

**ETUDES TECHNIQUES DETAILLEES RELATIVES A LA
CONSTRUCTION ET LE BITUMAGE DU TRONÇON DE
ROUTE ALLANT DU PK 20+125 AU PK 25+910 ET DE SES
OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT DANS LE CADRE
DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE
DE LA ROUTE NATIONALE N°29 (RN29)**

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

OPTION : GENIE CIVIL

Présenté et soutenu publiquement le 04 juillet 2017 par

Marcos Rodrigue WANNON

Travaux dirigés par

Mme Marie Thérèse Marame GOMIS,

Assistante d'enseignement et de recherche à 2iE

M. Boris Arnaud Lancina BADO,

Chef de projet à AGEIM-IC

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr David BELLO

Membres et correcteurs : Mme Marie Thérèse GOMIS

M. Issa MADOUGOU

M. Seick Omar SORE

Promotion 2015 - 2016

CITATION

*“Ne me dites pas que ce problème
est difficile. S’il n’était pas difficile,
ce ne serait pas un problème”*

Maréchal Foch

DEDICACES

Je dédie ce présent mémoire à :

✓ *Mon père **Louis A. WANNON**,*

toi qui n'as jamais cessé de t'occuper ardemment de l'éducation de tes enfants, ce travail n'est qu'une réalisation de tes innombrables souhaits et un fruit non négligeable de tes efforts.

✓ *Ma mère **Martine SAMBA**,*

femme dévouée, toi qui as toujours consenti dans l'amour, des sacrifices pour la réussite de tes enfants. Puisse le Seigneur te bénir et t'accorder toutes ses grâces divines.

REMERCIEMENTS

L'homme est un être social, sa personnalité, sa valeur, ses œuvres sont inévitablement le résultat de nombreux sacrifices consentis par les membres de sa société. Sur ce, nos vifs et sincères remerciements vont à l'endroit de (des) :

- ✓ *Monsieur **Tiraogo Hervé OUEDRAOGO**, Directeur Général de AGEIM-IC pour nous avoir accepté dans sa structure ;*
- ✓ *Madame **Marie Thérèse MBENGUE**, notre directrice de mémoire, assistante d'enseignement à 2iE qui a consacré une bonne partie de son précieux temps pour le suivi de notre travail ;*
- ✓ *Monsieur **Boris Arnaud Lancina BADO**, notre maître de stage, chef de projet à AGEIM-IC pour sa disponibilité et sa probité ;*
- ✓ *Honorables **membres du jury** qui ont accepté d'apprécier notre travail malgré leurs diverses occupations ;*
- ✓ *Tout le **personnel de AGEIM-IC**, pour leur sympathie ;*
- ✓ *Madame **Aline KY** pour son aide inconditionnelle ;*
- ✓ *Toute ma famille et particulièrement ma grande sœur **Gisèle WANNON**, pour son soutien fraternel ;*
- ✓ *Mon ami **Sébastien Charles Dègla ADJOUNINHIN**, pour nous avoir montré le chemin de cette prestigieuse école (2iE) ;*
- ✓ *Tous mes camarades de 2iE et tous ceux qui de près ou de loin ont contribué valablement à l'aboutissement heureux de ce travail, trouvez ici l'assurance de notre gratitude.*

RESUME

Ce présent mémoire intitulé “ Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29) ” s’inscrit dans la stratégie cohérente et dynamique du gouvernement Burkinabé de développer le secteur du transport. L’étude a pour but de déterminer, concevoir et quantifier la nature des interventions et aménagements à appliquer sur ce tronçon pour des travaux de construction et de bitumage.

A base du TDR (Termes de Références) mis à notre disposition, nous avons pu faire : l’étude hydrologique et hydraulique, l’étude géométrique et structurale de la chaussée du tronçon, la conception générale des ouvrages et enfin l’estimation de cout du tronçon. Suite à ces différentes études menées minutieusement nous avons abouti à une route de première catégorie et de type T100 à structure souple (couche de base d’épaisseur 20 cm, couche de fondation d’épaisseur 20 cm, couche de roulement en enduit superficiel bicouche) comportant les ouvrages de franchissement suivants : 4 dalots cadres et un pont à poutre de 24,50 m de longueur.

Le cout global du tronçon est estimé à trois milliard deux cent cinquante-huit millions cinq cent soixante-quatorze mille deux cent quarante-huit francs CFA.

Mots clés

1. Route
2. Dalot cadre
3. Pont à poutre
4. Structure souple

ABSTRACT

This report entitled " Technical studies on the construction and the asphaltting of the section of the road from PK 20+125 to PK 25+910, as part of the construction and asphaltting of the National Road N ° 29 (RN29) " forms the coherent and dynamic strategy of Burkina Faso Government to develop the transport sector. The purpose of this study is to determine, conceive and quantify the nature of the operations and improvements to be applied to this section for construction and asphaltting works.

Based on the RT (Reference Terms) available to us, we were able to do the hydrological and hydraulic study, the geometrical and structural study of the pavement of the section, the general design of the structures and finally the estimation of the cost for the section. As a result of these serious studies we were leaded to the first category and T100 type of road, with a flexible structure (base layer 20 cm thick, foundation layer 20 cm thick, Thickness 3 cm) with the following crossing structures: 4 box scuppers and a 24.50 m long beam bridge.

The total cost of the section is estimated at three billion two hundred and fifty-eight million five hundred and seventy-four thousand two hundred and forty-eight CFA francs.

Keywords

1. Road
2. Boxed hydraulic culvert
3. Girder bridge
4. Flexible structure

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE	Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
AGEIM-IC	Agence d'Etudes d'Ingénierie et de Maitrise d'œuvres - Ingénieurs Conseils
BCEOM	Bureau Central d'Études pour les Équipements Outre –Mer
BAEL	Béton Armé Aux États Limites
CIEH	Comité Interafricain d'Études Hydrauliques
CEBTP	Centre Expérimental de Recherche et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics
ELS	État Limite de Service
ELU	Etat Limite Ultime
ES	Enduit Superficiel
FP	Fissuration Préjudiciable
FPP	Fissuration Peu Préjudiciable
GLN	Graveleux Latéritique Naturel
HA	Haute Adhérence
LCPC	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
PK	Point Kilométrique
PL	Poids Lourds
RDM	Résistance Des Matériaux
RD	Route Départementale
RN	Route Nationale

RR	Route Régionale
SETRA	Service d'Études Techniques des Routes et leurs Aménagements
TDR	Termes de Références
SCADD	Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable
PIDURMO	Projet d'Infrastructure de Développement Urbain et de Mobilité

SOMMAIRE

<i>CITATION</i>	i
<i>DEDICACES</i>	ii
<i>REMERCIEMENTS</i>	iii
<i>RESUME</i>	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
LISTE DES ABREVIATIONS.....	vi
SOMMAIRE.....	8
LISTE DES TABLEAUX.....	11
LISTE DES FIGURES	12
INTRODUCTION	13
CHAPITRE 1 : CONTEXTE ET SITUATION DU PROJET.....	14
I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D’ACCUEIL.....	14
II. CONTEXTE DU PROJET.....	14
II.1. Préambule	14
II.2. Les objectifs du projet	15
III. SITUATION DU PROJET	15
CHAPITRE 2 : ETUDES GEOMETRIQUES ET DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE	16
I. ETUDE GEOMETRIQUE DE LA CHAUSSEE	16
II. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE.....	17
II.1. Etude du trafic	17
II.2. Classe de la plateforme.....	18
II.3. Choix de la structure de chaussée.....	19
II.4. Vérification et Optimisation des couches dans Alizé LCPC.....	19
CHAPITRE 3 : ETUDE HYDROLOGIQUE.....	21
I. LA DELIMITATION DES BASSINS VERSANTS	21
II. CALCUL DES DEBITS DE CRUES	21
II.1. La méthode CIEH.....	21
II.2. La méthode ORSTOM.....	23
II.3. La méthode Rationnelle.....	24

CHAPITRE 4 : CONCEPTION GENERALE DES OUVRAGES ET ETUDE DE SIGNALISATION	26
I. CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES EXISTANTS	26
II. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE ET CALAGE DES DALOTS	26
II.1. Dimensionnement hydraulique des dalots	26
II.2. Calage des dalots	27
III. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE ET CALAGE DU PONT	27
III.1. Dimensionnement hydraulique du pont	27
III.1.1. Pré dimensionnement des poutres.....	27
III.1.3. Pré dimensionnement du hourdis.....	29
III.1.4. Pré dimensionnement des appuis intermédiaires	29
III.1.5. Pré dimensionnement des culées	30
III.1.6. Pré dimensionnement de la fondation.....	31
III.1.7. Les équipements.....	32
III.2. Le calage du pont	33
III.2.1. Calcul de la cote des plus hautes eaux	33
III.2.2. Calcul du remous h_1 * d'exhaussement	33
III.2.3. Le tirant d'air	36
III.2.4. Calcul de la côte intrados	36
III.2.5. Calcul de la cote projet	36
IV. CALCUL DES AFFOUILLEMENTS H_{af}	36
IV.1. La profondeur normale H_n d'affouillement due à la variation du débit.....	37
IV.2. La profondeur H_r d'affouillement due à la réduction de section du cours d'eau.....	37
IV.3. La profondeur H_l d'affouillement local due à la présence des piles	38
IV.4. Affouillement local au niveau des culées H_{lc}	38
IV.5. Protection des piles contre les affouillements.....	38
V. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DU PONT	40
V.1. Hypothèses de calcul et données	42
V.1.1. Règlements et instructions.....	42
V.1.2. Caractéristiques des matériaux	42
V.2. Calcul des sollicitations pondérées	44
V.3. Choix des armatures	45
VI. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DES DALOTS.....	45

VII. ETUDE DE SIGNALISATION	46
VII.1. L'importance de la signalisation routière	46
VII.2. Les catégories de signalisation	46
VII.2.1. La signalisation par panneaux	46
VII.2.2 La signalisation par balisage	49
VII.2.3. La signalisation par bornage.....	51
VII.2.4. La signalisation par marquage de chaussées	51
CHAPITRE 5 : LES PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX NEGATIFS, ENTRETIEN ROUTIER ET DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	55
I. LES PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX NEGATIFS	55
II. ENTRETIEN ROUTIER.....	56
III. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	59
CONCLUSION.....	61
BIBLIOGRAPHIE.....	62
ANNEXES.....	64

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Paramètres fondamentaux des routes.....	16
Tableau 2: Trafic total observé en 2016	17
Tableau 3: Classes de trafic pour le dimensionnement des chaussées.....	18
Tableau 4: Classes de portance des plateformes.....	18
Tableau 5: Résultat de la vérification et optimisation de la structure de chaussée	20
Tableau 6: Caractéristiques physiques des bassins versants.....	21
Tableau 7: Récapitulatif des débits calculés par la méthode CIEH.....	23
Tableau 8: Récapitulatif des débits calculés par méthode ORSTOM.....	24
Tableau 9: Récapitulatif des débits calculés par la méthode Rationnelle.....	24
Tableau 10: Récapitulatif des débits obtenus par les trois méthodes utilisées	25
Tableau 11: Ouvrages existants et retenus.....	26
Tableau 12: Section de dalot retenue	27
Tableau 13: Cote finale des dalots	27
Tableau 14: Choix du nombre de poutres en fonction de la largeur du tablier.....	28
Tableau 15: Epaisseur de l'hourdis en fonction de la distance entre axe.....	29
Tableau 16: Calcul du remous d'exhaussement	36
Tableau 17: Calcul des sollicitations pondérées	44
Tableau 18: Choix des armatures.....	45
Tableau 19: détails des différents panneaux utilisés sur le tronçon.....	46
Tableau 20: Détail des balises utilisées sur le tronçon	50
Tableau 21: Largeur des lignes de chaussée.....	51
Tableau 22: Types de ligne discontinues	52
Tableau 23: Longueur de la ligne d'annonce	53
Tableau 24: Impacts négatifs et mesures d'atténuation.....	55
Tableau 25: Causes de dégradation des routes et les remèdes.....	56
Tableau 26: Devis quantitatif et estimatif.....	59

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Situation géographique de la zone du projet (Source : Google image).....	15
Figure 2: Schéma de la structure de chaussée retenue	20
Figure 3: Remous d'exhaussement.....	34
Figure 4: Disposition de l'enrochement	39
Figure 5: Coupe transversale du tablier	40
Figure 6: Rendu du pont	41
Figure 7: Borne kilométrique utilisée sur le tronçon	51
Figure 8: Représentation de la ligne discontinue axiale et de rive	52
Figure 9: Représentation de la flèche de rabattement.....	53
Figure 10: Détails de représentation de la flèche de rabattement	54
Figure 11: Représentation de marquage pour piétons.....	54
Figure 12: Représentation de marquage pour dos d'âne.....	54

INTRODUCTION

L'existence des hommes sur terre suscite la construction des infrastructures. Les infrastructures de façon générale et celles routières en particulier permettent entre autre de communiquer et de franchir des obstacles. Elles sont considérées comme un des moyens efficaces pour l'amélioration des conditions de vie des populations et pour le développement socio-économique d'un pays. En s'inscrivant dans ce dynamisme le gouvernement burkinabé, avec le soutien de ses partenaires a donc lancé le projet faramineux (Le bitumage de Route Nationale n°29 (RN29) Manga – Zabré – Zoaga – Frontière du Ghana, d'un linéaire d'environ 104 km et la réhabilitation du tronçon de Route Régionale n°9 (RR9) Bagré – Dindéogo, d'un linéaire d'environ (40 km) et de la Route Départementale n°30 (RD30) Dindéogo – Zonsé, d'un linéaire d'environ 9 km) dont l'aboutissement permettra d'atteindre l'objectif global.

Ce document traite de “ *l'Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)* ”. Il porte sur le bitumage et la réhabilitation des routes dans le centre sud du Burkina.

Ce présent mémoire est subdivisé en cinq chapitres. Nous aborderons au chapitre un, la présentation du projet dans son ensemble ; au deuxième, l'étude géométrique et dimensionnement structural de la chaussée ; au troisième, l'étude hydrologique ; au quatrième la conception générale des ouvrages de franchissement (dalots et pont) et les signalisations routières. Enfin au chapitre cinq, les mesures d'atténuation face aux principaux impacts environnementaux négatifs, l'entretien routier et le devis quantitatif et estimatif du tronçon.

CHAPITRE 1 : CONTEXTE ET SITUATION DU PROJET

I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

AGEIM Ingénieurs Conseils est un bureau d'Ingénieurs Conseils. Il est reconnu sous le statut juridique de société à responsabilité limitée (SARL). Il intervient à tous les stades de l'élaboration des projets. Créé en janvier 2000, AGEIM Ingénieurs Conseils est situé au Burkina Faso, dans la ville de Ouagadougou à la cité 1200 logements 64 Rue 14.10 villas n°205 et 206. Il a pour objectif premier la satisfaction de la clientèle qui demeure sa principale préoccupation. Pour se faire, elle apporte sa modeste contribution au développement des pays de sa zone d'intervention.

II. CONTEXTE DU PROJET

II.1. Préambule

Dans le cadre de la Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable (SCADD), le gouvernement du Burkina Faso considère comme étant de la plus haute priorité, le désenclavement des zones productives. Ceci permet d'y valoriser les productions et d'accroître ainsi le revenu des populations rurales.

Le Burkina Faso bénéficie d'un appui de la Banque Mondiale pour le financement du Projet d'Infrastructure de Développement Urbain et de Mobilité (PIDURMO). Le projet vise à résoudre les contraintes de développement des infrastructures, de connectivité et de mobilité des centres urbains et leurs hinterlands. Il vise à aider les capitales régionales et leurs hinterlands ruraux à mieux valoriser leurs fonctions économiques selon leurs potentialités. De ce fait le projet apportera un appui à la mise en œuvre des différentes stratégies, politiques et schémas directeurs au niveau national. Ces stratégies ont toutes mis en exergue la problématique de la relation centres urbains et hinterlands dans le développement économique du pays. Le projet comprend :

- ✓ Le bitumage de la Route Nationale n°29 (RN29) Manga – Zabré – Zoaga – Frontière du Ghana, d'un linéaire d'environ 104 km ;
- ✓ La réhabilitation du tronçon de Route Régionale n°9 (RR9) Bagré – Dindéogo, d'un linéaire d'environ (40 km) et de la Route Départementale n°30 (RD30) Dindéogo – Zonsé, d'un linéaire d'environ (9 km).

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

II.2. Les objectifs du projet

L'objectif global du projet est de donner aux populations rurales de la zone du projet des moyens de participer plus activement au développement de l'économie locale et nationale.

Les objectifs spécifiques des travaux sont :

- ✓ Procéder à l'étude structurale de la chaussée
- ✓ Proposer et dimensionner les ouvrages de franchissements
- ✓ Evaluer le coût total du tronçon

III. SITUATION DU PROJET

La RN29 prend son origine dans la ville de Manga (fin du revêtement bitumineux) et se termine à la frontière du Burkina avec le Ghana, soit un linéaire d'environ 104 km. Le tronçon qui constitue l'objet de notre étude se trouve entre Manga et Zabré sur un linéaire d'environ 6 km. La Figure 1 nous donne un aperçu de la zone.

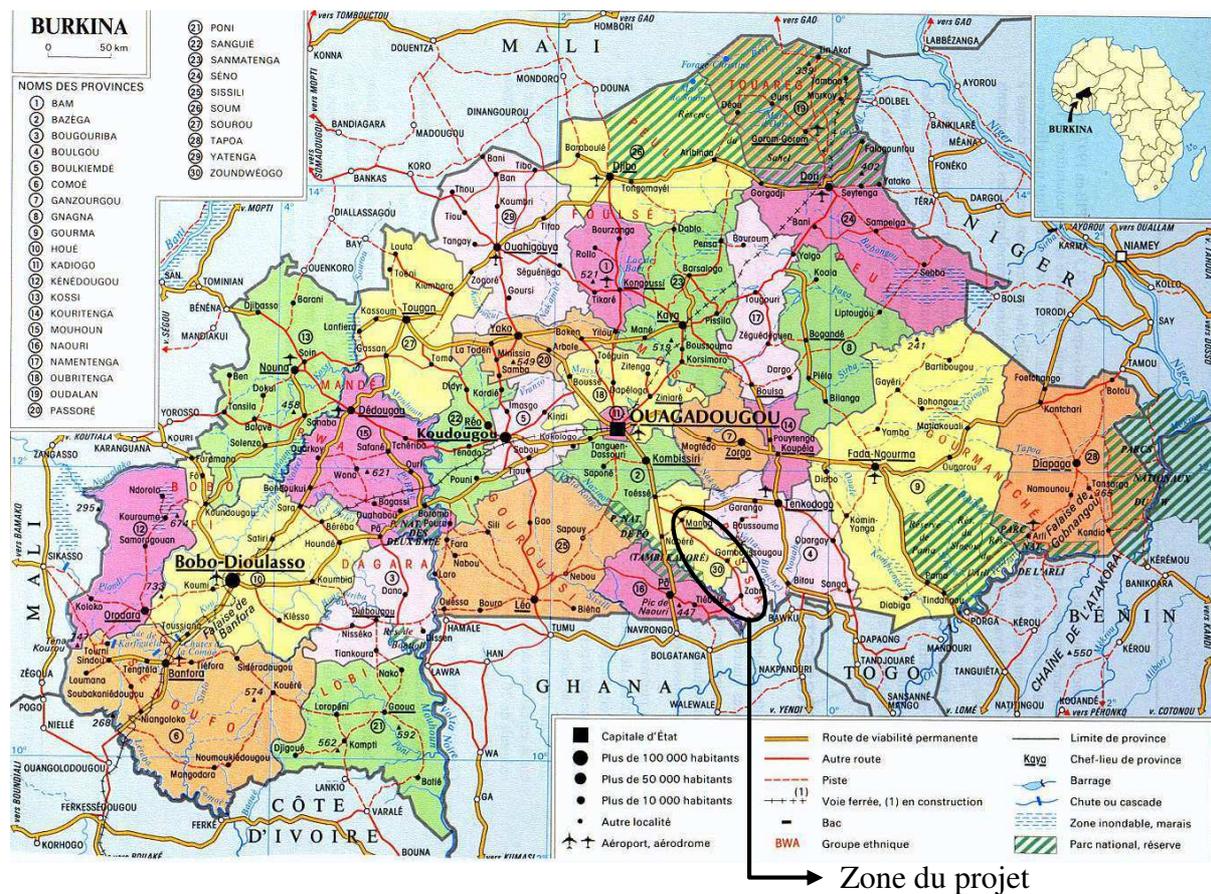


Figure 1: Situation géographique de la zone du projet (Source : Google image)

CHAPITRE 2 : ETUDES GEOMETRIQUES ET DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE

I. ETUDE GEOMETRIQUE DE LA CHAUSSEE

La vitesse de référence V_r de notre tronçon de route est de 100 km/h, nous avons alors une route de 1^{ère} catégorie et de type T100. Ces paramètres fondamentaux se présentent dans le tableau ci-dessous (Jean BERTHIER, 1991). (Rappelons que les données topographiques nous ont été fournies sous format numérique (fichier Autocad)).

Tableau 1: Paramètres fondamentaux des routes

Désignation du paramètre			Symbole et unité	Catégorie de route					
				4 ^e	3 ^e	2 ^e	1 ^e	Except.	
Vitesse de référence			V_r (km/h)	40	60	80	100	120	
Tracé en plan	Dévers maximal		δM (%)	7	7	7	7	7	
	Rayon en plan RH (m)	minimal absolu (dévers δM)	RH_m	40	120	240	425	665	
		minimal normal (dévers)	RH_N (δ %)	120 (5 %)	240 (5 %)	425 (5 %)	665 (4 %)	1 000 (4 %)	
		au dévers minimal (1)	RH'' (2,5 %) RH'' (2 %)	250 300	450 500	650 700	900 1 000	1 500 1 600	
		non déversé	RH'	400	600	900	1 300	1 800	
Déclivité maximale en rampe			πM (%)	8	7	6	5	4	
Profil en long	Rayon en angle saillant RV (m)	Chaussée unidirectionnelle (route à 4 voies ou à 2 chaussées)	minimal absolu	RV_{m_1}	500	1 500	3 000	6 000	12 000
			minimal normal	RV_{N_1}	1 500	3 000	6 000	12 000	12 000
		Chaussée bidirectionnelle (route à 2 ou 3 voies)	minimal absolu	RV_{m_2}	500	1 600	4 500	10 000	
			minimal normal	RV_{N_2}	1 600	4 500	10 000	17 000	
	Rayon en angle rentrant RV' (m)	minimal absolu		$RV_{m'}$	700	1 500	2 200	3 000	4 200
		minimal normal		$RV_{N'}$	1 500	2 200	3 000	4 200	6 000
	Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement minimale sur route à 2 ou 3 voies			RVD (m)	2 500	6 500	11 000	17 000	28 000
Paramètres cinématiques	Vitesse du véhicule		V (km/h)	40	60	80	100	120	
	Longueur de freinage		d_0 (m)	15	35	60	105	170	
	Distance d'arrêt en alignement		d_1 (m)	40	70	105	160	230	
	Distance d'arrêt en courbe		d_2 (m)	45	80	120	180	280	
	Distance de visibilité de dépassement	minimale	d_d (m)	150	250	325	400	500	
		normale	d_D (m)	250	350	500	625	800	
	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement		d_{Md} (m)	70	120	200	300	400	

(1) Le dévers minimal est 2,5 % pour une chaussée en béton bitumineux et de 2 % pour une chaussée en béton de ciment.

Les valeurs du tableau nous permettent de définir les différents tracés de notre tronçon (tracé en plan, profil en travers, profil en long et profil en perspective). Ils sont consignés à l'ANNEXE IX.

II. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE

II.1. Etude du trafic

Le trafic constitue un élément essentiel du dimensionnement des chaussées. Le trafic considéré est le trafic poids lourds du fait que leur agressivité est beaucoup plus importante que celle des véhicules légers.

Tableau 2: Trafic total observé en 2016

Véhicules	Catégorie	Trafic Total (TMJA)
Véhicule particulier	VL	72
Camionnette		11
Véhicules Tout Terrain		68
Minibus		103
Tricycle		30
Car		4
Camion 2 essieux (P11)	PL	37
Camions 3 essieux (P12, P13, P21, P22, P23)		5
Camion remorque (T11S1, T11S2, T11S3)		7
Semi-Remorque (T12S1, T12S2, T12S3)		5
Moto		2R
Vélo	853	
TOTAL	2235	

II.1.1. Le trafic en poids lourds à l'année de mise en service (2020)

$$T_{2020} = T_{2016} \times (1 + i)^{n2-n1}$$

Avec **n1** : l'année de comptage (2016)

n2 : l'année de mise en service (2020)

T₂₀₁₆ : le trafic moyen journalier à l'année de comptage (2016)

i : le taux de croissance géométrique (6%)

$$T_{2020} = 58 \times (1 + 0,06)^{2020-2016}$$

$$T_{2020} = 74 \text{ PL/j}$$

II.2.2 Le trafic cumulé Tc en poids pendant la durée de vie de la route

$$T_c = 365 \times T_{2020} \times \frac{[(1 + i)^n - 1]}{i}$$

Avec n : la durée de vie de la route (15ans)

$$T_c = 365 \times 74 \times \frac{[(1 + 0,06)^{15} - 1]}{0,06}$$

$$T_c = 628684 \text{ PL}$$

Nous pouvons alors choisir à partir du tableau proposé par (CEBTP, 1984), la classe T₂.

Tableau 3: Classes de trafic pour le dimensionnement des chaussées

Classes de Trafic	Trafic en Nombre Cumulé de PL
T ₁	< 500.000
T₂	500.000 < Trafic < 1.500.000
T ₃	1.500.000 < Trafic < 4.000.000
T ₄	4.000.000 < Trafic < 10.000.000
T ₅	10.000.000 < Trafic < 20.000.000

II.2. Classe de la plateforme

Cinq classes de sols ont été retenues par (CEBTP, 1984) et se présentent comme suit :

Tableau 4: Classes de portance des plateformes

Classes de Portance	Valeurs CBR
S ₁	CBR < 5
S ₂	5 < CBR < 10
S ₃	10 < CBR < 15
S₄	15 < CBR < 30
S ₅	CBR > 30

Les études géotechniques nous ont révélé une plateforme support de CBR égal à 20, ce qui nous conduit à une classe S₄

II.3. Choix de la structure de chaussée

En fonction de la classe de trafic et de la portance, nous avons à partir de l'abaque proposé par (CEBTP, 1984) (voir ANNEXE II) la structure suivante

- ✓ Enrobé Bitumineux de 4 cm ou Enduit superficiel tri couche
- ✓ Couche de Base en graveleux latéritique naturel de 15 cm
- ✓ Couche de Fondation en graveleux latéritique naturel de 20 cm

Au vu de ce choix nous pouvons dire qu'on a une structure de **chaussée souple** et la répartition des charges se fera de façon non uniforme.

II.4. Vérification et Optimisation des couches dans Alizé LCPC

Dans le but d'avoir une chaussée techniquement réalisable, résistante et économique, nous vérifions et optimisons dans la mesure du possible les différentes couches de notre chaussée. Nous utilisons pour ce faire le logiciel Alizé LCPC. Il s'agit après entrée des caractéristiques du trafic et des différentes couches, de comparer les déformations calculées à déformation admissible ($EpsZ_{calculé} < EpsZ_{admissible}$). Une attention particulière est portée sur le module des matériaux qui est étroitement lié au coût de réalisation. Les hypothèses d'entrée sont les suivantes :

- ✓ CAM : le coefficient d'agressivité moyen pris égal à 1
- ✓ Taux d'accroissement géométrique 6%
- ✓ Trafic cumulé Tc 628684 PL
- ✓ Module max fixé à 350 MPa
- ✓ Durée de vie 15 ans
- ✓ Coefficient A 16000
- ✓ Pente b -0,222

Le Tableau 5 nous présente les résultats obtenus

Études techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau 5: Résultat de la vérification et optimisation de la structure de chaussée

Type de couche	Épaisseur	$EpsZ_{calculé}$	$EpsZ_{admissible}$	Condition
Structure de chaussée brute				
Couche de base	15 cm	536,8	825,8	Non Vérifiée
		995,7		
Couche de fondation	20 cm	1229,9		
		590,5		
Plateforme	----	955,1		
Structure de chaussée optimisée				
Couche de base	20 cm	589,6	825,8	Vérifiée
		747,7		
Couche de fondation	20 cm	914,6		
		510,5		
Plateforme	----	817,2		

(Voir ANNEXE II pour le détail de la vérification et l'optimisation)

Notons que les enduits superficiels ne supportent aucune charge, à cet effet nous adoptons l'enduit superficiel proposé dans le TDR mis à notre disposition. La figure suivante nous montre la structure de chaussée proposée.

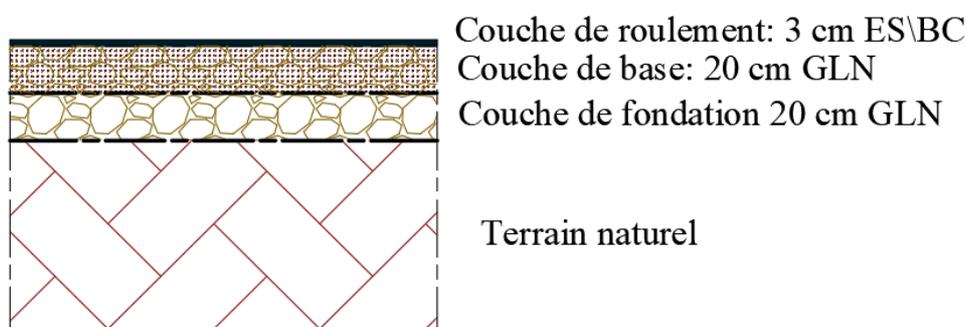


Figure 2: Schéma de la structure de chaussée retenue

Nous avons ainsi une structure de chaussée composée de :

- Couche de roulement en enduit superficiel bicouche d'épaisseur 3 cm
- Couche de base en graveleux latéritique naturel d'épaisseur 20 cm
- Couche de fondation en graveleux latéritique naturel d'épaisseur 20 cm

CHAPITRE 3 : ETUDE HYDROLOGIQUE

Elles nous permettent d'étudier la morphologie des bassins versants et d'évaluer les débits de crues décennales et centennales.

I. LA DELIMITATION DES BASSINS VERSANTS

La délimitation consiste à établir la limite des bassins versants, Google Earth et Global Mapper sont les logiciels utilisés dans le cas de notre étude. Le Tableau 6 nous présente les résultats obtenus.

Tableau 6: Caractéristiques physiques des bassins versants

Bassin Versant	Superficie	Périmètre	Zmax	Zmin	Longueur du plus long thalweg
BV1	0,601 km ²	5,089 km	303 m	289 m	0,661 km
BV2	17,557 km ²	24,646 km	327 m	278 m	6,332 km
BV3	0,891 km ²	5,131 km	300 m	280 m	1,216 km
BV4	0,183 km ²	2,419 km	290 m	282 m	0,158 km
BV5	7,880 km ²	16,308 km	328 m	283 m	4,109 km

II. CALCUL DES DEBITS DE CRUES

Afin de mieux évaluer ces débits, plusieurs méthodes ont été utilisées :

- ✓ La méthode CIEH
- ✓ La méthode ORSTOM
- ✓ La méthode Rationnelle

II.1. La méthode CIEH

Cette méthode a été proposée par Puech et Chabi-Gonni et constitue une alternative statistique des débits de crues. Elle est basée sur les caractéristiques physiques et hydrologique de 162 bassins versants présentées dans le recueil de Dubreuil (1972) sur les bassins représentatifs et expérimentaux d'Afrique tropicale. Elle s'applique à tous nos bassins versants. La formule pour le calcul du débit Q_{10} se présente sous la forme :

$$Q_{10} = a \times S^s \times P_{an}^p \times I_g^i \times Kr_{10}^k \times Dd^d \times P_{m10}^{pm}$$

Où a, s, p, i, k, d, pm... sont des coefficients à déterminer ; les coefficient des équations 40, 42 et 44 sont utilisés dans notre cas d'étude.

S est la superficie du bassin (km²)

I_g = (ΔZ/L) est l'indice global de pente (m/km)

ΔZ : Représente la dénivelée entre la côte en dessous des 5% de la superficie du BV (Z_{5%}) et la côte en dessous des 95% de la superficie du BV (Z_{95%}), en (m) et L la longueur du rectangle équivalent $L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$ (km).

P_{m10} : la précipitation décennale moyenne, $P_{m10} = A \times P_{10}$

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

P₁₀ : la précipitation ponctuelle décennale

P_{an} est la pluie annuelle moyenne (mm)

Kr₁₀ est le coefficient de ruissellement décennal et est obtenu par interpolation à partir de Kr₇₀ et Kr₁₀₀ (%).

RI est la classe d'infiltrabilité des bassins considérée dans le cas de notre étude

$$Kr_{70} = Kr_{100} = \frac{a'}{s+b'} + c'$$

Dd est la densité de drainage (km⁻¹)

(Voir ANNEXE III pour la détermination de ces différents paramètres)

Notons que la liste des paramètres à inclure dans la formule n'est pas limitative et le choix des équations est fait en fonction de la situation géographique des bassins versants.

Les débits obtenus se présentent comme suit :

Tableau 7: Récapitulatif des débits calculés par la méthode CIEH

Q ₁₀ (m ³ /s)				
BV	Equation 40	Equation 42	Equation 44	Moyenne
BV1	6,609	4,300	6,280	5,730
BV2	27,603	30,198	34,961	30,921
BV3	10,053	8,018	9,098	9,056
BV4	4,783	2,714	3,983	3,827
BV5	20,666	21,638	23,607	21,970

(Voir ANNEXE III pour le détail des calculs)

Rappelons que les différentes équations ont été choisies en fonction de la situation géographique de la zone du projet

II.2. La méthode ORSTOM

Mise au point par Auvray et Rodier en 1965 à partir des données de 65 bassins versants de superficies inférieures à 120 km², cette méthode s'applique aux bassins versants couvrant plus 10 km² jusqu'à 2500 km² en théorie pour la zone sahélienne et jusqu'à 1500 km² pour la zone tropicale sèche. Elle est donc appliquée au bassin versant BV2.

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

$$Q_{r10} = A \times P_{10} \times K_{r10} \times \alpha_{10} \times \frac{S}{T_{b10}}$$

T_{b10} : le temps de base correspond à la crue décennale en seconde $T_{b10} = a \times S^{0,36} + b$

α₁₀ : le coefficient de pointe correspondant à la crue décennale pris égal à 2,6 (Bulletin FAO d'irrigation et de drainage (54), 1996).

Q₁₀ = 1,03 × Q_{r10} (Bulletin FAO d'irrigation et de drainage (54), 1996)

Le Tableau ci-dessous nous donne les débits calculés

Tableau 8: Récapitulatif des débits calculés par méthode ORSTOM

BV	A	P ₁₀	Kr ₁₀	S (m ²)	α ₁₀	T _{b10} (s)	I _g	Q _{r10} (m ³ /s)	Q ₁₀ (m ³ /s)
BV2	0,847	0,098	0,268	17557000	2,6	58655,081	4,588	17,328	17,848

II.3. La méthode Rationnelle

Cette méthode s'applique aux petits bassins versants dont la superficie ne dépasse pas 4 km². Elle est donc appliquée dans le cas de notre étude aux bassins versant BV1, BV2 et BV3. La formule suivante nous permet de calculer le débit de crue décennale :

$$Q_{10} = \frac{1}{360} \times C_r \times I \times A$$

A : la superficie du bassin versant en ha

I : l'intensité de la pluie (mm/h), nous avons utilisé la formule de Montana $I = aT_c^{-b}$

a et b sont des coefficients de Montana respectivement 9,4 et 0,5 (coefficient fournis par notre structure d'accueil).

T_c : le temps de concentration, calcul dans le cas de notre étude par la formule de Kirpich,

$$T_c = \frac{1}{52} \times \frac{L_c^{0,77}}{p^{0,38}} \text{ en seconde}$$

P : la pente du bassin

L_c : la longueur du plus long thalweg

C_r : le coefficient de ruissellement $C_r = 1 - (C_1 + C_2 + C_3)$;

Le Tableau ci-dessous nous donne le récapitulatif de la méthode rationnelle.

Tableau 9: Récapitulatif des débits calculés par la méthode Rationnelle

BV	Q ₁₀ m ³ /s
BV1	2,075
BV3	2,319
BV4	1,294

(Voir ANNEXE III pour le détail des calculs)

Tableau 10: Récapitulatif des débits obtenus par les trois méthodes utilisées

Q ₁₀ m ³ /s			
BV	Méthode ORSTOM	Méthode rationnelle	Méthode CIEH
BV1	----	2,075	5,730
BV2	17,848	----	30,921
BV3	----	2,319	9,056
BV4	----	1,294	3,827
BV5	----	----	21,970

Dans l'optique de la sécurisation des ouvrages, nous optons pour le débit obtenu par **la méthode CIEH pour le calcul des différents ouvrages.**

Notons que le passage du débit décennal au débit centennale se fait par la formule suivante : $Q_{100} = C \times Q_{10}$; C est un coefficient majorateur pris égal à 2, une recommandation de l'ASEER (Association Européenne d'Etudes d'Equipements Ruraux), (JM. GRESILLON, P. HERTER, J.P. LAHAYE).

CHAPITRE 4 : CONCEPTION GENERALE DES OUVRAGES ET ETUDE DE SIGNALISATION

I. CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES EXISTANTS

Le tronçon étudié est une route en terre ordinaire (RTO). Comme ouvrages de franchissement existants, nous avons trois (03) buses, un (01) dalot et un (01) pont. D'après le document « *diagnostic des ouvrages existants* » (Voir ANNEXE VI) mis à notre disposition, les buses seront remplacées par des dalots, le dalot sera reconstruit et élargi et ensuite le pont sera remplacé. De ce fait, ces différents ouvrages seront calculés en fonction des débits obtenus dans les études hydrologiques.

Tableau 11: Ouvrages existants et retenus

Bassin versant	Débit projet (m ³ /s)	PK	Ouvrage existant	Ouvrage retenu
BV1	5,730 (Q10)	21+051	Buse	Dalot
BV2	61,841 (Q100)	22+583	Pont à poutrelle	Pont à poutre
BV3	9,056 (Q10)	22+864	Buse	Dalot
BV4	3,827 (Q10)	23+693	Buse	Dalot
BV5	21,970 (Q10)	24+749	Dalot	Dalot

II. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE ET CALAGE DES DALOTS

II.1. Dimensionnement hydraulique des dalots

Les dalots sont des ouvrages en béton armé de sections rectangulaires ou carrées. Ils sont sous chaussée et peuvent accueillir un remblai ou non. Pour le dimensionnement hydraulique des dalots, nous avons utilisé la méthode des grandeurs réduites proposée par (Nguyen VAN TUU, 1981). Les dalots sont en sortie libre et sont munis de murs en aile de forme trapézoïdale faisant un angle 45° avec l'axe. La méthode sera alors basée sur l'utilisation des abaques. Nous ne prévoyons pas de remblai sur nos dalots, de ce fait nous convenons d'adopter la même épaisseur pour le système tablier, piédroit et le radier $E = \frac{B}{15}$.

Le résultat issu des calculs se présente comme suit :

Tableau 12: Section de dalot retenue

PK	Ouvrage	Hauteur D (m)	Largeur B (m)	Section retenue	Epaisseur E (cm)
21+051	Dalot 1	1,5	2,5	1x2,5x1,5	20
22+864	Dalot 2	1,5	2,5	2x2,5x1,5	20
23+ 693	Dalot 3	1,5	2	1X2X1,5	15
24+749	Dalot 4	1,5	3	5x3x1,5	20

(Voir ANNEXE V pour le détail des calculs)

II.2. Calage des dalots

Il consiste à déterminer la côte finale des dalots nécessaire à leurs implantations.

Tableau 13: Cote finale des dalots

PK	Ouvrage	Hauteur D (m)	Epaisseur E (cm)	Côte radier (m)	Epaisseur couche de roulement (cm)	Niveau final des dalots (m)
21+051	Dalot 1	1,5	20	274,699	3	276,429
22+864	Dalot 2	1,5	20	262,099	3	263,829
23+ 693	Dalot 3	1,5	15	270,142	3	271,822
24+749	Dalot 4	1,5	20	266,498	3	268,228

III. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE ET CALAGE DU PONT

III.1. Dimensionnement hydraulique du pont

Le pont que nous prévoyons dimensionner est un pont à poutre défini selon les documents de prescriptions techniques. Sur la base des levés topographiques de la brèche, nous avons relevé son débouché linéaire évalué à 24,50 m.

III.1.1. Pré dimensionnement des poutres

✓ La hauteur H_p de la poutre

$$\frac{L}{17} \leq H_p \leq \frac{L}{15}$$

Avec L la portée de la poutre

$$\frac{12,25}{17} \leq H_p \leq \frac{12,25}{15}$$

$$0,72 \leq H_p \leq 0,82$$

Prenons $H_p = 0,80$ m

- ✓ L'épaisseur b_p de la poutre

$$0,25 H_p \leq b_p \leq 0,5 H_p$$

$$0,25 \times 0,80 \leq b_p \leq 0,5 \times 0,80$$

$$0,20 \leq b_p \leq 0,4$$

Prenons $b_p = 0,30$ m

La section de la poutre est alors de **30 x 80 cm²**

- ✓ Le nombre N_p de poutres

Le nombre N_p de poutre et leurs écartements dépendent de la largeur L_T du tablier. Le Tableau 14, proposé par (Jean Armand CALGARO, 2000) donne les différentes valeurs de N en fonction de la largeur.

Tableau 14: Choix du nombre de poutres en fonction de la largeur du tablier

Largeur du tablier (L_T)	< 6 m	6 m $\leq L_T$ < 9 m	9 m $\leq L_T$ < 11 m	11 m $\leq L_T$ < 14 m
Nombre de poutre (N_p)	2	3	4	5

- ✓ L'espacement $E_{spoutre}$ entre axe des poutres

$$E_{spoutre} = \frac{L_T}{N_p}$$

$$E_{spoutre} = \frac{10}{4}$$

$$E_{spoutre} = 2,5$$
 m

III.1.2. Les entretoises

Nous convenons de prendre la hauteur H_e égale à 60 cm, l'épaisseur b_e des entretoises est :

$$b_e \geq \frac{H_e}{3} \geq \frac{60}{3}$$

$$b_e \geq \frac{0,60}{3} \geq 0,20$$

Prenons $b_e = 0,20$

$b_e = 20$ cm. La section des entretoises est alors de 20x60 cm²

III.1.3. Pré dimensionnement du hourdis

L'épaisseur E_h de l'hourdis est déterminée en fonction de la largeur entre axe des poutres. Le Tableau 15, proposé par (Jean Armand CALGARO, 2000) donne les différentes valeurs en fonction de la largeur.

Tableau 15: Epaisseur de l'hourdis en fonction de la distance entre axe

Largeur entre axe (m)	2	2,5	3	3,5
Epaisseur (E_h)	16	18	20	22

Ainsi pour un $E_{spoutre} = 2,5$ m on a $E_h = 18$ cm ; prenons $E_h = 20$ cm

III.1.4. Pré dimensionnement des appuis intermédiaires

III.1.4.1. Les chevêtres

Nous convenons de prendre la longueur L_c du chevêtre égale à la largeur du tablier et la largeur l_c égale à 1,20 m. Selon (Dossier pilote SETRA PP73, 1977), la hauteur h_c doit être supérieure ou égale à 60 cm. Nous avons alors :

$$L_c = 10 \text{ m}$$

$$l_c = 1,20 \text{ m}$$

$$h_c = 0,80 \text{ m}$$

III.1.4.2. Les bossages

Nous prenons une hauteur 10 cm avec des débords de 5 cm par rapport à l'appareil d'appui.

III.1.4.3. Les appareils d'appui

Les appareils d'appui utilisés dans le cas de notre étude sont en élastomère fretté d'épaisseur 10 cm (Jean-Armand CALGARO, 2000).

III.1.4.4. Les piles

$$\phi_{pile} \geq 60 \text{ cm}; \text{ (Dossier pilote SETRA PP73, 1977)}$$

$$\text{Nous retenons } \phi_{pile} = 0,80 \text{ m}$$

Les colonnes sont placées au droit des appareils appuis et respectent la condition

$$2,5 \text{ m} \leq E_{spiles} \leq 5 \text{ m}$$

III.1.5. Pré dimensionnement des culées

Le pré dimensionnement des culées est fait selon les dispositions du (Dossier pilote SETRA PP73, 1977) et les indications données par (Jean-Armand CALGARO, 2000).

III.1.5.1. Le mur de front

$$0,80 \text{ m} \leq E_{mf} \leq 1,20 \text{ m}$$

Nous retenons $E_{mf} = 90 \text{ cm}$

III.1.5.2. Le mur en retour

L'épaisseur de mur en retour varie entre 30 cm et 45 cm

$$30 \text{ cm} \leq E_{mr} \leq 45 \text{ cm}$$

Nous retenons $E_{mr} = 30 \text{ cm}$

III.1.5.3. Le corbeau

Il est placé à 95 cm de l'arase supérieure du mur garde-grève et a une épaisseur de 30 cm

III.1.5.4. Le mur garde grève

La somme des différentes hauteurs suivantes représente la hauteur de notre mur garde grève.

Hauteur poutre : 0,80 m

Hauteur de l'hourdis : 0,20 m

Hauteur des appareils d'appui : 0,10 m

Hauteur du bossage supérieur : 0,10 m

Hauteur du bossage inférieur : 0,10 m

Hauteur H_{mg} mur grève donne 1,30 m

L'épaisseur E_{mg} , est donné par la formule suivante :

$$\text{Si } H_{mg} < 1 \text{ m} \rightarrow E_{mg} = 20 \text{ cm}$$

$$1 \text{ m} < H_{mg} < 2 \text{ m} \rightarrow E_g = 30 \text{ cm}$$

$H_{mg} = 1,30 \text{ m}$ donc $E_{mg} = 30 \text{ cm}$

III.1.5.5. La dalle de transition

Sa longueur L_d et son épaisseur E_d sont calculées comme suit :

$$L_d = \inf [6\text{m} ; \sup (3\text{m} ; 0,6H_r)], \text{ avec } H_r \text{ la hauteur du remblai.}$$

$$L_d = \inf [6\text{m} ; \sup (3\text{m} ; 0,6 \times (0,70 + 0,43))]$$

$$L_d = 3 \text{ m}$$

$$E_d = \sup(0,30 ; \frac{H_r}{8})$$

$$E_d = \sup(0,30 ; \frac{1.13}{8})$$

$$E_d = 30 \text{ cm}$$

III.1.6. Pré dimensionnement de la fondation

III.1.6.1. Les pieux

D'après (Dossier pilote SETRA PP73, 1977) le diamètre ϕ_{pieux} est fonction de la longueur et du domaine d'emploi. Les études géotechniques nous permettent d'évaluer la longueur L_{pieux} à 9,5 m. L_{pieux} étant comprise entre 8 m et 15 m, nous choisissons d'exécuter nos pieux en place. A cet effet :

$$\phi_{pieux} = \frac{L_{pieux}}{20}$$

$$\phi_{pieux} = \frac{9,5}{20}$$

$$\phi_{pieux} = 47,5 \text{ cm} ; \text{ nous retenons } \phi_{pieux} = 60 \text{ cm.}$$

Nous choisissons deux (02) files de 4 Pieux

III.1.6.2. La semelle de liaison

✓ La largeur B_s de la semelle

$$B_s = 5 \times \phi_{pieux}$$

$$B_s = 5 \times 0,60$$

$$B_s = 3 \text{ m}$$

Soit b_s l'espacement entre axe pieux suivant la largeur B_s

$$b_s = 3 \times 0,6 = 1,80 \text{ m}$$

✓ La hauteur H_s de la semelle

$$H_{smin} = 1,4 \times \phi_{pieux} \text{ et } H_s \geq 60 \text{ cm}$$

$$H_{smin} = 1,4 \times 0,60$$

$$H_{smin} = 0,84$$

Nous retenons $H_s = 85 \text{ cm}$

✓ La longueur L_s de la semelle

$$L_s = (3n - 1)\phi_{pieux} \text{ avec } n \text{ le nombre de pieux dans une file}$$

$$L_s = ((3 \times 4) - 1) \times 0,60$$

$$L_s = 6,6 \text{ m}$$

III.1.7. Les équipements

III.1.7.1. Les trottoirs

Ils ont une largeur de 1,5 m, une épaisseur de 20 cm et ont pour rôle la protection des piétons en les isolant de la circulation des automobiles.

III.1.7.2. Le revêtement du tablier

- ✓ L'étanchéité

Dans le cas de notre étude, elle est en feuilles préfabriquées comportant une couche de bitume modifié par un polymère et une armature. La feuille est collée à la dalle en béton par fusion partielle du liant de la feuille sur un enduit d'imprégnation à froid.

- ✓ La Couche de roulement

Elle est en enrobé bitumineux d'épaisseur 5 cm.

III.1.7.3 Les joints de chaussée

Le tablier, sous l'effet des charges et de la chaleur se dilate, il est donc judicieux de calculer le soufflé afin de choisir le joint le mieux adapté. Dans le cas de notre étude, seul la composante longitudinale est prise en compte. Nous allons donc utiliser la méthode de calcul proposée par (Jean-Armand CALGARO, 2000).

$$S_l = \Delta_l + \varepsilon_r + Q_e \text{ avec } \Delta_l = L\lambda\Delta_T$$

Δ_l : La variation de la longueur (longueur du tablier 24,5 m)

ε_r : La déformation différée due au retrait (-5×10^{-4} en climat sec)

Δ_T : La variation de la température ($47,2^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}$)

Q_e : Actions dues au charges d'exploitation prises égales à 10 mm

L : La longueur dilatable

λ : Coefficient de dilation (10^{-5} pour les ouvrages en béton)

$$\Delta_l = 24500 \times 10^{-5} \times (47,2 - 10) = 9,114$$

$$S_l = 9,114 + (-5 \times 10^{-4}) + 10$$

$$S_l = 19,11 \text{ mm}$$

Nous retenons alors **le joint à hiatus**. Il est constitué de deux profilés en acier, en alliage d'aluminium, voir en élastomère, et le vide entre ces deux profilés est occupé par un profilé en élastomère ou en mousse d'élastomère. Le rôle de ce dernier profilé est uniquement d'assurer l'étanchéité du joint. La fixation des deux parties du joint est généralement réalisée par des boulons (verticaux, inclinés ou même horizontaux selon les modèles).

