



ZIE
Fondation ZIE

Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering

**ETUDES TECHNIQUES ET DETAILLEES DU PROJET
D'AMENAGEMENT DE PLATE-FORME DE DEPOT
CONTENEURS SOUS DOUANES A OUAGARINTER**

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

Présenté et soutenu publiquement le 08 Juin 2011 par:

Finagnon Franck ANAGO

Travaux dirigés par:

Raffaele VINAÏ, Enseignant chercheur au ZIE UTER ISM

Michel REYNAUD, Consultant Ingénierie -ERMP Ouagadougou

Jury d'évaluation du stage :

Président : Ismaël GUEYE

Membre et correcteur : Raffaele VINAÏ

Promotion [2009/2011]

DEDICACE

- A ma sœur **ANAGO Dona Fleur** pour le soutien fraternel indéfectible que tu as consenti pour l'aboutissement de cette formation. *Grande sœur chérie le meilleur reste à venir.*
- A mes parents **ANAGO B. Alfred et AGOSSOU Rita**. Vous m'avez éduqué, béni et inculqué l'amour du travail bien fait. *Puisse l'Eternel vous accorder longue vie pour jouir des fruits de l'arbre que vous avez planté!*
- A ma fille **ANAGO Sèvo Bernyche**. Pour toi et pour tes frères, je travaillerai pour vous assurer un avenir meilleur. *Ceci est un exemple à suivre et mon plus grand souhait est de te voir aller plus loin que je l'ai fait.*

REMERCIEMENT

Nos remerciements les plus sincères vont à l'endroit de **Dieu Tout Puissant** pour nous avoir donné la vie, la santé et les moyens de réaliser tout ce que nous lui demandons. *Seigneur que ta grâce me comble davantage et me maintienne sur le chemin que tu as tracé pour moi!*

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à:

- ❖ **Dr Raffaele VINAÏ**, Enseignant Chercheur au 2IE, pour l'encadrement et disponibilité à répondre à nos questions tout au long de ce travail.
- ❖ **Dr Ismaël GUEYE**, Enseignant Chercheur au 2IE, pour l'enseignement et tout le savoir fait que vous nous avez donné tout au long de notre formation et qui nous sera utile toute notre vie professionnelle.
- ❖ **M. Michel REYNAUD**, Consultant Ingénierie, qui malgré ses multiples occupations a accepté nous encadrer pour la rédaction de ce mémoire.
- ❖ **L'ensemble du corps professoral de 2IE**, pour l'enseignement dispensé sans détour.
- ❖ **Au personnel de l'administration de 2IE**, notamment ceux de la DIME et de la DESA pour nous avoir accompagné avec enthousiasme et facilité notre formation.
- ❖ **Abbé Odilon SINGBO**, pour ton soutien moral et financier. *Que le Seigneur te garde sur le chemin que tu as choisi et fasse de toi un instrument de paix dans le monde!*
- ❖ **Emmanuel TEVOEDJRE**, pour vos conseils et pour tous les sacrifices consentis pour l'aboutissement heureux de cette formation.
- ❖ **Mes amis Thomas Brice GBAGUIDI et Daniel DANSOU**, vous avez été d'une aide inestimable.

RESUME

L'objet de notre étude s'inscrit dans la stratégie de l'intégration économique sous régionale à laquelle les autorités en charge du commerce et du transport des pays bénéficiaires ont longtemps réfléchi. Du coup, ce projet revêt une importance économique prépondérante surtout pour le Burkina Faso, le Niger et la Côte-d'Ivoire. Cette plate-forme logistique sera logée dans l'enceinte de la zone de OUAGARINTER et servira de transit pour des cargaisons en provenance des ports d'Abidjan, Cotonou et Tema avant d'être récupérées, une fois le dédouanement effectué, par les opérateurs économiques burkinabé et nigériens.

Des études préliminaires ont été réalisées sur le site de 2,07hectares devant abriter le projet: il s'agit notamment de levé topographique, des essais géotechniques sur le sol support et sur des matériaux d'emprunt, deux formulations de béton aux termes desquelles nous avons retenu la deuxième, soit un béton B27 confectionné avec du quartz, du sable et du ciment CPA45.

Sur la base de ces études préliminaires, nous avons proposé un aménagement répondant aux normes techniques standards et aux contraintes du projet. Ainsi nous avons prévu des aires de stockage de conteneurs en pavés de 15cm; une dalle de 17cm dimensionnée pour le trafic poids lourds; un réseau de drainage constitué de 575m de caniveaux de sections allant de 0,50mx0,50m à 0,80mx1,00m, de bordures et de cunettes. Nous avons aussi étudié les réseaux divers (éclairage public, signalisation, sécurité, incendie) et fait une planification des actions qui nous a permis de déterminer les délais et le coût global du projet. Enfin nous avons pris des mesures pour la protection de l'environnement.

Mots clés:

Intégration économique; logistique; aménagement; contraintes; environnement.

ABSTRACT

The object of our study joins in the strategy of the regional economic integration about which the authorities in charge of business and transport of the profitable countries thought for a long time. Of the blow, this project takes on a dominating economic importance especially for the Burkina Faso, Niger and Ivory-Coast. This logistic platform will be accommodated within the zone of OUAGARINTER and will serve as transit for cargoes from the ports of Abidjan, Cotonou and Tema before being got back, once the made customs clearance, by the economic operators of Burkina-Faso and of Niger

Preliminary studies were realized on the site of 2,07hectares that must shelter the project: it is in particular about topographical survey, geotechnical essays on the ground support and on materials of loan, two concrete formulations at the end of which we retained the second, which is a concrete B27 made with the quartz, the sand and the cement CPA45

On the basis of these preliminary studies, we proposed a development answering the standard technical standards and the constraints of the project. So we planned areas of storage of containers in pavements of 15cm; a slab of 17cm sized for the traffic heavy trucks; a network of drainage constituted of 575m of gutters of sections going of 0,50mx0,50m in 0,80mx1,00m, and borders. We also studied the diverse networks (street lighting, road marking, security, fire) .We also made a planning of the actions which allowed us to determine the extensions and the global cost of the project. Eventually we took measures for the environmental protection.

Keywords:

Economic integration; logistics; development; constraints; environment.

LISTE DES ABREVIATIONS

TRCB: Terminaux Routiers à Conteneurs du Burkina

SOTRAO: Société des Transport de Ouagadougou

CBR: Californian Bearing Ratio ou Indice Portant Californien

LNBTP: Laboratoire National de Bâtiments et Travaux Publics.

CPA45: Ciment Portland Artificiel de résistance nominale 45 MPa

B25: Pour désigner un béton de résistance caractéristique à la compression à 28jours égale à 25 MPa

ES: Equivalent Sable

VRD: Voirie et Réseaux Divers

OPM: Optimum Proctor Modifié

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

Les autres sigles sont définis de façon explicite dans le document.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Récapitulatif parties prenantes et leurs intérêts.	8
Tableau 2: Dosage théorique en matériaux sec (Formule N°1)	10
Tableau 3: Dosage théorique en matériaux sec (Formule N°2)	11
Tableau 4: Différentes classes de sols	13
Tableau 5: Mouvement de terre	15
Tableau 6: Détermination des sections des caniveaux	20
Tableau 7: Résultats de calcul des caniveaux 0,80mx1,00m	22
Tableau 8: Résultats de calcul des caniveaux 0,80mx0,60m	22
Tableau 9: Types de candélabres	29
Tableau 10: Devis quantitatif et estimatif	37
Tableau 11: Planification Générale des travaux	38
Tableau 12: Impacts négatifs et mesures atténuantes	39

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Evolution de création d'entreprises commerciale entre 2002 et 2008.....	4
Figure 2: Burkina Faso grand carrefour ouest africain.	5
Figure 3 : Etat des lieux.	7
Figure 4: Détail assemblage des éléments 	23
Figure 5 : Exemple de panneau.....	31

SOMMAIRE

DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENT	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT	v
LISTE DES ABREVIATIONS	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
SOMMAIRE	ix
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1: CADRE DE L'ETUDE	3
1-1 GENERALITES SUR LE COMMERCE AU BURKINA FASO.....	3
1-2 PRESENTATION DU PROJET.....	4
CHAPITRE 2: DOSSIER TECHNIQUE ET FINANCIER	12
2-1 AMENAGEMENT DE LA PLATE FORME ET DES VRD	12
2-2 ETUDES GEOTECHNIQUES	13
2-3 DRAINAGE DE LA PLATE FORME.....	15
2-4 CALCUL DE LA STRUCTURE DES OUVRAGES.	20
2-5 ECLAIRAGE PUBLIC.....	28
2-6 SIGNALISATION ET SECURITE	30
2-7 INSTRUCTIONS DE MISE EN ŒUVRE.....	32
2-8 PLANIFICATION DES TRAVAUX	35

2-9 MESURES ENVIRONNEMENTALES	39
CONCLUSION	40
BIBLIOGRAPHIE	41
WEBOGRAPHIE.....	42
ANNEXES	43

INTRODUCTION GENERALE

Le Burkina Faso à l'instar de ses voisins le Niger et le Mali est un pays enclavé de l'Afrique de l'Ouest. Ses échanges commerciaux dépendent à 90% de ses voisins à façade maritime comme le Bénin, le Togo, le Ghana et la Côte d'Ivoire. Du coup, le pays rencontre d'énormes difficultés notamment le prolongement des délais d'acheminement des marchandises, l'usure des camions vue la distance et l'état des routes inter Etats ainsi que le temps d'immobilisation des camions pour des formalités douanières une fois arrivée à Ouagadougou.

Le gouvernement de la République du Burkina ayant pris conscience de cet état des choses, a inscrit dans son programme de développement notamment celui du secteur des transports et du commerce, une stratégie visant à favoriser l'intégration économique sous régionale. Ainsi, des négociations ont été engagées depuis 2008 avec les autorités portuaires de la République de la Côte d'Ivoire pour la création d'un port sec à Ouagadougou.

Ce projet dénommé "Projet de Routage" consiste en la création à Ouagadougou, d'une sorte de plate-forme logistique où des marchandises en provenance des ports autonomes d'Abidjan, de Cotonou et de Tema pourront transiter pour ensuite être récupérées par des opérateurs économiques du Niger, du Burkina Faso etc.

Même si la construction de cette plate-forme logistique trouve un aboutissement heureux, le véritable problème qui persiste demeure l'immobilisation pendant plusieurs heures voire plusieurs jours des camions une fois arrivée pour des opérations de dédouanement des marchandises. Ceci constitue un véritable manque à gagner pour des opérateurs économiques en termes de rendement et de l'usure des camions. Il faut donc associer les entreprises du secteur privé capables d'assurer une gestion efficace et rapide des opérations. C'est dans cette optique que la Chambre de Commerce et de l'Industrie du Burkina Faso (CCI-BF) a confié à la Société des Terminaux Routiers à Conteneur du Burkina Faso, un concessionnaire, gestionnaire d'espace de transit, la construction et l'exploitation d'une plate-forme de dépôt de conteneur sous douane. D'où l'intitulé de notre thème:

"Etudes techniques et détaillées du projet d'Aménagement de plate-forme de dépôt conteneurs sous douane à OUAGARINTER"

Les objectifs visés par la présente étude est de proposer à la TRCB un aménagement qui soit en adéquation avec le site du projet, avec une capacité optimale de stockage de conteneurs correspondant aux attentes du gestionnaire. Envisager l'utilisation de la plate-forme avec le type de matériel prévu.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons opté pour une approche méthodologique visant à analyser les différentes contraintes du projet et à proposer une offre économiquement viable, techniquement acceptable et qui intègre le respect des normes environnementales en vigueur.

Pour y parvenir, nous allons structurer notre travail de la façon que voici:

Dans un premier chapitre, nous allons présenter le cadre de l'étude et faire une présentation exhaustive du projet. Le deuxième chapitre sera consacré au dossier technique. Nous ferons une planification des actions et une étude financière qui nous permettra de ressortir le coût du projet. Ensuite nous formulerons des propositions et instructions à l'endroit des soumissionnaires. Enfin nous analyserons l'impact environnemental du projet et nous proposerons des mesures atténuantes pour la protection de l'environnement.

CHAPITRE 1: CADRE DE L'ETUDE

1-1 GENERALITES SUR LE COMMERCE AU BURKINA FASO.

Les principales institutions en charge du commerce:

- la Chambre de Commerce et de l'Industrie du Burkina Faso (CCI-BF)
- l'Office National du Commerce Extérieur (ONAC)
- La Direction du Commerce Intérieur.

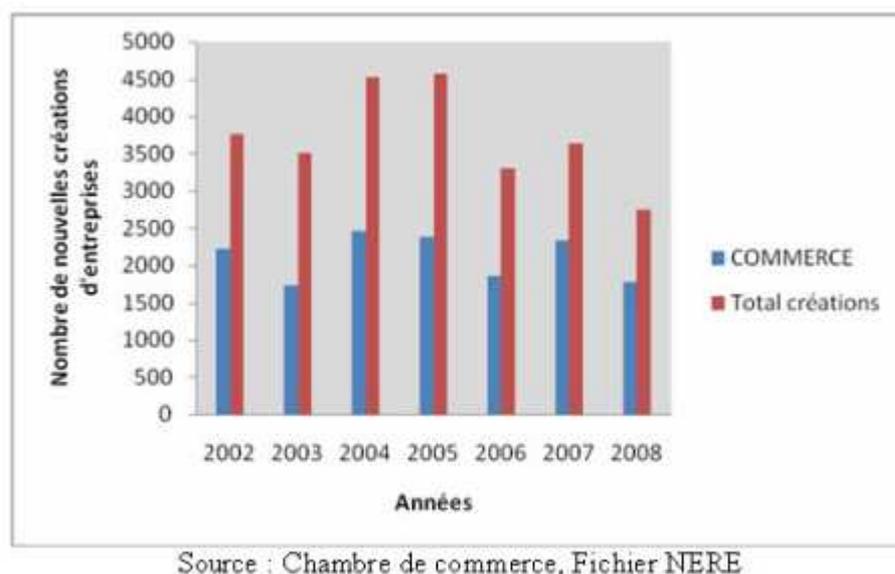
1-1.1 Caractéristiques des acteurs du secteur

Les intervenants du secteur de commerce au Burkina Faso sont essentiellement les Très Petites et Moyennes Entreprises (TPME). Elles exercent dans leur grande majorité dans la vente de marchandises diverses. Toutefois, quelques spécialisations sont perceptibles à travers la vente de produits tels que des objets d'art, des matériaux de construction, des fruits et légumes etc.

On rencontre également quelques grandes entreprises dont certaines opèrent dans l'import/export. Il s'agit entre autres du GROUPE O BOUF; du GROUPE NANA; de la société KAFANDO L. HAMODO du GROUPE FADOUL; ETS LE BON SAMARITAIN etc. Il est aussi marqué par une forte présence d'intervenants de type informel non immatriculés au Registre du commerce et du crédit mobilier (RCCM).

Les créations de nouvelles entreprises dans le secteur ont constitué plus de la moitié des créations annuelles entre 2002 et 2008.

Le graphique ci-dessous montre l'évolution des créations d'entreprises commerciales par rapport à l'ensemble des créations sur sept (7) années d'observation.

Figure 1: Evolution de création d'entreprises commerciale entre 2002 et 2008

1-1.2 Contribution du secteur à la création des richesses nationales

Le secteur commercial a généré en 2008 une valeur ajoutée estimée à 389 905,5 millions de FCFA. Cette valeur a représenté 11,6% de la valeur ajoutée globale de l'année 2008.

Au niveau des échanges avec l'extérieur, le pays a importé pour 608,8 milliards de FCFA et exporté pour 287,4 milliards de FCFA au cours de l'année 2008, soit une balance commerciale dont le solde est déficitaire de 321,3 milliards de FCFA.

De 2005 à 2007, le degré d'ouverture du Burkina Faso a connu une évolution très contrastée. Sur toute la période, il est resté supérieur à 24%. Cela signifie que l'économie du Burkina Faso, à l'instar de beaucoup de pays en voie de développement dépend fortement de l'extérieur.

Etant donné que la situation des échanges commerciaux au Burkina Faso est en constante hausse au fil des années, il est important de créer des conditions favorables à l'émergence du secteur.

1-2 PRESENTATION DU PROJET.

1-2.1 Contexte et justification

Bien qu'étant un pays enclavé, le Burkina Faso de par sa position géographique demeure un carrefour très important dans le réseau territorial de la sous région. Il partage ses frontières à

la fois avec les pays à façade maritime (le Bénin, le Ghana, la Côte d'Ivoire et le Togo) et les autres pays enclavés (le Niger et le Mali). Ce positionnement géographique lui est très favorable pour le développement des activités commerciales. Il peut servir de véritable lieu de transit pour les marchandises provenant des pays côtiers et destinées pour le Niger et le Mali.

Figure 2: Burkina Faso grand carrefour ouest africain.



Néanmoins, on constate que jusqu'en 2008, le Niger reçoit la plupart de ses cargaisons de marchandises par les ports autonomes de Cotonou et de Tema qui sont respectivement situés à 1300 km et 1400 km de Niamey au détriment du port autonome d'Abidjan situé à 1708km de la capitale nigérienne. C'est donc une question de distance.

Cependant, en dehors de la route bitumée, il existe un chemin de fer qui relie le corridor Abidjan- Ouagadougou ce qui constitue un atout important pour le transport des marchandises d'Abidjan à Niamey via Ouagadougou.

La prise de conscience par les communautés burkinabè et ivoirienne d'une telle réalité et des enjeux y relatifs ont suscité l'adoption de mesures et initiatives qui vont aboutir au projet de construction d'une plate-forme logistique appelée encore « port sec » au Burkina Faso. Un port sec est une infrastructure ayant un statut juridique spécifique et desservi par des moyens de transport appropriés et agréés par les services de douanes. Ce port sert à la réalisation d'opération de transport multimodal de marchandises et peut être utilisé aussi bien pour les exportations que pour les importations.

Le présent projet sur lequel réfléchissent les autorités en charge du commerce des pays concernés s'inscrit dans une stratégie d'intégration économique sous régionale qu'ils ont adoptée.

Le projet d'aménagement d'une plate forme de dépôt conteneurs sous douane objet de notre étude présente de nombreux avantages. Il permettra:

- D'abord, sécuriser le transport des marchandises en développant l'utilisation du conteneur, un outil qui plombé facilite les formalités de douane.
- D'éviter, toujours grâce aux conteneurs, les fraudes. Les caisses du Trésor public s'en porteront alors mieux.
- D'accélérer la rotation des moyens de transport en permettant une mise à terre systématique des conteneurs en une seule journée, évitant ainsi aux wagons et camions d'être immobilisés pendant 7 à 10 jours comme ce qui est habituellement le cas.
- De réduire le coût d'entretien des camions.
- Servir de centre de regroupement pour les cargaisons à l'exportation.
- De mieux contrôler le fret en transit.

Avantages du projet pour les opérateurs économiques du Niger.

La marchandise qui vient à Ouagadougou par le port d'Abidjan pour le Niger via le chemin de fer, arrive en sous douane (c'est-à-dire que le dédouanement se fait une fois arrivé à Niamey). Sur la plate- forme à construire, par le système du TRIE (Transport Routier Inter- Etat), les opérateurs économiques vont venir prendre leurs marchandises avec un gros avantage pour eux d'avoir à parcourir seulement 500km au lieu de 1708km ou 1400km ou encore 1300km.

La réduction de la distance de parcours à 500km implique la réduction de l'usure fréquente de leurs véhicules et camions.

Le tonnage à l'essieu sera respecté donc les routes vont de moins en moins se dégrader.

En somme, le projet est très avantageux surtout pour les trois pays qui sont le Burkina Faso, le Niger et la Côte-d'Ivoire.

