



**GROUPE DES ÉCOLES
EIER - ETSHER**

ÉCOLE INTER-ÉTATS D'INGÉNIEURS DE

L'ÉQUIPEMENT RURAL

03 B.P. 7023 OUAGADOUGOU 03
BURKINA FASO

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 2004



Présenté par :

AZONHITODE Cécile Dohoué

**Etudes de faisabilité technico-
économique du projet de réhabilitation
d'environ 255 km de routes en terre en
République du Bénin.**

**Route : Savalou-Aglamidjodji-Doumè
(39,650 km) avec un pont au PK 16+350**

SSA

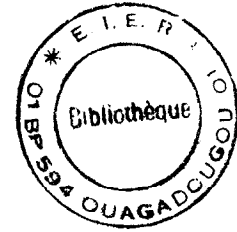
MENTION

ASSEZ BIEN

Encadrement :
Dippolyte FREITAS

Bénin - Burkina Faso - Cameroun - Centrafrique - Congo - Côte d'Ivoire - Gabon
Guinée - Mali - Mauritanie - Niger - Sénégal - Tchad - Togo

5
5
1
/
0
4



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 2004

Présenté par :

AZONHITODE Cécile Dohoué

**Etudes de faisabilité technico-économique du projet de réhabilitation d'environ 255 km de routes en terre en République du Bénin.
Route : Savalou-Aglamidjodji-Doumè (39,650 km) avec un pont au PK 16+350**

MENTION

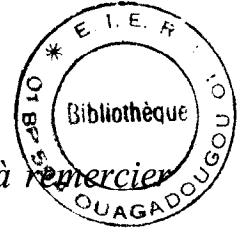
Encadrement :
Hippolyte FREITAS

DECICACES

Je dédie ce travail à :

- ❖ *Mes parents qui m'ont élevée avec tout leur amour, mais qui malheureusement ne sont plus aujourd'hui.*
- ❖ *Ma fille Kelly; que Dieu la protège et guide ses pas,*
- ❖ *Mon mari AHOYO Habib Carlos qui m' a toujours encouragée et soutenue,*
- ❖ *Tous mes amis de la 33^{ème} promotion de l'EIER pour les merveilleux moments passés ensemble.*

REMERCIEMENTS



Au terme de mon cycle d'ingénieur en Equipement Rural, je tiens à remercier très sincèrement tous ceux qui y ont contribué.

Je pense particulièrement à:

- ❖ Mon encadreur, Monsieur FREITAS Hippolyte;*
- ❖ Monsieur ADJAGBONI Sylvain, Directeur Général de CECO-BTP, qui m'a accueillie encore une fois dans son bureau d'études et qui a tout mis en œuvre pour que cette thèse soit une réussite;*
- ❖ Monsieur KOUKPONOU Pierre, pour son aide indéfectible;*
- ❖ Messieurs SOUDE Hervé et ADJAGBONI Constant, pour leurs conseils;*
- ❖ Tous mes amis dessinateurs projeteurs de CECO-BTP;*
- ❖ Tous les stagiaires, secrétaires et agents de liaison de CECO-BTP;*
- ❖ Tous mes enseignants de l'Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural de Ouagadougou.*

AUTEUR: AZONHITODE Cécile Dohoué

Professeur responsable : FREITAS Hippolyte

Organisme encadreur : CECO-BTP

THEME

***Etudes de faisabilité technico-économique du projet de réhabilitation d'environ
255 km de routes en terre en République du Bénin
Route : Savalou-Aglamidjodji-Doumé (39,650 km) avec un pont au PK 16+350.***

RESUME

Le présent travail est consacré à l'étude de faisabilité technico-économique du projet de réhabilitation de la route Savalou- Aglamidjodji – Doumé situé dans le département des Collines en République du Bénin.