III.1.7.4 Les dispositifs de retenue

Ils sont l'un des éléments importants de notre étude puisqu'ils touchent à la sécurité des usagers. Nous avons, à cet effet opté pour **la barrière BN4** avec un niveau de performance **H2**. La barrière étant ancrée dans les encorbellements latéraux des tabliers, elle permet de retenir les véhicules en cas de chute et participe à l'esthétique de l'ouvrage (Jean-Armand CALGARO, 2000).

III.1.7.5. Les Perrés

Au-delà de leur rôle d'esthétique, les perrés assurent la protection des talus de remblai contre les effets de l'érosion par les eaux de ruissellement. Ils sont en pavés dans le cas de notre étude.

III.1.7.6. L'évacuation des eaux

Dans le but d'assurer la sécurité des usagers et de rendre durable notre ouvrage, un système composé de gargouilles métalliques et de PVC ($\varnothing 100$) est prévu pour assurer l'évacuation des eaux.

III.2. Le calage du pont

Il consiste à déterminer les différentes côtes de l'ouvrage.

III.2.1. Calcul de la cote des plus hautes eaux

Cote PHE = Cote fond + PHE

Côte PHE = $258,399 + 1,80 = 260,199$

Côte PHE = 260,199 m

III.2.2. Calcul du remous h_1^* d'exhaussement

La méthode utilisée dans le cas de notre étude est celle du Bureau of Public Roads des USA élaborée d'après des essais sur modèles. On suppose que le phénomène du remous est

dans le cas du lit simple. Soit un lit rectangulaire où l'écoulement est uniforme avant l'implantation du pont. Suite à l'existence d'une obstruction (pont), l'écoulement devient perturbé et on constate un exhaussement léger à l'amont de l'ouvrage. Sur la Figure 3, vue de dessus, on représente l'écoulement perturbé.

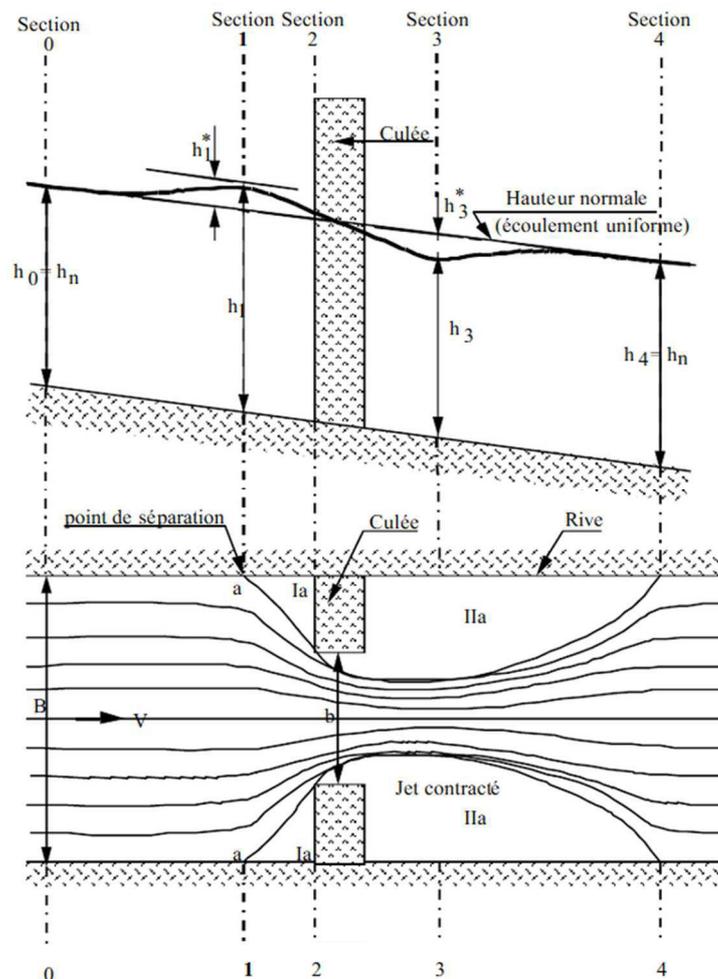


Figure 3: Remous d'exhaussement

On constate que dans la partie centrale de l'écoulement, la direction des lignes de courant est peu altérée, alors qu'à proximité des rives, elles se décollent des bords au point "a" (point de séparation), pour converger vers la contraction. Elles laissent des zones "Ia" dites de "zones de séparation" qui sont le siège de grandes turbulences. Après la section 2, où les lignes de courant pénètrent dans la contraction, elles continuent à converger légèrement en se décollant de la culée, jusqu'à la section 3, à partir de laquelle elles divergent pour occuper de nouveau, à la section 4, toute la largeur de la rivière. De nouvelles zones de séparation "IIa" sont ainsi créées. Sur la même, coupe longitudinale, on voit que la perturbation apportée par la

contraction commence en amont en une section 0, à partir de laquelle l'eau monte (par rapport à la hauteur normale) jusqu'à un maximum (qui mesure l'importance du remous). Ce maximum est atteint à la section 1, légèrement en amont de contraction, au niveau du point de séparation "a". La surface libre de l'écoulement commence alors à redescendre pour atteindre son point le plus bas à la section 3. Elle remonte de nouveau jusqu'à retrouver la hauteur normale. C'est dans la section 3 que les vitesses passent par un maximum.

Le remous est alors calculé par la formule $h_1^* = h_1 - h_0$

$$h_1^* = h_1 - h_0 = K^* \times \frac{V_a^2}{2g}$$

avec

h_0 : le tirant d'eau dans la section considérée avec rétrécissement au niveau du pont (PHE).

h_1 : le tirant d'eau maximum juste en amont du pont.

V_a : la vitesse moyenne au niveau du pont ($V_a = V = Q_{100}/b \times h_0$)

K^* : le coefficient calculé à partir des abaques selon la décomposition suivante : $K^* = K_b + K_p + K_e$

K_b : le coefficient de base, calculé en fonction du coefficient d'obstruction $M = b/B$

B : la largeur du cours d'eau (35,66 m)

b : la largeur entre culées (24,50 m)

K_e : le coefficient correcteur dû à l'excentricité e

$$e = \left(1 - \frac{qc}{qa}\right) \text{ lorsque } qc < qa \text{ ou } e = \left(1 - \frac{qa}{qc}\right) \text{ lorsque } qa < qc$$

$K_p = K_0 \times \sigma$ le coefficient rendant compte de l'effet d'obstruction des piles, fonction de j (coefficient d'obstruction des piles, $j = n \times E_p/b$), du type pile et de M . $K_p = K_0 \times \sigma$

E_p : épaisseur de la pile

n : nombre de piles

K_0 : est fonction j

σ : est fonction de M

(Voir ANNEXE V pour la détermination de ces différents coefficients).

Tableau 16: Calcul du remous d'exhaussement

Q ₁₀₀	B	b	M	h ₀	V _a	K _b	E _p	n	j	σ	K ₀	K _p	e	K _e
61,842	35,66	24,5	0,69	1,8	1,40	0,61	0,8	1	0,033	0,91	0,3	0,273	0	0
$K^* = 0,883$														
$h_1^* = 0,09 = 9 \text{ cm}$														

III.2.3. Le tirant d'air

Dans le but de réduire les risques d'obstruction du débouché du pont, on a prévu un tirant égal à 1,5 m. (Nguyen VAN TUU, 1981).

III.2.4. Calcul de la côte intrados

La côte intrados ou cote sous poutre, elle est obtenue de la manière suivante :

Côte intrados = Côte PHE + Remous + Tirant d'air

Côte intrados = 260,199 + 0,09 + 1,5 = 261,789

Côte intrados = 261,789 m

III.2.5. Calcul de la cote projet

Côte projet = Côte intrados + Hauteur tablier + Bossage + Appareil d'appui+ Chevêtre

Côte projet = 261,789 + (0,80 + 0,20 + 0,02 + 0,05) + (2×0,1) + 0,1+0,80 = 263,959

Côte projet = 263,959 m

IV. CALCUL DES AFFOUILLEMENTS H_{af}

L'affouillement est un phénomène qu'il faut prendre en compte dans le calcul des ponts implantés dans un cours d'eau. Il constitue l'une des menaces de la stabilité des ouvrages. Les remblais d'accès et les piles diminuent la largeur du cours d'eau au droit du franchissement, produisant ainsi une augmentation locale des vitesses et l'apparition de sillages et de vortex. Les fondations des piles et des culées peuvent être mises à nu, voire déséquilibrées par la formation de fosses d'érosion, mettant ainsi en danger la stabilité de l'ouvrage. De façon générale, la profondeur totale d'affouillement au droit des piles d'un pont est la somme de trois termes :

- ✓ La profondeur normale H_n d'affouillement due à la variation du débit

- ✓ La profondeur H_r d'affouillement due à la réduction de section du cours d'eau
- ✓ La profondeur H_l d'affouillement local due à la présence des piles.

IV.1. La profondeur normale H_n d'affouillement due à la variation du débit

Nous utilisons la formule de Hayni et Simons en considérant ($d_{90} < 6\text{mm}$)

$$H_n = 0,48 \times Q_{100}^{0,36} - \frac{S_m}{B}$$

S_m : la section mouillée

B : la largeur au miroir

$$H_n = 0,48 \times 61,842^{0,36} - \frac{35,66 \times 1,80}{35,66}$$

$$H_n = 0,32 \text{ m}$$

IV.2. La profondeur H_r d'affouillement due à la réduction de section du cours d'eau

Cette profondeur est calculée avec la formule de LAURSEN (1963)

$$H_r = D_0 \left[\left(\frac{0,027 \times V_a^2}{D_0^{1/3}} \times \frac{d_{50SURF}^{1/3}}{d_{50Hr}^{1/3}} \right)^{3/7} \left(\frac{B}{B_{m0}} \right)^{6/7} - 1 \right]$$

$$D_0 = 0,48 \times Q_{100}^{0,36} \text{ (m)}$$

V_a : vitesse moyenne de l'eau en amont du pont (m/s).

d_{50SURF} : dimension des mailles de tamis carré laissant 50% en poids de l'échantillon prélevé à la surface du lit au droit du franchissement (m).

d_{50Hr} : dimension des mailles de tamis carré laissant passer 50% en poids de l'échantillon prélevé au droit du franchissement à la profondeur H_r .

B : largeur au miroir du lit mineur de la rivière à l'amont du pont.

B_{m0} : largeur de la surface libre sous le pont (égale à la largeur du pont si le débouché linéaire est inférieur à la B du lit mineur de la rivière) (m).

En l'absence de données, nous prenons forfaitairement $H_r = 0,5 \text{ m}$

IV.3. La profondeur H_l d'affouillement local due à la présence des piles

Nous utilisons la formule empirique proposée par BREUSERS $H_l = 1,4 \times \phi_{pile}$ et celle proposée par SHEN $H_l = 0,277(V_a \times \phi_{pile})^{0,619}$

$$H_l = 1,4 \times 0,80 = 1,12 \text{ m}$$

$$H_l = 0,277(1,40 \times 0,80)^{0,619} = 0,297 \text{ m}$$

Nous retenons $H_l = 1,12 \text{ m}$

$$H_{af} = H_n + H_r + H_l = 0,32 + 0,5 + 1,20 = 2,02 \text{ m}$$

$$\mathbf{H_{af} = 2,02 \text{ m}}$$

IV.4. Affouillement local au niveau des culées H_{lc}

$$H_{lc} = Y - Y_s$$

Y : la hauteur d'eau avant affouillement

Y_s : la hauteur d'eau après affouillement

D'après Izard et Bradley on a

$$Y_s = 2,1 \left(\frac{Q_{100}}{b} \right)^{\frac{2}{3}}$$

b : la largeur entre culées

$$Y_s = 2,1 \left(\frac{61,842}{24,50} \right)^{\frac{2}{3}} = 3,89 \text{ m}$$

$$H_{lc} = Y - Y_s = 3,89 - 1,80 = 2,09 \text{ m}$$

$$H_{afc} = H_n + H_{lc} = 0,32 + 2,09 = 2,41 \text{ m}$$

IV.5. Protection des piles contre les affouillements

Dans le but de limiter l'affouillement, il est nécessaire de respecter les principes généraux lors de la conception, mais aussi d'appliquer les protections localisées. A cet effet

nous avons opté pour la protection par tapis d'engrochements. La formule d'IZBASH nous permet de déterminer le diamètre $\phi_{engroch}$ des roches.

$$V_a = 0,6 \sqrt{\phi_{engroch} \times 2g \times \frac{\rho_g - \rho_e}{\rho_e}}$$

ρ_g = la masse volumique de l'engrochement (granite de le cas de notre étude $\rho_g = 1800 \text{ kg/m}^3$)

ρ_e = la masse volumique de l'eau prise égale à 1000 kg/m^3

$$\phi_{engroch} = \frac{V_a^2}{0,6^2 \times 2 \times g \times \left(\frac{\rho_g - \rho_e}{\rho_e}\right)}$$

$$\phi_{engroch} = \frac{1,4^2}{0,6^2 \times 2 \times 9,81 \times \left(\frac{1800 - 1000}{1000}\right)}$$

$$\phi_{engroch} = 35 \text{ cm}$$

La dimension en plan du tapis est $L_{engroch} = 3 \times \phi_{pile} = 3 \times 0,80 = 2,40 \text{ m}$

L'épaisseur de l'engrochement est $E_{engroch} = \sup(\phi_{pile} ; 3 \times \phi_{engroch})$

$$E_{engroch} = \sup(0,80 \text{ m} ; 3 \times 0,35 \text{ m}) = 1,05 \text{ m}$$

$$E_{engroch} = 1,05 \text{ m}$$

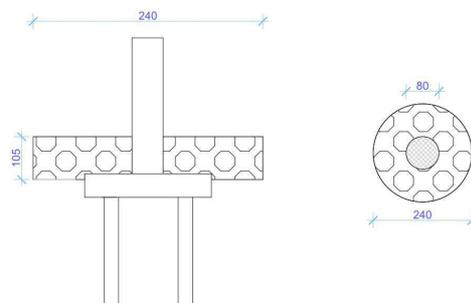


Figure 4: Disposition de l'engrochement

V. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DU PONT

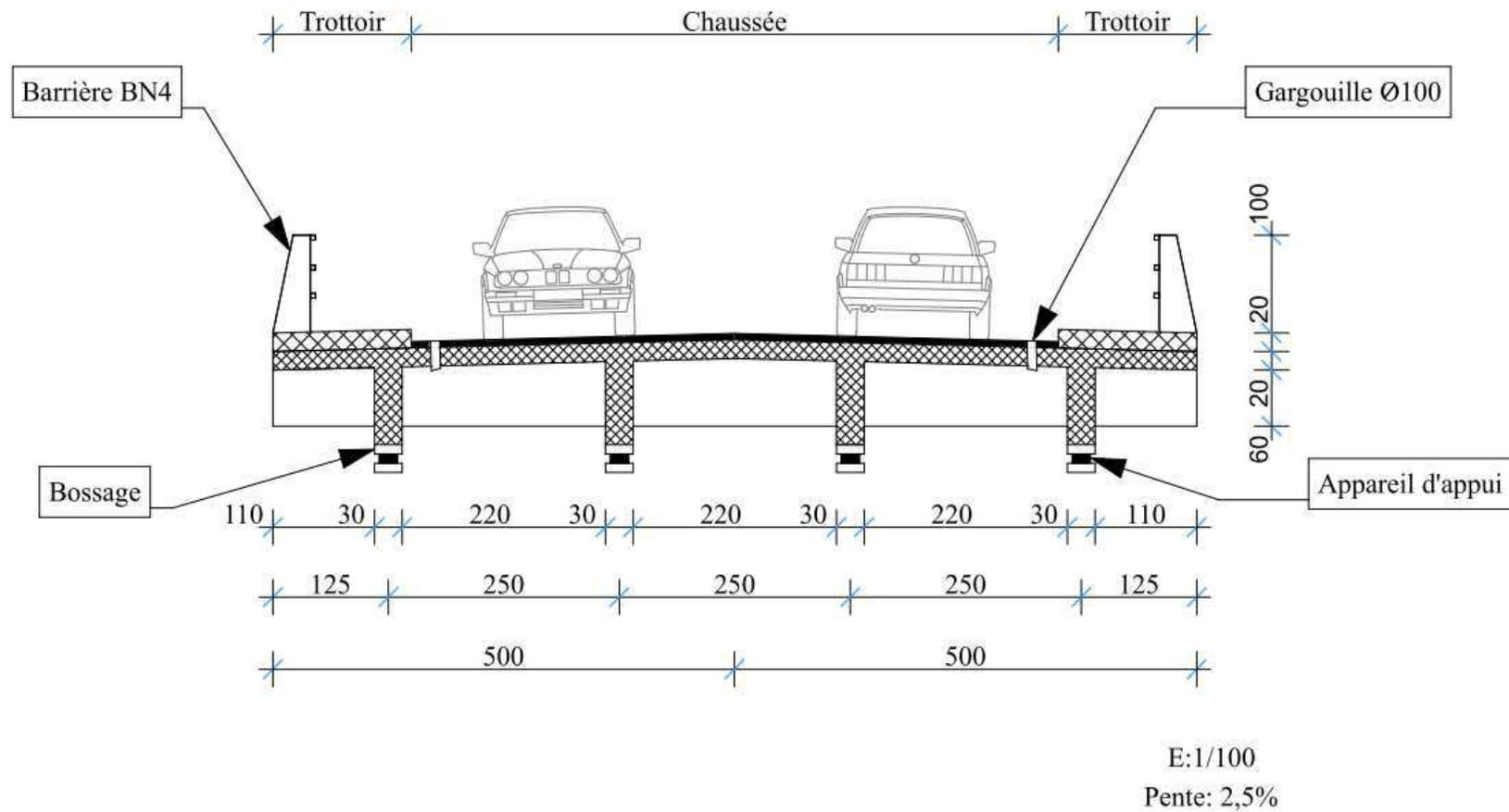


Figure 5: Coupe transversale du tablier

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)



Figure 6: Rendu du pont

V.1. Hypothèses de calcul et données

V.1.1. Règlements et instructions

- ✓ Fascicule N°61 Titre II : Programme de charges et épreuves des ponts routes (Fascicule 61, 1971)
- ✓ Fascicule 62 Titre V : Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages d'art (Fascicule 62, 1993)
- ✓ Règles BAEL 91 modifiées 99

V.1.2. Caractéristiques des matériaux

Béton

Résistance caractéristique du béton en compression à 28 jours d'âge, $f_{c_{28}} = 30 \text{ MPa}$

Résistance du béton en traction à 28 jours d'âge, $f_{t_{28}} = 2,4 \text{ MPa}$

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

Durée d'application des charges supérieure à 24 heures, $\theta = 1$

Poids volumique du béton $\rho_b = 25 \text{ kN/ m}^3$

Module de déformation instantanée,

$$E_{ij} = 11000^3 \sqrt{f_{c_{28}}} = 34179,56 \text{ MPa}$$

Module de déformation à long terme

$$E_{vj} = 3700^3 \sqrt{f_{c_{28}}} = 11496,76 \text{ MPa}$$

Contrainte du béton à l'Etat limite ultime (ELU)

$$f_{bc} = \frac{0,85 \times f_{c_{28}}}{\theta \times \gamma_b} = 17 \text{ MPa}$$

Contrainte du béton à l'état limite de service (ELS)

$$\sigma_{bc} = 0,6 \times f_{c_{28}} = 18 \text{ MPa}$$

Acier

Nuance : FeE400 HA

Limite d'élasticité garantie $f_e = 400$ MPa

Coefficient de sécurité : $\gamma_s = 1,15$

Poids volumique de l'acier : $\rho_A = 78,5$ kN/ m³

Contrainte de l'acier à ELU : $f_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = 347,83$ MPa

Contrainte de l'acier à ELS

$$\sigma_{st} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{2}{3} f_e \\ \frac{1}{2} F_e \\ (110 \sqrt{\eta \times f_{t28}}) \text{ avec } \eta = 1,6 \end{array} \right. = 215,56 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{st} = 215,56 \text{ MPa}$$

Enrobage minimum

$$\left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ cm} \rightarrow \text{superstructure} \\ 5 \text{ cm} \rightarrow \text{infrastructure (appuis et fondation)} \end{array} \right.$$

Equipements

Revêtement béton bitumineux plus étanchéité 7 cm, 23 kN/m³

Barrière BN4 65 daN/ml

V.2. Calcul des sollicitations pondérées

Le tableau ci-dessous nous présente les différentes sollicitations sur les poutres :

M_f en $kN.m$ et T en kN

Tableau 17: Calcul des sollicitations pondérées

Système	Coefficient	Poutre intermédiaire		Poutre de rive	
	δ	Mf	T	Mf	T
Charge permanente	----	489,16	159,73	489,16	159,73
A(l)	----	697,91	227,89	810,47	264,64
Qtr	----	16,88	5,51	65,84	21,50
Bc	1,21	1419,49	557,39	1811,71	711,40
BcNiger	1,21	1537,78	603,84	1962,70	770,69
Bt	1,21	1477,17	512,27	1751,50	607,40
Br	1,21	92,64	30,25	125,99	41,14
Mc120	1,22	1049,46	342,21	1018,59	332,15

Combinaison des charges

ELU

$$M_U = 1,35M_G + 1,6 \max M_{\text{Surcharge B}} + 1,6 M_{\text{trottoir}}$$

$$T_U = 1,35T_G + 1,6 \max T_{\text{Surcharge B}} + 1,6 T_{\text{trottoir}}$$

ELS

$$M_{\text{Ser}} = M_G + 1,2 \max M_{\text{Surcharge B}} + M_{\text{trottoir}}$$

$$T_{\text{Ser}} = T_G + 1,2 \max T_{\text{Surcharge B}} + T_{\text{trottoir}}$$

Application

ELU

$$M_U = 1,35 \times 489,16 + 1,6 \times 1962,70 + 1,6 \times 65,84 = 3906,03 \text{ kN.m} = \mathbf{3,91 \text{ MN.m}}$$

$$T_U = 1,35 \times 159,73 + 1,6 \times 770,69 + 1,6 \times 21,50 = 1483,14 \text{ kN} = \mathbf{1,48 \text{ MN}}$$

ELS

$$M_{\text{Ser}} = 489,16 + 1,2 \times 1962,70 + 65,84 + 2910,24 \text{ kN.m} = \mathbf{2,91 \text{ MN.m}}$$

$$T_{\text{Ser}} = 159,73 + 1,2 \times 770,69 + 21,50 = 1106,06 \text{ kN} = \mathbf{1,11 \text{ MN}}$$

V.3. Choix des armatures

Les armatures retenues pour le ferrailage des éléments du pont se présentent comme suit :

Tableau 18: Choix des armatures

Eléments	Øl (mm)/Travée	Øt (mm)/Appuis
Poutres	14HA40	12
Entretoises	10HA20	8
bossages	3HA8	
Chevêtres (travée/appuis)	7HA20	4HA8
Colonnes	8HA14	8
Hourdis (travée/appuis)	Travée xx 9HA20	8HA16
	Travée yy 5HA14	
Semelles de liaison	Sup 10HA16	Sup 9HA16
	Inf 9HA20	Inf 9HA16

(Voir ANNEXE I pour de le détail des calculs du pont)

VI. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DES DALOTS

Dans notre cas d'étude, les dalots sont dimensionnés avec le logiciel Cype Ingenieros 2016 (Voir ANNEXE VII).

VII. ETUDE DE SIGNALISATION

VII.1. L'importance de la signalisation routière

La signalisation est d'une importance capitale dans le domaine routier, elle est en amont et en aval de tous travaux de construction routière. Bien conçue et réalisée, elle

- ✓ Réduit les causes d'accident
- ✓ Facilite la circulation
- ✓ Rend plus sûre la circulation routière
- ✓ Indique ou rappelle diverses prescriptions particulières
- ✓ Donne des informations relatives à l'usage de la route

VII.2. Les catégories de signalisation

Nous avons cinq catégories de signalisation :

- ✓ La signalisation par panneaux
- ✓ La signalisation par feux
- ✓ La signalisation par marquage de chaussées
- ✓ La signalisation par balisage
- ✓ La signalisation par bornage

Vu la situation géographique et les caractéristiques de notre tronçon, la signalisation par feux ne sera pas considérée.

VII.2.1. La signalisation par panneaux

Les panneaux sont des signalisations verticales et se présentent sous plusieurs types. Ceux utilisés pour notre tronçon sont consignés dans le tableau ci-dessous et de façon progressive :

Tableau 19: détails des différents panneaux utilisés sur le tronçon

Désignation	Type	Forme	PK	Position (Coté)	Représentation
Virage à droite	A1a	Triangulaire	20+396	Droit	

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Désignation	Type	Forme	PK	Position (Coté)	Représentation
Virage à gauche	A1b	Triangulaire	20+830	Gauche	
Ralentisseur	A2b	Triangulaire	21+250	Droit	
			21+671	gauche	
			21+756	Droit	
			22+182	Gauche	
			23+825	Droit	
			24+170	Gauche	
Passage pour piétons	C20a	Carrée	21+490	Droit	
				Gauche	
			21+970	Droit	
				Gauche	
			23+987	Droit	
				Gauche	
Entrée village TOECIN	EB10	Rectangulaire	21+332	Droit	
			22+965	Gauche	
Sortie village TEOCIN	EB20	Rectangulaire	21+332	Gauche	
			22+965	Droit	
Endroit fréquenté par les enfants	A13a	Triangulaire	21+911	Droit	

Études techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Désignation	Type	Forme	PK	Position (Coté)	Représentation
Ralentisseur	C27	Carrée	21+366	Droit	
				Gauche	
			21+867	Gauche	
				Droit	
			23+897	Gauche	
				Droit	
Passage cours d'eau	E32	Rectangulaire	22+565	Droit	
			22+605	Gauche	
Entrée village SAMTINGA	EB10	Rectangulaire	23+480	Droit	
			25+905	Gauche	
Sortie village SAMTINGA	EB20	Rectangulaire	23+480	Gauche	
			25+905	Droit	

Désignation	Type	Forme	PK	Position (Coté)	Représentation
Limitation de vitesse à 30 km/h	B141	Circulaire	21+250	Droit	
			21+671	gauche	
			21+756	Droit	
			22+182	Gauche	
			23+825	Droit	
			24+170	Gauche	
Limitation de vitesse à 50 km/h	B14	Circulaire	21+332	Droit	
			22+965	Gauche	
			23+480	Droit	
			25+905	Gauche	
Limitation de vitesse à 90 km/h	B143	Circulaire	21+332	Gauche	
			22+965	Droit	
			23+480	Gauche	
			25+905	Droit	

NB : L'emplacement (PK) des panneaux est choisi par approximation sans tenir des réalités du terrain.

Nous convenons d'adopter la petite dimension, (700 mm) pour chaque côté des panneaux triangulaires, 650 mm de diamètre pour les circulaires et 500 pour les carrés. Une hauteur uniforme de 2000 mm est adoptée pour le support de tous les panneaux. La dimension des panneaux rectangulaires est fonction des inscriptions qu'ils portent (Le Ministère de l'Intérieur et le Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des transports (France), 1977).

VII.2.2 La signalisation par balisage

Les balises sont des dispositifs implantés pour guider les usagers ou leur signaler un risque particulier, ponctuel ou linéaire, sur un itinéraire traité de façon homogène. Deux types sont utilisés dans le cas de notre étude :

Études techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

- ✓ La balise de virage J1
- ✓ La balise d'intersection J3

Le tableau ci-dessous nous présente les détails

Tableau 20: Détail des balises utilisées sur le tronçon

Type de balise	Forme	Dimension	PK	Position
 J1	Cylindrique	Esp = 8000 mm HT = 1300 mm Hb = 200 mm Db = 200 mm Ht = 300 mm	21+051	Coté droit
			22+864	
			23+693	
			24+749	
 J3	Cylindrique	HT = 1300 mm Hb = 200 mm Db = 200 mm Ht = 300 mm	21+051	Coté gauche et droit, avant et après chaque ouvrage
			22+864	
			23+693	
			24+749	

Esp : l'espacement entre les balises de types J1

Ht : la hauteur de la tête de la balise

Hb : hauteur de la bande réfléchissante

HT : la hauteur totale la balise

Db : diamètre de la balise

Rappelons que les balises de virage sont implantées à 0,5 m de la plateforme.

VII.2.3. La signalisation par bornage

La borne kilométrique indique aux usagers le type de route et la distance qui sépare l'usager de la localité la plus proche. Sa dimension est de 650 × 470 × 280 mm (dans notre cas d'étude). La seule utilisée sur notre tronçon se présente comme suit :



Figure 7: Borne kilométrique utilisée sur le tronçon

VII.2.4. La signalisation par marquage de chaussées

Les marquages sur chaussées ont pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de la circulation ou à certaines catégories d'usagers, ainsi que, dans certains cas, la conduite que à tenir par les usagers. Nous avons plusieurs types de marquage, ceux utilisées dans le cas de notre étude sont :

- ✓ Les lignes longitudinales (Continues, discontinues axiales et de rive)
- ✓ Les flèches (de rabattement)
- ✓ Les autres marquages (pour piétons, pour les ralentisseurs de types dos d'âne.

II.2.4.1. La largeur des lignes

Définie par rapport à une largeur unité " u ", elle diffère selon le type de route. Les valeurs suivantes ont été proposées par (Le Ministère de l'Intérieur et le Ministère de l'Equipement, 1988).

Tableau 21: Largeur des lignes de chaussée

Type de route	Valeur u
Autoroutes, routes à chaussées séparées, route à 4 voies en rase campagne	7,5 cm
Les routes à grande circulation	6 cm
Toutes les autres routes	5 cm
Pistes cyclables	3 cm

Au vu de ce tableau, nous adoptons alors la largeur $u = 5 \text{ cm}$ pour les différentes lignes de notre chaussée.

VII.2.4.2. Les lignes longitudinales (Continues, d'annonce, discontinues axiales et de rive)

✓ Les lignes discontinues axiales et de rive

Ils existent plusieurs types de lignes discontinues et qui se distinguent par leurs modulations (Trait + intervalle).

Tableau 22: Types de ligne discontinues

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre 2 traits successifs (m)
Axial	T1	3	10
	T'1	1,5	5
	T3	3	1,33
Rive	T2	3	3,5
	T'3	20	6
Transversal	T'2	0,5	0,5

Il est donc retenu par (Le Ministère de l'Intérieur et le Ministère de l'Equipement, 1988) pour les routes à deux voies de rase campagne et en section courante (hors points singuliers) les types de lignes suivants :

Lignes discontinues de rive T2 3u et ligne discontinue axiale T1 2u.



Figure 8: Représentation de la ligne discontinue axiale et de rive

✓ **Les lignes continues et d'annonce**

Dans les virages, la ligne longitudinale axiale conseillée est celle continue. Sa largeur est fonction du nombre de voies, prise donc à égale à $2u$ (10 cm) dans notre cas d'étude. D'une longueur de 156 m (voir tableau ci-dessous), elle est précédée d'une ligne d'annonce constituée par une ligne discontinue de type T3 de largeur $2u$, elle-même complétée par des flèches de rabattement.

Tableau 23: Longueur de la ligne d'annonce

Vitesse de l'usager à l'approche du virage (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Longueur de la ligne d'annonce (m)	39		78		117		156	195	234
Nombre de modulations de 13 m	3×13		6×13		9×13		12×13	15×13	18×13

VII.2.4.3. Les flèches (de rabattement)

Placées souvent au début des virages, leurs espacements sont fonction de la vitesse adoptée par les usagers à l'approche du virage, et varient de façon décroissante. Cette vitesse est prise égale à 100 km/h pour les routes à double sens. Nous avons alors les interdistances suivantes :

$$1^{\text{ère}} \text{ interdistance} = 5 \times 13 = 65 \text{ m}$$

$$2^{\text{ème}} \text{ interdistance} = 4 \times 13 = 52 \text{ m}$$

$$3^{\text{ème}} \text{ distance} = 3 \times 13 = 39 \text{ m}$$

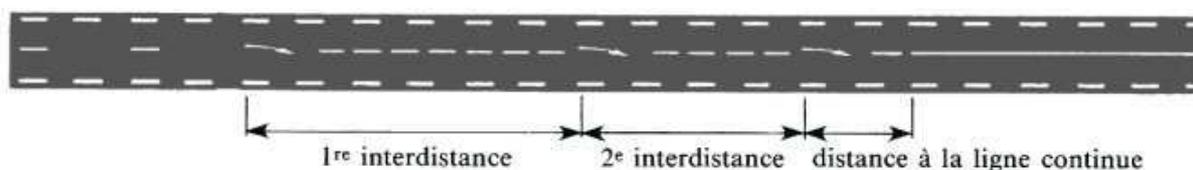


Figure 9: Représentation de la flèche de rabattement

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

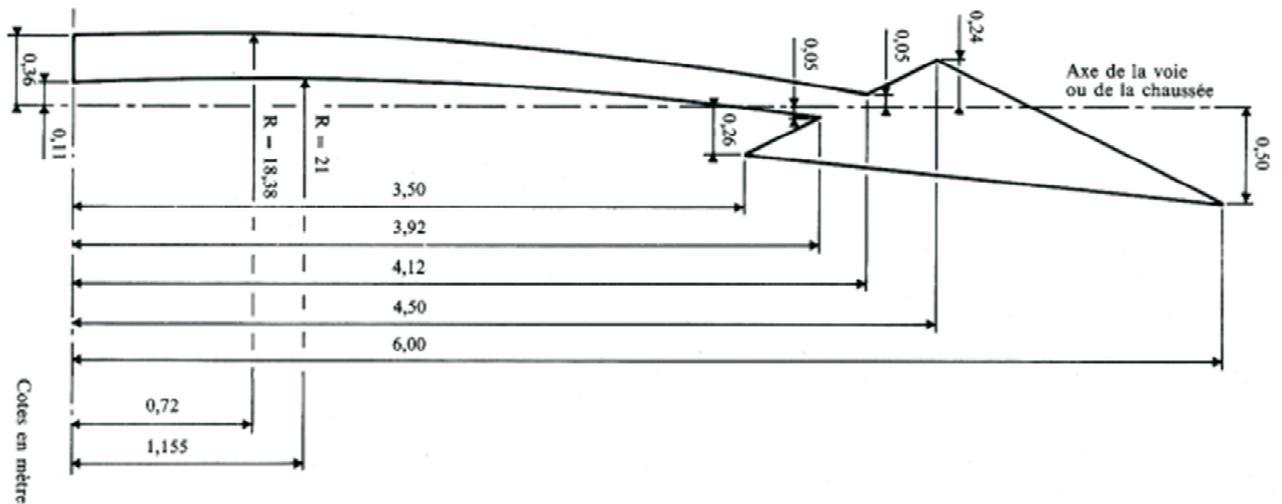


Figure 10: Détails de représentation de la flèche de rabattement

VII.2.4.4. Les autres marquages (pour piétons, pour les ralentisseurs de types dos d'âne)

(Voir Figure 11 et Figure 12)

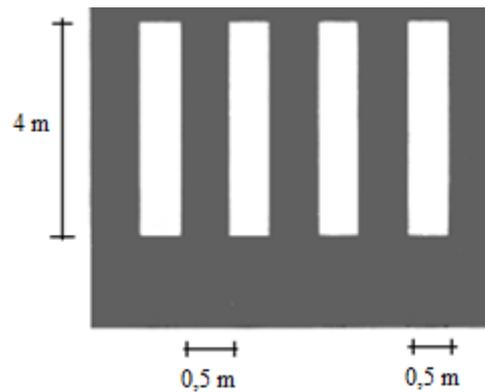


Figure 11: Représentation de marquage pour piétons

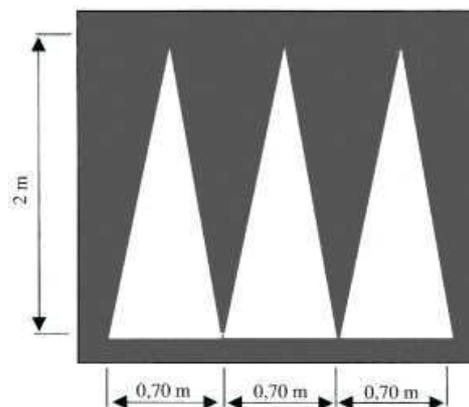


Figure 12: Représentation de marquage pour dos d'âne

CHAPITRE 5 : LES PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX NEGATIFS, ENTRETIEN ROUTIER ET DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

I. LES PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX NEGATIFS

Loin d'être une étude d'impact environnemental, ce chapitre consiste à dégager les principaux impacts environnementaux et sociaux liés à notre projet et les mesures d'atténuation qu'il faut y apporter afin de limiter voire supprimer la portée de ces impacts.

Tableau 24: Impacts négatifs et mesures d'atténuation

Au niveau biophysique	
Impacts	Mesures d'atténuation
Dégradation de la faune et de la flore	<ul style="list-style-type: none">- Organisation de campagne de reboisement pour revaloriser les arbres détruits,- Optimisation de l'occupation de l'espace pour ménager le paysage,- Remise en état des zones d'emprunt ou valorisation de ces zones (création de mares ou de marécages, pisciculture, ou irrigation),
Erosion des sols dans les zones d'exploitation de matériaux (carrières)	<ul style="list-style-type: none">- Création d'aires de cultures pour revaloriser les sols abimés par le passage régulier des engins
Pollution et diminution des ressources en eau	<ul style="list-style-type: none">- Eviter la souillure des eaux de surface par pollution des engins.- Prévoir des installations sanitaires adaptées.
Au niveau socio-économique	
Pollution de l'air et sonore	<ul style="list-style-type: none">- Prévoir des voies de déviation et arroser régulièrement ces voies (au moins deux fois par jour)

	- Eviter de travailler la nuit dans les zones habitables pour permettre aux riverains de dormir.
Risque d'accident sur le chantier	- Prévoir le port d'équipements de protection individuelle pour les travailleurs et le faire respecter scrupuleusement. - Prévoir des équipements de protection collectifs qui permettront aux uns et aux autres de voir venir les gros engins pour éviter les risques d'accidents - Sensibiliser les populations sur les risques de la circulation des gros engins
Risque de propagation des maladies	- Fortement sensibiliser travailleurs et riverains sur le risque des maladies sexuellement transmissibles et distribuer des préservatifs.

II. ENTRETIEN ROUTIER

Afin de mieux traiter les dégradations, il est judicieux de les connaître ainsi que leurs causes probables. Le tableau ci-dessous nous présente les types de dégradation de routes revêtues, leurs causes et les solutions qu'il faut y apporter.

Tableau 25: Causes de dégradation des routes et les remèdes

Numéros	Types de dégradation	Causes	Remèdes
1	Usure de la couche de roulement	Trafic : polissage des agrégats, augmentation de la compacité, ressuyage du liant, diminution de la rugosité, ultraviolets par oxydation des liants.	- Régénération à faible dose d'huiles légères si gravillons de bonne qualité et liant en quantité suffisante (peu de fissuration)

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Numéros	Types de dégradation	Causes	Remèdes
			<ul style="list-style-type: none"> - Nouveau revêtement en enduit superficiel ou tapis en enrobés denses. - Enduit monocouche (0,8 kg de cut-back par m² (4 ans)) - Tapis épais en enrobés (15 à 20 ans)
2	Peau de crocodile (réseau rectangulaire de fissures intéressant toute l'épaisseur du revêtement)	Défaut dans la résistance de la couche de base.	Renforcement ou point à temps
3	Faiénçage (réseau irrégulier de fissures sur couche de surface en enrobés)	<ul style="list-style-type: none"> - Défaut d'adaptation du revêtement aux déformations de la couche de base (fatigue ou insuffisance) - Diminution de la plasticité de la couche de roulement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcement - régénération aux huiles, enduits imperméables. - Remplir les fissure au sand-asphalt.
4	Désenrobage des gravillons	Dosage trop faible du liant ; mauvaise adhérence ; usure normale.	<ul style="list-style-type: none"> - Enrichir en liant par un enduit de scellement - régénération par tapis d'entretien
5	Ressuyage	Dosage trop élevé en liant	<ul style="list-style-type: none"> - Sablage et cylindrage - Enlever l'excès du liant - brulage (trop couteux) - Gravillons pré-enrobés

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Numéros	Types de dégradation	Causes	Remèdes
6	Affaissement du revêtement	Collage défectueux sur la couche de base (stabilité et épaisseur insuffisantes)	Reprendre la couche d'accrochage et le revêtement.
7	Usure des bords du revêtement	- Absence de butée latérale - Accotement insuffisamment stabilisé ou pente trop forte.	Bordure de béton ou en brique (très onéreux) ; matériaux enrobés Imprégner l'accotement sur 0,5 m après l'avoir rechargé, recompacté.
8	Ornières	Défaut de résistance des couches inférieures ou de fondation.	- Renforcement - Point à temps
9	Affaissement des bords de la chaussée	- Butée insuffisante des accotements - Défaut de portance de la fondation - Plateforme trop étroite.	- Reprendre le profil en travers - curer les fossés
10	Ondulations	- Revêtement épais - Freinage (carrefours)	Réfection totale
11	Nids de poule	Stade avancé des autres dégradations	Point à temps

Rappelons que le point à temps est un remède provisoire qui n'est économique qu'en apparence. Il est l'ensemble des techniques de réparation, à l'aide de matériaux de diverses granularités, des dégradations localisées de toute nature lorsqu'elles sont trop importantes pour être tolérées.

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

III. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Fait à partir des études techniques, le devis quantitatif et estimatif de notre tronçon de route se présente comme suit :

Tableau 26: Devis quantitatif et estimatif

PROJET DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA RN29 (PK20+125 au PK25+910)					
N°	DESIGNATIONS	U	Qté	PU	PT
OUVRAGE D'ART					
I	TERRASSEMENT ET TRAVAUX PREPARATOIRES				
I.1	Etude d'exécution	ens	1	25 000 000	25 000 000
I.2	Contrôle et suivi des travaux	ens	1	20 000 000	20 000 000
I.3	Installation et repliement de chantier	ens	1	55 000 000	55 000 000
I.4	Implantation et piquetage	ens	1	5 000 000	5 000 000
I.5	Terrassements, fouilles	m3	200,00	50 000	10 000 000
SOUS TOTAL I					115 000 000
II	FONDATIONS				
II.1	Béton armé pour pieux (400Kg/m3)	m3	100,00	250 000	25 000 000
II.2	Béton de propreté sous semelle de liaison(150kg/m3)	m3	12,00	70 000	840 000
II.3	Béton armé pour semelle de liaison (300Kg/m3)	m3	115,00	180 000	20 700 000
II.4	Béton armé pour radier dalot	m3	110,00	250 000	27 500 000
II.5	Coffrage	m2	336,00	20 000	6 720 000
SOUS TOTAL II					80 760 000
III	OUVRAGES EN INFRASTRUCTURES				
III.1	Béton armé pour Piles (400Kg/m3)	m3	67,86	250 000	16 965 000
III.2	Béton armé pour culées (400Kg/m3)	m3	152,60	250 000	38 150 000
III.3	Béton armé pour mur en retour (400Kg/m3)	m3	35,02	250 000	8 754 000
III.4	Béton armé pour chevetre (400Kg/m3)	m3	38,40	250 000	9 600 000
III.5	Béton armé pour piedroit (400Kg/m3)	m3	235,00	250 000	58 750 000
III.6	Béton armé pour bossages (400Kg/m3)	m3	1,12	250 000	280 000
III.7	Coffrage	m2	819,83	20 000	16 396 600
SOUS TOTAL III					148 895 600
IV	STRUCTURE : TABLIER EN BETON ARME				
IV.1	Béton armé pour hourdis (450 kg/m3)	m3	160,00	300 000	48 000 000
IV.2	Béton armé pour Poutres (450 kg/m3)	m3	160,00	300 000	48 000 000
IV.3	Béton armé pour entretoises (450 kg/m3)	m3	20,16	300 000	6 048 000
IV.4	Béton armé pour tablier dalot (450 kg/m3)	m3	90,00		

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

IV.5	Coffrage	m2	915,60	20 000	18 312 000
SOUS TOTAL IV					120 360 000
V	SUPERSTRUCTURE				
V.1	Béton armé pour trottoirs (400 kg/m3)	m3	7,50	900 000	6 750 000
SOUS TOTAL V					6 750 000
VI	EQUIPEMENTS				
VI.1	Béton de propreté sous la dalle de transition (150kg/m3)	m3	3,00	70 000	210 000
VI.2	Béton armé pour la dalle de transition (400 kg/m3)	m3	9,00	250 000	2 250 000
VI.3	Garde-corps de type BN4	ml	59,00	350 000	20 650 000
VI.4	Etanchéité	m2	250,00	20 000	5 000 000
VI.5	Joints	ml	30,00	250 000	4 500 000
VI.6	Fourreaux de 100mm de diamètre	u	8,00	150 000	1 200 000
VI.7	Gargouilles PVC de 100mm de diamètre	u	16,00	150 000	2 400 000
VI.8	Appareils d'appuis en élastomère fretté	u	15,00	1 100 000	16 500 000
SOUS TOTAL VI					52 710 000
TOTAL OUVRAGE					524 475 600
VOIES D'ACCES					
I	CONSTRUCTION DES VOIES D'ACCES				
I.1	Débroussaillage, Décapage	ens	1	15 000 000	15 000 000
I.2	Remblais	m3	12 907	10 000	129 070 000
I.3	Déblais	m3	18 913	6 000	113 478 000
I.4	Couche de fondation	m3	12 000	45 000	540 000 000
I.5	Couche de base	m3	12 000	80 000	960 000 000
I.6	Revetement en Béton bitumineux et ES	m3	2 203	160 000	352 480 000
SOUS TOTAL I					2 110 028 000
II	SIGNALISATION ET SECURITE ROUTIERE				
II.1	Signalisation Horizontale	ml	800,00	150 000	120 000 000
II.2	Panneau ,Balises directionnelles	Ens	1,00	7 000 000	7 000 000
SOUS TOTAL II					127 000 000
TOTAL VOIES D'ACCES					2 237 028 000
TOTAL HT					2 761 503 600
TOTAL TVA (18%)					497 070 648
TOTAL TTC					3 258 574 248

Le cout global du tronçon s'élève à trois milliard deux cent cinquante-huit millions cinq cent soixante-quatorze mille deux cent quarante-huit francs CFA.

NB : Notons que ce cout ne prend pas en compte l'impact environnemental.

CONCLUSION

Les études menées dans le cadre “Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)” ont abouti à l’établissement des documents nécessaires à sa réalisation. Les différents plans de ferrailage des ouvrages de franchissement ont été réalisés, des propositions techniques ont été faites sur la structure de la chaussée, nous avons à cet effet retenu une structure de chaussée de type souple composée de couche de base et de fondation en graveleux latéritique naturel et une couche de roulement en enduit superficiel bicouche. Une attention particulière a été portée sur la signalisation routière ainsi qu’au coût global de la construction qui s’élève à 3.258.574,248 FCFA.

BIBLIOGRAPHIE

- Bulletin FAO d'irrigation et de drainage (54). 1996.** *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.
- CEBTP. 1984.** *Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux.* 1984.
- Dossier pilote SETRA PP73. 1977.** *Appuis des tabliers. Conception et choix des piles.* Octobre 1977.
- Fascicule 61. 1971.** *Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art.* 1971.
- Fascicule 62. 1993.** *Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages d'art de génie civil.* 1993.
- Jean-Armand CALGARO. 2000.** *Projet et construction des ponts.* 2000.
- Jean BERTHIER. 1991.** *Projet et conception de routes.* 1991.
- Jean PERCHAT, Jean ROUX.** *Pratique du BAEL 91.*
- JM. GRESILLON, P. HERTER, J.P. LAHAYE.** *Note sur le dimensionnement des ouvrages évacuateurs de crues en Afrique de l'ouest sahélienne ou tropicale.*
- Le Ministère de l'Intérieur et le Ministère de l'Equipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des transports (France). 1988.** *Instruction interministérielle sur la signalisation routière. Marques sur chaussées.* Paris : s.n., 1988.
- Le Ministère de l'Intérieur et le Ministère de l'Equipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des transports (France). 1977.** *Instruction interministérielle sur la signalisation routière. Généralités.* Paris : s.n., 1977.
- M.THEMOZ. 1972.** *Calculs de l'hourdis de ponts. Bulletin. s.l. : Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes SETRA, Mai 1972.*
- Nguyen VAN TUU. 1981.** *Hydraulique Routière.* 1981.
- Réunion d'ingénieurs. 1977.** *Cours de ponts.* Paris : Eyrolles, 1977.
- SETRA. 2002.** *Choix d'un dispositif de retenue. Collection du Guide technique GC. s.l. : Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes, Février 2002.*

LOGICIELS UTILISES:

Autodesk Advance Concrete 2016

Google SketchUp Pro 2017

Autodesk Autocad 2017

Microsoft Office 2016

Google Earth Pro 7

Global Mapper 17

Lumion Pro 6

Alizé LCPC

Archicad 20

Cype 2016

Piste 5

SITE WEB VISITE

<http://www.recordmeteo.com/tempays.php?lang=fr> (le 16 mai 2017 à 8h 04 min)

ANNEXES

ANNEXE I : NOTE DE CALCUL DU PONT

ANNEXE II : DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE

ANNEXE III : CALCUL DES DEBITS DE CRUES

ANNEXE IV : DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES DALOTS

ANNEXE V : CALCUL DU REMOUS D'EXHAUSSEMENT

ANNEXE VI : DIAGNOSTIC DES OUVRAGES EXISTANTS

ANNEXE VII : DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DES DALOTS

ANNEXE VIII : DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DU PONT

ANNEXE IX : ETUDES GEOMETRIQUES DE LA CHAUSSEE

ANNEXE X : RENDU PROJET

ANNEXE I : NOTE DE CALCUL DU PONT

INVENTAIRE DES CHARGES

Actions permanentes

Poids propre tablier

$$\text{Hourdis : } (7+2 \times 1,5) \times 0,2 \times 1 \times 25 = 50 \text{ kN/ml}$$

$$\text{Poutres : } 4 \times 0,30 \times 0,80 \times 25 \times 1 = 24 \text{ kN/ml}$$

$$\text{Entretoises : } (2 \times 0,2 \times 0,6 \times (2,5 - 0,3) \times 3 \times 25) / 12,25 = 3,23 \text{ kN/ml}$$

$$\text{Poids Propre tablier} = 77,23 \text{ kN/ml}$$

Equipements

$$\text{Trottoirs : } 2 \times 1,5 \times 0,2 \times 1 \times 25 = 15 \text{ kN/ml}$$

$$\text{Revêtement : } 7 \times 0,07 \times 1 \times 23 = 11,27 \text{ kN/ml}$$

$$\text{Barrière BN4 : } 2 \times 0,65 \times 1 = 1,30 \text{ kN/ml}$$

$$\text{Total équipement : } 27,57 \text{ kN/ml}$$

$$\text{Charge permanente totale du tablier} = 77,23 + 27,57 = 104,8 \text{ kN/ml}$$

$$\text{Poids total du tablier} = 104,31 \times 12,25 = 1283,8 \text{ kN} = 128,38 \text{ t}$$

Poussée des terres

$$\gamma_{sol} = 20 \text{ kN/m}^3 \text{ et } K_a = \frac{1}{3} = 0,33$$

Actions variables ou (charges d'exploitation)

Système de charge A

$$A(l) = \sup \left[\left(230 + \frac{36000}{L + 12} \right); (400 - 0,2 L) \right]$$

Où L est la longueur chargée (portée de la poutre) en m

$$A(l) = \sup \left[\left(230 + \frac{36000}{12,25 + 12} \right); (400 - 0,2 \times 12,25) \right]$$

$$A(l) = \text{sup}[1714,54 ; 397,55]$$

$$A(l) = 1714,54 \text{ daN/m}^2$$

Cette valeur de $A(l)$ est ensuite multipliée par les coefficients a_1 et a_2 . (a_1 est fonction du nombre de voies chargées et de la classe du pont.