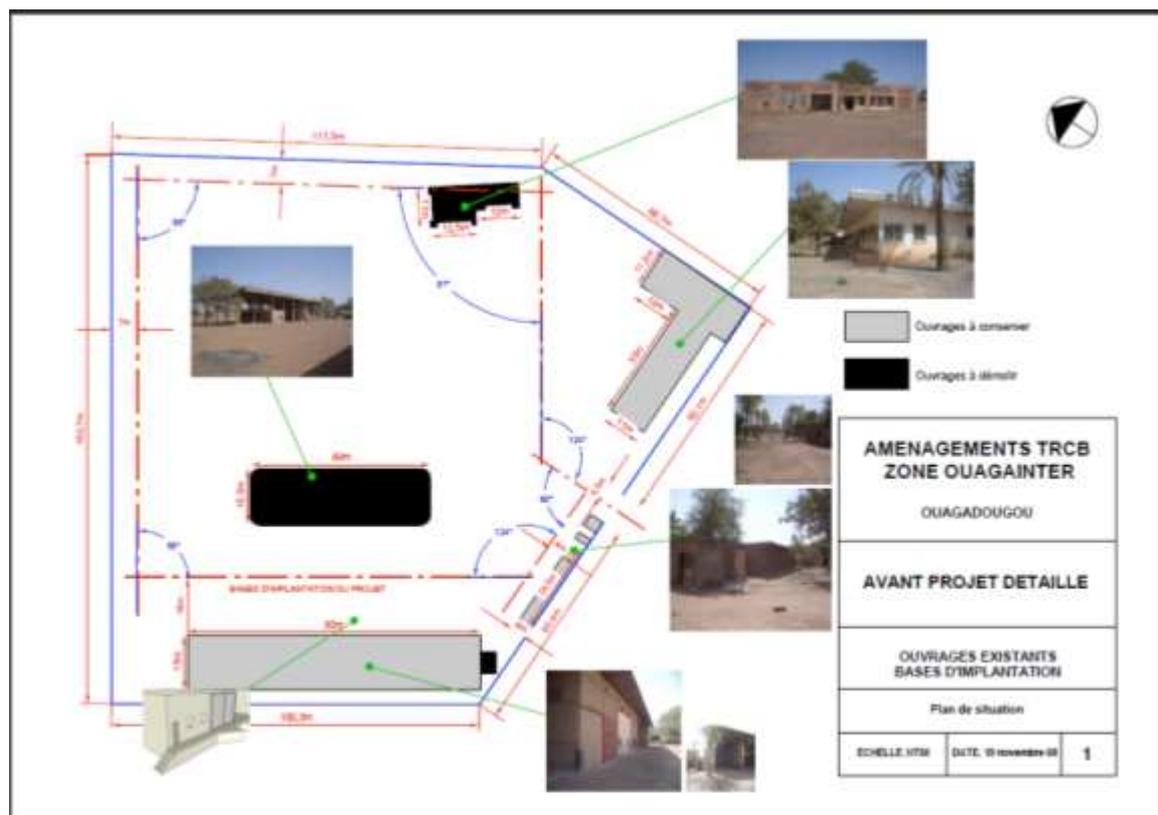
1-2.2 Cadre physique

Le site devant abriter les constructions est un domaine de la CCI-BF logé dans la zone de OUAGARINTER, jadis occupé par la SOTRAO, aujourd'hui devenu SOTRACO: Société de transport en commun de la ville de Ouagadougou. Ce domaine de 2,07hectares servait de garage, parking et atelier de réparation des bus de la SOTRACO.

Dans le cadre de la mise en œuvre du projet de construction de port sec de Ouagadougou, la CCI-BF a repris le domaine et l'a mis à la disposition de la société des Terminaux Routiers à Conteneurs du Burkina Faso (TRCB).

Un levé topographique a permis de constater l'état des lieux dont l'essentiel des éléments observés sont présentés sur la planche qui suit:

Figure 3 : Etat des lieux.



La parcelle a la forme d'un pentagone irrégulier. Le plus grand côté (150,7m) constitue la frontière Ouest du domaine avec l'hôtel OKIN et le Bureau de dédouanement des Véhicules Automobiles (BVA2). Sa limite Est couvre deux côtés consécutifs de longueurs 68,70m et 122,5m avec une entrée de 9m portée par le côté de 122,5m donnant accès au domaine.

A l'intérieur, on compte au total quatre bâtiments dont deux, logés directement sur l'emprise de la plate-forme à construire, sont à démolir et les deux autres situés respectivement à l'Est et au Sud sont à conserver. Ils serviront de bureaux, d'aire de visite, des locales douanes et parking pour les usagers.

1-2.3 Parties prenantes et leurs intérêts

1-2.3.1 Identification des parties prenantes

Les parties prenantes au projet sont regroupées en trois catégories.

1. *Les clients*: les opérateurs économiques; les transporteurs routiers; les commerçants locaux et internationaux.
2. *Les actionnaires du TRCB*: la Chambre de Commerce et de l'Industrie du Burkina Faso : 40%; la SDV (Bolloré) : 35%; MAERSK, MSC et GTMA: 15% et la SETO: 10%.
3. *Les institutions*: la Direction Générale des douanes; la Direction Générale des transports; la municipalité; les institutions consulaires et le conseil des chargeurs du Burkina Faso.

1-2.3.2 Identification des problèmes de développement concernés par les parties prenantes

- Résoudre le problème d'immobilisation des camions.
- Réduction des coûts de transports et d'entretiens des camions
- Limiter des fraudes douanières et des tracasseries de dédouanement.
- Créer de la valeur ajoutée.

Tableau 1: Récapitulatif parties prenantes et leurs intérêts.

Parties prenantes	Rôles	Intérêts
clients	Assurer le transport des marchandises tout en respectant les dispositions prévues par la loi.	Augmentation du rendement des moyens de transport et évolution de leur bénéfice.
Actionnaires TRCB	Assurer le financement des travaux concernés.	Créer et gérer une entreprise; accroître leurs revenus.
Institutions	Assurer la sécurité des biens et des personnes.	Fluidité de transport des marchandises. Encaisser au mieux les taxes douanières. Réduire la pauvreté et générer de l'emploi.

1-2.4 Objectifs et consistance du projet.

Le projet vise à aménager une plate-forme qui soit en adéquation aux objectifs de la société TRCB. Cette plate-forme doit avoir une capacité de stockage de 400 conteneurs pleins en trois niveaux et 260 conteneurs vides en quatre niveaux avec possibilité à recevoir sans faille fourchette qui servira à manutentionner les marchandises.

Consistance des études:

- Interpréter les résultats des études géotechniques faites par le LNBTP sur le sol support et sur les emprunts afin de définir la qualité des matériaux de couche de forme et de fondation.
- Faire une étude du tracé et proposer un aménagement répondant aux exigences du projet.
- Dimensionner la dalle de plate-forme.
- Prévoir et dimensionner un réseau de drainage adéquat.
- Prévoir des dispositifs d'éclairage public, de signalisation et de sécurité.
- Faire une planification, une étude financière et préciser le coût du projet.
- Faire une étude d'impact environnementale et formuler des recommandations aux différents intervenants.

1-2.5 Etudes préliminaires.

1-2.5.1 Etudes topographiques

Sur toute l'emprise du projet, il a été réalisé un levé topographique donnant les côtes du terrain naturel pour un canevas de 55 points. Il ressort de l'analyse de ses données que le terrain est relativement plat avec une pente globalement orientée dans le sens de la diagonale Nord Est – Sud Ouest. Le sens de l'écoulement naturel est donc du Nord Est vers le Sud Ouest. L'altitude du point le plus haut est 313,45m et celle du point le plus bas est 311,91m.

Ces données permettront de concevoir l'aménagement et le réseau de drainage approprié à la plate-forme.

1-2.5.2 Etudes géotechniques

Les essais ont été réalisés par le Laboratoire National des Bâtiments et Travaux Publics (LNBTP). Ces essais portent essentiellement sur les matériaux d'emprunt et le sol en place. Les essais réalisés sont: (Voir Annexe 6)

- Limites Atterberg
- Analyses granulométriques

- Essais Proctor normal et essais Proctor modifié.
- Essais de portance CBR

On retient de ces essais que le sol en place est de portance acceptable soit un Indice CBR=18 à 95% de l'optimum Proctor modifié. Il peut être utilisé comme matériau de couche de forme. Toutefois, nous recommandons que ce sol soit scarifié, arrosé et compacté à 95% de l'OPM avant exécution des remblais et de la couche de fondation.

1-2.5.3 Etudes de formulation de béton hydraulique

Des études de formule du béton hydraulique par la méthode pratique de DREUX GORISSE sur deux catégories de matériaux ont été réalisées par le LNBTP :

- *première formule*: sable naturel, granite 5/15, granite 15/25, ciment CPA45 plus l'eau pour un béton B25.
- *deuxième formule* : sable naturel, quartz, ciment CPA45 plus l'eau pour un béton B27.

Le calcul qui détaille les résultats de la résistance est contenu dans les fiches d'essai de formulation en annexe 5.

Les résultats de ces études se présentent comme suit:

▪ Etude de formulation de béton hydraulique: Formule N°1

Tableau 2: Dosage théorique en matériaux sec (Formule N°1)

Constituants	Pour un m3 de béton frais en œuvre		Volume pour un sac de ciment (l)
	Pondéral (kg)	Volumétrique (l)	
Granite 15/25	792,0	542,5	71,4
Granite 5/15	351,3	258,3	34,0
Sable	397,3	477,6	62,8
Eau totale	205,1	205,1	26,99
Ciment CPA45	380,0	-	50kg

▪ **Etude de formulation de béton hydraulique: formule n°2**

Tableau 3: Dosage théorique en matériaux sec (Formule N°2)

Constituants	Pour un m3 de béton frais en œuvre		Volume pour un sac de ciment (l)
	Pondéral (kg)	Volumétrique (l)	
Quartz	1132,7	740,3	97,4
Sable	705,1	463,9	61,0
Eau totale	195,5	195,5	25,72
Ciment CPA45	380,0	-	50kg

Conclusion

Vu les résultats des deux formules étudiées, nous constatons que la formule N°2 (sable+ quartz) permet d'obtenir une résistance caractéristique du béton plus élevée ($f_{c28}=27\text{MPa}$ contre 25MPa pour la formule N°1) avec un volume de granulats plus faible, facile à approvisionner et moins coûteux. Pour cela, la formule N°2 est celle retenue pour la confection du béton hydraulique destiné à la réalisation des ouvrages.

Remarque importante

La formule de composition théorique doit être testée par des essais d'étude et de convenance. Il faut trouver un sable de meilleure qualité ($ES \geq 70\%$)

CHAPITRE 2: DOSSIER TECHNIQUE ET FINANCIER

2-1 AMENAGEMENT DE LA PLATE FORME ET DES VRD

2-1.1 Documents de référence appliqués

L'aménagement de la plate-forme et l'étude des ouvrages répondent aux conditions et prescriptions des documents techniques qui leurs sont applicables, notamment à:

- Fascicule 2: Terrassements généraux
- Fascicule 29: Construction et entretien des voies, places et espaces publics pavés et dalles en béton ou en roche naturelle.
- Fascicule 31: Bordures et caniveaux en pierre naturelle ou en béton et dispositifs de retenue en béton
- Fascicule 32: construction des trottoirs.

2-1.2 Aménagement de la plate-forme

L'aménagement proposé répond aux exigences du projet et à l'usage des installations. La gestion spatiale et la fonctionnalité des installations sont des facteurs très importants. De ce fait, nous proposons un aménagement permettant d'avoir un site très fonctionnel. Une étude topographique réalisée avec le logiciel Piste 5 a permis de projeter une plate-forme de pente longitudinale 0,42% et une pente transversale de 0,68%.

Les principaux aménagements sont: (Voir plans d'aménagement en Annexe 3)

- ❖ Une zone de dépôt de conteneurs aménagée avec des pavés de 15cm d'épaisseur. Ainsi nous aurons au total quatre bandes rectangulaires de 98mx6,3m chacune soit une superficie totale de 2469,60m² pour dépôt des conteneurs pleins et une bande rectangulaire de 92mx12,6m pour stockage des conteneurs vides.
- ❖ Entre les bandes de dépôt des conteneurs, il sera réalisé des dalles en béton armé destinées au déplacement de la fourchette de manutention. En somme, nous aurons quatre dallages de 98mx14m chacune faisant au total 5488m².
- ❖ Une plate-forme chaussée de largeur moyenne 10m revêtues en béton armé faisant le pourtour des conteneurs. Elle est séparée en deux parties, une pour la circulation des camions et l'autre partie adjacente aux conteneurs où les camions pourront stationner pour les opérations de chargement et déchargement.
- ❖ Des accès et parkings véhicules légers à l'entrée à droite à la devanture des bureaux.
- ❖ Des accès et parkings poids lourds derrière les conteneurs vides.

2-1.3 Aménagement des réseaux divers

Le réseau d'assainissement est constitué de:

- ❖ Caniveaux rectangulaires en béton armé avec des couvertures en dalles BA et des dalles métalliques, disposés à des endroits bien déterminés pour assurer la collecte et le transport hors site de l'intégralité des eaux qui tombent sur toute l'étendue de la plate-forme. Ainsi nous aurons au total 575ml de caniveaux de sections allant de 0,50mx0,50m à 0,80mx1,00m.
- ❖ Bordures hautes type T2 (15x25) qui seront disposées le long du couloir de circulation des camions
- ❖ Bordures basses A2 (15x15) et P3 5x20 à disposer autour des parkings et espaces verts.
- ❖ Des espaces engazonnés tout autour de la clôture et à proximité des bureaux permettant d'intégrer le projet dans un environnement écologique et propre.

Pour ce qui concerne le réseau d'alimentation en eau potable et d'évacuation des eaux usées, il est prévu des travaux de déplacement d'une partie du réseau existant et de l'extension par pose de nouvelles conduites.

2-2 ETUDES GEOTECHNIQUES

2-2.1 Recherche des matériaux de terrassement

2-2.1.1 Sol support

On distingue cinq classes de sols, réparties en fonction de l'indice portant CBR de la plate-forme et présentées comme suit :

Tableau 4: Différentes classes de sols

Indice Portant CBR	Classe de sol
CBR < 5	S1
$5 \leq \text{CBR} < 10$	S2
$10 \leq \text{CBR} < 15$	S3
$15 \leq \text{CBR} < 30$	S4
CBR > 30	S5

D'après les résultats des essais réalisés par le Laboratoire National des Bâtiments et Travaux Publics (LNBTP), le sol support a un indice CBR=18. Il est donc de **classe S4**. Cette portance est acceptable. Ce sol après être scarifié, arrosé et compacté peut servir pour le terrassement.

2-2.1.2 Matériau d'emprunt

Le matériau à utiliser en couche de forme et couche fondation est du graveleux latéritique naturel ayant des caractéristiques suivantes: (Voir Annexe 6)

- La courbe granulométrique s'inscrit parfaitement dans le fuseau granulométrique 80µm-40mm; avec un pourcentage de fines inférieur à 20%
- Indice de plasticité : $I_p = 14$
- Coefficient d'uniformité $C_u = D_{60}/D_{10} = 75$ (supérieur à 3,5), donc granulométrie étalée.
- Une teneur en eau à l'optimum Proctor modifié de 8,6 pour une densité sèche de 2,17.
- Un indice CBR (95%) de 64 et un indice CBR (98%) de 104. Le gonflement mesuré lors de l'essai CBR est nul.

D'après le Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux, ce matériaux convient pour la couche de fondation.

2-2.2. Mouvement de terre

Le calcul de cubature consiste à la détermination des volumes de remblai et de déblai effectués sur un domaine donné. Cette estimation de quantité de matériaux se fait à base des dessins des profils en travers du terrain naturel et des profils en travers types du projet.

La conception topographique de la plate-forme du projet a été réalisée à l'aide du logiciel Piste 5, et selon les dix profils en travers suivant l'axe du projet choisi, les volumes de remblai et de déblai se présentent comme suit:

Tableau 5: Mouvement de terre

N° DE PROFIL	ABSCISSE CURVILIGNE	VOLUME DE REMBLAI (m ³)	VOLUME DE DEBLAI (m ³)
1	0	7,3	44,9
2	11,465	201,8	0
3	31,465	331,8	0
4	51,465	287,8	7,9
5	71,465	302,9	76,7
6	91,465	187,4	37,5
7	111,465	158,2	79,9
8	131,465	184,6	213,8
9	151,465	86,1	116,4
10	155,5	12	21,6
TOTAL		1759,9	598,7

Les 598,7m³ de déblai seront réutilisés en remblai puisque le sol support est de bonne portance comme nous l'avons signalé au paragraphe 2-2.1.1. En plus il va falloir 1161,2m³ en terre d'apport pour effectuer les remblais.

2-3 DRAINAGE DE LA PLATE FORME

L'assainissement de la plate forme revêt une importance capitale ; en effet même si le dimensionnement structurel et la mise en œuvre sont bien effectués, la plate-forme ne pourra tenir pendant la durée de vie projetée si une mise hors d'eau n'est pas bien assurée ; la stagnation de l'eau sur la couche de roulement et l'infiltration dans les couches de la structure sont des causes importantes de dégradations.

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

- ✓ Des caniveaux couverts ;
- ✓ Des bordures.
- ✓ Des cunettes de surface

L'exutoire principal est situé dans le coin sud-ouest du bassin versant.

2.3.1 Caractéristiques du Bassin Versant

Le bassin versant est la totalité de la surface dont les eaux sont dirigées vers l'exutoire; c'est un élément très important pour l'évaluation des débits ruisselés.

Ici le bassin versant est constitué de la totalité du site du projet sans apport extérieur étant donné que le domaine est clôturé. Ce bassin versant sera subdivisé en sous bassins en fonction du réseau de drainage à disposer.

Chaque sous bassin versant est caractérisé par :

- Sa surface;
- Sa pente;
- La longueur du plus long chemin hydraulique;
- La dénivelée entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin versant;
- Le coefficient de ruissellement;
- Le temps de concentration;

▪ **La surface du bassin versant: A**

C'est l'aire du domaine délimité par la ligne de partage des eaux pour un exutoire donné. Autrement dit c'est la superficie du domaine dont les eaux sont dirigées vers cet exutoire.

▪ **La longueur du plus long chemin hydraulique : L**

Elle représente la plus grande distance parcourue par une goutte d'eau qui tombe dans le bassin versant pour arriver à l'exutoire.

▪ **La dénivelée entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin versant : H**

Il s'agit de la différence d'altitude entre le point le plus éloigné de l'exutoire et ce dernier.

▪ **La pente du Bassin versant : I**

C'est le rapport entre la dénivelée H et la longueur L du chemin hydraulique défini ci-dessus.

La pente longitudinale de la plate-forme est 0,42% et la pente transversale 0,68%. La différence entre les deux pentes étant supérieure à 0,20%, alors nous allons calculer l'indice global de pente qui est donné par la formule

$$I_c = \frac{(n - 1)I_g + I_t}{n}$$

Avec :

I_g : la pente longitudinale du bassin

I_t : la pente transversale

$n= 2$ pour les petits bassins versant dont la longueur du rectangle équivalent $L < 5\text{km}$

Comme ici le cas.

▪ **Le coefficient de ruissellement: C**

Le coefficient de ruissellement est défini comme le rapport entre le volume d'eau ruisselé sur celui tombé. Sa valeur est fonction de la nature du couvert végétal, de la superficie et de la pente du bassin versant ainsi que la nature du sol.

2-3.2 Evaluation des débits de pointe des bassins versants

Etant donné que dans le cas du présent projet nous avons à faire à de petits bassins versants ($A \leq 4\text{km}^2$), nous allons appliquer la méthode rationnelle décrite dans le livre d'HYDRAULIQUE ROUTIERE par Nguyen VAN TUU. Selon cette méthode, pour une averse homogène dans le temps et dans l'espace, d'intensité I , le débit maximum Q est atteint si la durée de l'averse est au moins égale au temps de concentration T_c du bassin.

2-3.2.1 Le temps de concentration : t_c

Le temps de concentration est le temps mis par la goutte d'eau tombant sur le point hydrauliquement le plus éloigné pour arriver à l'exutoire. Il est obtenu par ces deux formules souvent usitées en Afrique:

▪ **Formule de KIRPICH**

$$t_c = \frac{1}{52} \times \frac{L^{1.15}}{H^{0.385}}$$

Avec :

t_c : le temps de concentration en minute (mn)

L : la longueur du plus long chemin hydraulique en mètre (m)

H : la dénivelée en mètre entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin versant (m)

▪ **Formule de RICHARDS**

$$\frac{t_c^3}{t_c + 1} = 9,81 \frac{K \cdot L^2}{CR \cdot p}$$

Avec :

t_c : le temps de concentration en minute (mn)

K : coefficient fonction du Produit CR

L : la longueur du plus long chemin hydraulique en mètre (m)

$R = H + \frac{H}{t_c}$: H = la hauteur d'eau tombée en mm pendant la durée t_c **en heures**.

p : la pente du bassin versant

C : le coefficient de ruissellement du bassin versant.

Pour ce projet, nous allons utiliser ces deux formules en commençant par celle de KIRPICH qui servira en premier lieu pour obtenir la première valeur de t_c à adopter pour le premier pas de calcul par la formule de RICHARDS.

2-3.2.2 L'intensité de pluie : i

L'intensité de pluie est égale au rapport de la hauteur de pluie tombée pendant un temps égal au temps de concentration ; il est donc défini pour chaque bassin versant. L'intensité de pluie s'obtient grâce aux courbes Intensités-Durée-Fréquence (IDF) déduite de la formule de MONTANA. Nous disposons pour ce projet des courbes pour la ville de Ouagadougou

2-3.2.3 Calcul des débits

Selon la méthode rationnelle adoptée, le débit est donné par la relation suivante:

$$Q = 0,278 CiA$$

Avec

Q: le débit en m³/s

C : coefficient du ruissellement du bassin versant

i: Intensité de l'averse en mm/h

A : Superficie du bassin versant en km²

2-3.3 Dimensionnement Hydraulique des caniveaux

Les caniveaux ont pour rôle de collecter les eaux de la plate-forme et des installations environnantes.

Le débit récolté par les caniveaux de section rectangulaire est calculé suivant la méthode rationnelle avec :

- ✓ Un coefficient de ruissellement de 0,95 pour les bassins versants revêtus en béton armé;
- ✓ Une intensité de pluie obtenue par la courbe IDF de Ouagadougou; (Voir Annexe 1).
- ✓ Une surface;
- ✓ La pente longitudinale des caniveaux : minimum de 2‰ adoptée;
- ✓ Une période de retour de 5ans.

Nous allons dans cette partie déterminer les sections des caniveaux en fonction des différents sous bassins délimités.

Le dimensionnement doit prendre en compte 3 types de débit : le débit d'engorgement ou débit capable, le débit d'érosion et le débit de dépôt de sédiment.