L'objectif de cette étude est l'analyse de la rentabilité socio-économique de la réhabilitation de ladite route. Pour atteindre cet objectif, nous avons dans un premier temps fait l'étude socio-économique du milieu récepteur du projet. Dans cette rubrique, nous avons décrit l'état socio-économique actuel des localités traversées par la route et fait ressortir les dommages liés à l'état actuel de la voie ainsi que les avantages qu'induirait sa réhabilitation dans plusieurs secteurs : Santé, Education, Economie et bien-être social.

Ensuite, nous avons abordé le volet environnemental ; à ce niveau, nous avons recensé les impacts potentiels liés aux différentes phases du projet et proposé des mesures d'atténuations ou de maximisation selon que l'impact identifié est négatif ou positif. A la fin de cette analyse environnementale, nous avons élaboré le programme de surveillance des mesures d'atténuation et de maximisation et celui de suivi de l'état de l'environnement.

La dernière partie de cette étude a été consacrée au volet technique. Dans ce chapitre, nous avons procédé aux études hydrologiques et hydrauliques pour le dimensionnement des différents ouvrages de franchissement et de drainage. L'analyse des essais géotechniques nous a permis de déterminer l'épaisseur de la chaussée. Sur la base des métrés, le coût des travaux (pont et route en terre) a été estimé à **2 488 360 037 FCFA** (TTC).

Les résultats de cette étude de faisabilité ont montré que du point de vue économique, le projet est rentable (TRI = 11,9%). De plus, au regard de tous les avantages sociaux qu'induirait la réhabilitation de cette route en terre, on peut conclure que le projet est rentable à plus d'un titre, surtout qu'il s'agit d'un projet de développement qui vise à desservir les zones de grosses productions enclavées.

Mots Clés : TRI/impacts environnementaux/surélévation/CBR/prospection/débit décennal.

SOMMAIRE

RESUME.....	iii
SOMMAIRE	iv
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES GRAPHES	x
LISTE DES SCHEMAS	xi
LISTE DES CARTES	xi
LISTE DES SIGLES	xii
LISTE DES ANNEXES.....	xiii
INTRODUCTION.....	1
1- PRESENTATION DU PROJET ET ETAT DES LIEUX.....	2
1.1- Présentation du projet	2
1.1.2- Objectif du projet	2
1.1.2- Les zones concernées par le projet.....	2
1.2-Etat des lieux.....	3
2- METHODOLOGIE.....	5
2.1- Volet socio-économique	5
2.2- Volet environnemental.....	5
2.3- Volet technique	5
I - VOLET SOCIO-ECONOMIQUE	8
1- PRESENTATION GENERALE DU MILIEU RECEPTEUR.....	9
1.1- Milieu physique	9
1.1.1- Le relief et le climat.....	9
1.1.2- Le sol et la végétation.....	9
1.1.3- Le réseau hydrographique du milieu.....	9
1.2 – Milieu humain	10
1.2.1- Populations et groupes sociaux bénéficiaires	10
1.2.2- Les infrastructures routières	10
1.2.3- Les marchés.....	11
1.2.4- Autres infrastructures socio-communautaires desservies par la route	12

2- ETAT DES LIEUX PAR SECTEUR	13
2.1- L'agriculture et l'élevage.....	13
2.1.1- L'agriculture.....	13
2.1.2- L'élevage.....	16
2.2- La santé	16
2.3- L'éducation.....	17
2.4- L'approvisionnement en eau potable/énergie/Téléphone.....	18
3- DOMMAGES LIES A L'ETAT ACTUEL DE LA ROUTE.....	18
3.1- Sur le plan social.....	18
3.2- Sur le plan économique.....	19
3.2.1- Le trafic	19
3.2.2- Le commerce.....	19
3.3- Sur le plan sanitaire.....	19
4- LES AVANTAGES LIES A LA REHABILITATION DE LA ROUTE.....	20
4.1- Sur le plan social.....	20
4.2- Sur le plan économique.....	20
4.2.1- Le trafic	20
4.2.2- Autres activités génératrices de revenu	21
4.2.3- Autres avantages liés aux principales cultures	21
4.2.4- Avantages liés aux revenus agricoles.....	22
4.3- Sur le plan sanitaire.....	23
5- CALCUL DU TAUX DE RENTABILITE INTERNE ET ANALYSE DE SENSIBILITE	24
5.1- Calcul du TRI	24
5.2- Analyse de sensibilité.....	25
II- V OLET ENVIRONNEMENTAL.....	28
1- CADRE LEGAL ET REGLEMENTAIRE DES EIE AU BENIN.....	29
2- ANALYSE ENVIRONNEMENTALE.....	30
2.1- Consistance des travaux	30
2.1.1- Phase préparatoire.....	30
2.1.2- Phase d'exécution	30
2.1.3- phase d'exploitation et d'entretien	30
2.2- Les sources d'impacts.....	30
2.3- Les récepteurs d'impacts.....	30