La largeur roulable (**Lr**) et chargeable (**Lc**)

$$Lr = L_{\text{Tablier}} - 2 \times L_{\text{Trottoir}} = 10 - (2 \times 1,57) = 7 \text{ m}$$

$$Lc = Lr - n \times 0,5$$

Nous n'avons pas de dispositif de retenue, alors **Lr = Lc = 7 m**

Nombre de voies (N_v)

$$N_v = \text{Partie entière} \left(\frac{Lc}{3} \right) = 2$$

Largeur L_v d'une voie

$$L_v = \frac{Lc}{N_v} = 3,5 \text{ m}$$

Classe du pont

$Lr = 7 \text{ m} \rightarrow$ Pont de **1^{ère} Classe**

Nous avons donc en général :

$$\text{Pour une voie chargée : } A_2 = a_1 \times a_2 \times L_v \times A(l)$$

$$\text{Pour deux voies chargées : } A_2 = a_1 \times a_2 \times L_v \times A(l)$$

Tableau I-1: Valeurs de a_1 en fonction de N_v et de la classe du pont

Nombre de voies chargées	1	2	3	4	≥ 5
1 ^{ère} classe	1	1	0,9	0,75	0,7
2 ^{ème} classe	1	0,9	----	----	----
3 ^{ème} classe	0,9	0,8	----	----	----

$$a_1 = 1$$

$$a_2 = \frac{V_0}{L_v}$$

Avec $V_0 = 3,5$ m pour les ponts de la 1^{ère} classe

3 m pour les ponts de la 2^{ème} classe

2,75m pour les ponts de la 3^{ème} classe

$$a_2 = \frac{3,5}{3,5} = 1$$

Pour une **voie chargée** : $A_2 = 1 \times 1 \times 3,5 \times 1714,54$

Pour deux **voies chargées** : $A_2 = 1 \times 1 \times 7 \times 1714,54$

Pour une **voie chargée** : $A_2 = 6000,89$ daN/m

Pour deux **voies chargées** : $A_2 = 12001,78$ daN/m

Système de charge B

Ce système comprend 4 sous système (Bc, Bt, Br et Bc Niger)

Sous-système Bc (Camion type de 30 t à 3 essieux)

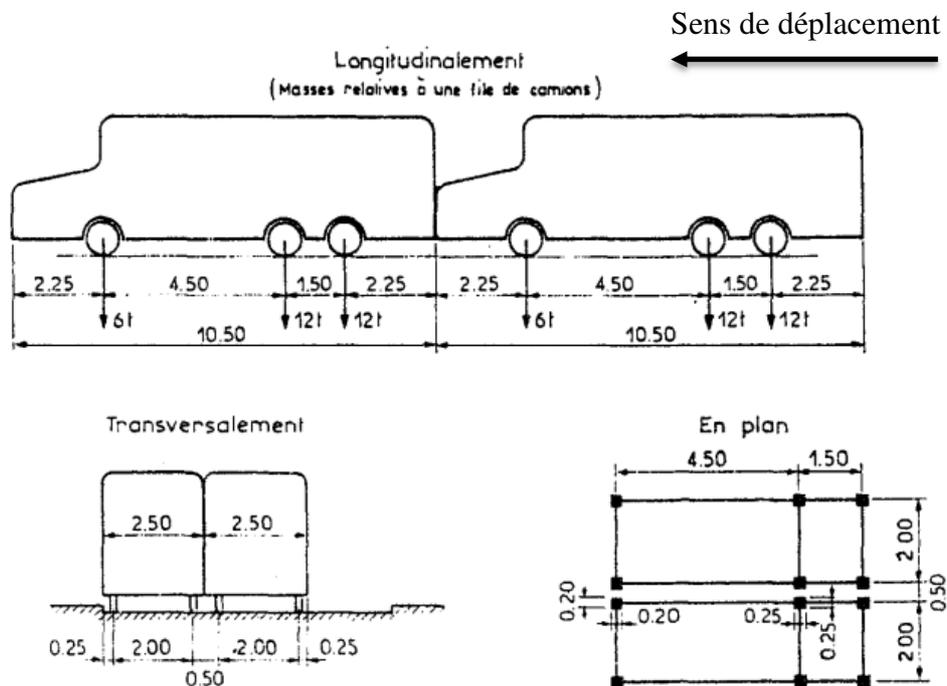


Figure I-1: Schéma du sous-système Bc

Transversalement, le nombre maximal de files que l'on peut disposer est égal au nombre de voies de circulation. Dans notre cas d'étude, on a 2 voies, nous ne pouvons donc disposer que 2 files.

Longitudinalement, le nombre de camions par file est limité à 2. Les charges du sous-système Bc sont majorées par un coefficient bc fonction de de la classe du pont et du nombre de files considérées.

Tableau I-2: Valeurs de bc en fonction du nombre de files de camions Bc et de la classe du pont

Nombre de files (N _f) de camions	1	2	3	4	≥ 5
1 ^{ère} classe	1,2	1,1	0,95	0,8	0,7
2 ^{ème} classe	1,0	1,0	----	----	----
3 ^{ème} classe	1,0	0,8	----	----	----

bc = 1,1

Sous-système Bt

Il est composé d'un tandem de deux essieux munis de roues simples pneumatiques. Ces caractéristiques se présentent ci-dessous

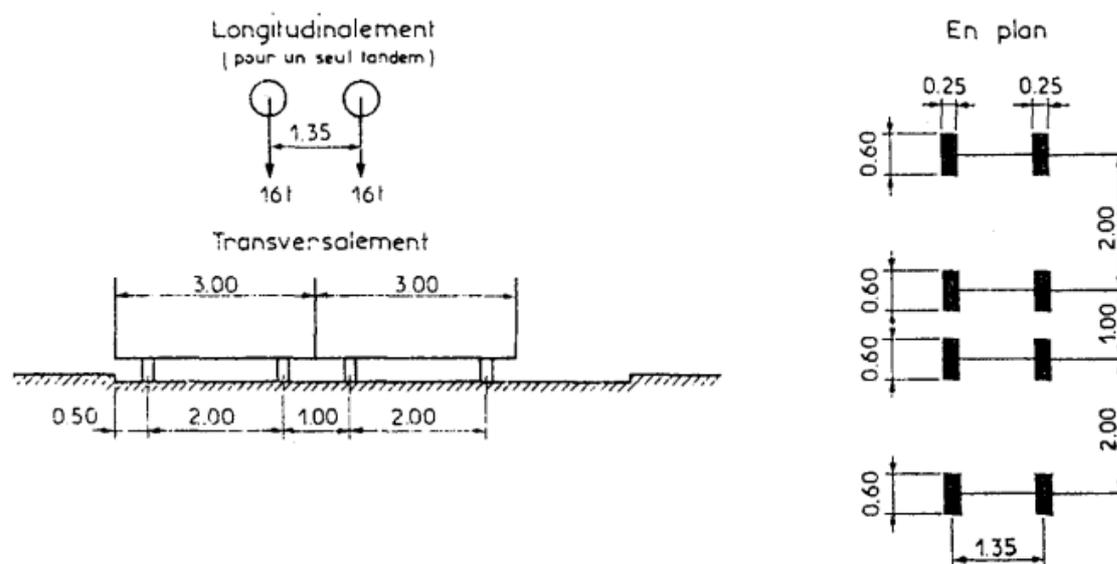


Figure I-2: Schéma du sous-système Bt

Longitudinalement, il n'est autorisé qu'un seul tandem.

Transversalement, le nombre de files est limité à 2 pour les ponts dont le nombre de voies $N_v \geq 2$ et une 1 file pour $N_v = 1$

Le tableau suivant nous donne les différents coefficients de ce sous-système.

Tableau I-3: Valeurs de bt en fonction de la classe du pont

Classes de pont	1 ^{ère} classe	2 ^{ème} classe	3 ^{ème} classe
Coefficient bt	1,0	0,9	----

bt = 1

Sous-système Br

Ce sous-système est composé d'une roue isolée de 100 kN.

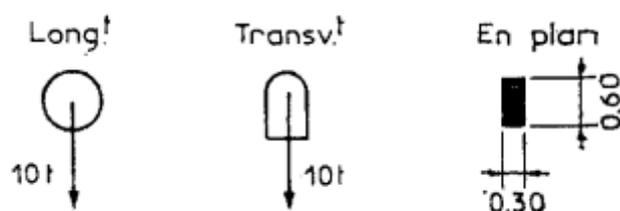


Figure I-3: Schéma du sous-système Bt

Pour ce sous-système, une seule file est autorisée *longitudinalement et transversalement*.

Sous-système BcNiger

Camion type de 42t à 4 essieux

Études techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

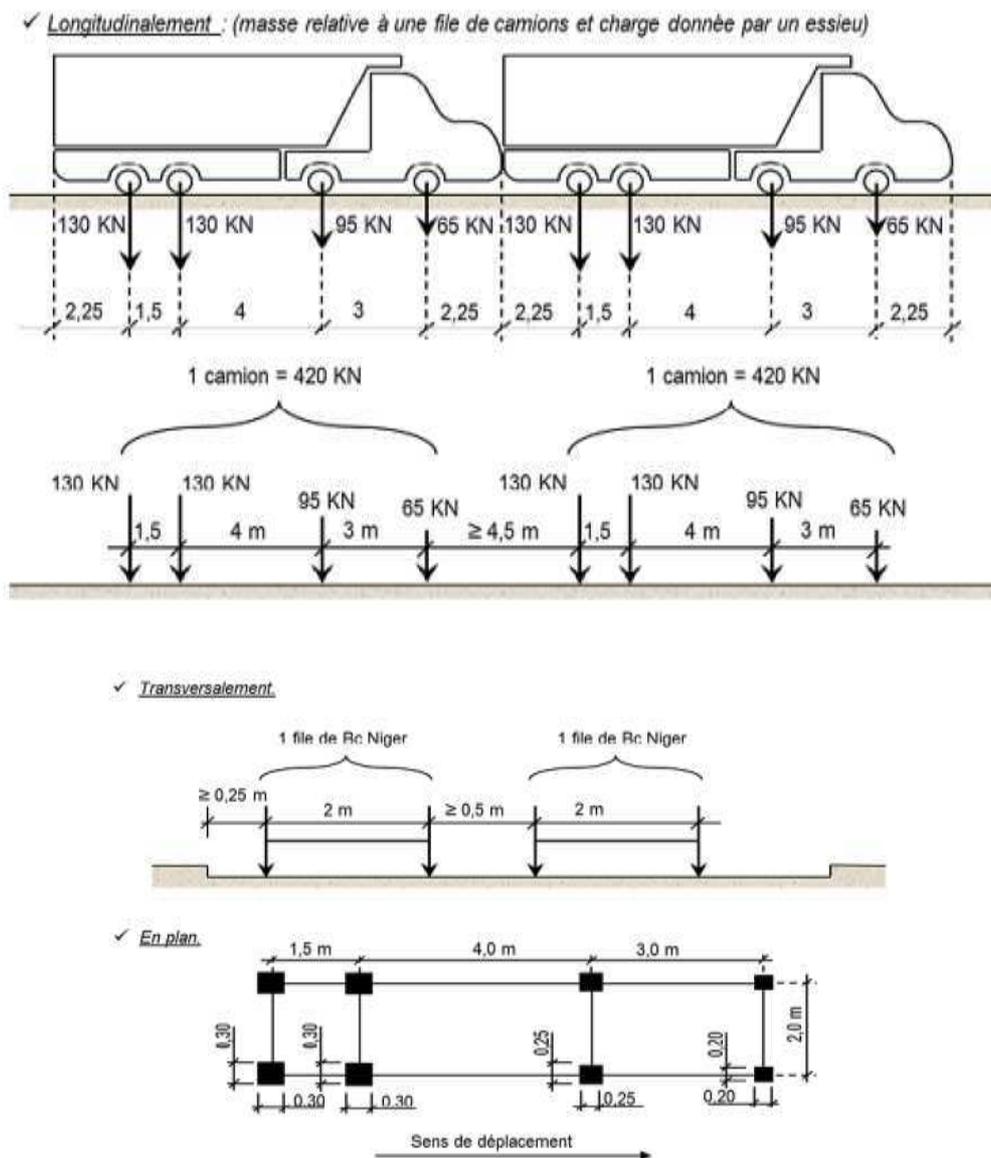


Figure I-4: Schéma du sous-système BcNiger

Même principe de disposition que le sous-système Bc

Système militaire Mc120

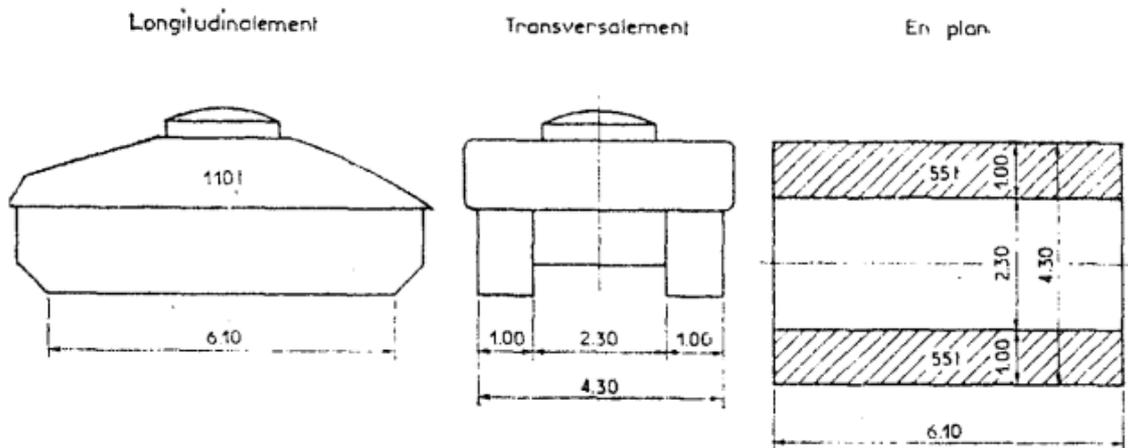


Figure I-5: Schéma du système Mc120

Transversalement, au maximum un véhicule

Longitudinalement, le nombre est non limité et la distance entre deux véhicules successifs est d'au moins 30,50 m

Calcul du coefficient de majoration dynamique

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

Avec

L : la longueur de l'élément considéré (m)

G : charge permanente de l'élément considéré

S : la surcharge

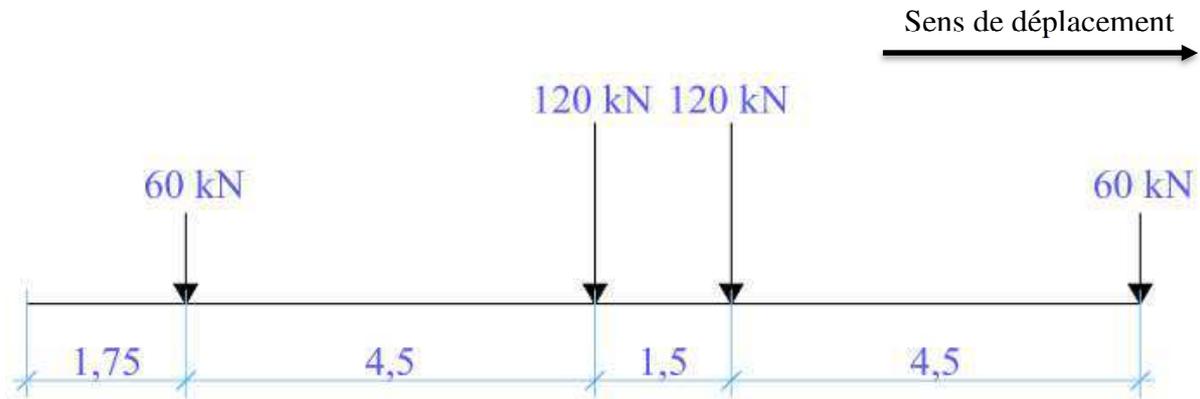
Calcul du coefficient de majoration dynamique des poutres

L = 12,25 m

G = 1283,8 kN

Sous-système Bc

Vu la portée de l'ouvrage, nous ne pouvons disposer qu'un camion Bc entier et l'essieu avant du second camion.

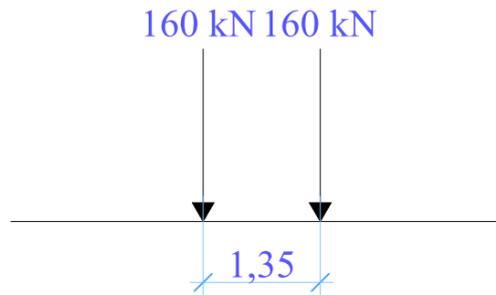


$$S_{Bc} = N_f \times \Sigma P \times bc$$

$$S_{Bc} = 2 \times 360 \times 1,10 = 792 \text{ kN}$$

$$\delta_{bc} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 12,25} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{1283,8}{792}} = 1,20$$

Sous-système Bt



$$S_{Bt} = N_f \times \Sigma P \times bt$$

$$S_{Bt} = 2 \times 320 \times 1 = 640 \text{ kN}$$

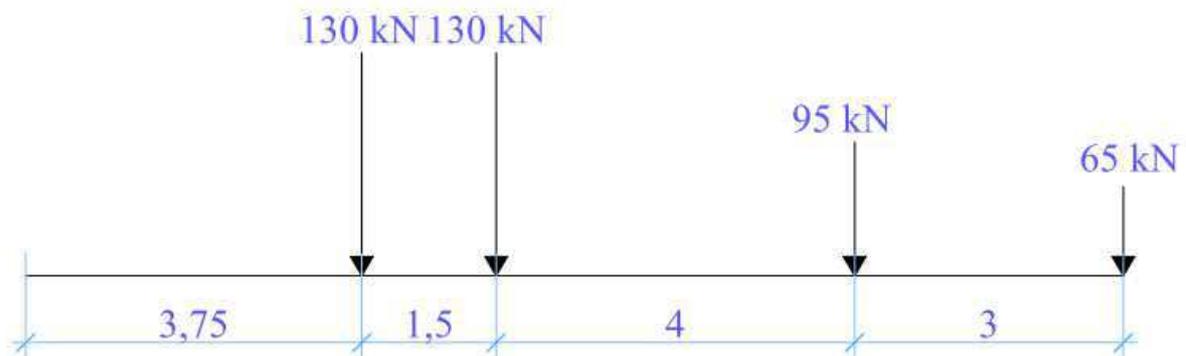
$$\delta_{bt} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 12,25} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{1283,8}{640}} = 1,18$$

Sous-système Br

$$S_{br} = 100 \text{ kN}$$

$$\delta_{br} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 12,25} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{1283,8}{100}} = 1,13$$

Sous-système BcNiger



$$S_{BcNiger} = N_f \times \Sigma P \times bc$$

$$S_{BcNiger} = 2 \times 420 \times 1,10 = 924 \text{ kN}$$

$$\delta_{Bc-Niger} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 12,25} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{1283,8}{924}} = 1,21$$

Système militaire Mc120

$$S_{Mc120} = 1100 \text{ kN}$$

$$\delta_{Mc120} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 12,25} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{1283,8}{1100}} = 1,22$$

Calcul du coefficient de majoration dynamique des hourdis

$$L = \min (L_r ; \text{Portée}) = \min (7\text{m} ; 12,25)$$

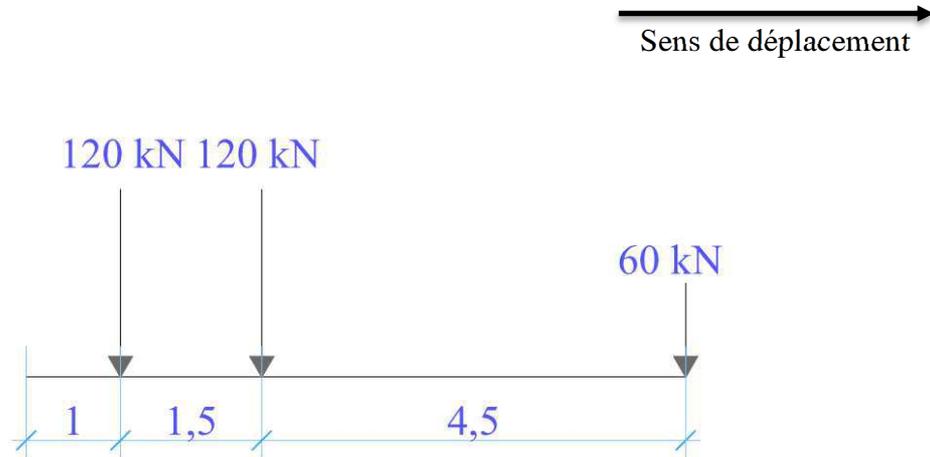
$$L = 7 \text{ m}$$

$$G = (G_{\text{tablier}} - (G_{\text{poutres}} + G_{\text{entretoises}})) \times 7 \text{ m}$$

$$G = (104,8 - (24 + 3,23)) \times 7 = 542,99 \approx 543 \text{ kN}$$

Sous-système Bc

A ce niveau, nous ne pouvons disposer qu'un camion Bc entier.

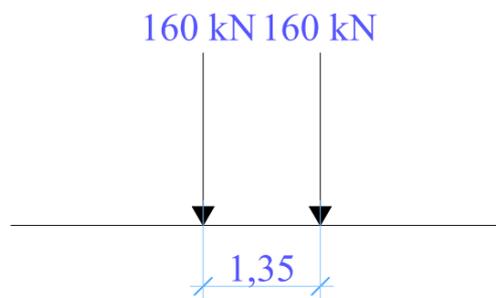


$$S_{Bc} = N_f \times \Sigma P \times bc$$

$$S_{Bc} = 2 \times 300 \times 1,10 = 660 \text{ kN}$$

$$\delta_{bc} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 7} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{543}{660}} = 1,31$$

Sous-système Bt



$$S_{Bt} = N_f \times \Sigma P \times bt$$

$$S_{Bt} = 2 \times 320 \times 1 = 640 \text{ kN}$$

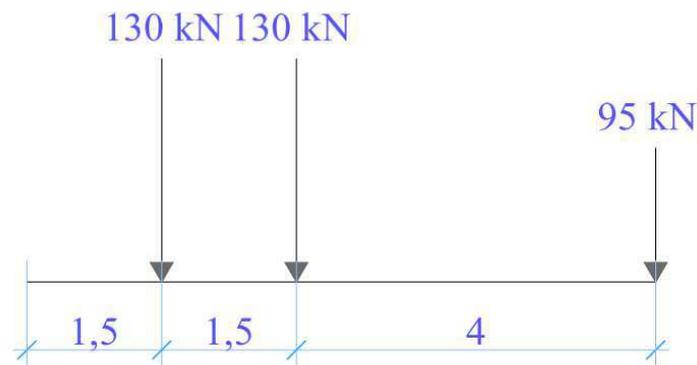
$$\delta_{bt} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 7} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{543}{640}} = 1,30$$

Sous-système Br

$$S_{br} = 100 \text{ kN}$$

$$\delta_{br} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 7} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{543}{100}} = 1,19$$

Sous-système BcNiger



$$S_{BcNiger} = N_f \times \Sigma P \times bc$$

$$S_{BcNiger} = 2 \times 355 \times 1,10 = 781 \text{ kN}$$

$$\delta_{Bc-Niger} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 7} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{543}{781}} = 1,33$$

Système militaire Mc120

$$S_{Mc120} = 1100 \text{ kN}$$

$$\delta_{Mc120} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 12,25} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{543}{1100}} = 1,37$$

Charges de trottoirs

Prises égales à 450 daN/m² pour le calcul des hourdis et entretoises et 150 daN/m² pour le calcul des poutres principales.

Effort de freinage

Utilisé pour la justification des piles, culées et appareils d'appuis. Il est développé par les systèmes A et Bc

- Charge A :

$$F_A = \frac{1}{20 + 0,0035 \times S} \times A$$

Avec S la surface chargée (pour une voie)

- Charge Bc : $F_{Bc} = 30t$ pour les camions Bc = 30t et $F_{BcNiger} = 42t$ pour les camions BcNiger = 42t

Charges sur les remblais d'accès

Elles sont considérées égales à 10 kN/m²

Actions accidentelles

Dans notre cas d'étude elles sont pas prises en compte car

- Séisme → Néant (zone non sismique)
- Choc de bateau sur les piles → Néant (cours d'eau non navigable)
- Choc de véhicule sur les piles (frontaux et latéraux) → Néant (pont franchissant un cours d'eau)

ETUDE DU TABLIER

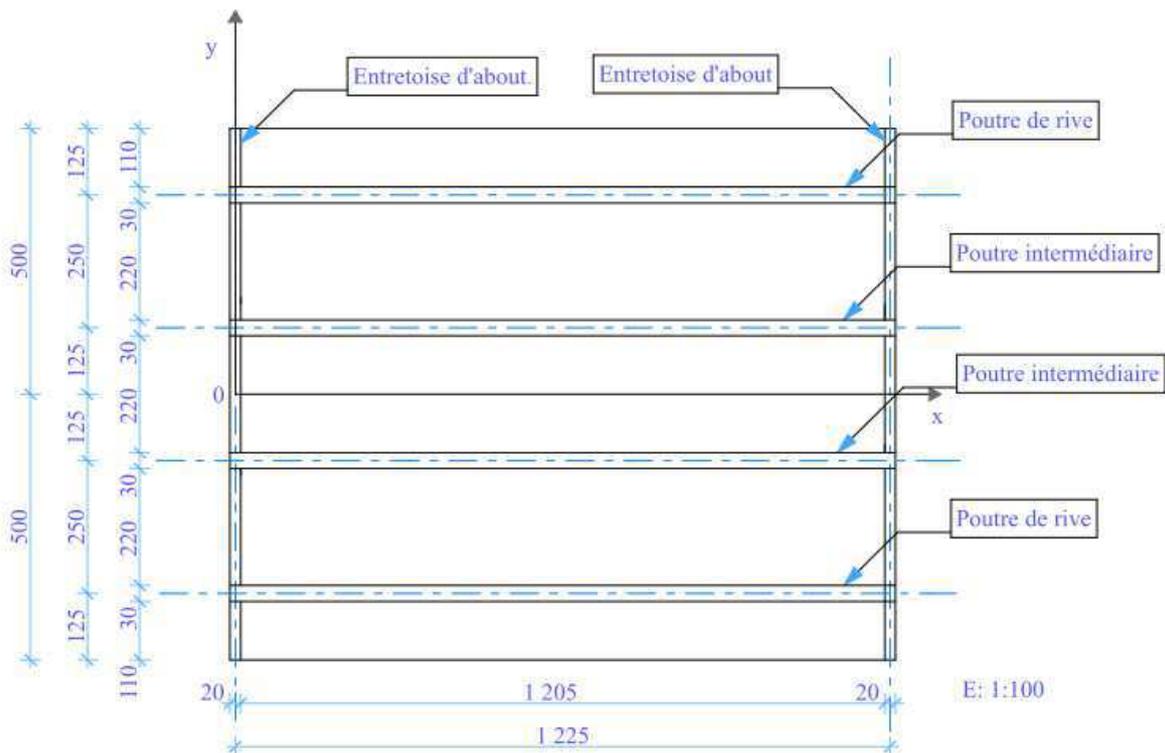


Figure I-6: Schéma du tablier à une portée

Le tablier est une structure tridimensionnelle dont le calcul a fait l'objet de diverses méthodes qu'on peut classer en catégories : Celle qui considère la section transversale indéformable (entretoises rigides) et celle qui considère la section transversale déformable (entretoises souples). L'étude du tablier s'effectue en deux étapes :

1^{ère} Etape : Etude dans le sens transversal pour déterminer les coefficients de répartition transversale (CRT)

2^{ème} Etape : Etude dans le sens longitudinal pour déterminer les sollicitations globales de tout le tablier.

Il en découle alors que la sollicitation moyenne d'une poutre est égale au CRT multiplié par la sollicitation globale.

Les deux méthodes, généralement utilisées se présentent comme suit :

✓ La méthode de COURBON

Les entretoises sont supposées rigides c'est-à-dire que la déformation des entretoises sont négligeables vis-à-vis de celle des poutres principales, ce qui suppose :

- La largeur $2b$ du pont est très inférieure à sa portée ($2b \ll \text{Portée}$) ; $2b \leq L/2$
- Les entretoises soient assez rapprochées les unes des autres ($l_0 \leq 5 \text{ m}$)
- La hauteur H_e des entretoises est du même ordre de grandeur que celle des poutres ($H_e \approx H_p$)

Appliquées à notre cas d'étude, on a

$$2 \times 5 = 10 ; 12,25/2 = 6,125 ; 10 \text{ m} > 6,125 \text{ m} \rightarrow \text{Condition non vérifiée}$$

$$l_0 = 12,25 \text{ m} > 5 \text{ m} \rightarrow \text{Condition non vérifiée}$$

$$H_e = 0,60 \text{ m} ; H_p = 0,80 \text{ m} ; 0,60 \text{ m} \approx 0,80 \text{ m} \rightarrow \text{Condition vérifiée}$$

Les 3 conditions n'étant pas satisfaites, la méthode de Courbon n'est pas applicable à la première vue.

✓ La méthode de GUYON-MASSONNET

Lorsque les entretoises ne peuvent plus être rigides, c'est à dire qu'elles sont considérées comme souples, la section transversale du tablier est alors supposée déformable : on utilise alors la méthode de GUYON-MASSONNET qui est une méthode de calcul des dalles et de réseau de poutres. En général, l'étude des tabliers est subdivisée en une étude dans le sens transversal et d'une étude dans le sens longitudinal.

- *Etude transversale* : cette étude permet de déterminer le coefficient de répartition transversale CRT.
- *Etude longitudinale* : cette étude permet de déterminer les sollicitations globales de tout le tablier.

Les sollicitations moyennes sont obtenues en multipliant les sollicitations globales par les CRT

Méthode de GUYON-MASSONNET

Les Principes fondamentaux

Le premier principe consiste à substituer au pont réel, un pont à structure continue avec les mêmes rigidités moyennes à la flexion et à la torsion que l'ouvrage réel. *Le deuxième principe* consiste à une analyse approximative de l'effort de répartition transversale des charges en admettant que cette répartition est la même que si la distribution des charges selon l'axe du pont est sinusoïdale et de la forme

$$P' = P \times \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$$

Les paramètres fondamentaux

Deux paramètres fondamentaux permettent de définir le comportement du tablier.

$$\text{Le paramètre d'entretoisement } \theta = \frac{B}{L} \times \sqrt[4]{\frac{i}{j}}$$

Avec $B = (nb_0)/2$;

i et j : l'inertie à la flexion par unité de longueur de la poutre et de l'entretoise $i = \frac{I_P}{b_0}$; $j = \frac{I_E}{l_0}$

n : le nombre de poutres

L : la portée

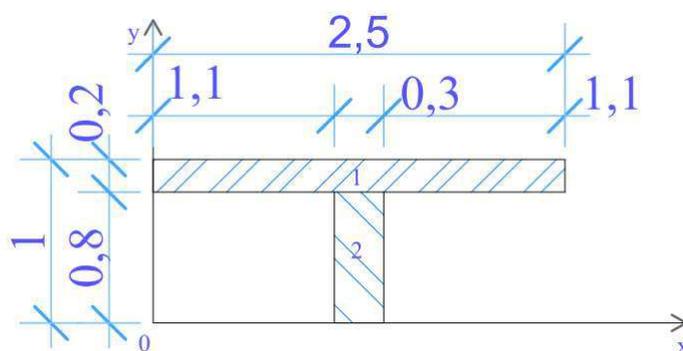
$$\text{Le paramètre de torsion } \alpha = \frac{\gamma_P + \gamma_E}{2\sqrt{(i \times j)}}$$

Avec γ_P et γ_E la demi inertie à la torsion par unité de longueur de la poutre et de l'entretoise

$$\gamma_P = \frac{K_P}{2b_0} ; \gamma_E = \frac{K_E}{2l_0}$$

K_P et K_E : l'inertie à la torsion de la poutre et de l'entretoise.

Poutres



Calcul de l'inertie à la flexion I_p

Nous avons utilisé le théorème de qui s'écrit sous la forme générale,

$$I_{0x} = I_{Gx} + S \times d^2$$

Tableau I-4: Calcul de l'inertie à la flexion

N°	b (m)	h (m)	Surface(m ²)	Y (m)	Y _G (m)	I _{0x} (m ⁴)	I _p (m ⁴)
1	2,5	0,2	0,5	0,9	0,7378	0,4579	0,0550
2	0,3	0,8	0,24	0,4			
Σ	Néant		0,74	Néant			

Calcul de l'inertie à la torsion

Elle est calculée à partir du tableau suivant et s'écrit sous la forme générale,

$$Kt = K \left(\frac{b}{a} \right) \times a^3 \times b$$

Tableau I-5: Coefficient de calcul de l'inertie à la torsion

b/a	1,00	1,20	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	3,00	4,00	5,00	10,00	∞
k	0,141	0,166	0,196	0,213	0,229	0,24	0,249	0,263	0,281	0,292	0,312	1/3

$$K_p = K_1 \left(\frac{2,5}{0,2} \right) \times 0,2^3 \times 2,5 + K_2 \left(\frac{0,8}{0,3} \right) \times 0,3^3 \times 0,8$$

$$K_p = K_1(12,5) \times 0,2^3 \times 2,5 + K_2(2,667) \times 0,3^3 \times 0,8$$

$$K_1(12,5) = 1/3$$

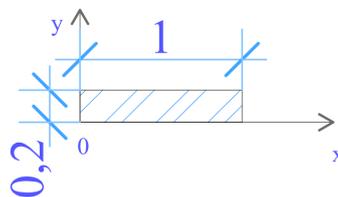
$$K_2(2,667) = 0,254 \text{ par interpolation}$$

$$K_p = 1/3 \times 0,2^3 \times 2,5 + 0,254 \times 0,3^3 \times 0,8$$

$$K_p = 0,0122 \text{ m}^4$$

Entretoise

Le rôle d'entretoisement est joué par le hourdis par unité de longueur.



$$I_E = \frac{1 \times 0,2^3}{12} = 6,667 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$K_E = K \left(\frac{1}{0,2} \right) \times 0,2^3 \times 1$$

$$K_E = 0,002336 \text{ m}^4$$

Tableau I-6: Récapitulatif de calcul de l'inertie à la flexion et à la torsion

Elément \ Moment	I	K
Poutre	0,0550	0,0122
Entretoise	0,0006667	0,002336

$$i = \frac{0,0550}{2,5} = 0,022 \text{ m}^3$$

$$j = \frac{0,0006667}{1} = 0,0006667 \text{ m}^3$$

$$\gamma_P = \frac{0,0122}{2 \times 2,5} = 0,00244 \text{ m}^3$$

$$\gamma_E = \frac{0,002336}{2 \times 1} = 0,001168 \text{ m}^3$$

Nous avons alors toutes les données pour le calcul des paramètres.

$$\theta = \frac{5}{12,25} \times \sqrt[4]{\frac{0,022}{0,0006667}} = 0,978$$

$$\alpha = \frac{0,00244 + 0,001168}{2 \times \sqrt{(0,022 \times 0,0006667)}} = 0,471$$

$$\alpha = 0,471 \text{ et } \theta = 0,978$$

$$\theta = 0,978 > 0,3$$

→ nous pouvons donc utiliser la méthode de GUYON – MASSONNET

Calcul des poutres

Calcul de coefficient de répartition transversale CRT

Le CRT est déterminé à partir du facteur K,

$$CRT = \eta = \frac{K}{n}$$

Avec

K, le coefficient de GUYON-MASSONNET et n, le nombre de poutres

Les valeurs de α et θ ne nous permettent pas d'utiliser directement les coefficients K proposés par Massonnet, de ce fait nous allons procéder à des interpolations afin de déterminer les coefficients K correspondant à nos paramètres calculés.

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau I-7-1: Valeurs de la table de Massonnet

$\theta = 0,95$									
$\alpha = 0 \Rightarrow K0$									
	-b	-3b/4	-b/2	-b/4	0	b/4	b/2	3b/4	b
0	-0,5476	0,2205	1,0283	1,8308	2,2647	1,8308	1,0283	0,2205	-0,5476
b/4	-0,5520	-0,0942	0,4281	1,0911	1,8308	2,2413	1,7788	0,9051	-0,0352
b/2	-0,3619	-0,1823	0,0490	0,4281	1,0283	1,7788	2,2821	2,0152	1,4425
3b/4	-0,1299	-0,1694	-0,1823	-0,0942	0,2205	0,9051	2,0152	3,3040	4,3036
b	0,1017	-0,1299	-0,3619	-0,5520	-0,5476	-0,0352	1,4425	4,3036	8,4478

Tableau I-7-2: Valeurs de la table de Massonnet

$\theta = 0,95$									
$\alpha = 1 \Rightarrow K1$									
	-b	-3b/4	-b/2	-b/4	0	b/4	b/2	3b/4	b
0	0,5064	0,6801	0,9526	1,3202	1,5662	1,3202	0,9526	0,6801	0,5064
b/4	0,2816	0,3985	0,5936	0,9079	1,3202	1,6148	1,4265	1,1255	0,9021
b/2	0,1596	0,2351	0,3654	0,5936	0,9526	1,4265	1,8092	1,7402	1,5641
3b/4	0,0961	0,1463	0,2351	0,3985	0,6801	1,1255	1,7402	2,3445	2,5920
b	0,0608	0,0961	0,1596	0,2316	0,5064	0,9021	1,5641	2,5920	3,9800

Tableau I-7-3: Valeurs de la table de Massonnet (première interpolation)

$\theta = 0,95$									
$\alpha = 0,471$									
	-b	-3b/4	-b/2	-b/4	0	b/4	b/2	3b/4	b
0	-0,0512	0,4370	0,9926	1,5903	1,9357	1,5903	0,9926	0,4370	-0,0512
b/4	-0,1594	0,1379	0,5061	1,0048	1,5903	1,9462	1,6129	1,0089	0,4063
b/2	-0,1163	0,0143	0,1980	0,5061	0,9926	1,6129	2,0594	1,8857	1,4998
3b/4	-0,0235	-0,0207	0,0143	0,1379	0,4370	1,0089	1,8857	2,8521	3,4974
b	0,0824	-0,0235	-0,1163	-0,1829	-0,0512	0,4063	1,4998	3,4974	6,3435

Tableau I-7-4: Valeurs de la table de Massonnet

$\theta = 1$									
$\alpha = 0 \Rightarrow K0$									
	-b	-3b/4	-b/2	-b/4	0	b/4	b/2	3b/4	b
0	-0,6044	0,1715	1,0080	1,8775	2,3663	1,8775	1,0080	0,1715	-0,6044
b/4	-0,5391	-0,1183	0,3824	1,0658	1,8775	2,3492	1,8265	0,8567	-0,1726
b/2	-0,3161	-0,1774	0,0184	0,3824	1,0080	1,8265	2,3729	2,0116	1,2940
3b/4	-0,0796	-0,1402	-0,1774	-0,1183	0,1715	0,8567	2,0116	3,3546	4,3335
b	0,1460	-0,0796	-0,3161	-0,5391	-0,6044	-0,1726	1,2940	4,3335	8,8915

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau I-7-5: Valeurs de la table de Massonnet

$\theta = 1$									
$\alpha = 1 \Rightarrow K1$									
	-b	-3b/4	-b/2	-b/4	0	b/4	b/2	3b/4	b
0	0,4688	0,6482	0,9410	1,3499	1,6320	1,3499	0,9410	0,6482	0,4688
b/4	0,2506	0,3656	0,5652	0,8985	1,3499	1,6781	1,4523	1,1105	0,8667
b/2	0,1363	0,2070	0,3342	0,5652	0,9410	1,4523	1,8696	1,7679	1,5557
3b/4	0,0789	0,1239	0,2070	0,3656	0,6482	1,1105	1,7679	2,4213	2,6605
b	0,0484	0,0789	0,1363	0,2506	0,4688	0,8667	1,5557	2,6605	4,1892

Tableau I-7-6: Valeurs de la table de Massonnet (deuxième interpolation)

$\theta = 1$									
$\alpha = 0,471$									
	-b	-3b/4	-b/2	-b/4	0	b/4	b/2	3b/4	b
0	-0,0989	0,3960	0,9764	1,6290	2,0204	1,6290	0,9764	0,3960	-0,0989
b/4	-0,1672	0,1096	0,4685	0,9870	1,6290	2,0331	1,6503	0,9762	0,3169
b/2	-0,1030	0,0037	0,1671	0,4685	0,9764	1,6503	2,1358	1,8968	1,4173
3b/4	-0,0049	-0,0158	0,0037	0,1096	0,3960	0,9762	1,8968	2,9150	3,5455
b	0,1000	-0,0049	-0,1030	-0,1672	-0,0989	0,3169	1,4173	3,5455	6,6767

Tableau I-8: Valeurs de K obtenues après interpolation

$\theta = 0,978$									
$\alpha = 0,471$									
	-5	-3,75	-2,5	-1,25	0	1,25	2,5	3,75	5
0	-0,0779	0,4140	0,9836	1,6120	1,9832	1,6120	0,9836	0,4140	-0,0779
1,25	-0,1637	0,1220	0,4850	0,9948	1,6120	1,9949	1,6338	0,9906	0,3562
2,5	-0,1089	0,0083	0,1807	0,4850	0,9836	1,6338	2,1022	1,8919	1,4536
3,75	-0,0131	-0,0180	0,0083	0,1220	0,4140	0,9906	1,8919	2,8873	3,5244
5	0,0923	-0,0131	-0,1089	-0,1741	-0,0779	0,3562	1,4536	3,5244	6,5301

Études techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

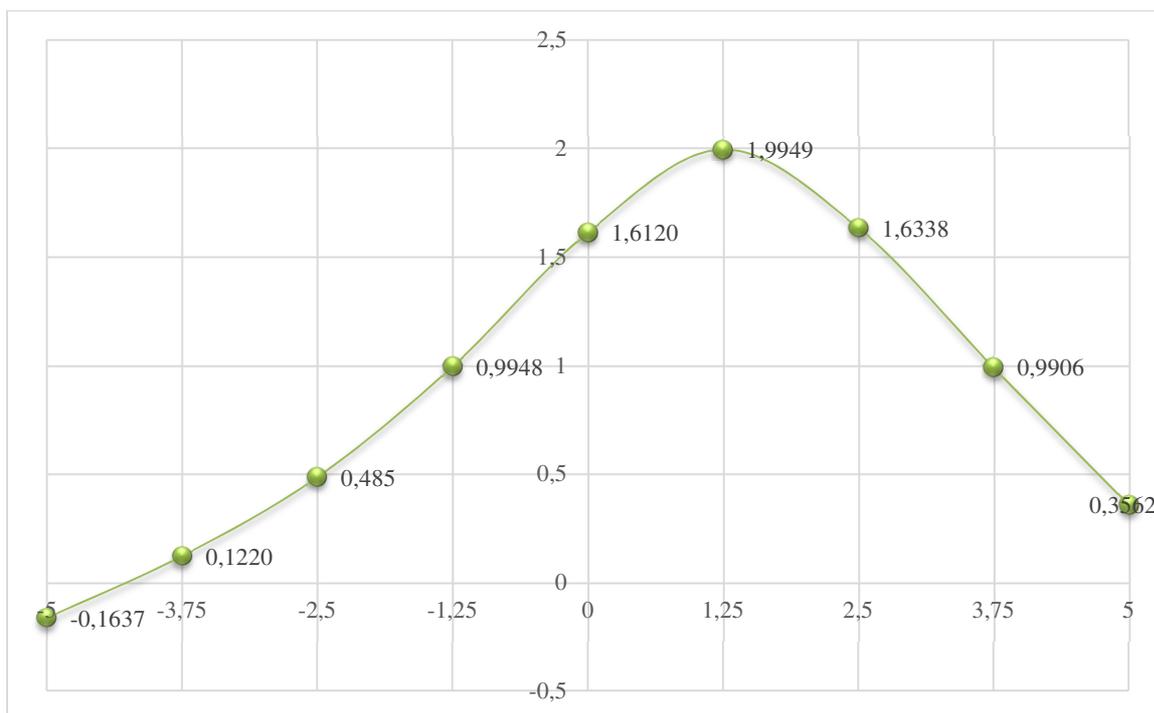


Figure I-7: Courbe de répartition transversale des charges pour la poutre intermédiaire

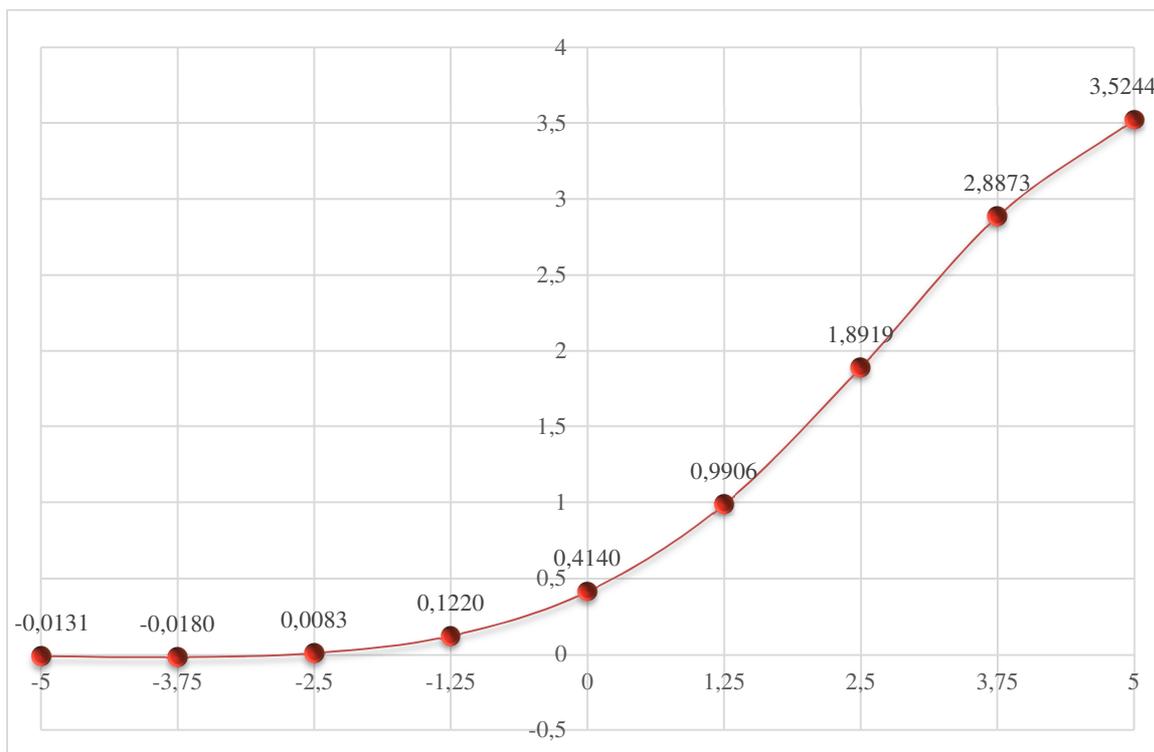


Figure I-8: Courbe de répartition transversale des charges pour la poutre de rive

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau I-9: Calcul η de la poutre intermédiaire

Système Qtr											
Nbre de poutres	Largeur Tr	ω	K_{Tr}	η_{tr}	η_{tr} retenu						
4	1,5	1,1066	0,7377	0,18	0,20						
	1,5	1,1785	0,7857	0,20							
Système A(l)											
Nbre de poutres	Largeur voie	ω	K_{Al}	η_{Al}	a1	$a1 \times \eta_{Al} \times L_v$	η_{Al} retenu				
4	3,5	5,8988	1,6854	0,42	1	1,4747	0,31				
	7	8,7928	1,2561	0,31	1	2,1982					
Sous-système Bc											
Nbre de poutres	Nbre de files	K				ΣK	K_{Bc}	η_{Bc}	bc	$bc \times \eta_{Bc}$	η_{Bc} retenu
4		K1	K2	K3	K4						0,76
	1 file	1,2483	1,9949			3,2432	1,6216	0,41	1,2	0,4865	
	2 files	1,2483	1,9949	1,8418	0,9948	6,0798	3,0399	0,76	1,1	0,8360	
Sous-système Bt											
Nbre de poutres	Nbre de files	K				ΣK	K_{Bt}	η_{Bt}			
4	2 files	K1	K2	K3	K4			0,70			
		1,3765	1,9186	1,612	0,6887	5,5958	2,7979				
Sous-système Br											
Nbre de poutres	Nbre de files	K				ΣK	K_{Br}	η_{Br}			
4	1	K1	K2	K3	K4			0,25			
		1,9949				1,9949	0,99745				
Système Mc120											
Nbre de poutres	Nbre de files	K				ΣK	K_{Mc120}	η_{Mc120}	η_{Mc120} retenu		
4		K1	K2	K3	K4				0,34		
	1	1,9949	1,6841	0,6675	0,3261	4,6726	1,1682	0,29			
	2	1,7061	1,9949	1,0932	0,6675	5,4617	1,3654	0,34			

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau I-10: Calcul η de la poutre de rive

Système Qtr											
Nbre de poutres	Largeur Tr	ω	K_{Tr}	η_{tr}	η_{tr} retenu						
4	1,5	4,7041	3,1361	0,7840	0,78						
Système A(I)											
Nbre de poutres	Largeur voie	ω	K_{AI}	η_{AI}	a1	$a1 \times \eta_{AI} \times L_v$	η_{AI} retenu				
4	3,5	8,5257	2,4359	0,61	1	2,1314	0,36				
	7	10,0747	1,4392	0,36	1	2,5187					
Sous-système Bc											
Nbre de poutres	Nbre de files	K				ΣK	K_{Bc}	η_{Bc}	bc	$bc \times \eta_{Bc}$	η_{Bc} retenu
4		K1	K2	K3	K4						0,97
	1 file	3,3962	2,0931			5,4893	2,7447	0,69	1,2	0,8234	
	2 files	3,3962	2,0931	1,7118	0,5295	7,7306	3,8653	0,97	1,1	1,0630	
Sous-système Bt											
Nbre de poutres	Nbre de files	K				ΣK	K_{Bt}	η_{Bt}			
4	2 files	K1	K2	K3	K4			0,83			
		3,2695	1,8919	1,1682	0,2972	6,6268	3,3134				
Sous-système Br											
Nbre de poutres	Nbre de files	K				ΣK	K_{Br}	η_{Br}			
4	1	K1	K2	K3	K4			0,34			
		2,6898				2,6898	1,3449				
Système Mc120											
Nbre de poutres	Nbre de files	K				ΣK	K_{Mc120}	η_{Mc120}			
4	1	K1	K2	K3	K4			0,33			
		2,6898	1,8919	0,5091	0,2271	5,3179	1,3295				

Tableau I-11: Récapitulatif des CRT

Système	Poutre intermédiaire	Poutre de rive
A(I)	0,31	0,36
Qtr	0,20	0,78
Bc	0,76	0,97
Bt	0,70	0,83
Br	0,25	0,34
Mc120	0,34	0,33

Sollicitations longitudinales (Moment fléchissant et effort tranchant)

Elles sont calculées à partir de la méthode des lignes d'influence.