2-3.3.1 Débit d'engorgement

C'est le débit pour lequel le fossé est plein à ras bord. Il traduit la capacité maximale du fossé au-delà de laquelle on aurait une inondation de la plate-forme.

Le débit d'engorgement est calculé par la formule de Manning Strickler ci-dessous :

$$Q_{en} = K \cdot S \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I}$$

Q_{en} : Le débit d'engorgement en m³/s

K : le coefficient de rugosité (67 pour les fossés en béton)

S : la section mouillée du fossé en m²

R : le rayon hydraulique en m

I : la pente longitudinale du fossé en m/m

2-3.3.2 Débit d'érosion

C'est le débit au dessus duquel le fossé s'érode il est fonction de la vitesse maximale admissible par la nature des fossés et est obtenu par l'expression :

$$Q_{er} = S \cdot V_{er}$$

V_{er} : étant la vitesse maximale admissible en fonction des matériaux constitutifs du fossé. Elle est de 3.5m/s pour les fossés en béton

2-3.3.3 Débit de dépôt de sédiment

On note également un débit minimum en dessous duquel l'écoulement peut engendrer de dépôt de sédiment dans le fossé, donc l'obstruction de celui. Il est fonction de la vitesse minimale admissible de l'écoulement (V_{min}) Ici $V_{min} = 0,5m/s$.

$$Q_{min} = S.V_{min}$$

2-3.3.4 Calcul des sections des fossés

Un bon dimensionnement conduit à choisir une section de fossé telle que le débit ruisselé Q

est tel que: $Q \leq \min(Q_{er}; Q_{en})$, et $Q > Q_{min}$,

Les calculs des sections des caniveaux sont résumés ci-après:

Tableau 6: Détermination des sections des caniveaux

N° Cani	Long du caniv(m)	Bassin versant A(m2)	Long hydrau. L (m)	Section départ		Qmax(m3/s)	Qmin(m3/s)	Débit ruisselé Q (m3/s)	Section mouillée S(m²)	Périmètre mouillé P(m)	Rayon hydrau. R(m)	débit capable Qc(m3/s)	Taux de rempl. (%)	Section définitive	
				B(m)	H(m)									B(m)	H(m)
1	112	1850	17	0,50	0,40	0,70	0,10	0,13	0,20	1,30	0,15	0,17	75,56	0,50	0,50
2	117,5	9100	61	0,80	0,60	1,68	0,24	0,43	0,48	2,00	0,24	0,56	77,24	0,80	0,60
3	100	7000	54	0,80	0,60	1,68	0,24	0,34	0,48	2,00	0,24	0,56	61,75	0,80	0,60
4	41	4500	61	0,50	0,60	1,05	0,15	0,21	0,30	1,70	0,18	0,28	74,96	0,50	0,60
5	34	3000	61	0,50	0,45	0,79	0,11	0,14	0,23	1,40	0,16	0,20	71,25	0,50	0,50
6	61	10950	154	0,80	0,60	1,68	0,24	0,39	0,48	2,00	0,24	0,56	70,21	0,80	0,60
7	109,25	20702	145	0,80	1,00	2,80	0,40	0,75	0,80	2,80	0,29	1,04	72,13	0,80	1,00

Certains caniveaux recevront des couvertures en béton armé, d'autres des couvertures métalliques. (Voir plans d'exécution en annexe 4)

2-4 CALCUL DE LA STRUCTURE DES OUVRAGES.

2-4.1 Hypothèses et bases da calcul

Pour chaque élément calculé, nous présenterons dans ce mémoire (le nombre de pages étant limité) les hypothèses et les résultats de calcul. (Voir Annexe 2 pour plus de détails).

2-4.1.1 Normes et Règlements

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

Le calcul du ferrailage se fera suivant les règles B.A.E.L 91 modifié 99.

2-4.1.2 Caractéristiques des matériaux

▪ Béton

Fissuration peu préjudiciable pour les dalles et la dalle de plate forme et préjudiciable pour les parties enterrées du caniveau à savoir piédroits et radier.

Béton **B27** de poids volumique = $2,5 t/m^3$

Résistance à la compression à 28 jours : $f_{c28} = 27 MPa$

Résistance à la traction à 28 jours : $f_{t28} = 0,6 + 0,06 f_{c28} = 2,22 \text{ MPa}$

La contrainte à l'ELU du béton : $f_{bu} = \frac{0,85 \cdot f_{c28}}{\theta \cdot \gamma_b} = \frac{0,85 \times 27}{1 \times 1,5} = 15,30 \text{ MPa}$ avec $\gamma_b = 1,5$

Contrainte de service du béton : $\overline{\sigma}_{bc} = 0,6 \cdot f_{c28} = 0,6 \times 27 = 16,20 \text{ MPa}$

L'enrobage : $c = 3 \text{ cm}$, car la fissuration est préjudiciable (Ouvrage enterré).

▪ Acier

Nuance : acier Haute Adhérence **Fe E 400**

Limite d'élasticité $f_e = 400 \text{ MPa}$

Contrainte à l'ELU de l'acier : $f_{su} = f_e / \gamma_s = 347,83 \text{ MPa}$ avec $\gamma_s = 1,15$

Contrainte à l'ELS de l'acier : $\overline{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e ; \max(0,5 f_e ; 110 \sqrt{\eta \cdot f_{t28}}) \right\} = 207,31 \text{ MPa}$

Avec $\eta = 1,6$ car acier Haute Adhérence.

▪ Caractéristiques du remblai

Il est indiqué que le remblai d'accès est constitué d'un graveleux latéritique de poids spécifique de **21 kN/m³** et de coefficient de poussée des terres **k = 0,333**.

La contrainte admissible du sol est prise égale à **1,5 bar** (sol latéritique).

De manière générale, les études seront faites par bande d'un mètre d'ouvrage ($b = 1 \text{ m}$).

2-4.2 Résultats des calculs des caniveaux

2-4.2.1 Caniveaux à dallettes en béton armé

Tableau 7: Résultats de calcul des caniveaux 0,80mx1,00m

DESIGNATION			Caniveau 0,80mx1,00m			
			Dalette	Piedroit		Radier
				INT	EXT	
SOLLICITATIONS (moment en kN.m effort en kN)	ELU	Mu	30,30	2,7	23,5	23,5
		Tu	76,40	6,80	24,3	14,8
		Nu		152,70		
	ELS	Mser	20,20			
		Tser	51,00			
		Nser				
Aciers théoriques (cm ²)		Tendu	5,53	1,53	5,96	5,96
		Comprimé	0,00			
Aciers choisis (cm ²)		Tendu	5HA12 (5,65)	6HA8 (3,02)	6HA12 (6,78)	6HA12 (6,78)
		Comprimé				
		Répartition	6HA8	5HA8	5HA8	5HA8

Tableau 8: Résultats de calcul des caniveaux 0,80mx0,60m

DESIGNATION			Caniveau 0,80mx0,60m			
			Dalette	Piedroit		Radier
				INT	EXT	
SOLLICITATIONS (moment en kN.m effort en kN)	ELU	Mu	30,30	0,8	10	10
		Tu	76,40	3,00	6,7	11,2
		Nu		152,70		
	ELS	Mser	20,20			
		Tser	51,00			
		Nser				
Aciers théoriques (cm ²)		Tendu	5,53	1,53	2,45	2,45
		Comprimé	0,00			
Aciers choisis (cm ²)		Tendu	5HA12 (5,65)	5HA8 (2,51)	5HA10 (3,93)	5HA10 (3,93)
		Comprimé				
		Répartition	6HA8	5HA8	5HA8	5HA8

2-4.2.2 Les caniveaux à couverture métallique

Ces caniveaux recevront une couverture métallique constituée de profilés à larges ailes HEB100 au dessus desquels seront soudés des fers plats de section 100mmx20mm.

2-4.3 Dimensionnement de la dalle métallique.

2-4.3.1 Dimensionnement des profilés et fers plats.

Les sollicitations par mètre linéaire de dalle sont:

$$M_u = 30,30 \text{ kN.m.} ; V_u = 76,40 \text{ kN.}$$

D'après la table de construction métallique, un profilé HEB100 en acier S355 peut supporter un moment de flexion maximal $M_{Z,Rd} = 17,4 \text{ kN.m}$ et un effort tranchant maximal $V_{Rd} = 176 \text{ kN}$.

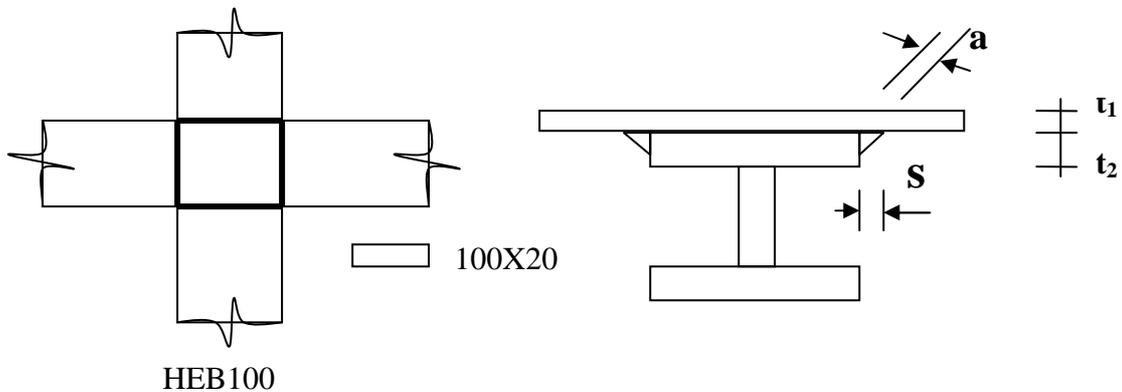
Alors nous choisissons de disposer 4 HEB 100 par mètre linéaire soit:

$$M_{Ed} = 17,4 \times 4 = 69,9 \text{ kN.m} > M_u \text{ et } V_{Ed} = 176 \times 4 = 704 \text{ kN} > V_u. \text{ OK.}$$

Pour les fers plats, nous optons pour un fer plat en acier S355 de section 100mmx20mm soit total 4 fers plats à souder sur l'ouverture d'un caniveau de 50cmx50cm ou 50cmx60cm avec un écartement d'axe en axe de 15,6cm entre fers plats. Ainsi les vides auront une section de 15cmx5,6cm. Ce qui largement inférieur à l'impact d'un pneumatique (20cmx20cm).

2-4.3.2 Dimensionnement des cordons de soudure.

Figure 4: Détail assemblage des éléments



La vérification d'un cordon d'angle consiste à contrôler la résistance de la section de gorge et celle de contact. Pour cela, on calcule tout d'abord la résultante F_{Ed} de toutes les forces agissant sur le cordon de soudure de la façon illustrée sur la figure ci-dessus.

Puis en admettant que la résistance d'une telle soudure est indépendante de la direction de la sollicitation, on détermine la résistance de calcul de la façon suivante:

$$F_{a,Rd} = a \Delta l \frac{0,6 f_{uE}}{\gamma_{M2}}$$

La résistance de la section de gorge a

La résistance de la section de contact s :

$$F_{s,Rd} = S\Delta l \frac{0,8f_y}{\gamma_{M2}}$$

Avec a; s: dimensions du cordon d'angle tel que le montre la figure ci-dessus.

Δl : la longueur du cordon d'angle

f_{uE} : la résistance à la traction du matériau d'apport.

En général $f_{uE} = 510 \text{ N/mm}^2$

f_y : la limite élastique du métal de base. Pour notre cas $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$

Finalement, on contrôle la résistance du cordon d'angle en vérifiant l'inégalité ci-dessous:

$$F_{Ed} \leq F_{Rd} = \min\{F_{a,Rd}; F_{s,Rd}\}$$

En admettant ici que la résistance du cordon d'angle soit au moins égale à la résistance du fer plat S355. On a:

La résistance du fer plat vaut: $F_R = f_y A = 355 * 100 * 20 = 710\,000 \text{ N}$ soit 710 kN

Comme le fer plat est soudé sur ses quatre côtés on a $\Delta l = 4 * 100 = 400 \text{ mm}$

Quant à l'épaisseur du cordon d'angle, il doit respecter à la fois des dispositions constructives ainsi que le critère de résistance au cisaillement. $a_{\max} = 0,7 t_{\min} = 7 \text{ mm}$

La résistance de la section de gorge doit être supérieure ou égale à F_R :

$$F_{a,Rd} = a\Delta l \frac{0,6f_{uE}}{\gamma_{M2}} \geq F_R \quad \text{D'où } a \geq 6,67 \text{ mm. } (\gamma_{M2} = 1.15)$$

L'épaisseur nécessaire correspond donc à **a=7mm.**

En considérant que les sections de contact sont perpendiculaires l'une à l'autre, on a:

$$S = a\sqrt{2} = 7\sqrt{2}.$$

Les piédroits et radier des caniveaux 0,50mx0,60m et 0,50mx0,50m seront ferrailés de la même manière que les caniveaux 0,80mx0,60m à couverture dalles en béton armé.

Les schémas de ferrailage sont contenus dans le dossier des plans d'exécution en Annexe 4.

2-4.4 Dimensionnement de la fondation et de la dalle

2-4.4.1 Fondation

D'après la méthode CBR de dimensionnement des chaussées, l'épaisseur totale de la chaussée est donnée par:

$$e = \frac{100+150\sqrt{p}}{I+5} \quad \text{avec } p \text{ la charge par roue soit } 22,5\text{t} \text{ et } I \text{ l'indice CBR de la couche de forme.}$$

Ainsi on a $e = 35,28\text{cm}$.

En utilisant dans cette formule l'indice CBR de la couche de fondation (64), on déduit l'épaisseur e_1 de la chaussée au dessus de la fondation soit $e_1 = 11,76\text{cm}$.

L'épaisseur de la fondation est donc: $e_f = e - e_1 = 35,28 - 11,76 = 23,52\text{cm}$.

Nous convenons de réaliser une couche de fondation d'une épaisseur de 22cm et de compenser la différence de couche (les 1,52cm restant) en dalle. Cela va du côté de la sécurité.

2-4.4.2 Pré-dimensionnement de la dalle

Une dalle est un élément porteur généralement horizontal dont deux dimensions sont plus grandes par rapport à la troisième appelée épaisseur. Une dalle peut avoir une forme quelconque et être d'épaisseur variable. Cependant dans le cas courant, on réalise des dalles rectangulaires d'épaisseur constante comme le cas du présent projet où nous réaliserons des panneaux de dalle rectangulaires articulés sur leurs contours de dimensions 15mx7m séparés entre eux par des joints de dilation. Afin d'assurer une bonne stabilité des panneaux de dalle et d'éviter des tassements différentiels au niveau des joints, nous prévoyons de réaliser des bèches en vu de renforcer les extrémités.

$l_x = 7\text{m}; l_y = 15\text{m} \quad 0,40 < l_x/l_y < 1$ d' où la dalle porte sur ses quatre côtés.

La dalle reposant sur ces quatre côtés, alors on a: $\frac{1}{50} \leq \frac{h}{l_x} \leq \frac{1}{40}$

Avec h l'épaisseur de la dalle et l_x la longueur de la petite portée. Soit:

$$0,14 \leq h \leq 0,175.$$

Nous optons donc pour une dalle d'épaisseur 17cm.

2-4.4.3 Calcul des sollicitations

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = 0,46$$

Le moment fléchissant au centre d'un panneau dans le sens l_x est donné par: $M_x = \mu_x p l_x^2$

Dans le sens l_y on a $M_y = \mu_y M_x$.

$p = 1,35G + 1,5Q$, il désigne la charge par unité d'aire.

μ_x et μ_y sont donnés par l'annexe E3 du BAEL 91.

- **Les charges permanentes**

La dalle reçoit comme charges permanentes, son propre poids qui est de 25kN/m^3 .

Soit $G = 4,25\text{kN/m}^2$.

- **Les charges d'exploitation**

Comme surcharges, nous considérons le poids de la fourchette de manutention qui nous place dans le cas le plus défavorable. En effet, les fourchettes évoluant sur le site sont à 2 essieux dont l'avant est jumelé. Le poids à vide de l'engin est de 60 t, soit près de 90t en charge. Nous considérons une moyenne de 75t pour le calcul. Cette charge repose sur un panneau de dalle de $7\text{m} \times 15\text{m} = 105\text{m}^2$.

Soit une surcharge $Q = 7,14\text{kN/m}^2$. On a par suite:

On a: $p = 16,45\text{kN/m}^2$; $\mu_x = 0,101$; $\mu_y = 0$; $M_x = 81,41\text{kN.m}$

2-4.4.4 Calcul des sections d'acier

On considère une bande de largeur 1m dans chaque direction qu'on assimile à une poutre de hauteur 0,17m et de largeur 1m et on effectue le calcul de béton armé en flexion simple, avec une hypothèse de fissuration peu préjudiciable. On obtient les résultats suivants:

Section d'armature dans la direction la plus sollicitée $A_x = 19,9\text{cm}^2/\text{ml}$

Section d'armature dans la direction la moins sollicitée: $A_y = \frac{A_x}{3} = 6,63\text{cm}^2/\text{ml}$

(Art. A.8.2.41 BAEL 91 modifié 99).

Nous choisissons de disposer 10HA16 (20,11cm²) par ml dans la direction lx et 10HA10 (7,85cm²) par ml dans la direction ly.

2-4.4.5 Condition de non fragilité

Les sections d'armature minimales à disposer sont données par:

$$Ax_{min} = \rho \frac{3 \frac{lx}{ly}}{2} b_0 h$$

$$Ay_{min} = \rho b_0 h$$

Avec $\rho = 0,0008$ pour acier HA FeE400; $b_0 = 1m$ et $h = 0,30m$

AN: $Ax_{min} = 1,72cm^2$; $Ay_{min} = 1,36cm^2$ ok

2-4.4.6 Vérification du non poinçonnement

Sous l'action de la charge concentrée P_u due à la fourchette de manutention, on doit vérifier la condition suivante:

$$P_u \leq 0,045 U_c h \frac{f_{c28}}{\gamma_b}$$

U_c étant le périmètre du contour du feuillet moyen

En considérant la charge de 90t transmise par la fourchette, soit 45t par essieu, ce qui implique une charge de 22,5t par roue pour une surface d'impact par roue de 0,70mx1,0m. On a:

$$U_c = 2(u + v) = 2(0,87 + 1,17) = 4,08m$$

Par suite on a: $P_u = 0,225 * 1,5 = 0,337MN$ et $0,045 U_c h \frac{f_{c28}}{\gamma_b} = 0,562 MN$

La condition de non poinçonnement de la dalle est donc vérifiée.

2-5 ECLAIRAGE PUBLIC

2-5.1 Généralités

L'objet de l'éclairage de la plate-forme est de permettre aux usagers du port sec de circuler de nuit avec un confort et une sécurité aussi élevées que possible.

Il n'est pas pour autant question de reconstituer les conditions diurnes mais de permettre aux camionneurs de percevoir les singularités existantes notamment les virages, les zones de stationnement des camions pour les opérations de chargement et déchargement des marchandises. Pour les opérationnels, il s'agira d'assurer une bonne visibilité afin de faciliter le travail de nuit: la manutention des marchandises et des conteneurs par la fourchette. Pour les piétons l'éclairage permettra d'offrir des conditions de circulation sécuritaires vis-à-vis des obstacles éventuels, de bordures de trottoirs et des véhicules.

2-5.2 Choix de l'implantation

On distingue plusieurs types d'implantations faisant intervenir la largeur des voies et la hauteur de feu:

- Implantation unilatérale qui n'est recommandée que dans le cas où la largeur de chaussée est proche ou inférieure à la hauteur de feu.
- Implantation bilatérale en quinconce: applicable pour les chaussées dont la largeur est inférieure à 1,5 fois la hauteur de feu. Ce type d'implantation est à éviter dans les courbes.
- Implantation bilatérale vis-à-vis lorsque la largeur de la chaussée est supérieure à 1,5fois la hauteur du feu.
- Implantation axiale pour des cas particuliers
- Implantation sur caténaire et implantation sur terre-plein qui sont adaptées aux chaussées doubles.

La plate-forme chaussée pour ce projet fait une largeur moyenne de 10m, valeur qui restera sans doute inférieure à 1,5fois la hauteur du feu, par conséquent notre choix porte sur une implantation bilatérale en quinconce. Nous disposerons également un candélabre à double crosse avec deux luminaires au cœur de la plate-forme au milieu des conteneurs pour assurer la visibilité pour les opérations de nuit.

2-5.3 Choix du type de candélabre

On distingue plusieurs types de candélabres présentant chacun des avantages et des inconvénients.

Tableau 9: Types de candélabres

Type de candélabre	Avantages	Inconvénients
Candélabre en acier	-bonne résistance aux chocs -bonne résistance à la corrosion	- Nécessité de traitement par peinture -Nécessité de protection par galvanisation à chaud
Candélabre en alliage d'aluminium	-Excellente tenue à la corrosion et aux facteurs climatiques - Ne nécessite aucun entretien	-Précautions de mise en œuvre très nécessaires.
Candélabre en béton	-Absence d'entretien	- Très lourd -Moins esthétique

Nous optons pour le choix des candélabres en alliage aluminium compte tenue de ses nombreux avantages et de son caractère esthétique.