2.4- Matrice d'identification des impacts potentiels	31
2.5- Les impacts liés aux différentes phases du projet	35
2.5.1- Avant le démarrage des travaux	35
2.5.2- Pendant l'exécution des travaux	35
2.5.3- Pendant l'exploitation et l'entretien de la voie	38
3- LES MESURES D'ATTENUATION ET DE MAXIMISATION	39
4- SURVEILLANCE ET SUIVI ENVIRONNEMENTAL	47
III VOLET TECHNIQUE	52
1- SCHEMA ITINERAIRE	53
2-ETUDES HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES	64
2.1- Etudes hydrologiques	64
2.1.1- Détermination de l'averse décennale P10	64
2.1.2- Les caractéristiques physiques des bassins versants	65
2.1.3- Calcul des débits décennaux par bassin versant	66
2.2- Etude hydrauliques	66
2.2.1- Dimensionnement du pont	66
2.2.2- Dimensionnement des dalots	72
2.2.3 – Dimensionnement des fossés	73
3- ETUDES TOPOGRAPHIQUES	74
4- ETUDES GEOTECHNIQUES	74
4.1- Les essais réalisés	74
4.1.1- Etude de la plate forme	74
4.1.2- Recherche de carrières	74
4.2- Les résultats des principaux essais	75
4.2.1- Essais sur plate forme	75
4.2.2- Prospections géotechniques	76
5- TYPES D'AMENAGEMENTS PROPOSES	76
5.1- Détermination de l'épaisseur minimale de la chaussée	76
5.2- Profil en travers	77
5.3- Profil en long	78
6- ALLOTISSEMENT ET ESTIMATION SOMMAIRE DU COUT DU PROJET	78
6.1- Allotissement	78
6.2- Estimation sommaire des coûts	78

6.2.1- Evaluation des travaux	78
CONCLUSION	85
BIBLIOGRAPHIE	86
ANNEXES	I

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les diverses catégories de route dans la commune de Savalou.....	10
Tableau 2 : les RNIE reliant Savalou	10
Tableau 3 : Classification des marchés	11
Tableau 4 : Prix de location de boutique, logettes et autres dans la commune de Savalou.	11
Tableau 5: Répartition des marchés principaux couverts par le projet.....	11
Tableau 6 : Infrastructures socio-économiques à Savalou.....	12
Tableau 7 : Démographie agricole dans la zone d'étude	13
Tableau 8 : Etat d'animaux inspectés abattus, campagne 2002-2003 à Savalou	16
Tableau 9 : Indicateurs sanitaires (Commune de Savalou 2003).....	17
Tableau10 : Indicateurs sociaux dans le secteur de l'éducation, commune de Savalou ...	17
Tableau 11 : Répartition spatiale des points d'eau dans la zone du projet.....	18
Tableau 12 : Evolution du trafic sur la route Savalou-Tchetti de 1999-2001	20
Tableau 13 : tonnage de coton graine pouvant transité par la voie Savalou-Doumè.....	21
Tableau 14 : Evolution des principales spéculations de 1997-2003 à Savalou	22
Tableau 15 : Niveau actuel des recettes issues du commerce des vivriers à Savalou	23
Tableau 16 : Valeur VAN pour différents taux d'actualisation	25
Tableau 17 : Matrice d'identification des impacts potentiels pour les différentes phases du projet.....	32
Tableau 18 : Mesures d'atténuation et de maximisation des impacts pendant l'exécution des travaux.....	40
Tableau 19 : Mesures d'atténuation et de maximisation des impacts pendant la phase d'exploitation et d'entretien.....	45
Tableau 20 : Activités et moyens de surveillance des mesures d'atténuation et de maximisation	48
Tableau 21 : Activités et moyens de suivi de l'état de l'environnement.....	51
Tableau 22 : Evolution de Kr10 en fonction de la géologie et de la précipitation annuelle .	65
Tableau 23 : caractéristiques des bassins versants.....	65
Tableau 24 : Calcul des débits décennaux	66
Tableau 25 : valeurs des coefficients de rugosité	67
Tableau 26 : caractéristiques des lits majeur et mineurs pour ZPHE	68
Tableau 27 : paramètres des lits mineur et majeur	68
Tableau 28 : Dimensionnement des dalots.....	73
Tableau 29 : caractéristiques principales de la plate forme	75
Tableau 30 : Identification des carrières	76

