i+1})M_i + l_{i+1}M_{i+1} = 6EI(\varphi'_{i0} - \varphi''_{i0})$$

Au nœud A

$$1,5M_H + 6M_A + 1,5M_B = 6EI(\varphi'_{i0} - \varphi''_{i0}) \text{ avec } \varphi''_{i0} = -\frac{ql^3}{24EI} \text{ et } \varphi'_{i0} = \frac{(7p_1 + 8p_2)l^3}{360EI}$$

$$1,5M_H + 6M_A + 1,5M_B = 130,005$$

Au nœud B

$$1,5M_A + 6M_B + 1,5M_C = 6EI(\varphi'_{i0} - \varphi''_{i0}) \text{ avec } \varphi'_{i0} = \frac{ql^3}{24EI} \text{ et } \varphi''_{i0} = -\frac{ql^3}{24EI}$$

$$1,5M_A + 6M_B + 1,5M_C = 240,00$$

Au nœud G

$$1,5M_F + 6M_G + 1,5M_H = 6EI(\varphi'_{i0} - \varphi''_{i0}) \text{ avec } \varphi'_{i0} = \frac{ql^3}{24EI} \text{ et } \varphi''_{i0} = -\frac{ql^3}{24EI}$$

$$1,5M_F + 6M_G + 1,5M_H = 259,67$$

Au nœud H

$$1,5M_G + 6M_H + 1,5M_A = 6EI(\varphi'_{i0} - \varphi''_{i0}) \text{ avec } \varphi'_{i0} = \frac{ql^3}{24EI} \text{ et } \varphi''_{i0} = -\frac{(8p_1 + 7p_2)l^3}{360EI}$$

$$1,5M_G + 6M_H + 1,5M_A = 140,43$$

Le système étant chargé symétriquement, $M_A = M_D$; $M_B = M_C$; $M_H = M_E$; $M_G = M_F$

$$\text{On obtient donc le système } \begin{cases} 1,5M_H + 6M_A + 1,5M_B = 130,005 & (1) \\ 6M_H + 1,5M_A + 1,5M_G = 140,43 & (2) \\ 1,5M_A + 7,5M_B = 240 & (3) \\ 7,5M_F + 1,5M_H = 259,71 & (4) \end{cases}$$

$$M_A = M_D = 11,1 \text{ KN.m} \quad M_B = M_C = 29,78 \text{ KN.m}$$

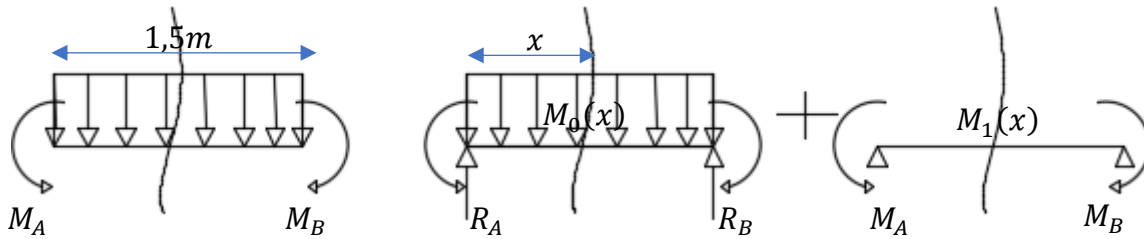
$$M_H = M_E = 12,46 \text{ KN.m} \quad M_G = M_F = 32,13 \text{ KN.m}$$

Moments en travée :

L'équation des moments est donnée par $M(x) = M_0(x) + M_1(x)$

$$M(x) = M_0(x) + M_0 + \frac{M_1 - M_0}{l}$$

Tronçon AB



$$M(x) = -\frac{142,22 \times 1,5}{2}x + \frac{142,22}{2}x^2 + 11,1 + \frac{29,78 - 11,1}{1,5}x$$

$$M(x) = 71,11x^2 - 94,21x + 11,10$$

$$T(x) = 142,22x - 94,21$$

$$T(x) = 0 \quad x = 0,66$$

$$M(0) = 11,10 \text{ KN.m}$$

$$M(1,5) = -29,78 \text{ KN.m}$$

$$M(0,66) = -20,10 \text{ KN.m}$$

Tronçon BC

$$M(x) = -\frac{142,22 \times 1,5}{2}x + \frac{142,22}{2}x^2 + 29,78 + \frac{29,78 - 29,78}{1,5}x$$

$$M(x) = 77,11x^2 - 106,67x + 29,78$$

$$T(x) = 142,22x - 106,67$$

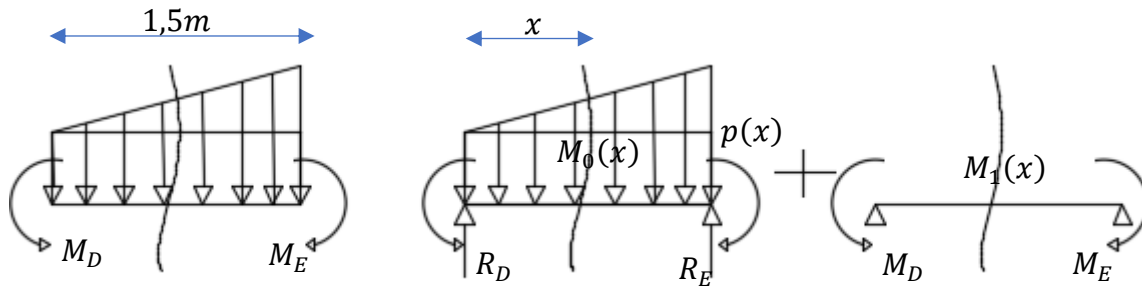
Tronçon CD

$$M(x) = -\frac{1142,22 \times 1,5}{2}x + \frac{142,22}{2}x^2 + 29,78 + \frac{11,1 - 29,78}{1,5}x$$

$$M(x) = 71,11x^2 - 119,12x + 29,78$$

$$T(x) = 184,88x - 119,12$$

Tronçon DE



$$\sum F_y = 0 \longrightarrow R_D + R_E = 18,315$$

$$\sum M/D = 0 \longrightarrow -1,5R_E = \frac{7,26 \times 1,5^2}{2} + \frac{(17,16 - 7,26) \times 1,5}{2} \times 1,5 \times \frac{2}{3}$$

$$R_E = 10,395 \quad R_D = 7,92$$

$$M(x) = R_D x + \frac{7,26}{2} x^2 + \frac{(q(x) - 7,26)x}{2} \times \frac{1}{3} x + 11,1 + \frac{29,78 - 11,1}{1,5} x$$

$$M(x) = 1,1x^3 + 3,63x^2 - 6,85x + 11,1$$

$$T(x) = 3,3x^2 + 7,26x - 6,85$$

Tronçon EF

$$M(x) = -\frac{153,88 \times 1,5}{2} x + \frac{153,88}{2} x^2 + 12,46 + \frac{32,13 - 12,46}{1,5} x$$

$$M(x) = 76,94x^2 - 101,07x + 12,19$$

$$T(x) = 153,88x - 101,07$$

Tronçon FG

$$M(x) = -\frac{153,88 \times 1,5}{2} x + \frac{153,88}{2} x^2 + 32,13 + \frac{32,13 - 32,13}{1,5} x$$

$$M(x) = 76,94x^2 - 115,41x + 32,13$$

$$T(x) = 153,88x - 115,41$$

Tronçon GH

$$M(x) = -\frac{153,88 \times 1,5}{2} x + \frac{153,88}{2} x^2 + 32,13 + \frac{12,46 - 32,13}{1,5} x$$

$$M(x) = 76,94x^2 - 128,54x + 32,13$$

$$T(x) = 153,88x - 128,54$$

Tronçon HA

$$M(x) = -1,1x^3 + 8,58x^2 - 11,03x + 12,46$$

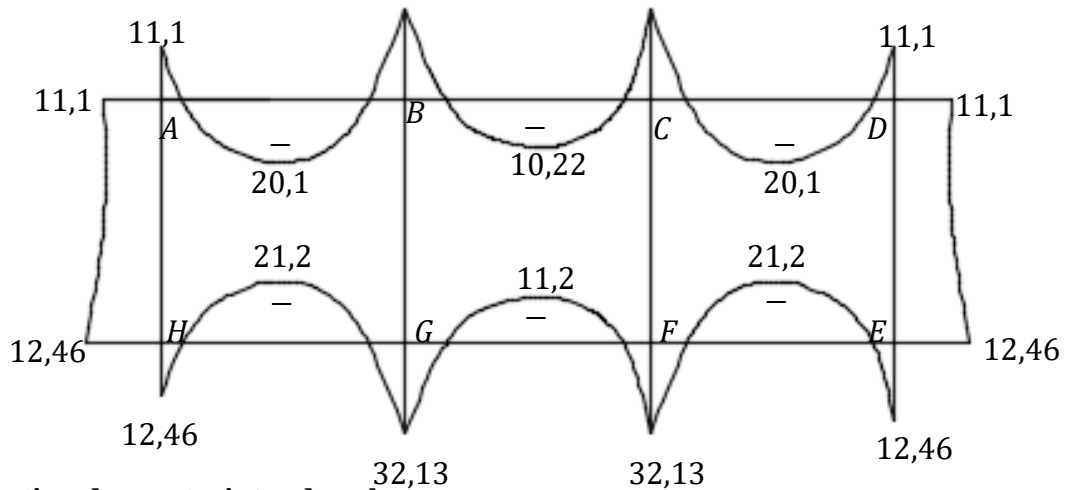
$$T(x) = -3,3x^2 + 17,16x - 11,03$$

Diagramme des moments à l'ELS

29,78

29,78





Vérification des contraintes du sol

La contrainte admissible du sol est de 200KN/m² or la contrainte de l'ouvrage sur le sol est de 153,88 KN/m²

On constate que $P_2 < \sigma_{sol}$ donc on peut conserver la section du radier et procéder au dimensionnement.

5. Détermination des sections d'aciers

La fissuration est jugée préjudiciable donc les calculs se feront à l'ELS.

Les tableaux qui suivent présentent la méthodologie de calcul, que les différentes opérations effectuées ainsi que le ferrailage obtenu.

calcul des sections d'aciers	Moment à l'état de service	valeurs
Détermination des constantes		
$\bar{\sigma}_{bc}(MPa)$	$\bar{\sigma}_{bc} = 0,6f_{c28}$	15,00
$\bar{\sigma}_{st}(MPa)$	$\bar{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3}F_e; \max \left(\frac{1}{2}F_e; 110\sqrt{\eta Ft_j} \right) \right\}$	201,63
$\bar{\alpha}_{ser}$	$\bar{\alpha}_{ser} = \frac{n\bar{\sigma}_{bc}}{n\bar{\sigma}_{bc} + \bar{\sigma}_{st}}$	0,53
$M_{rserb}(KN.m)$	$M_{rserb} = \frac{1}{2}bod^2\bar{\alpha}_{ser} \left(1 - \frac{\bar{\alpha}_{ser}}{3} \right) \bar{\sigma}_{bc}$	105,63

calcul des armatures du tablier

Sections d'acier du tablier						
Désignations	application linéaire		Appuis A et D	Appui B et C	Travée AB et CD	Travée BC
Moment à L'ELS	M _{ser}		11,10	29,78	20,1	10,22
vérification de la présence des aciers comprimés		$M_{rserb} > M_{ser}$	pas d'aciers comprimés	pas d'aciers comprimés	pas d'aciers comprimés	pas d'aciers comprimés
Section d'acier tendu	$A_{st1}(cm^2)$	$M_{rserb} > M_{ser}$	3,71	9,96	6,72	3,42
Condition de non fragilité	$A_{st1}(cm^2)$	$A_{stmin} = \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}$	2,17	2,17	2,17	2,17
choix	As		As = Ast	As = Ast	As = Ast	As = Ast
Acier		$A_{stmin} = \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}$	7HA10 soit 5,5 cm ²	9HA12 soit 10,18cm ²	8HA12 soit 9,05 cm ²	6HA10 soit 4,71 cm ²
Espacement minimal	$e_{ht}(cm)$	$e_{ht} = \max[\phi_l ; 1,5G_g]$	3	3	3	3
Espacement réel (cm)	$e_{ht}(cm)$	$e_h = \frac{100 - (\phi * n + enr * 2)}{n - 1}$	14	10	10	15
Vérification des contraintes des matériaux						
position de l'axe neutre Y _{ser}	$\frac{b_0}{2} Y_{ser}^2 - nA_{st}(d - Y_{ser}) = 0$		0,05	0,065	0,055	0,042
moment quadratique I _{ser}	$I_{ser}(m^4)$	$I_{ser} = \frac{b_0}{2} Y_{ser}^3 + nA_{st}(d - Y_{ser})^2$	4,24E-04	4,12E-04	4,08E-04	4,33E-04

Sections d'acier du tablier						
Désignations	application linéaire		Appuis A et D	Appui B et C	Travée AB et CD	Travée BC
contraintes du béton	$\sigma_{bc}(MPa)$	$\sigma_{bc} = \frac{M_{ser}}{I_{ser}} Y_{ser}$	1,18	4,70	2,71	0,99
	$\bar{\sigma}_{bc}(MPa)=15$	$\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc}$	contrainte du béton vérifiée	contrainte du béton vérifiée	contrainte du béton vérifiée	contrainte du béton vérifiée
contraintes des aciers	$\sigma_{st}(MPa)$	$\sigma_{st} = n \frac{M_{ser}}{I_{ser}} (d - Y_{ser})$	52,99	124,67	92,42	48,89
	$\bar{\sigma}_{st}(MPa) = 210,63$	$\sigma_{st} < \bar{\sigma}_{st}$	Contrainte de l'acier vérifiée	Contrainte de l'acier vérifiée	Contrainte de l'acier vérifiée	Contrainte de l'acier vérifiée

Calcul des armatures du radier

Sections d'acier du radier						
Désignations	application linéaire		Appuis E et H	Appui G et F	Travée EF et GH	Travée FG
Moment à L'ELS	Mser		12,46	32,13	21,2	11,2
vérification de la présence des aciers comprimés	$M_{rserb} > M_{ser}$		pas d'aciers comprimés	pas d'aciers comprimés	pas d'aciers comprimés	pas d'aciers comprimés
Section d'acier tendu	$A_{st1}(cm^2)$	$A_{st1} = \frac{M_{ser}}{d \left(1 - \frac{\alpha_{ser}}{3}\right) \sigma_{st}}$	4,17	10,74	7,09	3,74
Condition de non fragilité	$A_{stmin}(cm^2)$	$A_{stmin} = \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}$	2,17	2,17	2,17	2,17
choix	Ast	$\max(A_{st} ; A_{stmin})$	As = Ast	As = Ast	As = Ast	As = Ast
Acier			7HA10 soit 5,5 cm ²	9HA14 soit 13,85cm ²	6HA14 soit 9,24 cm ²	6HA10 soit 4,71 cm ²
Espacement minimal	$e_{ht}(cm)$	$e_{ht} = \max[\phi_l ; 1,5G_g]$	3	3	3	3
Espacement réel (cm)	$e_h(cm)$	$= \frac{100 - (\phi * n + enr * 2)}{n - 1}$	14	10	15	15
$e_h(cm)$ Vérification des contraintes des matériaux						
position de l'axe neutre Yser	$\frac{b_o}{2} Y_{ser}^2 - nA_{st}(d - Y_{ser}) = 0$		0,05	0,065	0,056	0,042
moment quadratique Iser	$I_{ser} = \frac{b_o}{2} Y_{ser}^3 + nA_{st}(d - Y_{ser})^2$		4,24E-04	4,12E-04	4,07E-04	4,33E-04
contraintes du béton	$\sigma_{bc}(MPa)$	$\sigma_{bc} = \frac{M_{ser}}{I_{ser}} Y_{ser}$	1,32	5,07	2,92	1,09

Sections d'acier du radier						
Désignations	application linéaire		Appuis E et H	Appui G et F	Travée EF et GH	Travée FG
	$\bar{\sigma}_{bc}(MPa)=15$	$\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc}$	contrainte du béton vérifiée	contrainte du béton vérifiée	contrainte du béton vérifiée	contrainte du béton vérifiée
contraintes des aciers	$\sigma_{St}(MPa)$	$\sigma_{st} = n \frac{M_{ser}}{I_{ser}} (d - Y_{ser})$	59,48	134,50	96,83	53,58
	$\bar{\sigma}_{st}(MPa) = 210,63$	$\sigma_{st} < \bar{\sigma}_{st}$	Contrainte de l'acier vérifiée	Contrainte de l'acier vérifiée	Contrainte de l'acier vérifiée	Contrainte de l'acier vérifiée

Calcul des armatures des piedsroits de rive

Sections d'acier des pieds de rive			
Désignations	application linéaire		Résultats
Moment à L'ELS	Mser	12,46	
Effort normal	Nser	112,1	
excentricité du premier ordre	e1(m)	$e1 = \frac{M_{ser}}{N_{ser}}$	0,11
excentricité due aux effets secondaires	e2(m)	$e2 = \max(2cm, L/250)$	0,02
excentricité additionnelle	e3	$e3 = \frac{3L_f^2}{10000h} (2 + \alpha\varphi)$	0,0017
Excentricité	e		0,13
effort de compression centré max supportable par le béton	Nbmax(MN)	$N_{bmax} = b \times h \times f_{bc}$	2,83

Sections d'acier des pieds de rive			
Désignations	application linéaire		Résultats
coefficient de remplissage	ψ_1	$\psi_1 = \frac{N_{ser}}{Nb_{max}}$	0,03
$\psi_1 < 0,81$ d'où $e_{NC} = \zeta \times h$	$\zeta = 0,1645$	$e_{NC} = \zeta \times h$	0,01
Conclusion	$e > e_{NC}$		la section est partiellement comprimée
	$e_A(m)$	$e_A = e + (d - 0,5h)$	0,21
Moment fictif	$M_{serf}(KN.m)$	$M_{serf} = N_{ser} \times e_A$	23,86
	$\bar{\alpha}_{ser}$	$\bar{\alpha}_{ser} = \frac{n\bar{\sigma}_{bc}}{n\bar{\sigma}_{bc} + \bar{\sigma}_{st}}$	0,53
	$Y_{ser}(m)$	$Y_{ser} = d \times \bar{\alpha}_{ser}$	0,09
Bras de levier	$Z_{ser}(m)$	$Z_{ser} = d - \frac{Y_{ser}}{3}$	0,15
Moment réduit	$M_{serb}(KN.m)$	$M_{serb} = \frac{1}{2} b_0 \times Z_{ser} \times \bar{\sigma}_{bc} \times Y_{ser}$	105,63
Conclusion	$M_{serf} < M_{serb}$	OK	pas d'acier comprimé
Section d'acier fictive	$A_{stf}(cm^2)$	$A_{stf} = \frac{M_{serb}}{Z_{ser} \times \bar{\sigma}_{st}}$	7,95
Section d'acier	A_s	$A_s = A_{stf} - \frac{N_{ser}}{\sigma_{st}}$	2,70

Sections d'acier des pieds de rive			
Désignations	application linéaire		Résultats
condition de non fragilité	$A_{stmin}(cm^2)$	$A_{stmin} = \max\left(\frac{bh}{100}; \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}\right)$	2,17
Choix	$A_s(cm^2)$	$\max(A_{st}; A_{stmin})$	2,70
Acier			5HA10 Soit 3,93 cm ²
Espacement	eh(cm)		20

Calcul des armatures des piédroits intermédiaires

Sections d'acier des pieds intermédiaire			
Désignations	application linéaire		Résultats
Effort normal	Nu	357,3	0,3573
section réduite	Br (m ²)	$Br = (h-0,02) (b-0,02)$	0,1764
	λ	$\lambda = 3,5 \times \frac{l_f}{a}$	18,38
	α	$\alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2 \times \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2}$	0,81
Acier comprimés	$A_{sc}(m^2)$	$A_{sc} = \frac{\gamma_s}{f_e} \left(\frac{Nu}{\alpha} - \frac{Br \times f_c 28}{0,9Br} \right)$	-0,01
Acier min		4 U	9,60

Sections d'acier des pieds intermédiaire			
Désignations	application linéaire		Résultats
		$\frac{0,2 \times B}{100}$	4,00
		$A_{scmin} = \max\left(4 U; \frac{0,2 \times B}{100}\right)$	9,60
choix d'aciers	choix	Asc (cm ²)	9HA12 soit 10,18 esp 10 cm
condition de non fragilité	$A_{stmin}(cm^2)$	$A_{stmin} = \max\left(\frac{bh}{100}; \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}\right)$	2,17
Acier	$A_{st}(cm^2)$	$\max(A_s; A_{stmin})$	9HA12 Soit 10,18 cm ²
Section d'acier de répartition	$A_r(cm^2)$	$A_r = A_{st}/3$	3,20
Acier			5HA10 Soit 3,93cm ² esp 25cm

B. NOTE DE CALCUL DU MUR EN AILE

Le mur en aile permet de retenir et de résister à la pression des terres. Il joue donc le rôle d'un mur de soutènement et sera dimensionné comme tel.

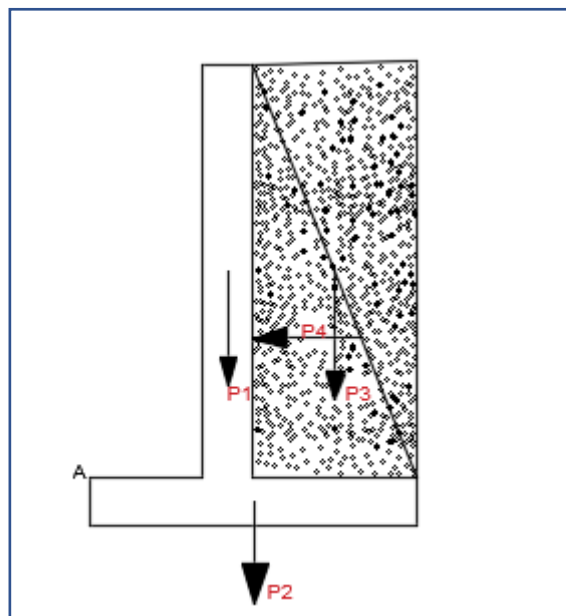
Dimensionnement du mur en aile		
données		
hauteur totale du mur	H(m)	1,9
hauteur du voile	Hv (m)	1,7
épaisseur du mur	eo =e1=e2(m)	0,2
largeur semelle	B(m)	1,25
largeur patin	b1(m)	0,3
largeur talon	b2(m)	0,75
poids volumique	Béton (KN/m ³)	25
poids volumique	Terre (KN/m ³)	20
coef de poussée	Ka	0,33

1. Calcul des moments et vérification des stabilités

Les forces agissant sur le mur sont le poids propre du mur, la poussée des terres sur le voile, le poids des terres sur la semelle.

Il s'agira ici de calculer les moments par rapport au poids de rotation A et de vérifier que la structure est capable de résister aux différentes contraintes. Le tableau ci-dessous présente les opérations ainsi que les résultats obtenus

Il s'agira ici de calculer les moments par rapport au poids de rotation A et de vérifier que la structure est capable de résister aux différentes contraintes. Le tableau ci-dessous



Désignations		Calcul des charges			bras de levier/A		Moment/A
charges permanentes	poids propre du voile	P1	$P_1 = \gamma_{\text{béton}} \times e_0 \times H_{\text{voile}}$	8,5	$d_1 = b_1 + e_0/2$	0,4	-3,4
	poids propre de la semelle	P2	$P_2 = \gamma_{\text{béton}} \times e_2 \times H_{\text{voile}}$	8,5	$d_2 = b/2$	0,625	-5,3125
	poids des terres sur le talon	P3	$P_3 = \gamma_{\text{terre}} \times b_2 \times H_{\text{voile}}$	25,5	$d_3 = b - b_2/2$	0,875	-22,3125
	poussée des terres sur le mur	P4	$P_4 = \gamma_{\text{terre}} \times K_a \times \frac{H^2}{2}$	11,913	$d_4 = H/3$	0,633333333	7,5449
					moment (KN.m/ml)		-23,4801
			Rv (KN/ml)	42,5		Ms	31,025
			RH (KN/ml)	11,913		Mr	7,5449
vérification des stabilités	stabilité au glissement	<i>vérifiée si $R_H < \overline{R}_H$</i>	$\overline{R}_H = \frac{R_v \times \tan \varphi}{\gamma_b}$	16,36	stabilité au glissement vérifiée		
	stabilité au renversement	<i>vérifiée si $F_H \geq 1,5$</i>	$F_H = \frac{\text{moment stabilisant } Ms}{\text{moment renversant } Mr}$	4,11	stabilité au renversement vérifiée		
	excentricité	ea	$e_A = \frac{M}{R_v}$	0,55			

2. Détermination des sections d'aciers

Les calculs seront faits par mètre linéaire. Le principe de calcul revient à repartir le mur en plusieurs sections.

S1 : encastrement du voile sur la semelle

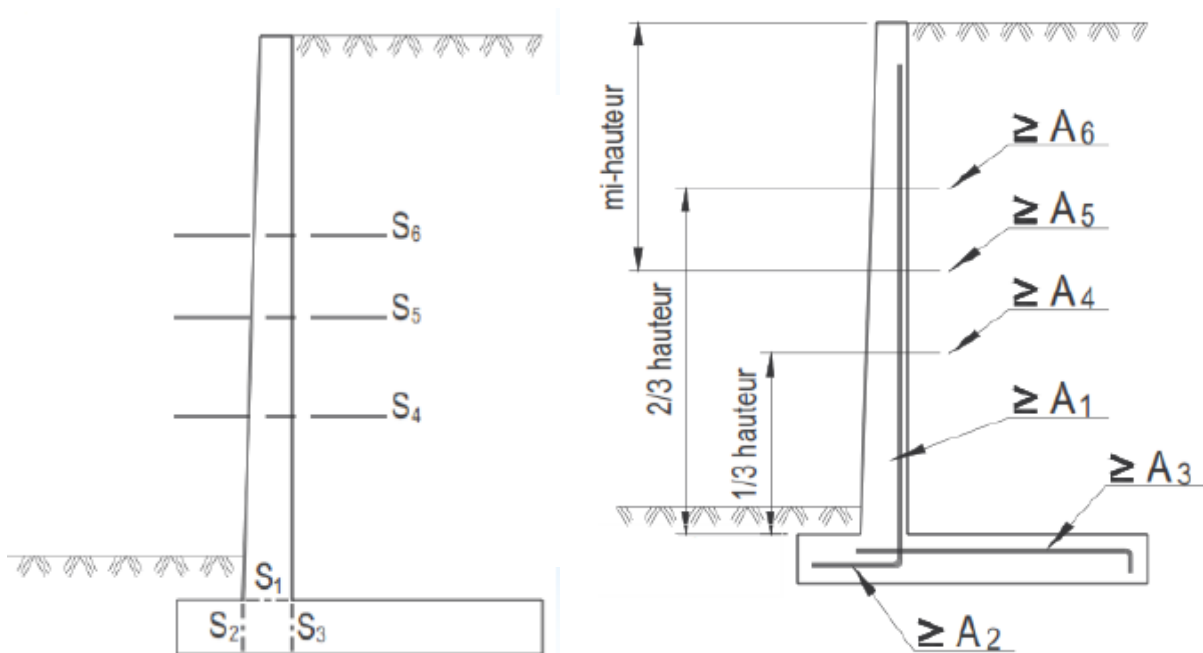
S2 : encastrement du patin sur le voile

S3 : encastrement du talon sur le voile

S4 : section du voile au tiers de sa hauteur

S5 : section du voile à sa moitié

S6 : section du voile aux deux tiers de sa hauteur



La détermination des armatures du voile prend en compte les forces horizontales et éventuellement, le poids de la partie du voile située au-dessus des sections S1, S4, S5, S6. Les sections S2 et S3 concerne le calcul des armatures de la semelle (voir annexe). La fissuration étant préjudiciable, les calculs se feront à l'ELS.