La hauteur des candélabres sera de 10m étant donné que l'implantation est de type quinconce et que la largeur d'une voie fait au moins 5m.

2-5.4 Choix de luminaire

Pour le choix des luminaires, deux possibilités d'éclairage sont possibles :

- Le luminaire pour lampe ballon et SBP ;
- Le luminaire pour lampe tubulaire claire (SHP).

Notre choix porte sur le luminaire pour lampe ballon et SBP car il a une durée de vie de 8000 h et pour 4 h / allumage, il peut atteindre les 12 000 h. Et ce choix s'est aussi fait pour des raisons économiques car il est peu onéreux par rapport aux autres types de luminaires.

L'espacement entre les candélabres est $e=3H$ soit $3*10=30m$. La luminance moyenne sera de deux candelas par mètre carrée (2 cd/m^2) au minimum. Le nombre total de candélabres pour le projet est 10.

La principale source d'énergie électrique est la Société d'énergie électrique du Burkina Faso.

2-6 SIGNALISATION ET SECURITE

La construction d'une infrastructure de cette envergure requiert un certain nombre de précaution à prendre aussi bien en phase de l'exécution qu'après réalisation des travaux afin de garantir la sécurité des travailleurs sur le chantier, des usagers et assurer la pérennité des ouvrages

La signalisation a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation des personnes et des biens :
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police ;
- De donner des informations relatives aux règles de sécurité.
- D'indiquer les emplacements de certaines installations.

On distingue deux types de signalisation : la signalisation verticale constituée essentiellement des panneaux et la signalisation horizontale par marquage au sol.

2-6.1 Signalisation horizontale

Elle regroupe l'ensemble des marquages portés au sol dans le but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la plate-forme réservées aux différents sens de circulation ou à une certaine catégorie d'usagers

Sur la plate-forme chaussée, nous disposerons comme signalisation horizontale, des lignes d'axes et de rives longitudinales (type T2) continues infranchissables, discontinues de délimitation de voies, discontinues d'avertissement, discontinues de guidage, mixtes.

Nous disposerons des flèches de rabattement pour indiquer l'arrêt des camions à côté des conteneurs et à la portée de la pochette.

A l'entrée principale nous aurons les marquages de chaussée transversaux qui est une ligne complétant les panneaux "STOP"

Sur les parkings, il y aura également des marquages délimitant le stationnement de chaque automobile.

La couleur utilisée pour le marquage sur les chaussées est la couleur blanche selon la réglementation française en vigueur.

2-6.2 Signalisation Verticale

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

- Des dangers,
- Des directions à suivre par des camions,

Des zones d'arrêt obligatoire,

Trois (03) types de panneaux seront utilisés pour la signalisation verticale. Il s'agit de:

Panneaux de type A: pour la signalisation des caniveaux (deux panneaux)

Panneau de type D: pour la signalisation de direction; (un panneau)

Panneau de type C : pour les diverses indications ;(un panneau STOP et un panneau de limitation de vitesse)

L'implantation requiert un certain nombre de dispositions pour :

Les panneaux de prescription : Ils doivent être implantés au voisinage immédiat de l'endroit où s'applique la prescription,

Le panneau de direction : Le panneau de direction est à fond blanc. Il sera implanté juste à l'entrée pour indiquer la direction à suivre par les camions.

Figure 5 : Exemple de panneau



Toutes les dispositions prévues dans le cadre de ce projet sont contenues dans les plans de signalisation.

2-6.3 Signalisation temporaire

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

- Attention Travaux
- route barrée / sortie de camions;
- Réduction du nombre de voies libres ;
- Risque de projection de gravillon ;

Notons que tout le domaine du chantier sera clôturé avant le démarrage des travaux.

2-6.4 Sécurité

L'objectif visé en tant que concepteur est de prémunir au mieux, par l'aménagement proposé, les processus qui conduisent à des accidents de travail. Pour cela, nous avons tenu compte des exigences de la visibilité, lisibilité, adéquation aux contraintes de dynamique des véhicules, la limitation de la gravité des chocs et la cohérence de tous les éléments de la plate-forme et de l'environnement.

En dehors des signalisations prévues ci-dessus, la sécurité devra être assurée sur le chantier en exigeant des compagnons un minimum de mesure marquée par le port de:

- De casque de sécurité ;
- De combinaisons réfléchissantes ;
- De bottes;
- De gants;
- De lunettes de sécurité;
- De cache nez.

2-7 INSTRUCTIONS DE MISE EN ŒUVRE

L'objectif visé dans cette partie est de préciser les conditions et les dispositions techniques de réalisation des différents travaux relatifs à ce projet.

2-7.1 Les travaux préparatoires :

Ils concernent notamment:

- L'installation et la signalisation générale du chantier
- L'implantation des ouvrages à partir du cheminement de base.
- Essais géotechniques supplémentaires.

- La démolition de certains bâtiments tel que indiqué sur les plans

2-7.2 Les travaux de terrassements, plate-forme, chaussées, trottoirs et stationnements

Le sol support étant de portance acceptable, il sera scarifié, arrosé et compacté correctement avant toute opération de remblai. Les remblais seront exécutés par couches successives de 20cm arrosées et compactées à 95% de l'Optimum Proctor Modifié.

La couche de fondation sera constituée du graveleux latéritique naturel de l'emprunt dont les caractéristiques sont définies au **paragraphe 2-21.2**. La compacité à atteindre sera d'au moins de 95% de la densité sèche de l'OPM pour une teneur en eau comprise entre 6,6% et 10,6%. Elle sera réalisée en couche unique de 22 cm. Afin de connaître le nombre de passes pour obtenir les caractéristiques ci-dessus, l'entrepreneur devra réaliser des planches d'essais.

Après exécution des remblais et de la couche de fondation, il sera mis en place une couche de 5cm de sable. L'entrepreneur devra avant exécution de la dalle, prévoir un film polyane de 8 microns sur toute la surface à couvrir, avec de large recouvrement. Sujétions pour joints secs de désolidarisation tous les 17 m². Des panneaux de dalles seront séparés par des joints de dilation de 1,5cm en polystyrène.

La plate-forme, la voirie et aires de parking devront être réalisées suivant les profils en travers types, les plans d'exécution établis et dans le respect des normes en vigueur.

Les chaussées lourdes, plateformes de stationnement, parkings et îlots seront délimités, par des bordures hautes 15cm x 25cm (type T2) et basses 15cm x 15cm (type A2 ou équivalent), selon détails figurant sur les plans d'aménagement. Les chaussées légères et jardinières, seront délimitées par des bordures 5cm x 20cm (type P3 ou équivalent), voir détails des plans.

2-7.3 Matériel de chantier

Une bonne réussite des travaux d'aménagement de Génie-Civil passe nécessairement par une bonne connaissance du matériel utile pour chaque type de travail. Même si les engins interviennent lors de la phase d'exécution des travaux, il est qu'en même indispensable pour le concepteur d'avoir une bonne connaissance de ceux-ci afin de bien finaliser son dossier d'études.

Ainsi pour la réalisation des travaux, nous prévoyons l'emploi des engins suivants:

- **un bulldozer**

Il servira pour la démolition des bâtiments, le décapage, le transport et la mise en tas des matériaux.

▪ **une niveleuse**

Elle permettra de réaliser des terrassements légers, des pentes transversales de la plate-forme; répandre les matériaux et de mettre à niveau les couches de terrassement.

La niveleuse grâce à son ripeur servira pour le ripage et la scarification des matériaux.

▪ **une pelle retrocaveuse**

Elle sera utilisée pour l'ouverture des fouilles de caniveau, les tranchées pour la mise en place des réseaux enterrés, le rapprochement des agrégats pour la confection du béton etc.

▪ **une chargeuse**

On s'en servira pour le chargement des matériaux dans les camions à la carrière comme sur le chantier.

▪ **un camion grue**

C'est un engin de levage ; il servira à la manutention des matériels lourds: le déplacement des bétonnières, des panneaux de coffrages, du groupe électrogène etc.

▪ **des compacteurs**

Le compacteur est un engin très usité dans des travaux publics pour compacter les sols afin de réduire au maximum les vides et conférer aux matériaux une densité sèche maximum selon la teneur en eau optimum définie par les essais d'identification.

Plusieurs types de compacteurs seront utilisés sur le chantier, il s'agit notamment :

- un compacteur à pieds dameurs, un compacteur à pneus et un compacteur à jante lisse pour le compactage des couches de remblai et de fondation.
- une dame à main pour le compactage du fond de petites tranchées et la réalisation des remblais techniques au droit des caniveaux.

▪ **une pelle hydraulique**

C'est un engin statique qui permet selon qu'elle soit butte ou rétro: d'excaver les matériaux et de les charger dans les autres engins ; de mettre en tas les matériaux; de creuser ou déblayer et de démolir. Elle sera beaucoup plus utilisée à la carrière.

▪ **deux vibreurs**

Il permet de réduire les vides dans le béton conférant à celui-ci une meilleure texture et qualité.

▪ **des engins de transport**

Ils sont assez diversifiés et permettront de transporter les matériaux sur des distances plus ou moins longues ; on pourra faire usage des camions et des dumpers

▪ **deux bétonnières**

Elles serviront à la confection du béton. En fonction de la quantité de béton à couler, on fera usage d'une ou deux bétonnières.

▪ **Autres engins**

Les engins et petits outillages suivants seront également utilisés pour l'exécution des travaux:

- Moto pompe ;
- citerne à eau ;
- presse à pavés;
- Un groupe électrogène;
- Brouettes, pelles, pioches, barre à mines etc.

2-8 PLANIFICATION DES TRAVAUX

La planification ne se limite pas seulement à la programmation et à la prévision des activités, mais s'étend également au processus décisionnel visant à préparer la prise de décision par rapport à un processus antérieur, simultané ou postérieur à celle-ci. La planification doit s'envisager comme un ensemble de prévision, de décision et de programmation variant selon les circonstances et les événements. Cet exercice doit être fait avec grande délicatesse de manière à permettre aux décideurs de disposer des points d'accrochage pour soutenir leur prise de décision et mobiliser des ressources dans une même direction. C'est également une étape fondamentale permettant de faire converger les points de vue des différents intervenants et assurer un contrôle adéquat des résultats. La meilleure planification est celle qui suit au mieux la politique générale de l'entreprise, les buts et objectifs établis, le mandat et le budget alloué au projet.

La planification est un processus hiérarchisé où chaque activité doit intégrer un plus grand ensemble pour assurer une harmonie, une cohérence des orientations d'entreprise. Dans la planification nous tentons:

- ✓ d'identifier les actions et les acteurs du projet;
- ✓ d'ordonner chronologiquement les actions et les évaluer en masse de travail, en durées et en coûts;
- ✓ de gagner du délai.

2-8.1 Avantages de la planification

La planification nous permet :

- ✓ coordonner l'ensemble des activités de l'organisation pour atteindre les buts visés;
- ✓ de réaliser une meilleure répartition des activités;
- ✓ d'affecter les ressources nécessaires à la réalisation des tâches;
- ✓ de suivre et communiquer l'avancement du projet;
- ✓ de contrôler efficacement la réalisation des objectifs poursuivis par rapport aux standards définis dans les plans.

2-8.2 Elaboration du planning du projet

Pour élaborer la planification de notre projet, nous avons suivi la démarche que voici:

1. Identifier les activités.
2. Etablir la logique de passage des activités
3. Estimer les ressources nécessaires.
4. Estimer les durées (calculer les dates, les marges et identifier le chemin critique).
5. Tracer l'échéancier ou le diagramme de GANTT

Les tableaux N°10 et N°11 présentent respectivement le coût du projet et le planning des activités.

Tableau 10: Devis quantitatif et estimatif

N°	DESIGNATION	Unité	QUANTITE	P. U	MONTANT
100	Travaux préparatoires				44 952 000
101	Installation /repli de chantier	U	1	18 000 000	15 000 000
102	Levés altimétriques/Implantation	m ²	18720	1 600	29 952 000
200	Terrassement				51 878 136
201	Décapage /Débroussaillage général (ep 12cm)	m ³	960	4 500	4 320 000
202	Démolitions ouvrages existants	m ²	1094	4 500	4 923 000
203	Fouille pour caniveaux	m ³	420,41	1 800	756 738
204	Fouille pour cunettes de surfaces	m ³	5,16	1 800	9 288
205	Fouille pour bèches de dallages	m ³	52,2	1 800	93 960
206	Fouille pour réseaux enterrés	m ³	263	1 800	473 400
207	Remblais en terre apport	m ³	1759,9	6 500	11 439 350
208	Déblai	m ³	598,7	2 000	1 197 400
209	Couche de fondation	m ³	3822	7 500	28 665 000
300	Ouvrage de drainage				55 866 600
301	Caniveau 50x50 couverture métallique	ml	146	78 000	11 388 000
302	Caniveau 80x60 couverture métallique	ml	217,5	92 000	20 010 000
303	Caniveau 50x60 couverture métallique	ml	41	81 000	3 321 000
304	Caniveau 80x60 couverture BA	ml	61	106 000	6 466 000
305	Caniveau 80x100 couverture BA	ml	107,9	127 000	13 703 300
306	Cunettes béton CC2 (1,00x0,15x0,50)	ml	32,3	21 000	678 300
307	Raccordement à l'existant	U	1	300 000	300 000
400	Ouvrage de béton				558 587 900
401	Dallages BA de 17cm	m ³	2337,5	190 000	444 125 000
402	Bêches	m ³	52,2	180 000	9 396 000
403	Sable (5cm)	m ³	869	7 500	6 517 500
404	Polyane 8 micron	m ²	13750	3 500	48 125 000
405	Pavés béton type trief de 15 cm	m ²	3628,8	13 000	47 174 400
406	Bordures type T2	ml	320	7 500	2 400 000
407	Bordures type A2	ml	50	6 000	300 000
408	Bordures type P3	ml	100	5 500	550 000
500	Eclairage/Eau/Incendie/ signalisation				26 610 000
501	Fourniture/Pose de fourreaux PVC Ø60	ml	470	18 000	8 460 000
502	Chambre de tirage (1,20x1,20x0,50)	U	1	600 000	600 000
503	Massifs supports de candélabres	U	10	130 000	1 300 000
504	candélabres (hauteur 10 m)	U	10	650 000	6 500 000
505	Ensemble d'éclairage (Filerie, luminaires, ...)	U	1	4 000 000	4 000 000
506	Remise en état du réseau d'eau existant	ml	200	2 000	400 000
507	Tuyaux Ø100 + BI et vannes pour réseau incendie	ml	260	15 000	3 900 000
508	Fourniture/Pose de panneaux de signalisation	U	5	200 000	1 000 000
509	Signalisation horizontale	ml	300	1 500	450 000
600	Autres aménagement				4 944 000
601	aménagement espace vert	m ²	1340	1 600	2 144 000
602	Aménagements bureaux douanes	m ²	110	10 000	1 100 000
603	Aménagements bureaux Administratifs	m ²	170	10 000	1 700 000

MONTANT TOTAL TRAVAUX - HT

742 838 636

TVA (18%)

133 710 954

MONTANT TOTAL TRAVAUX - TTC

876 549 590

Tableau 11: Planification Générale des travaux

N°	Désignation travaux	U	Qté	Nb de jrs	Rendt/jour	DUREE					% Budget par corps d'état	% Cumulé			
						Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5					
100	Travaux préparatoires	m ²	18720	12	1560	■							6	6	
200	Terrassement	m ³	8975	65	138		■	■	■	■				7	13
300	Ouvrage de drainage	ml	606	36	17			■	■	■				8	21
400	Ouvrage Béton	m ³	2950	50	59				■	■	■	■		75	96
500	Eclairage/Eau/Incendie/ signalisation	ml	1230	24	51			■				■		4	99
600	Autres aménagement	m ²	1620	24	68							■	■	1	100
%Budget mensuel						7	7	45	38	2					
% Cumulé						7	15	60	98	100					

Commentaire des deux tableaux

Les ouvrages en béton armé (assainissement et dallage) constituent la grande masse des activités du projet. Ils occupent 50% de la durée totale et consomment 83% du coût global.

Pour respecter le délai de 50 jours pour l'exécution des 2950m³ de dalle à raison de 59m³ par jour, il va falloir mobiliser 3 bétonnières de 500l avec une équipe capable de fournir un rendement 20m³/j par bétonnière.

2-9 MESURES ENVIRONNEMENTALES

Dans le contexte actuel où la recherche du développement durable constitue le pivot de tous les programmes de gouvernance des pays du monde notamment ceux du continent africains, on ne peut pas étudier un projet sans tenir compte du volet environnemental qui est une dimension essentielle du concept de développement durable.

Loin de faire une étude détaillée du volet environnemental du projet, nous voulons dans ce paragraphe évaluer quelques impacts positifs et négatifs et proposer des mesures atténuantes pour minimiser les atteintes portées au bien être des personnes, biens et biodiversité. Quelques impacts positifs du projet:

- Renflouement des caisses de l'Etat par dédouanement de la quasi-totalité des marchandises.
- Allégement des tracasseries douanières.
- Création de richesse et d'emploi

Comme impacts négatifs nous pouvons citer:

Tableau 12: Impacts négatifs et mesures atténuantes

IMPACTS NEGATIFS	MESURES ATTENUANTES
<ul style="list-style-type: none"> • Congestion au niveau des voies d'accès à la zone de OUAGARINTER due à l'accroissement du trafic en poids lourds; • Risque d'accident dans la zone ; • Pollution de l'air par la poussière et les gaz d'échappement pouvant provoquer des troubles respiratoires et oculaires; • Exposition des travailleurs de la TRCB aux produits toxiques; • Pollution des sols par des huiles et autres produits chimiques; 	<ul style="list-style-type: none"> • Eviter dans la mesure du possible de faire circuler les camions à des heures de pointe; • Renforcement des mesures de sécurité routière; • Sensibilisation des opérateurs à l'entretien régulier des camions afin de réduire l'émission des gaz à effet de serre; • Port de casque, gilet, cache-nez, chaussures de sécurité obligatoire à tout travailleur sur le parc; • Traitement des boues et effluents hydrocarburés par débourbeur en aval

CONCLUSION

Le projet d'aménagement de plate-forme de dépôt de conteneurs sous douane à Ouagadougou est un levier essentiel pour l'émergence de l'économie du Niger et du Burkina Faso. Il favorisera non seulement le développement du secteur du commerce et du transport de ces pays mais aussi permettra aux populations de jouir presque des mêmes avantages que leurs voisins des pays à façade maritime.

Sur la base des données et résultats d'études préliminaires mis à notre disposition, nous sommes parvenus à proposer un aménagement répondant aux normes techniques standards en matière de port sec. Nous avons, en fonction des caractéristiques du sol support dimensionné une couche de fondation de 22cm en grave latéritique de bonne portance, calculé une dalle de 17cm d'épaisseur équipée d'un réseau de drainage constitué de caniveaux et de cunettes dimensionnés pour assurer la mise hors d'eau complète de toute la plate-forme et de ses dépendances. Nous avons aussi proposé un réseau d'éclairage public et des installations de signalisation et de sécurité offrant un cadre de travail propice. Pour que ces infrastructures soient exécutées suivant les règles de l'art, nous avons préconisé quelques instructions en ce qui concerne le matériel et la qualité des matériaux à utiliser pour la réalisation des travaux. En fin l'étude la planification nous a permis de déterminer les délais d'exécution qui est cinq mois et le coût global du projet qui s'élève à huit cent soixante seize millions cinq cent quarante neuf mille cinq cent quatre vingt dix (876 549 590) francs CFA toutes taxes comprises.

Un tel projet n'est pas sans impacts négatifs sur l'environnement. A ce titre, des mesures atténuantes ont été proposées pour minimiser des préjudices causés à l'environnement.

Ce travail ne s'est pas fait sans difficulté, la principale a été le manque de données surtout le levé planimétrique pouvant permettre la reprise de la conception topographique.

Par ailleurs, nous préconisons des essais de plaque sur la fondation et des essais non destructifs comme essai de résistance au scléromètre, essai d'auscultation dynamique sur la dalle après la mise en œuvre afin de s'assurer de la bonne qualité de ces ouvrages vu l'importance des sollicitations auxquelles la plate-forme sera soumise et le coût des investissements. /.

BIBLIOGRAPHIE

1. BALANCE COMMERCIALE ET COMMERCE EXTERIEUR (Août 2006) période 1997-2002 du Burkina Faso.
2. BAMBIO Z. François, revue de presse du mardi 03Mars 2009, Titre: "Bientôt un port sec pour sortir le Burkina Faso de son enclavement.
3. Nguyen VAN TU U (BCEOM, 1981), Hydraulique Routière. Ministère de la Coopération et du Développement.
4. CEBTP (1984), Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux.
5. M. LIEB Janvier 2000, Cours 3^e année Electrification rurale, Tome3 Eclairage public.
6. Pièces graphiques issues des études d'avant projet détaillé réalisées pour la SDV en Juillet 2009.
7. Ministère de l'équipement, du logement, des transports et de la mer ; Signalisation Routière livre I ; 7 parties.
8. DTU BAEL 91, règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en Béton Armé suivant la méthode des états limites révisées 99.
9. Samy LEBELLE,(2007) , l'essentiel de béton armé selon BAEL 91 additif 99, Cours sur éléments de béton armé partie2.
10. C. DESCHENAUX, EIA-FR, GC, cours de construction métallique, vol8 les soudures.
11. BAWA Sama M., cours de matériel d'exécution des travaux de Génie Civil.
12. Amadou BOUREIMA, cours de Outils et Méthodes de gestion de projet Etudes et Planification.
13. Mariam SOU (15 Novembre 2010), cours d'introduction à la recherche.
14. Piste 5 : Logiciel de conception de chaussée.
15. ARCHICAD12 : Logiciel de dessin assisté par ordinateur.
16. ROBOT EXPERT BA 2009: Logiciel de calcul de béton armé.