Tableau 31 : Epaisseur de chaussée.....	77
Tableau 32 : Allotissement	78
Tableau 33 : récapitulatif des dalots	81
Tableau 34 : Récapitulatif des signalisations	82
Tableau 35 : récapitulatif des estimations.....	82
Tableau 36 : estimation des coûts au kilomètre (lot 2).....	82

LISTE DES GRAPHES

Graphe 1: Evolution de la culture de Maïs dans la commune de Savalou	14
Graphe 2 : Evolution de la culture d'Ignome dans la commune de Savalou	14
Graphe 3: Evolution de la culture du Niébé dans la commune de Savalou	15
Graphe 4: Evolution de la culture du Coton dans la commune de Savalou	15

LISTE DES SCHEMAS

Schéma 1: dalot en fonctionnement dénoyé	72
Schéma 2: fossé triangulaire type	73
Schéma 3 : Profil en travers type en alignement droit.....	77
Schéma 4 : Profil en travers type dans un virage	78

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude	4
---	---

LISTE DES SIGLES

CARDER	: Centre d'Action Régionale pour le Développement Rural
CLCAM	: Caisse Local de Crédit Agricole Mutuel.
DDEHU	: Direction Départementale de l'Environnement de l'Habitat et de l'Urbanisme
DER	: Direction de l'Entretien Routier
DGTP	: Direction Générale des Travaux Publics
DPP	: Direction de la Programmation et de la Prospective
DRER	: Direction Régionale de l'Entretien Routier
DTIP	: Direction Technique d'Informatisation et de la Programmation
GV	: Groupement Villageois
IEC	: Information Education Communication
INSAE	: Institut National des Statistiques et de l'Analyse Economique
MAEP	: Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche
MECAG	: Ministère d'Etat chargé de la Coordination de l'Action Gouvernementale
MEHU	: Ministère de l'Environnement de l'Habitat et de l'Urbanisme
MTPT	: Ministère des Travaux Publics et des Transports
SBEE	: Société Béninoise d'Energie Electrique
SEE	: Service d'Evaluation Environnementale
SONEB	: Société Nationale Des Eaux Du Bénin
TRI	: Taux de Rentabilité Interne
USPP	: Union Sous-Préfectorale de Producteurs

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : Bassins versants.....	II
ANNEXE II : Données de pluie.....	III
ANNEXE III : Ajustement suivant la loi de GUMBEL.....	IV
ANNEXE IV : Coefficients relatifs aux caractéristiques de pont.....	V
ANNEXE V : Coefficients de dimensionnement des dalots.....	VI
ANNEXE VI : Résultats d'essais géotechniques.....	VII
ANNEXE VII : Graphe de dimensionnement de chaussée.....	VIII
ANNEXE VIII : Photo de la route.....	IX
ANNEXE IX : carte de la zone d'étude.....	X
ANNEXE X : Vue en plan et profil en long du pont.....	XI

INTRODUCTION

Le secteur routier au Bénin est caractérisé par une dégradation avancée des routes, aggravée par la vétusté des ouvrages d'assainissement lorsqu'ils existent. Pourtant, l'accroissement des superficies emblavées, la décentralisation obligeante et la forte monétarisation de l'économie créent des besoins nouveaux en matières d'infrastructures routières.