Section d'aciers du voile

Les charges agissant sur le voile sont : son poids propre, la poussée des terres. Etant donnée que la hauteur varie à chaque section, nous avons établi les équations ci-dessous :

$$\begin{cases} N(x) = \gamma_b \times e_0 x = 25 \times 0,2x \\ M(x) = \frac{1}{6} Ka \times \gamma_{terre} x^3 \\ T(x) = \frac{1}{2} Ka \times \gamma_{terre} x^2 \end{cases}$$

dimensionnement du voile				
sections	S1: $x = h = 1,7$	S2: $x=h/2 = 0,85$	S3: $x= h/3 = 0,57$	S4: $x = 2h/3 = 1,13$
N(KN/m)	8,50	4,25	2,85	5,65
V(KN/m)	9,54	2,38	1,07	4,21
M(KN/m)	5,40	0,68	0,20	1,59
e	0,64	0,16	0,07	0,28

Seul le moment dans la section S1 sera utilisé pour le calcul des sections d'armatures de la voile.

sur le côté du mur amont (remblayé)			
moment à l'ELS	M_{ser}	5,4043	5,4043
paramètre de déformation	$\overline{\alpha}_{ser}$	$\overline{\alpha}_{ser} = \frac{n\overline{\sigma}_{bc}}{n\overline{\sigma}_{bc} + \overline{\sigma}_{st}}$	0,53
	$Y_{ser}(m)$	$Y_{ser} = d \times \overline{\alpha}_{ser}$	0,09
	$Z_{ser}(m)$	$Z_{ser} = d - \frac{\overline{\alpha}_{ser}}{3}$	0,1484
Moment réduit	$Mr_{ser}(KN.m) = \frac{1}{2} b o \times Z_{ser} \times \overline{\sigma}_{bc} \times Y_{ser}$		105,63
conclusion	$M_{ser} < M_{serb}$	OK	pas d'acier comprimé
Section d'acier théorique	$A_{st}(cm^2)$	$A_{st} = \frac{M_{ser}}{Z_{ser} \times \sigma_{st}}$	1,81
condition de non fragilité	$A_{stmin}(cm^2)$	$A_{stmin} = \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}$	2,17
choix	$A_s(cm^2)$	$\max(A_{st} ; A_{stmin})$	2,17
Acier		5HA10 Soit 3,93 cm ²	
espacement	eh(cm)	$eh \leq \min(25 ; 2h)$	25,00
espacement réel	eh(cm)	22,25	20
aciers de répartition coté terre	AH (cm ²)	$A_H = 0,10 \times e_1$	2
Acier		5HA10 Soit 3,93 cm ² esp 20cm	
aciers complémentaires sur le côté face			
Armature verticales	A_V	$A_V = 0,10 \times e_1$	2

Acier		5HA10 Soit 3,93 cm ² esp 20cm	
Armatures horizontales		$A_H = 0,0750 \times e_1$	1,5
Acier		4HA10 Soit 3,14 cm ² esp 25cm	
Vérification de la nécessité des aciers transversaux			
condition à vérifier		$\frac{V_u}{b_0 d} \leq \frac{0,07 d f_c 28}{\gamma_b}$	
effort tranchant	Vu	$V_u = 1,35 V_{ser}$	12,87495
		$\frac{V_u}{b_0 d}$	71,5275
		$\frac{0,07 d f_c 28}{\gamma_b}$	210
conclusion	$\frac{V_u}{b_0 d} \leq \frac{0,07 d f_c 28}{\gamma_b}$	OK	pas nécessaire d'utiliser les armatures transversaux

Calcul des armatures de la semelle

Le patin est soumis à la réaction du sol ; le talon qu'en lui est soumis à la réaction du sol et au poids propre des terres au-dessus de la semelle.

Les étapes de calcul ainsi que les résultats obtenus sont présentées dans le tableau ci-dessous :

dimensionnement de la semelle			
patin			
contrainte du sol	$\sigma (KN/m^2)$	$\sigma = \frac{\sum F_V}{2 e_A}$	38,46342222
moment d'encastrement	$M_{ser}(KN.m)$	$M_{ser} = \sigma \times \frac{b_1^2}{2}$	5,769513333
armatures principaux	$A_s(cm^2)$	$A_s = \frac{M_{ser}}{Z_{ser} \times \sigma_{st}}$	1,928719626
condition de non fragilité	$A_{stmin}(cm^2)$	$= \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}$	2,17
choix		4HA10 Soit 3,14 cm ² esp 25cm	
acier de répartition	$A_r(cm^2)$	$A_r = 0,10 \times e_1$	2
choix		4HA10 Soit 3,14 cm ² esp 25cm	
talon			

contrainte du sol sur le talon	$\sigma_1 (KN/m^2)$	$\sigma_1 = H_v \times \gamma_{terre}$	34
contrainte du sol sous le talon	$\sigma_2 (KN/m^2)$	$\sigma_2 = \frac{\sum F_V}{2 e_A}$	38,46342222
moment d'encastrement	$M_{ser}(KN.m)$	$= \sigma_1 \times \frac{b^2}{2} - \sigma_2 \times \frac{c^2}{2}$	6,5335055
armatures principaux	$A_s(cm^2)$	$A_s = \frac{M_{ser}}{Z_{ser} \times \sigma_{st}}$	2,184118409
condition de non fragilité	$A_{stmin}(cm^2)$	$A_{stmin} = \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}$	2,17
choix		5HA10 Soit 3,93 cm ² esp 20cm	
acier de répartition	$A_r(cm^2)$	$A_r = 0,10 \times e_1$	2
choix		5HA10 Soit 3,93 cm ² esp 20cm	

II. DIMENSIONNEMENT DU CANIVEAU 180×150

Dimensionnement de la dalle de couverture			
descente de charge			
charge permanentes	poids propre de la dalle (KN/ml)	$P_1 = e \times b \times \gamma_b$	2,5
charges d'exploitations	roue isolée de 100KN	Q1	100
sollicitations			
efforts tranchant	$V_{ser} (KN/ml)$	$= V_{ser} = \frac{P_1 \times l}{2} + \frac{Q_1}{2}$	62,4375
moment	$M_{ser} (KN.m/ml)$	$M_{ser} = \frac{P_1 \times l^2}{8} + \frac{Q_1 l}{4}$	59,68828125
efforts tranchant	$V_u (KN/ml)$	$V_u = 1,35 \times \frac{P_1 \times l}{2} + 1,61 \times \frac{Q_1}{2}$	83,790625
moment	$M_u (KN.m/ml)$	$M_u = 1,35 \times \frac{P_1 \times l^2}{8} + 1,61 \times \frac{Q_1 l}{4}$	80,09167969
ferraillage			
moment réduit	μ_u	$\mu_u = \frac{M_u}{b \times d^2 \times f_{bu}}$	0,17445063
moment réduit limite	μ_{ul}		0,186
conclusion	$\mu_u < \mu_{ul}$	pivot A il n'y a pas d'aciers comprimés	
	α_u	$\alpha_u = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2\mu_u})$	0,241366379
	$Z_u(m)$	$Z_u = d \times (1 - 0,4 \times \alpha_u)$	0,162621621
section d'aciers	$A_{st}(cm^2)$	$A_{st} = \frac{M_u}{Z_u \times \sigma_{st}}$	14,15946896

Dimensionnement de la dalle de couverture			
descente de charge			
condition de non fragilité	$A_{stmin}(cm^2)$	$A_{stmin} = \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}$	2,17
choix	$A_s(cm^2/ml)$	$\max(A_{st} ; A_{stmin})$	14,16
Acier		10HA14 Soit 15,39 cm ² /ml	
Espacement minimal	$e_{ht}(cm)$	$e_{ht} = \max[\phi_l ; 1,5G_g]$	3
Espacement réel (cm)	$e_h = \frac{100 - (\phi * n + enr * 2)}{n - 1}$	8,89	5
aciers de répartition	$A_r(cm^2)$	$A_r = \frac{A_{sr}}{3}$	4,719822986
Acier		5HA10 Soit 5,65 cm ² /ml	
Espacement réel (cm)	$e_h(cm)$	22,25	20
Vérification à l'ELS			
Vérification des contraintes d'aciers			
position de l'axe neutre Y_{ser}	$\frac{b_o}{2} Y_{ser}^2 - nA_{st}(d - Y_{ser}) = 0$		0,08
moment quadratique I_{ser}	$I_{ser}(m^4)$	$= \frac{b_o}{2} Y_{ser}^3 + nA_{st}(d - Y_{ser})^2$	4,68E-04
contraintes du béton	$\sigma_{bc}(MPa)$	$\sigma_{bc} = \frac{M_{ser}}{I_{ser}} Y_{ser}$	0,37
	$\bar{\sigma}_{bc}(MPa)=15$	$\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc}$	contrainte du béton vérifiée
contraintes des aciers	$\sigma_{st}(MPa)$	$\sigma_{st} = n \frac{M_{ser}}{I_{ser}} (d - Y_{ser})$	191,15
	$\bar{\sigma}_{st}(MPa)$	$= \min \left\{ \frac{2}{3} F_e ; \max \left(\frac{1}{2} F_e ; 110 \sqrt{\eta F t_j} \right) \right\}$	201,63
	$\bar{\sigma}_{st}(MPa) = 210,63$	$\sigma_{st} < \bar{\sigma}_{st}$	Contrainte de l'acier vérifiée

Dimensionnement du piédroit			
descente de charge			
charge permanentes	poids de la dalle (KN/ml)	$P_1 = e \times \frac{l}{2} \times \gamma_b$	4,88
	poids propre du piédroit (KN/ml)	$P_2 = e' \times H \times \gamma_b$	6,94
	poussée des terres	$P_3 = \frac{1}{2} \times Ka \times H^2 \times \gamma_{terre}$	11,29
charges d'exploitations	roue isolée de 100KN	Q1	50
sollicitations			
effort normal	Nser	$P_1 + P_2 + 1,2Q_1$	71,81
efforts tranchant	Vser (KN/ml)	$V_{ser} = \frac{P_3}{3}$	3,76
moment	Mser (KN.m/ml)	$M_{ser} = \frac{P_3 \times l}{3}$	6,96
effort normal	Nu	$1,35(P_1 + P_2) + 1,61Q_1$	96,45
efforts tranchant	Vu (KN/ml)	$V_u = 1,35 \times \frac{P_3}{3}$	5,08
moment	Mu (KN.m/ml)	$M_u = 1,35 \times \frac{P_3 \times l}{3}$	9,40
ferraillage			
excentricité du premier ordre	e1(m)	$e_1 = \frac{M_{ser}}{N_{ser}}$	0,10
excentricité due aux effets secondaires	e 2 (m)	$e_2 = \max(2\text{cm}, L/250)$	0,02
		$\alpha = 10 \left(1 - \frac{M_u}{1,5 M_{ser}}\right)$	1,00
excentricité additionnelle		$e_3 = \frac{3L_f^2}{10000h} (2 + \alpha\varphi)$	0,0051
excentricité	e		0,12
effort de compression centré max supportable par le béton	Nbmax(MN)	$N_{bmax} = b \times h \times f_{bc}$	2,13
coefficient de remplissage	ψ_1	$\psi_1 = \frac{N_{ser}}{N_{bmax}}$	0,03
$\psi_1 < 0,81$ d'où $e_{NC} = \zeta \times h$	$\zeta = \frac{0,1645}{\psi_1}$	$e_{NC} = \zeta \times h$	0,01
conclusion	$e > e_{NC}$	la section est partiellement comprimée	
	$e_A(m)$	$e_A = e + (d - 0,5h)$	0,18

Dimensionnement du piédroit			
descente de charge			
Moment fictif	$M_{serf}(KN.m)$	$M_{serf} = N_{ser} \times e_A$	20,04
	$\overline{\alpha}_{ser}$	$\overline{\alpha}_{ser} = \frac{n\overline{\sigma}_{bc}}{n\overline{\sigma}_{bc} + \overline{\sigma}_{st}}$	0,53
	$Y_{ser}(m)$	$Y_{ser} = d \times \alpha_{ser}$	0,07
	$Z_{ser}(m)$	$Z_{ser} = d - \frac{Y_{ser}}{3}$	0,1113
Moment réduit	$M_{serb}(KN.m)$	$= \frac{1}{2} b o \times Z_{ser} \times \overline{\sigma}_{bc} \times Y_{ser}$	59,41
conclusion	$M_{serf} < M_{serb}$	pas d'acier comprimé	
Section d'acier fictive	$A_{stf}(cm^2)$	$A_{stf} = \frac{M_{serf}}{Z_{ser} \times \sigma_{st}}$	5,18
Section d'acier théorique	A_s	$A_s = A_{stf} - \frac{N_{ser}}{\sigma_{st}}$	3,11
condition de non fragilité	$A_{stmin}(cm^2)$	$= \max\left(\frac{bh}{100}; \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}\right)$	1,63
choix	$A_{st}(cm^2)$	$\max(A_s ; A_{stmin})$	3,11
Acier		7HA10 Soit 5,50 cm ²	
espacement	$e_h(cm)$	15,55	15,00
aciers de répartition	$A_r(cm^2)$	$A_r = \frac{A_{ST}}{3}$	1,04
Acier		6HA8 Soit 3,02 cm ² /ml	
Espacement réel (cm)	$e_h(cm)$	17,84	15,00

ANNEXE 4 : DEVIS QUANTITATIF

I. DEVIS QUANTITATIF

calcul des cubatures							
	ABSCISSE CURVILIGN	volume couche de fondation	Volume couche de base	volume accotement	volume de remblai	volume de déblai	volume de décapage ep 15 cm
1	75150	27,6	16,5	10	4	25,4	28,2
2	75181,462	82,3	49,4	29,9	11,1	48,1	82,9
3	75244,084	112,8	67,5	40,8	216,8	0	127,7
4	75309,981	124,2	74,3	44,9	1237,3	0	183,9
5	75385,637	106	63,4	38,4	623,8	0	133
6	75430,81	78,1	46,7	28,3	397,8	0	94,5
7	75474,615	103,8	62,1	37,6	435,6	0	126,6
8	75549,143	138,2	82,7	50	310,9	0	158,9
9	75632,091	136,2	81,5	49,3	251,6	0	152,5
10	75704,384	108,8	65,1	39,4	213	0	119,1
11	75756,024	87,6	52,4	31,7	113,9	0	93,7
12	75804,254	47,8	28,6	17,3	51,4	0	49,6
13	75810,499	49,1	29,4	17,8	47,2	0	50,7
14	75860,261	79,7	47,8	28,9	52,9	0	80,4
15	75901,524	87,5	52,6	31,8	43	0,3	88,1
16	75960,427	101,8	60,9	36,8	164,2	2	115,8
17	76017,575	65,9	39,5	23,9	54,3	0	67
18	76035,574	34,2	20,5	12,4	26,9	0	34,6
19	76056,556	57,7	34,9	21,1	33,2	0	57,4
20	76102,106	84	51,4	31	46,7	4,1	84,6
21	76154,429	79,3	49,4	29,2	78	6,8	82,3
22	76196,242	61,5	38,5	22,6	26,2	15,8	63,5
23	76227,772	76	47,1	28,1	24,3	22,9	77,6
24	76285,95	51,8	31,9	19,2	24,5	7,9	53,4
25	76288,498	38,3	23,6	14,2	13,5	6	38,9
26	76330,825	76,1	47,5	27,9	61,5	16	79,6
27	76379,056	67,1	42,1	24,5	44,3	18,2	69,6
28	76410,971	64,9	39,7	24	51,3	9,6	67,5
29	76454,633	73,3	45	27,1	11,6	35,3	74,9
30	76496,765	59,3	36,5	21,9	5,8	28,4	59,8
31	76524,154	44,2	26,6	16,1	4,2	13,9	44,4
32	76547,45	46,9	28,5	17,3	3,9	18,9	47,2
33	76578,486	62,7	39,4	23,4	0	56,5	63,1
34	76622,58	67,9	43,2	25,7	0	61,5	68,7
35	76660,836	67,6	41,2	24,9	17,9	6,2	69,1

calcul des cubatures							
	ABSCISSE CURVILIGN	volume couche de fondation	Volume couche de base	volume accotement	volume de remblai	volume de déblai	volume de décapage ep 15 cm
36	76700,965	66,6	39,8	24,1	135,4	0	71,1
37	76736,71	60,1	36	21,8	182,4	0	66,5
38	76769,471	34,7	20,7	12,5	120,8	0	38,9
39	76776,211	38,6	23,1	14	157,7	0	44,3
40	76813,421	76,1	45,5	27,5	275,1	0	85,7
41	76862,93	70,8	42,3	25,6	299,6	0	83,2
42	76894,056	32,9	19,7	11,9	136,5	0	39,1
43	76900,456	26,1	15,6	9,4	108,8	0	31
44	76923,747	43,6	26,1	15,8	164,6	0	52
45	76950,095	56,3	33,7	20,4	176,3	0	65,2
46	76987,943	69,2	41,4	25	161	0	79,7
47	77028,936	60,1	36	21,8	212,5	0	72,7
48	77056,482	43,5	26	15,7	53,3	0	44,8
49	77078,471	65,1	39,1	23,7	33,1	0,3	66,3
50	77131,001	68,9	41,2	24,9	402	0	101,1
51	77157,039	43,5	26,4	16	145,8	0,7	51,9
52	77181,384	65,7	40,1	24,2	120,5	7,5	71,4
53	77233,379	84,4	50,5	30,5	152,1	0	92,8
54	77277,589	67,2	40,2	24,3	195,8	0	79,4
55	77309,899	63,2	37,8	22,9	285,4	0	82,1
56	77349,62	69,8	41,8	25,3	464,3	0	100,8
57	77389,487	52	31,1	18,8	389,2	0	78,1
58	77408,888	59,7	36	21,6	682,1	0	90,4
59	77458,113	100,4	60	36,3	677,5	0	142,6
60	77523,257	78,5	46,9	28,4	548,2	0	117,3
61	77547,536	45,2	27,5	16,4	244,3	0	59,5
62	77575,589	67,7	40,5	24,5	388,6	0	94,7
63	77624,673	67,3	40,3	24,4	237,2	0	81,6
64	77652,276	74,9	44,8	27,1	226,5	0	87
65	77709,988	105,5	63,1	38,2	134,2	0	113,7
66	77772,449	68,1	40,7	24,6	99	0	74,7
67	77787,602	44,3	26,5	16	102,5	0	49,7
68	77822,949	65,7	39,3	23,8	73,5	0	70,6
69	77862,467	81,1	48,5	29,3	74,8	2,1	86,9
70	77915,316	93,5	56	33,8	142,4	2,5	106,9
71	77969,055	89,9	53,8	32,5	96,6	2,3	98,5
72	78017,727	80,5	48,1	29,1	71,4	3,6	87,4
73	78060,748	40,4	24,2	14,6	55,5	2,7	46,6
74	78063,786	46,6	27,9	16,9	67,5	2,8	53,9
75	78113,855	102	61	36,9	215,1	0	124,8

calcul des cubatures							
	ABSCISSE CURVILIGN	volume couche de fondation	Volume couche de base	volume accotement	volume de remblai	volume de déblai	volume de décapage ep 15 cm
76	78179,96	158,6	94,9	57,4	321,9	1,1	192,8
77	78294,596	144,5	86,5	52,3	398,9	0	185,7
78	78344,662	97,2	58,1	35,2	130,1	0,9	112,3
79	78405,352	83,1	49,7	30,1	94,8	14,7	95,4
80	78439,384	97,5	58,3	35,3	85	12,5	109,1
81	78516,461	107,2	64,1	38,8	452,3	0,2	137,9
82	78561,567	91	54,4	32,9	208,9	0	108
83	78620,106	76,3	49,9	23,1	146,2	0	88,4
84	78656,635	78,3	51,2	23,7	172,3	0	90,3
85	78717,653	106,7	69,8	32,2	185,8	0	122,5
86	78789,538	91,4	59,8	27,6	150,9	0	105,3
87	78831,535	93,6	61,2	28,3	226,9	3,9	108,8
88	78906,128	109,2	71,4	33	231,5	0	137,8
89	78967,55	98,6	64,5	29,8	224,2	0	127,9
90	79029,045	90,5	59,2	27,3	226,9	0	116,4
91	79080,285	83,2	54,4	25,1	173,1	0	108,1
92	79132,688	102,2	66,8	30,9	134,1	0	118,8
93	79207,589	117,2	76,7	35,4	218,4	0	143,7
94	79278,714	118,4	77,5	35,8	307,5	0	150
95	79355,136	113,2	74,1	34,2	307,2	0	144
96	79419,781	91,4	59,8	27,6	153,3	0	108,5
97	79469,061	74	48,4	22,3	173,1	0	88,4
98	79511,93	44,8	29,3	13,5	86,4	0	51,1
99	79524,924	66,7	43,7	20,2	149,4	0	76,1
100	79595,096	118,8	77,7	35,9	471,5	0	156,7
101	79672,937	108	70,6	32,6	221,6	0	126,4
102	79729,656	97	63,5	29,3	403,1	0	127,3
103	79793,803	106,1	69,4	32,1	146	0	117,6
104	79861,821	85,4	54,9	29,3	2	278,6	109,7
105	79898,312	59	38,1	20,2	0	177,4	74,6
106	79934,488	50,7	33,1	17,3	0	114,4	61,4
107	79961,266	50,6	33,4	15,4	2,1	49,2	50,5
108	79998,096	60,4	39,5	18,2	25,4	3,7	62,8
109	80036,508	61,8	40,4	18,7	167,6	0	80,4
110	80075,108	69,8	45,6	21,1	323,5	0	94,1
111	80123,422	87,7	57,3	26,5	107,7	0	101,3
112	80184,348	67,4	44,1	20,4	54,8	2,3	73,6
113	80207,434	43,3	28,3	13,1	45,6	0	47,2
114	80238,258	76,3	49,9	23,1	102,6	0	83,3
115	80302,5	100,4	65,7	30,3	210,4	0	111,8

calcul des cubatures							
	ABSCISSE CURVILIGN	volume couche de fondation	Volume couche de base	volume accotement	volume de remblai	volume de déblai	volume de décapage ep 15 cm
116	80363,323	87,6	57,3	26,5	316,4	0	110,4
117	80411,671	94,9	62,1	28,7	467,3	0	124,7
118	80481,553	100,3	65,6	30,3	370,6	0	123,8
119	80536,632	102,7	67,2	31	226,2	0	118,7
120	80609,56	119,3	78	36	95,6	3,4	131,4
121	80685,233	114,5	74,9	34,6	509,7	0	154,8
122	80752,231	99	64,7	29,9	151,5	0	109
123	80808,539	88	57,6	26,6	282,6	0	103,5
124	80861,855	86,2	56,4	26,1	226,6	0	100,2
125	80915,949	85,6	56	25,9	203,2	0	99,7
126	80968,525	71,3	46,7	21,6	180	0	88,5
127	81004,841	81,5	53,3	24,6	468,9	0	115,6
128	81070,018	55,5	36,3	16,8	95,6	0	63,8
129	81073,955	63,1	41,3	19,1	97,4	0	72,3
130	81148,674	129,9	84,9	39,2	143,7	0,2	143,9
131	81235,77	119,3	78,1	36,1	205,4	0	142,6
132	81297,381	83,3	54,5	25,2	274,1	0	108,4
133	81339,613	81,7	53,4	24,7	720,5	0	128,1
134	81399,166	94,5	61,8	28,6	239,4	0	102,7
135	81457,422	99,6	65,1	30,1	241,7	0	107,7
136	81523,22	111,6	73	33,7	206,7	0	122,9
137	81596,528	68,9	45,1	20,8	128,8	0	74,9
138	81609,047	46,7	30,5	14,1	83,1	0	50,4
139	81654,706	86,4	56,5	26,1	210,2	0	92,2
140	81716,724	104,6	68,4	31,6	300	0	118
141	81785,072	100,6	65,8	30,4	200,9	0	118,2
142	81842,06	106,7	69,8	32,2	264,6	0	129,2
143	81917,973	139,7	91,4	42,2	510,1	0	172,9
144	82016,14	140,6	91,9	42,5	687,7	0	182,1
145	82093,101	115,5	75,5	34,9	604,1	0	152,7
146	82160,04	101,2	66,2	30,6	602,9	0	142,8
147	82219,232	96,2	62,9	29,1	474,8	0	133
148	82279,854	111,6	73	33,7	607,9	0	162,7
149	82358,317	122,5	80,1	37	541	0	166,8
150	82432,513	135,7	88,7	41	361,1	0	175,9
151	82527,345	129,5	84,7	39,1	111,2	0	142,8
152	82593,829	112,3	73,5	33,9	259,5	0	137,3
153	82667,295	85,3	55,8	25,8	390,7	0	115,1
154	82700,06	87,3	57,1	26,4	783,7	0	138,4
155	82776,069	103,1	67,7	31,1	225,3	0	122,8

calcul des cubatures							
	ABSCISSE CURVILIGN	volume couche de fondation	Volume couche de base	volume accotement	volume de remblai	volume de déblai	volume de décapage ep 15 cm
156	82829,056	42,8	28	12,9	30,6	4,5	45,1
157	82829,368	39	25,5	11,8	27	4,2	41,1
158	82877,693	78,6	51,4	23,8	25,9	22,6	83,5
159	82927,298	83,7	56,5	26	0,4	99,9	83,8
160	82985,324	94,1	61,6	28,4	8,9	67,4	95,9
161	83044,568	87,1	56,9	26,3	32,6	16,3	93,3
162	83093,801	93,5	61,1	28,2	111,9	0	103,3
163	83161,01	60,1	39,3	18,2	160,5	0	70,3
164	83168,725	73,6	48,2	22,2	219,9	0	86,4
165	83252,73	127,6	83,5	38,6	628,4	0	158,9
166	83327,718	106,3	69,5	32,1	645,1	0	135,7
167	83385,141	115,2	75,3	34,8	920,9	0	160,3
168	83471,236	139,2	91	42,1	752	0	178,4
169	83558,562	136,6	89,4	41,3	522,2	0	163,7
170	83641,466	118,9	77,8	35,9	275,2	0	132,8
171	83706,687	108	70,7	32,6	146,7	0	116
172	83776,058	56	37,3	17,2	0,4	40	55,7
173	83777,755	1,3	0,9	0,4	0	1,4	1,3
total		14323	9059	4704	38034	1347	16987

calcul des ouvrages d'assainissement			
Désignations	Longueurs (m)	quantité	total
Caniveaux			
caniveaux 80x80	4062	1	4062
caniveaux 130x130	744,59	1	744,59
caniveaux 180x150	640,69	1	640,69
caniveaux 180x100	2090,96	1	2090,96
fossé triangulaire	9849,58	1	9849,58

Dalots longitudinaux			
Désignations	Longueurs (m)	quantité	total
dalot 80x80	11	16	176
dalot 180x150	11	1	11
dalot 130x130	11	1	11
dalot 180x100	11	1	11

Dalots transversaux				
	Longueurs (m)	guide-roues	quantités	total
dalot 2x300x200	14	0,4	1	14,4
dalot 2x150x150	10	0,4	1	10,4
dalot 150x100	10	0,4	1	10,4
dalot 200x150	10	0,4	1	10,4
dalot 150x150	10	0,4	3	31,2
dalot 3x150x150	10	0,4	1	10,4
dalot 4x350x200	10	0,4	1	10,4

volume d'ouvrages en BA à démolir					
dalle et radier					
Désignations	Longueurs (m)	largeur (m)	épaisseur	nombre	volume
Dalot de 3x150x100	7,4	5,3	0,2	1	7,84
buse 1x100	8,9	0,785398163	0,2	1	1,40
dalot de 100x60	8,2	1	0,2	6	9,84
dalot de 150x50	13,1	1,5	0,2	1	3,93
dalot de 120x50	13,1	1,2	0,2	1	3,144
dalot de 2x150x100	8,2	150	0,2	1	246
dalot de 150x100	8,2	1,5	0,2	3	7,38
dalot de 4x150x150	8,5	1,5	0,2	1	2,55
dalot enterré	8,2		0,2	1	0
Dalot de 3x150x150	8,2	1,5	0,2	1	2,46
volume BA de la dalle (m3)					284,55
volume BA de la radier (m3)					284,55
piédroits					
Désignations	Hauteur (m)	largeur (m)	épaisseur	nombre	volume
Dalot de 3x150x100	1	5,3	0,2	4	4,24
buse 1x100	1	0	0,2	1	0
dalot de 100x60	0,6	1	0,2	24	2,88
dalot de 150x50	0,5	1,5	0,2	2	0,3
dalot de 120x50	0,5	1,2	0,2	2	0,24
dalot de 2x150x100	1	150	0,2	3	90
dalot de 150x100	1	1,5	0,2	6	1,8
dalot de 4x150x150	1,5	1,5	0,2	5	2,25
dalot enterré	0		0,2	1	0
Dalot de 3x150x150	1,5	1,5	0,2	3	1,35
volume BA des piédroits (m3)					103,06
volume total de BA à démolir (m3)					672,15

revêtement				
Désignations	longueur(m)	largeur(m)	nombre	sections (m2)
revêtement de la chaussée en ESBC (m2)	8627,77	7	1	60394,39
revêtement de la chaussée du giratoire en ESBC (m2)	/	/	1	1643,707903
revêtement pour amorce en ESBC (m2)	1	55,22	18	993,96
revêtement de l'accotement en ESMC (m2)	5150,13	3	1	15450,39

Désignations	longueur/rayon	largeur	nombre	sections (m2)
pavés de 8cm pour trottoir (m2)	3477,64	4	1	13910,56
pavés de 8cm pour giratoire (m2)	12,7	/	1	506,71
pavés de 8cm pour îlots séparateur(m2)	/	/	4	109,16
pavés de 8cm pour prolongement du carrefour (m2)	/	/	2	530,44
total				15056,87

reprofilage				
Désignations	longueur(m)	largeur(m)	nombre	sections (m2)
reprofilage	3477,64	3,55	2	24691,24

bordures			
Désignations	longueurs	quantités	total
Bordure de type T2 pour chaussée	2675,38	2	5351
Bordure de type T1 pour îlot séparateur	27	4	108
Bordure de type I4 pour îlots central	79,8	1	79,8
garde-corps	51,9	2	103,8