Charges permanentes g

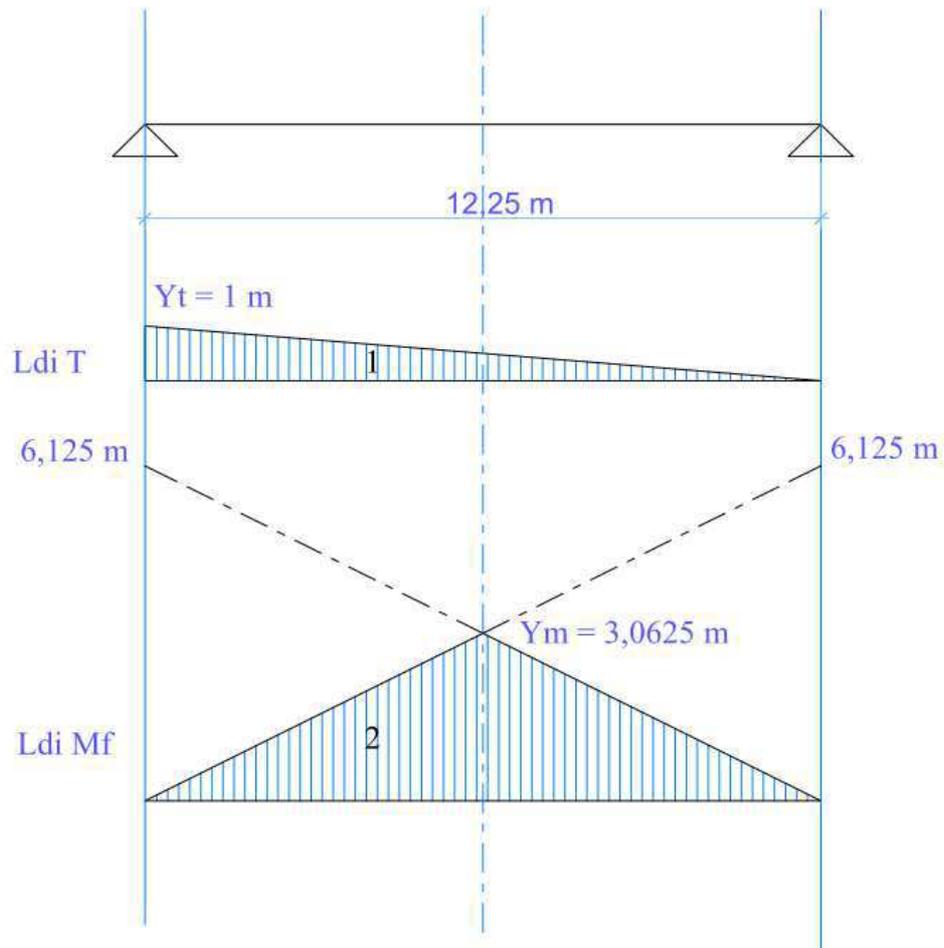


Figure I-9: Ligne d'influence des charges permanentes

$M_g = g \times \omega_2$; avec ω_2 la surface hachurée 2

$$M_g = \frac{g \times L^2}{8}$$

$$M_g = 104,31 \times 12,25^2 / 8$$

$$M_g = 1956,63 \text{ kN.m}$$

$T_g = g \times \omega_1$; avec ω_1 la surface hachurée 1

$$T_g = \frac{g \times L}{2}$$

$$T_g = 104,31 \times 1 \times 12,25 / 2$$

$$T_g = 638,90 \text{ kN}$$

Systeme A

$$\text{Deux voies chargées : } A_2 = 12001,78 \text{ daN/m} = 120,02 \text{ kN/m}$$

$$M_f = \frac{A(l) \times L^2}{8} = \frac{120,02 \times 12,25^2}{8} = 2251,31 \text{ kN.m}$$

$$T = \frac{A(l) \times L}{2} = \frac{120,02 \times 12,25}{2} = 735,12 \text{ kN}$$

Systeme trottoirs (Qtr)

La charge d'un trottoir est considéré égal 1,5kN/m²

Pour deux trottoirs chargés, on : Qtr = 1,5 × 2 × 1,5 = 4,50kN/ml

$$M_f = \frac{Qtr \times L^2}{8} = \frac{4,5 \times 12,25^2}{8} = 84,41 \text{ kN.m}$$

$$T = \frac{Qtr \times L}{2} = \frac{4,5 \times 12,25}{2} = 27,56 \text{ kN}$$

Sous-système Br

Le moment est max lorsque la roue se retrouve à l'axe transversal de la travée. De ce fait on a

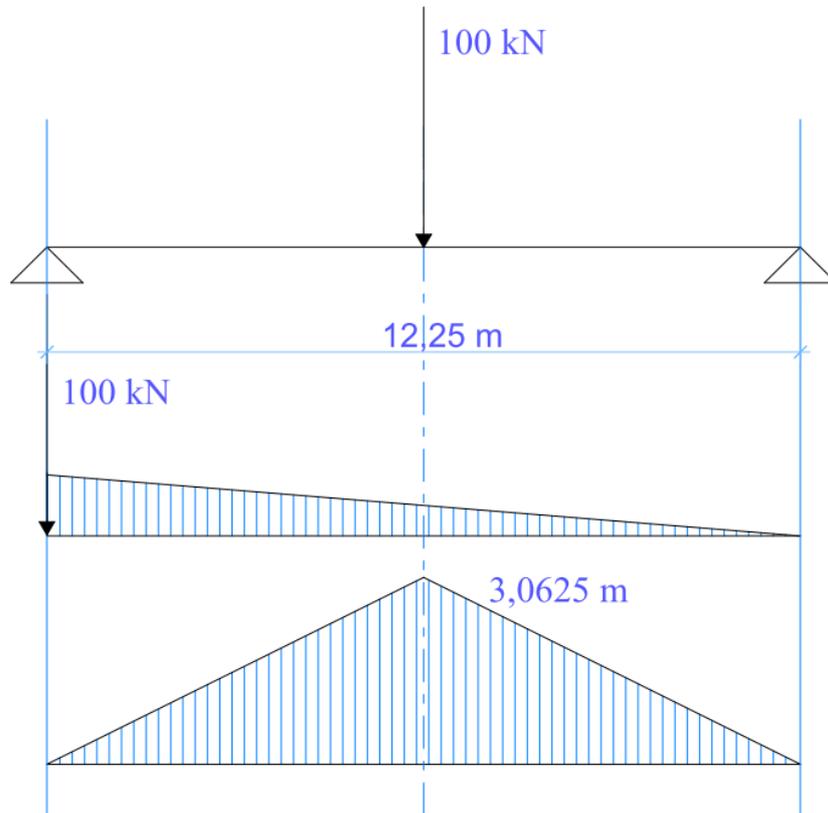


Figure I-10: Ligne d'influence Br

$$M_f = QBr \times y = 100 \times 3,0625 = \mathbf{306,25 \text{ kN.m}}$$

$$T = P = \mathbf{100 \text{ kN}}$$

Sous-système Bt

Le moment max et l'effort tranchant max sont obtenus avec les dispositions suivantes :

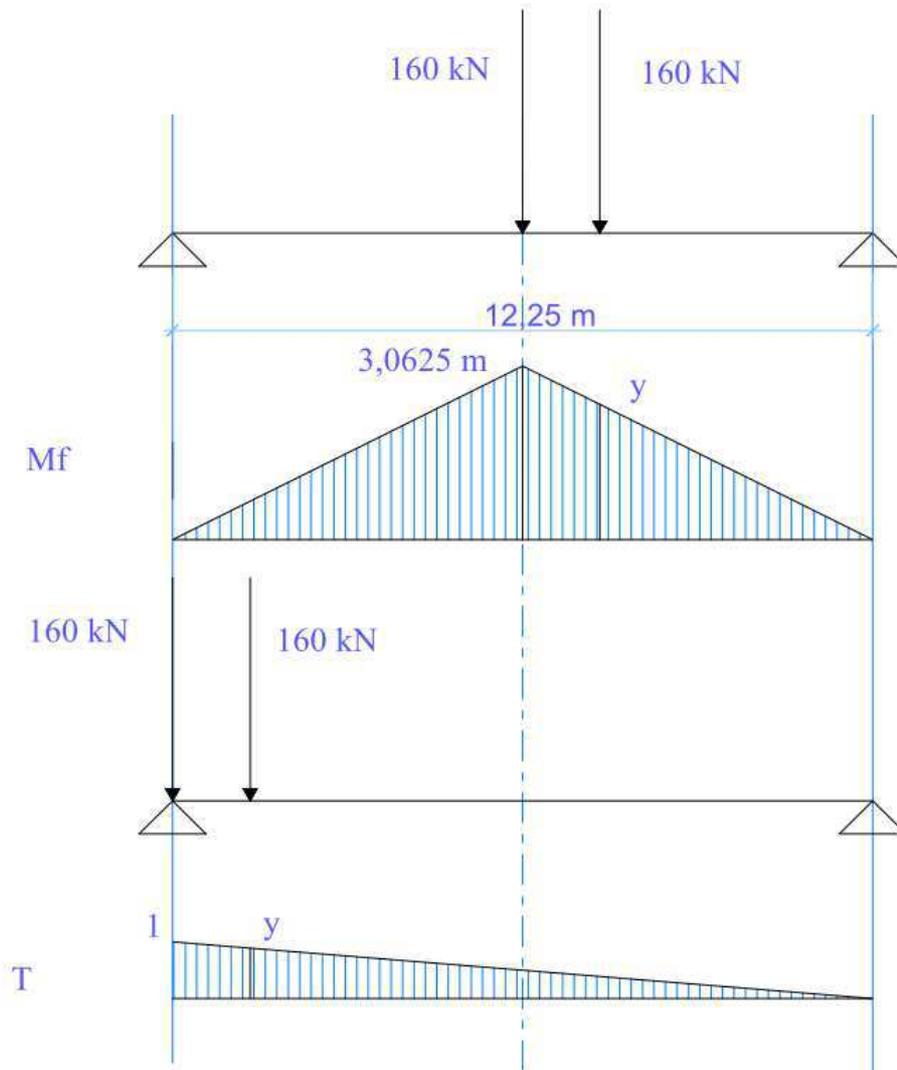


Figure I-11: Ligne d'influence Bt

Moment fléchissant

$$\frac{3,0625}{6,125} = \frac{y}{6,125 - 1,35} \text{ d'ou } y = 2,3875 \text{ m}$$

$$M_f = \sum y_i \times P = 160 \times 3,0625 + 160 \times 2,3875 = \mathbf{872 \text{ kN.m}}$$

Effort tranchant

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

$$\frac{y}{1} = \frac{12,25 - 1,35}{12,25}; y = 0,89$$

$$T = 160(1 + 0,89) = 302,4 \text{ kN}$$

Nous avons deux tandems donc :

$$M_f = 872 \times 2 = \mathbf{1744 \text{ kN.m}}$$

$$T = 302,4 \times 2 = \mathbf{604,8 \text{ kN}}$$

Sous-système Bc

Pour ce système le moment max et l'effort tranchant max sont donnés dans les tableaux suivants : (source : (Réunion d'ingénieurs, 1977))

Études techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

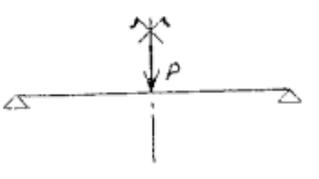
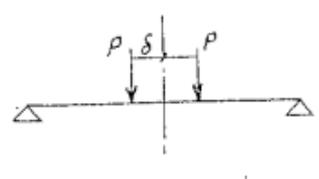
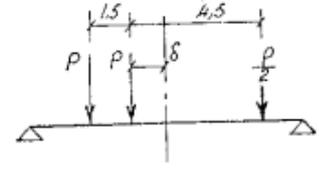
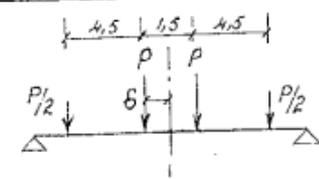
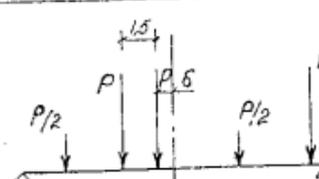
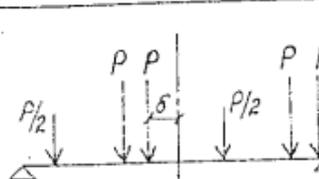
PORTEES (L en mètres)	DISPOSITIONS DES ESSIEUX	δ	MOMENTS MAXIMAUX
$0 < L < 2,56$ m		0	$M = 0,25 PL$
$2,56 < L < 9,19$		0,375 m.	$M = P (0,5 L + \frac{0,281}{L} - 0,75)$
$9,19 < L < 11,75$		0,15 m.	$M = P(0,625 + \frac{0,056}{L} - 1,875)$
$11,75 < L < 17,44$		0,375 m.	$M = P(0,75L + \frac{0,422}{L} - 3,375)$
$17,44 < L < 18,38$		0,844 m.	$M = P (L + \frac{2,848}{L} - 7,875)$
$18,38 < L$		1,725 m.	$M = P(1,25L + \frac{14,878}{L} - 13,125)$

Figure I-12: Valeurs des moments maximaux (Mmax) du système bc

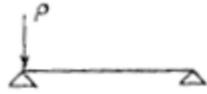
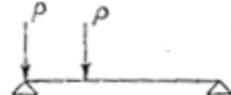
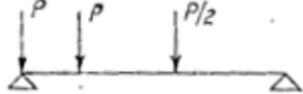
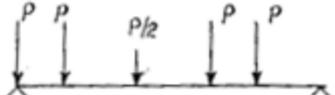
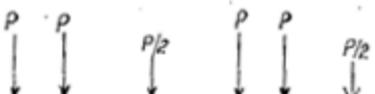
PORTEES (L en mètres)	DISPOSITIONS DES ESSIEUX	EFFORTS TRANCHANTS MAXIMAUX EN A
$L < 1,5$ m		$T = P$
$1,5 < L < 6$		$T = P \left(2 - \frac{1,5}{L} \right)$
$6 < L < 10,5$		$T = P \left(2,5 - \frac{4,5}{L} \right)$
$10,5 < L < 12$		$T = P \left(3,5 - \frac{15}{L} \right)$
$12 < L < 16,5$		$T = P \left(4,5 - \frac{27}{L} \right)$
$16,5 < L$		$T = P \left(5 - \frac{35,25}{L} \right)$

Figure I-13: Valeurs des efforts tranchants maximaux (T_{max}) du système bc

Nous avons un pont de portée 12,25 m à deux voies chargées,

$$M_f = 2 \times 1,1 \times 120 \times \left(0,75 \times 12,25 + \frac{0,422}{12,25} - 3,375 \right) = \mathbf{1543,59 \text{ kN.m}}$$

$$T = 2 \times 1,1 \times 120 \times \left(4,5 - \frac{27}{12,25} \right) = \mathbf{606,12 \text{ kN}}$$

Sous-système BcNiger

Nous convenons d'utiliser la formule proposée dans (Réunion d'ingénieurs, 1977) pour le calcul du moment fléchissant maximal et l'effort tranchant max du système Bc.

$$M_f = 2 \times 1,1 \times 130 \times \left(0,75 \times 12,25 + \frac{0,422}{12,25} - 3,375 \right) = \mathbf{1672,23 \text{ kN.m}}$$

$$T = 2 \times 130 \times 1,1 \times \left(4,5 - \frac{27}{12,25} \right) = \mathbf{656,63 \text{ kN}}$$

Système Mc120

Mc120 étant une surcharge militaire, son moment max et son effort tranchant max se calculent à partir de la disposition ci-dessous

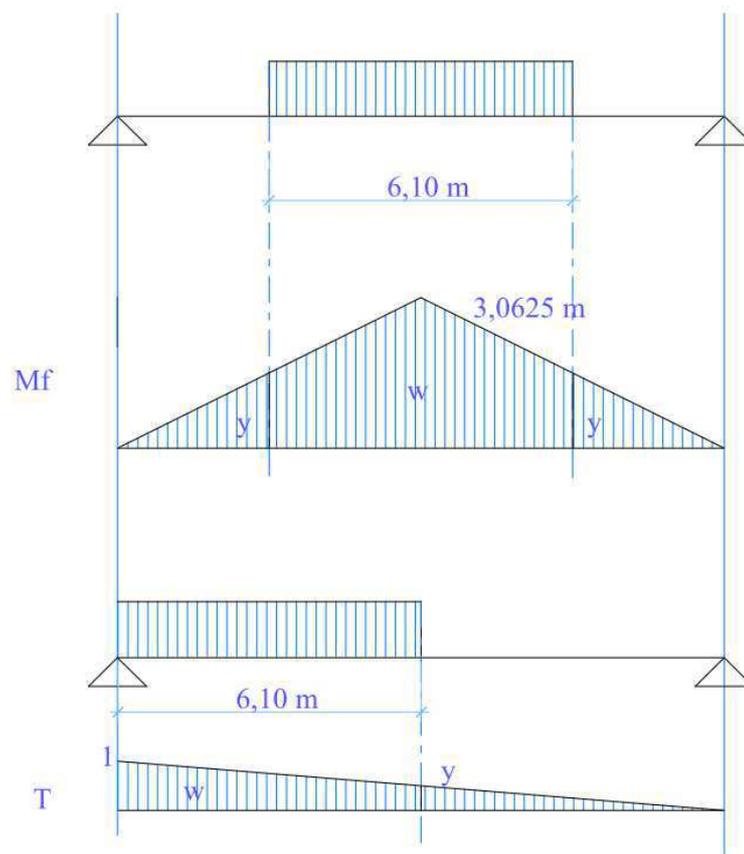


Figure I-14: Ligne d'influence Mc120

Moment fléchissant

$$q = \frac{1100}{6,10} = 180,33$$

$$\frac{y}{3,0625} = \frac{6,125 - 3,05}{6,125}; y = 1,5375$$

$$\omega = 2 \times \frac{3,0625 + 1,5375}{2} \times 3,05 = 14,03$$

$$M_f = 2530,03 \text{ kN.m}$$

Effort tranchant

$$\frac{y}{1} = \frac{12,25 - 6,10}{12,25} = 0,50$$

$$\omega = \frac{1 + 0,50}{2} \times 6,10 = 4,575$$

$$T = 825 \text{ kN}$$

Calcul des sollicitations moyennes

M_f en kN.m et T en kN

Tableau I-12: Calcul des sollicitations moyennes

Système	Sollicitation globale		Poutre intermédiaire			Poutre de rive		
	Mf	T	η	Mf	T	η	Mf	T
Charge permanente	1956,63	638,9		489,16	159,73		489,16	159,73
A(l)	2251,31	735,12	0,31	697,91	227,89	0,36	810,47	264,64
Qtr	84,41	27,56	0,2	16,88	5,51	0,78	65,84	21,50
Bc	1543,59	606,12	0,76	1173,13	460,65	0,97	1497,28	587,94
BcNiger	1672,23	656,63	0,76	1270,89	499,04	0,97	1622,06	636,93
Bt	1744	604,8	0,7	1220,80	423,36	0,83	1447,52	501,98
Br	306,25	100	0,25	76,56	25,00	0,34	104,13	34,00
Mc120	2530,03	825	0,34	860,21	280,50	0,33	834,91	272,25

Calcul des sollicitations pondérées

M_f en kN.m et T en kN

Tableau I-13: Calcul des sollicitations pondérées

Système	Coefficient	Poutre intermédiaire		Poutre de rive	
	δ	Mf	T	Mf	T
Charge permanente	----	489,16	159,73	489,16	159,73
A(l)	----	697,91	227,89	810,47	264,64
Qtr	----	16,88	5,51	65,84	21,50
Bc	1,21	1419,49	557,39	1811,71	711,40
BcNiger	1,21	1537,78	603,84	1962,70	770,69
Bt	1,21	1477,17	512,27	1751,50	607,40
Br	1,21	92,64	30,25	125,99	41,14
Mc120	1,22	1049,46	342,21	1018,59	332,15

Combinaison des charges

ELU

$$M_U = 1,35M_G + 1,6 \max M_{\text{Surcharge B}} + 1,6 M_{\text{trottoir}}$$

$$T_U = 1,35T_G + 1,6 \max T_{\text{Surcharge B}} + 1,6 T_{\text{trottoir}}$$

ELS

$$M_{\text{Ser}} = M_G + 1,2 \max M_{\text{Surcharge B}} + M_{\text{trottoir}}$$

$$T_{\text{Ser}} = T_G + 1,2 \max T_{\text{Surcharge B}} + T_{\text{trottoir}}$$

Application

ELU

$$M_U = 1,35 \times 489,16 + 1,6 \times 1962,70 + 1,6 \times 65,84 = 3906,03 \text{ kN.m} = \mathbf{3,91 \text{ MN.m}}$$

$$T_U = 1,35 \times 159,73 + 1,6 \times 770,69 + 1,6 \times 21,50 = 1483,14 \text{ kN} = \mathbf{1,48 \text{ MN}}$$

ELS

$$M_{\text{Ser}} = 489,16 + 1,2 \times 1962,70 + 65,84 + 2910,24 \text{ kN.m} = \mathbf{2,91 \text{ MN.m}}$$

$$T_{\text{Ser}} = 159,73 + 1,2 \times 770,69 + 21,50 = 1106,06 \text{ kN} = \mathbf{1,11 \text{ MN}}$$

CALCUL DE SECTION DES ARMATURES

✓ SECTION D'ARMATURES DES POUTRES

Nous avons une poutre de section en T

$b = 2,5 \text{ m}$; $h_o = 0,20 \text{ m}$; $b_p = 0,30 \text{ m}$; $l = 1 \text{ m}$;

Section d'armature longitudinale des poutres

La fissuration est considérée préjudiciable et les calculs sont menés à l'ELS.

Calcul du moment de référence M_{Tser}

$M_{ser} = 2,91 \text{ MN.m}$

$$M_{Tser} = bh_o \frac{\sigma_{bc}}{2} \left(d - \frac{h_o}{3} \right)$$

Avec $d = 0,9h = 0,9 \times 1 = 0,90 \text{ m}$

Dans le calcul du moment de référence σ_{bc} est calculée avec la formule suivante :

$$\sigma_{bc} = \frac{h_o}{n(d - h_o)} \sigma_{st} = \frac{0,2}{15 \times (0,90 - 0,2)} \times 215,56 = 4,11 \text{ MPa}$$

$$M_{Tser} = 2,5 \times 0,2 \times \frac{4,11}{2} \left(0,9 - \frac{0,2}{3} \right) = 0,856 \text{ MN.m}$$

$M_{ser} > M_{Tser} \rightarrow$ la table est insuffisante pour équilibrer seul le moment M_{ser} , nous utilisons alors une méthode approchée en supposant que l'effort interne de compression se situe à une distance (bras de levier) des armatures tendues égales à $(d - h_o/2)$ (au milieu de la hauteur de la table de compression)

$$A_s = \frac{M_{ser}}{\left(d - \frac{h_o}{2} \right) \sigma_{st}} = \frac{2,91}{\left(0,9 - \frac{0,2}{2} \right) \times 215,56} = 169 \text{ cm}^2$$

Vérification de la condition de non fragilité

$$A_{min} = \frac{I}{\left(d - \frac{h_o}{3} \right) v f_e}$$

$$I = b_p \times \frac{h^3}{3} + (b - b_p) \times \frac{h_o^3}{3} - [b_p \times h + (b - b_p) \times h_o] \times v'^2$$

$$v' = \frac{b_p \times h^2 + (b - b_p) \times h_0^2}{2 \times [b_p \times h + (b - b_p) \times h_0]}$$

$$v' = \frac{0,3 \times 1 + (2,5 - 0,3) \times 0,2^2}{2 \times [0,3 \times 1 + (2,5 - 0,3) \times 0,2]} = 0,262$$

$$I = 0,3 \times \frac{1}{3} + (2,5 - 0,3) \times \frac{0,2^3}{3} - [0,3 \times 1 + (2,5 - 0,3) \times 0,2] \times 0,262^2 = 0,055$$

$$v = h - v' = 1 - 0,055 = 0,945$$

$$A_{min} = \frac{0,055}{\left(0,9 - \frac{0,2}{3}\right) \times 0,945} \times \frac{2,4}{400} = 4,190 \text{ cm}^2$$

$A_s > A_{smin} \rightarrow$ Condition de non fragilité vérifiée

Nous optons pour 14HA40 totalisant une section réelle de 175,92 cm²

Section d'armature transversale des poutres

Calcul de la contrainte tangente conventionnelle.

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_o \times d} = \frac{1,48}{0,30 \times 0,9} = 5,4 \text{ MPa}$$

Vérification

$$\tau_{ul} = \min\left(\frac{0,15f_{c28}}{\gamma_b}; 4 \text{ MPa}\right) = 3 \text{ MPa}$$

$\tau_u > \tau_{ul} \rightarrow$ Armatures d'âme inclinées de $45^\circ \leq \alpha < 90$

Prenons $\alpha = 45^\circ$ et recalculons τ_{ul} avec la formule suivante

$$\tau_{ul} = \min\left(0,27 \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b}; 7 \text{ MPa}\right) = 5,4 \text{ MPa}$$

$\tau_u = \tau_{ul} \rightarrow$ OK

$$\frac{A_t \times f_e}{b_o \times St \times \gamma_s} \geq \frac{\tau_u - 0,3 \times k \times f_{t28}}{0,9(\sin\alpha + \cos\alpha)} \text{ avec } k = 0$$

$$\frac{A_t}{St} \geq \frac{5,4 \times 30}{0,9 \times \left(\frac{400}{1,15}\right) \times (\sin 45^\circ + \cos 45^\circ)} = 0,366 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

Armatures minimales

$$\frac{A_{tmin} \times f_e}{b_o \times S_t} \geq 0,4 \text{ MPa}$$

$$\frac{A_{tmin}}{S_t} \geq \frac{30}{400} \times 0,4 = 0,03 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$A_t > A_{tmin} \rightarrow \text{OK}$$

Diamètre des armatures transversales

$$\phi_t \leq \min \left(\frac{h}{35}; \frac{b_o}{10}; \phi_l \right) = \min \left(\frac{1}{35}; \frac{0,3}{10}; 40 \right) = 28,57; 30; 40$$

Prenons $\phi_t = 12 \text{ mm}$

Espacement maximal des armatures

$$S_{tmax} \leq \min(0,9d; 40\text{cm}) = (81\text{cm}; 40 \text{ cm})$$

$$S_{tmax} = 40 \text{ cm}$$

Espacement des armatures d'âme S_t

Vu la valeur de S_{tmax} ; prenons un $S_t = 20 \text{ cm}$ et vérifions la section A_t

$$\frac{A_t}{S_t} \geq 0,366 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}} \rightarrow A_t \geq 20 \times 0,366 = 7,32 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_{tmin}}{S_t} \geq 0,03 \rightarrow A_{tmin} \geq 20 \times 0,03 = 0,6 \text{ cm}^2$$

Condition vérifiée, nous adoptons alors un **espacement de 20 cm**

Section d'armature longitudinale minimale aux appuis

$$A_{sa} \geq \frac{1,48}{400} = 37 \text{ cm}^2 \text{ soit } \mathbf{3HA40} \text{ totalisant une section de } 37,70 \text{ cm}^2$$

Section d'armature de montage

Vu la hauteur de notre poutre, nous proposons de mettre des armatures de montage (cas des poutres non préfabriquées) afin de faciliter le soulèvement. A cet effet nous prenons forfaitairement des HA20.

Calcul des armatures de peau :

Pour éviter les fissures, nous proposons de mettre des armatures de peau à raison de 3cm^2 par mètre de longueur de parement (2HA14/m).

✓ **SECTION D'ARMATURES DES ENTRETOISES**

La fissuration est considérée préjudiciable et les calculs sont menés à l'ELS.

Dans notre cas d'étude, nous sommes en présence d'entretoises sur appuis qui sont peu sollicitées. Mais lors des opérations de vérinage pour remplacer ou réparer les appareils d'appui, elles doivent être calculées en flexion simple car les vérins jouent le rôle d'appui provisoires. L'entretoise est alors soumise aux efforts suivants :

- Son poids propre ($0,2 \times 0,6 \times 25 = 3 \text{ kN/ml}$)
- Le poids des équipements ($27,57 \text{ kN/ml}$)
- Le poids du hourdis (50 kN/ml)
- Et le poids des poutres qui agissent comme des charges concentrées ($6 \times 12,5/2 = 37,5 \text{ kN}$)

A partir du logiciel RDM6, nous avons les sollicitations suivantes :

$$M_{\text{ser}} = 298,44 \text{ Kn.m} ; T_{\text{ser}} = 238,75 \text{ kN}$$

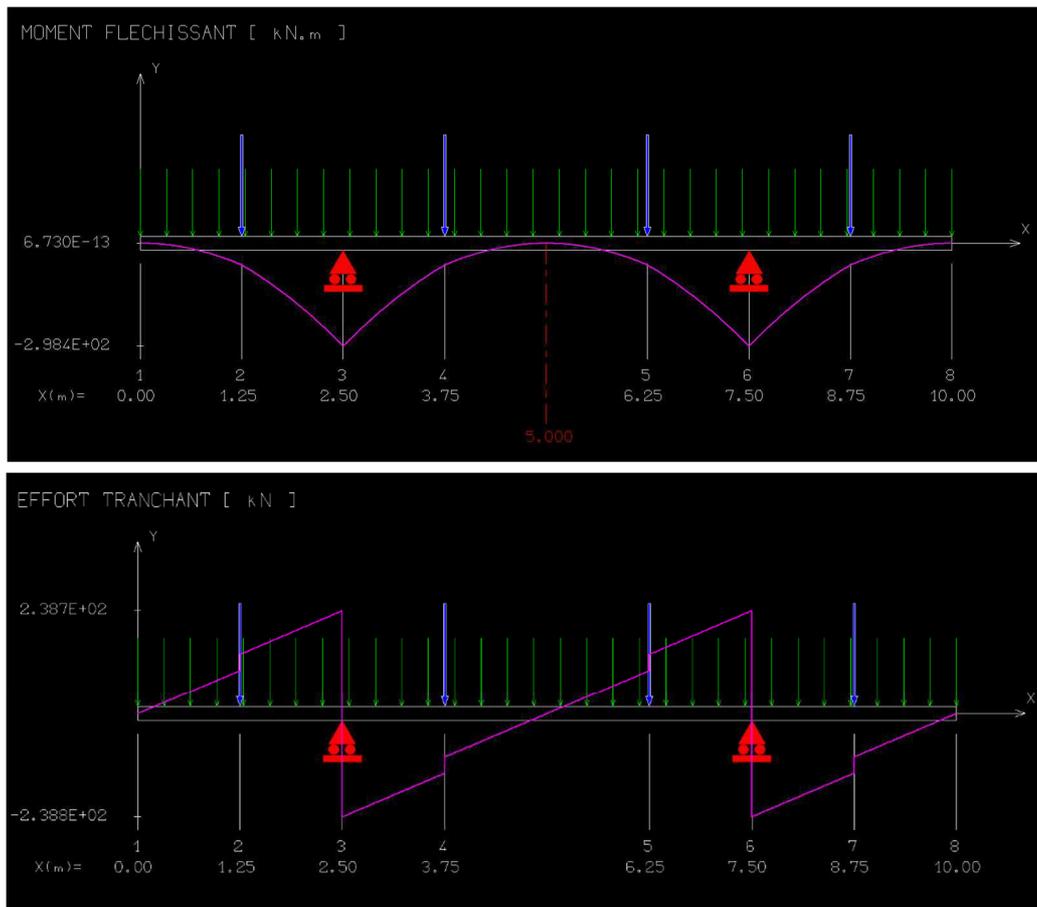


Figure I-15: Schéma mécanique de calcul de l'entretoise à deux vérins

Section d'armature longitudinale des entretoises

$$M_{ser} = 0,298 \text{ kN.m}$$

$$M_{rb} = 0,5bd^2\alpha_{ser}\left(1 - \frac{\alpha_{ser}}{3}\right)\sigma_{bc}$$

Avec

$$\alpha_{ser} = \frac{n\sigma_{bc}}{n\sigma_{bc} + \sigma_{st}} = \frac{15 \times 18}{15 \times 18 + 215,56} = 0,556$$

$$M_{rb} = 0,5 \times 0,2 \times 0,54^2 \times 0,556 \times \left(1 - \frac{0,556}{3}\right) \times 18 = 0,428 \text{ MN.m}$$

$M_{ser} < M_{rb} \rightarrow$ Pas d'acier comprimé, alors

$$A_{st} = \frac{M_{ser}}{Z\sigma_{st}} = \text{avec } Z = d - \frac{y_{ser}}{3} \text{ et } y_{ser} = d\alpha_{ser}$$

$$y_{ser} = 0,54 \times 0,556 = 0,3$$

$$Z = 0,54 - \frac{0,3}{3} = 0,44$$

$$A_{st} = \frac{M_{ser}}{Z\sigma_{st}} = \frac{0,298}{0,44 \times 215,56} = 31,42 \text{ cm}^2$$

Calcul de A_{min}

$$A_{min} = 0,23 bd \frac{ft_{28}}{fe} = 0,23 \times 0,2 \times 0,54 \times \frac{2,4}{400} = 1,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{st} > A_{smin} \rightarrow \text{OK}$$

Nous retenons 10HA20 totalisant une section de 31,42 cm²

ϕ_t est alors égal 8 mm et esp = 20 cm

✓ SECTION D'ARMATURES DU HOURDIS

Les hourdis des ponts à poutres sont considérés comme des dalles articulées sur les 4 cotés. Les sollicitations (M_f et T) des charges permanentes sont calculées en fonction du rapport L_x/L_y .

$$\frac{L_x}{L_y} < 0,4, \text{ la dalle porte sur 1 côté (Lx) ;}$$

$$\frac{L_x}{L_y} \geq 0,4, \text{ la dalle porte sur deux côté (Lx et Ly)}$$

$$\frac{2,5}{12,25} = 0,2$$

$0,2 < 0,4 \rightarrow$ la dalle porte sur Lx (2,5 m)

Sollicitations dues aux charges permanentes de l'hourdis

Moment fléchissant M_f

$$M_f = \frac{G \times l_x^2}{8} = \frac{61,27 \times 2,5^2}{8} = 47,87 \text{ kN.m}$$

Effort tranchant

$$T = \frac{G \times l_x}{2} = \frac{61,27 \times 2,5}{2} = 76,59 \text{ kN}$$

Sollicitations dues aux différentes surcharges

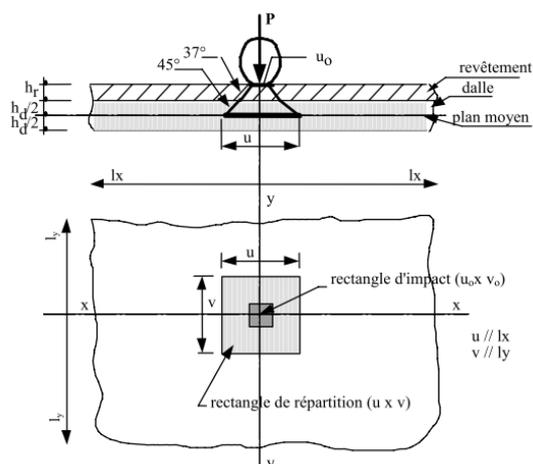


Figure I-16: Diffusion de la charge P localisée sur le plan moyen de la dalle (source : (Mongi Ben OUEZDOU, 2012))

Moments fléchissants

Pour le calcul des moments dues aux surcharges les abaques nous donnent directement ces moments en fonction de E, a et b où :

$$E = \frac{3}{4} h_r + \frac{1}{2} h_d; \text{ avec } E \text{ (l'épaisseur équivalente) variant entre } 0,08\text{m et } 0,20\text{m ;}$$

h_r : épaisseur du revêtement et h_d : épaisseur de la dalle

a : la petite portée l_x

b : la grande portée l_y

Calcul pour notre projet

$$E = \frac{3}{4} (0,07) + \frac{1}{2} (0,2) = 0,153 \text{ m}$$

$$a = l_x = 2,5 \text{ m}; b = l_y = 12,25 \text{ m (considéré infini)}$$

Les moments lus se présentent dans le tableau ci-dessous

Tableau I-14: Moments dus aux surcharges obtenus à partir des abaques de PIGEAUD

Surcharges	Ma (Sens transversal kN.m/m)	Mb (Sens longitudinal kN.m/m)
Sous-système Bc	29,95	15,8
Sous-système Bt	30	15
Sous-système Br	19,2	13,3
Système Mc120	38	-----

Afin de prendre en compte tous les moments de toute la dalle, les coefficients suivants sont appliqués :

- -0,50 pour les moments sur appuis
- 0,75 pour les moments en travée intermédiaire (pas nécessaire dans notre cas d'étude)
- Et 0,80 pour les moments en travée de rive.

Ainsi nous avons :

Tableau I-15: Moments en travée et sur appuis de l'hourdis

	Moment lus		Moment suivant X		Moment suivant Y	
	Ma = Mx	Mb=My	M _{appuis}	M _{travée}	M _{appuis}	M _{travée}
	----	----	-0,5	0,8	-0,5	0,8
G	47,87		-23,935	38,296	----	----
Bc	29,95	15,8	-14,975	23,96	-7,9	12,64
Bt	30	15	-15	24	-7,5	12
Br	19,2	13,3	-9,6	15,36	-6,65	10,64
Mc120	38	----	-19	30,4	----	----

Efforts tranchants

$$U = U_o + 1,5 h_r + h_d \text{ et } V = V_o + 1,5h_r + h_d$$

Avec U_o et V_o les dimensions géométriques de l'essieu.

Alors le guide nous propose les deux conditions si après :

$$\text{Si } U \geq V \rightarrow T_{xx} = \frac{P}{2U + V} \text{ et } T_{yy} = \frac{P}{3U}$$

$$\text{et si } U < V \rightarrow T_{xx} = \frac{P}{3V} \text{ et } T_{yy} = \frac{P}{2U + V}$$

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau I-16: Efforts tranchants de l'hourdis dus aux surcharges

Surcharges	U _o	V _o	U	V	P (kN)	T _{xx}	T _{yy}
Sous-système Bc	0,25	0,25	0,555	0,555	60	36,04	36,04
Sous-système BcNiger	0,3	0,3	0,605	0,605	65	35,81	35,81
Sous-système Bt	0,25	0,6	0,555	0,905	80	29,47	39,70
Sous-système Br	0,3	0,6	0,605	0,905	100	36,83	47,28
Système Mc120	6,1	1	6,405	1,305	550	38,97	28,62

Tableau I-17: Sollicitations non majorées sur l'hourdis

Sollicitations	Suivant XX			Suivant YY		
	M _{max} sur appuis (kN.m)	M _{max} en travée (kN.m)	T _{max} (kN)	M _{max} sur appuis (kN.m)	M _{max} en travée (kN.m)	T _{max} (kN)
Charge Permanente	-23,935	38,296	76,59	0	0	0
Système B	-15	23,96	36,83	-7,9	12,64	47,28
Système Mc120	-19	30,4	38,97	0	0	28,62

Tableau I-18: Sollicitations globales majorées sur l'hourdis

Sollicitations	Coef δ	Suivant XX			Suivant YY		
		M _{max} sur appuis (kN.m)	M _{max} en travée (kN.m)	T _{max} (kN)	M _{max} sur appuis (kN.m)	M _{max} en travée (kN.m)	T _{max} (kN)
Charge Permanente	----	-23,94	38,30	76,59	0	0	0
Système B	1,33	-19,95	31,87	48,99	-10,51	16,81	62,88
Système Mc120	1,37	-26,03	41,65	53,39	0	0	39,21

Combinaison des charges à l'ELU

$$M_U = 1,35M_G + \max(1,35M_{Mc120})$$

$$T_U = 1,35T_G + \max(1,35T_{Mc120})$$

Combinaison des charges à l'ELS

$$M_{Ser} = M_G + \max(1,2\max M_{Surcharge A,B})$$

$$T_{Ser} = T_G + \max(1,2\max T_{Surcharge A,B})$$

Tableau I-19 Combinaison des sollicitations sur l'hourdis

Sollicitations	Suivant xx			Suivant yy		
	Mmax sur appuis (kN.m)	Mmax en travée (kN.m)	Tmax (kN)	Mmax sur appuis (kN.m)	Mmax en travée (kN.m)	Tmax (kN)
ELU	67,45	107,92	175,47	14,18	22,70	84,89
ELS	49,97	79,94	129,98	12,61	20,17	75,46

Calcul du moment d'encorbellement M_e

Le moment d'encorbellement est calculé sous l'effet de la charge permanente et de la surcharge du trottoir qui représente la charge locale de $q_{tr} = 0,45t/m^2$ ou une charge concentrée $P_{tr} = 6t$ qui représente une roue isolée dont la surface d'impact est un carré de 0,25 m de côté.

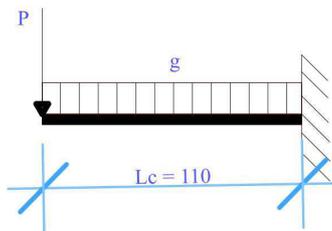


Figure I-17: Schéma de l'encorbellement

$$M_e = \gamma_G M_G \gamma_Q M_{tr}$$

$$M_G = G \times \frac{L_c^2}{2} = 11 \times \frac{1,1^2}{2} = 6,655 \text{ kN.m}$$

$$T_G = G \times \frac{L_c}{2} = 11 \times \frac{1,1}{2} = 6,05 \text{ kN}$$

$$M_{tr} = \sup \left[q_{tr} \times L_{tr} \times \left(L_{cs} - \frac{L_{tr}}{2} \right) ; \frac{P_{tr}}{B} \times L_c \right]$$

$$B = V + 2 L_c = V_o + 1,5 h_r + h_d + 2 L_c = 0,25 + 1,5 \times 0,07 + 0,2 + 2 \times 1,1 = 2,755$$

$$M_{tr} = \sup \left[4,5 \times 1,5 \times \left(1,1 - \frac{1,5}{2} \right) ; \frac{60}{2,755} \times 1,1 \right] = [2,36 ; 23,96] = 23,96 \text{ kN.m}$$

$$T_{tr} = \sup \left[q_{tr} \times L_{tr} ; \frac{P_{tr}}{B} \right] = [6,75 ; 21,78] = 21,78 \text{ kN}$$

Combinaison à l'ELU

$$M_{eU} = 1,35 \times 6,655 + 1,6 \times 23,96 = 47,32 \text{ kN.m}$$

$$T_{eU} = 1,35 \times 6,05 + 1,6 \times 21,78 = 43,02 \text{ kN}$$

Combinaison à l'ELS

$$M_{eSer} = 6,655 + 23,96 = 30,62 \text{ kN.m}$$

$$T_{eSer} = 6,05 + 21,78 = 27,83 \text{ kN}$$

Notons que la valeur du moment d'encorbellement sera comparée au moment sur appuis du hourdis et la valeur la plus défavorable sera utilisée pour le ferrailage en appuis du hourdis.

Calcul des sections d'armature de l'hourdis

Nous considérons la section suivante :

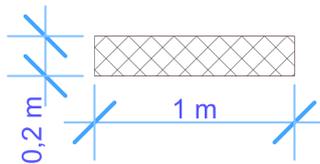


Figure I-17: Section de dalle considérée pour le calcul des sections d'armature

➤ Condition relative au non emploi d'armature d'effort tranchant

$$\tau_u = \frac{V_u}{bd}$$

$$\tau_u = \frac{175,47}{100 \times 18} = 0,097 \text{ kN/cm}^2$$

$$\bar{\tau}_u = \frac{1}{\gamma_b} 0,64 f_c j^{2/3}$$

$$\bar{\tau}_u = \frac{1}{1,5} \times 0,64 \times (30)^{2/3} = 0,41 \text{ kN/cm}^2$$

$\bar{\tau}_u > \tau_u \rightarrow$ Armatures d'effort tranchant non nécessaires

Tableau I-20: Choix des armatures de l'hourdis

ELU			
	Travée xx	Travée yy	Appuis
Section d'acier (cm ²)	19,80	3,75	11,45
Choix d'armatures	10HA16	6HA10	6HA16
Espacement (cm)	15	10	15
ELS			
Section d'acier (cm ²)	25,31	6,33	15,82
Choix d'armatures	9HA20	5HA14	8HA16
Espacement (cm)	15	12	15

Vu la différence entre les sections, celles obtenues à l'ELS sont retenues pour le ferrailage.

✓ DIMENSIONNEMENT DES APPAREILS D'APPUI ET DES BOSSAGES

Appareils d'appui

Nous prenons forfaitairement un appareil d'appui de dimension **300 x 400 ; 3 (10 + 3) ; 2 x 5** (proposée dans le guide SETRA) et vérifions la condition liée à la section la section.