Pour soulager un temps soit peu la peine des populations à la base, le Gouvernement Béninois à travers le Programme Sectoriel des Transports (PST) a inscrit comme priorité l'aménagement des pistes de desserte rurales, des routes en terre, la construction des ouvrages d'assainissement et de drainage sur les routes classées. En adéquation avec cette stratégie, sous tutelle de la Direction Générale des Travaux Publics (DGTP), la Direction de l'Entretien Routier (DER) a mis au point un programme d'urgence visant la remise à niveau d'un certain nombre d'axes prioritaires. Le projet de réhabilitation d'environ 255 km de routes en terre dans les départements de l'Atlantique, des Collines et du Borgou dont l'axe Savalou-Aglamidjodji-Doumé (39,650 km), objet de notre thème de mémoire de fin d'études s'inscrit dans ce cadre et vise le désenclavement des zones de fortes productions.

La présente étude s'articulera autour des volets socio-économique, environnemental et technique. Les résultats issus de ces études nous permettront de conclure quant à la faisabilité technico-économique dudit projet.

1-PRESENTATION DU PROJET ET ETAT DES LIEUX

1.1- Présentation du projet

La politique du gouvernement du Bénin dans le secteur des transports met l'accent sur le renforcement et l'amélioration des infrastructures existantes. Dans ce cadre et compte tenu du fait que l'agriculture occupe une place de choix dans l'économie nationale, le gouvernement de la République du Bénin met en place progressivement un réseau de routes de desserte rurales en vue du désenclavement des zones à grosses productions et des localités rurales.

En effet, jusqu'en 1990, l'état du réseau routier national non revêtu était globalement médiocre et nécessitait des travaux de réhabilitation ou d'entretien intensif.

En vue d'un rattrapage général du niveau du réseau routier en terre dans le sens de la réduction en terme de coût d'entretien, un programme spécial visant entre autres, l'entretien périodique et la réhabilitation du réseau non revêtu a été ainsi initié. Le projet faisant objet de notre étude entre dans le cadre de l'exécution dudit programme et concerne la réhabilitation de 255 km de route en terre au Bénin dont l'axe Savalou- Aglamidjodji-Doumè qui fait 39,650 km de long. Cette étude de faisabilité a été financée par la Banque Ouest Africaine de Développement (BOAD).

1.1.2- Objectif du projet

Les travaux envisagés au titre du présent projet concernent l'ouverture de voies, leur mise en forme, la construction d'ouvrages en béton armé, l'élimination de points critiques et le rechargement des axes retenus et porteront sur environ 255 km de routes en terre qui au terme des travaux, seront entièrement réhabilitées. L'objectif principal est d'obtenir après les travaux, des routes en très bon état de praticabilité en toute saison et d'entretien facile.

Actuellement, le projet est à l'étape d'étude de faisabilité technico-économique. C'est dans ce cadre qu'il nous a été confié l'étude de l'axe Savalou-Aglamidjodji-Doumè(39,650 km).

1.1.2- Les zones concernées par le projet

Dans sa totalité, le projet concerne plusieurs départements du Bénin : l'Atlantique au sud, les Collines au centre et le Borgou au nord du Bénin. Mais l'axe Savalou-Aglamidjodji-Doumè(39,650 km) faisant l'objet de notre étude se situe dans le département des Collines. C'est une piste qui relie la commune de Savalou à l'arrondissement de Doumè. Elle dessert les villages Tchogodo, Lohozoungo, Aglamidjodji et Iroukou.

1.2-Etat des lieux

A l'état actuel, la piste a une largeur moyenne de 3m entre Savalou et Aglamidjodji. Cette largeur est réduite à un sentier à partir d'Aglamidjodji jusqu'à la fin de la piste à Doumè.