ANNEXE 5 : DEVIS ESTIMATIF

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF					
N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix Sous total
100	INSTALLATIONS GÉNÉRALES ET REPLI DU CHANTIER				
101	Amenée de matériel et installation de chantier	U	1.0	164 260 330	164 260 330
102	repli de matériel	U	1.0	70 397 284	70 397 284
	Sous total 100				234 657 614
200	TRAVAUX PRÉPARATOIRES				
201	Démolition de ouvrages existants en BA	m3	672.2	15 000	10 082 280
202	Décapage de la terre végétale	m2	113 247	410	46 431 133
203	Aménagement et entretien des voies de déviations	km	9.1	2 500 000	22 627 500
204	Déplacement des réseaux pour concessionnaires	Forfait	1.0	350 000 000	350 000 000
205	Dépose des panneaux publicitaires	Forfait	1.0	800 000	800 000
	Sous total 200				429 940 913
300	TRAVAUX DE TERRASSEMENT				
301	Déblais	m3	1 347.0	2 400	3 232 800
302	remblai provenant des emprunts	m3	38 034.0	4 500	171 153 000
303	reprofilage des espaces situés entre les caniveaux et les clôtures	m2	24 691.2	1 200	29 629 493
	Sous total 300				204 015 293
400	CHAUSSÉE, REVÊTEMENT ET BORDURES				
401	couche de fondation en graveleux latéritique naturel	m3	14 323.0	5 900	84 505 700
402	couche de base en GLN	m3	9 059.0	6 000	54 354 000
403	réglage et finition de la couche de base	m2	60 393.3	500	30 196 667
404	couche d'imprégnation Cut back	m2	63 032.1	2 400	151 276 939
405	fourniture transport et mise en œuvre du revêtement de la chaussée en enduit superficiel bicouche	m2	63 032.1	5 500	346 676 318
406	fourniture transport et mise en œuvre du revêtement de l'accotement en enduit superficiel monocouche	m2	15 450.4	5 500	84 977 145
407	pose de pavé de 8 cm (trottoir, îlots séparateur)	m2	15 057	18 500	278 552 048
408	Fourniture et pose de bordure de type T2	ml	5 351	17 000	90 963 077
409	Bordure de type T1 pour îlot séparateur	ml	108.0	17 000	1 836 000
410	Bordure de type I4 pour îlots central	ml	80	17 000	1 356 600
	Sous total 400				1 124 694 494

500	OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT				
501	dalot 2x300x200	ml	14.4	1 514 571	21 809 829
502	dalot 2x150x150	ml	10.4	567 964	5 906 829
503	dalot 150x100	ml	10.4	189 321	1 968 943
504	dalot 200x150	ml	10.4	378 643	3 937 886
505	dalot 150x150	ml	31.2	283 982	8 860 243
506	dalot 3x150x150	ml	10.4	851 946	8 860 243
507	dalot 4x350x200	ml	10.4	3 534 000	36 753 600
508	dalot 80x80	ml	176.0	90 000	15 840 000
509	dalot 180x150	ml	11.0	340 779	3 748 564
510	dalot 130x130	ml	11.0	213 302	2 346 324
511	dalot 180x100	ml	11.0	227 186	2 499 043
	tête de dalots				
512	dalot 2x300x200	m3	2	200 000	331 200
513	dalot 2x150x150	m3	6	200 000	1 104 600
514	dalot 150x100	m3	3	200 000	579 200
515	dalot 200x150	m3	5	200 000	1 066 200
516	dalot 150x150	m3	8	200 000	1 600 200
517	dalot 3x150x150	m3	14	200 000	2 709 400
518	dalot 4x350x200	m3	14	200 000	2 779 200
519	dalot 80x80	m3	9	200 000	1 862 400
520	dalot 180x150	m3	5	200 000	1 059 800
521	dalot 130x130	m3	4	200 000	837 400
522	dalot 180x100	m3	3	200 000	588 800
	Caniveaux				
523	caniveaux 80x80	ml	4 062	102 000	414 324 000
524	caniveaux 130x130	ml	745	269 344	200 550 663
525	caniveaux 180x150	ml	641	430 313	275 696 916
526	caniveaux 180x100	ml	2 091	286 875	599 844 150
527	dallettes pour caniveaux de 80x80	ml	4 062	37 500	152 325 000
528	dallettes pour caniveaux de 130x130	ml	745	99 023	73 731 861
529	dallettes pour caniveaux de 180x150	ml	641	158 203	101 359 160
530	dallettes pour caniveaux de 180x100	ml	2 091	105 469	220 530 938
531	fossé triangulaire en terre	ml	9 850	12 500	123 119 750
	Sous total 500				2 288 532 342
600	SIGNALISATION ET SÉCURITÉ				
	Signalisation verticale				
601	panneaux de type A	u	28.0	122 000	3 416 000
602	panneaux de type B	u	24.0	122 000	2 928 000

603	panneaux de type AB	u	29.0	122 000	3 538 000
604	panneaux de type C	u	20.0	150 000	3 000 000
605	panneaux de type J	u	4.0	150 000	600 000
606	Panneaux de type EB	u	4.0	150 000	600 000
	signalisation horizontale				
607	peinture axiale discontinue	ml	7 590	6 400	48 574 438
608	peinture axiale continue	ml	1 038.0	6 400	6 643 200
609	peinture de rive discontinue	ml	18 536.0	6 400	118 630 400
610	peinture continue délimitant les contours des ilots	ml	319.0	6 400	2 041 600
611	marquage spécial pour ralentisseur	m2	42.0	7 100	298 200
612	réalisation des ralentisseurs	ml	70.0	96 000	6 720 000
613	flèches de rabattement	m2	30.0	8 000	240 000
614	flèches directionnelles dans le giratoire	m2	32.0	8 000	256 000
615	Dépose et repose des garde-corps métalliques	forfait	1.0	3 500 000	3 500 000
	éclairage public				
616	candélabre simple cross	u	280.0	400 000	112 000 000
	Sous total 600				312 985 838
700	IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL				
	Impact environnemental et social	u	1.0	689 223 974	689 223 974
	Sous total 700				689 223 974
	TOTAL GENERAL (F CFA)				5 284 050 468

ANNEXE 6 : PIÈCES GRAPHIQUES

- LISTE DES PLANS -

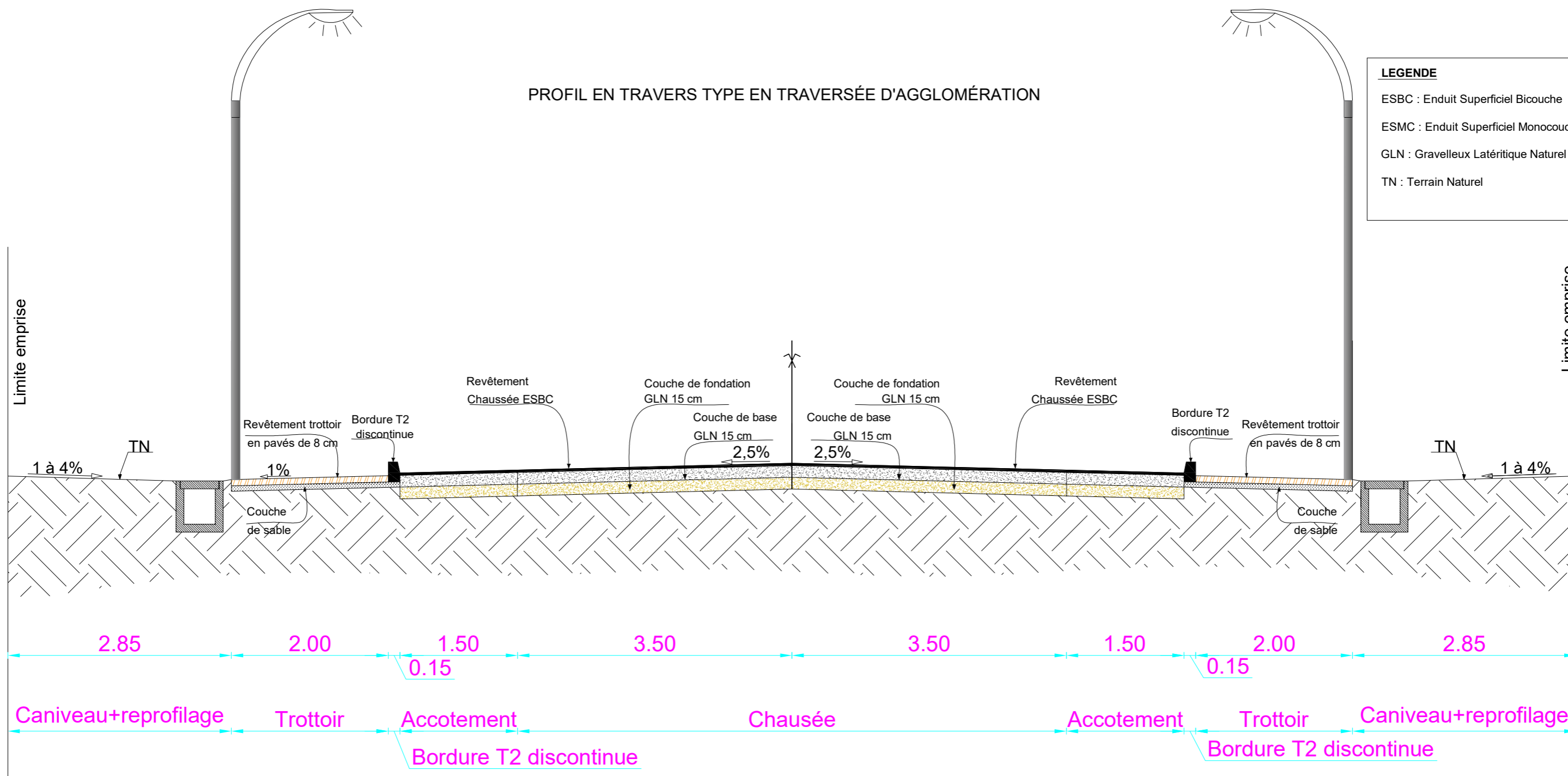
N° DU PLAN	TITRE DU PLAN	FORMAT
I :	PLANS TYPES	A3
I-1 :	Profil en travers type	A3
I-2 :	Plans types de signalisation horizontales et verticales	A4
I-3 :	Plans types de bordures et pose	A3
II :	PLANS D'OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT	
II-1 :	Plans de coffrage et de ferrailage des caniveaux	A3
II-2 :	Plans de coffrage et de ferrailage des dalots	A3
III :	AMÉNAGEMENT DU CARREFOUR GIRATOIRE	A3
IV :	TRACÉS EN PLAN ET PROFIL EN LONG	A3
V :	PROFIL EN TRAVERS COURANT	A3

I : PLANS TYPES

I-1 : Profil en travers type

PROFIL EN TRAVERS TYPE EN TRAVERSÉE D'AGGLOMÉRATION

LEGENDE	
ESBC	: Enduit Superficiel Bicouche
ESMC	: Enduit Superficiel Monocouche
GLN	: Gravelleux Latéritique Naturel
TN	: Terrain Naturel



Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement



Agence d'Études d'Ingénierie et de Maîtrise d'Oeuvre

Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: I.1a

PROFIL EN TRAVERS TYPE EN TRAVERSÉE D'AGGLOMÉRATION

Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

Date: --/--/2021

Echelle: 1/40

Limite emprise

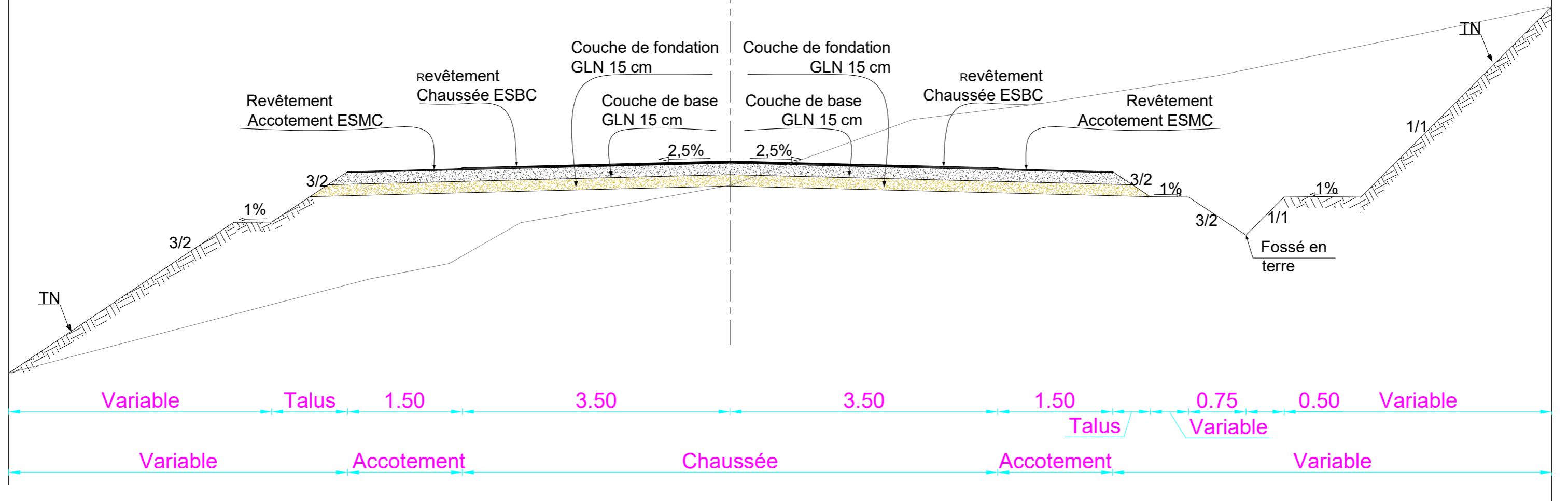
Limite emprise

PROFIL EN TRAVERS TYPE EN RASE CAMPAGNE

LEGENDE	
ESBC	: Enduit Superficiel Bicouche
ESMC	: Enduit Superficiel Monocouche
GLN	: Gravelleux Latéritique Naturel
TN	: Terrain Naturel

PROFIL EN REMBLAI

PROFIL EN DEBLAI



2iE
Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

AGEIM
Ingénieurs Conseils
Agence d'Études d'Ingénierie et de Maîtrise d'Oeuvre

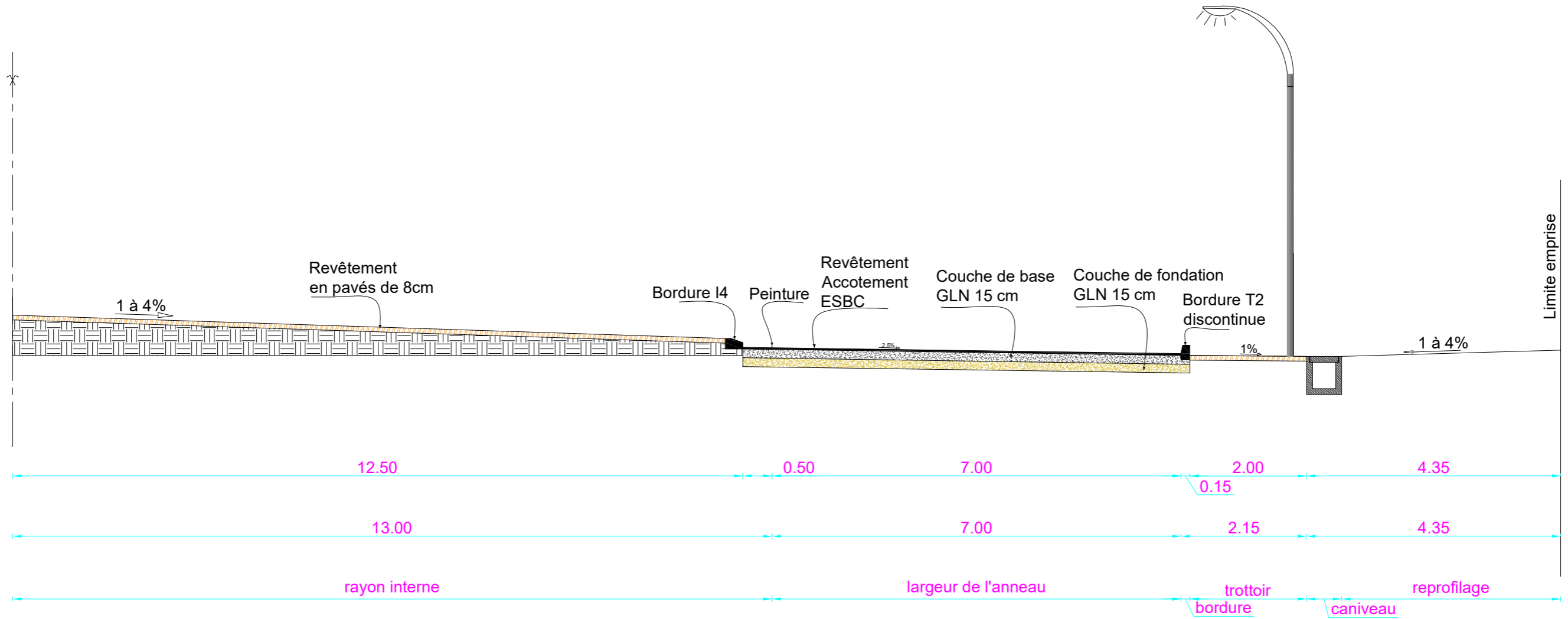
Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1
Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: I.1b
PROFIL EN TRAVERS TYPE EN RASE CAMPAGNE

Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès
Date: --/--/2021
Echelle: 1/40

PROFIL EN TRAVERS TYPE DU GIRATOIRE

LEGENDE
 ESBC : Enduit Superficiel Bicouche
 ESMC : Enduit Superficiel Monocouche
 GLN : Gravelleux Latéritique Naturel
 TN : Terrain Naturel



Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1
 Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

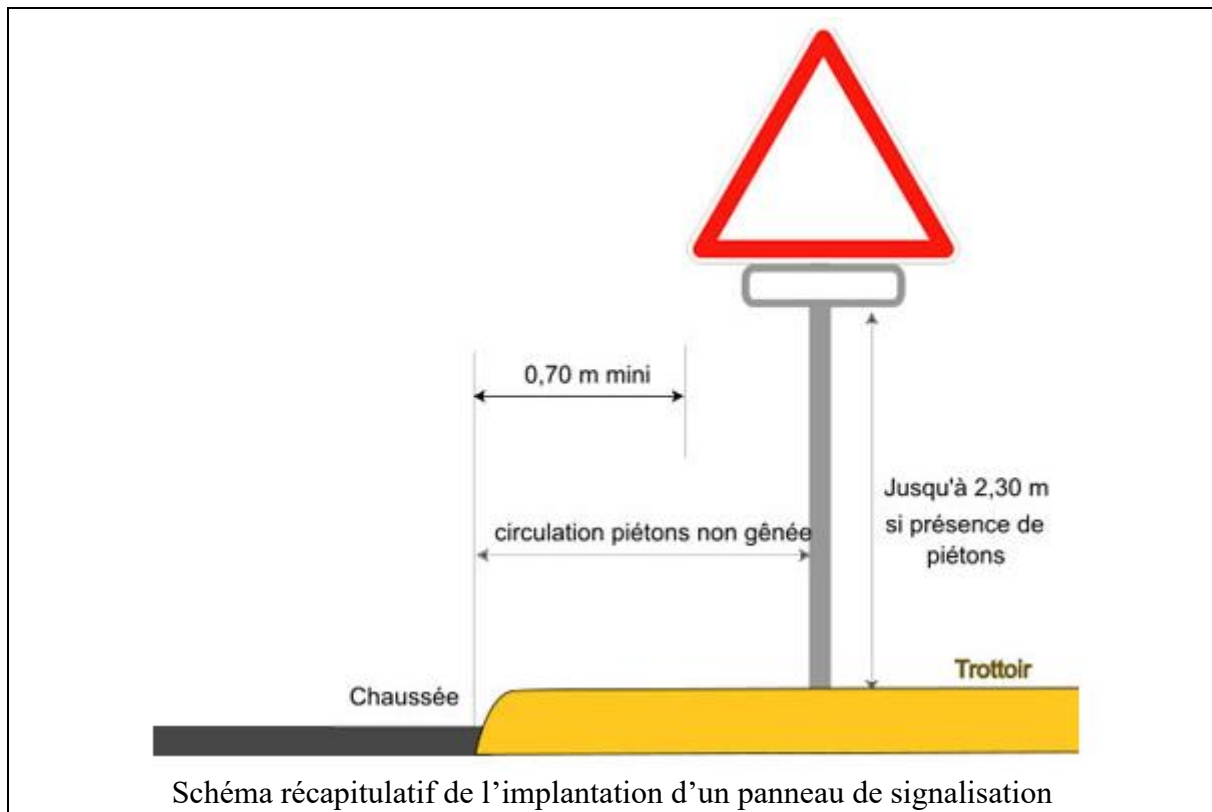
PLAN N°: I.1c
 PROFIL EN TRAVERS TYPE DU CARREFOUR GIRATOIRE









Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès
 Date: --/--/2021
 Echelle: 1/60







I-2 : Plans types de signalisation horizontales et verticales

I.2. PLAN DE SIGNALISATION

I.2.1. Signalisation verticale

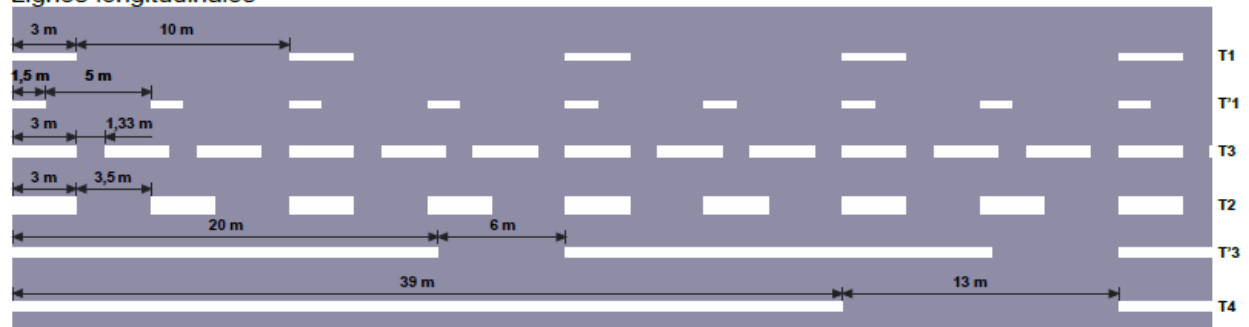


Gamme de panneaux	Dimensions normale (mm)	Gamme de panneaux	Dimensions normale (mm)
 A13a	1000	 AB4	800
 A1a	1000	 B21a2	850
 A2b	1000	 J5	700
 A1b	1000	 B33	850

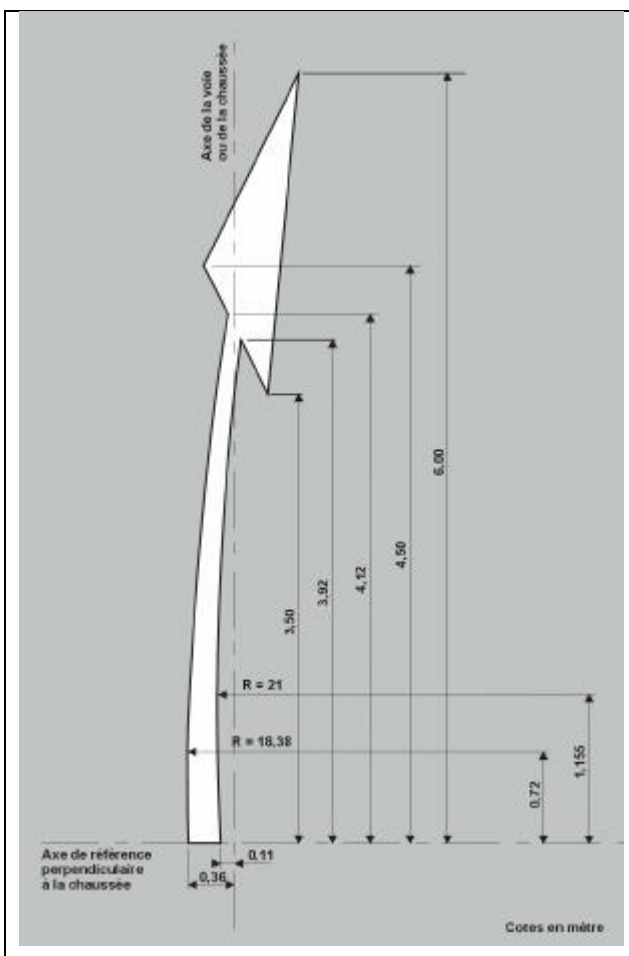
 AB3a	1000	 AB25	1000
 C27	700	 EB10	2500x2400
 B14	850	 EB20	2500x2400

I.2.2. Signalisation horizontale

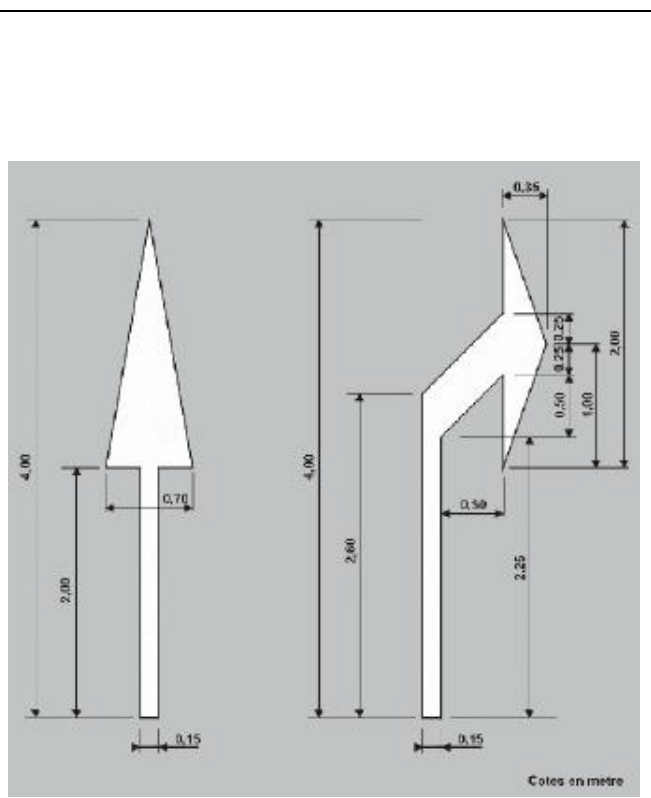
Lignes longitudinales



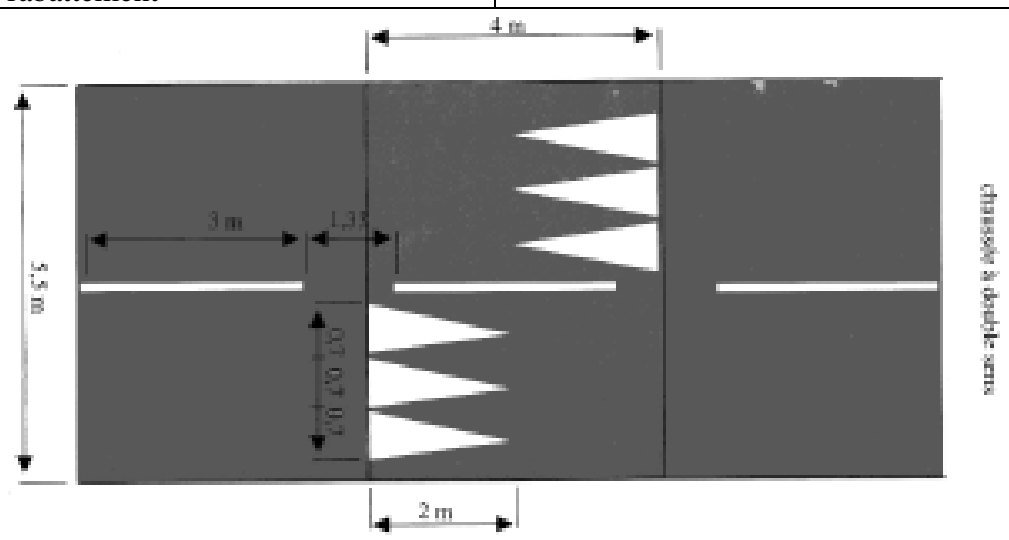
Lignes longitudinales discontinues (*France & Ministère de l'équipement, 1997*)