Calcul mené à l'ELU

$$A \geq \frac{R_{max}}{\sigma}$$

R_{max} , la réaction maximale

$$R_{max} = 159,73 + 1,35 \times 770,69 + 21,50 = 1221,66 \text{ kN}$$

σ = la contrainte de compression moyenne comprise entre 20 MPa et 25 MPa

$$A = 0,300 \times 0,400 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$\frac{R_{max}}{\sigma} = \frac{1,22}{20} + 610 \text{ cm}^2$$

$$A > \frac{R_{max}}{\sigma} \rightarrow OK$$

Bossages (50×40×10)

D'après (Dossier pilote SETRA PP73, 1977), nous avons

$$A_s \geq 0,04 \frac{R_{max} + pp}{\sigma_{st}}$$

A l'ELS on a

$$R_{max} = 159,73 + \left(1,2 \times \frac{770,69}{4} + \frac{21,50}{4} \right) = 396,31 \text{ kN}$$

$$A_s \geq 0,04 \frac{396,81 \times 10^{-3}}{215,56} = 0,74 \text{ cm}^2$$

Nous retenons 3HA8 espacées de 5 cm

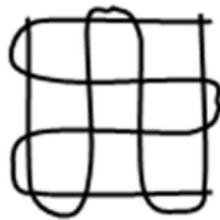


Figure I-18: Schéma de principe de ferrailage du bossage

✓ **CALCUL DE SECTION D'ARMATURE DES CHEVETRES**

Descente de charges sur un chevetre

- Poids propre chevetre : $1,20 \times 0,80 \times 25 = 24 \text{ kN/ml}$

- Réaction d'un vérin : 477,50 kN

Les calculs seront menés à l'ELS

Après modélisation dans RDM6, nous avons les diagrammes suivants :

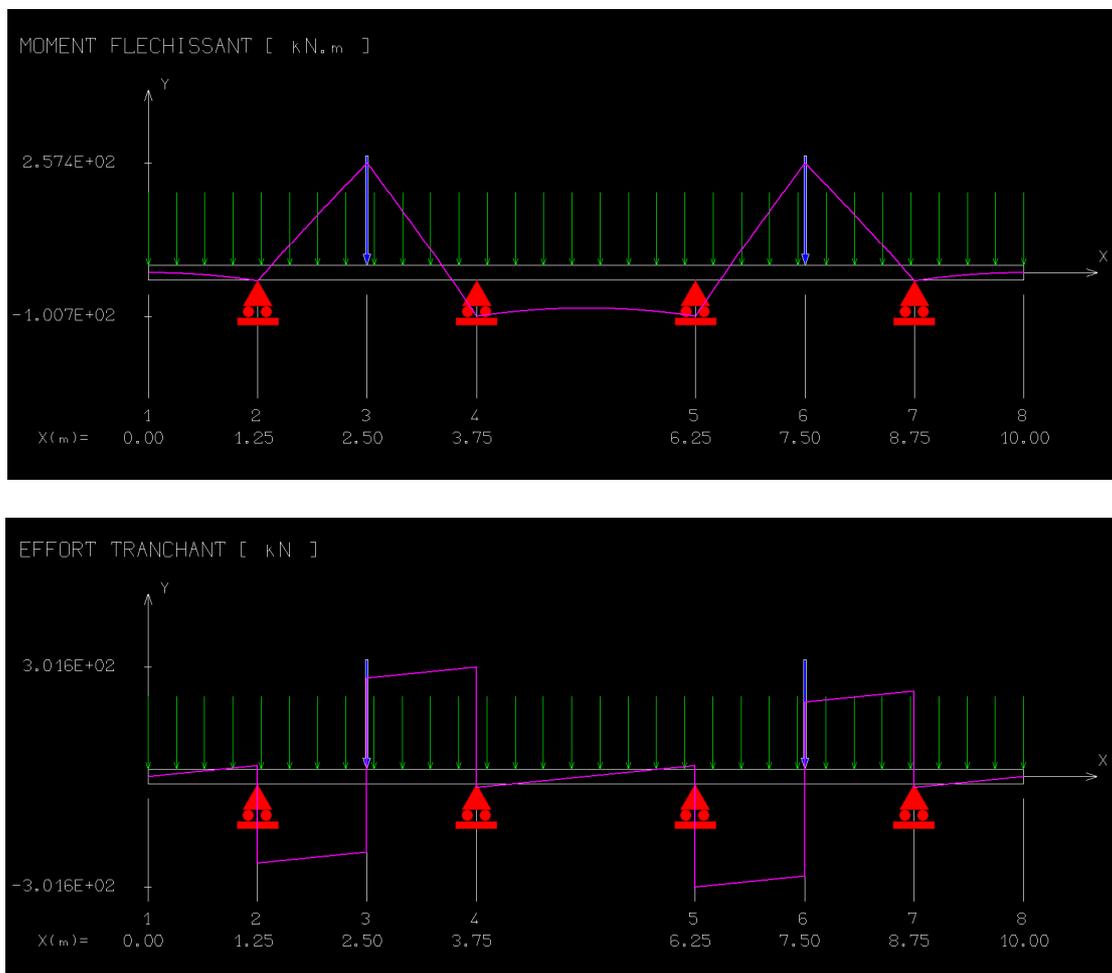


Figure I-19: Schéma mécanique de calcul du chevêtre

Moments fléchissants

$M_{\text{appuis}} : 18,75 \text{ kN.m}$

$M_{\text{travée}} : 257,42 \text{ kN.m}$

Effort tranchant

$T_{\text{max}} : 301,56 \text{ kN}$

Tableau I-21: Choix des armatures du chevêtre

	Appuis	Travée
Section d'armature (cm ²) Ø1	1,42	20,33
Choix d'armature	4HA8	7HA20

Nous retenons $\phi_t = 10$ mm avec un espacement de 15 cm

✓ SECTION D'ARMATURES DES COLONNES

Dans notre cas d'étude, les colonnes sont considérées comme des poteaux et dimensionnées à l'ELU en compression simple. (Hauteur : 3,40 m ; diamètre : 0,80 m)

Descente de charges sur une colonne

- Poids propre : $\frac{\pi \times 0,8}{4} \times 3,40 \times 25 = 42,73$ kN

- Poids bossage : $0,5 \times 0,4 \times 0,1 \times 25 \times 2 = 1$ kN

- Charge permanente tablier : 159,73 kN

- Réaction chevêtre : 331,56 kN

- Surcharge roulante : 770,694 kN

- Surcharge trottoir : 21,504 kN

Combinaison à l'ELU

$$R_{total} = 1,35(159,73) + 1,6(770,694 + 21,504) = 1483,15 \text{ kN}$$

$$N_u = \frac{R_{total}}{nf_{ut}} + 1,35 \times (P_p + P_{bossages} + R_c)$$

$$N_u = \frac{1483,15}{4} + 1,35 \times (42,73 + 1 + 331,56) = 877,429 \text{ kN}$$

$$N_u = 877,429 \text{ kN}$$

Calcul de la section réduite du béton

$$B_r = \pi \times \frac{(\phi - 0,02)^2}{4} = \pi \times \frac{(0,80 - 0,02)^2}{4} = 0,48 \text{ m}^2$$

L'élancement : $\lambda = \frac{4l_f}{\phi}$ avec $l_f = 3,40$ m et $\phi = 0,80$ m

$$\lambda = \frac{4 \times 3,40}{0,80} = 17$$

$$\lambda \leq 50$$

alors

$$\alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2 \times \left(\frac{17}{35}\right)^2} = 0,81$$

Section théorique Asc

$$A_{sc} = \frac{1}{f_{su}} \left[\frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r f_{c28}}{0,9 \gamma_b} \right]$$

$$A_{sc} = \frac{1}{348} \left[\frac{877,429 \cdot 10^{-3}}{0,81} - \frac{0,48 \times 30}{0,9 \times 1,5} \right] \times 10000 = -275,39 \text{ cm}^2$$

$$A_{sc} = -275,39 \text{ cm}^2 < 0$$

Calcul de A_{min}

$$A_{min} = \max \left[4 \cdot u ; \frac{0,2B}{100} \right]$$

$$u = \emptyset \pi = 0,8 \times \pi = 2,51 \text{ m}$$

$$B = \pi \times \frac{\emptyset^2}{4} = \pi \times \frac{80^2}{4} = 5026,55 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = \max \left[4 \times 2,51 ; \frac{0,2 \times 5026,55}{100} \right] = 10,05 \text{ cm}^2$$

Section maximale A_{max}

$$A_{max} = \frac{5B}{100} = \frac{5 \times 5026,55}{100} = 251,33 \text{ cm}^2$$

$$A_{max} > A_{min} \rightarrow OK$$

Nous retenons A_{min} comme section de la colonne.

$$A_{min} = A_{sc} = 10,05 \text{ cm}^2$$

Choix : **8HA14** totalisant une section de 12,31 cm²

$$\text{Armatures transversales : } \emptyset_t \geq \frac{\emptyset l}{3}$$

$$\frac{\emptyset l}{3} = \frac{14}{3} = 4,67 \text{ mm retenons } \emptyset_t = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Espacement } S_t \leq \min(40 \text{ cm} ; 15 \emptyset l)$$

$$\min(40 \text{ cm} ; 15 \times 1,4) = 21 ; S_t = 20 \text{ cm}$$

✓ **SECTION D'ARMATURE DE LA SEMELLE DE LIAISON**

Les dimensions de la semelle de liaison se présente comme suit :

La largeur $B_s = 3 \text{ m}$

La hauteur $H_s = 0,85 \text{ m}$

La longueur $L_s = 6,6 \text{ m}$

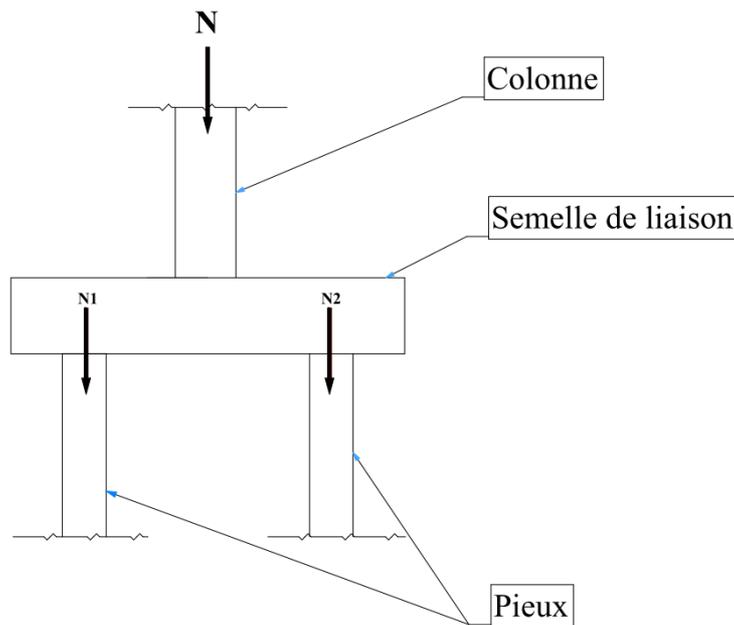


Figure I-20: Schéma du principe de répartition des charges sur les pieux

Charge sur la semelle

$$N = Nu + \frac{\text{Poids propre semelle}}{n_{colonnes}}$$

$$N = 877,429 + \frac{6,6 \times 3 \times 0,85 \times 25}{4} = 982,62 \text{ kN}$$

Effort normal tangentiel maximal

$$T = \text{Max} \left[N_1 \frac{d_1 - a_1}{z}; N_2 \frac{d_2 - a_2}{Z} \right]$$

$$d_1 = d_2 = \frac{2,50}{2} = 1,25 \text{ m (demi - entraxe des pieux)}$$

$$N_1 = N_2 = \frac{N}{2} = \frac{982,62}{2} = 491,31 \text{ kN}$$

$$a_1 = a_2 = 0,5 \times \varnothing_{colonne} \times \frac{N_1}{N_1 + N_2}$$

$$a_1 = a_2 = 0,5 \times 0,8 \times \frac{491,31}{491,31 + 491,31} = 0,2 \text{ m}$$

Bras de levier Z

$$Z = 1,3 \times \text{Max}[(d_1 - a_1 ; d_2 - a_2)]$$

$$Z = 1,3 \times \text{Max}[(1,25 - 0,2 ; 1,25 - 0,2)] = 1,365 \text{ m}$$

$$T = \text{Max} \left[491,31 \frac{1,25 - 0,2}{1,365} ; 491,31 \frac{1,25 - 0,2}{1,365} \right] = 377,93 \text{ kN}$$

Section d'armature transversale supérieure et inférieure

Selon le fascicule 132 ferrailage appuis et fondation, on a

$$A_t \geq \frac{T}{\sigma_a} \text{ avec } \sigma_a = (2/3)\sigma_s$$

$$A_t \geq \frac{377,93}{\left(\frac{2}{3}\right) \times 348} = 16,29 \text{ cm}^2$$

Nous retenons 9HA16 totalisant une section de 18,10 cm²

Armature longitudinale supérieure et inférieure

$$A_{l\text{sup}} = 0,05\% \times B \times h_s = 0,05\% \times 3 \times 0,85 = 18,75 \text{ cm}^2$$

Nous retenons 10HA16 totalisant une section de 20,11 cm²

$$A_{l\text{inf}} = 0,1\% \times B \times h_s = 0,1\% \times 0,85 = 25,5 \text{ cm}^2$$

Nous retenons 9HA20 totalisant une section de 28,27 cm²

✓ FERRAILLAGE MUR GARDE GREVE ET DU CORBEAU

Nous optons pour le ferrailage type proposé par SETRA (Dossier pilote SETRA PP73, 1977).

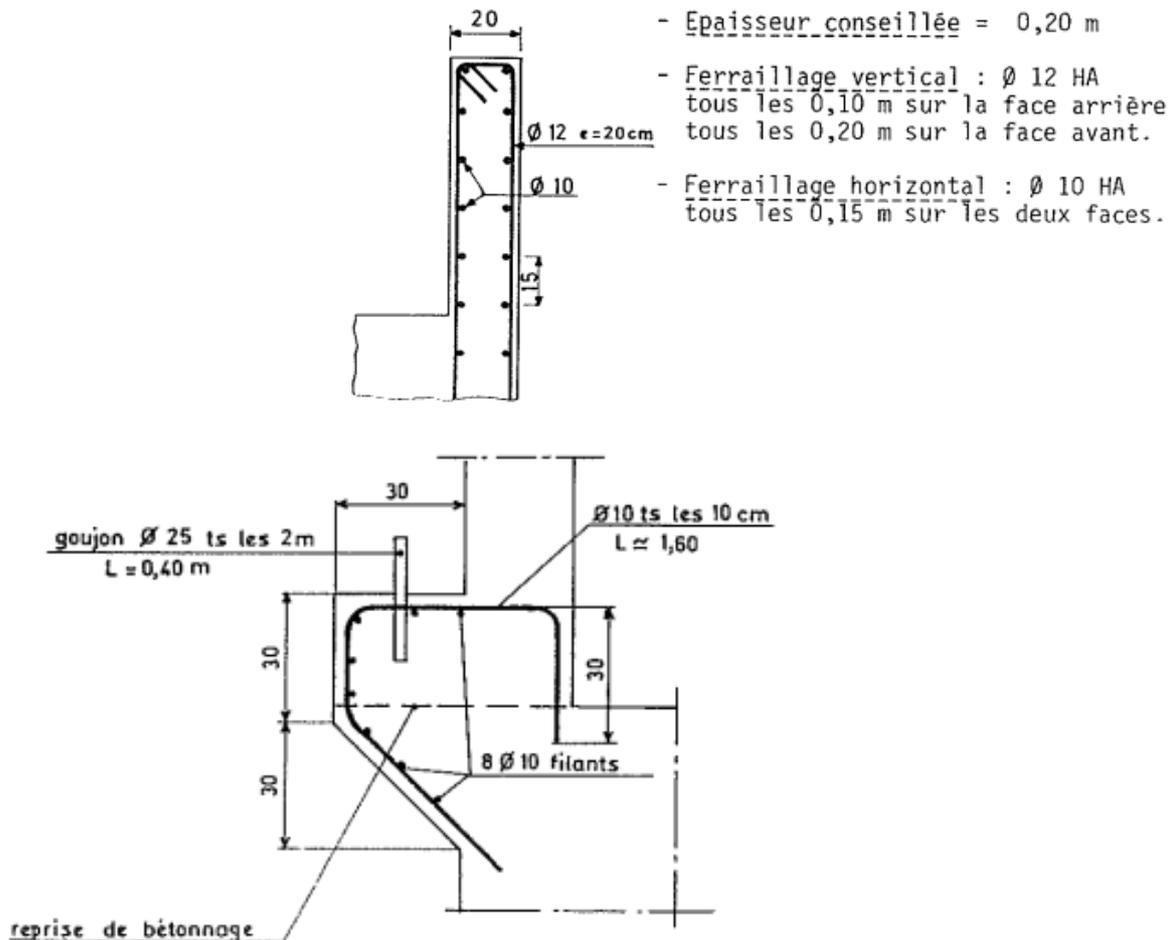


Figure I-21: Ferrailage mur garde grève et corbeau

ANNEXE II : DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE

Études techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau II-1: Choix de la structure de chaussée

TRAFICS T ₁ ET T ₂		S ₁		S ₂		S ₃		S ₄		S ₅	
Revêtement		T ₁	T ₂								
		Bc ou 3E	Tc ou 4E								
B	Graveleux latéritique naturel	15	15	15	15	15	15	15	15	23	25
F	Graveleux latéritique naturel	45	45	35	35	25	30	15	20	0	0
B	Graveleux latéritique ou grave naturel amélioré au ciment	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20
F	Graveleux latéritique naturel ou grave naturelle 0/D	40	45	30	35	25	52	15	20	0	0
B	Concassés 0/d	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20
F	Graveleux latéritique naturel ou grave naturelle 0/D ou concassés 0/d	40	45	30	35	25	25	15	20	0	0
B, F	Concassés 0/d	30	35	30	35	25	30	25	30	20	20
B	Graveleux latéritique naturel ou grave naturelle 0/D ou concassés 0/d**	20	20	20	20	20	20	20	20	25	25
F	Sable argileux	40	40	30	30	25	25	15	20	0	0
B	Sable argileux amélioré au ciment	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20
F	Sable argileux	40	45	30	35	20	25	15	20	10	15

** 15 cm au lieu de 20 cm ; 20 cm au lieu de 25 cm si l'on utilise du concassé 0/d

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Alizé-Lcpc - Définition d'une Structure : F:\...\Vérification Alizé\Alizé.dat

Fichier Calculer Valeurs admissibles Bibliothèques Configurer Alizé Fenêtre ?

Titre :

Structure de base

	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0,15	350	0,350	autre
collé	0,20	250	0,350	autre
	infini	100	0,350	autre

Modifier la structure

nb de couches : 3

Ajouter 1 couche

Supprimer 1 couche

Série de calculs

nb de calculs : 1

Voir/gérer les variantes

Niveaux de calcul

Modifier les niveaux

Aide

Nature des interfaces

Epaisseurs mini-maxi

Calcul direct (charge réf.)

Quitter Alizé

Pour lancer le calcul Alizé avec Structure f l'écran + Charge de référence

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran - cf. F:\...\Vérification Alizé\Alizé.dat, ...)

F:\...\Vérification Alizé\Alizé.dat variante 1 : Durée=00:00sec

épais. (m)	module (MPa)	coef. Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdéf)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdéf)	SigmaZ (MPa)
0,150	350,0	0,350	0,000	-217,9	0,000	536,8	0,657
collé			0,150	-436,2	-0,042	995,7	0,329
0,200	250,0	0,350	0,150	-436,2	0,010	1229,9	0,329
collé			0,350	-436,2	-0,093	590,5	0,098
infini	100,0	0,350	0,350	-436,2	-0,006	955,1	0,098

Grandeurs affichées

tableau 1 tableau 2

tableau 3 tableau 4

tableau 5 tableau 6

tableau 7 tableau 8

Déflexion = 70,9 mm/100

entre-jumelage

Rdc = 78,3 m

Imprimer Enregistrer

Voir Chargt. Fermer

Alizé-Lcpc M... 11-EpsiZ= 825,8

effacer=dble click
Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Figure II-1: Résultat de vérification de la structure chaussée brute

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Alizé-Lcpc - Définition d'une Structure : F:\...\Vérification Alizé\Alizé.dat

Fichier Calculer Valeurs admissibles Bibliothèques Configurer Alizé Fenêtre ?

Titre :

Structure de base

	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0,20	350	0,350	autre
collé	0,20	250	0,350	autre
	infini	100	0,350	autre

Modifier la structure
 nb de couches : 3
 Ajouter 1 couche
 Supprimer 1 couche

Série de calculs
 nb de calculs : 1
 Voir/gérer les variantes

Niveaux de calcul
 Modifier les niveaux

Aide
 Nature des interfaces
 Epaisseurs mini-maxi

Calcul direct (charge réf.)
 Quitter Alizé

Pour lancer le calcul Alizé avec Structure à l'écran + Charge de référence

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran - cf. F:\...\Vérification Alizé\Alizé.dat, ...)

Alizé-Lcpc M...

variante 1 : Durée=00:00sec

épais. (m)	module (MPa)	coef. Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdéf)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdéf)	SigmaZ (MPa)
0,200	350,0	0,350	0,000	-210,6	-0,005	589,6	0,657
collé			0,200	-367,7	-0,055	747,7	0,234
0,200	250,0	0,350	0,200	-367,7	-0,006	914,6	0,234
collé			0,400	-361,6	-0,079	510,5	0,082
infini	100,0	0,350	0,400	-361,6	-0,005	817,2	0,082

Grandeurs affichées
 tableau 1 tableau 2
 tableau 3 tableau 4
 tableau 5 tableau 6
 tableau 7 tableau 8

Déflexion = 66,2 mm/100
 entre-jumelage
 Rdc = 85,5 m

Imprimer Enregistrer

Voir Chargt. Fermer

11-Epsiz= 825,8

effacer=dble click
 Pour imprimer les données des calculs de valeurs admissibles à la suite des résultats des calculs mécaniques: cocher les cases correspondantes dans la liste ci-dessus.

Figure II-2: Résultat de l'optimisation de la structure de chaussée

ANNEXE III : CALCUL DES DEBITS DE CRUES

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

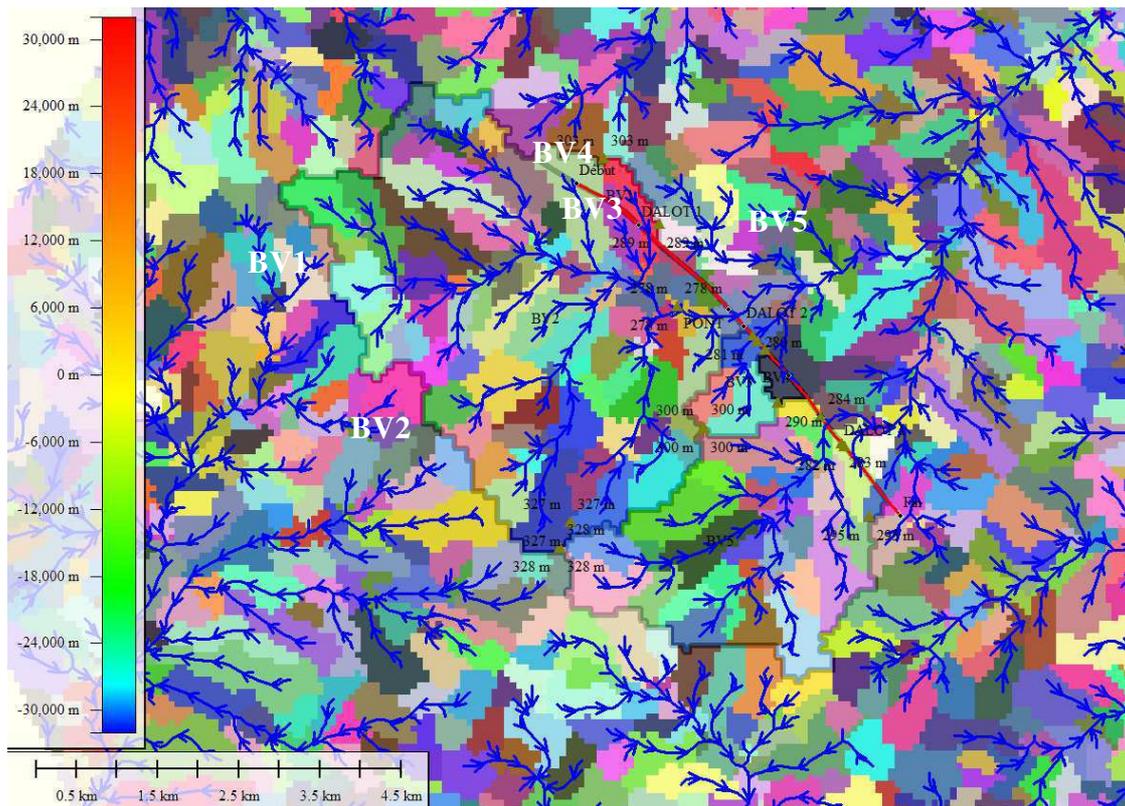


Figure III-1: Bassins délimités dans Global Mapper

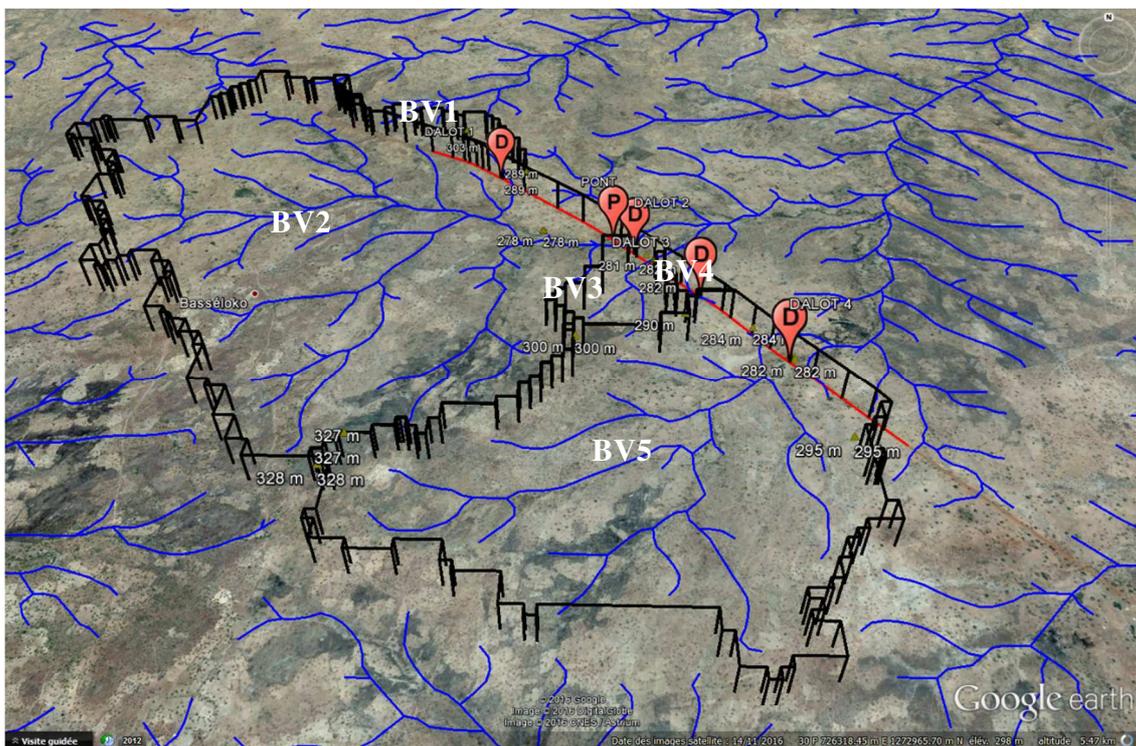


Figure III-2: Bassins délimités dans Global Mapper et exportés sur Google earth

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau III-1: Coefficients entrant dans le calcul de Q_{10} par la méthode CIEH

N°	Description	Echan tillon		Corrélation		Constante	Exposants des paramètres de l'équation 4.1				
		n	r²	r	a		S	Ig	Pan	PM ₁₀	Kr ₁₀
DECOUPAGE CLIMATIQUE SANS KR₁₀											
avec S et Ig											
1	0-400 mm	71	0.760	0.874	2.83	0.624	0.491				
2	400-800 mm	128	0.570	0.755	2.03	0.590	0.588				
3	1200-1600 mm	87	0.579	0.761	1.33	0.596	0.457				
avec S, Ig et Dd											
4	0400 mm	33	0.629	0.793	2.43	0.583	0.506				0.320
5	400-800 mm	69	0.598	0.773	1.83	0.620	0.618				0.12
6	00-1200 mm	87	0.591	0.769	2.01	0.649	0.066				0.824
DECOUPAGE CLIMATIQUE AVEC KR₁₀											
avec S et Kr ₁₀											
7	-400 mm	66	0.758	0.870	0.553	0.655					0.802
8	00-800 mm	116	0.736	0.858	0.461	0.540					0.941
avec S, Ig et Kr ₁₀											
9	-400 mm	65	0.847	0.920	0.167	0.745	0.731				0.475
10	00-800 mm	116	0.806	0.898	0.0833	0.696	0.953				0.534
DECOUPAGE POUR LA ZONE Pan < 1000 mm											
Tous les bassins											
11	S, Kr ₁₀	180	0.716	0.846	0.410	0.524					0.982
12	S, Ig, Kr ₁₀	176	0.795	0.892	0.095	0.643	0.406				1.038
Longitude < 10° Ouest (seulement au Sénégal et en Mauritanie)											
13	S, Ig	21	0.569	0.754	1.78	0.557	0.805				
14	S, Ig, PM ₁₀	21	0.581	0.762	55.0	0.462	0.667			-0.652	
15	S, Ig, Kr ₁₀	20	0.722	0.850	0.224	0.540	0.622				0.767
16	S, Kr ₁₀	20	0.645	0.803	0.661	0.375					0.910
Longitude comprise entre 10° Ouest et 10° Est											
17	S, Kr ₁₀ , PM ₁₀	117	0.764	0.874	30.2	0.492				-0.972	0.948
18	S, Ig, Kr ₁₀	117	0.788	0.888	0.0678	0.661	0.412				1.105
Longitude supérieure à 10° Est (seulement au Tchad et au nord Cameroun)											
19	S, PM ₁₀	46	0.646	0.804	0.00372	0.605				1.778	
20	S, Ig	45	0.645	0.803	2.72	0.626	0.360				
21	S, Ig, PM ₁₀	45	0.679	0.824	0.00638	0.694	0.305			1.411	
22	S, Kr ₁₀	39	0.77	0.877	0.610	0.523					0.908
23	S, Ig, Kr ₁₀	39	0.821	0.906	0.134	0.678	0.374				0.940
24	S, PM ₁₀ , Kr ₁₀	39	0.805	0.897	0.00243	0.608				1.263	0.882

DECOUPAGE PAR PAYS OU GROUPES DE PAYS											
Afrique de l'Ouest (de 10°E à 10°W)											
25	S, KR ₁₀	295	0.628	0.792	1.41	0.542					0.511
26	S, Kr ₁₀ , PM ₁₀	295	0.654	0.809	146	0.479				-0.969	0.457
27	S, Kr ₁₀ , Ig	288	0.650	0.806	0.560	0.619	0.279				0.510
Afrique centrale											
28	S, KR ₁₀	50	0.738	0.859	0.521	0.625					0.876
29	S, Kr ₁₀ , IG, PM ₁₀	49	0.815	0.903	893	0.773	0.567			-2.051	0.923
30	S, Kr ₁₀ , Ig	49	0.778	0.882	0.109	0.771	0.419				0.887
Sénégal + Mauritanie											
31	S, PM ₁₀	40	0.563	0.750	5450000	0.215				-2.830	
32	Kr ₁₀	35	0.843	0.918	0.288	0.405					1.117
33	Kr ₁₀ la	35	0.851	0.922	0.195	0.471	0.239				1.046
Côte d'Ivoire											
34	S	37	0.713	0.844	4.83	0.562					
35	S, Ig	34	0.729	0.854	2.29	0.651	0.216				
36	S, PM ₁₀	36	0.706	0.840	0.000174	0.645				2.149	
37	Kr ₁₀	31	0.791	0.889	0.380	0.586					0.805
38	Kr ₁₀ Ig	28	0.787	0.887	0.275	0.618	0.099				0.798
Burkina Faso											
39	Kr ₁₀	61	0.818	0.904	0.410	0.425					0.923
40	S Kr ₁₀ Ig	60	0.824	0.908	0.254	0.462	0.101				0.976
Burkina Faso + Mali + Niger											
41	S Kr ₁₀	137	0.688	0.829	0.407	0.532					0.941
42	S Kr ₁₀ Ig	133	0.755	0.869	0.0912	0.643	0.399				1.019
43	S A*P ₁₀	133	0.589	0.767	35600	0.342				-1.808	
44	S, Kr ₁₀ PM ₁₀	133	0.757	0.870	203	0.459				-1.301	0.813
45	S, Ig PM ₁₀	130	0.592	0.769	22400	0.363	0.059			-1.748	
Tchad + Nord Cameroun (Pan < 1000 mm)											
46	S Ig	55	0.638	0.799	1.28	0.412	0.739				
47	S Kr ₁₀	49	0.838	0.915	0.525	0.530					0.950
48	S Kr ₁₀ Ig	48	0.884	0.940	0.105	0.709	0.432				0.949

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau III-2: Constantes pour la détermination de Kr100

Caractéristiques		a'	b'	c'
Infiltrabilité	Ig ou Igc _{or}			
I	15	2400	100	32
	7	1940	100	30
	3	1440	100	28
RI	15	325	30	26
	7	240	30	22
	3	200	30	17
P	7	55	17	9,5
TP	<i>Kr100 = 3% quelle que soit la pente Ig ou Igc_{or}</i>			

Tableau III-3: Constantes pour la détermination de Kr70

Caractéristiques		a'	b'	c'
Infiltrabilité	Ig ou Igc _{or}			
I	15	2000	100	29,5
	7	1620	100	27,5
	3	1250	100	25
RI	15	250	20	21,7
	7	200	20	18,5
	3	150	20	15
P	7	50	15	8
TP	<i>Kr70 = 2% quelle que soit la pente Ig ou Igc_{or}</i>			

Études techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau III-4: Calcul de Kr70, Kr100 et Kr10

Ig	6,138			
		a'	b'	c'
Kr70	28,208	200	20	18,5
Kr100	29,843	240	30	22
Kr10 (%)	29,734			
Ig	4,588			
Kr70	23,825	200	20	18,5
Kr100	27,047	240	30	22
Kr10 (%)	26,832			
Ig	9,297			
Kr70	33,667	250	20	21,7
Kr100	36,521	325	30	26
Kr10 (%)	36,331			
Ig	6,398			
Kr70	25,674	200	20	18,5
Kr100	28,336	240	30	22
Kr10 (%)	36,589			
Ig	7,750			
Kr70	34,087	250	20	21,7
Kr100	36,768	325	30	26
Kr10 (%)	28,158			

Études techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau III-5: Calcul des coefficients du temps de base T_{b10} et du T_{b10}

Ig	6,138			T_{b10} (s)
	3	325	315	20644,628
	6,138	a	b	
	7	163	142	
a	197,927			
b	179,299			
Ig	4,588			T_{b10}
	3	325	315	58655,081
	4,588	a	b	
	7	163	142	
a	260,667			
b	246,298			
Ig	9,297			T_{b10}
	7	163	142	12058,106
	9,297	a	b	
	10	95	80	
a	110,945			
b	94,538			
Ig	6,398			T_{b10}
	3	325	315	12342,500
	6,398	a	b	
	7	163	142	
a	187,389			
b	168,045			
Ig	7,750			T_{b10}
	7	163	142	33722,628
	7,750	a	b	
	10	95	80	
a	145,992			
b	126,493			

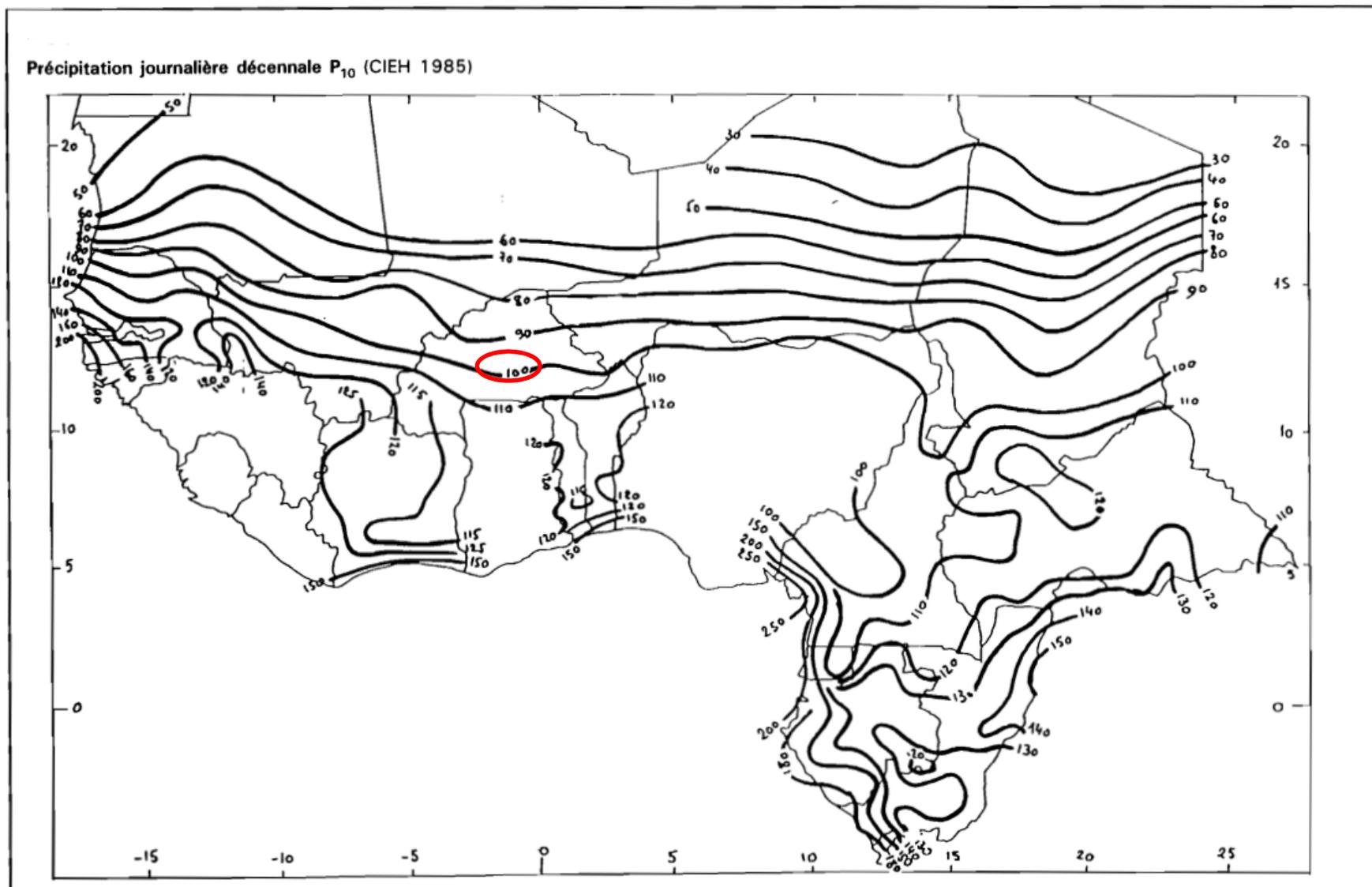


Figure III-3: Précipitation journalière décennale P_{10}

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau III-6: Détail du calcul du débit de crue par la méthode CIEH

Méthode CIEH, Equation 40																	
BV	a	s	p	i	k	Pan (mm)	L du rectangle équivalent(km)	Zmax (m)	Zmin (m)	Ig (m/km)	Kr10 (%)	P10 (mm)	A	Pm10 (mm)	S (km ²)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
BV1	0,254	0,462		0,101	0,976	901,5	2,281	303	289	6,138	29,734	98	1,027	100,668	0,601	6,609	
BV2	0,254	0,462		0,101	0,976	901,5	10,679	327	278	4,588	26,832	98	0,847	82,983	17,557	27,603	55,207
BV3	0,254	0,462		0,101	0,976	901,5	2,151	300	280	9,297	36,331	98	1,006	98,605	0,891	10,053	
BV4	0,254	0,462		0,101	0,976	901,5	1,032	290	282	7,750	36,589	98	1,091	106,900	0,183	4,783	
BV5	0,254	0,462		0,101	0,976	901,5	7,034	328	283	6,398	28,158	98	0,890	87,181	7,880	20,666	
Méthode CIEH, Equation 42																	
BV	a	s	p	i	k	Pan	L du rectangle équivalent	Zmax	Zmin	Ig	Kr10	P10	A	Pm10	S	Q ₁₀	Q ₁₀₀
BV1	0,0912	0,643		0,399	1,019	901,5	2,281	303	289	6,138	29,734	98	1,027	100,668	0,601	4,300	
BV2	0,0912	0,643		0,399	1,019	901,5	10,679	327	278	4,588	26,832	98	0,847	82,983	17,557	30,198	60,396
BV3	0,0912	0,643		0,399	1,019	901,5	2,151	300	280	9,297	36,331	98	1,006	98,605	0,891	8,018	
BV4	0,0912	0,643		0,399	1,019	901,5	1,032	290	282	7,750	36,589	98	1,091	106,900	0,183	2,714	
BV5	0,0912	0,643		0,399	1,019	901,5	7,034	328	283	6,398	28,158	98	0,890	87,181	7,880	21,638	
Méthode CIEH, Equation 44																	
BV	a	s	p	k	pm	Pan	L du rectangle équivalent	Zmax	Zmin	Ig	Kr10	P10	A	Pm10	S	Q ₁₀	Q ₁₀₀
BV1	203	0,459		0,813	-1,301	901,5	2,281	303	289	6,138	29,734	98	1,027	100,668	0,601	6,280	
BV2	203	0,459		0,813	-1,301	901,5	10,679	327	278	4,588	26,832	98	0,847	82,983	17,557	34,961	69,923
BV3	203	0,459		0,813	-1,301	901,5	2,151	300	280	9,297	36,331	98	1,006	98,605	0,891	9,098	
BV4	203	0,459		0,813	-1,301	901,5	1,032	290	282	7,750	36,589	98	1,091	106,900	0,183	3,983	
BV5	203	0,459		0,813	-1,301	901,5	7,034	328	283	6,398	28,158	98	0,890	87,181	7,880	23,607	

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

L'ORSTOM a défini 6 classes de pentes

R1 : pente extrêmement faible $p < 0,3\%$

R2 : pente faible $0,3\% > p < 0,5\%$

R3 : pente modérée $0,5\% < p < 1\%$

R4 : pente assez forte $1\% < p < 2\%$

R5 : pente forte $2\% < p < 5\%$

R6 : pente très forte $p > 5\%$

Tableau III-7: Valeur du coefficient de ruissellement C_r en fonction de la caractéristique du bassin versant

Caractéristiques du bassin versant	Valeur de C_r
Topographie C_1	
Bassin de classe R1 – R3	0,30
Bassin de classe R3 – R5	0,20
Bassin de classe R5 – R6	0,10
Sol C_2	
Bassin de classe I	0,10
Bassin de classe RI	0,20
Bassin de classe P	0,40
Couvert végétal C_3	
Terrain cultivé	0,10
Terrain boisé	0,20

Notons que nos bassins versant en terrain cultivé et en fonction de perméabilité (infiltrabilité) du sol, ils sont de classe RI (bassin relativement imperméable)

Tableau III-8: Calcul du coefficient de ruissellement C_r

BV	p	Classe du BV	C_1	C_2	C_3	C_r
BV1	$2,10\% > 2\%$	R5	0,1	0,2	0,1	0,6
BV3	$1,60\% > 1\%$	R4	0,2	0,2	0,1	0,5
BV4	$5,06\% > 5\%$	R6	0,1	0,2	0,1	0,6

Études techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau III-9: Détail du calcul du débit de crue par la méthode rationnelle

BV	S (km ²)	S (ha)	a	b	ΔZ (m)	L _c plus long thalweg (m)	p (m/m)	T _c (h)	I (mm/h)	C _r	Q10 m ³ /s
BV1	0,601	60,1	9,4	0,5	14	661	0,021	0,206	20,718	0,6	2,075
BV3	0,891	89,1	9,4	0,5	20	1216	0,016	0,362	15,616	0,5	1,932
BV4	0,183	18,3	9,4	0,5	8	158	0,051	0,049	42,419	0,6	1,294

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau III-10: Données pluviométriques

PLUVIOMETRIE MENSUELLE (mm)													Station	longitude	latitude
													MANGA	-1,067	11,667
Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Déc	TOTAL		
1949	0	0	0	6,4	58,5	138,5	116,8	303,6	84,5	12,7	8,9	0			
1950	0	0	21,6	43,2	45,1	123,8	211,6	170,7	254	53,3	0	0	923,3		
1951	0	0	28,6	7,6	81,8	58,4	188,6	399,6	184,5	152,6	15,6	0	1117,3		
1952	0	0	0	28,9	105,8	162,2	200,1	196,6	286,7	37,5	0	0	1017,8		
1953	0	0	0	25,2	36,4	189	159,4	233,1	198,9	8,1	0	0	850,1		
1954	0	0	64,1	47,1	77,5	75,4	136,7	221,9	90,2	47,9	5	0	765,8		
1955	0	2,9	33,9	59	71,2	107,6	213,2	182,3	179,5	86,4	0	0	936,0		
1956	0	30,8	10,2	56,3	70,9	158,2	163,7	471,6	113,8	17,5	0	14,2	1107,2		
1957	0	0	25,4	51,7	167	173,6	264,2	237,5	226,3	77,3	21,8	0	1244,8		
1958	0	0	12,1	38,8	76,9	104,1	120,3	315,1	158,4	0,3	29,8	0	855,8		
1959	0	1,8	4	6,5	90,3	52,6	100,5	400,8	148,9	0	0	0	805,4		
1960	0,0	0,0	0,0	35,1	78,2	69,3	278,9	173,3	277,6	30,0	0,0	3,3	945,7		
1961	0,2	0,0	15,0	35,2	75,6	158,3	141,9	240,8	178,0	0,0	0,0	0,0	845,0		
1962	0,0	0,0	0,0	18,4	129,9	153,9	97,4	263,9	164,6	39,4	14,9	0,0	882,4		
1963	0,0	5,1	0,0	58,7	65,8	118,7	247,3	249,9	95,0	62,7	17,7	0,0	920,9		
1964	0,0	0,0	4,0	20,0	70,1	82,9	292,8	230,9	224,6	0,0	0,0	11,0	936,3		
1965	22,6	0,0	0,0	16,5	62,4	130,0	188,0	270,1	150,5	12,6	0,0	0,0	852,7		
1966	0,0	4,5	7,5	127,0	62,6	97,3	142,8	220,8	138,8	63,2	4,4	0,0	868,9		
1967	0,0	0,2	17,0	11,5	110,5	101,4	203,9	296,2	226,4	13,7	0,0	0,0	980,8		
1968	0,0	35,7	32,1	22,7	148,7	135,4	190,0	137,6	122,1	53,1	10,8	0,7	888,9		
1969	0,0	0,0	20,0	48,5	78,2	194,2	192,9	260,7	203,5	61,5	0,0	0,0	1059,5		
1970	0,0	0,0	0,0	30,9	82,0	48,2	141,2	333,0	234,3	9,1	0,0	0,0	878,7		
1971	0,0	9,8	19,4	21,5	154,7	56,0	219,9	270,1	188,5	62,0	0,0	9,1	1011,0		
1972	0,0	0,0	5,4	42,6	100,3	92,5	109,5	244,6	91,8	17,8	0,0	0,0	704,5		
1973	0,0	1,4	18,0	38,5	57,8	133,9	164,3	262,2	74,1	26,9	0,0	0,0	777,1		

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

1974	0,0	0,0	8,2	79,4	78,3	97,9	179,8	322,3	243,9	28,4	0,0	0,0	1038,2
1975	0,0	0,0	0,0	13,6	44,3	31,6	235,8	251,6	132,6	0,0	0,0	0,4	709,9
1976	0,0	0,0	0,0	0,0	167,0	75,3	140,7	146,5	123,7	216,0	0,0	0,0	869,2
1977	0,0	0,0	4,1	1,8	68,7	109,5	188,3	197,5	122,2	73,0	0,0	0,0	765,1
1978	0,0	0,0	0,6	44,5	137,9	168,9	120,0	131,5	117,0	37,1	0,0	0,0	757,5
1979	0,0	0,0	36,8	0,0	123,7	136,6	150,4	221,8	163,0	64,8	0,0	0,0	897,1
1980	0,0	0,0	0,0	71,9	134,3	104,9	132,8	283,3	181,1	123,7	0,0	0,0	1032,0
1981	0,0	0,0	37,5	11,3	103,7	101,1	190,7	211,0	104,6	31,1	0,0	0,0	791,0
1988	0,0	0,0	0,0	91,7	48,9	69,0	245,2	288,5	156,9	0,0	0,0	0,0	900,2
1989	0,0	0,0	11,0	28,6	51,3	180,8	253,0	382,3	214,3	71,3	0,0	16,0	1208,6
1990	0,0	0,0	0,0	25,3	44,5	63,6	263,2	165,5	58,8	25,3	0,0	0,0	646,2
1991	0,0	0,0	27,2	22,7	135,0	142,9	163,3	344,6	33,4	140,9	0,0	0,0	1010,0
1992	0,0	0,0	0,0	91,5	97,4	47,8	206,4	199,4	117,0	51,2	0,0	0,0	810,7
1994	0,0	0,0	6,5	66,6	110,9	71,1	203,7	461,6	306,3	134,9	0,0	0,0	1361,6
1995	0,0	0,0	4,4	2,5	56,0	128,5	226,3	267,1	71,4	64,2	2,5	0,0	822,9
1996	0,0	0,0	0,0	24,8	104,6	189,8	87,5	287,9	133,3	53,6	0,0	0,0	881,5
1997	0,0	0,0	5,7	28,6	48,5	151,6	140,0	150,8	127,4	53,2	0,0	0,0	705,8
1998	0,0	0,0	0,0	23,7	76,4	121,1	146,6	231,3	204,4	10,5	0,0	0,0	814,0
1999	0,0	0,0	0,0	26,2	76,8	64,6	210,7	215,3	233,5	76,8	0,0	0,0	903,9
2001	0,0	0,0	0,0	0,0	68,0	53,6	247,4	190,1	186,1	23,1	0,0	0,0	768,3
2002	0,0	0,0	2,3	26,3	58,4	70,4	193,2	213,6	176,2	122,0	0,0	0,0	862,4
2003	0	5,2	9,7	21,7	40,3	62,6	193,4	283,5	174,3	48,5	0	0	839,2
2004	0	0	6,4	68,2	146,1	81,3	263,9	215	141	6,5	0	0	928,4
2005	0	32	0	0	74,2	105,3	217,7	156	166,7	0	0	0	751,9
2006	0	0	15,2	19,2	37,4	53,1	235,9	157,7	306,1	99	0	0	923,6
MOY	0,5	2,6	10,3	33,8	85,8	108,0	186,4	251,3	165,8	50,0	2,6	1,1	901,5