WEBOGRAPHIE

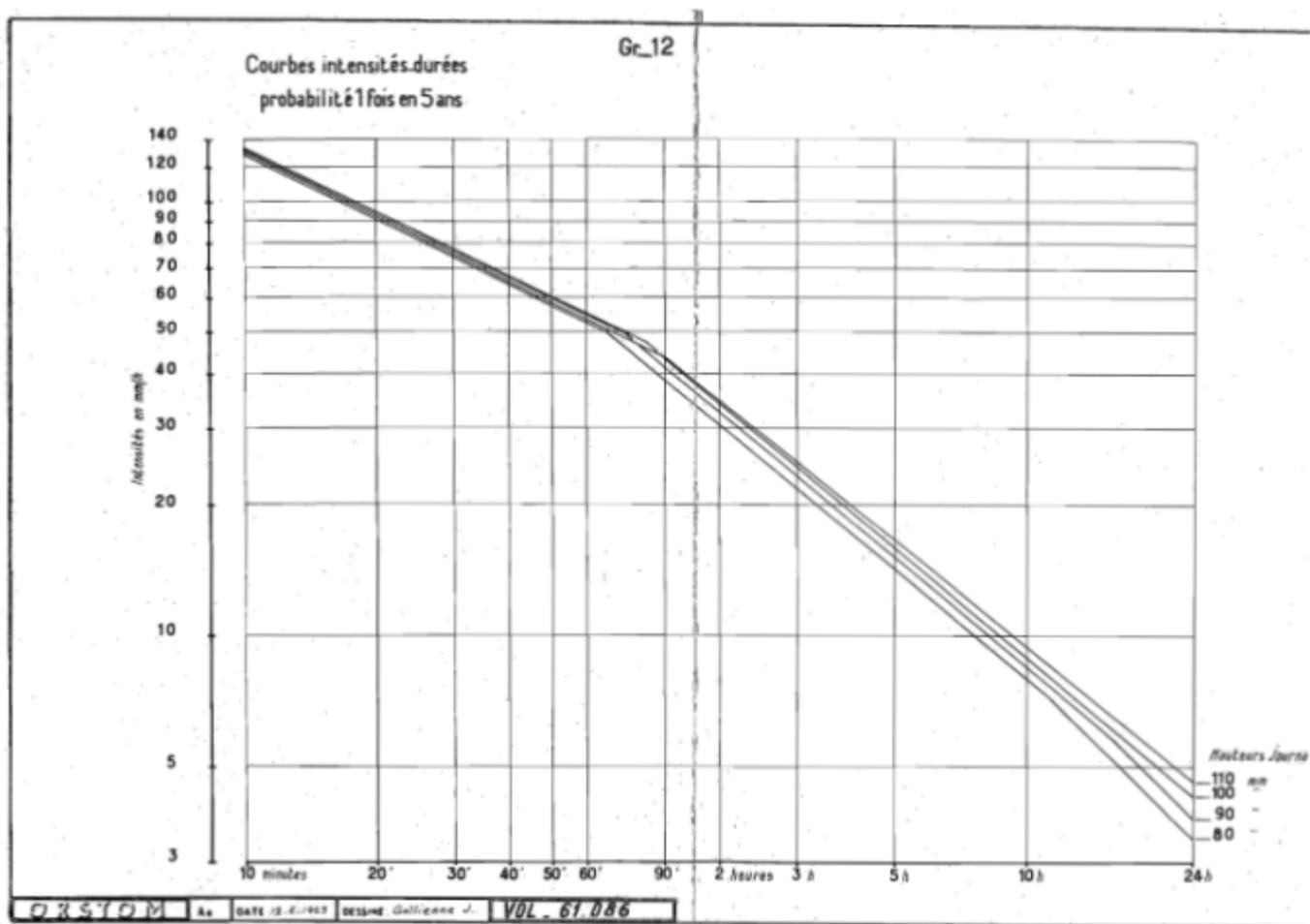
- [Http://www.investir-bj.info](http://www.investir-bj.info) consulté le 14 Avril 2011
- [Http:// le pays.bf](http://le.pays.bf) consulté le 14 Avril 2011
- Techniques de l'Ingénieur - Ressources documentaire pour les Ingénieurs - Documentation technique [En ligne]. - 08 Mars 2010. - <http://www.techniques-ingenieur.fr>

ANNEXES

1. Courbes IDF de la ville de Ouagadougou
2. Feuilles de calcul caniveau
3. Plans d'aménagement
4. Plans d'exécution
5. Rapport d'étude de formule de béton hydraulique
6. Rapport reconnaissance des sols

Annexe 1: Courbes Intensité Durée Fréquence de la ville de Ouagadougou.

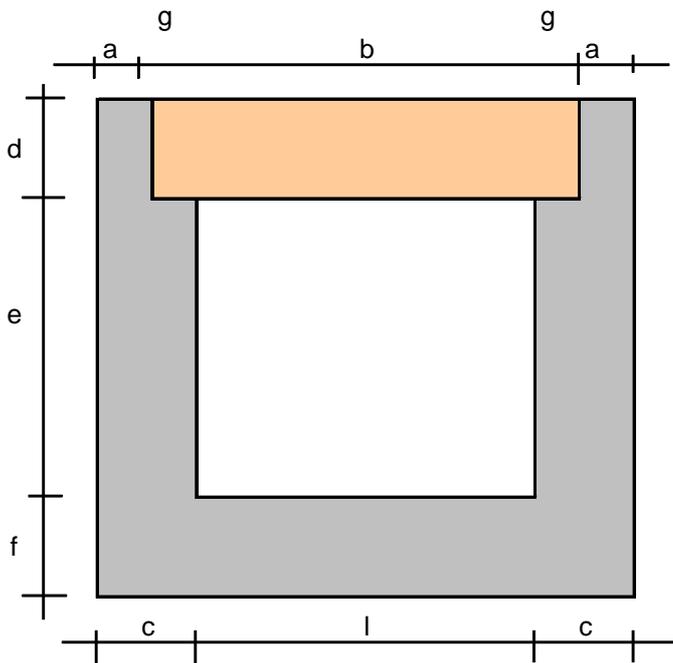
(Etude générale des averses exceptionnelles en Afrique de l'Ouest)



Annexe 2: Feuille de calcul des caniveaux

PROJET TRCB OUAGA INTER
NOTES DE CALCULS DES OUVRAGES: CANIVEAUX.

I/ SCHEMAS DE PRINCIPE:



II/ HYPOTHESES:

- 1/ Les chargements à considérer sont ceux définis dans le Titre II du fascicule 61 (Conception, Calcul et Epreuves des ouvrages d'Art) du Cahier des Prescriptions Communes applicables aux marchés de travaux publics de l'Etat Français.
- 2/ Les règles de calcul béton armé sont celles définies dans le BAEL 91 modifié 99
- 3/ Fissuration considérée peu préjudiciable

III/ LES CAS DE CHARGEMENT A ETUDIER:

III-1/

DALLETES:

La dalle sera étudiée sous une roue isolée de 10t (Br) en stationnement.

III-2/ VOILES:

- a/ Efforts à lui transmettre par la dalle chargée;
- b/ Poussées dues à la roue de 10t concentrée stationnée sur la chaussée à fleur

de la paroi du piédroit, les dalles n'étant pas encore posées.

III-3/ RADIER:

Le radier est à étudier sous les efforts qui lui sont transmis par les voiles dans les différents cas de chargement

IV/ DONNEES DU PROBLEME:

A/ GEOMETRIE:

Epaisseur de la lèvre de feuillure	a
Portée de la dalle	b
Epaisseur du voile	c
Epaisseur de la dalle	d
Hauteur libre du caniveau	e
Ouverture du caniveau	f
Epaisseur du radier	g
Redant de la feuillure	h
Largeur d'une dalle	

B/ MATERIAUX:

Béton:

Fc28
Ft28
 f_{bu}
 σ_{bc}
 ρ_b
 N_u (ELS)
 N_u (ELU)

Armatures:

Fissuration Très préjudiciable (oui/non)
Fissuration préjudiciable (oui/non)
Fissuration peu préjudiciable (oui/non)
Fe E...
 f_{ed}
 σ_s
Enrobage

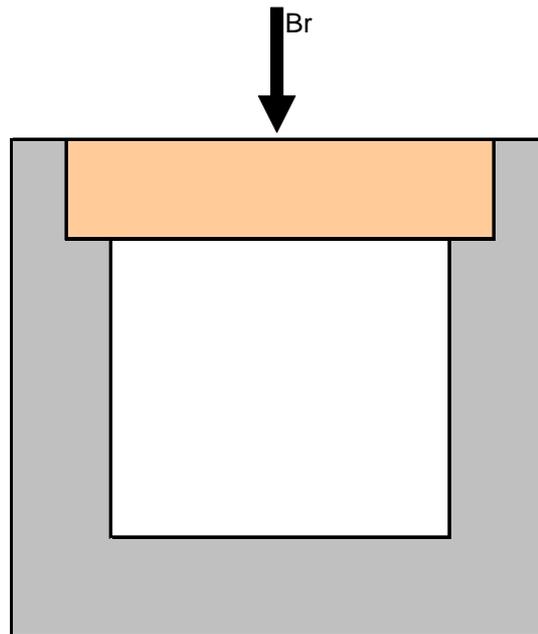
Sol:

ρ_s
Angle de frottement interne:
Coefficient de poussée:
Contrainte admissible:

V/ CALCULS:

A/ DALLETTES:

Charge concentrée d'une roue isolée de 10t (voir Titre II de Fascicule 61):
Dans tout ce qui suit cette roue est désignée par Br.



Br

10 T

Poids au ml de la dalle	0,25 t/ml
Le moment de flexion dû à la roue Br	1,25 t.m
Le moment de flexion dû au poids propre de la dalle	0,008 t.m
Effort tranchant dû à Br	5 t
Effort tranchant dû au poids propre	0,063 t

a/ ELEMENTS DE REDUCTION DE CALCULS:

ELU:	Mu	1,89 t.m
	Tu	7,58 t
ELS:	Ms	1,26 t.m
	Ts	5,06 t

b/ CALCUL DES ACIERS DE FLEXION A L'ELU:

Moment réduit de l'acier	Nul	0,392
Moment de calcul à l'ELU	Mu	1,89 t.m
Largeur de section	bo	0,5 m
Hauteur utile des aciers	d1	0,17 m
Moment réduit du béton	Nub	0,085
Alpha	α	0,112
Bras de levier des aciers	Zb	0,162 m
Section d'armature comprimée	A'u	0 cm ²
Section d'armature tendue	Au	3,34 cm ²

soit: **5HA12 /dalle**

c/ CALCUL DES ACIERS D'EFFORT TRANCHANT A L'ELU:

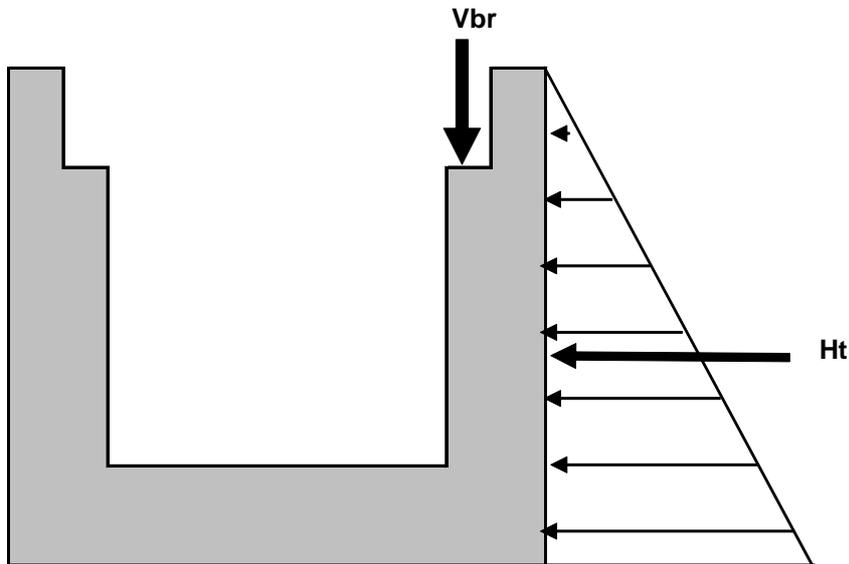
Effort tranchant de calcul	Tu	7,58 t
Contrainte tangentielle	To	0,89 MPa
Contrainte tangentielle limite	Tol	3,51 MPa
Acier transversal At et espacement St		
At/St >=		0,0004 m
Pour un cadre HA8, on a:	At	1,00 cm ²
donc	St <=	28,28 cm

Ferraillage retenu pour la dalle:

Sens longitudinal:	5HA12/dalle
Sens transversal:	HA8, esp=20 cm

B/ PIEDROITS:

a/ PIEDROIT SOUMIS A L'EFFORT TRANSMIS PAR LA DALLE CHARGEE:



Effort dû à l'action de Br sur la dalle	Vbr	10,00 t/ml
Effort dû au poids propre de la dalle		0,13 t/ml
Résultante des poussées latérales des terres	Ht	0,50 t/ml
Effort vertical transmis au piédroit à l'ELU	Vbru	15,17 t/ml
Poussées transmises au piédroit à l'ELU	Htu	0,68 t/ml
Moment d'encastrement dû à Htu	Mu	0,27 t.m/ml

Le piédroit est alors calculé sous flexion composée:

Excentricité du centre de pression	e	0,063 m
------------------------------------	---	---------

Le noyau central de la section be 0,025 m

La section est donc partiellement comprimée

Moment ramené au centre de gravité des aciers tendus:		1,64 t.m/ml
Moment réduit limite de l'acier	Nul	0,392
Moment de calcul à l'ELU	Mu	1,64 t.m/ml
Largeur de section	bo	1 m
Hauteur utile des aciers	d1	0,12 m
Moment réduit du béton	Nub	0,074
Alpha	α	0,097
Bras de levier des aciers	Zb	0,115 m
Section d'armature comprimée	A'u	0 cm ²
Section d'armature tendue	Au	-0,281 cm ² /ml
Acier minimal	Amin	1,532 cm ² /ml

b/ PIEDROIT SOUMIS AUX PUSSEES DES TERRES ET DE LA ROUE Br :

Le piédroit est simultanément soumis à:

- * Poussées des terres ;résultante Ht
- * Poussées dues à la présence de la roue Br adjacente à la paroi du piédroit.

(Surface d'impact de la roue: 60 x 30 cm²) ;résultante

Hbr

Effort dû à l'action de Br sur la dalle	Vbr	10,00 t/ml
Effort dû au poids propre de la dalle		0,13 t/ml
Résultante des poussées latérales des terres	Ht	0,50 t/ml
Effort vertical transmis au piédroit à l'ELU	Vbru	15,17 t/ml
Poussées transmises au piédroit à l'ELU	Htu	0,68 t/ml
Moment d'encastrement dû à Htu	Mu	0,27 t.m/ml

Le piédroit est alors calculé sous flexion composée:

Excentricité du centre de pression	e	0,063 m
Le noyau central de la section	be	0,025 m

La section est donc partiellement comprimée

Moment ramené au centre de gravité des aciers tendus:		1,64 t.m/ml
Moment réduit limite de l'acier	Nul	0,392

Moment de calcul à l'ELU	Mu	1,64 t.m/ml
Largeur de section	bo	1 m
Hauteur utile des aciers	d1	0,12 m
Moment réduit du béton	Nub	0,074
Alpha	α	0,097
Bras de levier des aciers	Zb	0,115 m
Section d'armature comprimée	A'u	0 cm ²
Section d'armature tendue	Au	-0,281 cm ² /ml
Acier minimal	Amin	1,532 cm ² /ml

b/ PIEDROIT SOUMIS AUX POUSSEES DES TERRES ET DE LA ROUE Br :

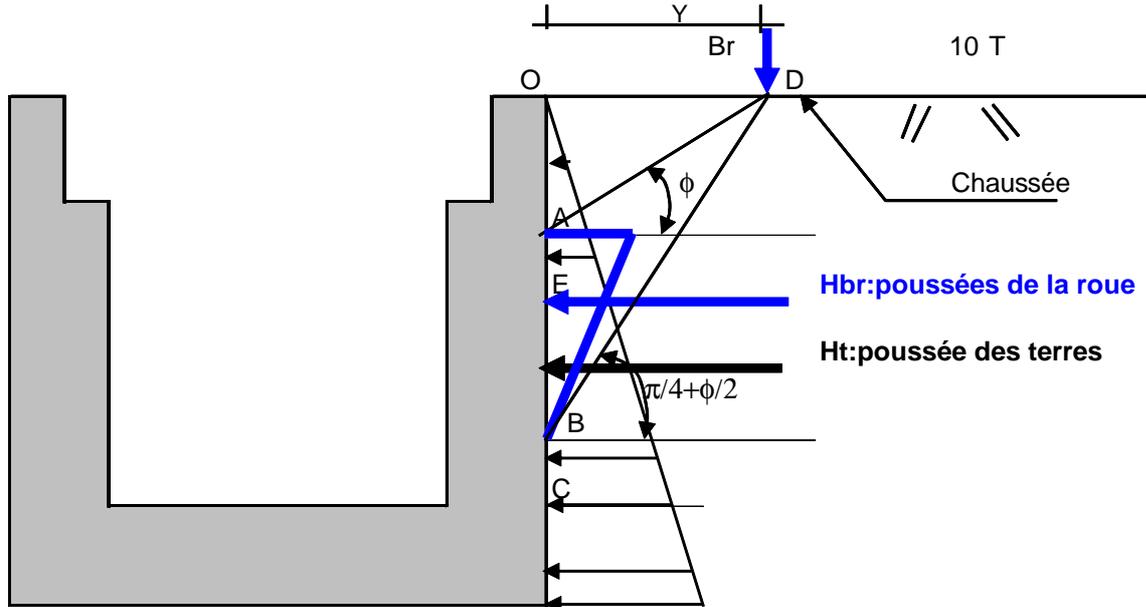
Le piédroit est simultanément soumis à:

- * Poussées des terres ;résultante Ht
- * Poussées dûes à la présence de la roue Br adjacente à la paroi du piédroit.

(Surface d'impact de la roue: 60cm x 30 cm)

;résultante Hbr

La répartition des poussées de la roue le long du piédroit est comme suit:



OD: distance de l'axe de la surface d'impact de la roue au piédroit;
 OA: zone du piédroit soumise à aucune poussée de roue;
 AB: zone soumise aux poussées de roue.