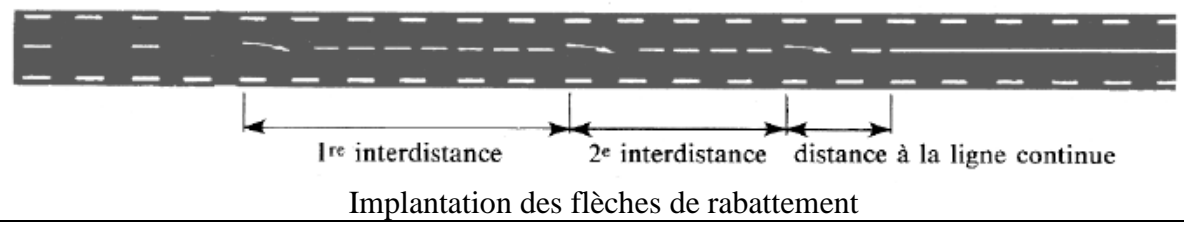
Flèche de rabattement



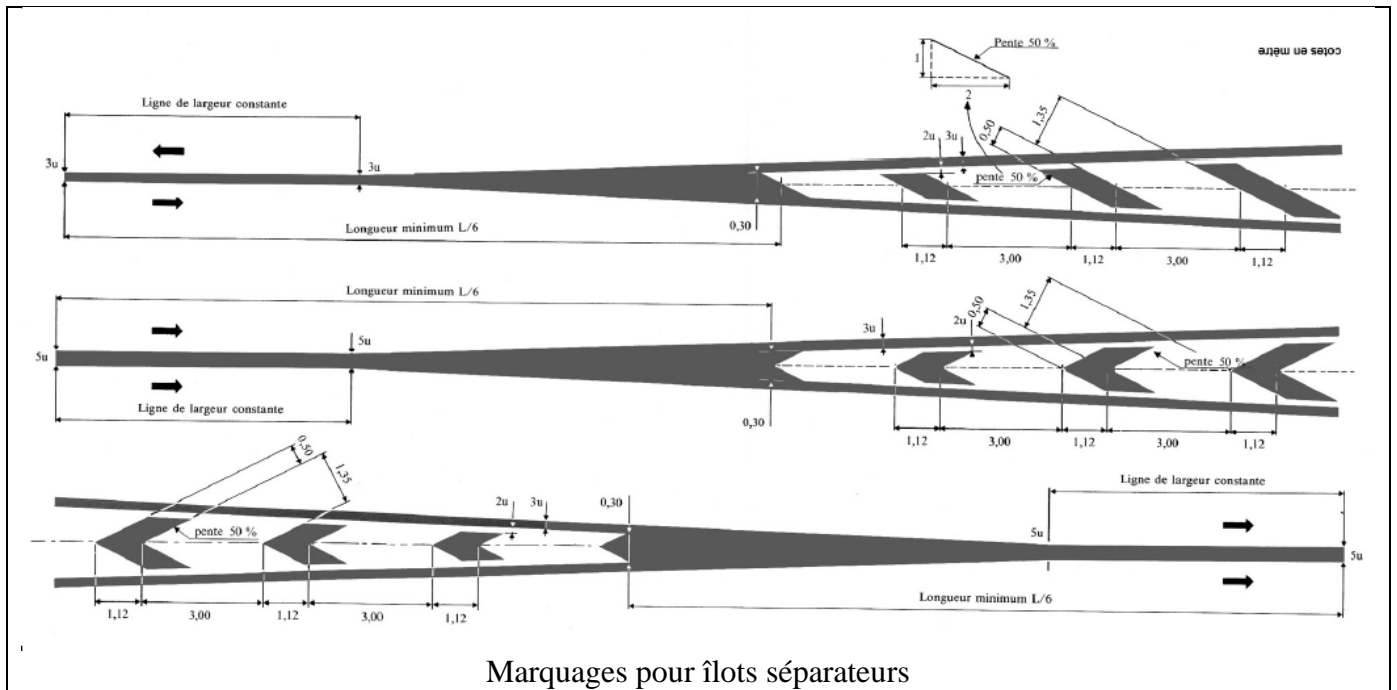
Flèches directionnelles



Marquage de ralentisseur de type dos d'âne sur chaussée à double sens



Source : (France & Ministère de l'équipement, 1997)

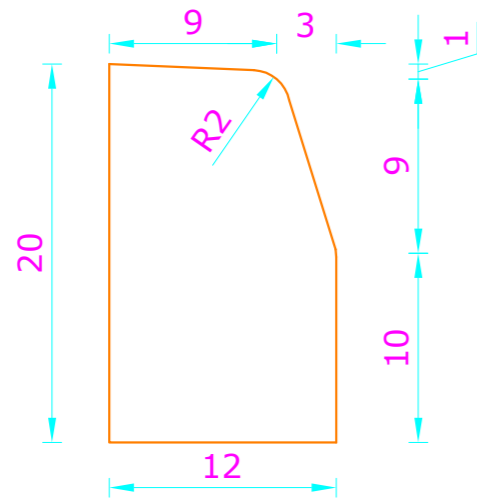


Marquages pour îlots séparateurs

Source : (France & Ministère de l'équipement, 1997)

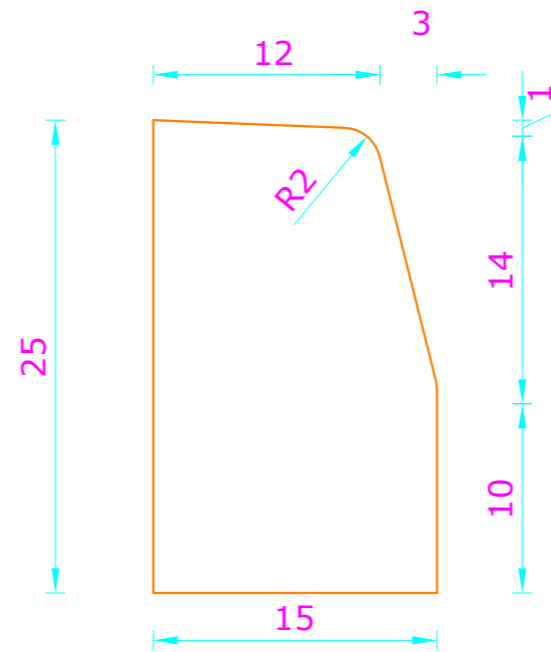
I-3 : Plans types de bordures et
pose

BORDURE TYPE T1 (12X20X100)
(Longueur:1m;Largeur:0.12m;Hauteur:0.20m)



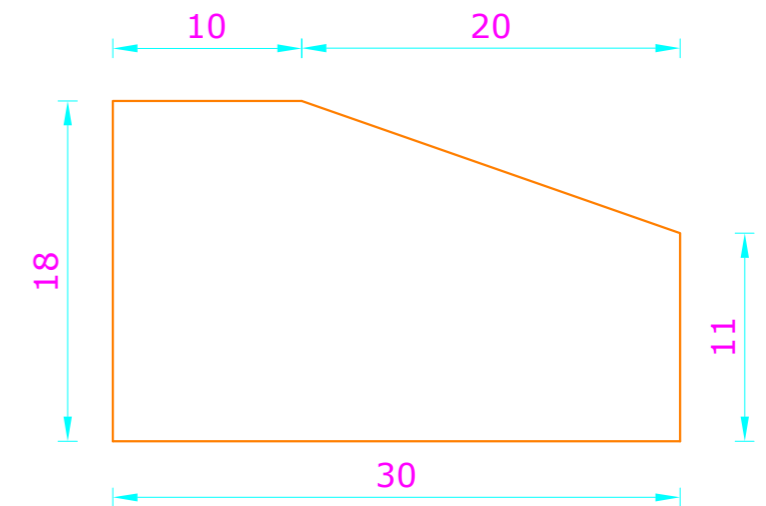
Echelle: 1/2

BORDURE TROTTOIR TYPE T2 (15X25X100)
(Longueur:1m; Largeur:0.17m; Hauteur:0.28m)



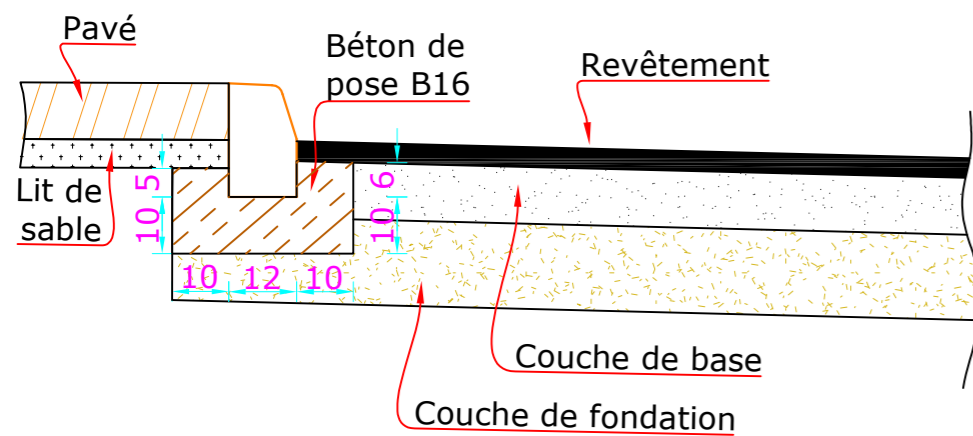
Echelle: 1/2

BORDURE TYPE I4 (30X18X100)
(Longueur:1m; Largeur:0.30m; Hauteur:0.18m)



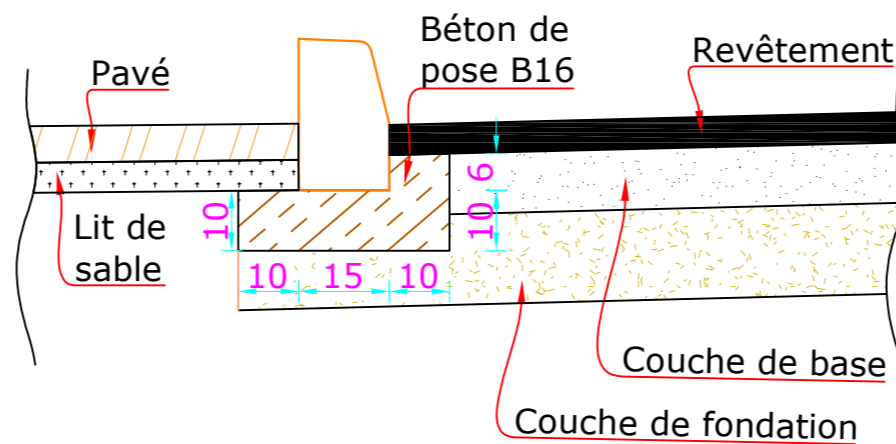
Echelle:1/2

DETAIL DE POSE DE LA BORDURE DE TYPE T1



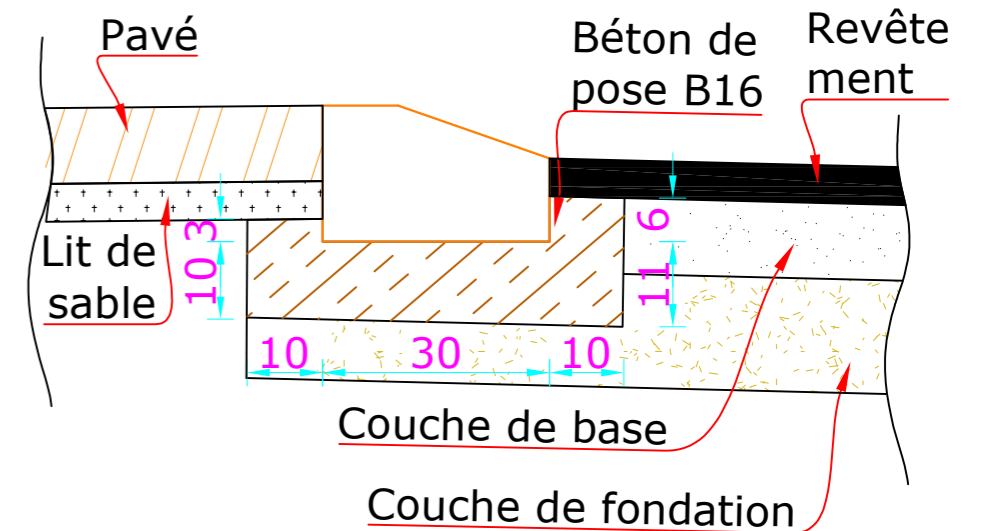
Echelle: 1/5

**DETAIL DE POSE DE LA BORDURE DE TYPE T2
AVEC TROTTOIR NON SURÉLEVÉ**



Echelle: 1/5

DETAIL DE POSE DE LA BORDURE DE TYPE I4



Echelle: 1/5



Agence d'Études
d'Ingénierie et de
Maîtrise d'Oeuvre

Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: I.3

PLAN TYPE DES BORDURES
ET DETAIL DE POSE

Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

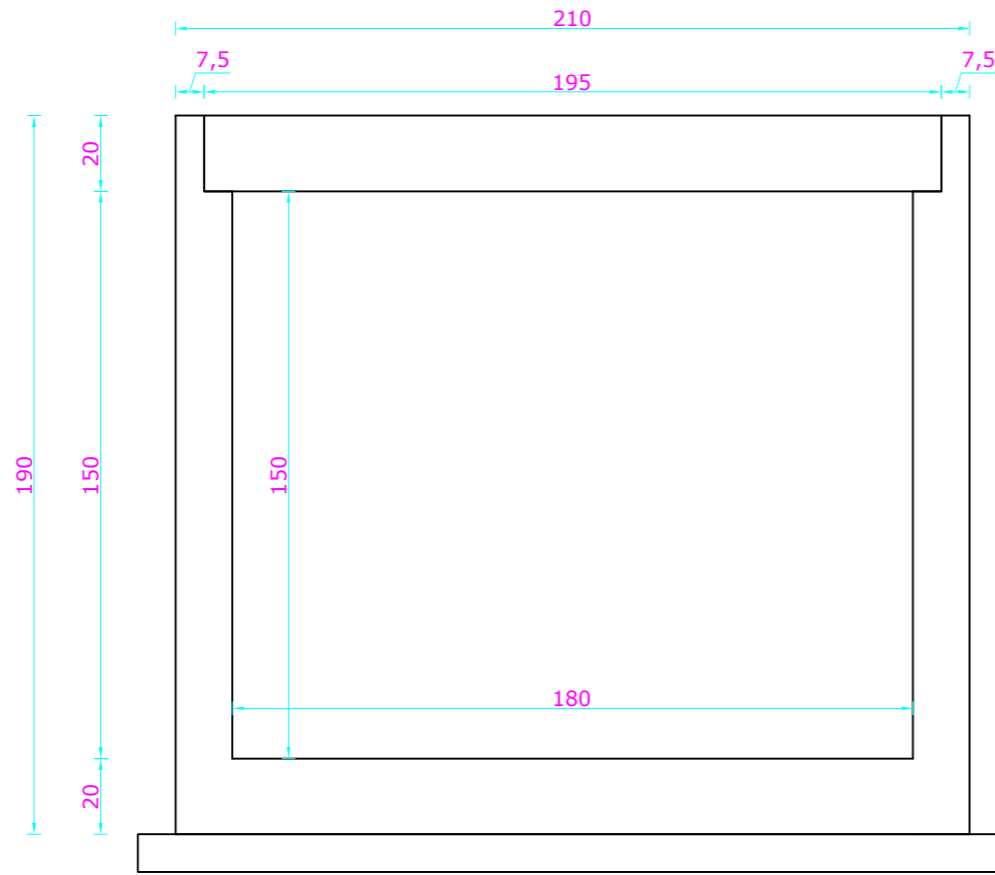
Date: --/--/2021

Echelle:

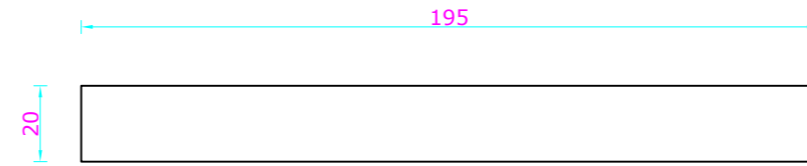
II : PLANS D'OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

II-1 : Plans de coffrage et de ferraillage des caniveaux

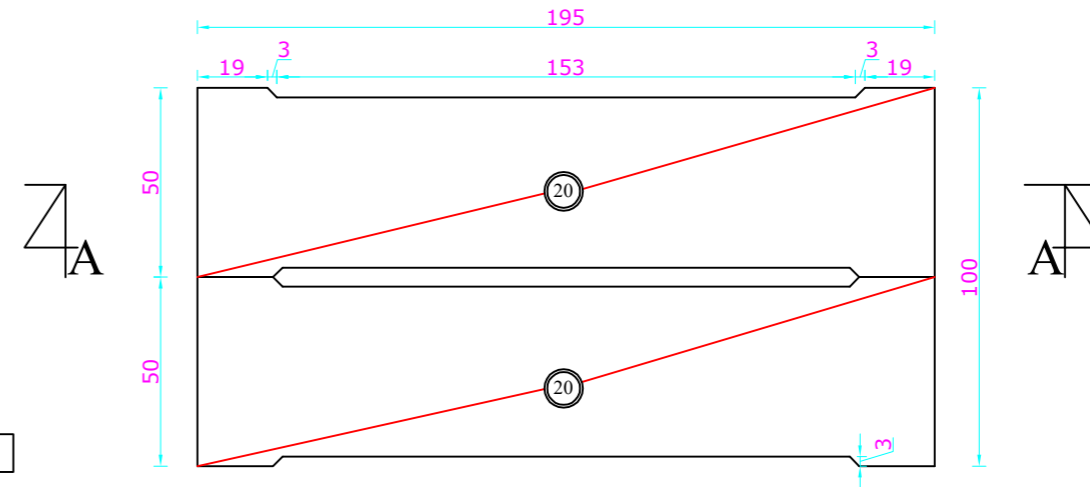
COUPE DU CANIVEAU



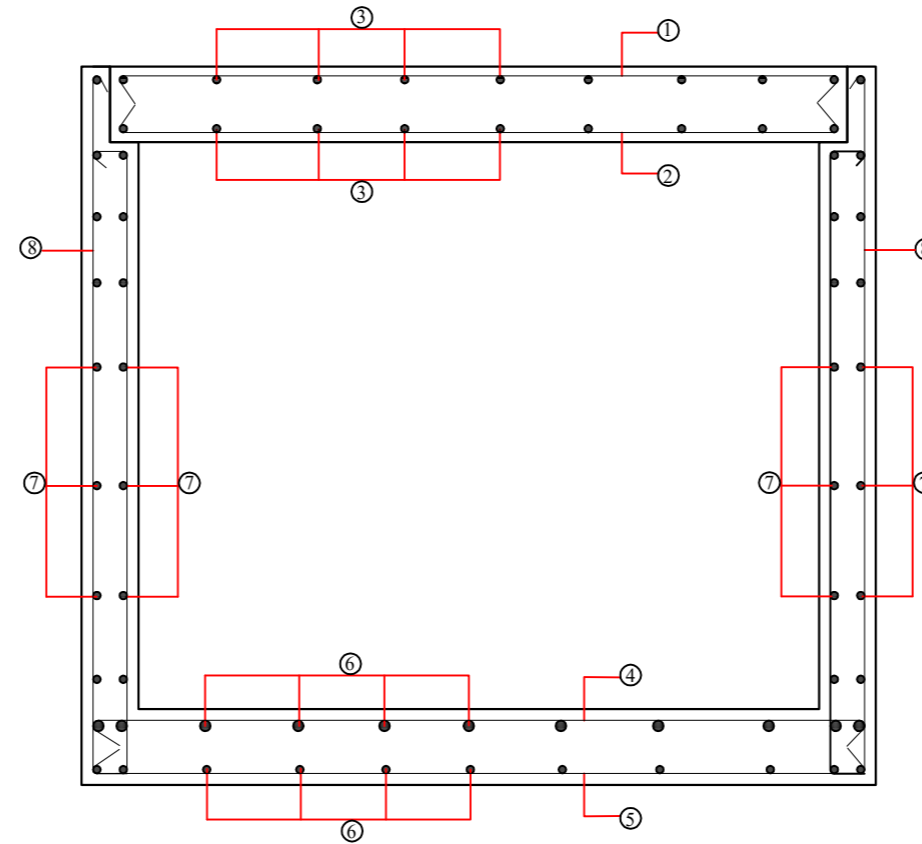
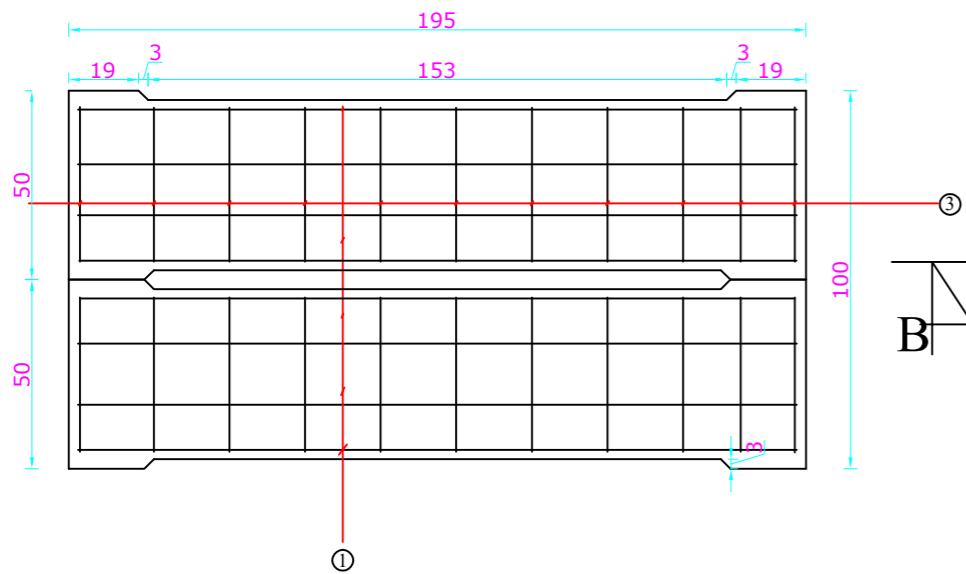
COUPE DE LA DALETTE