ANNEXE IV : DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES DALOTS

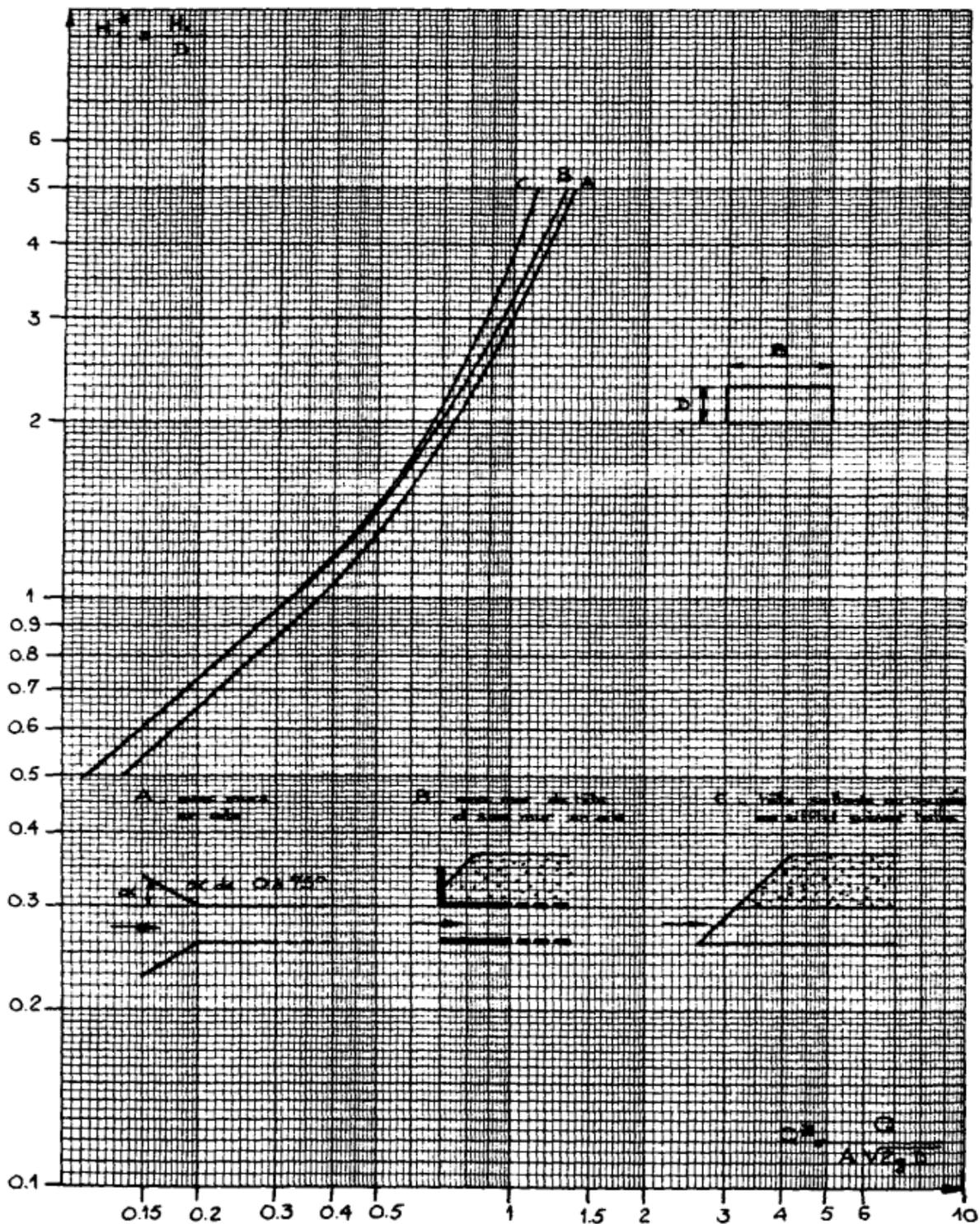


Figure IV-1: Abaque de détermination de la hauteur d'eau en amont du dalot

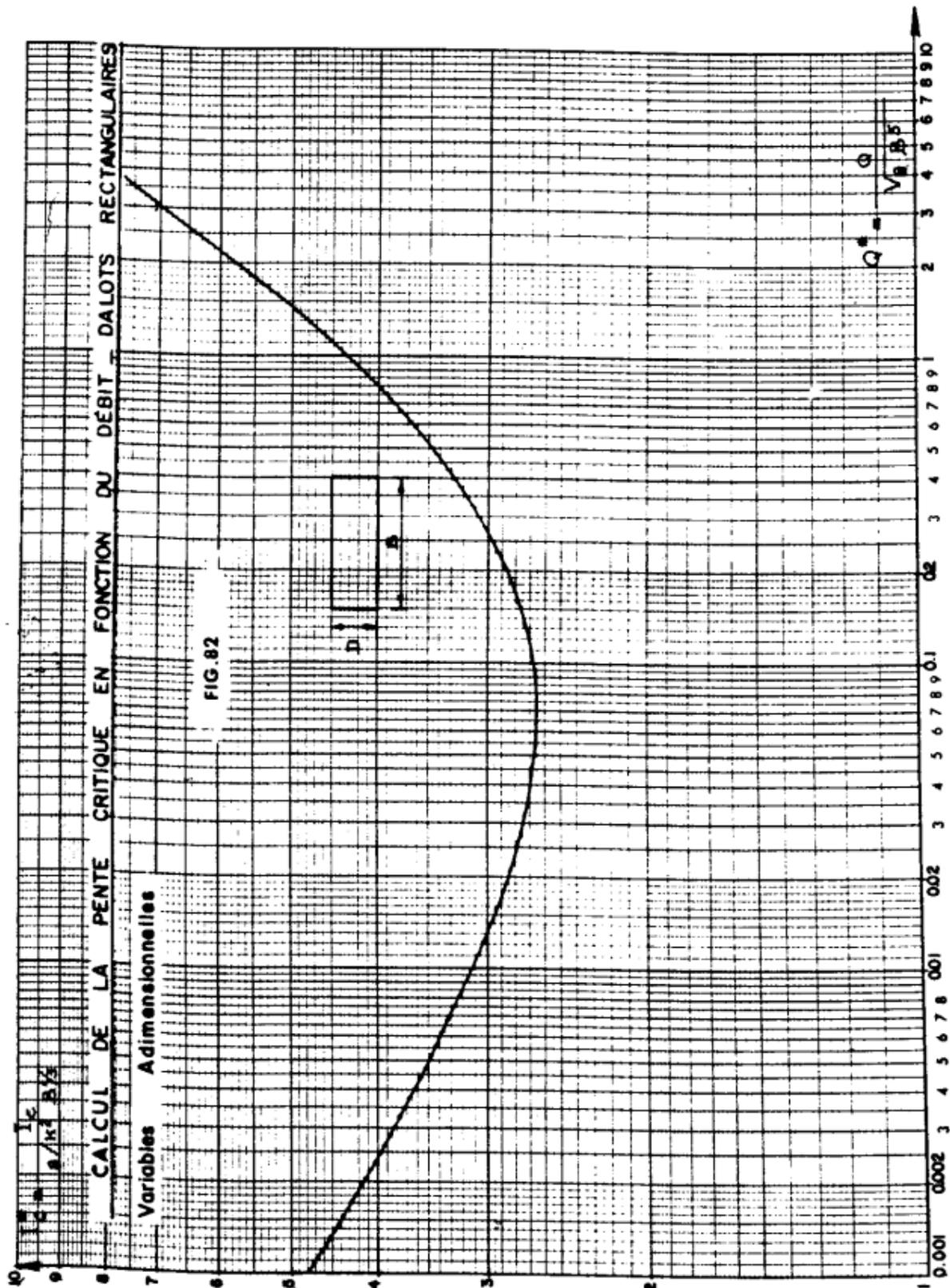


Figure IV-2: Abaque de détermination de la pente critique du dalot

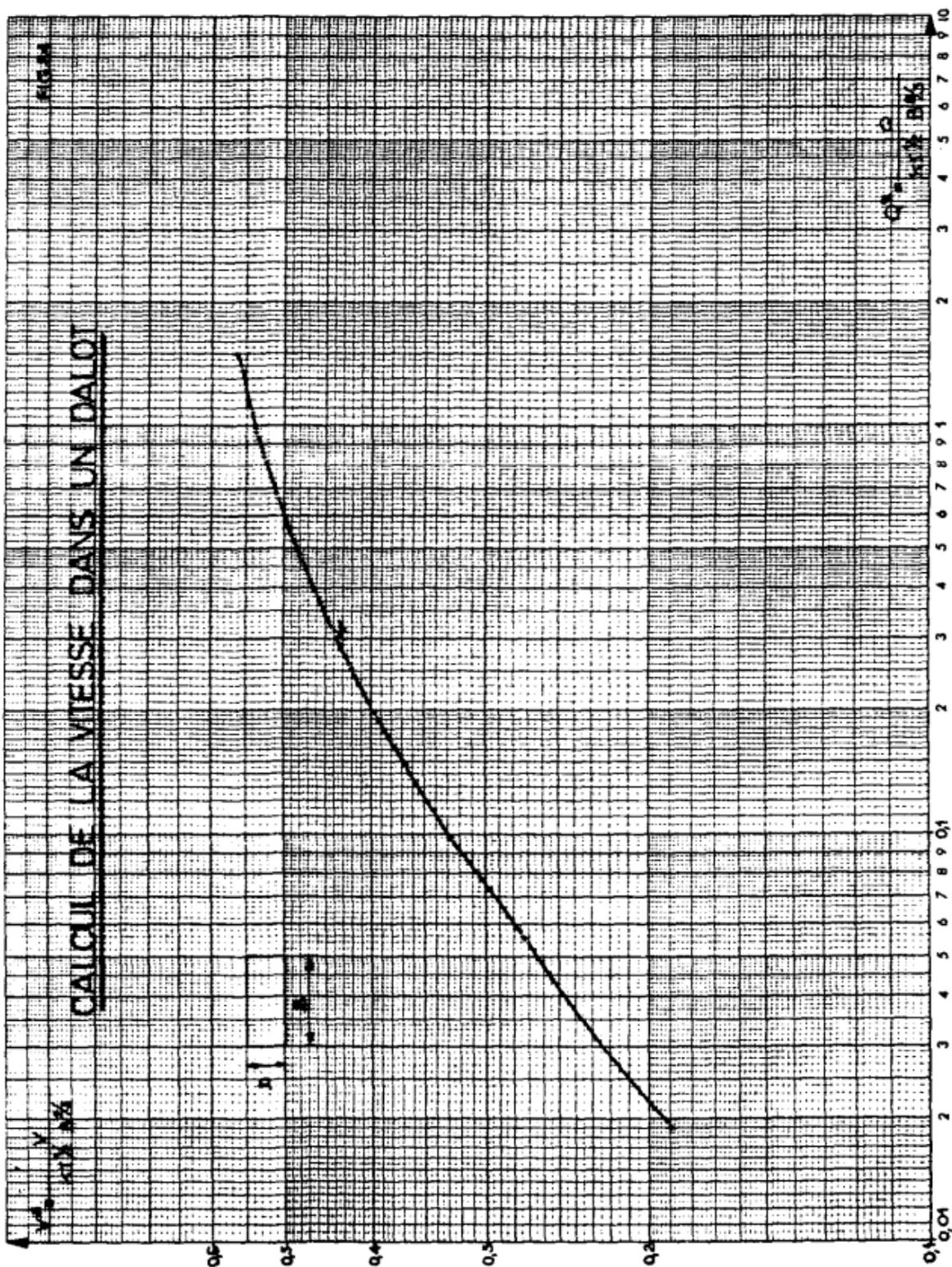


Figure IV-3: Abaque de détermination de la vitesse d'écoulement dans le dalot

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Tableau IV-1: Détail de calcul de la section des dalots

Ouvrage	V _{max} (m/s)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Nombre n de cellules	Hauteur D fixée (m)	Largeur B (m)	Section A (m ²)	Q ₁₀ /n (m ³ /s)	Q*1 Calculé	H*lu	Hauteur H1		Q*2 Calculé	Ic*lu	Pente critique Ic	Q*3 Calculé	V*lu	Vréelle	Revanche (m)	Froude	Section Retenue	
Dalot 1	3	5,730	1	1,5	2,5	3,75	5,730	0,282	0,81	1,215	Sortie libre	0,185	2,85	0,005	0,105	0,335	2,923	OK	0,285	0,839	1x2,5x1,5
Dalot 2	3	9,056	2	1,5	2,5	3,75	4,528	0,223	0,7	1,05	Sortie libre	0,146	2,75	0,005	0,083	0,305	2,662	OK	0,45	0,821	2x2,5x1,5
Dalot 3	3	3,827	1	1,5	2	3	3,827	0,235	0,73	1,095	Sortie libre	0,216	2,9	0,005	0,127	0,35	2,632	OK	0,405	0,795	1X2X1,5
Dalot 4	3	21,970	5	1,5	3	4,5	4,394	0,180	0,61	0,915	Sortie libre	0,090	2,7	0,004	0,055	0,27	2,380	OK	0,585	0,787	5x3x1,5

ANNEXE V : CALCUL DU REMOUS D'EXHAUSSEMENT

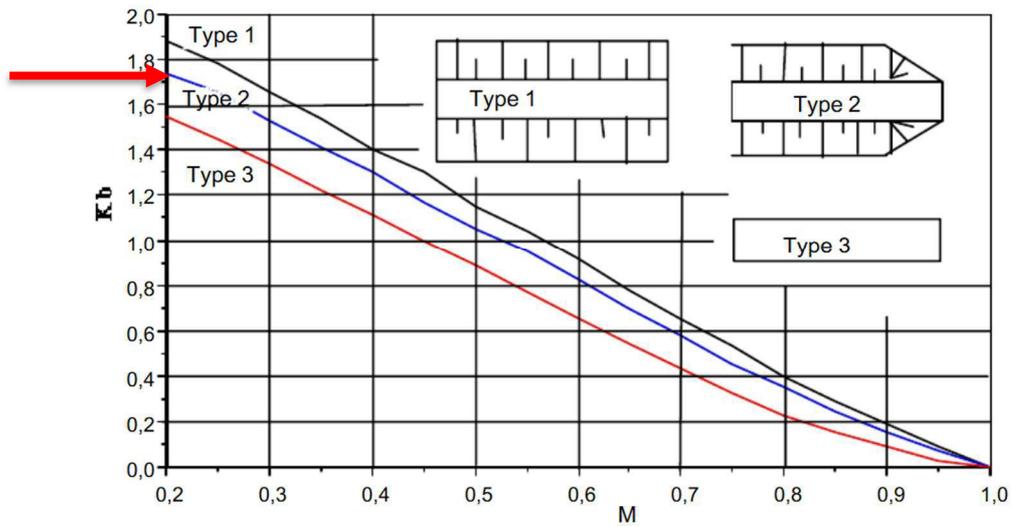


Figure V-1: Coefficient de base K_b en fonction du rapport de contraction M (Type 2)

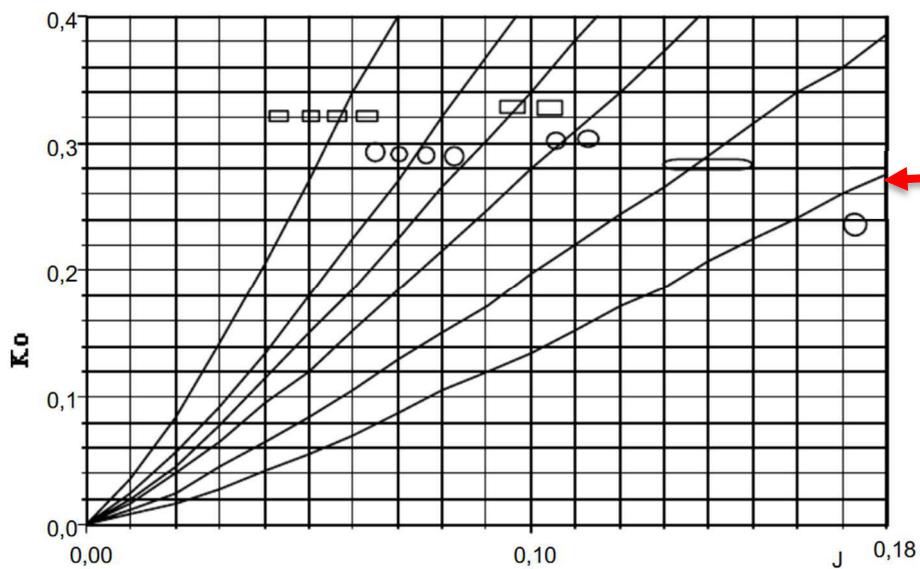


Figure V-2: Coefficient K_o en fonction du coefficient d'obstruction j

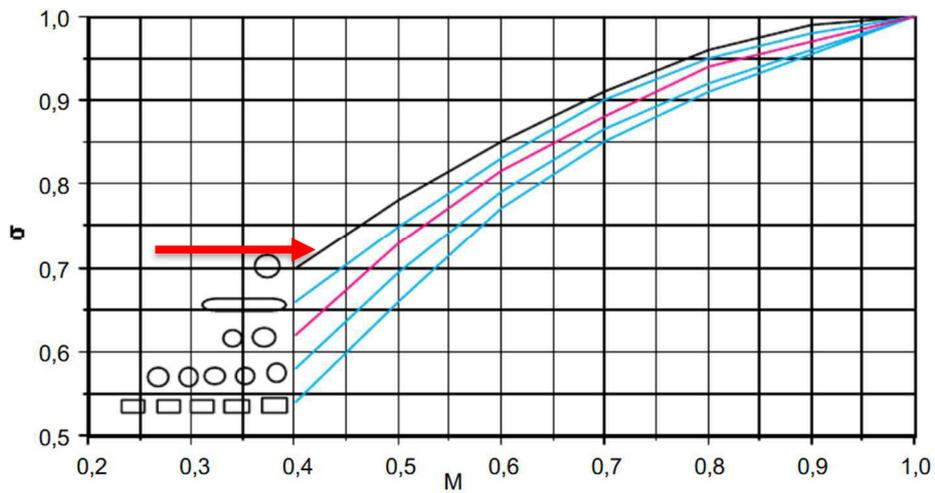


Figure V-3: Coefficient σ en fonction du rapport de contraction M

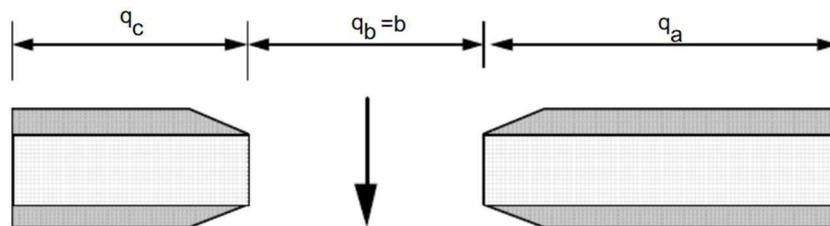


Figure V-4: l'excentricité e des culées

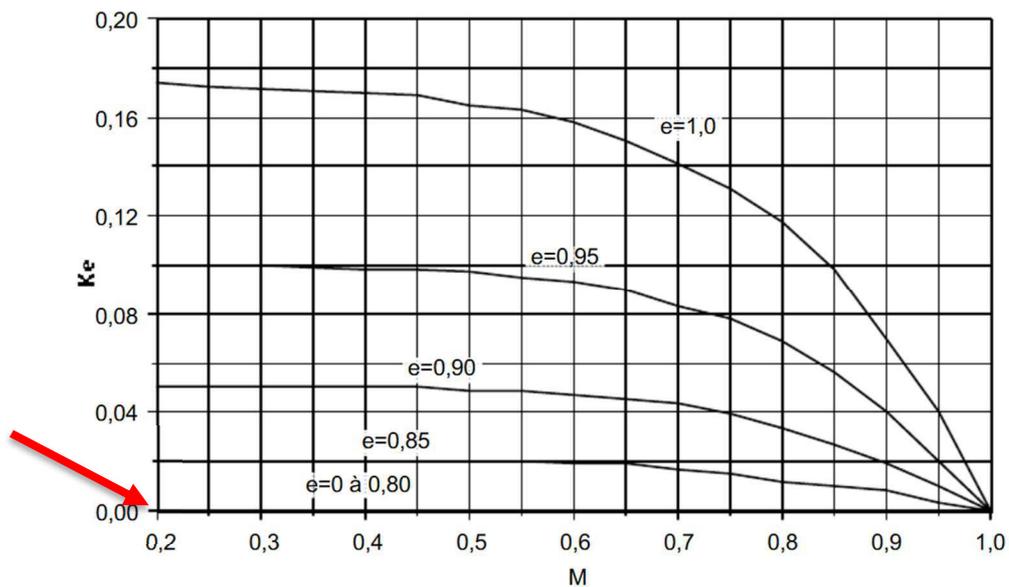
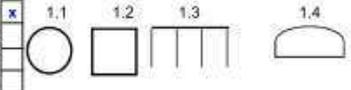
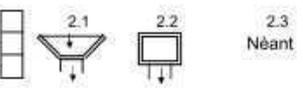
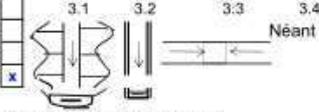
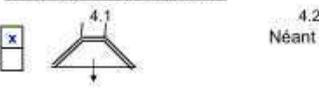
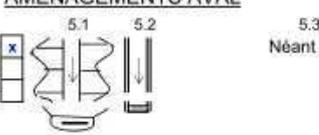


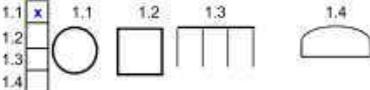
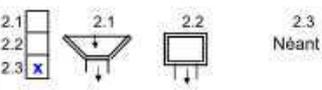
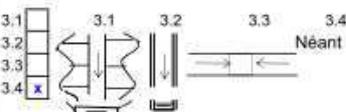
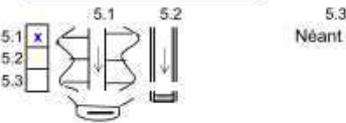
Figure V-5: Coefficient correcteur K_e dû à l'excentricité en fonction du rapport de contraction M

ANNEXE VI : DIAGNOSTIC DES OUVRAGES EXISTANTS

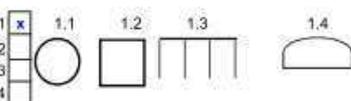
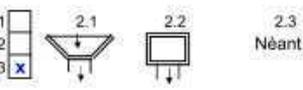
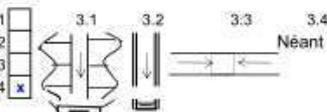
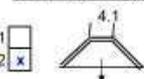
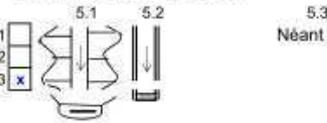
Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

OUVRAGE N° 25	LOCALISATION AU GPS: X: 726633,5713 Y: 1274888,134	PK 21+051		
TYPE D'OUVRAGE	CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES	DIRECTION D'ECOULEMENT		
<input checked="" type="checkbox"/> BUSE 2 ø 80 <input type="checkbox"/> DALOT OUVERTURE: <input type="checkbox"/> PONT OUVERTURE: <input type="checkbox"/> RADIER LONGUEUR:	cmxcm NATURE: B Métallique LARGEUR: m HAUTEUR: m LARGEUR: m HAUTEUR: m LONGUEUR: 6,00 m LONGUEUR: m LONGUEUR: m	<input type="checkbox"/> A GAUCHE <input checked="" type="checkbox"/> A DROITE		
FONCTIONNEMENT				
<input checked="" type="checkbox"/> SECTION SUFFISANTE <input type="checkbox"/> SECTION INSUFFISANTE				
CORPS D'OUVRAGE				
1.1 <input checked="" type="checkbox"/> 1.1 1.2 1.3 1.4 				
OUVRAGE D'ENTREE				
2.1 <input type="checkbox"/> 2.1 2.2 2.3 				
AMENAGEMENT AMONT				
3.1 <input type="checkbox"/> 3.1 3.2 3.3 3.4 				
OUVRAGE DE SORTIE				
4.1 <input checked="" type="checkbox"/> 4.1 4.2 				
AMENAGEMENTS AVAL				
5.1 <input checked="" type="checkbox"/> 5.1 5.2 5.3 				
ETAT				
STRUCTURE				
1	Bon	Moyen	Mauvais	
2	Bon	Moyen	Mauvais	
3	Bon	Moyen	Mauvais	
4	Bon	Moyen	Mauvais	
5	Bon	Moyen	Mauvais	leger affouillement
TYPE DE REPARATION / ENTRETIEN OU TRAVAUX PROPOSES				
1	CORPS D'OUVRAGE	A remplacer par un dalot		
2	OUVRAGE D'ENTREE			
3	AMENAGEMENT AMONT			
4	OUVRAGE DE SORTIE			
5	AMENAGEMENT AVAL			

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

OUVRAGE N° 27	LOCALISATION AU GPS: X: 727391,202 Y: 1274044,633	PK 22+864
TYPE D'OUVRAGE	CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES	DIRECTION D'ECOULEMENT
<input checked="" type="checkbox"/> BUSE 2 ø 120 <input type="checkbox"/> DALOT <input type="checkbox"/> PONT <input type="checkbox"/> RADIER	cmxcm NATURE: B Métallique LARGEUR: m HAUTEUR: m LARGEUR: m HAUTEUR: m	<input checked="" type="checkbox"/> A GAUCHE <input type="checkbox"/> A DROITE
	LONGUEUR: 5.80 m LONGUEUR: m LONGUEUR: m	
FONCTIONNEMENT		
<input checked="" type="checkbox"/> SECTION SUFFISANTE <input type="checkbox"/> SECTION INSUFFISANTE		
CORPS D'OUVRAGE		
1.1 <input checked="" type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 1.4 <input type="checkbox"/> 		
OUVRAGE D'ENTREE		
2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 2.3 <input checked="" type="checkbox"/> 		
AMENAGEMENT AMONT		
3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 3.3 <input type="checkbox"/> 3.4 <input checked="" type="checkbox"/> 		
OUVRAGE DE SORTIE		
4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input checked="" type="checkbox"/> 		
AMENAGEMENTS AVAL		
5.1 <input checked="" type="checkbox"/> 5.2 <input type="checkbox"/> 5.3 <input type="checkbox"/> 		
	ETAT:	OBSERVATIONS
	STRUCTURE	
1	Bon Moyen Mauvais	
2	Bon Moyen Mauvais	
3	Bon Moyen Mauvais	
4	Bon Moyen Mauvais	
5	Bon Moyen Mauvais	affouillement important(départ des gabions), vitesse sortie importante OH en charge
	TYPE DE REPARATION / ENTRETIEN OU TRAVAUX PROPOSES	
1	CORPS D'OUVRAGE	A remplacer par un dalot
2	OUVRAGE D'ENTREE	
3	AMENAGEMENT AMONT	
4	OUVRAGE DE SORTIE	
5	AMENAGEMENT AVAL	

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

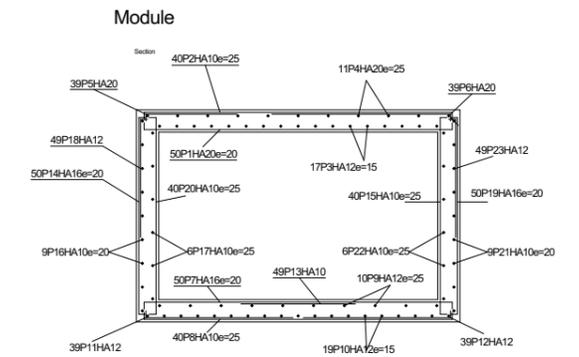
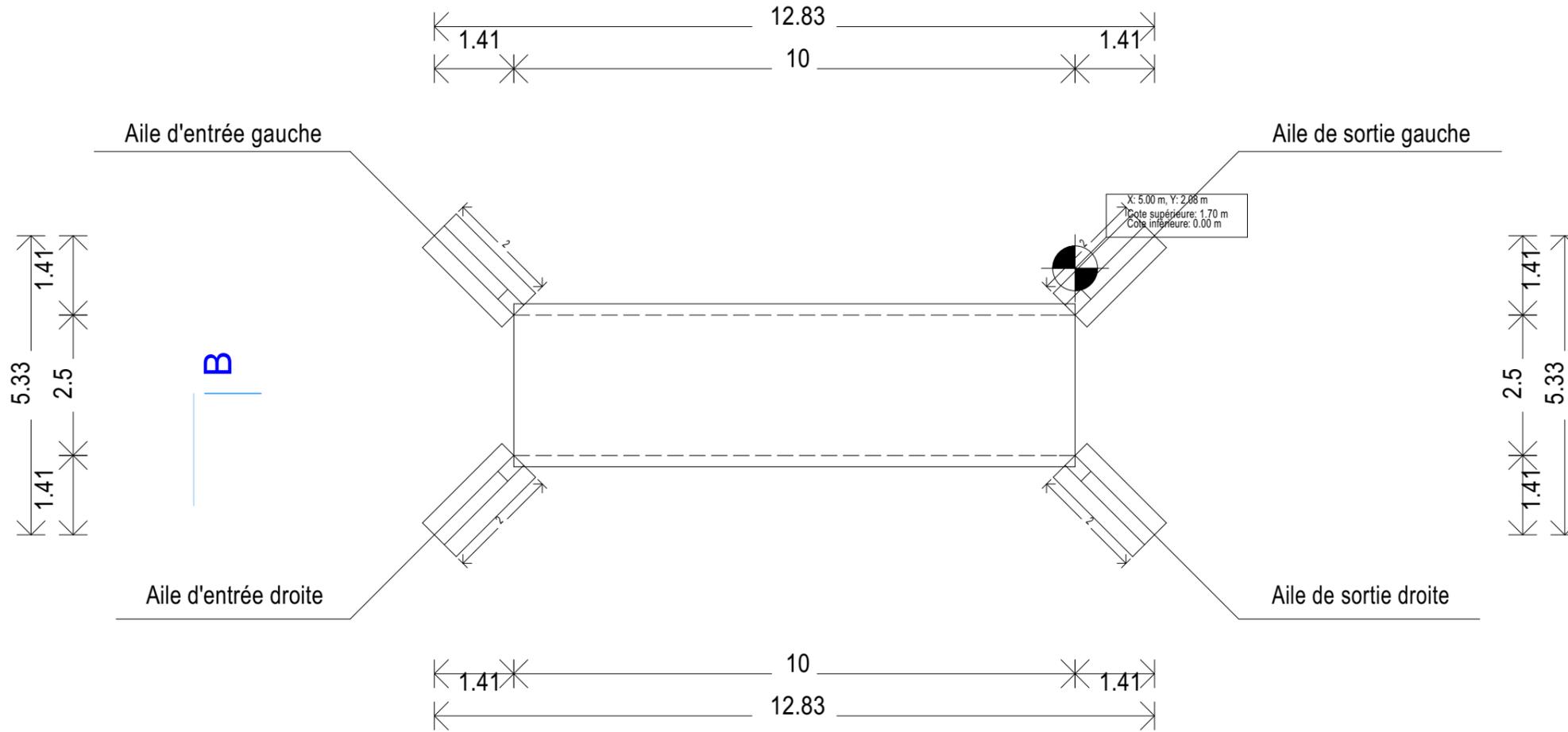
OUVRAGE N° 28	LOCALISATION AU GPS: X: 728023,3947 Y: 1273213,95	PK 23+693
TYPE D'OUVRAGE	CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES	DIRECTION D'ECOULEMENT
<input checked="" type="checkbox"/> BUSE 2 ø 80 <input type="checkbox"/> DALOT OUVERTURE: <input type="checkbox"/> PONT OUVERTURE: <input type="checkbox"/> RADIER LONGUEUR:	cmxcm NATURE: B Métallique LARGEUR: m HAUTEUR: m LARGEUR: m HAUTEUR: m	LONGUEUR: 6,00 m LONGUEUR: m LONGUEUR: m
FONCTIONNEMENT <input checked="" type="checkbox"/> SECTION SUFFISANTE <input type="checkbox"/> SECTION INSUFFISANTE		<input checked="" type="checkbox"/> A GAUCHE <input type="checkbox"/> A DROITE
CORPS D'OUVRAGE 1.1 <input checked="" type="checkbox"/> 1.1 1.2 1.3 1.4 		
OUVRAGE D'ENTREE 2.1 <input type="checkbox"/> 2.1 2.2 2.3 Néant 		
AMENAGEMENT AMONT 3.1 <input type="checkbox"/> 3.1 3.2 3.3 3.4 Néant 		
OUVRAGE DE SORTIE 4.1 <input type="checkbox"/> 4.1 4.2 Néant 		
AMENAGEMENTS AVAL 5.1 <input type="checkbox"/> 5.1 5.2 5.3 Néant 		
ETAT		
STRUCTURE		
1	Bon	Moyen
2	Bon	Moyen
3	Bon	Moyen
4	Bon	Moyen
5	Bon	Moyen
OBSERVATIONS		
TYPE DE REPARATION / ENTRETIEN OU TRAVAUX PROPOSES		
1	CORPS D'OUVRAGE	A remplacer par un dalot
2	OUVRAGE D'ENTREE	
3	AMENAGEMENT AMONT	
4	OUVRAGE DE SORTIE	
5	AMENAGEMENT AVAL	

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

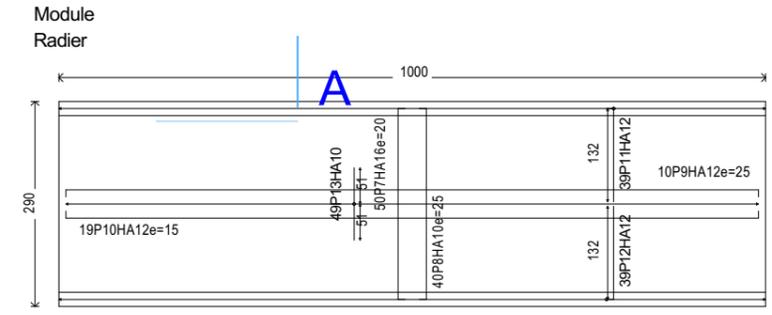
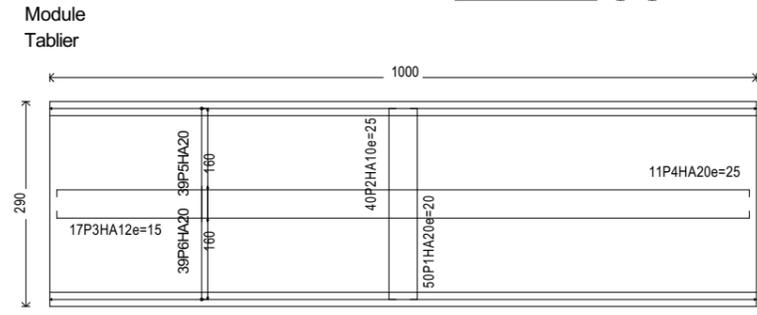
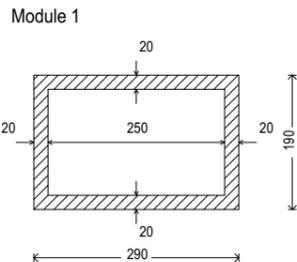
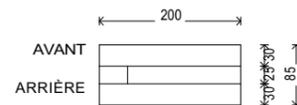
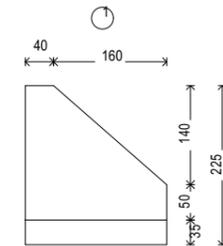
OUVRAGE N° 29	LOCALISATION AU GPS: X: 728869,6007 Y: 1272176,706	PK 24+749
TYPE D'OUVRAGE	CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES	DIRECTION D'ECOULEMENT
<input type="checkbox"/> BUSE <input checked="" type="checkbox"/> DALOT <input type="checkbox"/> PONT <input type="checkbox"/> RADIER	Ø : cm/m NATURE: LARGEUR: 2,50 m HAUTEUR: 1,50 m LONGUEUR: 6,05 m	<input checked="" type="checkbox"/> A GAUCHE <input type="checkbox"/> A DROITE
OUVERTURE: 5 m LONGUEUR: m		
FONCTIONNEMENT		
<input checked="" type="checkbox"/> SECTION SUFFISANTE <input type="checkbox"/> SECTION INSUFFISANTE		
CORPS D'OUVRAGE		
1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input checked="" type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 1.4 <input type="checkbox"/>		
OUVRAGE D'ENTREE		
2.1 <input checked="" type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 2.3 <input type="checkbox"/> Néant		
AMENAGEMENT AMONT		
3.1 <input checked="" type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 3.3 <input type="checkbox"/> 3.4 <input type="checkbox"/> Néant		
OUVRAGE DE SORTIE		
4.1 <input checked="" type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> Néant		
AMENAGEMENTS AVAL		
5.1 <input checked="" type="checkbox"/> 5.2 <input type="checkbox"/> 5.3 <input type="checkbox"/> Néant		
		ETAT STRUCTURE
		OBSERVATIONS
1		Bon Moyen Mauvais
2		Bon Moyen Mauvais
3		Bon Moyen Mauvais
4		Bon Moyen Mauvais
5		Bon Moyen Mauvais
		affouillement important à l'aval après le gabion h=1m
TYPE DE REPARATION / ENTRETIEN OU TRAVAUX PROPOSES		
1	CORPS D'OUVRAGE	A élargir
2	OUVRAGE D'ENTREE	
3	AMENAGEMENT AMONT	
4	OUVRAGE DE SORTIE	
5	AMENAGEMENT AVAL	Ouvrage de protection aval

ANNEXE VII : DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DES DALOTS

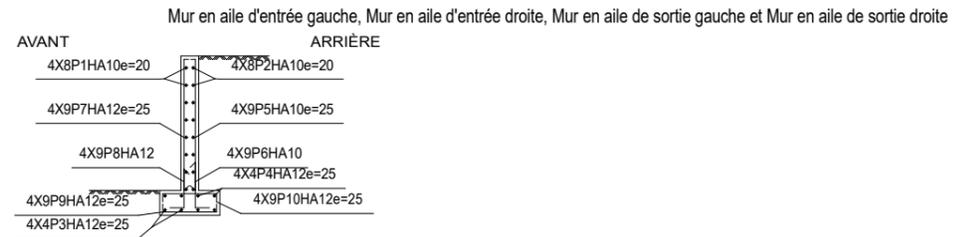
Vue de dessus



Mur en aile d'entrée gauche, Mur en aile d'entrée droite, Mur en aile de sortie gauche et Mur en aile de sortie droite

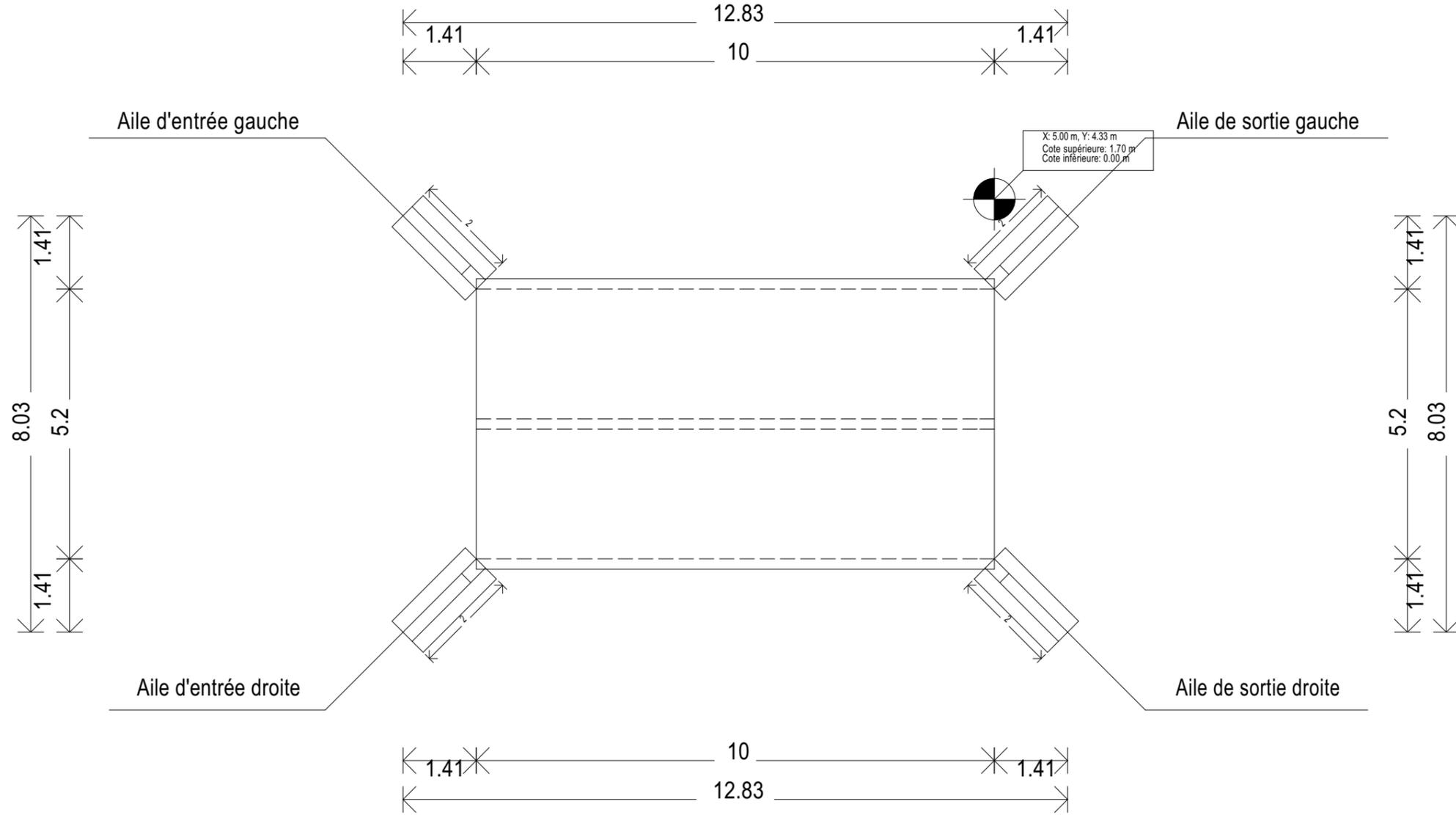


Module							
POSITION	Ø mm	NBRE. PIÈCES	LONGUEUR m	FAÇONNAGE L=cm	LONGUEUR TOTAL m	POIDS kg/m	POIDS kgf
1	20	50	3.58	7 34 276 34 7	178.90	2.47	441.20
2	10	40	3.24	24 277 24	129.63	0.62	79.92
3	12	17	10.76	4 39 992 39 4	183.00	0.89	162.47
4	20	11	11.32	6 65 991 65 6	124.53	2.47	307.11
5	20	39	2.19	59 160 59	85.45	2.47	210.72
6	20	39	2.19	59 160 59	85.45	2.47	210.72
7	16	50	3.30	9 18 276 18 9	164.99	1.58	260.41
8	10	40	3.24	24 277 24	129.63	0.62	79.92
9	12	10	10.76	6 36 992 36 6	107.65	0.89	95.57
10	12	19	10.76	8 35 992 35 8	204.53	0.89	181.59
11	12	39	1.63	31 132 31	63.44	0.89	56.32
12	12	39	1.63	31 132 31	63.44	0.89	56.32
13	10	49	1.03	103 103	50.25	0.62	30.98
14	16	50	2.65	45 175 45	132.30	1.58	208.81
15	10	40	2.07	11 176 11 9	82.80	0.62	51.05
16	10	9	10.63	8 27 992 27 8	95.63	0.62	58.96
17	10	6	10.63	6 29 992 29 6	63.75	0.62	39.31
18	12	49	1.36	31 106 31	66.88	0.89	59.38
19	16	50	2.65	45 175 45	132.30	1.58	208.81
20	10	40	2.07	11 176 11 9	82.80	0.62	51.05
21	10	9	10.63	8 27 992 27 8	95.63	0.62	58.96
22	10	6	10.63	6 29 992 29 6	63.75	0.62	39.31
23	12	49	1.36	31 106 31	66.88	0.89	59.38
				HA10	793.87	0.62	489.46
				HA12	755.82	0.89	671.03
				HA16	429.59	1.58	678.03
				HA20	474.33	2.47	1169.75
Fe E400				Poids total	3008.27		
				Poids total avec chutes (10.00%)	3309.10		



Mur en aile d'entrée gauche, Mur en aile d'entrée droite, Mur en aile de sortie gauche et Mur en aile de sortie droite							
POSITION	Ø mm	NBRE. PIÈCES	LONGUEUR m	FAÇONNAGE L=cm	LONGUEUR TOTAL m	POIDS kg/m	POIDS kgf
1	10	32 (4x8)	0.79 - 2.23	15 48 - 192 15	52.79	0.62	32.55
2	10	32 (4x8)	0.80 - 2.23	15 49 - 192 15	53.11	0.62	32.75
3	12	16 (4x4)	2.18	13 192 13	34.91	0.89	31.00
4	12	16 (4x4)	2.18	13 192 13	34.91	0.89	31.00
5	10	36 (4x9)	0.62 - 1.79	13 49 - 167 13	46.65	0.62	28.76
6	10	36 (4x9)	0.89	20 69 20	31.90	0.62	19.67
7	12	36 (4x9)	0.63 - 1.80	13 49 - 167 13	46.93	0.89	41.66
8	12	36 (4x9)	0.79	20 59 20	28.26	0.89	25.09
9	12	36 (4x9)	1.03	13 77 13	37.01	0.89	32.86
10	12	36 (4x9)	1.03	13 77 13	37.01	0.89	32.86
				HA10	184.45	0.62	113.73
				HA12	219.03	0.89	194.47
Fe E400				Poids total	308.20		
				Poids total avec chutes (10.00%)	339.02		

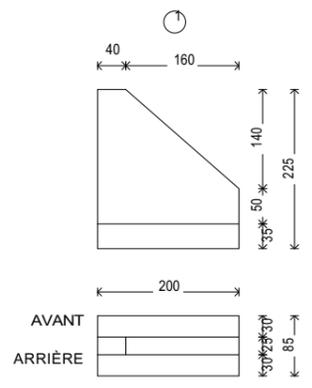
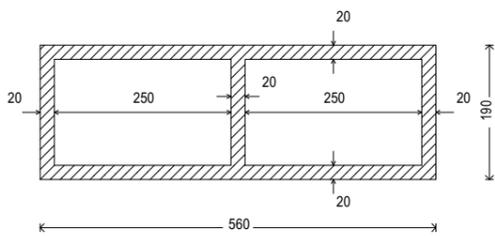
Vue de dessus



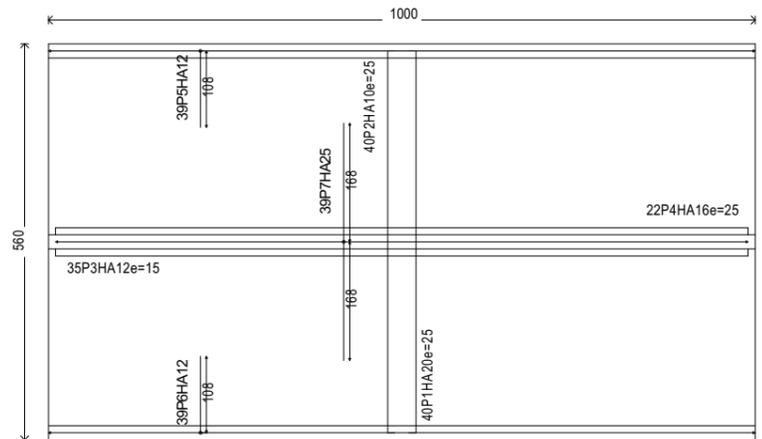
Dalot 2
Mémoire Marcos
Échelle: 1:100

Mur en aile d'entrée gauche, Mur en aile d'entrée droite, Mur en aile de sortie gauche et Mur en aile de sortie droite