Le sol rencontré est argileux en majorité et par endroit argilo-limoneux. On note également la présence de quelques affleurements rocheux. Cette piste est difficilement praticable pendant la saison sèche et totalement inaccessible aux populations pendant la saison pluvieuse car au PK 16 + 350 la piste est coupée par le fleuve Zou ; de plus, dans sa majeure partie, la piste est en dessous du terrain naturel.

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude



2- METHODOLOGIE

La méthodologie adoptée pour aborder l'étude de faisabilité technico-économique de la route Savalou – Aglamidjodji – Doumé se présente comme suit :

2.1- Volet socio-économique

L'étude socio-économique du projet a été faite à travers les points suivants :

- Recensement des caractéristiques socio-économiques de la zone d'influence du projet sur :
 - Le plan sanitaire (meilleure circulation des agents de santé ; évacuation d'urgence moins pénible ? disponibilité des véhicules ? accès rapide aux centres de santé ?...) ;
 - Le plan social (centres de santé, écoles, dispensaires);
 - Le plan économique (activités économiques de la zone ; les marchés ; l'artisanat ; le commerce ; l'agriculture ; bref, toutes les activités génératrices de revenu) ;
- Identification des dommages dus à l'état actuel de la route sur la vie socio-économique ;
- Evaluation des impacts de la réhabilitation de la route sur la vie socio-économique et
- Calcul du taux de rentabilité interne (TRI) de l'investissement.

2.2- Volet environnemental

- A ce niveau, nous avons fait l'Etude d'Impact Environnemental suivant les étapes ci-dessous :
 - Choix du type d'étude d'impact environnemental adapté au projet ;
 - Identification des éléments du milieu récepteur touchés ;
 - Identification des activités sources d'impacts ;
 - Identification des impacts négatifs et positifs ;
 - Proposition des mesures d'atténuation des impacts négatifs et de maximisation des impacts positifs et
 - Proposition d'un programme de surveillance des mesures d'atténuation et de maximisation et d'un programme de suivi de l'état de l'environnement.

2.3- Volet technique

Au plan technique, l'étude s'est articulée autour des points suivants :

- Etude du trafic
 - Le comptage :
 - Les véhicules motorisés (voiture, camions et leur poids),
 - Les deux roues (motorisés ou non),

- Les véhicules à traction animale et
- Les véhicules agricoles(tracteurs).
- Enquêtes origines-destination-chargement
 - Origine et destination des éléments ci-dessus,
 - Nature du chargement et le tonnage des marchandises transportées et
- Comparaison du trafic actuel avec ceux des années précédentes (pour savoir l'évolution du trafic au niveau de la piste).

Schéma itinéraire

Le schéma itinéraire a été réalisé sur des sections de route de 500m et sur lesquelles figurent les informations suivantes :

- Nom des villages et fermes desservis ,
- Carrefours et points singuliers,
- La végétation,
- Nature du sol,
- Points d'Emprunts latéritiques,
- Profil en long : schéma des pentes et déclivités sur la piste,
- Plate-forme,
- Etat des fossés,
- Radians,
- Buses,
- Dalots,
- Les points d'eau,
- Points bas auxquels il faut accorder une attention particulière et
- Ponts.

Etude topographique

Nous avons recueilli les résultats des levés topographiques et fait leur analyse en faisant ressortir :

- La cote du plan des hautes eaux et
- Le profil en long et la vue en plan du pont et des rampes d'accès au pont.

Etudes hydrologiques et hydrauliques

Cette rubrique a été consacrée au :

- Recueil des données hydrologiques et météorologiques et la carte de la zone au 1/200 000,
- Délimitation des bassins versants et le calcul des débits de projet (Qprojet) et
- Dimensionnement hydraulique des différents ouvrages d'art et hydrauliques.