VUE EN PLAN DE LA DALETTE



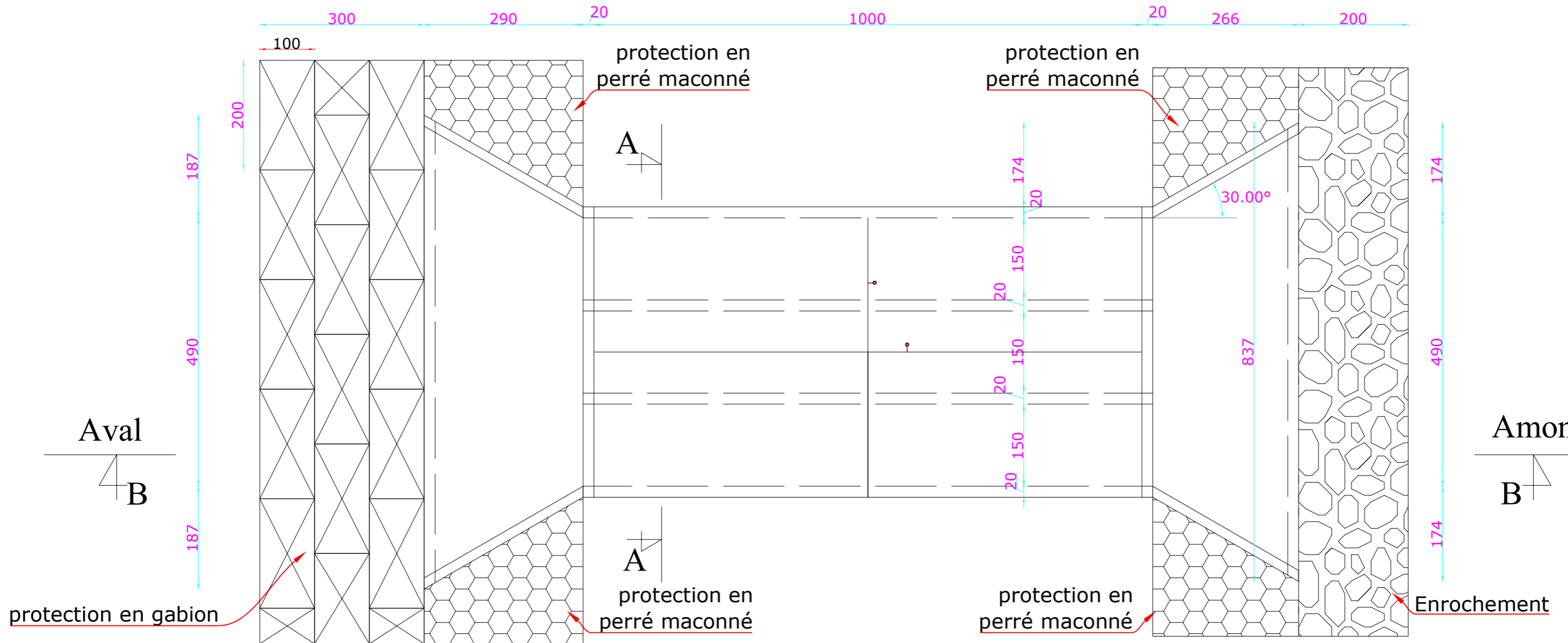
VUE EN PLAN

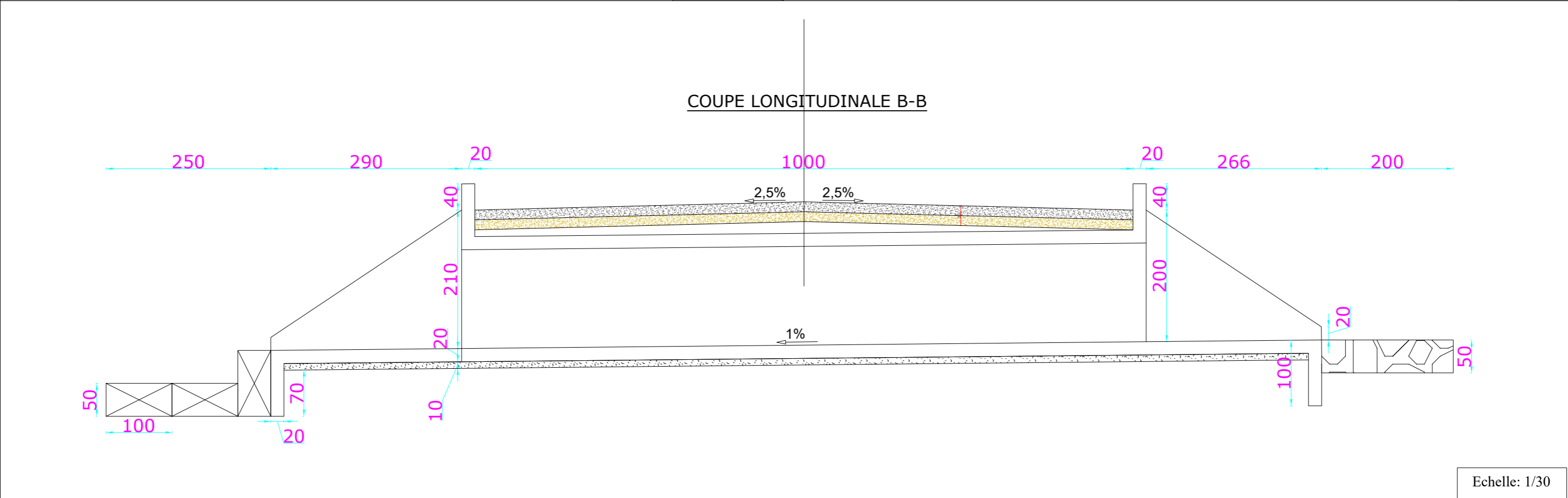
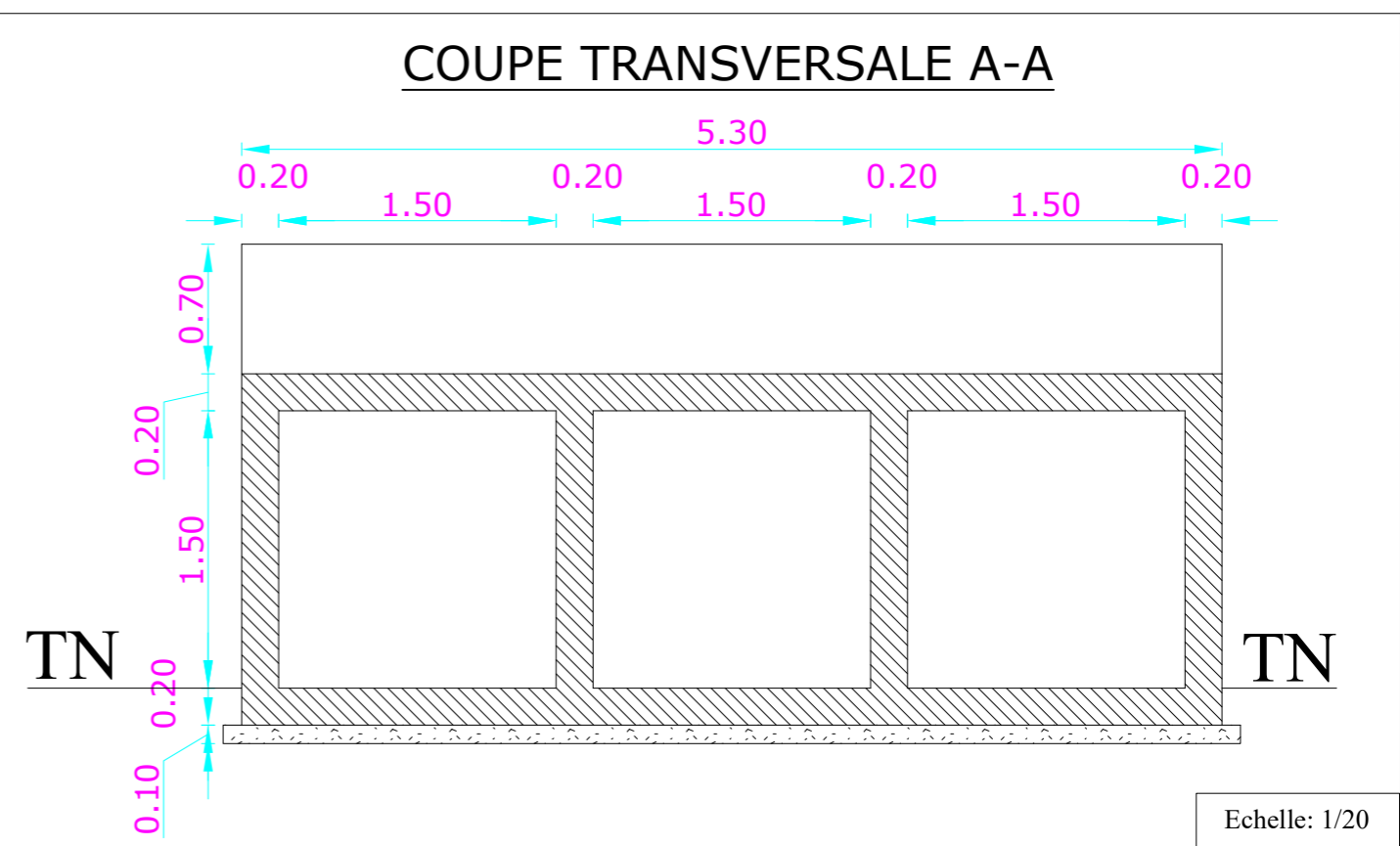
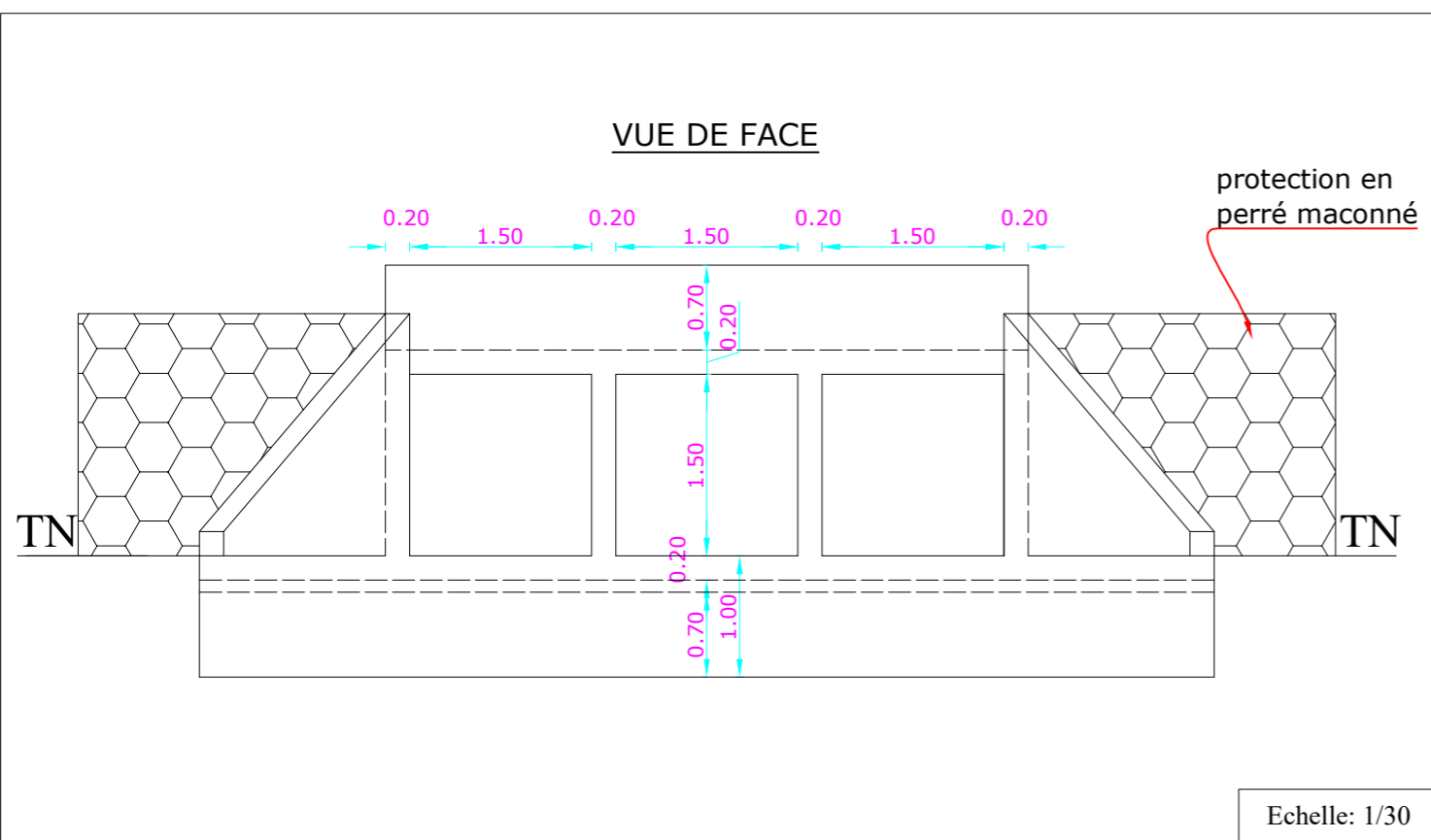


CANIVEAU				DALLETTE				Béton : fc28 = 25Mpa Acier : Fe E400		
N°	HA (mm)	Esp (cm)	Nombre	Faconnage	Longueur/ unité (cm)	Longueur totale (cm)	Longueur totale (m)	Poids/ unité (kg/m)	Poids total (kg)	
1	HA 10	20	3		210	630	6,30	0,617	10,50	
2	HA 14	10	5		210	1050	10,50	1,208	12,67	
3	HA 8	20	11		124	1364	13,64	0,394	5,37	
4	HA 14	10	10		224	2240	22,40	1,208	27,10	
5	HA 10	20	5		224	2240	22,40	0,617	13,82	
6	HA 8	20	11		112	1232	12,32	0,394	4,85	
7	HA 10	15	7		205	1435	14,35	0,617	8,86	
8	HA 8	15	6		194	1164	11,64	0,394	4,59	
Armature totale									89,76	

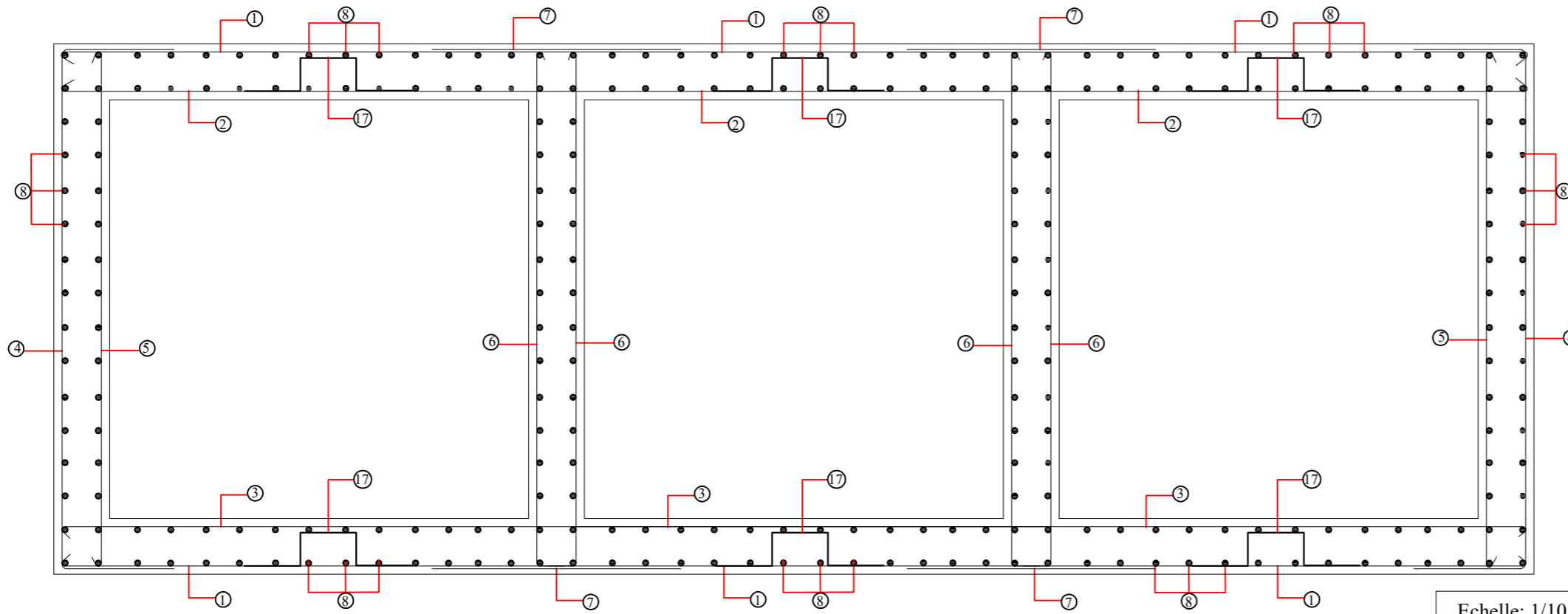
II-2 : Plans de coffrage et de ferraillage des dalots

VUE EN PLAN



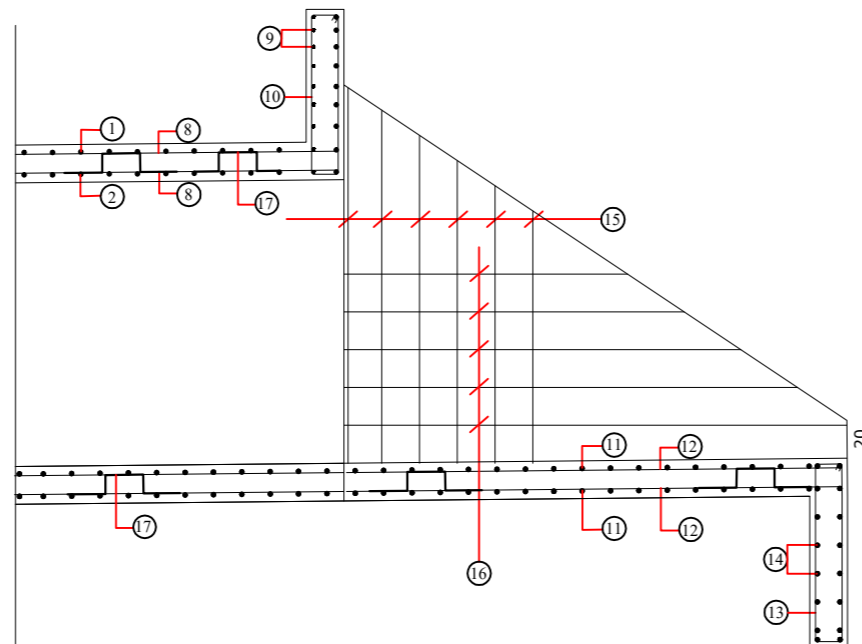


Corps d'ouvrage



Echelle: 1/10

Tête d'ouvrage

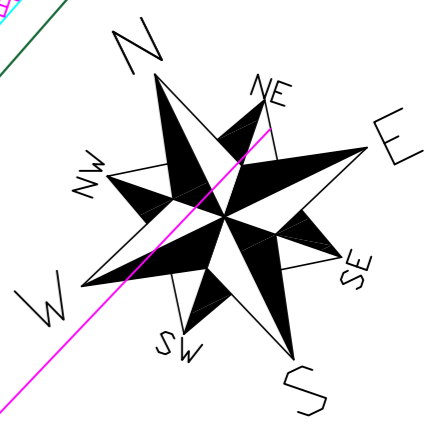
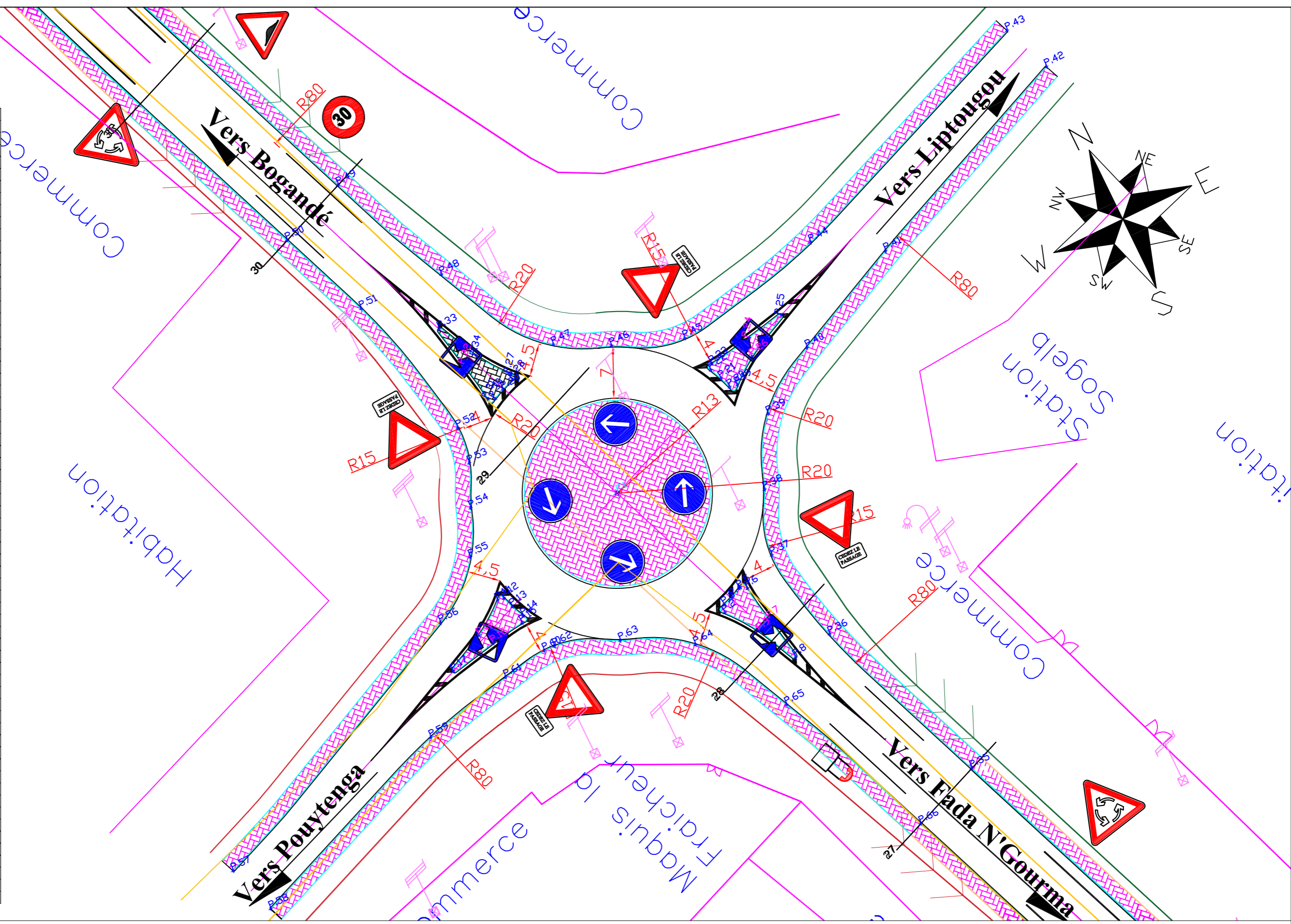


Echelle: 1/20

DALOT									
Section :		3 x 150 x 150 cm ²		Hauteur du guide roue :		70 cm		Béton : f _c 28 = 25Mpa	
Épaisseur dalle :		20 cm		Épaisseur du guide roue :		20 cm		Acier : Fe E400	
Épaisseur piedroits :		20 cm		Longueur du guide roue :		20 cm			
Enrobage :		3 cm							
N°	HA (mm)	Esp (cm)	Nombre	Façonnage	Longueur/ unité (cm)	Longueur totale (cm)	Longueur totale (m)	Poids/ unité (kg/m)	Poids total (kg)
1	HA 10	14	16		544	8704	87,04	0,617	53,70
2	HA 12	10	10		544	5440	54,40	0,888	48,31
3	HA 14	10	10		544	5440	54,40	1,208	65,72
4	HA 10	20	10		264	2640	26,40	0,617	16,29
5	HA 10	20	10		204	2040	20,40	0,617	12,59
6	HA 12	10	40		204	8160	81,60	0,888	72,46
7	HA 14	15	28		90	544	5,44	1,208	6,57
8	HA 10	15	232		1054	24360	243,60	0,617	150,30
9	HA 10	15	24		524	12576	125,76	0,617	77,59
10	HA 10	15	72		224	16128	161,28	0,617	99,51
11	HA 10	20	56		678	37968	379,68	0,617	234,26
12	HA 10	25	110		278	30580	305,80	0,617	188,68
13	HA 10	15	72		224	16128	161,28	0,617	99,51
14	HA 10	15	24		278	6672	66,72	0,617	41,17
15	HA 10	20	32		115	3680	36,80	0,617	22,71
16	HA 10	20	24		155	3720	37,20	0,617	22,95
17	HA 10	1/m ²	24		90			0,617	13,33

III : AMENAGEMENT DU CARREFOUR GIRATOIRE

Points	X	Y
P.1	171159,778	1388856,776
P.2	171165,844	1388835,643
P.3	171166,227	1388836,665
P.4	171167,654	1388837,180
P.5	171169,079	1388837,772
P.6	171170,041	1388837,267
P.7	171170,850	1388832,234
P.8	171171,871	1388825,950
P.9	171168,966	1388831,351
P.11	171138,688	1388850,749
P.12	171139,565	1388850,653
P.13	171140,102	1388849,100
P.14	171140,903	1388847,299
P.15	171140,336	1388846,526
P.16	171135,536	1388845,762
P.17	171128,965	1388844,655
P.18	171134,280	1388847,546
P.19	171180,996	1388862,918
P.20	171179,934	1388863,084
P.21	171179,374	1388864,652
P.22	171178,629	1388866,298
P.23	171179,115	1388867,030
P.24	171185,247	1388868,027
P.25	171190,612	1388868,867
P.26	171184,519	1388865,554
P.27	171153,777	1388877,836
P.28	171153,696	1388877,001
P.29	171151,901	1388876,372
P.30	171150,417	1388875,708
P.31	171149,525	1388876,096
P.32	171148,628	1388881,721
P.33	171147,691	1388887,603
P.34	171150,678	1388882,048
P.35	171186,891	1388801,766
P.36	171177,449	1388826,746
P.37	171175,064	1388839,919
P.38	171178,114	1388848,420
P.39	171183,038	1388857,527
P.40	171191,785	1388863,321
P.41	171207,212	1388870,512
P.42	171237,998	1388883,542
P.43	171235,329	1388890,336
P.44	171198,522	1388876,056
P.45	171177,314	1388871,790
P.46	171167,856	1388875,235
P.47	171160,783	1388878,860
P.48	171151,235	1388894,146
P.49	171143,902	1388911,345
P.50	171134,313	1388907,583
P.51	171139,319	1388894,751
P.52	171144,073	1388874,311
P.53	171143,366	1388869,308
P.54	171140,852	1388863,693
P.55	171137,873	1388857,694
P.56	171130,296	1388851,407
P.57	171089,980	1388833,315
P.58	171092,337	1388826,398
P.59	171122,248	1388837,878
P.60	171141,350	1388841,780
P.61	171135,027	1388840,805
P.62	171142,877	1388841,716
P.63	171151,327	1388838,484
P.64	171160,315	1388833,488
P.65	171167,913	1388820,656
P.66	171177,302	1388798,004



2iE Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

AGEIM Agence d'Études d'Ingénierie et de Maîtrise d'Oeuvre
Ingénieurs Conseils

Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: III.2

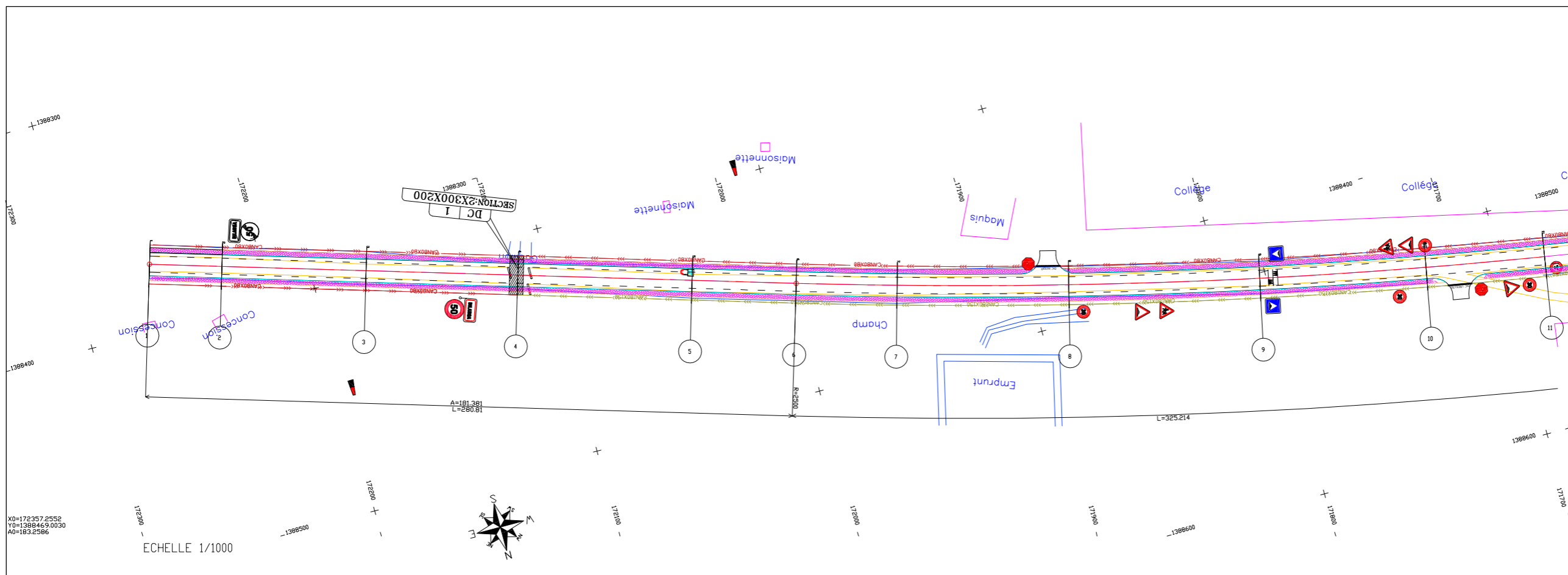
PLAN D'IMPLANTATION DU CARREFOUR PLAN À SENS GIRATOIRE

Dessiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

Date: --/--/2021

Echelle: 1/500

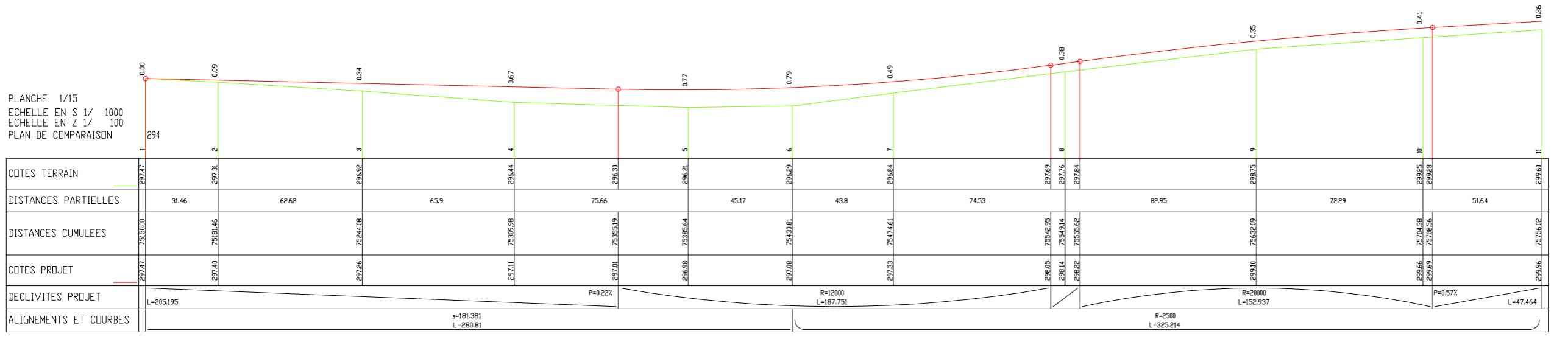
IV : TRACÉS EN PLAN ET PROFIL EN LONG



- Légende**
- Ouvrages existants
 - ▨ Dalots cadres
 - Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
 - CAN Caniveaux
 - Bordures

X0=172357.2552
 Y0=1388469.0030
 AO=183.2596

ECHELLE 1/1000



Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)

TRACE EN PLAN
 PROFIL EN LONG

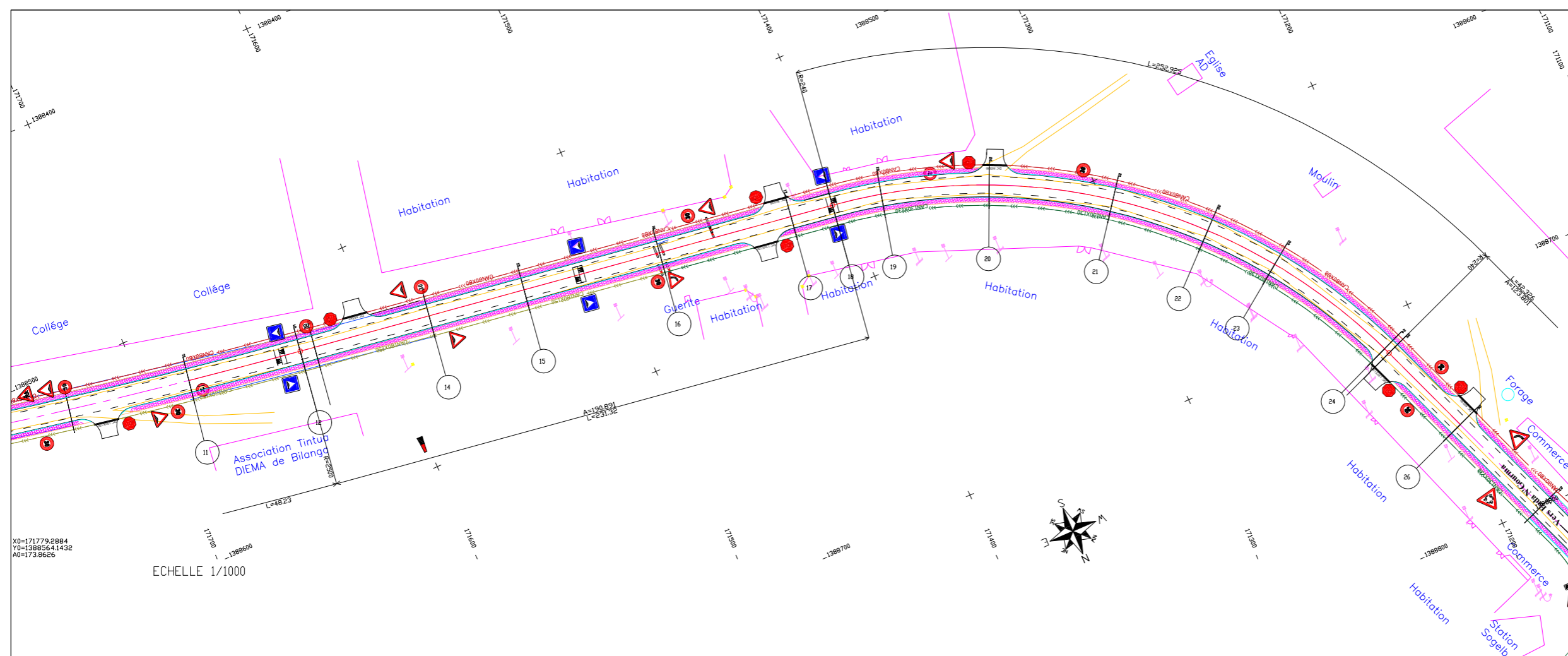
Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