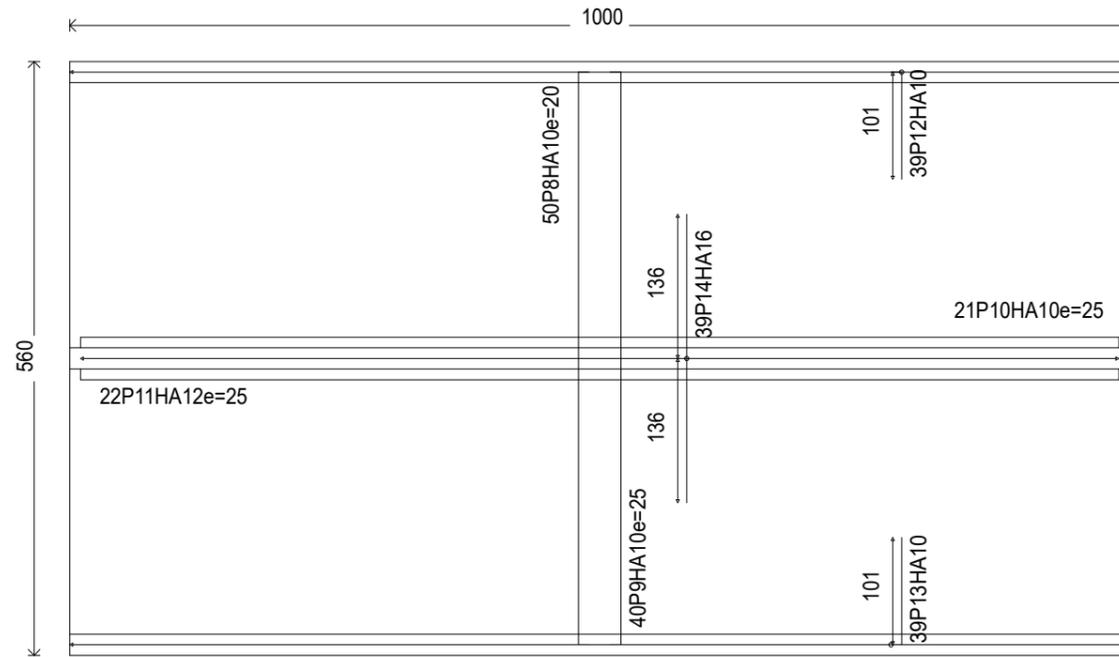
Module 1



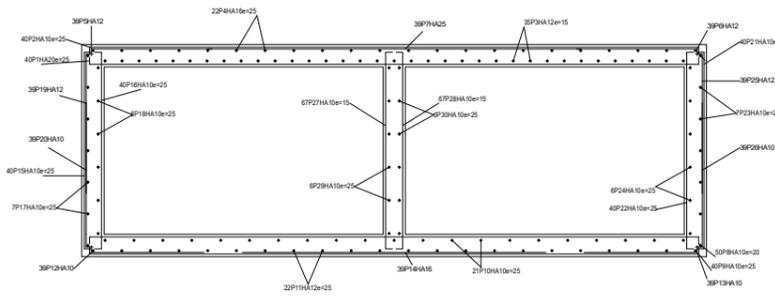
Module
Tablier



Module
Radier

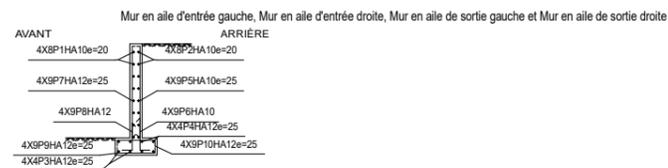


Module
Section

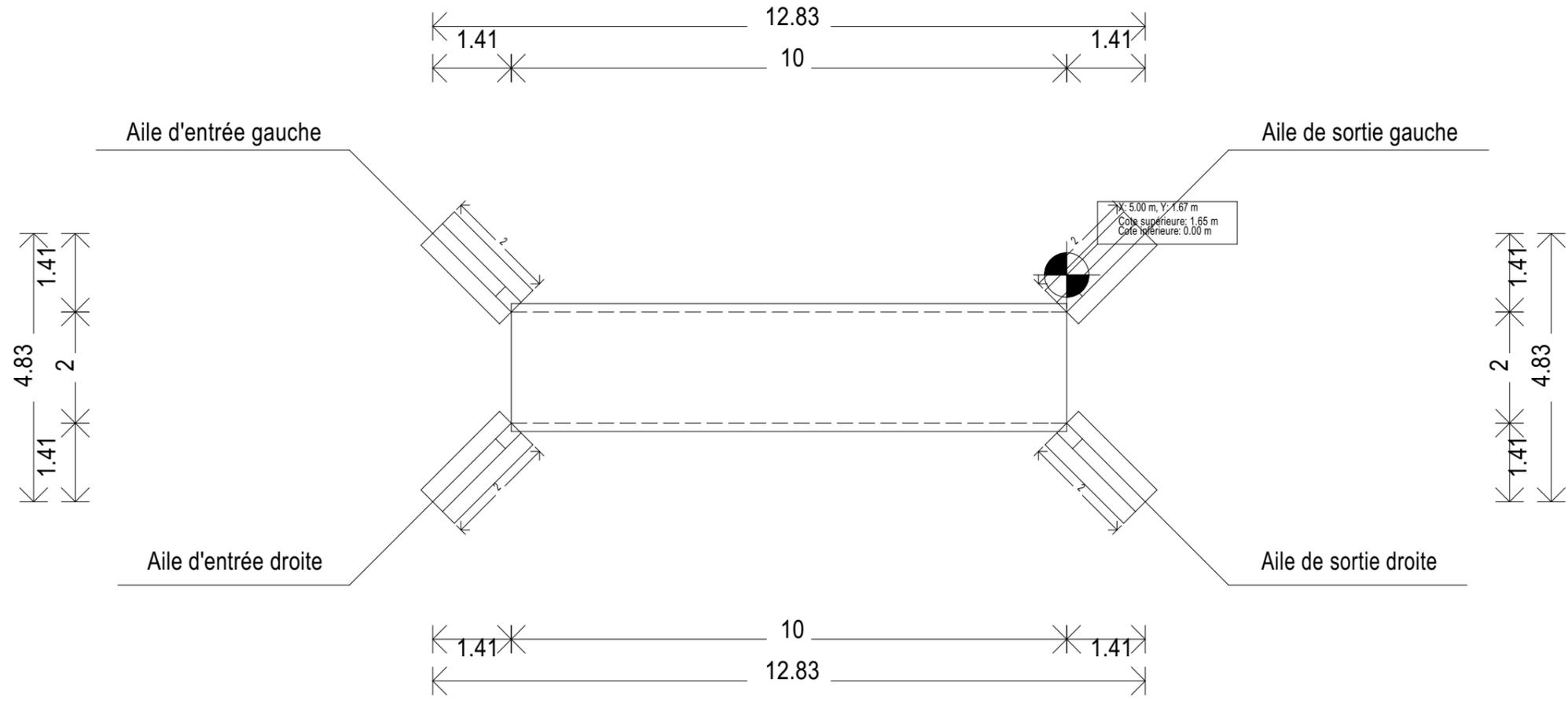


Module							
POSITION	Ø mm	NRRE PIÈCES	LONGUEUR m	FAÇONNAGE L=cm	LONGUEUR TOTAL m	POIDS kg/m	POIDS kgf
1	20	40	6.29	34 547 34	251.44	2.47	620.09
2	10	40	5.95	24 548 24	237.95	0.62	146.70
3	12	35	10.76	4 39 4	376.76	0.89	334.50
4	16	22	11.04	6 51 6	242.94	1.58	383.44
5	12	39	1.39	31 108	54.16	0.89	48.08
6	12	39	1.39	31 108	54.16	0.89	48.08
7	25	39	3.36	336	130.90	3.85	504.41
8	10	50	5.88	9 11 9	294.00	0.62	181.26
9	10	40	5.95	24 548 24	237.95	0.62	146.70
10	10	21	10.63	7 28 7	223.13	0.62	137.57
11	12	22	10.76	6 34 6	236.82	0.89	210.26
12	10	39	1.25	24 101	48.66	0.62	30.00
13	10	39	1.25	24 101	48.66	0.62	30.00
14	16	39	2.72	272	106.14	1.58	167.52
15	10	40	2.22	11 175 11	88.95	0.62	54.84
16	10	40	2.07	11 175 11	82.76	0.62	51.02
17	10	7	10.63	9 26 9	74.38	0.62	45.86
18	10	6	10.63	7 28 7	63.75	0.62	39.31
19	12	39	1.56	31 125	60.66	0.89	53.85
20	10	39	1.55	24 131	60.30	0.62	37.18
21	10	40	2.22	11 175 11	88.95	0.62	54.84
22	10	40	2.07	11 175 11	82.76	0.62	51.02
23	10	7	10.63	9 26 9	74.38	0.62	45.86
24	10	6	10.63	7 28 7	63.75	0.62	39.31
25	12	39	1.56	31 125	60.66	0.89	53.85
26	10	39	1.55	24 131	60.30	0.62	37.18
27	10	67	1.97	11 175 11	132.06	0.62	81.42
28	10	67	1.97	11 175 11	132.06	0.62	81.42
29	10	6	10.63	9 26 9	63.75	0.62	39.31
30	10	6	10.63	9 26 9	63.75	0.62	39.31
				HA10	2222.25	0.62	1370.11
				HA12	843.22	0.89	748.62
				HA16	349.08	1.58	550.96
				HA20	251.44	2.47	620.09
				HA25	130.90	3.85	504.41
Fe E400				Poids total			3794.19
				Poids total avec chutes (10.00%)			4173.61

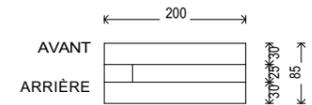
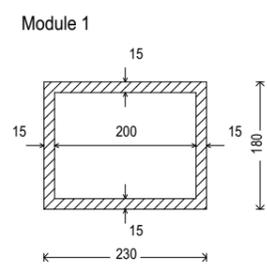
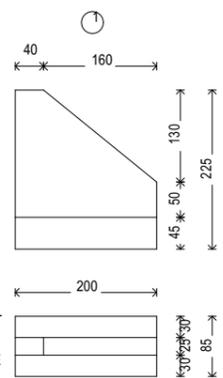
Mur en aile d'entrée gauche, Mur en aile d'entrée droite, Mur en aile de sortie gauche et Mur en aile de sortie droite							
POSITION	Ø mm	NRRE PIÈCES	LONGUEUR m	FAÇONNAGE L=cm	LONGUEUR TOTAL m	POIDS kg/m	POIDS kgf
1	10	32 (4x8)	0.79-2.23	15 48-192	52.79	0.62	32.55
2	10	32 (4x8)	0.80-2.23	15 49-192	53.11	0.62	32.75
3	12	16 (4x4)	2.18	13 192	34.91	0.89	31.00
4	12	16 (4x4)	2.18	13 192	34.91	0.89	31.00
5	10	36 (4x9)	0.62-1.79	13 49-167	46.65	0.62	28.76
6	10	36 (4x9)	0.89	20 69	31.90	0.62	19.67
7	12	36 (4x9)	0.63-1.80	13 49-167	46.93	0.89	41.66
8	12	36 (4x9)	0.79	20 59	28.26	0.89	25.09
9	12	36 (4x9)	1.03	13 77	37.01	0.89	32.86
10	12	36 (4x9)	1.03	13 77	37.01	0.89	32.86
				HA10	184.45	0.62	113.73
				HA12	219.03	0.89	194.47
Fe E400				Poids total			308.20
				Poids total avec chutes (10.00%)			339.02



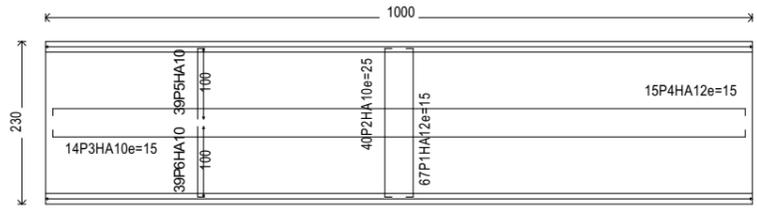
Vue de dessus



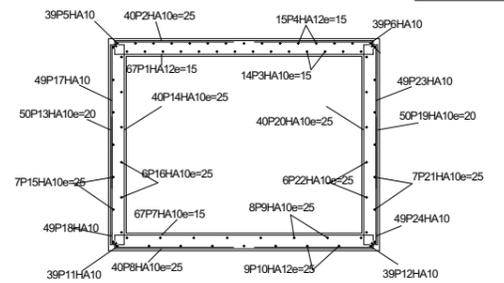
Mur en aile d'entrée gauche, Mur en aile d'entrée droite, Mur en aile de sortie gauche et Mur en aile de sortie droite



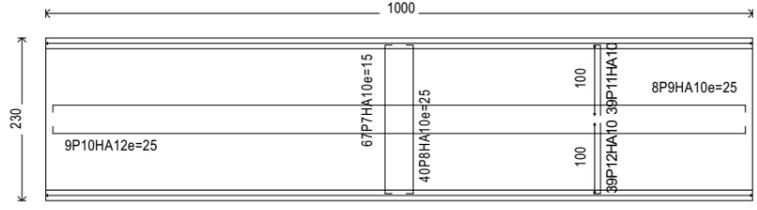
Module
Tablier



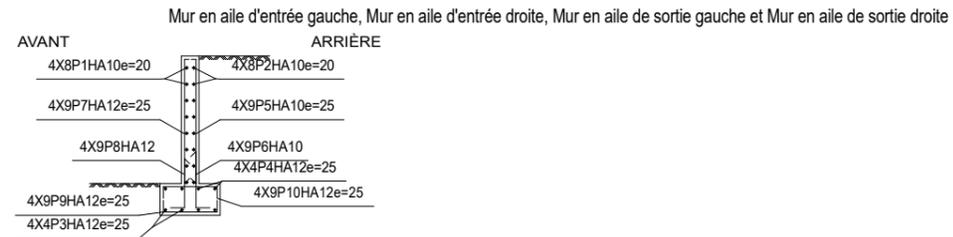
Module
Section



Module
Radier

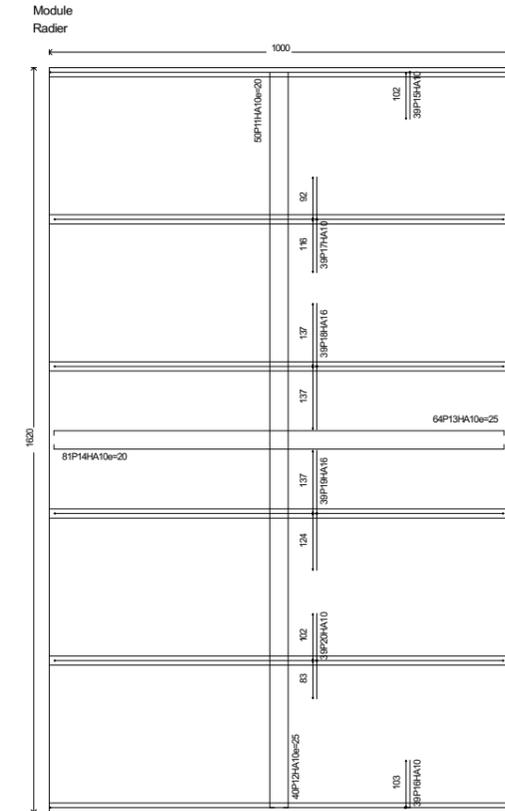
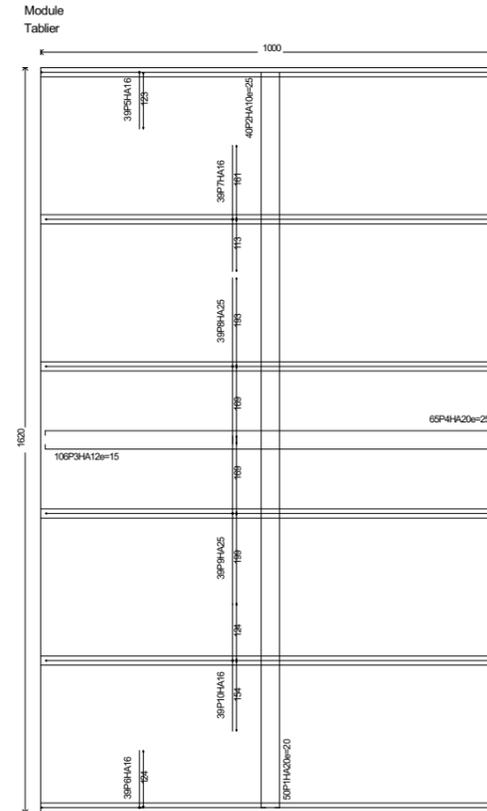
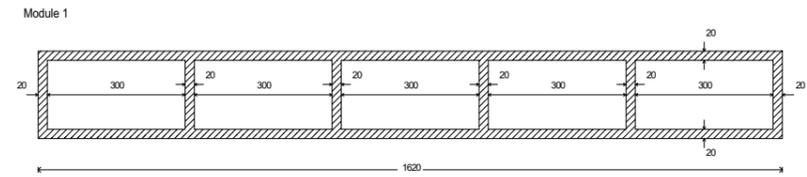
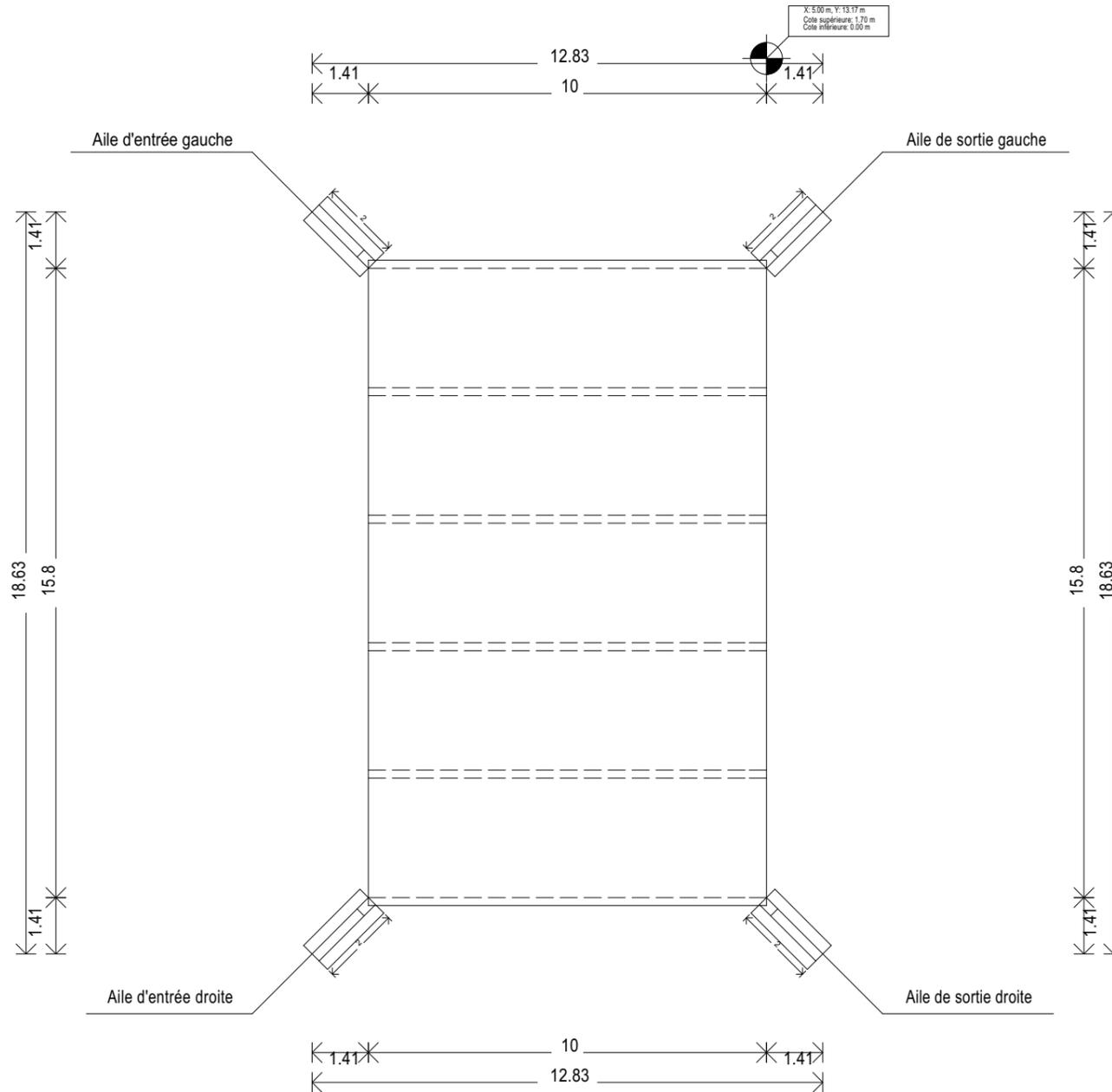


Module										
POSITION	Ø mm	NBRE. PIÈCES	LONGUEUR m	FAÇONNAGE L=cm	LONGUEUR TOTAL m	POIDS kg/m	POIDS kgf			
1	12	67	2.88	31	193.00	0.89	171.35			
2	10	40	2.94	38	117.53	0.62	72.46			
3	10	14	10.80	42	151.23	0.62	93.24			
4	12	15	10.98	49	164.64	0.89	146.18			
5	10	39	1.38	38	53.69	0.62	33.10			
6	10	39	1.38	38	53.69	0.62	33.10			
7	10	67	2.71	22	181.32	0.62	111.79			
8	10	40	2.94	38	117.53	0.62	72.46			
9	10	8	10.80	41	86.41	0.62	53.28			
10	12	9	10.98	49	98.79	0.89	87.71			
11	10	39	1.38	38	53.69	0.62	33.10			
12	10	39	1.38	38	53.69	0.62	33.10			
13	10	50	2.43	38	121.71	0.62	75.04			
14	10	40	2.20	26	88.09	0.62	54.31			
15	10	7	10.80	40	75.61	0.62	46.62			
16	10	6	10.80	41	64.81	0.62	39.96			
17	10	49	1.59	38	77.67	0.62	47.89			
18	10	49	1.45	38	71.18	0.62	43.89			
19	10	50	2.43	38	121.71	0.62	75.04			
20	10	40	2.20	26	88.09	0.62	54.31			
21	10	7	10.80	40	75.61	0.62	46.62			
22	10	6	10.80	41	64.81	0.62	39.96			
23	10	49	1.59	38	77.67	0.62	47.89			
24	10	49	1.45	38	71.18	0.62	43.89			
					HA10	1866.92	0.62	1151.05		
					HA12	456.43	0.89	405.24		
Fe E500					Poids total			1556.29		
					Poids total avec chutes (10.00%)			1711.92		

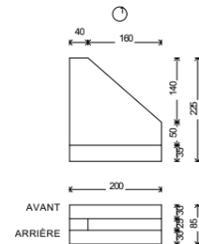


Mur en aile d'entrée gauche, Mur en aile d'entrée droite, Mur en aile de sortie gauche et Mur en aile de sortie droite										
POSITION	Ø mm	NBRE. PIÈCES	LONGUEUR m	FAÇONNAGE L=cm	LONGUEUR TOTAL m	POIDS kg/m	POIDS kgf			
1	10	32 (4x8)	0.79 - 2.23	15	48 - 192	53.02	0.62	32.69		
2	10	32 (4x8)	0.80 - 2.23	15	50 - 192	53.35	0.62	32.89		
3	12	16 (4x4)	2.18	13	192	34.91	0.89	31.00		
4	12	16 (4x4)	2.18	13	192	34.91	0.89	31.00		
5	10	36 (4x9)	0.62 - 1.74	13	49 - 162	45.60	0.62	28.12		
6	10	36 (4x9)	1.04	20	84	37.30	0.62	22.99		
7	12	36 (4x9)	0.63 - 1.75	13	49 - 162	45.88	0.89	40.73		
8	12	36 (4x9)	0.94	20	74	33.66	0.89	29.88		
9	12	36 (4x9)	1.03	13	77	37.01	0.89	32.86		
10	12	36 (4x9)	1.03	13	77	37.01	0.89	32.86		
					HA10	189.27	0.62	116.69		
					HA12	223.38	0.89	198.33		
Fe E500					Poids total			315.02		
					Poids total avec chutes (10.00%)			346.52		

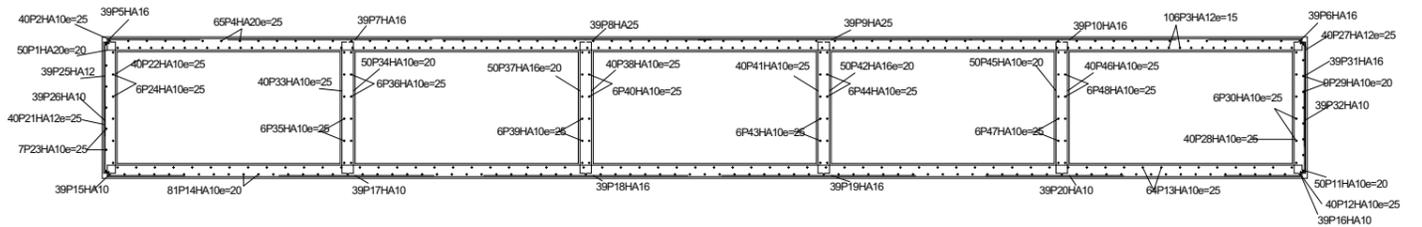
Vue de dessus



Mur en aile d'entrée gauche, Mur en aile d'entrée droite, Mur en aile de sortie gauche et Mur en aile de sortie droite

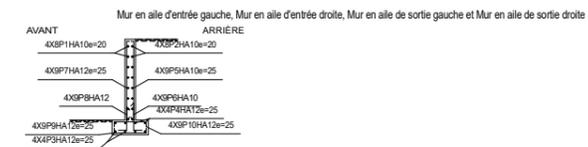


Module Section



Module									
POSITION	Ø mm	NBRE PIÈCES	LONGUEUR	FAÇONNAGE	LONGUEUR	POIDS	POIDS	POIDS	
			l _m	L _{cm}	TO BAL m	kg/m	kg	kg	
1	20	50	16.88	34	1606	2.47	2081.68		
2	10	40	16.54	24	1607	0.62	408.02		
3	12	106	10.76	39	992	0.89	1013.06		
4	20	65	11.32	65	991	2.47	1814.75		
5	16	39	1.68	19	123	1.58	103.55		
6	16	39	1.69	19	124	1.58	104.17		
7	16	39	2.74	19	274	1.58	168.94		
8	25	39	3.62	19	362	3.85	543.65		
9	25	39	3.68	19	368	3.85	552.82		
10	16	39	2.77	19	277	1.58	170.65		
11	10	50	16.48	11	1607	0.62	508.03		
12	10	40	16.54	24	1607	0.62	408.02		
13	10	64	10.63	28	992	0.62	419.26		
14	10	81	10.63	27	992	0.62	530.63		
15	10	39	1.26	24	102	0.62	30.27		
16	10	39	1.27	24	103	0.62	30.52		
17	10	39	2.08	24	208	0.62	50.09		
18	16	39	2.74	19	274	1.58	168.94		
19	16	39	2.61	19	261	1.58	160.55		
20	10	39	1.86	24	186	0.62	44.65		
21	12	40	2.36	15	175	0.89	83.84		
22	10	40	2.07	11	175	0.62	50.98		
23	10	7	10.63	26	992	0.62	45.86		
24	10	6	10.63	28	992	0.62	39.31		
25	12	39	1.56	15	125	0.89	53.85		
26	10	39	1.36	24	112	0.62	32.65		
27	12	40	2.36	15	175	0.89	83.84		
28	10	40	2.06	11	175	0.62	50.88		
29	10	9	10.63	27	992	0.62	58.96		
30	10	6	10.63	29	992	0.62	39.31		
31	16	39	1.84	19	139	1.58	113.11		
32	10	39	1.36	24	112	0.62	32.65		
33	10	40	1.97	11	175	0.62	48.56		
34	10	50	1.97	11	175	0.62	60.70		
35	10	6	10.63	26	992	0.62	39.31		
36	10	6	10.63	26	992	0.62	39.31		
37	16	50	2.28	27	174	1.58	179.99		
38	10	40	1.97	11	175	0.62	48.56		
39	10	6	10.63	27	992	0.62	39.31		
40	10	6	10.63	27	992	0.62	39.31		
41	10	40	1.97	11	175	0.62	48.56		
42	16	50	2.28	27	174	1.58	179.99		
43	10	6	10.63	27	992	0.62	39.31		
44	10	6	10.63	27	992	0.62	39.31		
45	10	50	1.97	11	175	0.62	60.70		
46	10	40	1.97	11	175	0.62	48.56		
47	10	6	10.63	26	992	0.62	39.31		
48	10	6	10.63	26	992	0.62	39.31		
				HA10	5531.09	0.62	3410.21		
				HA12	1390.56	0.89	1234.59		
				HA16	855.27	1.58	1349.89		
				HA20	1579.96	2.47	3896.43		
				HA25	284.54	3.85	1096.47		
Fe E400							10987.59		
							Poids total avec chutes (10.00%)		12086.35

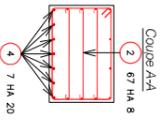
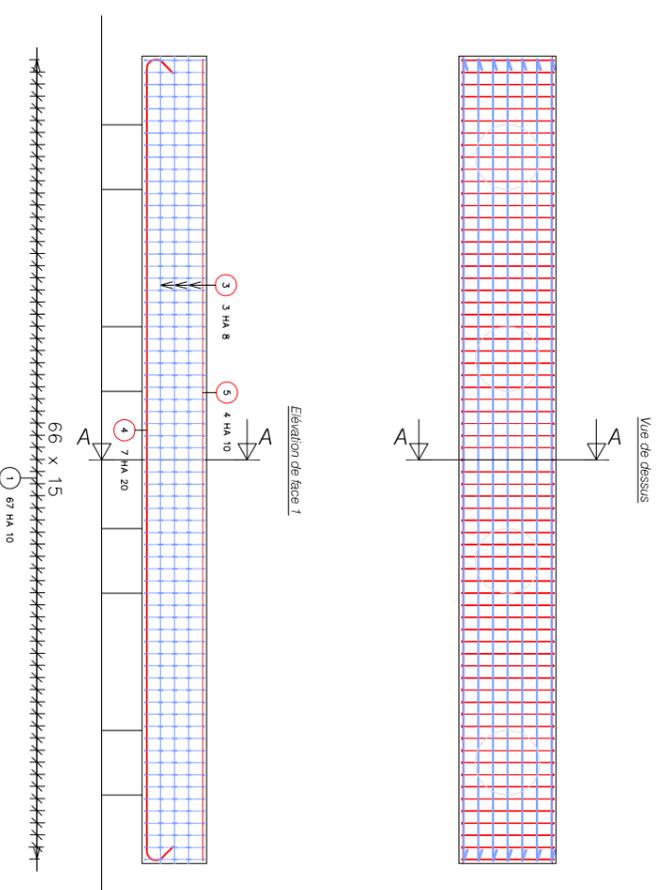
Mur en aile d'entrée gauche, Mur en aile d'entrée droite, Mur en aile de sortie gauche et Mur en aile de sortie droite									
POSITION	Ø mm	NBRE PIÈCES	LONGUEUR	FAÇONNAGE	LONGUEUR	POIDS	POIDS	POIDS	
			l _m	L _{cm}	TO BAL m	kg/m	kg	kg	
1	10	32 (4x8)	0.79-2.23	48-102	15	52.79	0.62	32.55	
2	10	32 (4x8)	0.80-2.23	48-102	15	53.11	0.62	32.75	
3	12	16 (4x4)	2.18	192	13	34.91	0.89	31.00	
4	12	16 (4x4)	2.18	192	13	34.91	0.89	31.00	
5	10	36 (4x9)	0.82-1.79	48-167	15	46.65	0.62	28.76	
6	10	36 (4x9)	0.89	69	15	31.90	0.62	19.67	
7	12	36 (4x9)	0.83-1.80	48-167	15	46.93	0.89	41.66	
8	12	36 (4x9)	0.79	59	15	28.26	0.89	25.09	
9	12	36 (4x9)	1.03-1.33	77	13	37.01	0.89	32.86	
10	12	36 (4x9)	1.03	77	13	37.01	0.89	32.86	
						HA10	184.45	0.62	113.73
						HA12	219.03	0.89	194.47
Fe E400								Poids total	308.20
								Poids total avec chutes (10.00%)	339.02



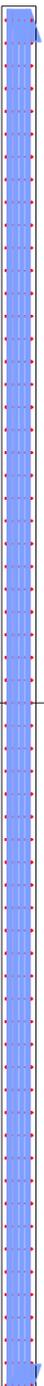
ANNEXE VIII : DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DU PONT

Nomenclature des barres

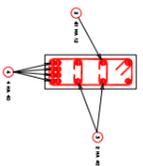
N°	Nombre	Nuance	Ø	Longueur (m)	Poids (kg)	Total Long. (m)	Total Poids (kg)	Schéma	Esp. (m)
1	67	HA	10	3.95	2.44	264.59	163.25		0.15
2	201	HA	8	1.30	0.51	260.43	102.87		0.15
3	6	HA	8	10.00	3.95	60.00	23.70		0.17
4	7	HA	20	10.62	26.19	74.34	183.32		0.18
5	4	HA	10	9.94	6.13	39.76	24.53		0.37
					Diamètre moyen	10.7	Somme Poids (kg)	497.67	



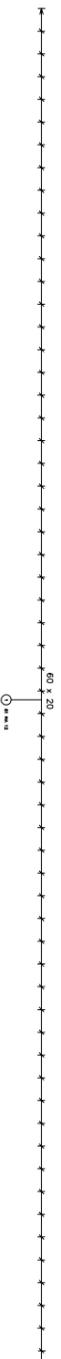
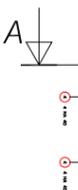
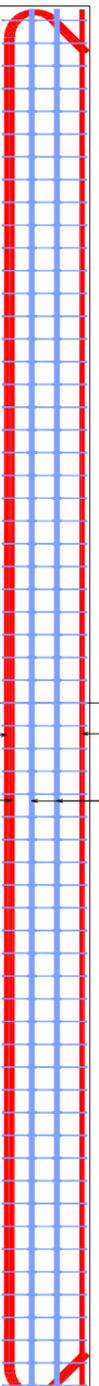
Vue de dessus



Coupe A-A



Elevation de face 1



Nomenclature des barres

N°	Nombre barres	Ø	Longueur (m)	Poids (kg)	Total Long. (m)	Total Poids (kg)	Schema	Esp. (m)
1	61	HA 12	2.19	1.94	133.36	119.43		0.20
2	122	HA 12	0.48	0.43	59.07	52.48		0.20
3	6	HA 40	12.19	120.24	73.14	721.45		###
4	8	HA 40	13.65	133.65	108.40	1089.21		###
				Diamètre moyen	Somme			
				29.2	1981.55			



BURKINA FASO

Unité - Progrès - Justice



PROJET DE CONSTRUCTION ET DE
BITUMAGE DE ROUTE RN29

PLAN DE FERRAILLAGE
POUTRE



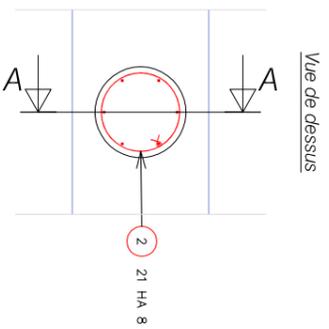
Réalisé par: **Marcos Rodrigue WANNON**

Master 2/ROA/GC/ZIE

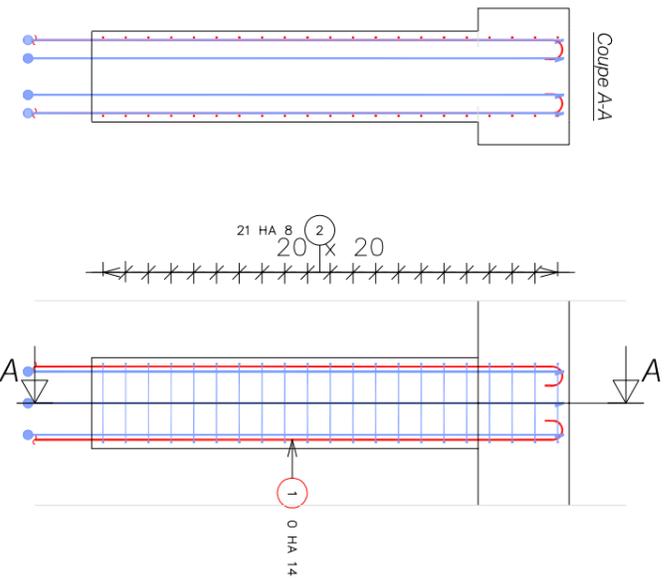
Echelle: 1/150

Date: Mai 2017

N° Planche: VIII-2



Elevation de face 1



Autodesk®

Nomenclature des barres

N°	Nombre	Nuance	∅	Longueur (m)	Poids (kg)	Total Long. (m)	Total Poids (kg)
1	6	HA	14	5.24	6.34	31.44	38.04
2	21	HA	8	2.42	0.96	50.86	20.09
Diamètre moyen					10.7	Somme Poids (kg)	
					10.7	58.13	

Schéma	Esp. (m)
	###
	0.20



BURKINA FASO

Unité - Progrès - Justice



PROJET DE CONSTRUCTION ET DE
BITUMAGE DE ROUTE RN29

PLAN DE FERRAILLAGE
COLONNE



Réalisé par: **Marcos Rodrigue WANNON**

Master 2/ROA/GC/ZIE

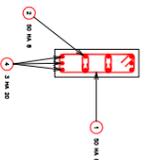
Echelle: 1/150

Date: Mai 2017

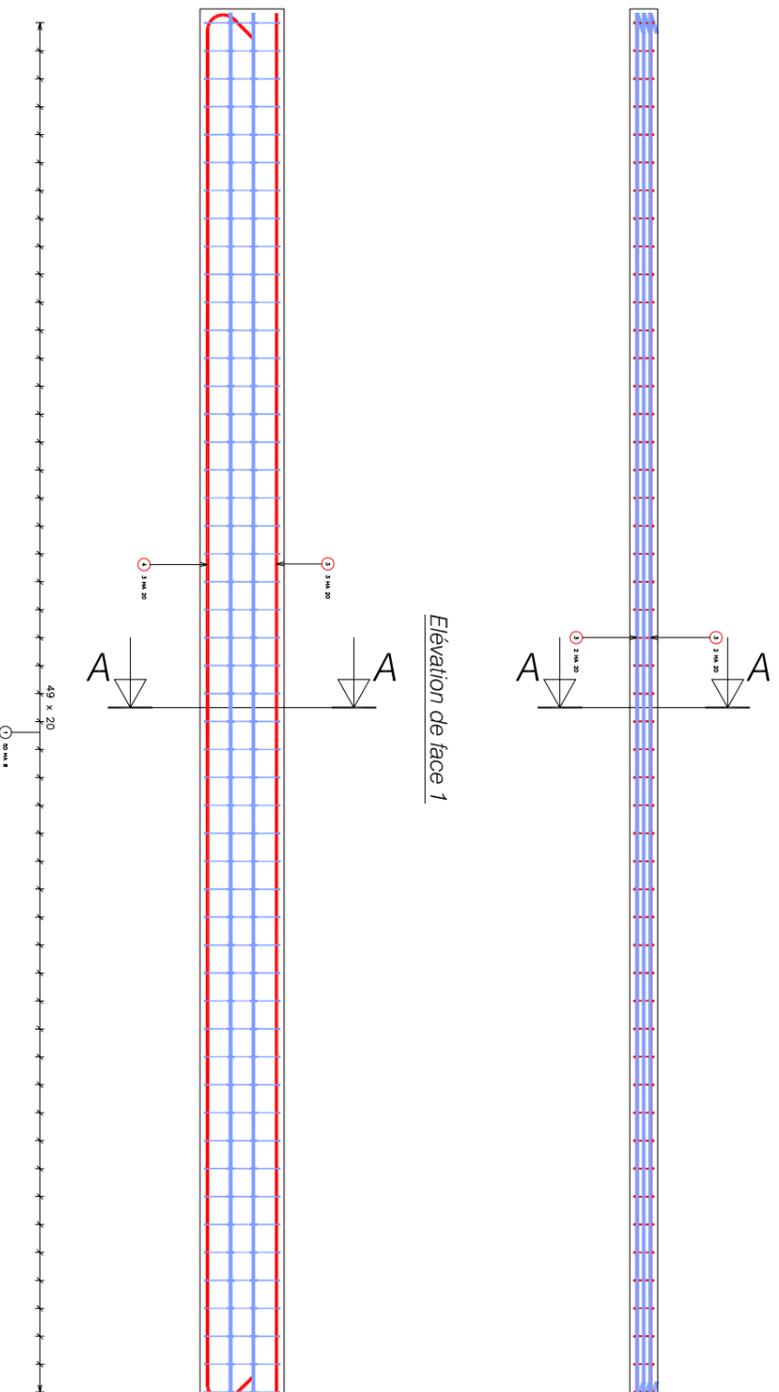
N° Planche: VIII-3

Vue de dessus

Coupe AA



Elevation de face 1



Autodesk

Nomenclature des barres

N°	Nombre	Nuance	Ø	Longueur (m)	Poids (kg)	Total Long. (m)	Total Poids (kg)	Schéma	Esp. (m)
1	50	HA	8	1,51	0,60	75,42	29,79		0,20
2	100	HA	8	0,45	0,18	44,85	17,72		0,20
3	7	HA	20	9,94	24,51	69,58	171,58		###
4	3	HA	20	10,62	26,19	31,86	78,57		0,05
					Diamètre moyen	14,8	Somme Poids (kg)	297,66	



BURKINA FASO
Unité - Progrès - Justice



PROJET DE CONSTRUCTION ET DE
BITUMAGE DE ROUTE RN29

PLAN DE FERRAILLAGE
ENTRETOISE



Réalisé par: **Marcos Rodrigue WANNON**

Master 2/RQA/GC/ZIE

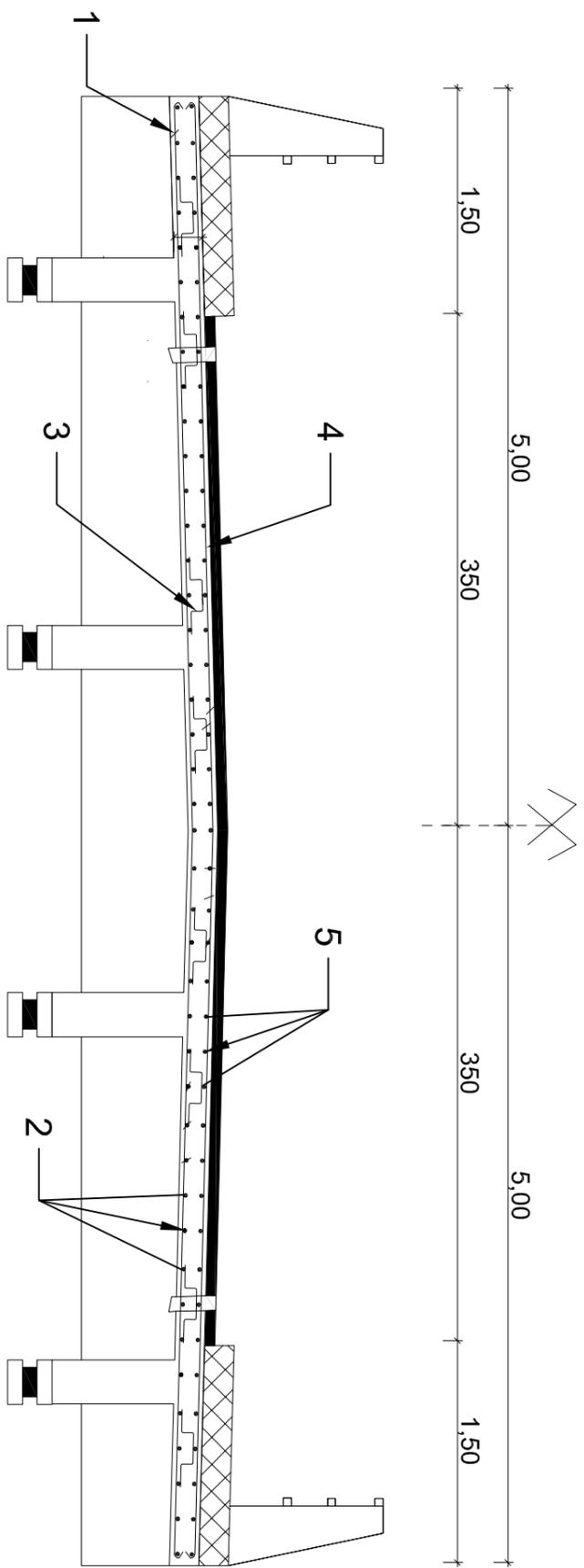
Echelle: 1/150

Date: Mai 2017

N° Planche: VIII-4

N°	Armature	Forme	Esp.	Nombre
①	HA 20		12cm	167
②	HA 14		20 cm	48
③	HA 8		2 m	176
④	HA 20		12cm	167
⑤	HA 10		20cm	48

Enrobage :3cm



ANNEXE IX : ETUDE GEOMETRIQUE DE LA CHAUSSEE

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

AXE EN PLAN					
ELEMENT	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0	724767,939	1276437,476
D1	ANG = 369,638g	340,281			
			340,281	725070,248	1276281,271
C1	XC= 724473,489				
	YC= 1275126,335				
	R = -1300,000	331,774			
			672,054	725342,482	1276093,212
D2	ANG = 353,391g	811,073			
			1483,127	725945,718	1275551,045
C2	XC= 727951,088				
	YC= 1277782,299				
	R = 3000,000	7,644			
			1490,771	725951,41	1275545,942
D3	ANG = 353,553g	556,331			
			2047,102	726366,128	1275175,115
C3	XC= 725366,290				
	YC= 1274056,936				
	R = -1500,000	168,769			
			2215,872	726485,351	1275055,787
D4	ANG = 346,390g	1032,657			
			3248,528	727172,997	1274285,383
C4	XC= 728292,058				
	YC= 1275284,234				
	R = 1500,000	3,329			
			3251,857	727175,217	1274282,902
D5	ANG = 346,532g	433,661			
			3685,519	727464,709	1273960,015
C5	XC= 725975,587				
	YC= 1272624,906				
	R = -2000,000	216,782			
			3902,301	727600,401	1273791,088
D6	ANG = 339,631g	441,592			
			4343,894	727857,89	1273432,335
C6	XC= 731107,517				
	YC= 1275764,699				

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

AXE EN PLAN					
ELEMENT	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
	R = 4000,000	294,816			
			4638,71	728038,461	1273199,373
D7	ANG = 344,324g	296,171			
			4934,881	728228,405	1272972,132
C7	XC= 725159,349				
	YC= 1270406,806				
	R = -4000,000	124,268			
			5059,149	728306,608	1272875,563
D8	ANG = 342,346g	299,303			
			5358,452	728491,335	1272640,067
C8	XC= 731638,594				
	YC= 1275108,823				
	R = 4000,000	35,714			
			5394,166	728513,502	1272612,065
D9	ANG = 342,914g	390,473			
			5784,64	728757,232	1272306,999
LONGUEUR DE L'AXE			5784,640		

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

VOLUMES TERRASSEMENT					
N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROFIL	CURVILIGNE	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0	0	138,7	0	0
2	44,595	0	251,7	0	0
3	93,45	0	143,3	0	0
4	141,074	0	154,7	0	0
5	187,866	0	138,3	0	0
6	227,325	0	120	0	0
7	276,32	0	131,5	0	0
8	318,557	0	74,1	0	0
9	340,281	0	52,5	0	0
10	367,081	0	59,6	0	0
11	389,841	0,2	41,9	0	0
12	410,942	0,6	42,5	0	0
13	438,62	0,1	54,4	0	0
14	460,359	0,3	33,1	0	0
15	480,059	1,1	40,1	0	0
16	502,772	0	35,6	0	0
17	531,18	12,3	2,5	0	0
18	550,15	0	17	0	0
19	574,64	3,6	36,4	0	0
20	600,167	0,4	31,9	0	0
21	625,678	0,2	36	0	0
22	672,054	18,1	0,2	0	0
23	673,703	9,8	6,8	0	0
24	726,3	37,3	3,4	0	0
25	773,166	34,5	31	0	0
26	814,05	3,4	12,2	0	0
27	864,574	91,4	0	0	0
28	925,421	277,5	1,6	0	0
29	973,733	104,4	0	0	0
30	1028,948	1,4	43,5	0	0
31	1064,294	22,1	46	0	0
32	1114,889	0	149,1	0	0
33	1158,037	8,2	54,9	0	0
34	1205,803	0	126,9	0	0
35	1262,495	0	46,4	0	0
36	1308,63	305,8	0	0	0

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

VOLUMES TERRASSEMENT					
N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROFIL	CURVILIGNE	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
37	1356,067	305,7	0	0	0
38	1358,954	341,3	0	0	0
39	1406,427	841,9	0	0	0
40	1455,63	867,1	0	0	0
41	1483,127	407,4	0	0	0
42	1490,771	353,9	0	0	0
43	1513,485	929,7	0	0	0
44	1567,279	1187,8	0	0	0
45	1618,723	1046,8	0	0	0
46	1678,326	657,1	0	0	0
47	1718,274	495,3	0	0	0
48	1761,169	416,5	0	0	0
49	1812,45	479,3	0	0	0
50	1865,418	242,7	0	0	0
51	1916,102	75,8	0	0	0
52	1957,116	0	22,9	0	0
53	2009,527	0	142,8	0	0
54	2047,102	0	127,6	0	0
55	2061,438	0	316,1	0	0
56	2119,036	0	492,6	0	0
57	2162,797	0	577,9	0	0
58	2197,113	0	455,9	0	0
59	2215,872	0	523,3	0	0
60	2255,386	0	849,6	0	0
61	2302,757	0	524,6	0	0
62	2353,743	0	142,6	0	0
63	2399,163	1,5	78,6	0	0
64	2445,193	335,2	86,2	0	0
65	2457,204	419,3	12,9	0	0
66	2469,286	351	78,3	0	0
67	2505,524	0	217,2	0	0
68	2555,824	0	344,9	0	0
69	2600,953	0	689,9	0	0
70	2653,122	0	222	0	0
71	2698,864	0	128,9	0	0
72	2738,587	205,2	118,8	0	0
73	2786,287	0	217,1	0	0

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

VOLUMES TERRASSEMENT					
N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROFIL	CURVILIGNE	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
74	2836,046	0	168	0	0
75	2880,904	0	243,5	0	0
76	2881,988	0	278,1	0	0
77	2929,15	0	504,9	0	0
78	2971,682	0	553,5	0	0
79	3016,151	0	538,3	0	0
80	3067,396	0	475,1	0	0
81	3111,249	0	265,3	0	0
82	3158,87	0	68,8	0	0
83	3202,21	18,9	12	0	0
84	3248,528	39,5	0	0	0
85	3251,857	4,3	0	0	0
86	3253,447	48,3	0	0	0
87	3304,749	34,5	0	0	0
88	3342,258	75,2	0	0	0
89	3397,615	28,6	1,3	0	0
90	3437,958	0	60,7	0	0
91	3493,569	0	120,2	0	0
92	3536,703	0	61	0	0
93	3567,4	177,5	32,4	0	0
94	3618,202	188,7	0	0	0
95	3664,648	84,3	0	0	0
96	3685,519	55,9	0	0	0
97	3712,15	38,2	0,1	0	0
98	3764,737	0,4	25,9	0	0
99	3787,727	0	75,8	0	0
100	3831,638	0	117,5	0	0
101	3858,612	0	154,2	0	0
102	3887,986	0	132,9	0	0
103	3902,301	0	38,3	0	0
104	3910,014	0	66,6	0	0
105	3941,877	0	102	0	0
106	3990,701	77,1	0	0	0
107	4034,955	166,1	0	0	0
108	4083,119	196	0	0	0
109	4123,511	145	0	0	0
110	4181,423	124,4	0	0	0
111	4226,517	121,5	0	0	0