	OD	0,5 m
	OA	0,289 m
	OB	0,867 m
	AB	0,578 m
	AE	0,193 m
Point d'application de la résultante Hbr/ encastrement:	EC	0,718 m
Angle de diffusion longitudinale des charges		27 degré
Longueur de paroi influencée		1,184 m
Résultante Hbr des poussées latérales dues à Br		1,93 t/ml
Résultante Ht des poussées latérales des terres		0,50 t/ml
Moment d'encastrement dû à Hbr	Mbr	1,383 t.m/ml
Moment d'encastrement dû à Ht	Mt	0,202 t.m/ml
Moment d'encastrement dû à ces poussées à l'ELU: Le piédroit est calculé sous flexion simple	Mu	2,35 t.m/ml

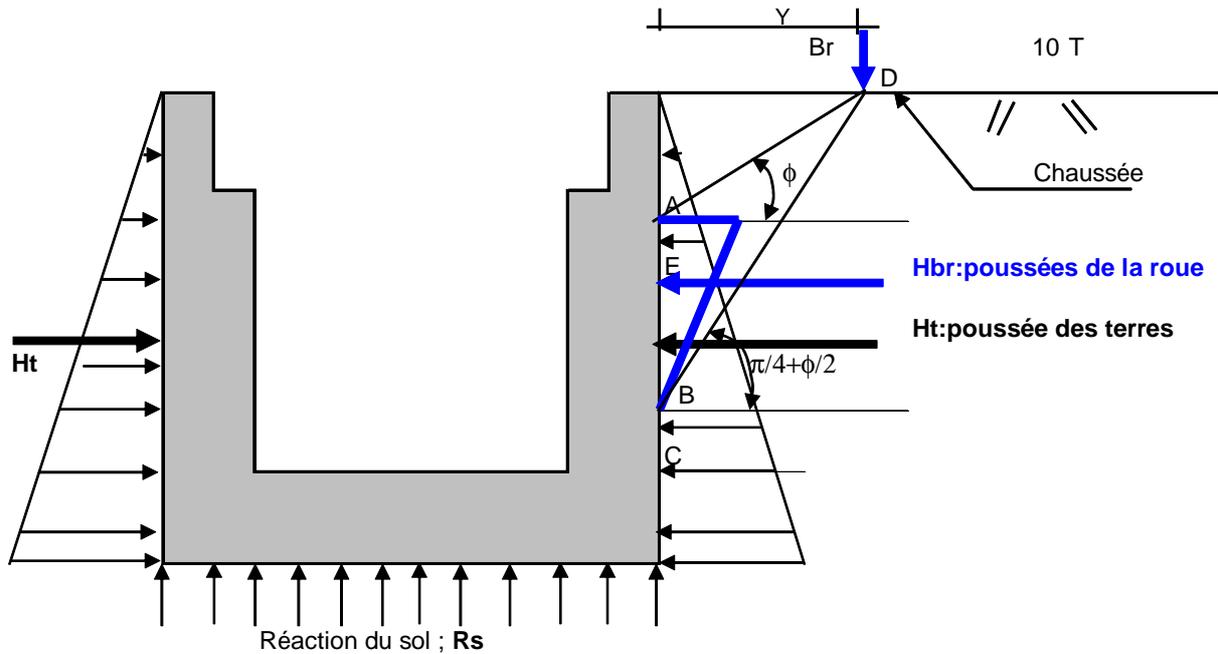
Moment réduit limite de l'acier	Nul	0,392
Largeur de section	bo	1,00 m
Hauteur utile des aciers	d1	0,12 m
Moment réduit du béton	Nub	0,107
Alpha	α	0,141
Bras de levier des aciers	Zb	0,113 m
Section d'armature comprimée	A'u	0 cm ²
Section d'armature tendue	Au	5,96 cm ² /ml
Acier minimal	Amin	1,53 cm ² /ml

Ferraillage retenu pour le piédroit:

- Face extérieur du piédroit (côté chaussé): **6HA12 /ml, soit HA12 esp=15 cm**
- Face intérieur du piédroit: **6HA8 /ml, soit HA8 esp=15 cm**
- Acier de répartition longitudinale: **HA8 esp=20 cm**

C/ RADIER:

Schéma du chargement défavorable au radier:



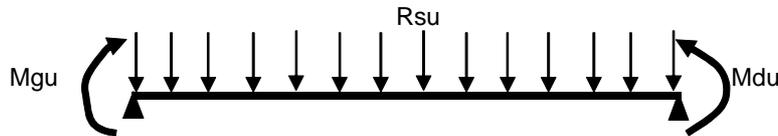
Réaction du sol à l'ELU:	R_{su}	-1,49 t/ml
Moment d'encastrement à droite du radier à l'ELU:	M_{du}	2,35 t.m/ml

Moment d'encastrement à gauche du radier à l'ELU:

Mgu

0,27 t.m/ml

Le radier se prêtera au schémas de fonctionnement suivant:



Réaction d'appui gauche

1,48 T/ml

Le moment maximal sur le radier est:

2,35 T.m/ml

On adoptera donc pour le radier, le même ferrailage que le piédroit.

D/ Récapitulatif des ferrailages:

Dalette:

5 HA12

sens longitudinal

6HA8

sens transversal

Piédroits:

HA12, esp=15 cm extérieur

HA8 , esp= 15 cm intérieur

HA8 , esp=20 cm

filant

Radier:

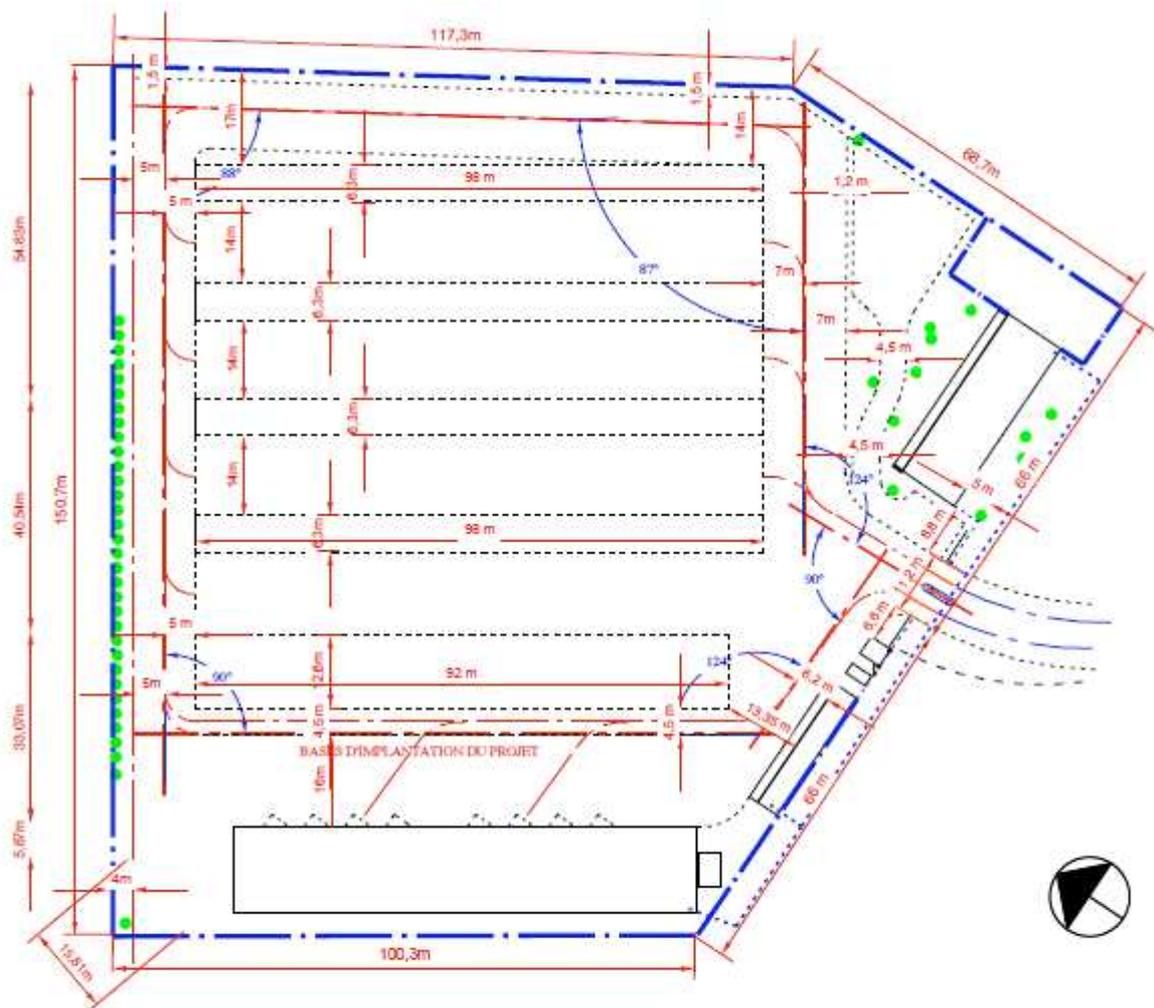
HA12 , esp=15 cm inférieur

HA 8 , esp=15 cm supérieur

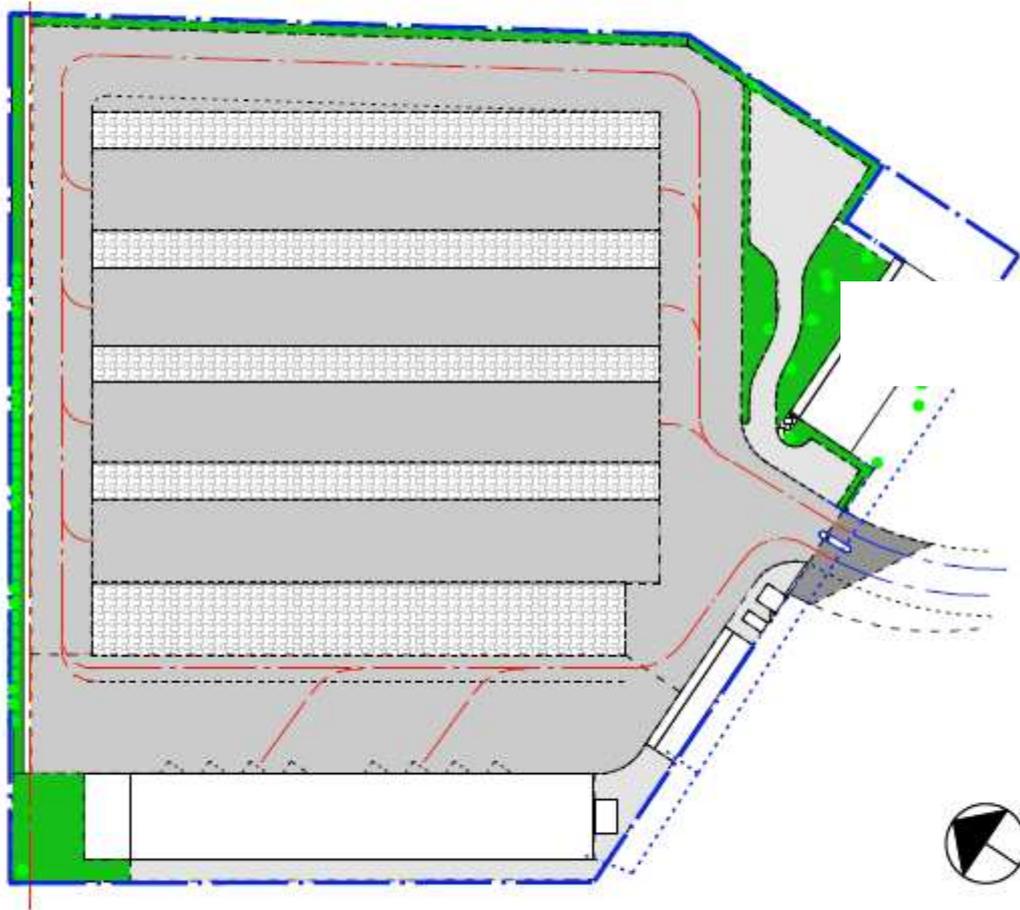
HA8 , esp=20 cm

filant

Annexe 3: Plans d'aménagement



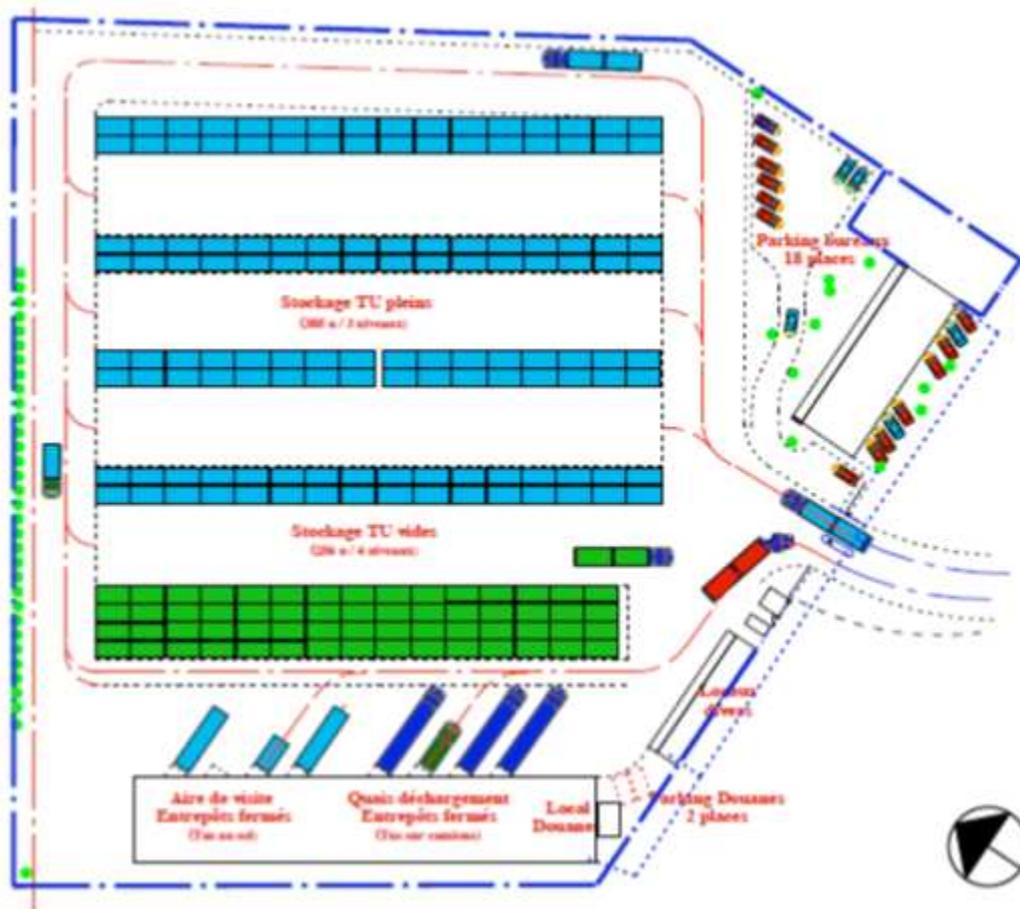
IMPLANTATION GENERALE



Légende

	Revêtement béton armé
	Revêtement pavé de 15cm
	Espace vert

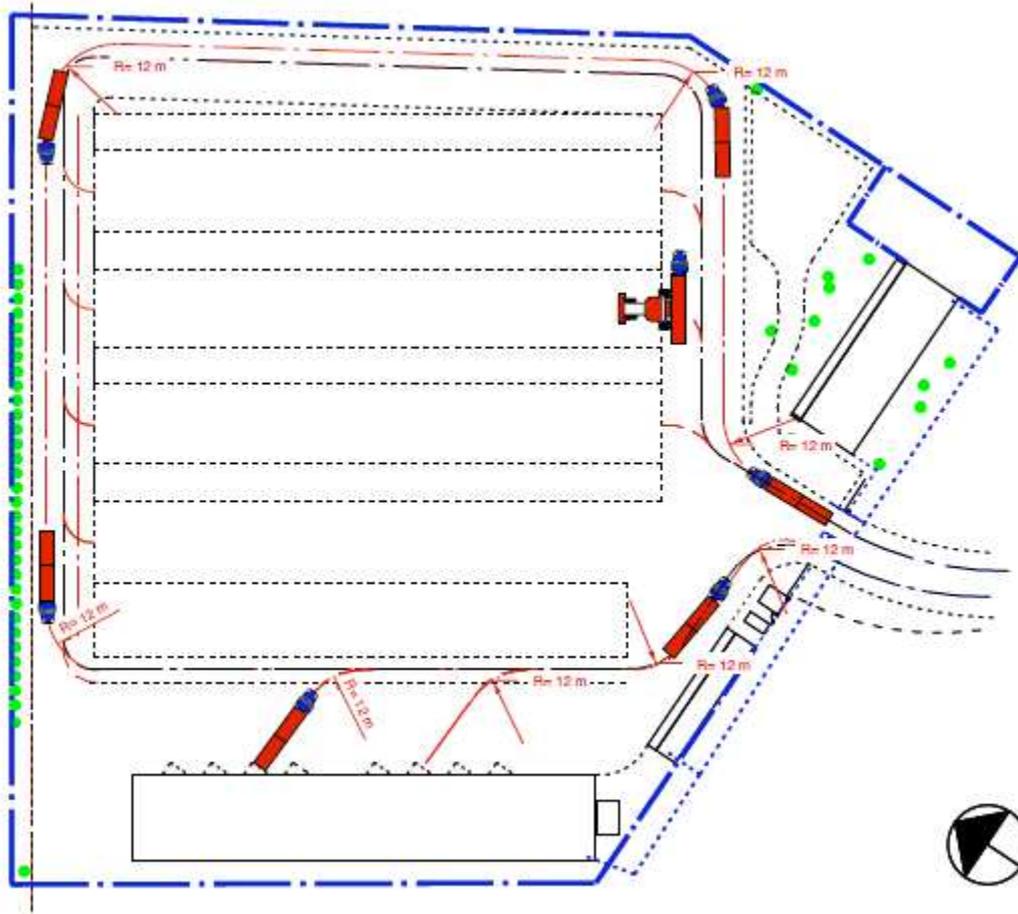
REVÊTEMENTS DE SURFACES



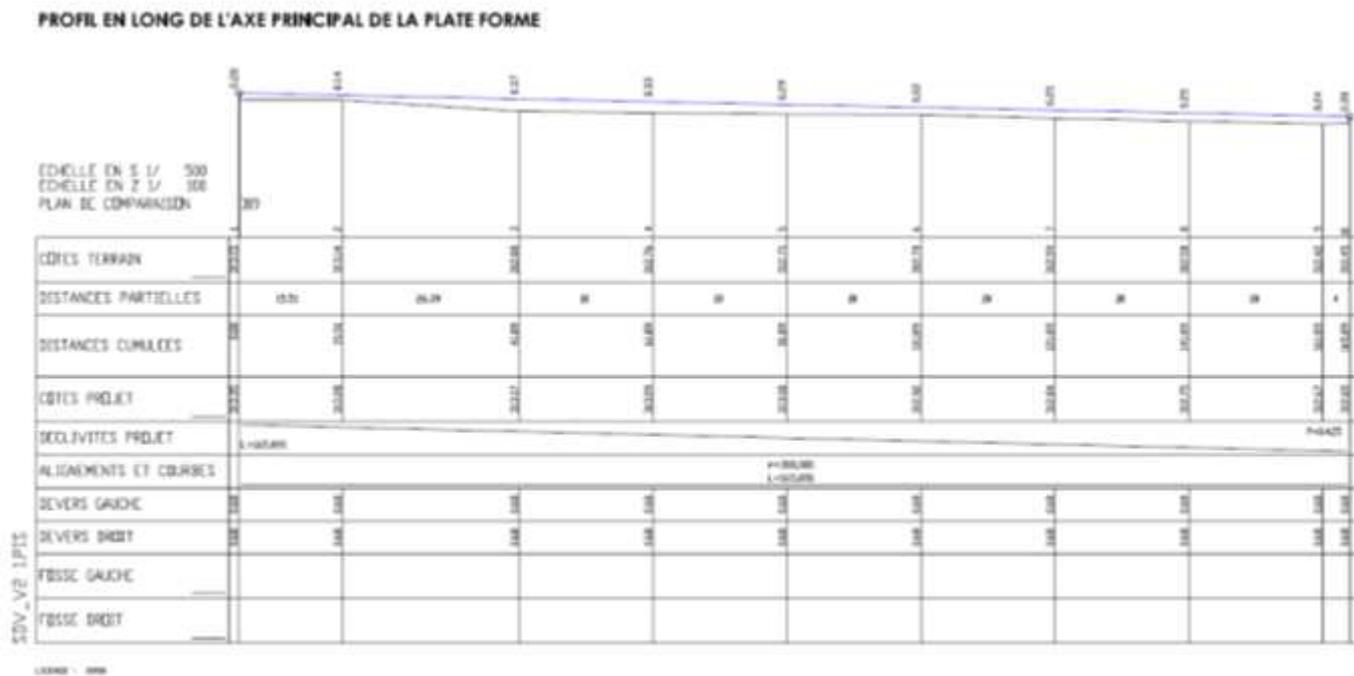
Légende

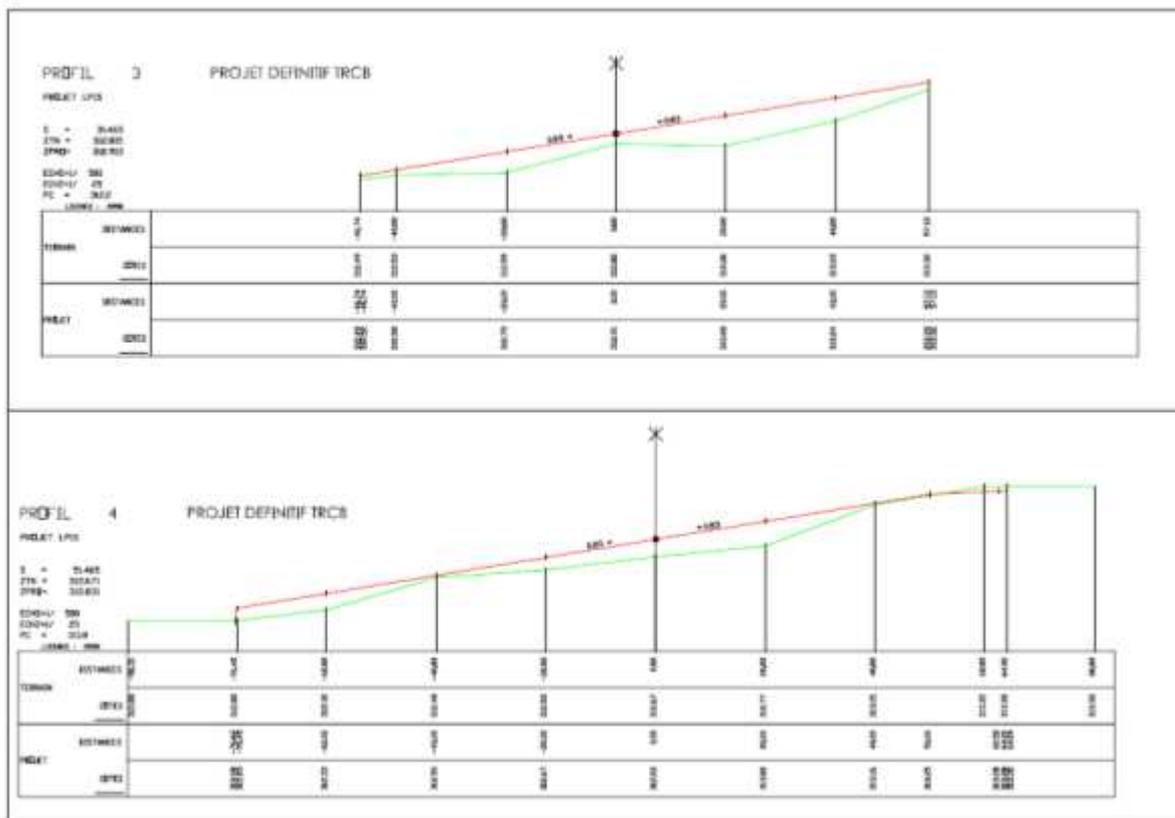
-  Accès et parking véhicules légers
-  Accès et parking véhicules lourds
-  Zone de stockage conteneurs vides
-  Zone de stockage conteneurs pleins