Date: --/--/2021

Echelle:

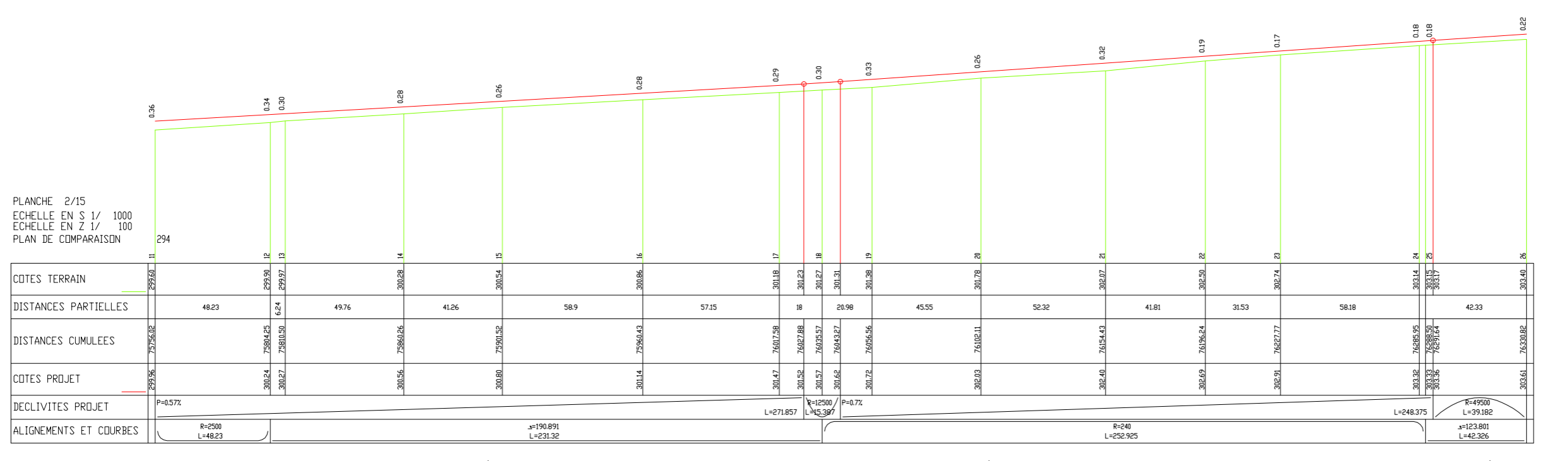
N°

1



Légende

- Ouvrages existants
- ▨ Dalots cadres
- > Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
- CAN Caniveaux
- Bordures



Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)

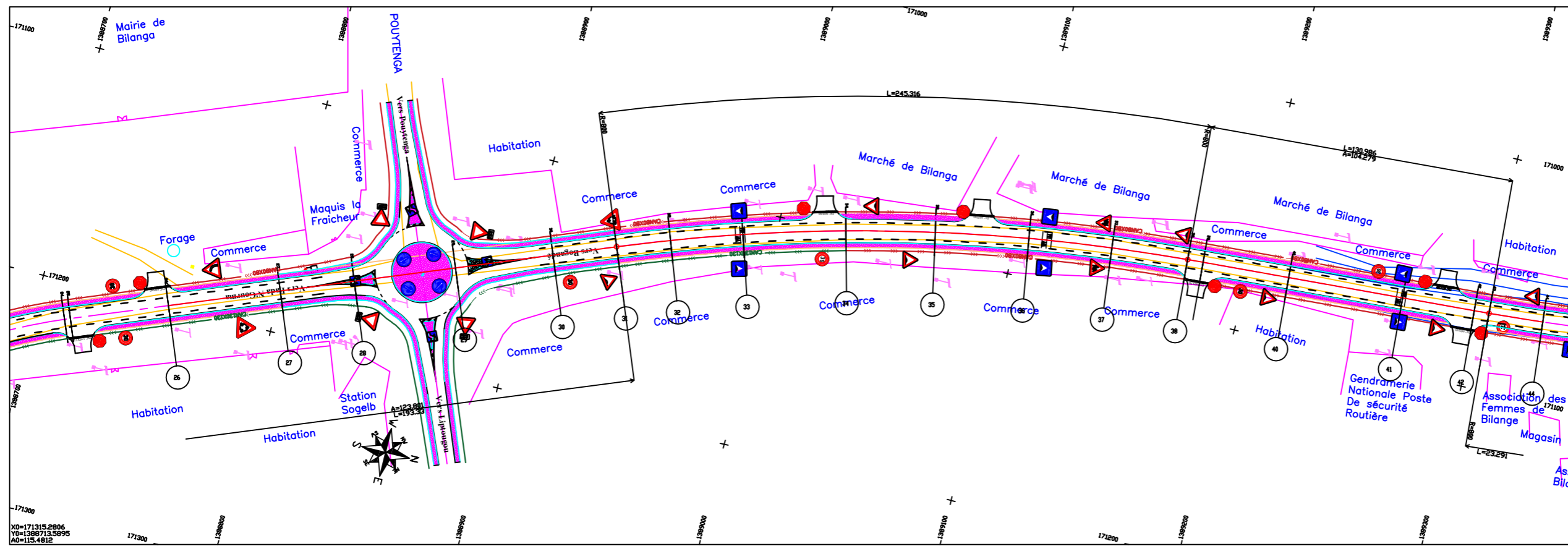
TRACE EN PLAN
 PROFIL EN LONG

Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

Date: --/--/2021

Echelle:

N°
2



- Légende**
- Ouvrages existants
 - ▬▬▬ Dalots cadres
 - Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
 - CAN Caniveaux
 - Bordures

ECHELLE 1/1000

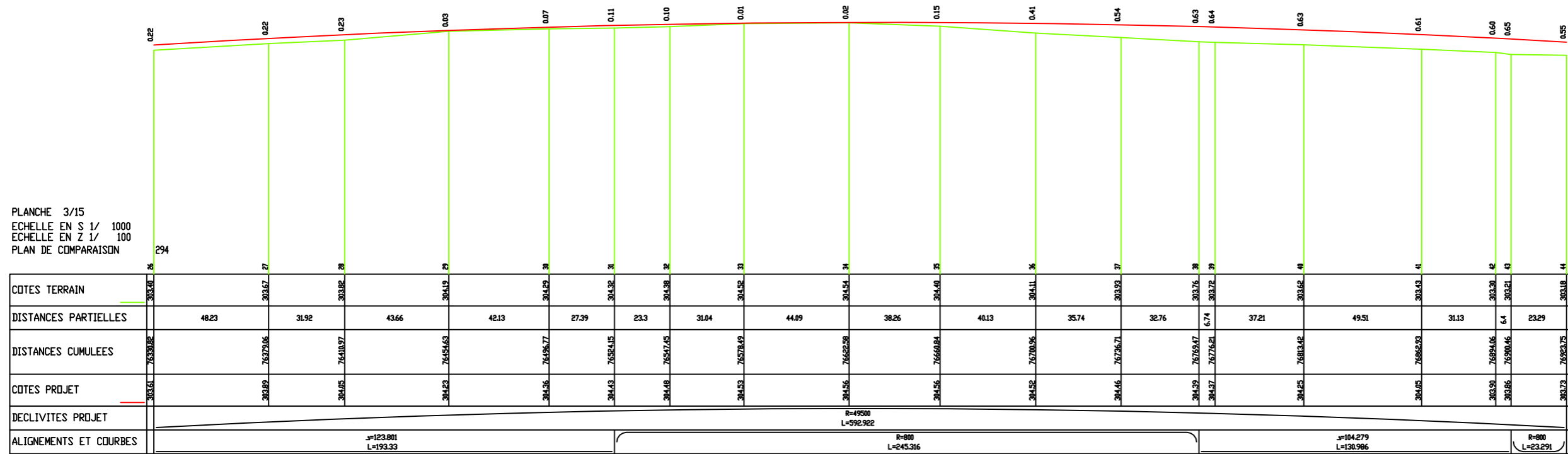


PLANCHE 3/15
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 100
PLAN DE COMPARAISON

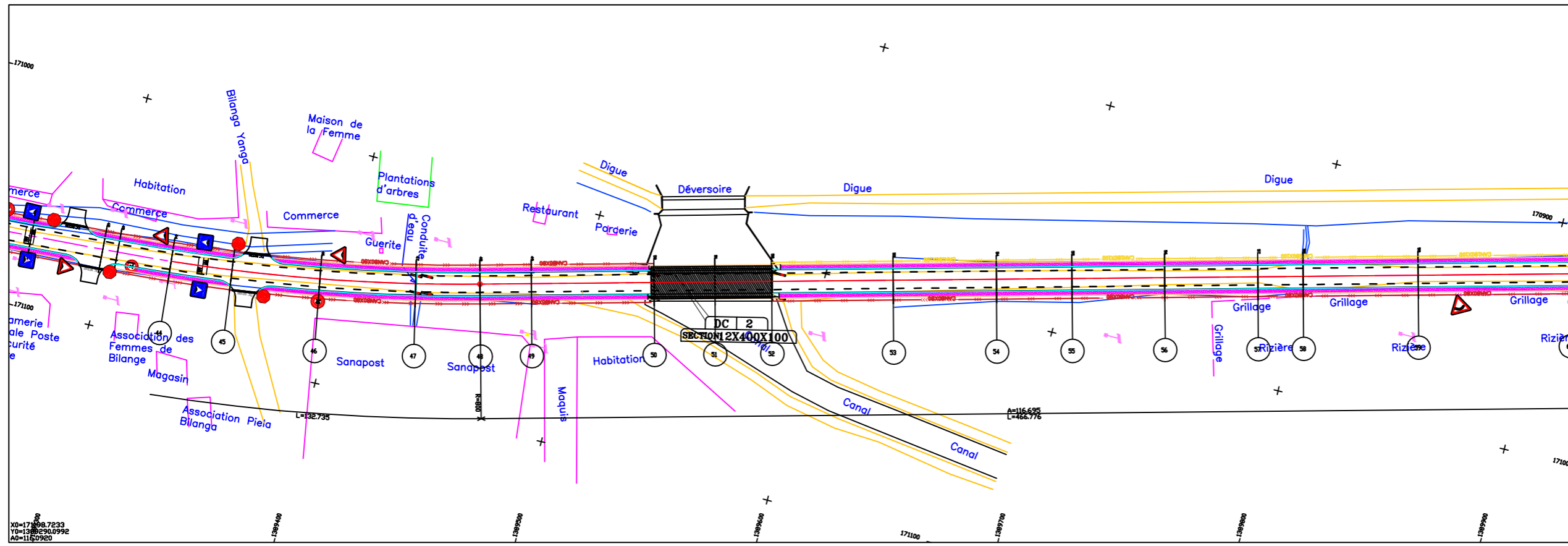


Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1
Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)
TRACE EN PLAN
PROFIL EN LONG

Dessiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès
Date: --/--/2021
Echelle:

N°
3

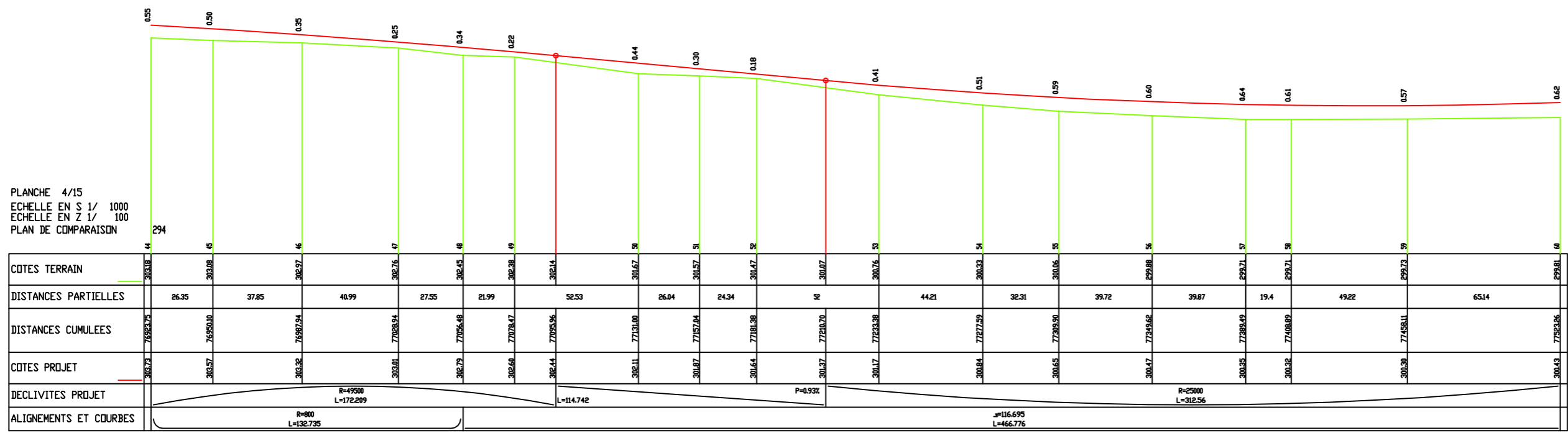


- Légende**
- Ouvrages existants
 - ▨ Dalots cadres
 - > Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
 - CAN Caniveaux
 - Bordures

ECHELLE 1/1000

X0=171008.7233
Y0=138290.0992
A0=1160920

PLANCHE 4/15
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 100
PLAN DE COMPARAISON



Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)

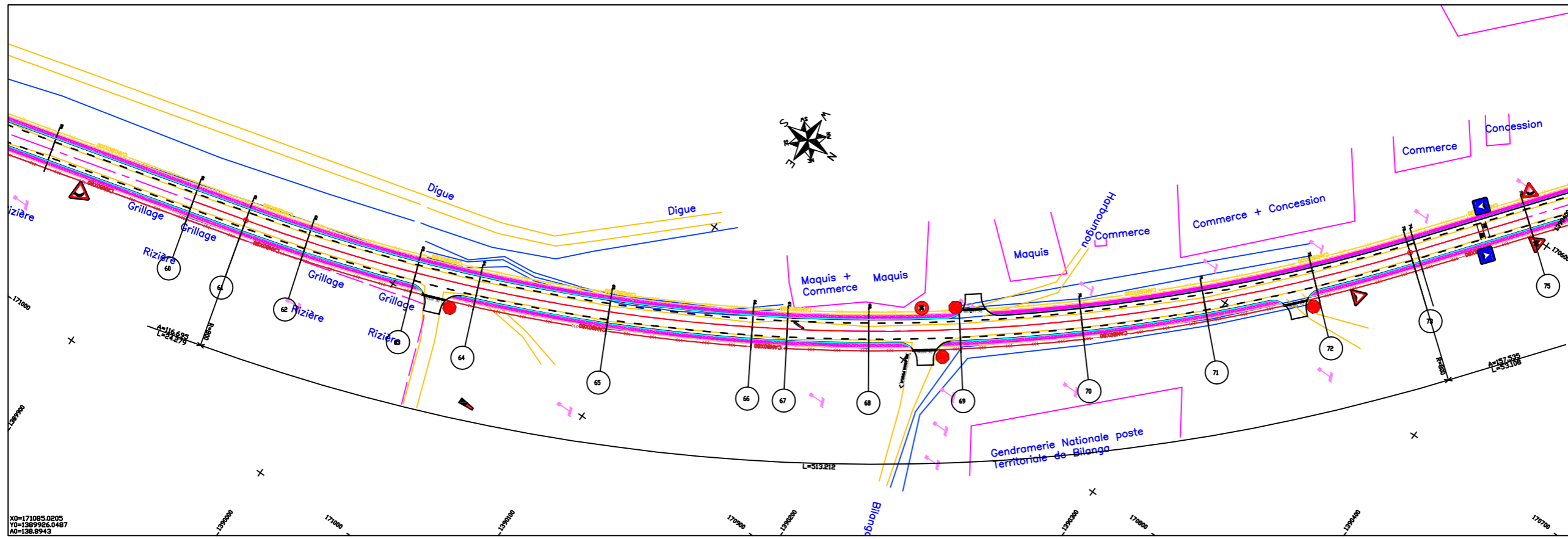
TRACE EN PLAN
PROFIL EN LONG

Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

Date: --/--/2021

Echelle:

N°
4



Légende

- Ouvrages existants
- ▬▬▬ Dalots cadres
- > Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
- CAN Caniveaux
- Bordures

ECHELLE 1/1000

XD=171885.0205
YD=1389926.0487
AD=138.8943

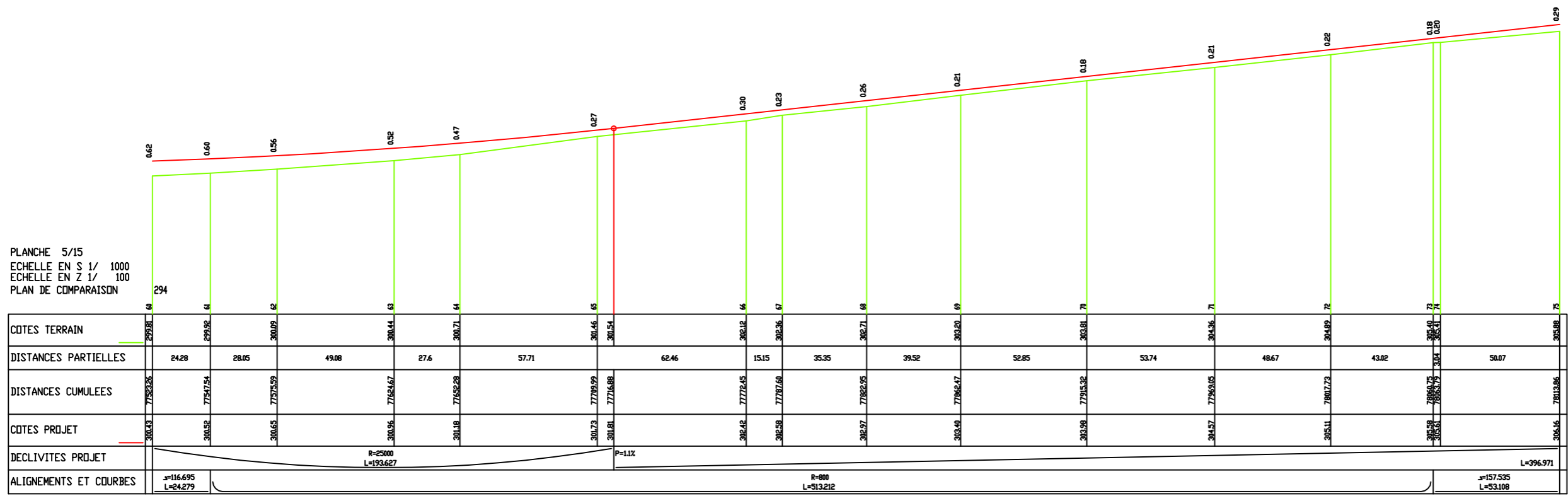


PLANCHE 5/15
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 100
PLAN DE COMPARAISON

Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Agence d'Études d'Ingénierie et de Maîtrise d'Oeuvre

Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)

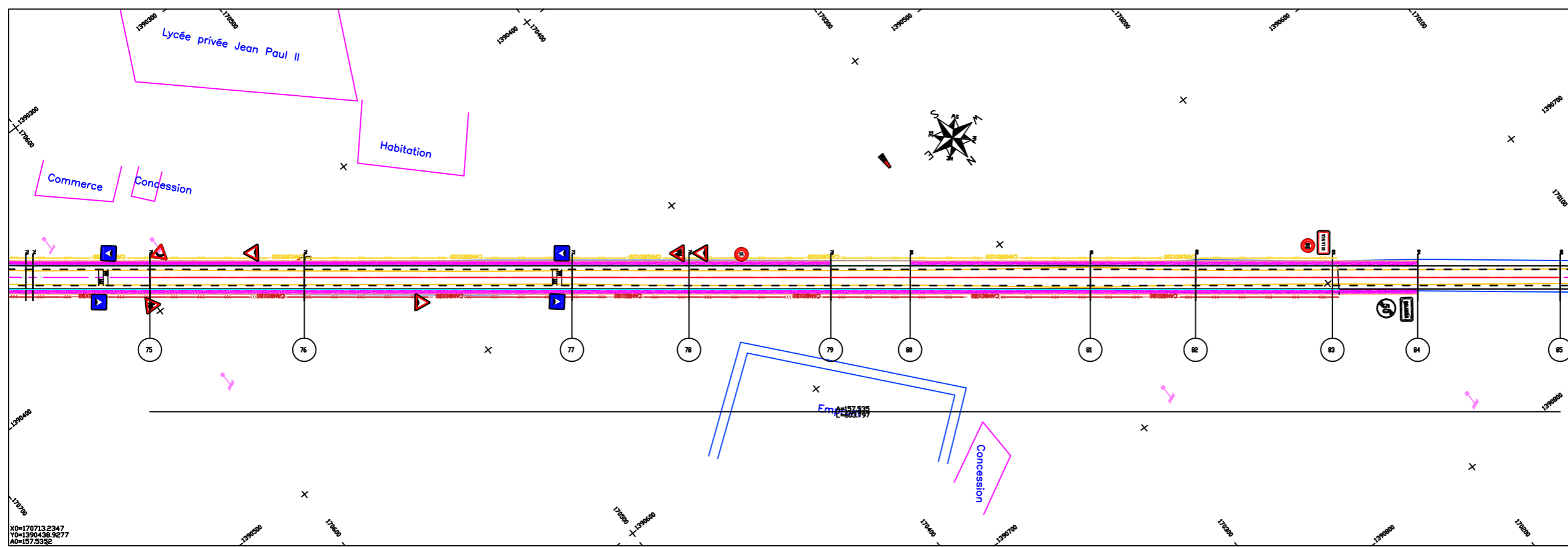
TRACE EN PLAN
PROFIL EN LONG

Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

Date: --/--/2021

Echelle:

N°
5

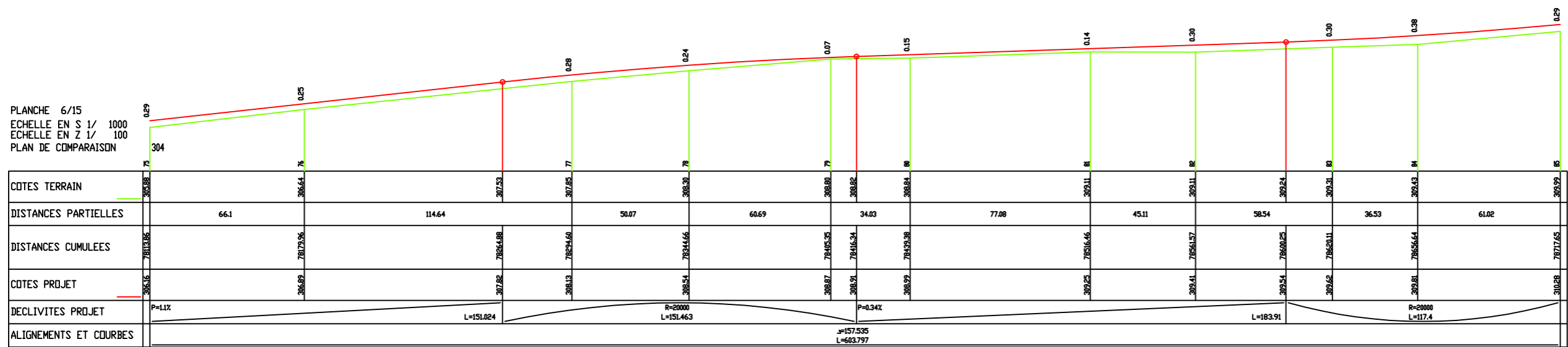


Légende

- Ouvrages existants
- ▬▬▬ Dalots cadres
- Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
- CAN Caniveaux
- Bordures

X0=170713.2347
 Y0=1390438.9277
 Ad=157.5332

ECHELLE 1/1000



Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)

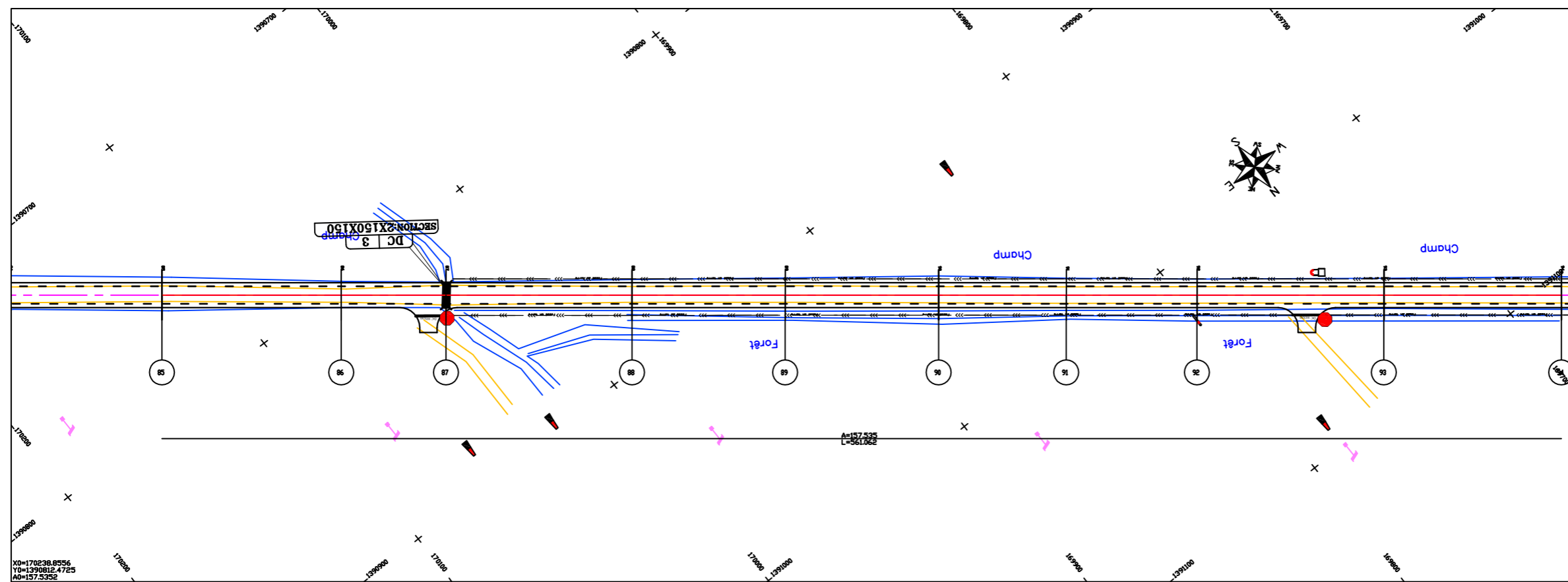
TRACE EN PLAN
 PROFIL EN LONG

Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

Date: --/--/2021

Echelle:

N°
6



Légende

- Ouvrages existants
- ▬ Dalots cadres
- Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
- CAN Caniveaux
- Bordures

ECHELLE 1/1000

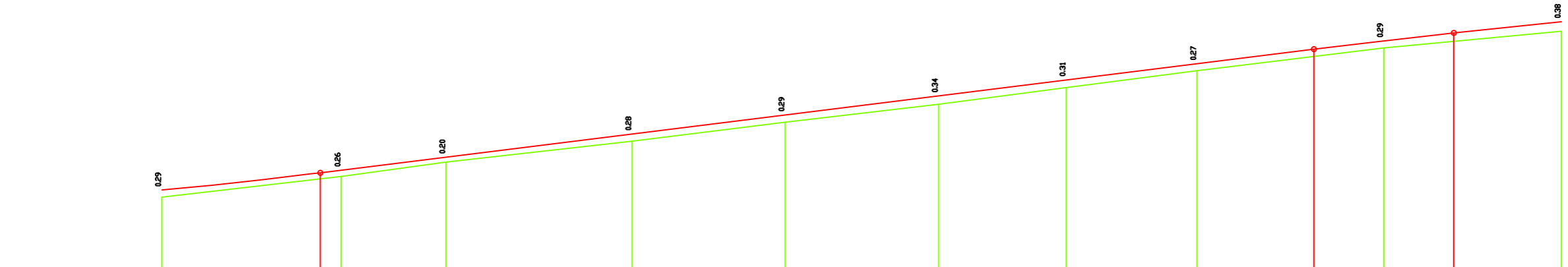


PLANCHE 7/15
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON

COTES TERRAIN	303.99	310.72	310.82	311.40	312.25	313.00	313.72	314.59	315.08	315.64	315.98	316.25	316.65
DISTANCES PARTIELLES		71.89	42	74.59	61.42	61.49	51.24	52.4	74.9		71.12		
DISTANCES CUMULEES	7877.65	7879.18	7879.54	7880.54	7896.13	7957.55	7959.04	7980.29	7982.69	7919.91	7920.59	7925.67	7927.71
COTES PROJET	310.28	310.97	311.08	311.60	312.53	313.29	314.06	314.70	315.53	315.93	316.27	316.58	317.03
DECLIVITES PROJET		R=2000 L=53.524		P=1.25%			J=157.535 L=561.062			L=398.33	P=3.000% L=56.165	P=1.06%	L=43.043
ALIGNEMENTS ET COURBES													