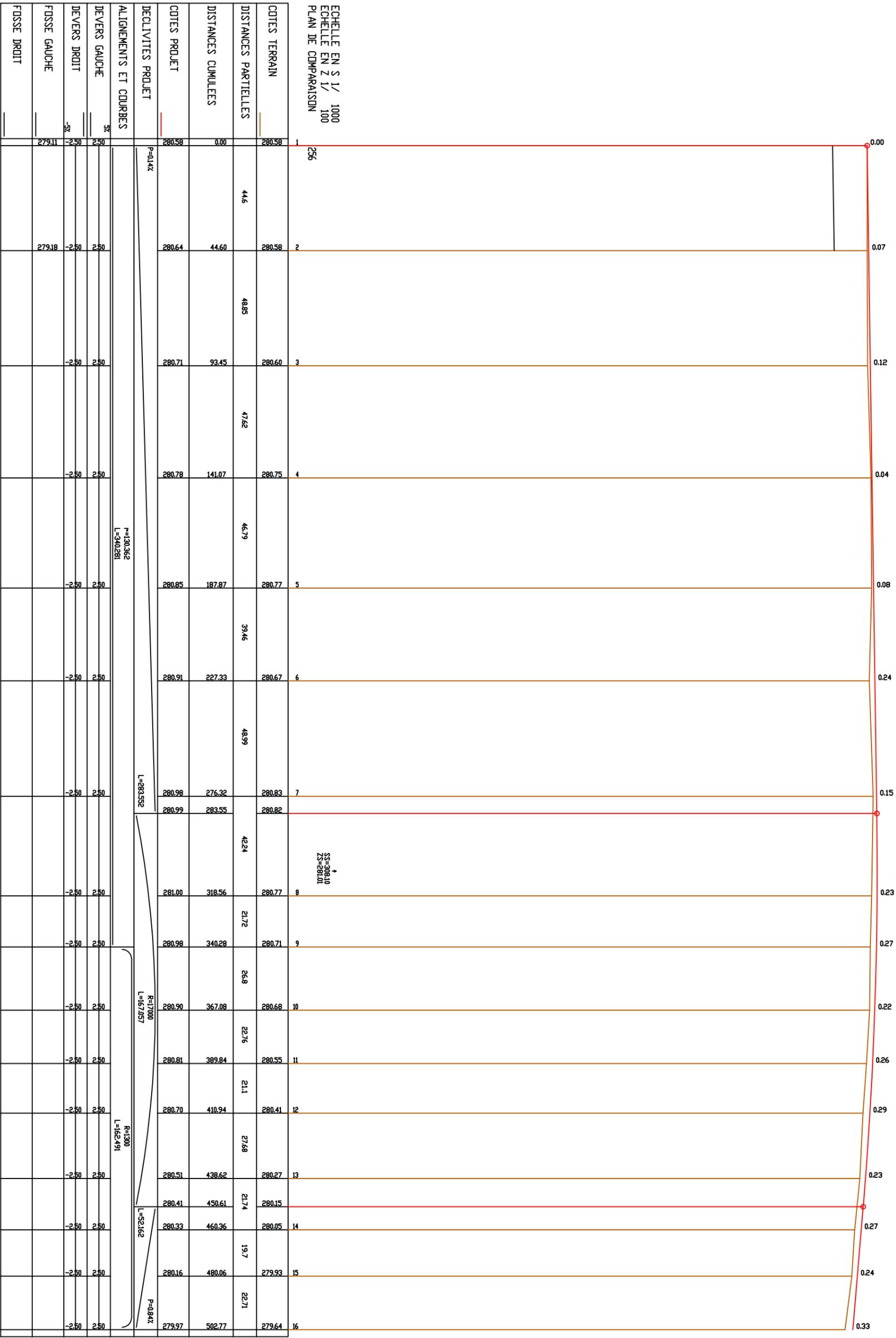
Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

VOLUMES TERRASSEMENT					
N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROFIL	CURVILIGNE	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
112	4279,212	45,6	0,7	0	0
113	4335,724	8,2	4,8	0	0
114	4343,894	56,9	0	0	0
115	4383,642	0	108,1	0	0
116	4431,831	0	320,5	0	0
117	4482,601	0	514,1	0	0
118	4540,046	0	167,8	0	0
119	4586,392	0	140	0	0
120	4616,155	74,7	54,3	0	0
121	4623,663	66,7	20,5	0	0
122	4630,931	46,4	25,7	0	0
123	4638,71	44,8	21,7	0	0
124	4676,299	25,2	82,1	0	0
125	4721,959	4,6	131	0	0
126	4775,047	0	330	0	0
127	4834,442	0	107,3	0	0
128	4874,717	0	437,2	0	0
129	4921,568	0	321,3	0	0
130	4934,881	0	272,7	0	0
131	4969,271	0	235,6	0	0
132	5016,81	0	412,8	0	0
133	5059,149	0	299,4	0	0
134	5077,716	0	233,5	0	0
135	5131,711	0	114	0	0
136	5183,954	0	27,4	0	0
137	5232,032	0	62,6	0	0
138	5286,419	0	30,2	0	0
139	5336,444	14,2	2,3	0	0
140	5358,452	0,4	8,3	0	0
141	5375,764	1,3	5,6	0	0
142	5394,166	0	37	0	0
143	5421,98	0	78,6	0	0
144	5472,46	0	468,2	0	0
145	5522,5	0	161,1	0	0
146	5570,864	0	141,3	0	0
147	5624,401	0	151,3	0	0
148	5689,365	0	364,9	0	0
149	5750,446	0	287,5	0	0

Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

VOLUMES TERRASSEMENT					
N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROFIL	CURVILIGNE	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
150	5784,415	0	106,3	0	0
151	5784,64	0	1	0	0
		12907	18913	0	0

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



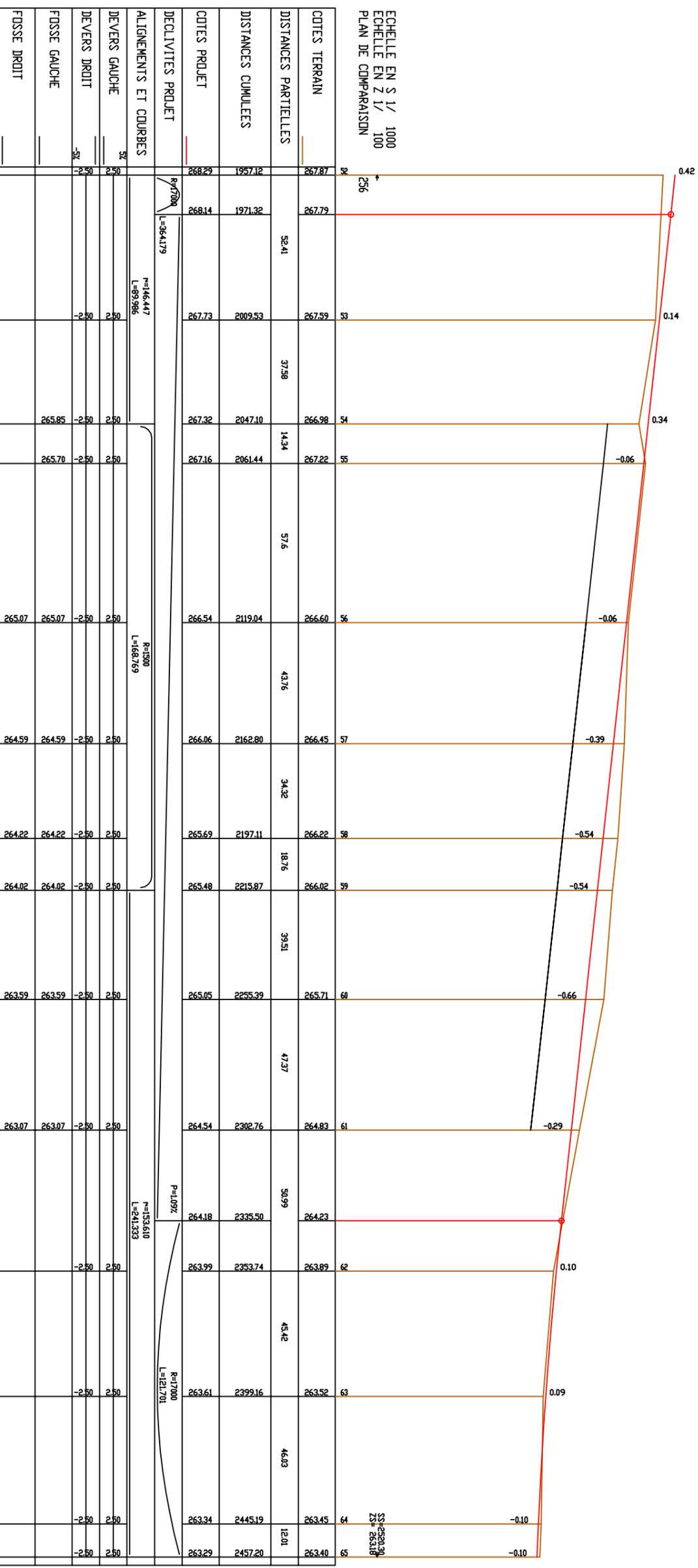
PROJET DE CONSTRUCTION ET DE
 BITUMAGE DE LA ROUTE RN29

PROFIL EN LONG



Réalisé par: **Marcos Rodrigue WANNON**
 Master 2/ROA/GC/ZIE

Echelle: 1/1000
 Date: Mai 2017
 N° Planche: IX-1



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

COTES TERRAIN	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	COTES PROJET	DECLIVITES PROJET	ALIGNEMENTS ET COURBES	DEVERS GAUCHE	DEVERS DROIT	FOSSE GAUCHE	FOSSE DROIT
267.87		1957.12	268.29			2.50	2.50		
267.79	52.41	1971.32	268.14		R=7700 L=364.179	2.50	2.50		
267.59	37.58	2009.53	267.73		R=146.447 L=89.986	2.50	2.50		
266.98	14.34	2047.10	267.32			2.50	2.50	265.85	
267.22	57.6	2061.44	267.16			2.50	2.50	265.70	
266.60	43.76	2119.04	266.54		R=1590 L=168.789	2.50	2.50	265.07	
266.45	34.32	2162.80	266.06			2.50	2.50	264.59	
266.22	18.76	2197.11	265.69			2.50	2.50	264.22	
266.02	39.51	2215.87	265.48			2.50	2.50	264.02	
265.71	47.37	2255.39	265.05			2.50	2.50	263.59	
264.83	50.99	2302.76	264.54			2.50	2.50	263.07	
264.23	45.42	2335.50	264.18		P=1.09% R=135610 L=241.533	2.50	2.50		
263.89	46.03	2353.74	263.99			2.50	2.50		
263.52	12.01	2399.16	263.61		R=17000 L=121.701	2.50	2.50		
263.45		2445.19	263.34			2.50	2.50		
263.40		2457.20	263.29			2.50	2.50		



PROJET DE CONSTRUCTION ET DE
 BITUMAGE DE LA ROUTE RN29

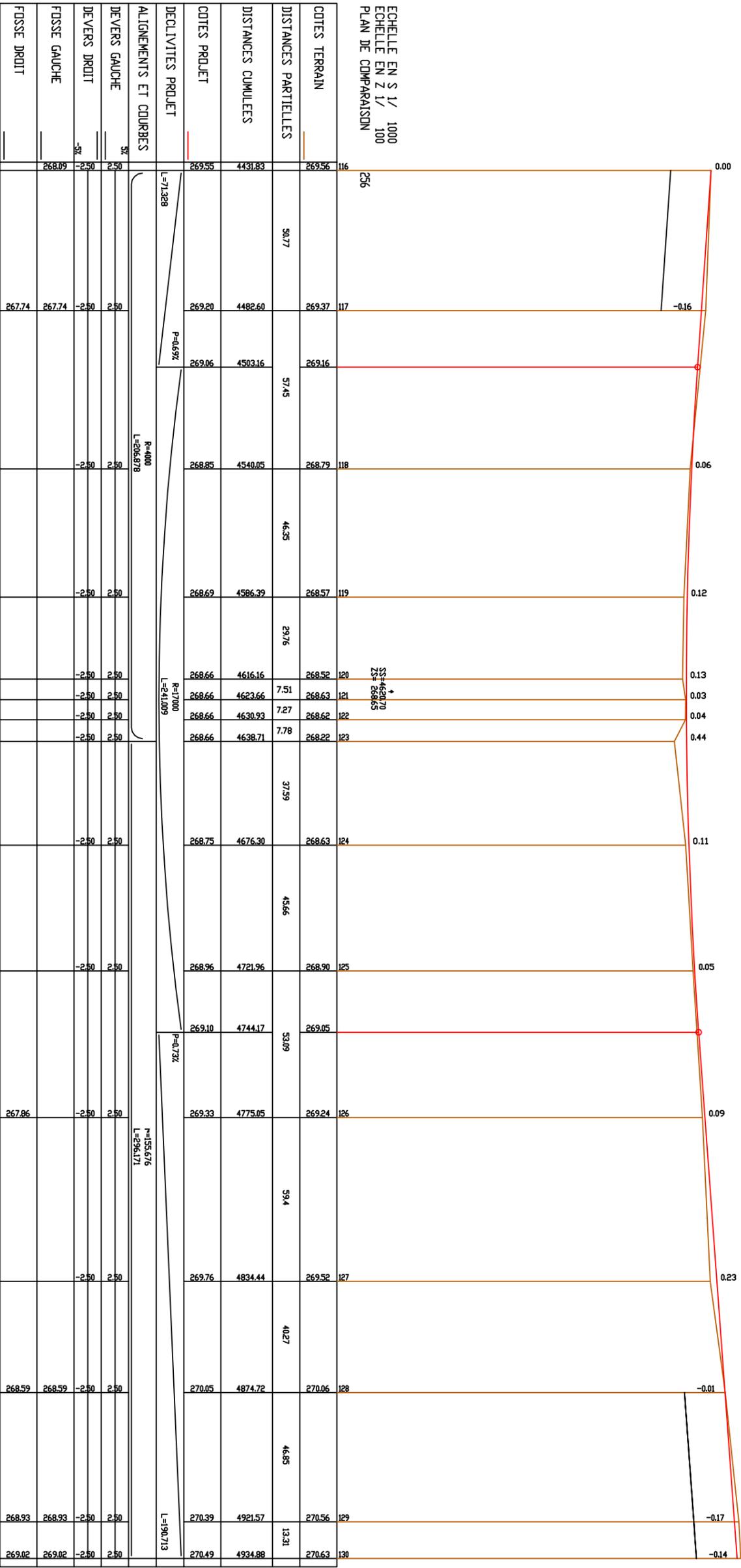
PROFIL EN LONG



Réalisé par: **Marcos Rodrigue WANNON**
 Master 2/ROA/GC/ZIE

Echelle: 1/1000
 Date: Mai 2017
 N° Planche: IX-2

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



PROJET DE CONSTRUCTION ET DE
 BITUMAGE DE LA ROUTE RN29

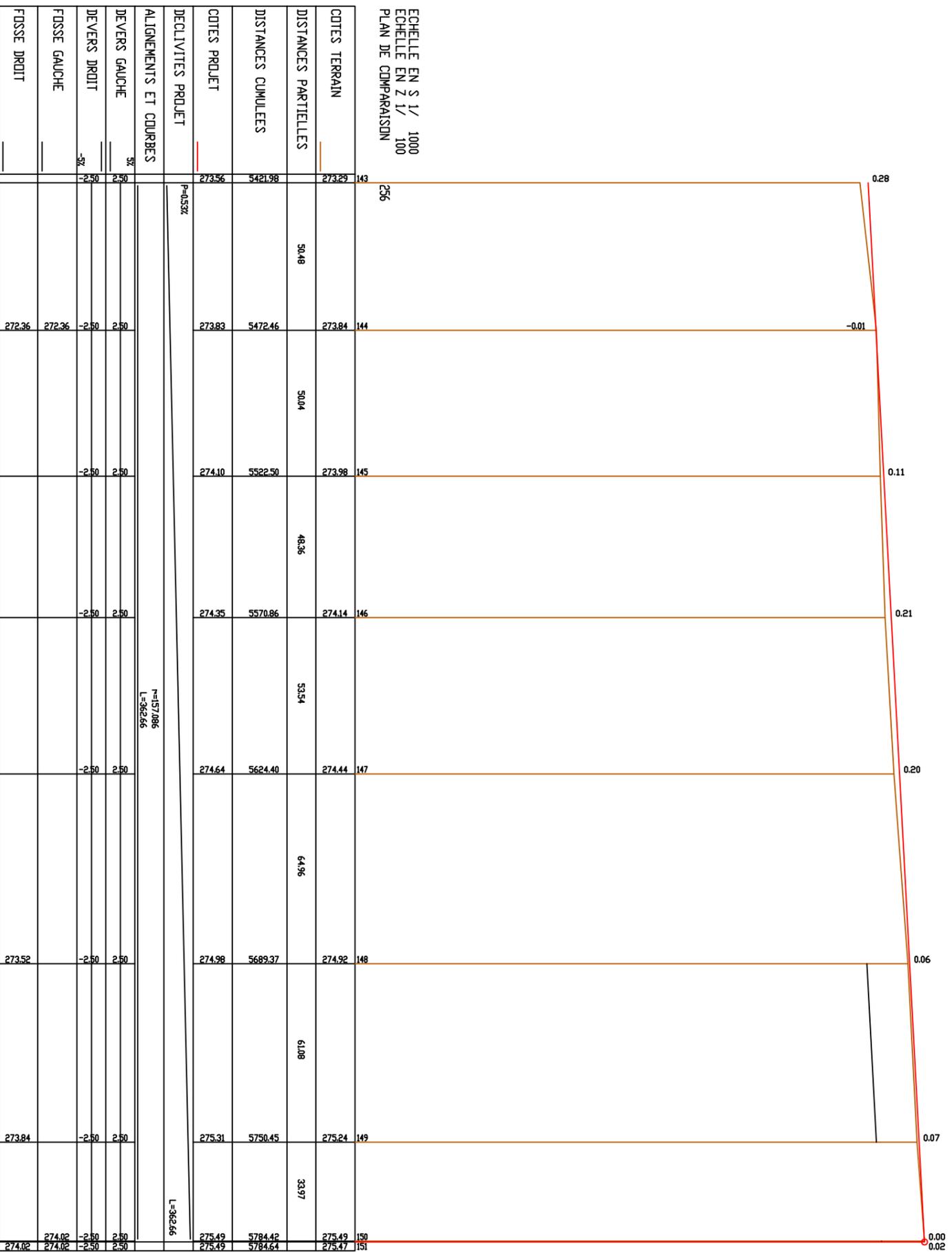
PROFIL EN LONG



Réalisé par: **Marcos Rodrigue WANNON**
 Master 2/ROA/GC/ZIE

Echelle: 1/1000
 Date: Mai 2017
 N° Planche: IX-4

EGHELLE EN S 1/ 1000
EGHELLE EN Z 1/ 100
PLAN DE COMPARAISON



PROJET DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE RN29

PROFIL EN LONG



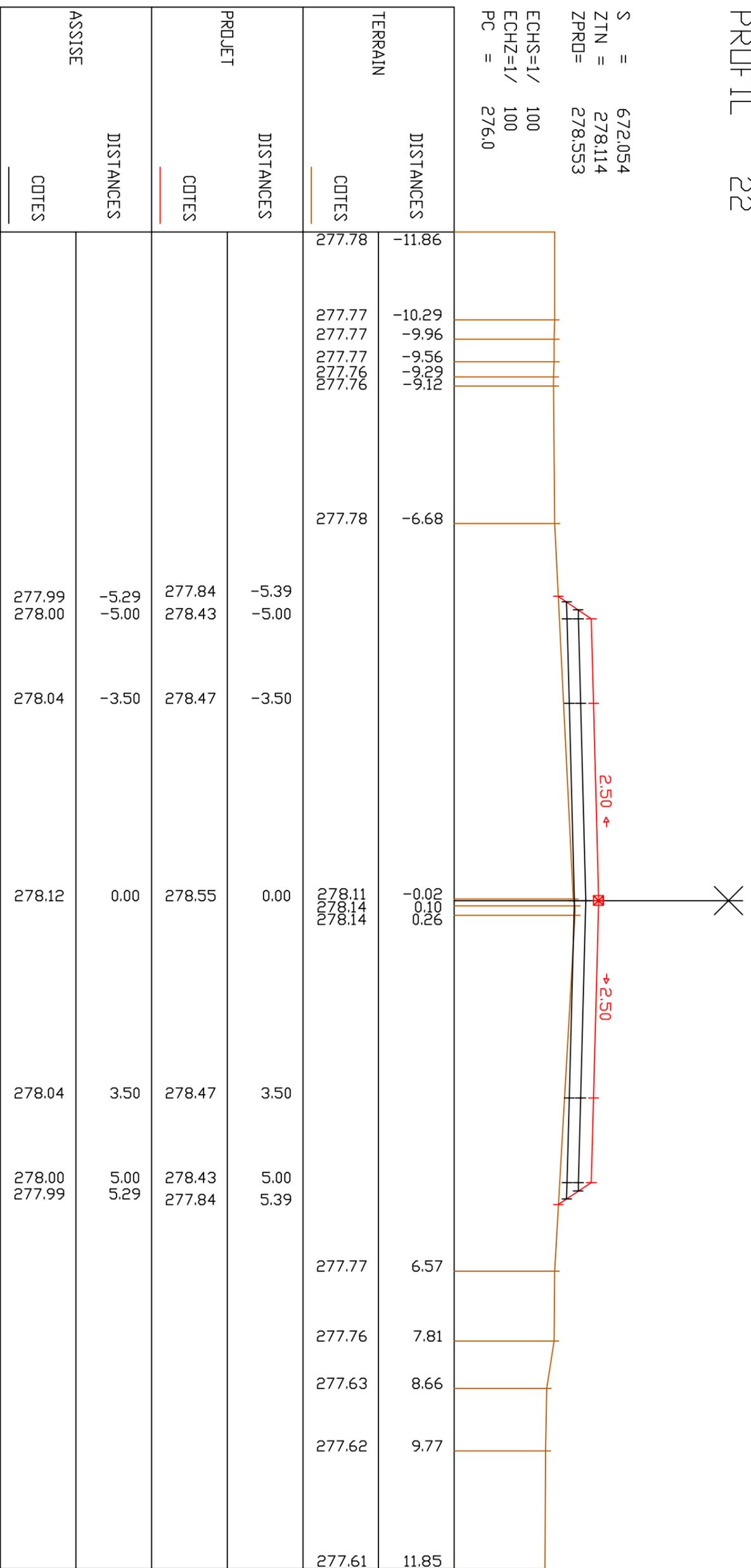
Réalisé par: **Marcos Rodrigue WANNON**
Master 2/ROA/GC/ZIE

Echelle: 1/1000
Date: Mai 2017
N° Planche: IX-5

PROFIL 22

S = 672.054
 ZTN = 278.114
 ZPRD = 278.553

ECHS=1/ 100
 ECHZ=1/ 100
 PC = 276.0



PROJET DE CONSTRUCTION ET DE
 BITUMAGE DE LA ROUTE RN29

PROFIL EN



Réalisé par: **Marcos Rodrigue WANNON**
 Master 2/ROA/GC/ZIE

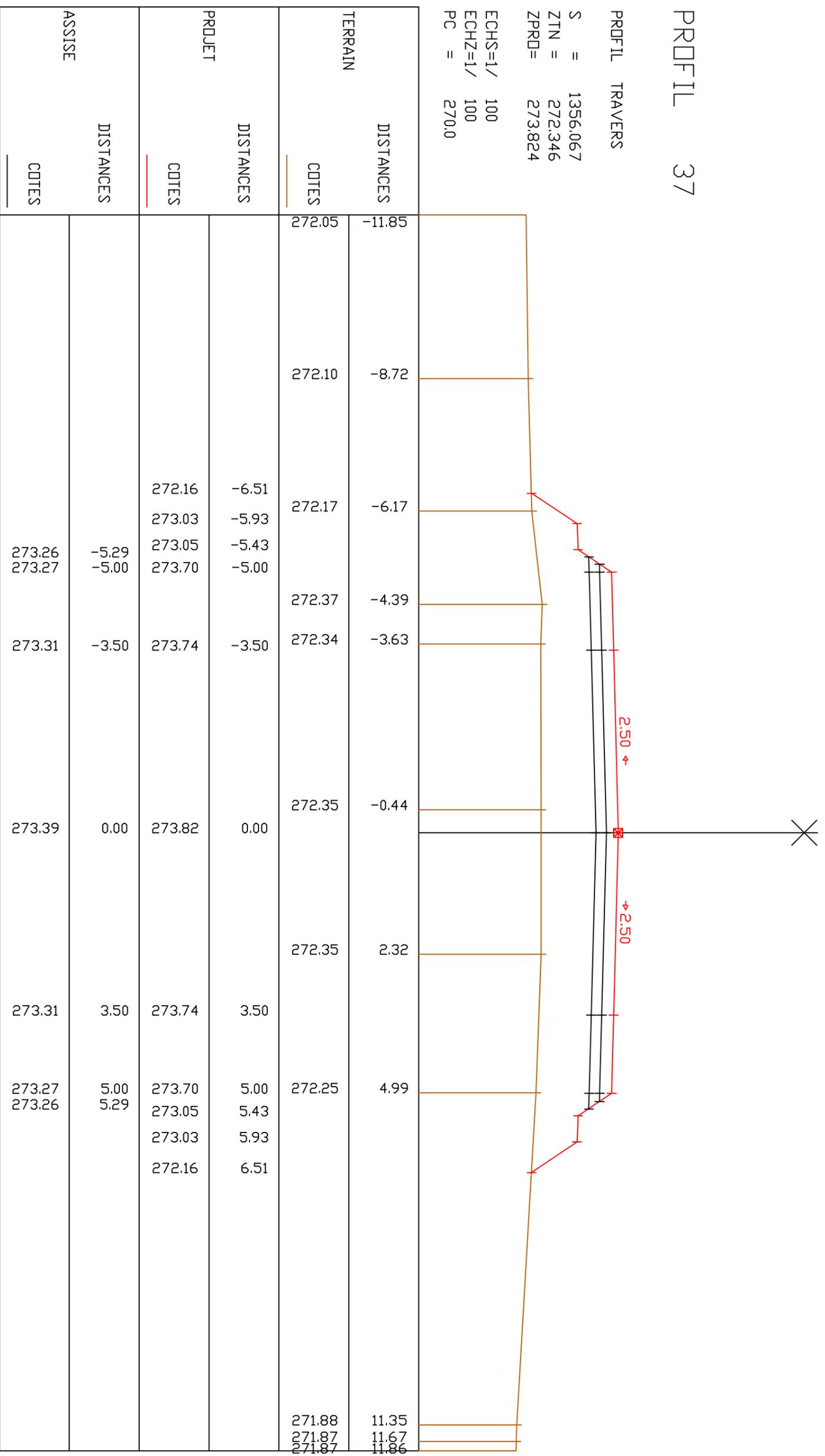
Echelle:
 Date: Mai 2017
 N° Planche: IX-6

PROFIL 37

PROFIL TRAVERS

S = 1356.067
 ZTN = 272.346
 ZPRD = 273.824

ECHS=1/ 100
 ECHZ=1/ 100
 PC = 270.0



PROJET DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE RN29

PROFIL EN TRAVERS

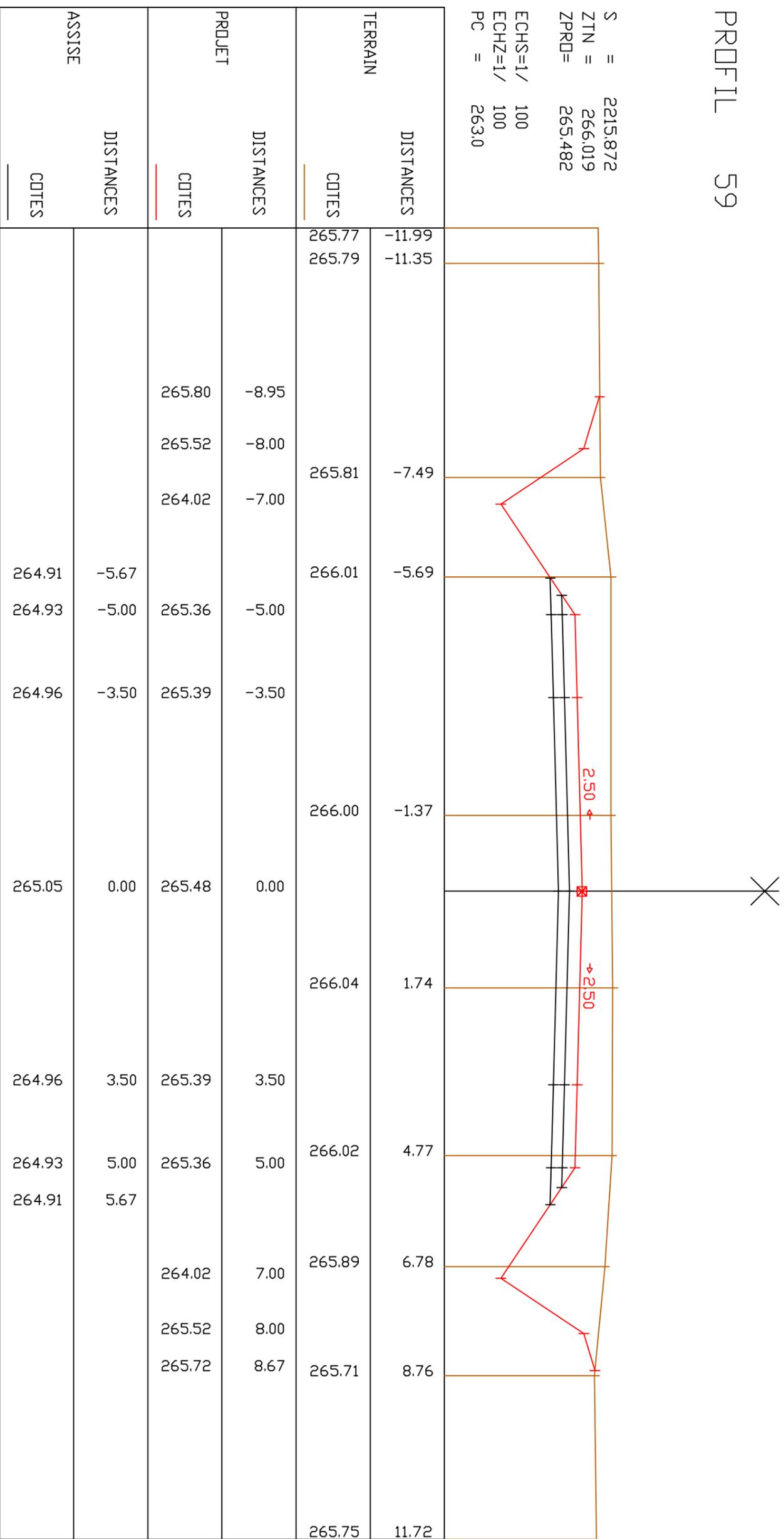


Réalisé par: **Marcos Rodrigue WANNON**
 Master 2/ROA/GC/2E

Echelle: 1/100
 Date: Mai 2017
 N° Planche: IX-7

PROFIL 59

S = 2215.872
 ZTN = 266.019
 ZPRD = 265.482
 ECHS=1/ 100
 ECHZ=1/ 100
 PC = 263.0



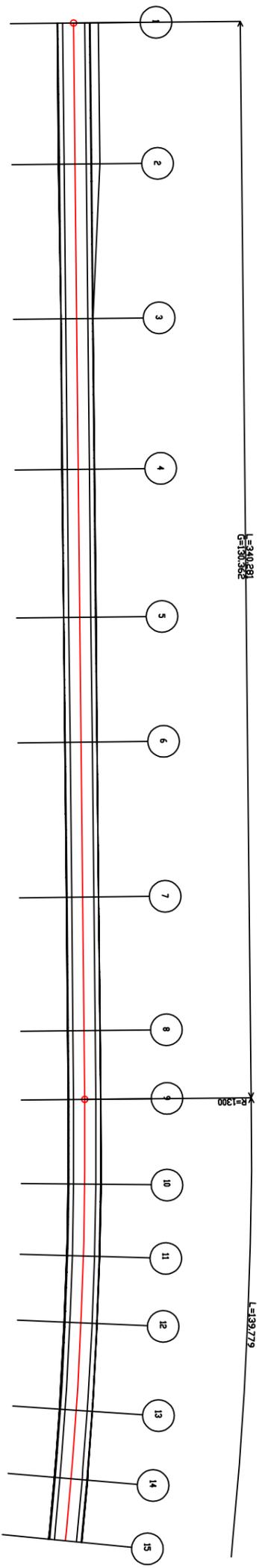
PROJET DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE RN29

PROFIL EN TRAVERS



Réalisé par: **Marcos Rodrigue WANNON**
 Master 2/ROA/GC/ZIE

Echelle: 1/100
 Date: Mai 2017
 N° Planche: IX-8



X0=724669.7980
Y0=1276382.6167
Q0=1310154



ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 1000
PLAN DE COMPARAISON

STATION	COTES TERRAIN	COTES PROJET	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	DECLIVITES PROJET	ALIGNEMENTS ET COURBES	DEVERS GAUCHE	DEVERS DROIT	FOSSE GAUCHE	FOSSE DROIT
1	280.58	280.58	44.6	0.00	P=0.14%	n=130.362 L=340.281 L=283.352 R=17000 L=167.057 R=1300 L=139.779 L=29.45 P=0.84%	2.50	-2.50	279.11	
2	280.58	280.64	48.85	44.60			2.50	-2.50	279.18	
3	280.60	280.71	47.62	93.45			2.50	-2.50		
4	280.75	280.78	46.79	141.07			2.50	-2.50		
5	280.77	280.85	39.46	187.87			2.50	-2.50		
6	280.67	280.91	48.99	227.33			2.50	-2.50		
7	280.83	280.98	42.24	276.32	SS=280.10 ZS=281.01		2.50	-2.50		
8	280.77	281.00	21.72	318.56			2.50	-2.50		
9	280.71	280.98	26.8	340.28			2.50	-2.50		
10	280.68	280.90	22.76	367.08			2.50	-2.50		
11	280.55	280.81	21.1	389.84			2.50	-2.50		
12	280.41	280.70	27.68	410.94			2.50	-2.50		
13	280.27	280.51	21.74	438.62			2.50	-2.50		
14	280.05	280.33	19.7	450.61			2.50	-2.50		
15	279.93	280.16		480.06			2.50	-2.50		

PROJET DE CONSTRUCTION ET DE
BITUMAGE DE LA ROUTE RN29

TRACE COMBINE

Réalisé par: Marcos Rodrigue WANNON

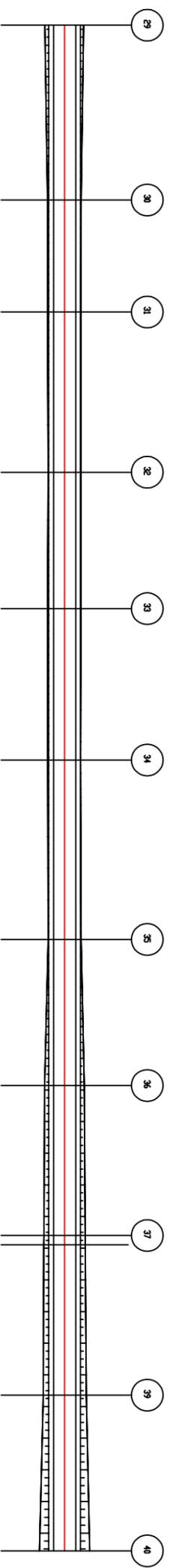
Master 2/ROA/GC/2IE

Echelle: 1/1000

Date: Mai 2017

N° Planche: IX-9





L=1481,897
L=146,605

XG=729448.3335
YG=146605.0000
LGD=1466089



ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 1000
PLAN DE COMPARAISON

COTES TERRAIN	COTES PROJET	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	DECLIVITES PROJET	ALIGNEMENTS ET COURBES	DEVERS GAUCHE	DEVERS DROIT	FOSSE GAUCHE	FOSSE DROIT
29	275.64	55.21	973.73	276.18	L=284.549	2.50	2.50		
30	275.53	35.35	1028.95	275.89		2.50	2.50		
31	275.39	50.99	1064.29	275.71		2.50	2.50		
32	275.32	43.15	1114.89	275.45		2.50	2.50		
33	274.90	47.77	1158.04	275.23		2.50	2.50		
34	274.79	47.77	1205.80	274.98	P=0.52% L=146.605 L=1481.897	2.50	2.50		
35	274.58	56.69	1262.49	274.86	R=17000 L=68.425	2.50	2.50		
36	274.26	46.14	1296.71	274.65	P=0.92% L=158.922	2.50	2.50		
37	273.49	47.44	1356.07	274.37		2.50	2.50		
38	273.23	47.44	1358.95	274.26		2.50	2.50		
39	272.35	47.47	1406.43	273.82		2.50	2.50		
40	272.18	49.2	1455.63	273.80		2.50	2.50		
	271.44			272.91		2.50	2.50		
	270.69					2.50	2.50		



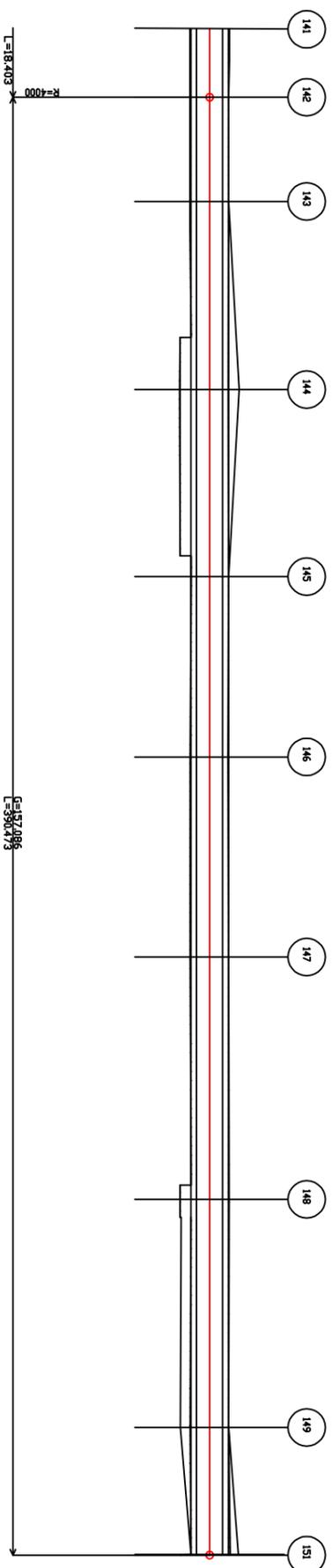
PROJET DE CONSTRUCTION ET DE
BITUMAGE DE LA ROUTE RN29

TRACE COMBINE



Réalisé par: **Marcos Rodrigue WANNON**
Master 2/ROA/GC/2IE

Echelle: 1/1000
Date: Mai 2017
N° Planche: IX-10



X0=728389,9975
Y0=1272614,6162
G0=157,0881

ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 1000
PLAN DE COMPARAISON

COTES TERRAIN	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	COTES PROJET	DECLIVITES PROJET	ALIGNEMENTS ET COURBES	DEVERS GAUCHE	DEVERS DROIT	FOSSE GAUCHE	FOSSE DROIT
272.85	18.4	5375.76	273.36	P=0.53%	R=400 L=18.403	2.50	-2.50		
273.07	27.81	5394.17	273.41			2.50	-2.50		
273.29	50.48	5421.98	273.56			2.50	-2.50		
273.84	50.04	5472.46	273.83			2.50	-2.50	272.36	272.36
273.98	48.36	5522.50	274.10			2.50	-2.50		
274.14	53.54	5570.86	274.35		P=1.57/0.86 L=39.473	2.50	-2.50		
274.44	64.96	5624.40	274.64			2.50	-2.50		
274.92	61.08	5689.37	274.98			2.50	-2.50	273.52	
275.24	33.97	5750.45	275.31			2.50	-2.50		273.84
275.47		5784.64	275.49		L=408.876	2.50	-2.50	274.02	274.02
275.47		5784.64	275.49			2.50	-2.50	274.02	274.02

PROJET DE CONSTRUCTION ET DE
BITUMAGE DE LA ROUTE RN29

TRACE COMBINE

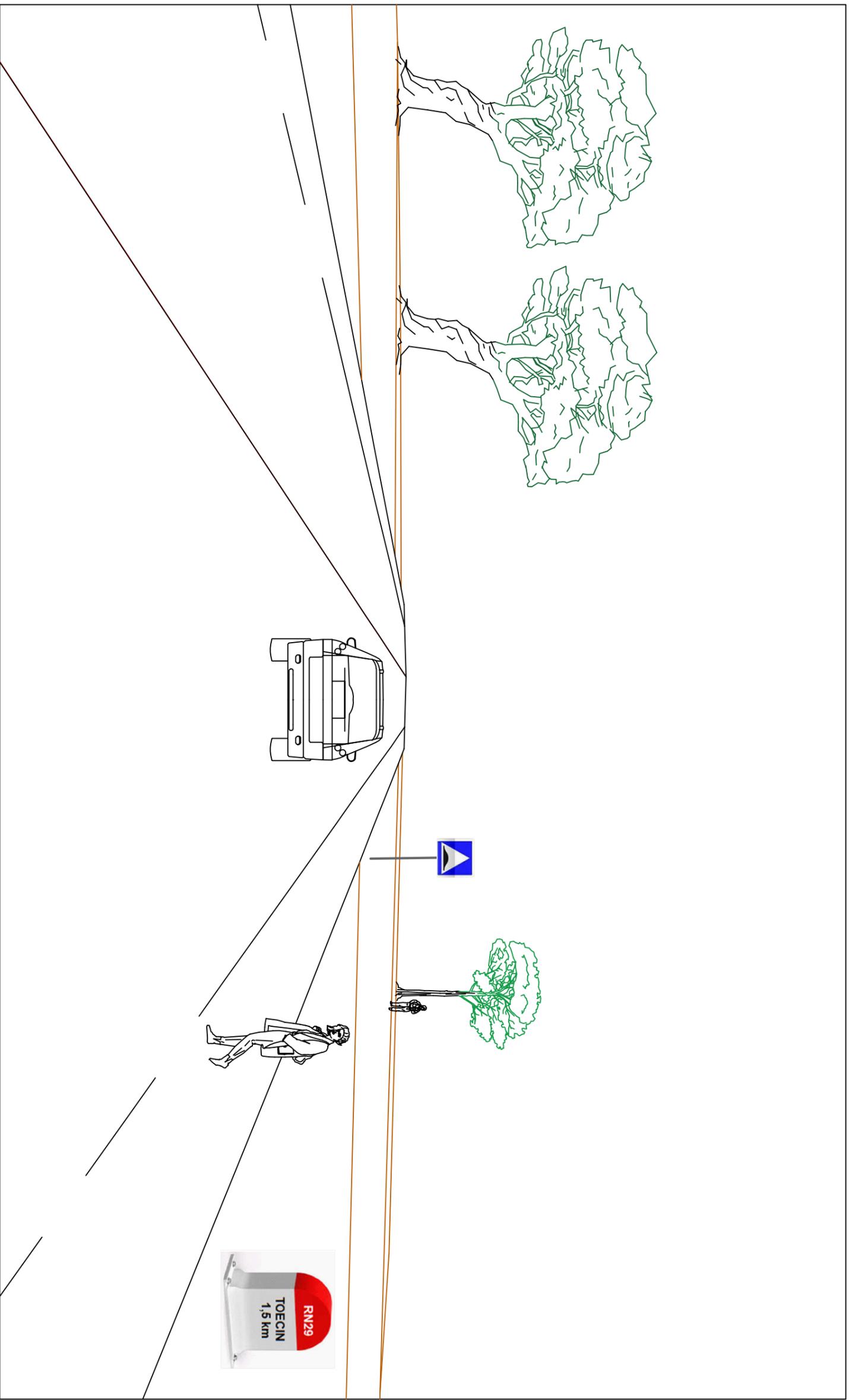
Réalisé par: Marcos Rodrigue WANNON

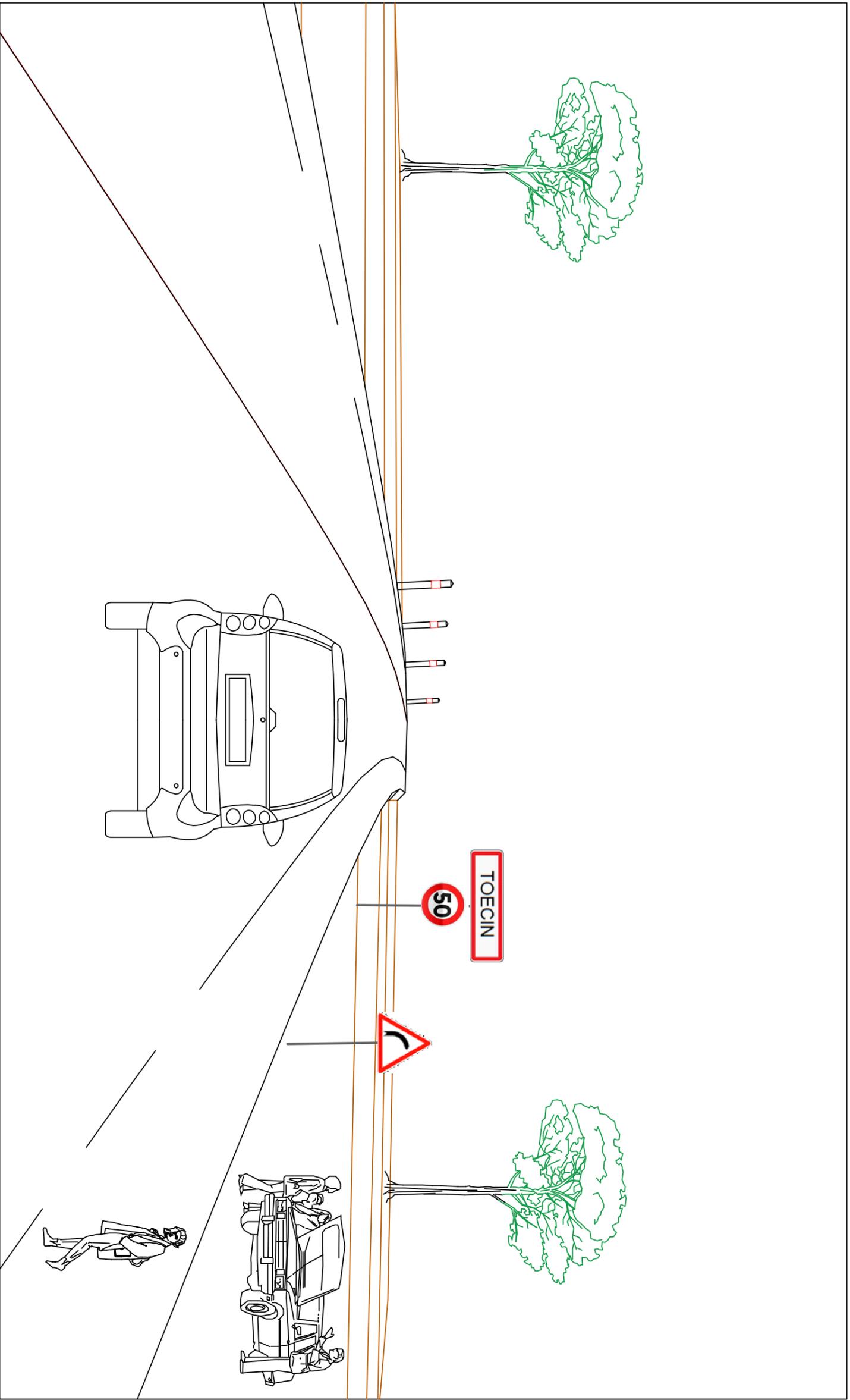
Master 2/ROA/GC/2IE

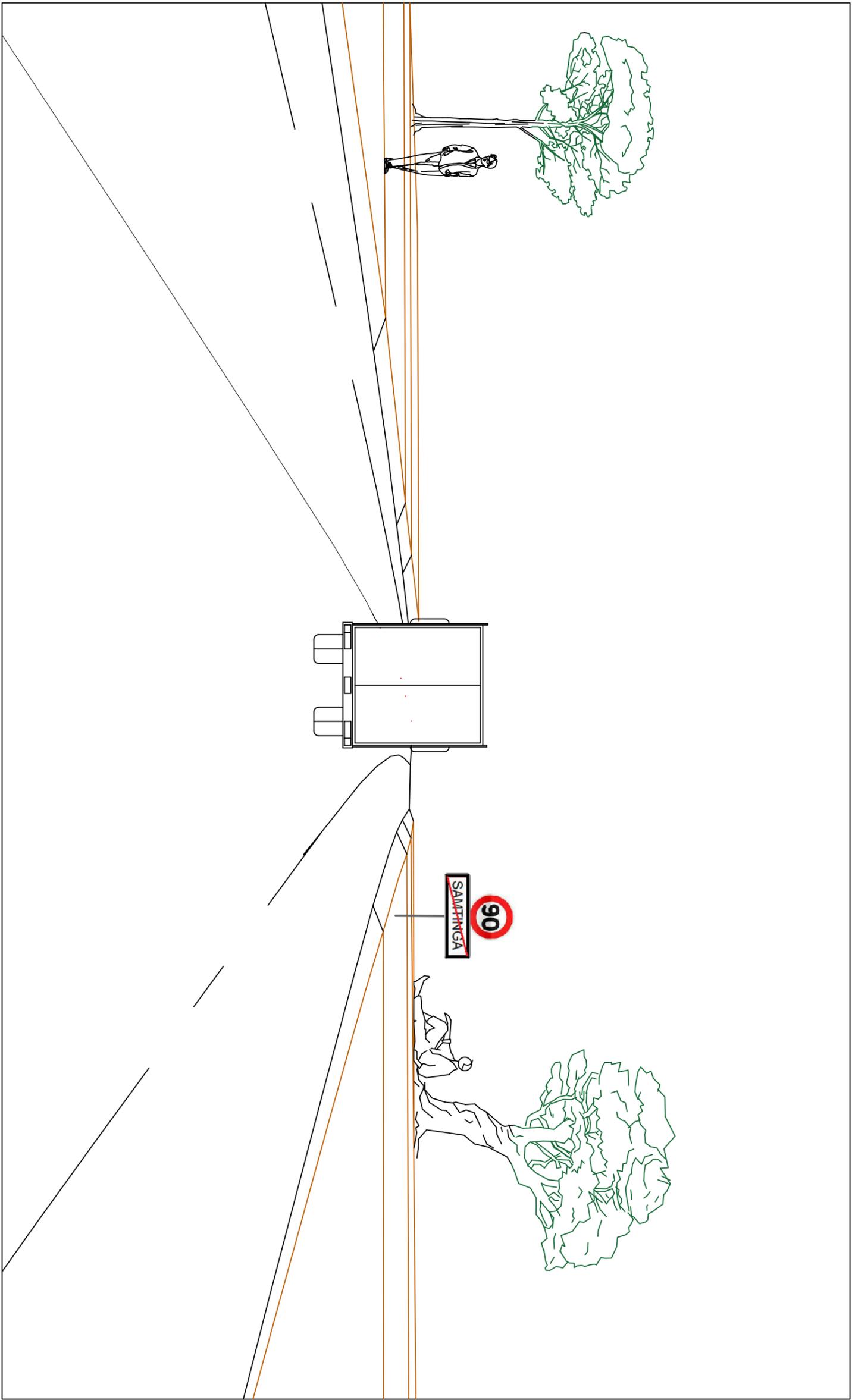
Echelle: 1/1000

Date: Mai 2017

N° Planche: IX-11







ANNEXE X : RENDU PROJET









Etudes techniques détaillées relatives à la construction et le bitumage du tronçon de route allant du PK 20+125 au PK 25+910 et de ses ouvrages de franchissement dans le cadre des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°29 (RN29)

Gloire à Dieu le créateur du ciel et de la terre... !!!