AIRES D'ACTIVITES



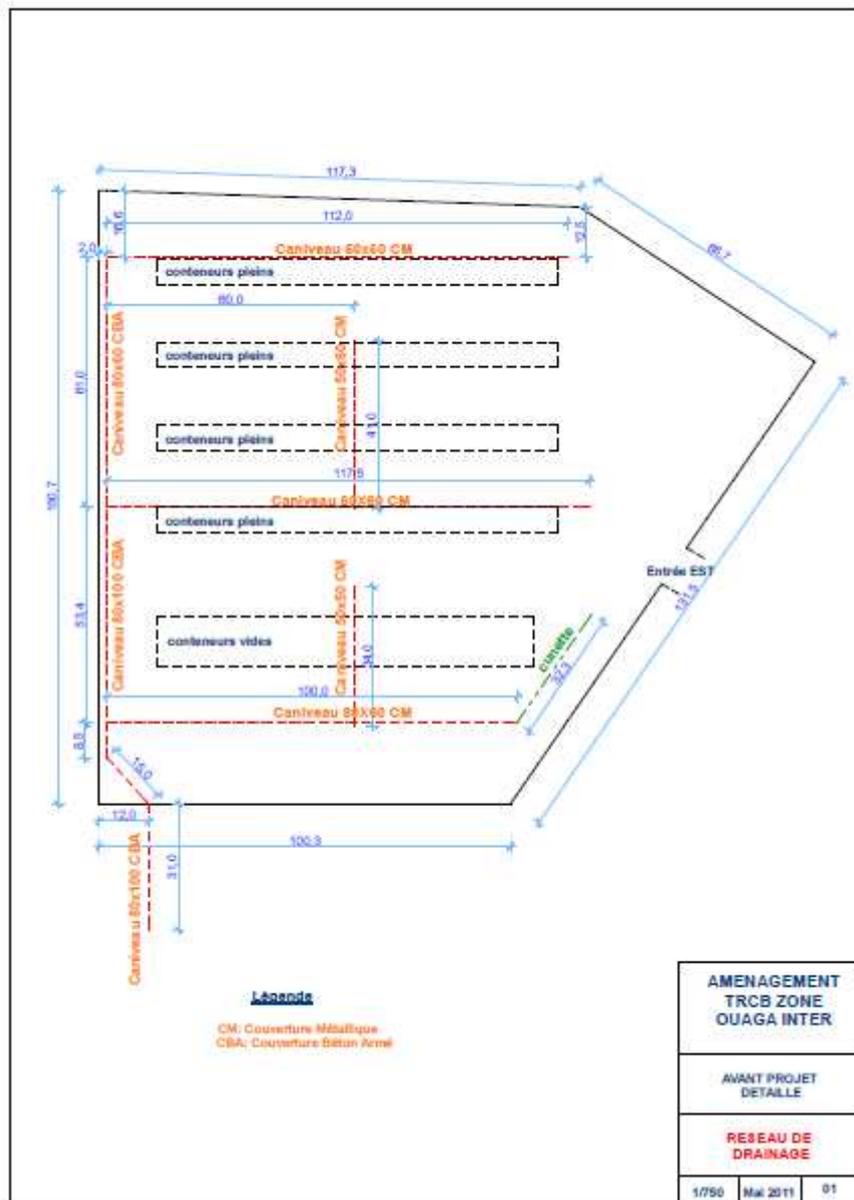
PRINCIPE DE CIRCULATIONS

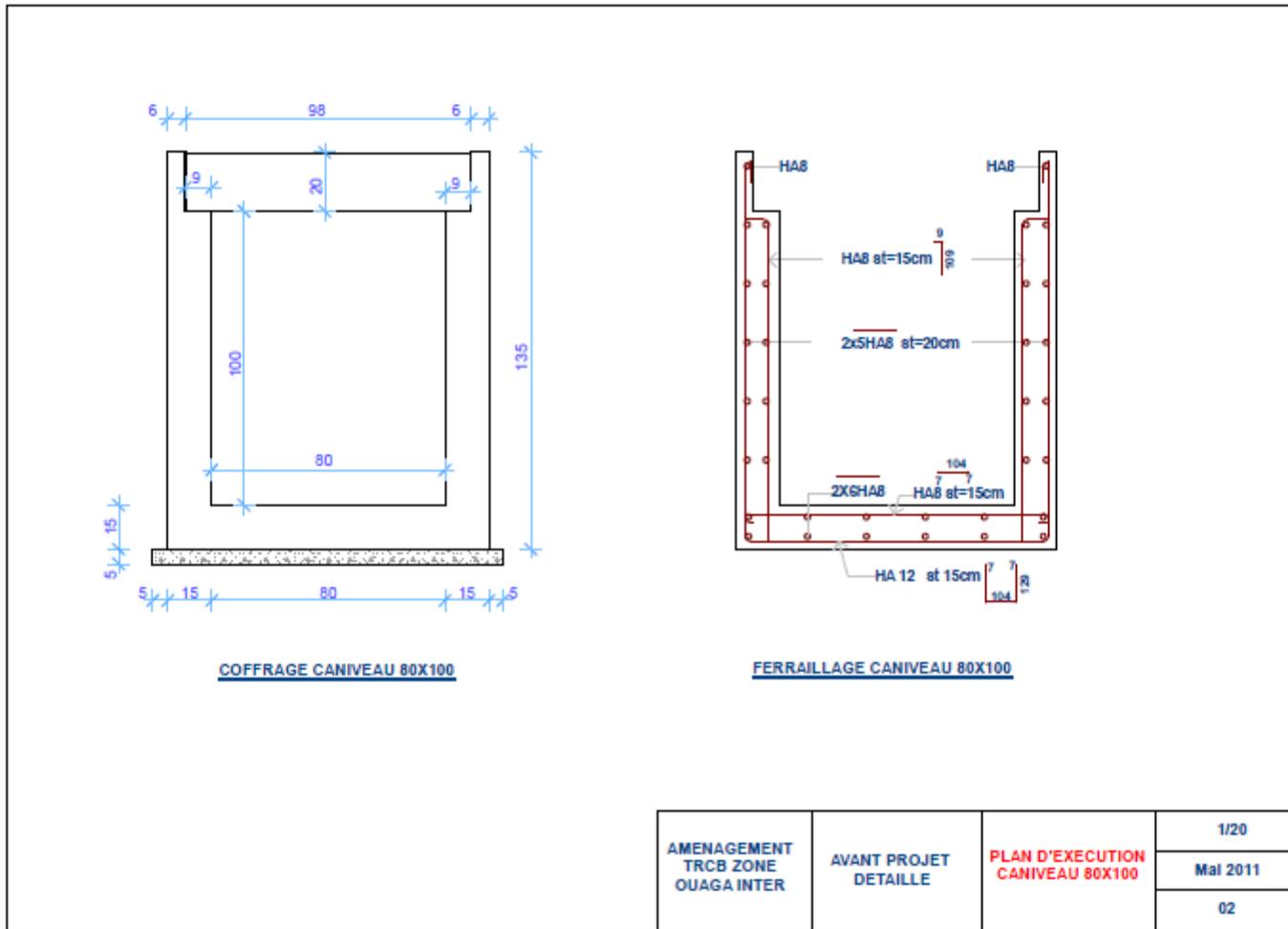


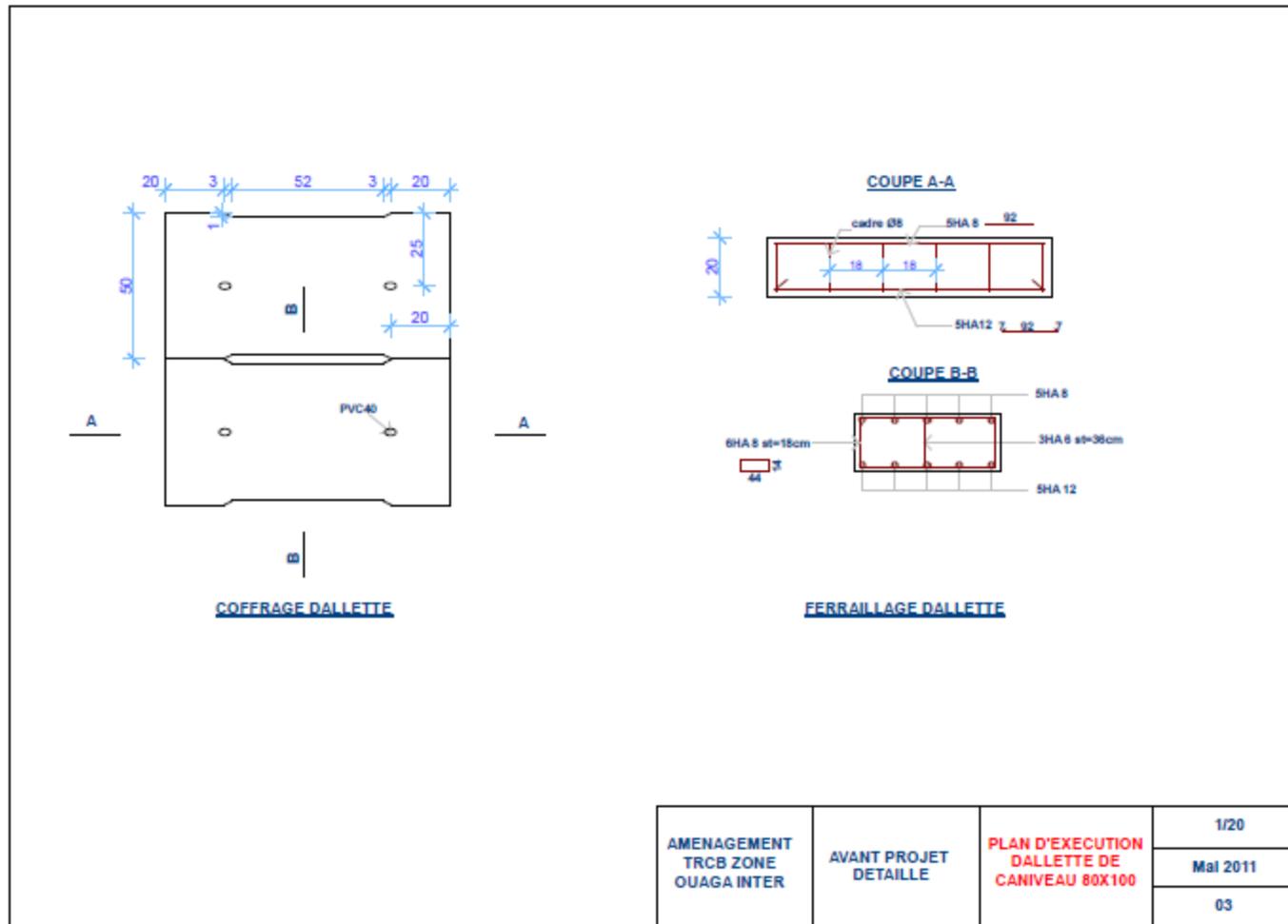


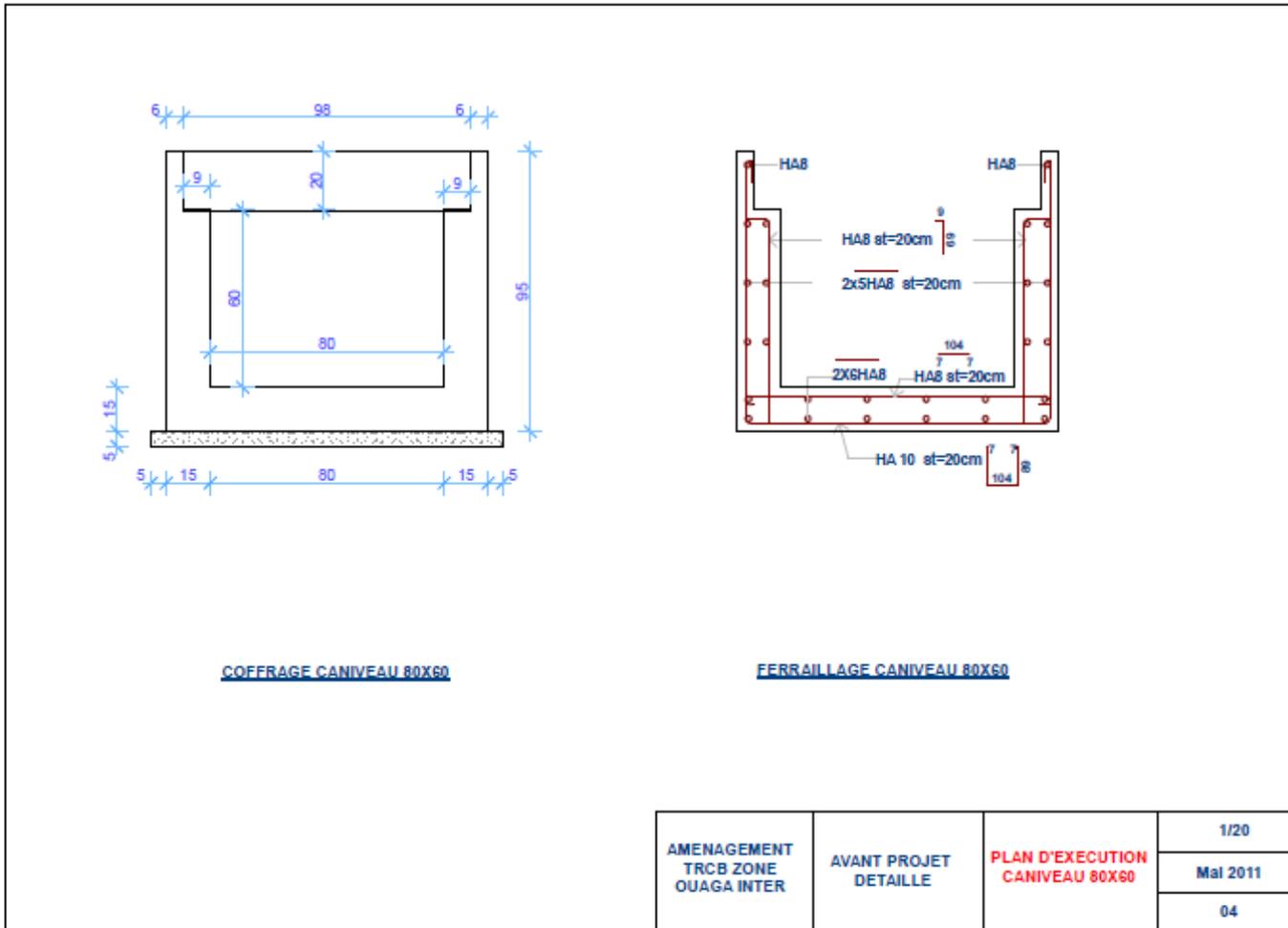
QUELQUES PROFILS EN TRAVERS

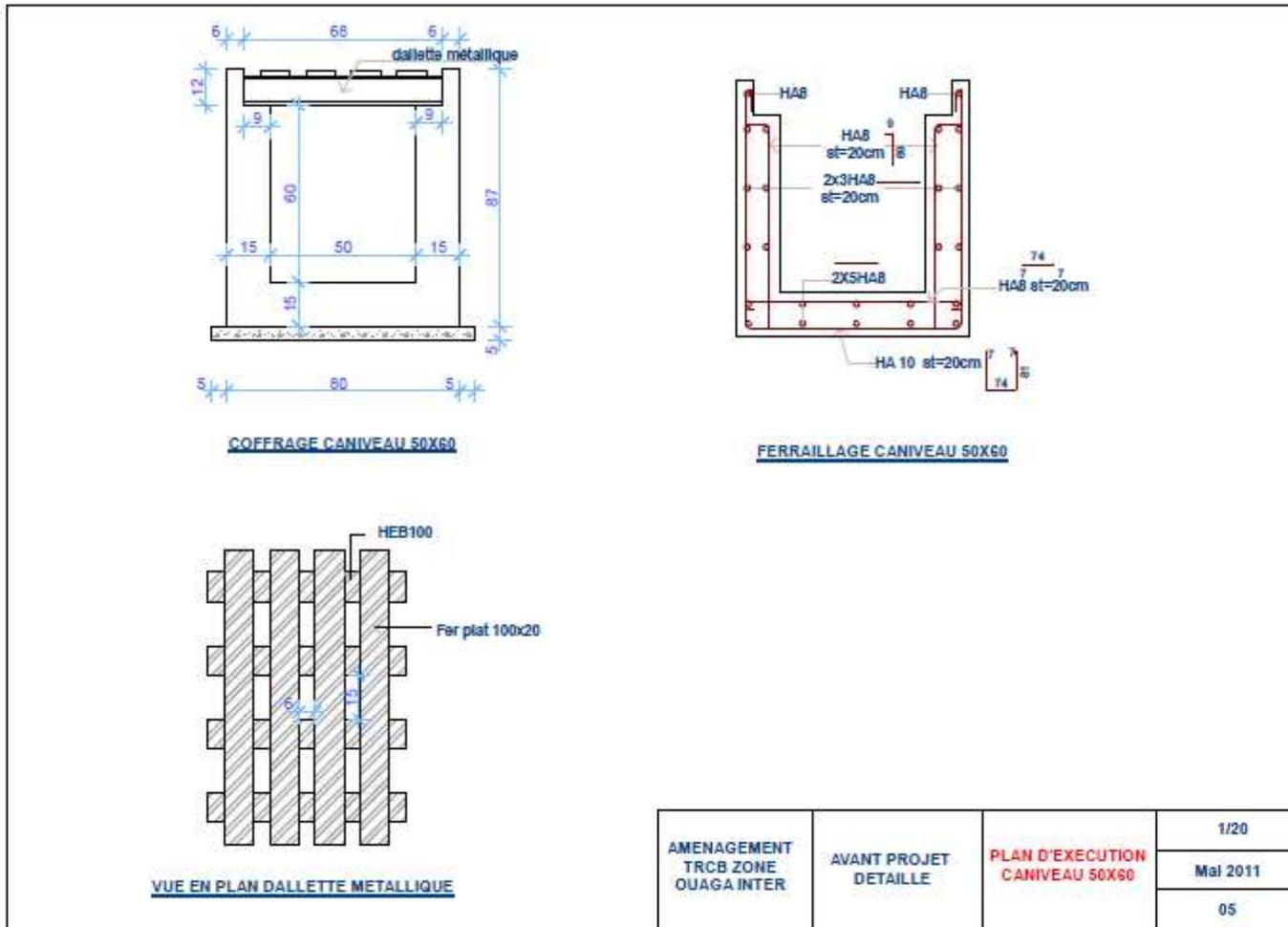
Annexe 4: Plans d'exécution



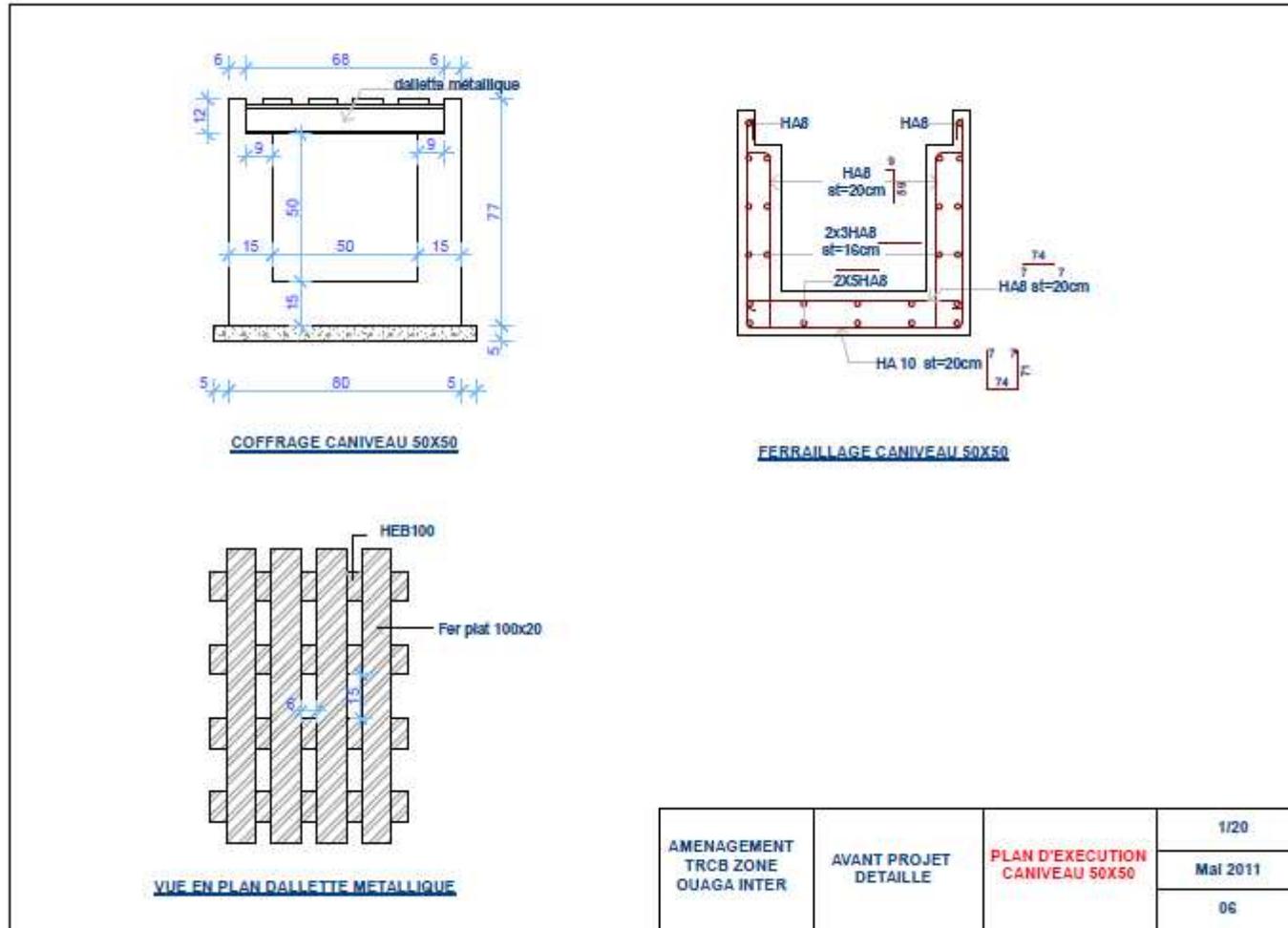


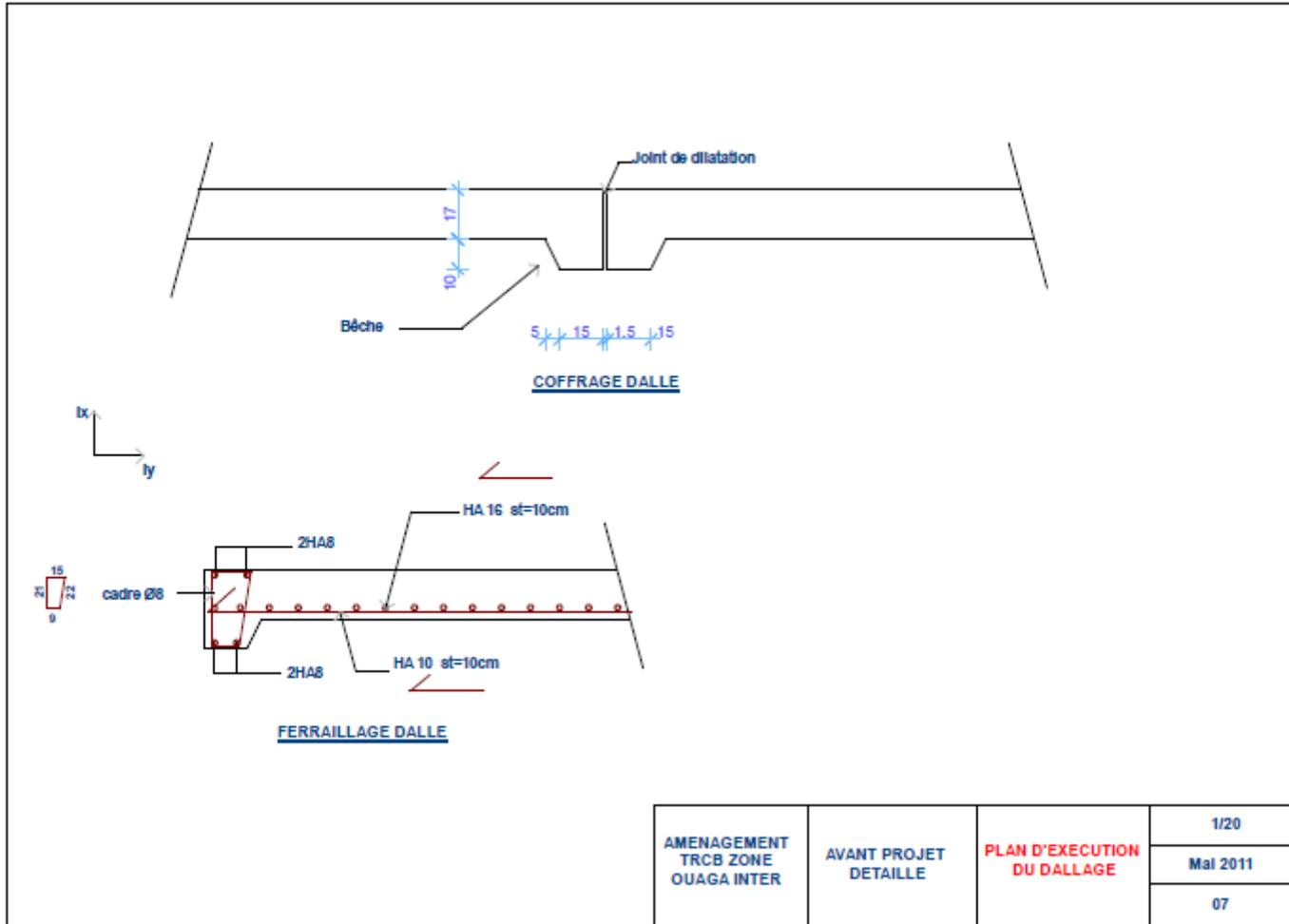






AMENAGEMENT TRCB ZONE OUAGA INTER	AVANT PROJET DETAILLE	PLAN D'EXECUTION CANIVEAU 50X60	1/20
			Mai 2011
			05





Annexe 5: Rapport étude de formule de béton hydraulique

LNBTP Ouagadougou

ÉTUDE DE FORMULE DE COMPOSITION DE BÉTON HYDRAULIQUE (Méthode pratique de DREUX GORISSE)

Chantier : TRCB (Sté SOL CONFORT ET DECOR) B25

1. CARACTÉRISTIQUES DES GRANULATS

GRANULATS	Sable nat.	Granit 5/15	Granit 15/25
CARACTÉRISTIQUES			
Classe granulaire - d/D	0/4	5/15	15/25
Fines - f%	4,0	0,0	1,0
Module de finesse - MF	2,555	-	-
Propreté superficielle - P%	-	1,1	0,92
Coefficient d'aplatissement - A ⁹	-	-	-
Équivalent de Sable - ES	76	-	-
Coefficient Los Angelès - LA	-	21,0	20,0
Coefficient MDE	-	6	5,0
Masse volumique réelle - MVR (g)	2,65	2,67	2,66
Masse volumique apparente - MV	1,46	1,36	1,46

2. FORMULE DE COMPOSITION THÉORIQUE

2.1. Données

Dimension maximale de granulats - D (mm) =
 Coefficient granulaire - G = G (D; Qualité des granulats) =
 Résistance caractéristique souhaitée - f_{c28} (MPa) =
 Classe vraie du ciment - σ_c' (MPa) =
 Affaissement souhaitée (plasticité moyenne normale) - A (cm) = 5 à 7 (6)

25,0
0,50
25
43
5,000

2.2. Dosage en ciment (C)

Rapport C/E =
 Dosage minimal en ciment - C_{mini} (kg/m³) =
 Dosage selon abaqué C = C (A, C/E) (kg/m³) =
 Dosage de calcul C (kg/m³) =

1,85
282
365
380

2.3. Dosage en eau (E)

Dosage en eau totale - E (l/m³) =
 Correction (%) =
 Dosage en eau totale corrigée - E (l/m³) =

205,1
0
205,1

2.4. Dosage théorique en matériaux secs

Dosage	pour un mètre cube de béton frais en oeuvre		Volume pour un sac de ciment (l)		
	Pondéral (kg)	Volumétrique (l)			
Granit 15/25	792,0	542,5	71,4	39,60	13,2
Granit 5/15	351,3	258,3	34,0	17,56	5,9
Sable	697,3	477,6	62,8	34,86	11,6
Ciment CPA45	380,0	-	50 kg	19,00	6,3

LNBT/Ouagadougou

ETUDE DE FORMULE DE COMPOSITION DE BÉTON HYDRAULIQUE
(Méthode pratique de DREUX GORISSE)
Chantier : TRCB (SCD)

1. CARACTÉRISTIQUES DES GRANULATS

GRANULATS	Sable	Quartz	
CARACTÉRISTIQUES			
Classe granulaire - d/D	0/5	8/25	
Fines - f%	7,5	0,5	#N/A
Module de finesse - MF	2,415	-	
Propreté superficielle - P%	-	0,3	
Coefficient d'aplatissement -	-	4,4	
Équivalent de Sable - ES	52	-	
Coefficient Los Angeles - LA	-	32	
Masse volumique réelle - MVR	2,65	2,66	
Masse volumique apparente -	1,52	1,53	

2. FORMULE DE COMPOSITION THÉORIQUE

2.1. Données

Dimension maximale de granulats - D (mm) =	25,0
Coefficient granulaire - G = G (D, Qualité des granulats) =	0,50
Résistance caractéristique souhaitée - fc28 (MPa) =	27
Classe vrnie du ciment φ_c (MPa) =	43
Affaissement souhaitée (plasticité moyenne normale) - A (cm) = 5 à 7 (6)	5,000

2.2. Dosage en ciment (C)

Rapport C/E =	1,94
Dosage minimal en ciment - Cmini (kg/m ³) =	294
Dosage selon abaque C = C (A, C/E) (kg/m ³) =	375
Dosage de calcul C (kg/m ³) =	380

2.3. Dosage en eau (E)

Dosage en eau totale - E (l/m ³) =	195,5
Correction (%) =	0
Dosage en eau totale corrigée - E (l/m ³) =	195,5

2.4. Dosage théorique en matériaux secs

Constituants	Dosage pour un mètre cube de béton frais en oeuvre		Volume pour un sac de ciment (l)	
	Pondéral (kg)	Volumétrique (l)		
Quartz	1132,7	740,3	97,4	56,64
Sable	705,1	463,9	61,0	35,26
Ciment CPA 45	380,0	-	50 kg	19,00