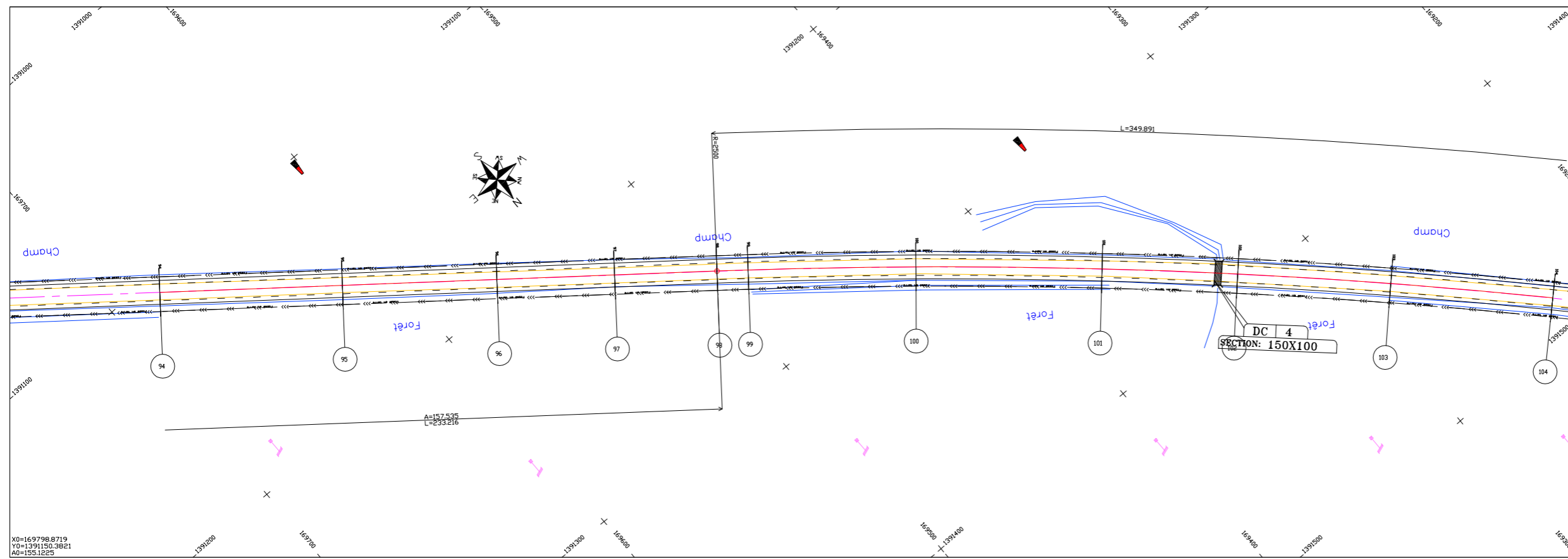


Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1
 Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)
 TRACE EN PLAN
 PROFIL EN LONG

Dessiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès
 Date: --/--/2021
 Echelle:

N°
 7



Légende	
	Ouvrages existants
	Dalots cadres
	Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
CAN	Caniveaux
	Bordures

ECHELLE 1/1000

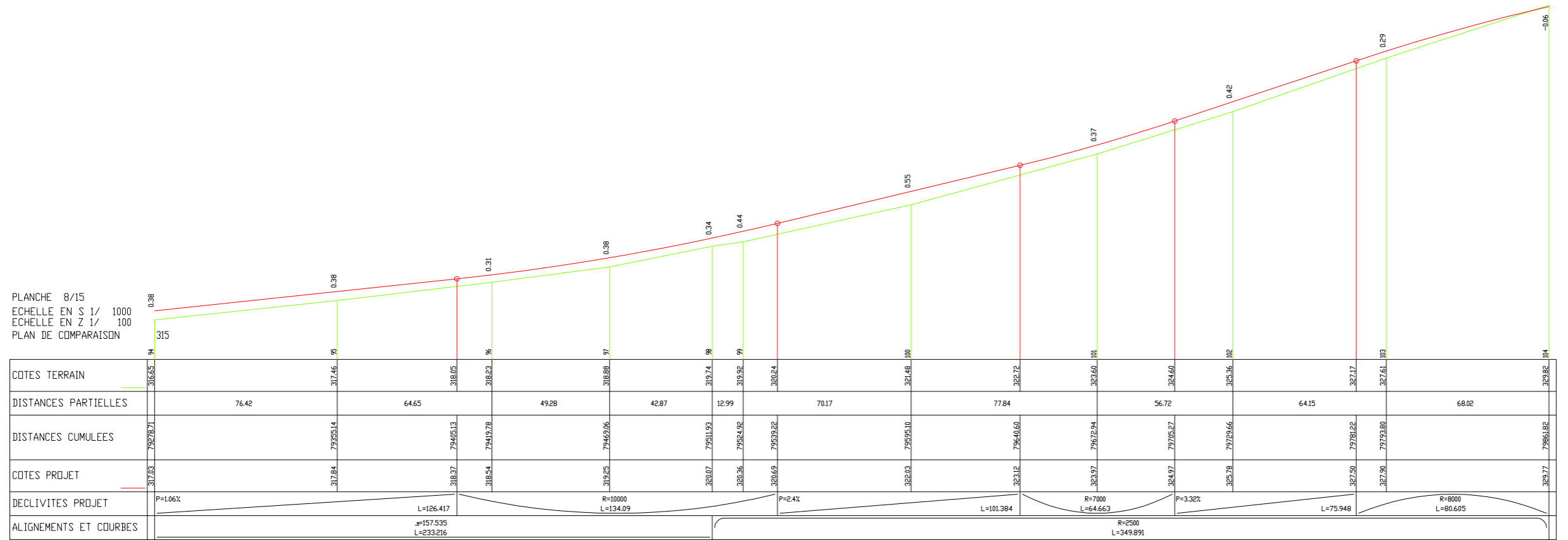


PLANCHE 8/15
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON

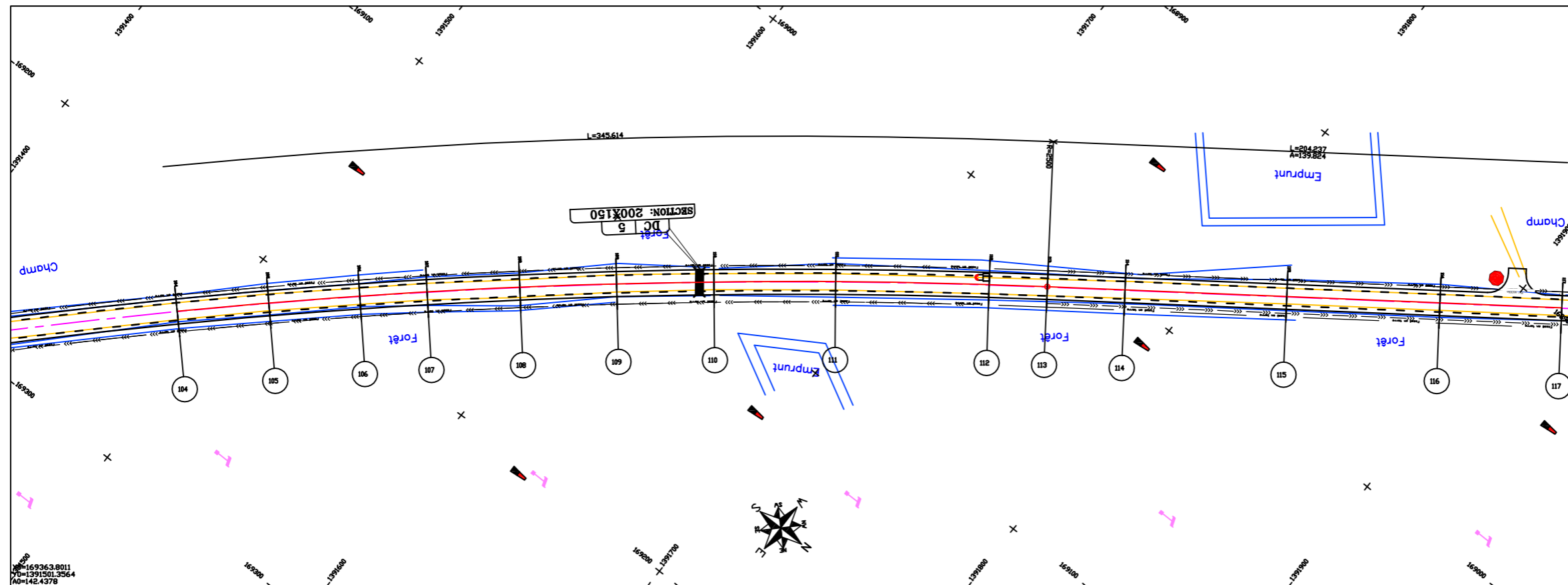


Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1
 Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)
 TRACE EN PLAN
 PROFIL EN LONG

Dessiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès
 Date: --/--/2021
 Echelle:

N°
 8



- Légende**
- Ouvrages existants
 - ▬▬▬ Dalots cadres
 - > Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
 - CAN Caniveaux
 - Bordures

ECHELLE 1/1000

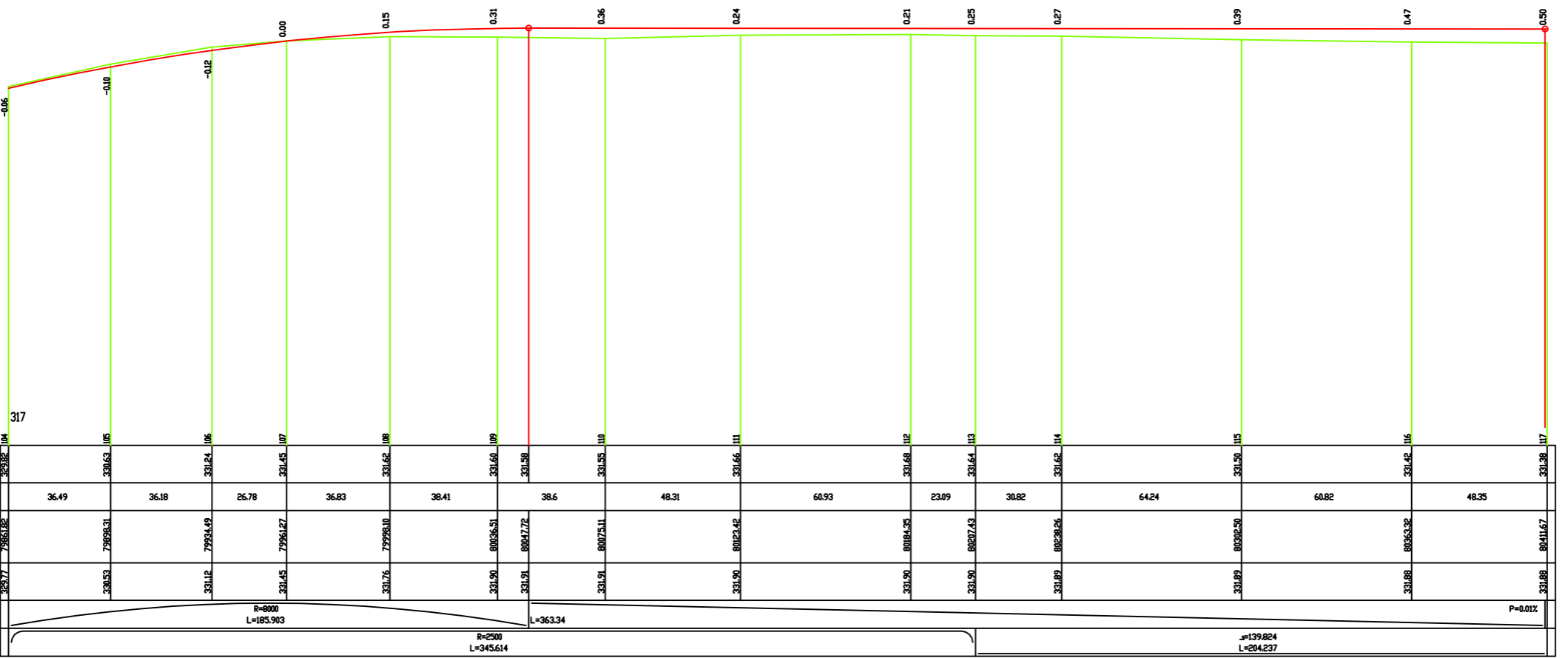


PLANCHE 9/15
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON



Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)

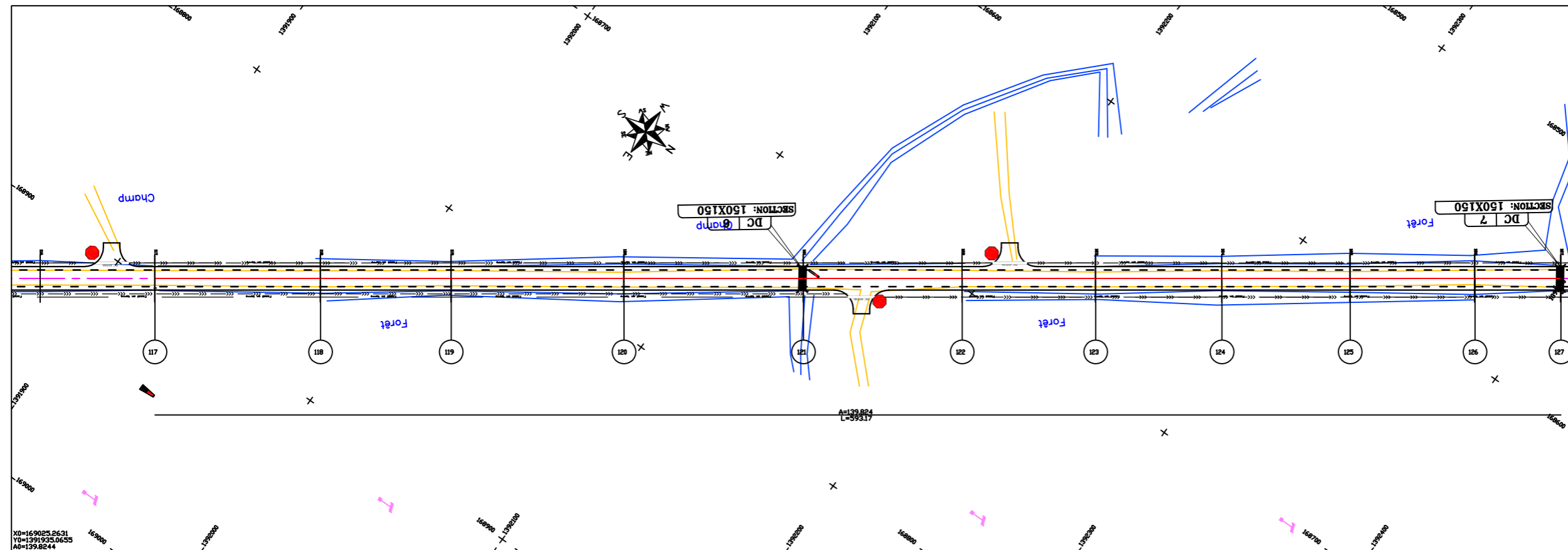
TRACE EN PLAN
 PROFIL EN LONG

Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

Date: --/--/2021

Echelle:

N°
 9



Légende

- Ouvrages existants
- ▬▬▬ Dalots cadres
- > Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
- CAN Caniveaux
- Bordures

ECHELLE 1/1000

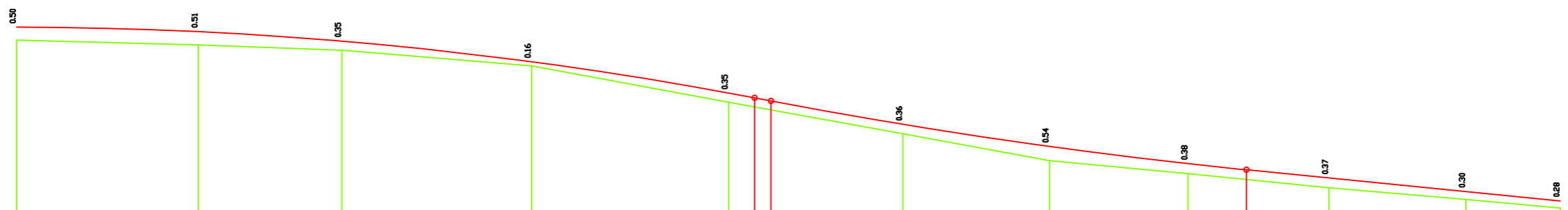


PLANCHE 10/15
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON

COTES TERRAIN	331.38	331.12	331.00	330.79	329.00	328.81	328.70	327.78	326.75	326.26	326.03	325.72	325.27	324.93
DISTANCES PARTIELLES	69.88	55.08	72.93	75.67	67	56.31	53.32	54.09	52.58	36.32				
DISTANCES CUMULEES	69.88	124.96	197.89	273.56	341.23	398.04	454.74	511.05	563.53	602.85	638.94	671.52	701.84	738.16
COTES PROJET	331.71	331.34	330.55	329.35	329.16	329.04	327.29	326.63	326.40	326.09	325.57	325.21		
DECLIVITES PROJET														
ALIGNEMENTS ET COURBES														

Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Agence d'Études d'Ingénierie et de Maîtrise d'Oeuvre

Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)

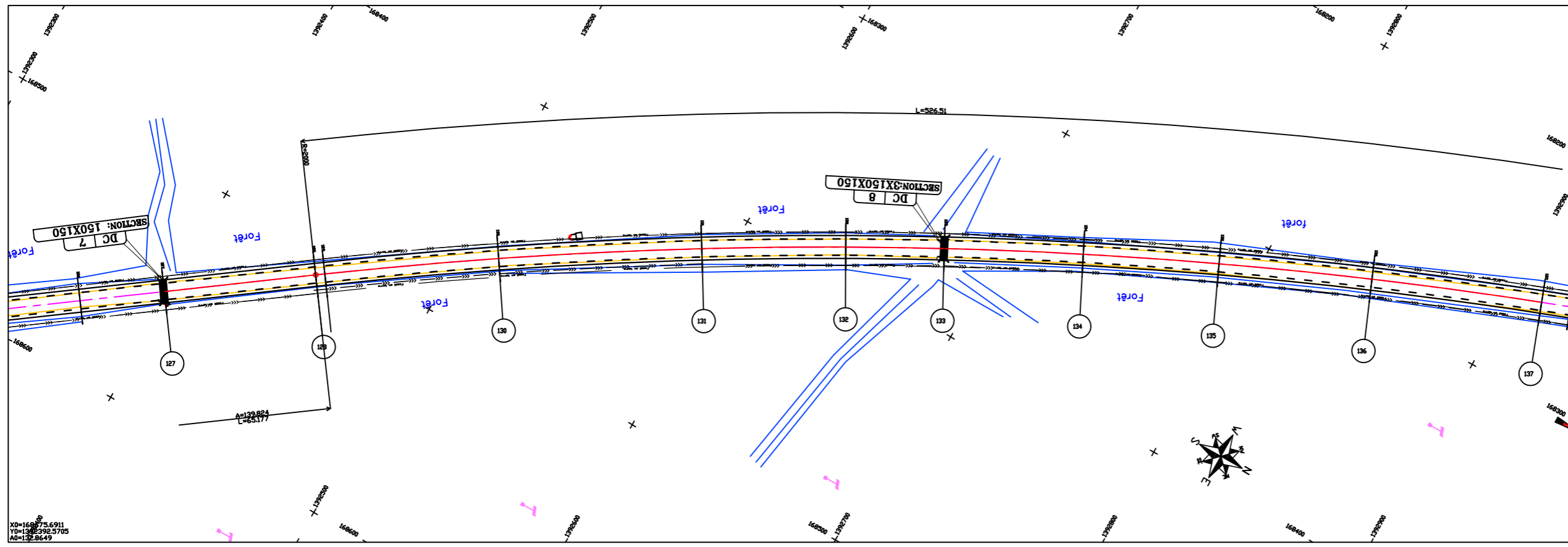
TRACE EN PLAN
 PROFIL EN LONG

Dessiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

Date: --/--/2021

Echelle:

N°
 10



Légende	
	Ouvrages existants
	Dalots cadres
	Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
	Caniveaux
	Bordures

ECHELLE 1/1000

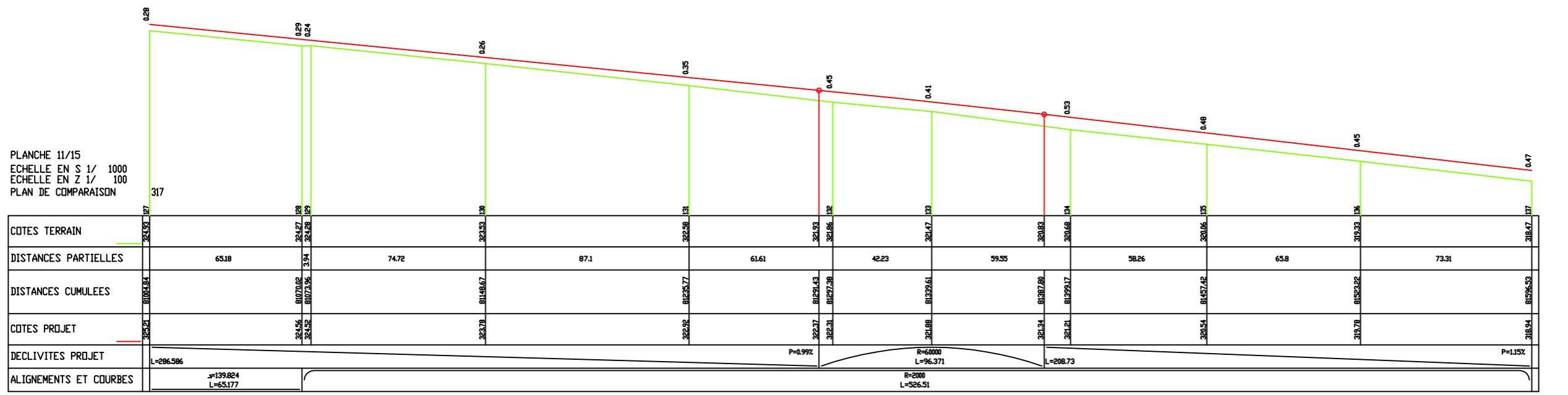


PLANCHE 11/15
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 100
PLAN DE COMPARAISON

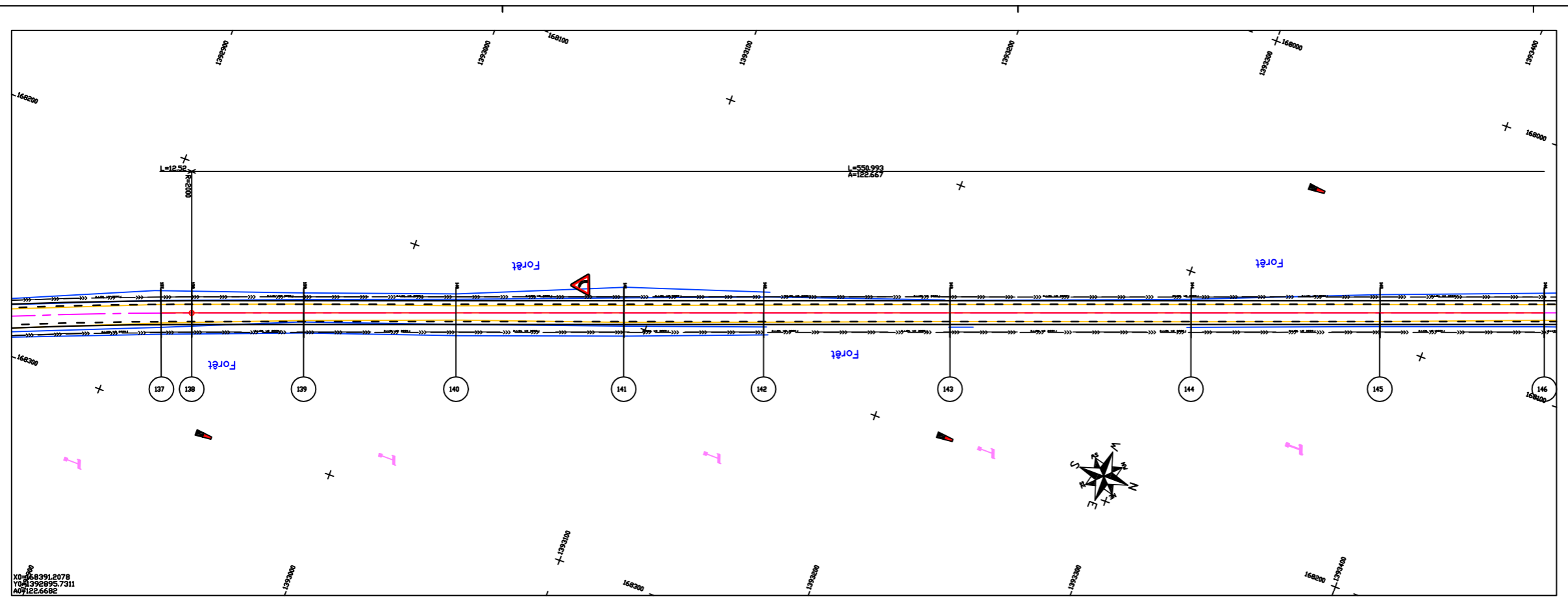


Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1
Etudes techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)
TRACE EN PLAN
PROFIL EN LONG

Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès
Date: --/--/2021
Echelle:

N°
11



Légende	
	Ouvrages existants
	Dalots cadres
	Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
	CAN Caniveaux
	Bordures

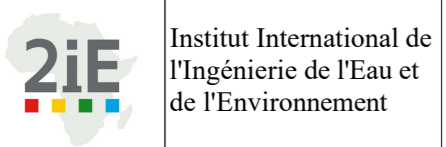
XD=158391.2078
YD=1392995.7311
A09122.6682

ECHELLE 1/1000



PLANCHE 12/15
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 100
PLAN DE COMPARAISON

COTES TERRAIN	318.37	318.44	317.85	317.15	316.44	315.73	314.84	313.93	313.72	313.13	312.58
DISTANCES PARTIELLES	12.52	45.66	62.02	68.35	56.99	75.91	98.17	76.96	66.94		
DISTANCES CUMULEES	81655.53	81699.05	81761.71	81830.06	81887.05	81963.04	82061.14	82159.10	82256.04		
COTES PROJET	318.33	318.80	318.27	317.56	316.77	316.15	315.31	314.58	314.43	313.78	313.23
DECLIVITES PROJET	L=242.223		P=1.15%		R=50000		L=158.445		L=162.845		P=0.83%
ALIGNEMENTS ET COURBES	$\rho=122.667$ $L=558.993$										

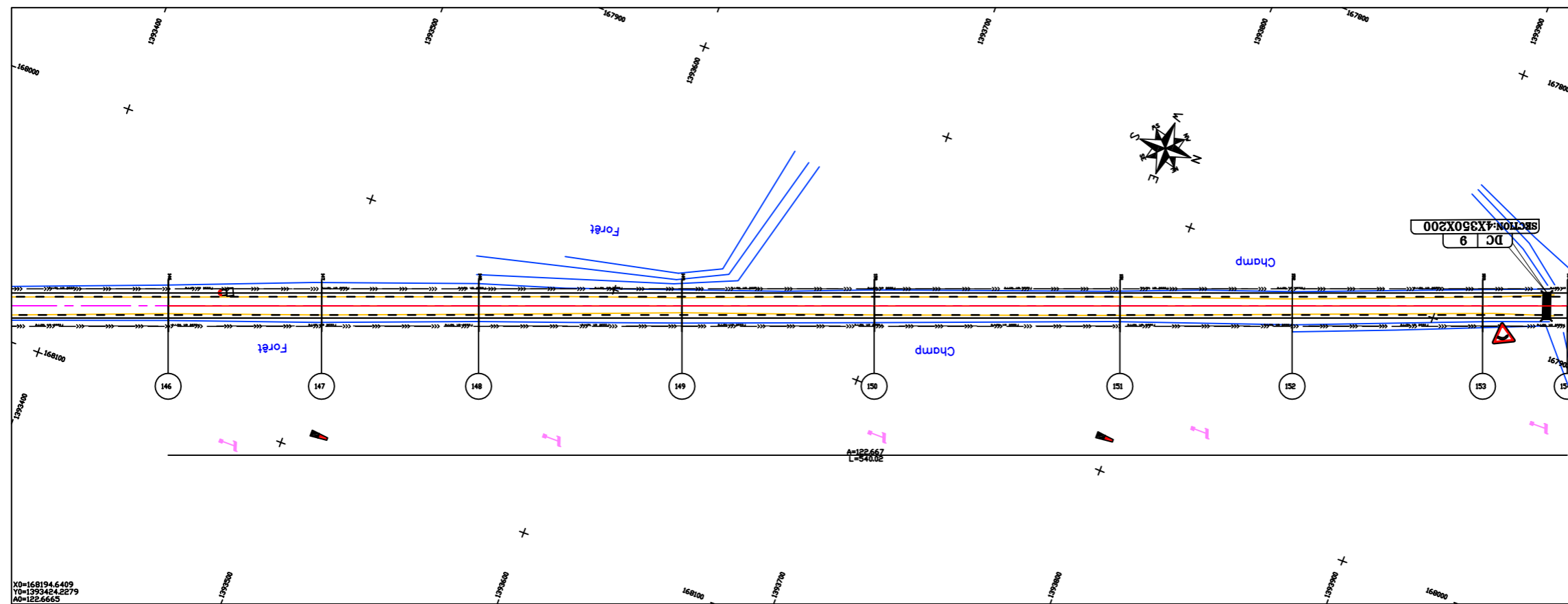


Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1
Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)
TRACE EN PLAN
PROFIL EN LONG

Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès
Date: --/--/2021
Echelle:

N°
12



X0=16194.6409
Y0=1393424.2279
A0=122.6665

ECHELLE 1/1000

Légende	
	Ouvrages existants
	Dalots cadres
	Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
CAN	Caniveaux
	Bordures

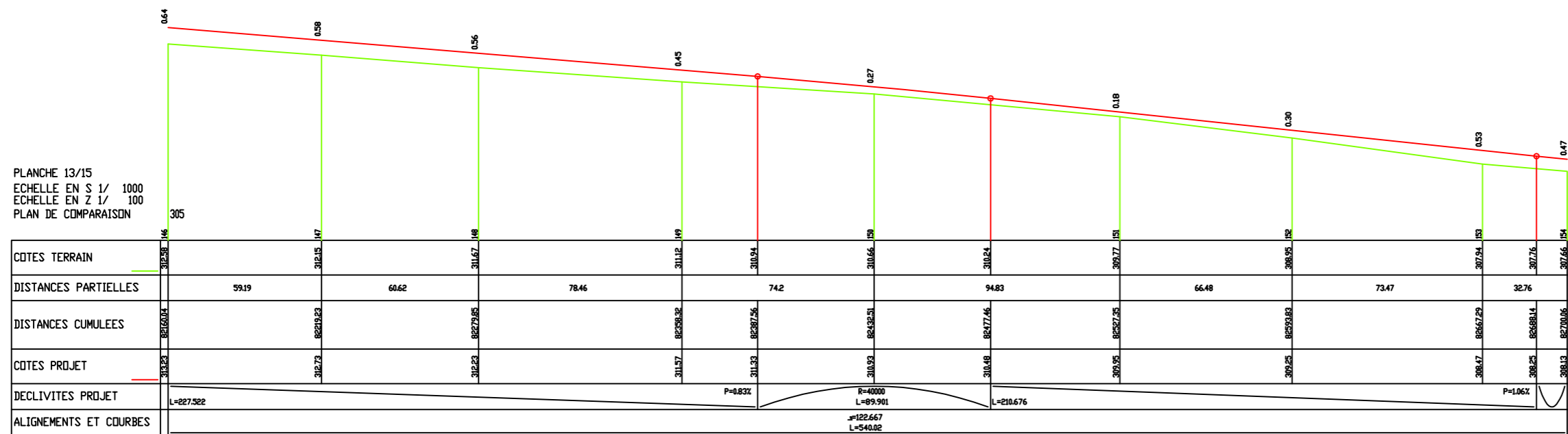


PLANCHE 13/15
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 100
PLAN DE COMPARAISON



Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement



Agence d'Études d'Ingénierie et de Maîtrise d'Oeuvre

Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)

TRACE EN PLAN
PROFIL EN LONG

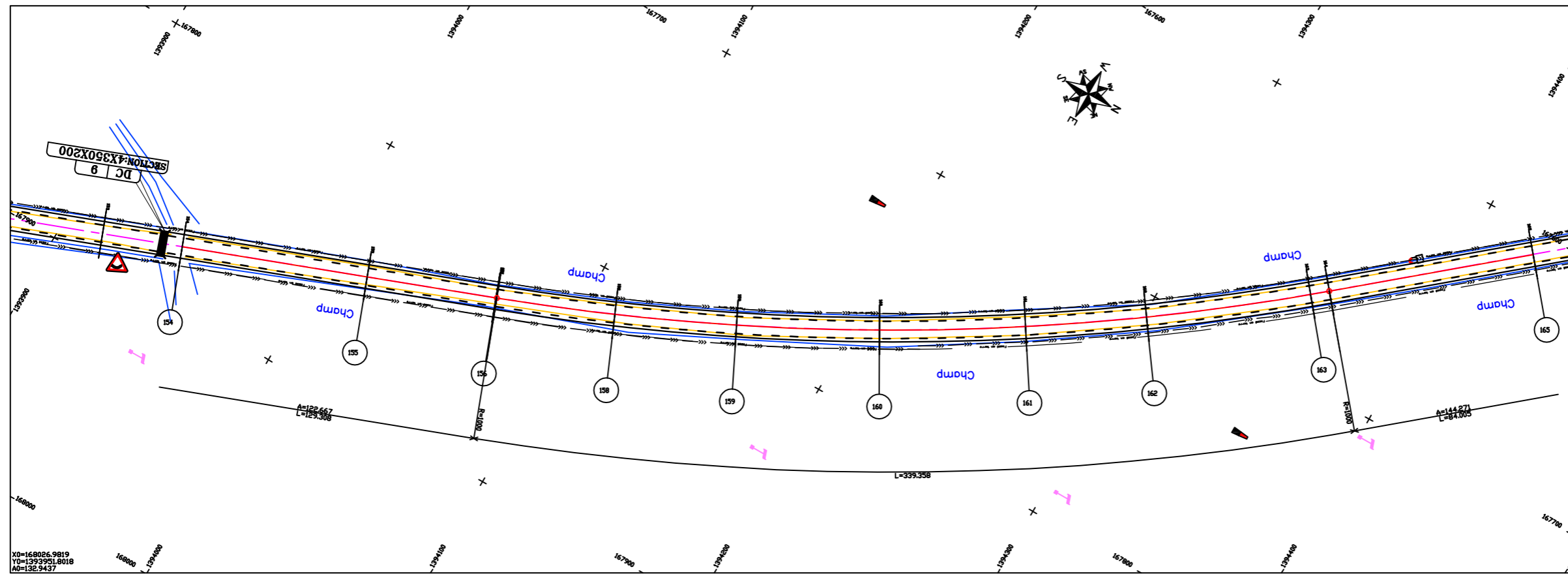
Dessiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

Date: --/--/2021

Echelle:

N°

13



Légende	
	Ouvrages existants
	Dalots cadres
	Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
	Caniveaux
	Bordures

XD=168026.9819
 YD=1333951.8018
 AD=132.9437

ECHELLE 1/1000

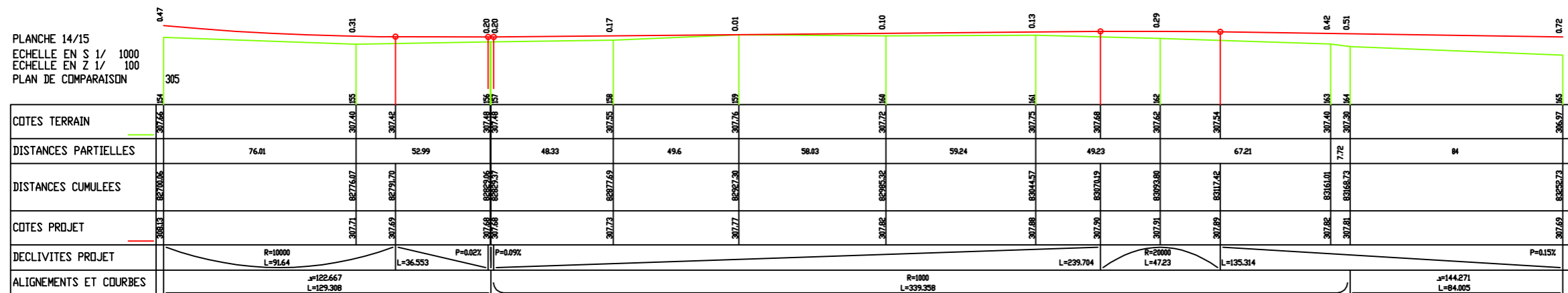


PLANCHE 14/15
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON

Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Agence d'Études d'Ingénierie et de Maîtrise d'Oeuvre

Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)

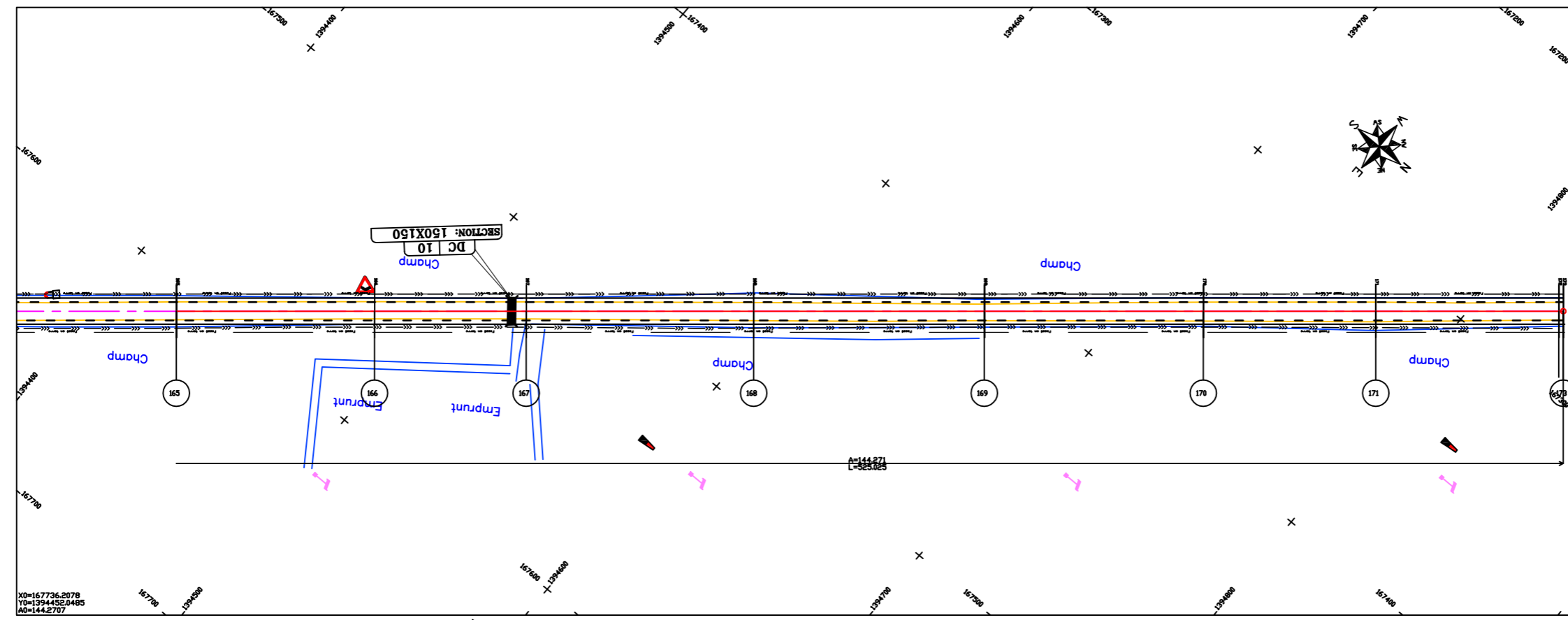
TRACE EN PLAN
 PROFIL EN LONG

Dessiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

Date: --/--/2021

Echelle:

N°
 14



X0=167736.2078
Y0=1394452.0485
A0=144.2707

ECHELLE 1/1000

Légende

- Ouvrages existants
- ▨ Dalots cadres
- Sens d'écoulement de l'eau longitudinalement à la chaussée
- CAN Caniveaux
- Bordures

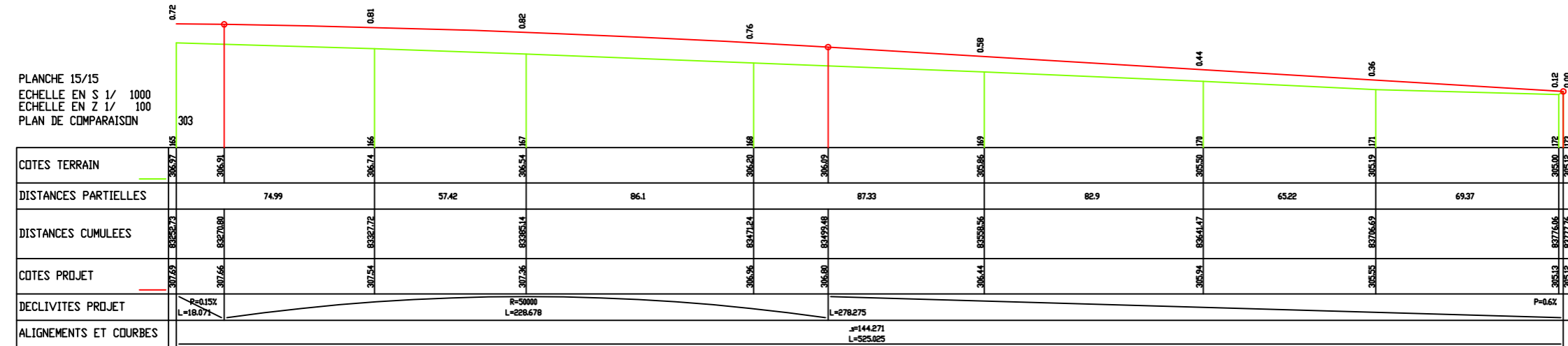


PLANCHE 15/15
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 100
PLAN DE COMPARAISON

COTES TERRAIN	306.97	306.91	306.74	306.54	306.20	306.09	305.86	305.50	305.19	305.00	305.12
DISTANCES PARTIELLES		74.99	57.42	86.1	87.33	82.9	65.22	69.37			
DISTANCES CUMULEES	83292.73	83270.80	83272.72	83285.14	83172.24	83159.48	83098.56	83041.47	82976.69	82975.06	82977.75
COTES PROJET	307.63	307.66	307.54	307.26	306.06	306.00	306.44	306.94	306.55	305.13	305.12
DECLIVITES PROJET	P=0.15%		R=50000 L=228.678				P=0.6%				
ALIGNEMENTS ET COURBES			A=144.271 L=525.025								

Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Agence d'Études d'Ingénierie et de Maîtrise d'Oeuvre

Projet d' Actualisation des études d'avant projet détaillé, contrôle et surveillance des travaux de construction et de bitumage du tronçon Fada N'Gourma-Bogandé (129 km)-lot1

Études techniques détaillées d'un tronçon de 8,6 km allant du PK 75+150 au PK 83 +750 de la route Fada N'Gourma-Bogandé

PLAN N°: IV (15 planches)

TRACE EN PLAN
PROFIL EN LONG

Déssiné par : NGUIPET FOKOU Ariane Inès

Date: --/--/2021

Echelle:

N°
15

V : PROFIL EN TRAVERS
COURANT

TRAVERS COURANT AU PK 75+182 - AGGLOMERATION -

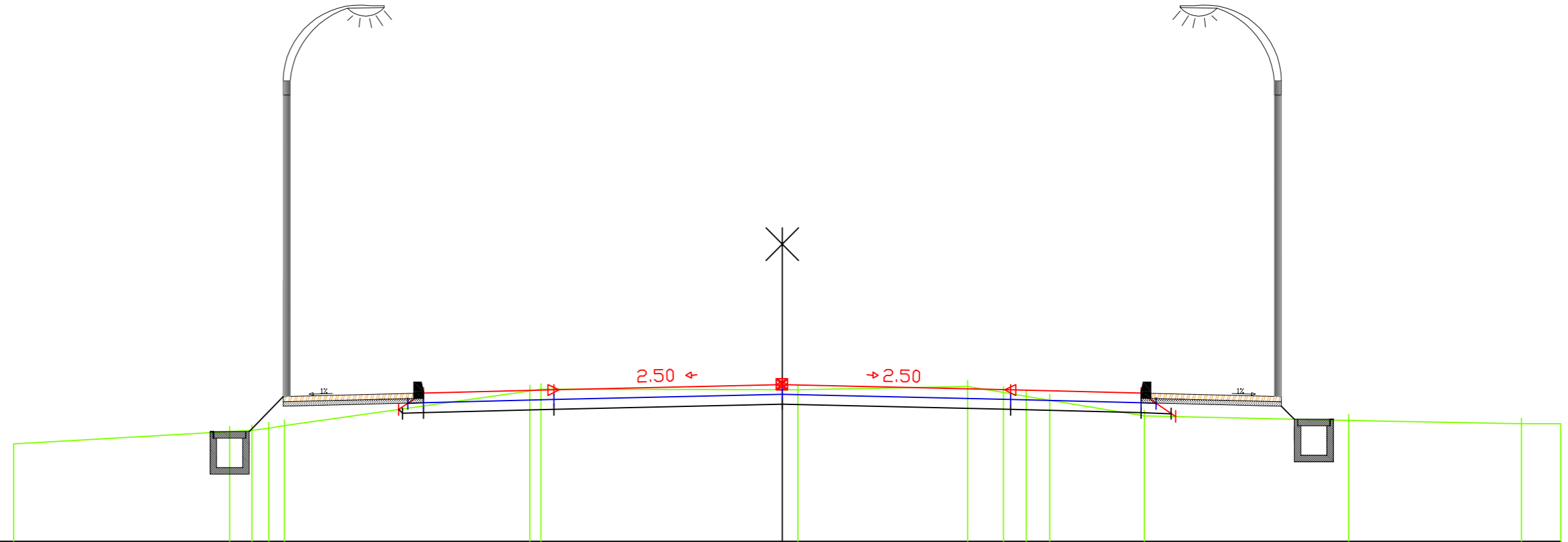
PROFIL 2

F.A.P.I.S

S = 75181.462
ZTN = 297.313
ZPRO = 297.399

ECHS=1/ 100
ECHZ=1/ 100
PC = 295.0

LICENCE : 3958



	DISTANCES		COTES	
TERRAIN		-11.78	296.49	
		-8.47	296.67	
		-8.12	296.69	
		-7.87	296.73	
		-7.62	296.76	
		-3.87	297.30	
		-3.70	297.32	
		0.24	297.31	
		2.84	297.37	
		3.39	297.28	
		3.75	297.22	
		4.10	297.16	
		5.55	296.92	
		8.68	296.85	
		11.34	296.79	
		11.93	296.80	
PROJET		-5.87	297.01	
		-5.50	297.26	
		-3.50	297.31	
		0.00	297.40	
		3.50	297.31	
		5.50	297.26	
		6.03	296.91	
FORME		-5.73	297.11	
		-5.50	297.11	
		-3.50	297.16	
		0.00	297.25	
		3.50	297.16	
		5.50	297.11	
		5.73	297.11	
ASSISE		296.95		
		296.96		
		297.01		
		297.10		
		297.01		
		296.96		
		296.95		

TRAVERS COURANT AU PK 80+482 - RASE CAMPAGNE -

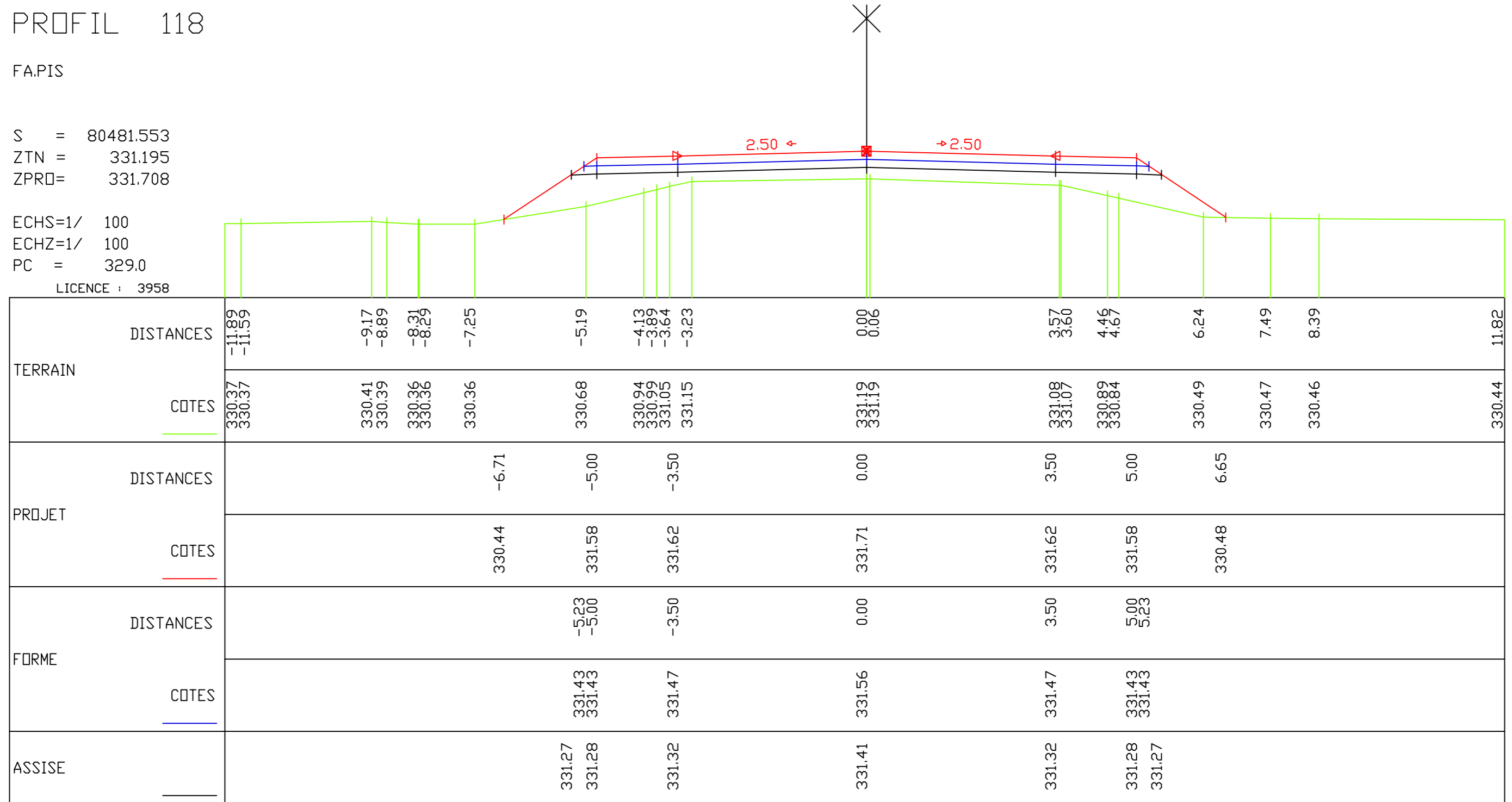
PROFIL 118

F.A.P.I.S

S = 80481.553
ZTN = 331.195
ZPRD= 331.708

ECHS=1/ 100
ECHZ=1/ 100
PC = 329.0

LICENCE : 3958



	DISTANCES		COTES										
	TERRAIN	-11.89 -11.59	-9.17 -8.89	-8.31 -8.29	-7.25	-5.19	-4.13 -3.89 -3.64 -3.23	0.00 0.06	3.57 3.60	4.46 4.67	6.24	7.49	8.39
	330.37 330.37	330.41 330.39	330.36 330.36	330.36	330.68	330.94 330.99 331.05 331.15	331.19 331.19	331.08 331.07	330.89 330.84	330.49	330.47	330.46	330.44
PROJET	DISTANCES		COTES										
			-6.71	-5.00	-3.50	0.00	3.50	5.00	6.65				
			330.44	331.58	331.62	331.71	331.62	331.58	330.48				
FORME	DISTANCES		COTES										
			-5.23 -5.00	-3.50	0.00	3.50	5.00 5.23						
			331.43 331.43	331.47	331.56	331.47	331.43 331.43						
ASSISE			331.27 331.28	331.32	331.41	331.32	331.28 331.27						

TRAVERS COURANT SUR L'OH1 2X300X200

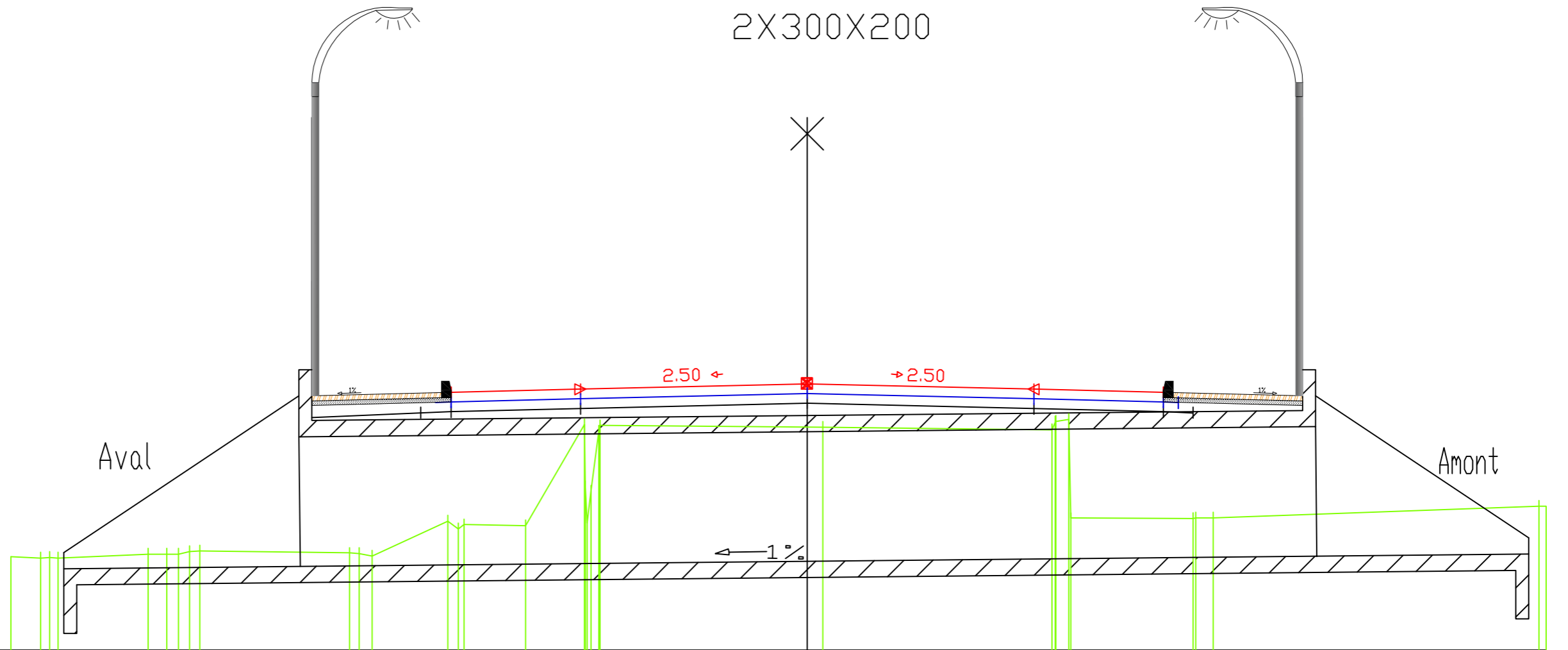
PROFIL 4

FAPIS

S = 75309.981
ZTN = 296.437
ZPRD = 297.110

ECHS=1/ 100
ECHZ=1/ 100
PC = 293.0

LICENCE : 3958



	DISTANCES		COTES	
	Left	Right	Left	Right
TERRAIN	-12.30 -11.83 -11.69 -11.57	-10.17 -9.89 -9.71 -9.54 -9.38	294.44 294.42 294.42 294.42	294.48 294.47 294.48 294.52 294.53
PROJET		-9.17 -8.17	294.52 295.19	296.97 297.02
		-5.50 -3.50	296.97 297.02	296.97 297.02
FORME		-5.73 -5.50	296.82 296.82	296.82 296.82
		-3.50	296.87	296.87
ASSISE		0.00	296.96	296.96
		3.50	296.87	296.87
		5.50 5.73	296.67 296.66	296.82 296.82
		7.29 8.29	295.78 295.11	295.78 295.11
		11.31 11.41	295.22 295.22	295.22 295.22