Eau totale	195,5	195,5	25,7	9,77

REMARQUE IMPORTANTE

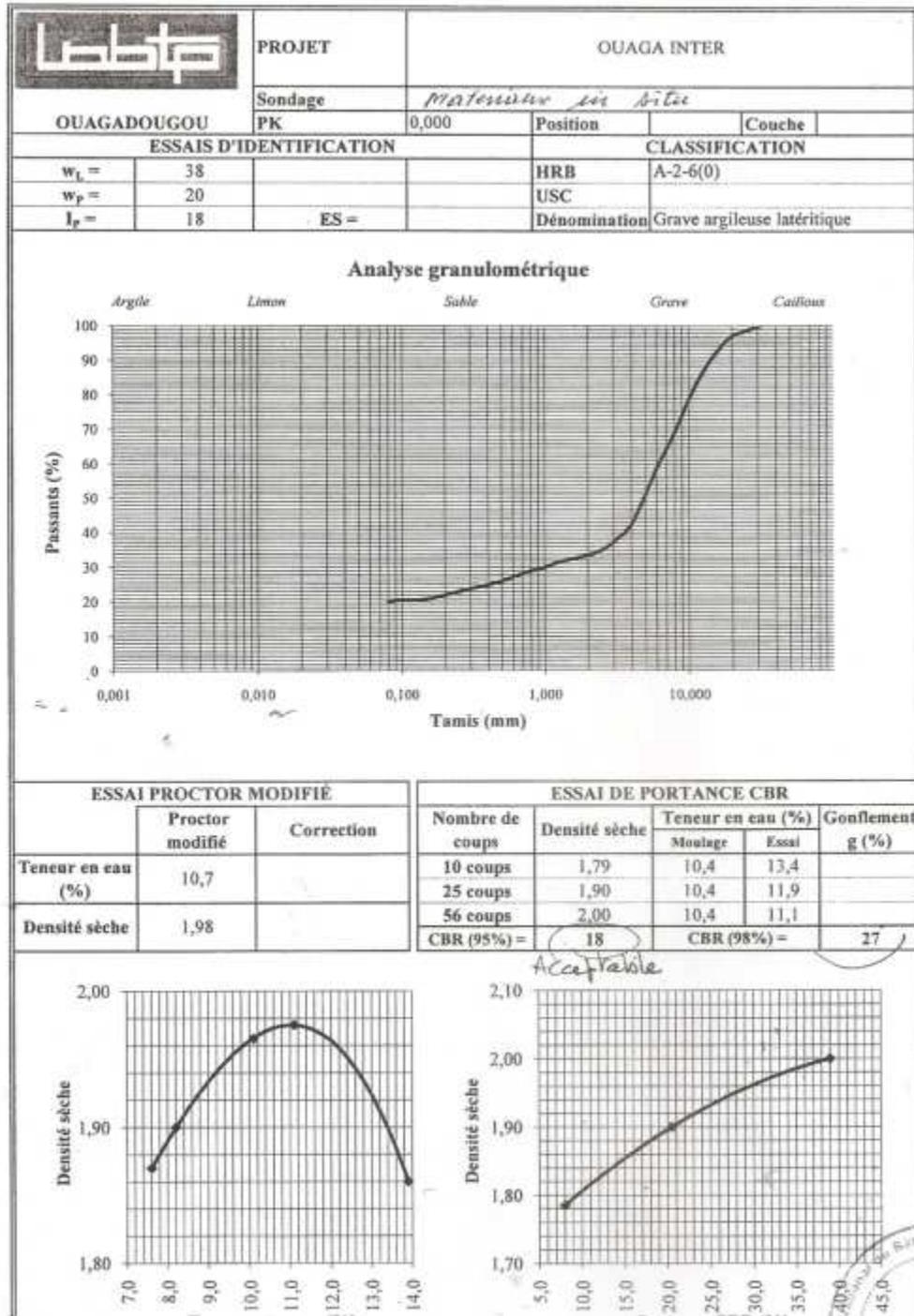
La formule de composition théorique doit être testée par des essais d'étude et de convenance. Trouver un sable de meilleur qualité (ES >= 70%)

RECU 21 OCT. 2009
VERIFIE LE 23 OCT. 2009

Le Chef du Département Structures



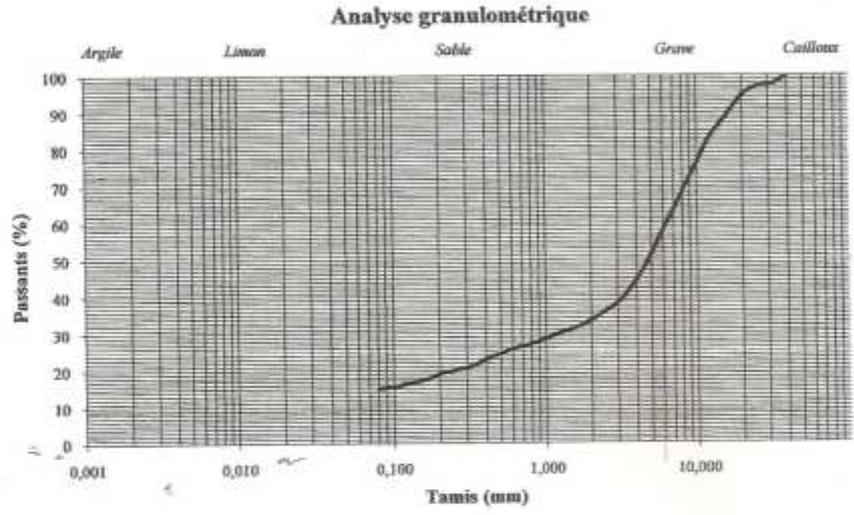
Annexe 6: Rapport reconnaissance des sols



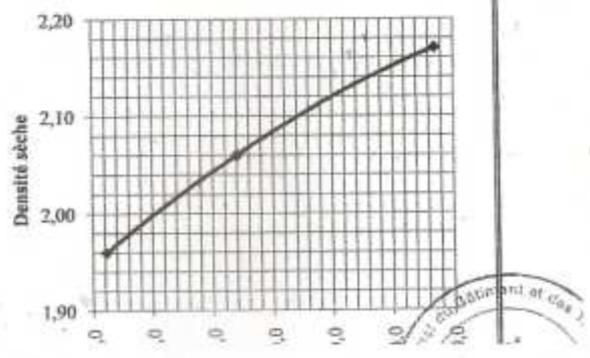
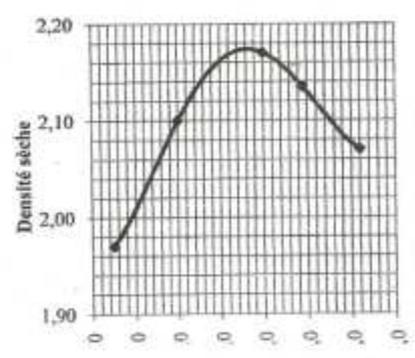
Sol support

Résultats complémentaires
le 12/07/09.

		PROJET		OUAGA INTER	
OUAGADOUGOU		Sondage			
PK		TRCB	Position	Couche	
ESSAIS D'IDENTIFICATION			CLASSIFICATION		
$w_L =$	29		HRB	A-2-6(0)	
$w_P =$	15		USC		
$I_P =$	14	ES =	Dénomination	Grave argileuse latéritique	



ESSAI PROCTOR MODIFIÉ			ESSAI DE PORTANCE CBR				
	Proctor modifié	Correction	Nombre de coups	Densité sèche	Teneur en eau (%)		Gonflement g (%)
					Moulage	Essai	
Teneur en eau (%)	8,6		10 coups	1,96	8,8	12,5	
			25 coups	2,06	8,8	11,7	
			56 coups	2,17	8,8	10,4	
Densité sèche	2,17		CBR (95%) =	64	CBR (98%) =		104



Matériau d'emprunt

Table des matières

DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENT	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT	v
LISTE DES ABREVIATIONS	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES	viii
SOMMAIRE	ix
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1: CADRE DE L'ETUDE	3
1-1 GENERALITES SUR LE COMMERCE AU BURKINA FASO.....	3
1-1.1 Caractéristiques des acteurs du secteur.....	3
1-1.2 Contribution du secteur à la création des richesses nationales	4
1-2 PRESENTATION DU PROJET.....	4
1-2.1 Contexte et justification	4
1-2.2 Cadre physique.....	6
1-2.3 Parties prenantes et leurs intérêts	8
1-2.4 Objectifs et consistance du projet.	9
1-2.5 Etudes préliminaires.....	9
CHAPITRE 2: DOSSIER TECHNIQUE ET FINANCIER	12
2-1 AMENAGEMENT DE LA PLATE FORME ET DES VRD	12

2-1.1 Documents de référence appliqués	12
2-1.2 Aménagement de la plate-forme	12
2-1.3 Aménagement des réseaux divers	13
2-2 ETUDES GEOTECHNIQUES	13
2-2.1 Recherche des matériaux de terrassement	13
2-2.2. Mouvement de terre	14
2-3 DRAINAGE DE LA PLATE FORME.....	15
2.3.1 Caractéristiques du Bassin Versant	16
2-3.2 Evaluation des débits de pointe des bassins versants.....	17
2-3.3 Dimensionnement Hydraulique des caniveaux.....	18
2-4 CALCUL DE LA STRUCTURE DES OUVRAGES.	20
2-4.1 Hypothèses et bases da calcul	20
2-4.2 Résultats des calculs des caniveaux	21
2-4.3 Dimensionnement de la dalle métallique.....	23
2-4.4 Dimensionnement de la fondation et de la dalle.....	25
2-5 ECLAIRAGE PUBLIC.....	28
2-5.1 Généralités	28
2-5.2 Choix de l'implantation	28
2-5.3 Choix du type de candélabre.....	28
2-5.4 Choix de luminaire.....	29
2-6 SIGNALISATION ET SECURITE	30
2-6.1 Signalisation horizontale.....	30
2-6.2 Signalisation Verticale	31
2-6.3 Signalisation temporaire	32
2-6.4 Sécurité	32
2-7 INSTRUCTIONS DE MISE EN ŒUVRE.....	32

2-7.1 Les travaux préparatoires :.....	32
2-7.2 Les travaux de terrassements, plate-forme, chaussées, trottoirs et stationnements	33
2-7.3 Matériel de chantier	33
2-8 PLANIFICATION DES TRAVAUX.....	35
2-8.1 Avantages de la planification.....	36
2-8.2 Elaboration du planning du projet.....	36
2-9 MESURES ENVIRONNEMENTALES	39
CONCLUSION	40
BIBLIOGRAPHIE	41
WEBOGRAPHIE.....	42
ANNEXES	43
Annexe 1: Courbes Intensité Durée Fréquence de la ville de Ouagadougou.....	44
Annexe 2: Feuille de calcul des caniveaux	45
Annexe 3: Plans d'aménagement.....	54
Annexe 4: Plans d'exécution	60
Annexe 5: Rapport étude de formule de béton hydraulique.....	67
Annexe 6: Rapport reconnaissance des sols.....	69