Les études géotechniques

Cette étape consistait à :

- Recueillir les résultats des essais géotechniques,
 - Ressortir les zones argileuses ou vaseuses s'il en existe et
 - Ressortir les différentes carrières de la zone d'étude : leur distance de la piste et leur capacité.

Caractéristiques de la route

Après l'étude du trafic et les études géotechniques, nous avons déterminé les caractéristiques de la route selon les prescriptions des Termes De Référence:

- Gabarit des fossés latéraux et divergents,
- Epaisseur de la couche de base (remblais) et
- Epaisseur de la couche de roulement.

Devis quantitatif et estimatif à partir des métrés.

I - VOLET SOCIO-ECONOMIQUE

1-PRESENTATION GENERALE DU MILIEU RECEPTEUR

La piste Savalou-Aglamidjodji-Doumé se situe dans le département des Collines au centre du Bénin. Le milieu récepteur de ce projet est la commune de Savalou. En effet le tronçon relie Doumé un arrondissement de Savalou à Aglamidjodji un village de la commune de Savalou. Rappelons que Savalou se situe à 233 km de Cotonou sur l'axe Cotonou – Natitingou.

1.1- Milieu physique

1.1.1- Le relief et le climat

La commune de Savalou est une zone de plateau de 200 à 300 m d'altitude moyenne, dominée par des alignements de collines granitiques d'orientation Nord-Sud d'altitude moyenne de 400 m.

La région jouit d'un climat de transition entre le climat sub-équatorial de la côte et le climat tropical humide du type soudano-guinéen du Nord Bénin. La moyenne pluviométrique annuelle varie entre 900 mm et 1200 mm d'eau.

1.1.2- Le sol et la végétation

Le milieu récepteur du projet est globalement caractérisé par des sols ferrugineux tropicaux. Ces sols initialement moins fertiles sont très sensibles à la dégradation. Toutefois, les zones de dépression sont caractérisées par des vertisols et des sols hydromorphes.

La végétation est caractérisée par une savane arborée par endroit et arbustive dans sa majorité. Les espèces couramment rencontrées sont : céiba pentadara, Adansonia digitata, Khaya grandifolis, Butyrospermum para doxium. Il faut noter également l'existence d'une forêt classée.

1.1.3- Le réseau hydrographique du milieu

Le réseau hydrographique de la zone est dominée par le fleuve zou qui coupe la route au PK 16+350. Par ailleurs, on note la présence de quelques rivières. Les plus importantes sont: Azokan et Bogui. Notons que ces différents cours d'eau ont un régime d'écoulement intermittent en fonction des pluviosités enregistrées.

1.2 – Milieu humain

1.2.1- Populations et groupes sociaux bénéficiaires

La commune de Savalou située dans le département des collines, s'étend sur 2 674 km² et comprend 14 arrondissements, 17 quartiers et 52 villages. Sa population estimée en 1992 à 72 641 habitants est passée à 104 749 habitants en 2002 soit un taux d'accroissement de 3,73%.

La population rurale en 1992 a été estimée à 56 408 habitants (77,7%) et la population urbaine a été estimée à 16 293 habitants (22,3%).

La population de Savalou comprend des peuplements très anciens dominés par les groupes socioculturels tels que les Fon et les Yoruba et d'autres minorités telles que les Peuhl, les Otamari, les Yomlokpa, les Dendi, les Adja et les Bariba. Mais le Fon est de loin le dialecte le plus parlé dans la commune de Savalou.

1.2.2- Les infrastructures routières

La monographie communale de Savalou (MECAG/INSAE/DTIP, Juin 2001) révèle un tissu routier dont les caractéristiques sont regroupées dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 1 : Les diverses catégories de route dans la commune de Savalou

N°	Type de route	Longueur (km)
1	Route revêtue (Rr)	20
2	Route principale de praticabilité permanente (Rppp)	14
3	Route Secondaire de praticabilité permanente (RSpp)	127
4	Route ou Piste saisonnière (R-Ps)	27

Savalou est également traversée par plusieurs Routes Nationales Inter Etats (RNIE)

Tableau 2 : les RNIE reliant Savalou

N°	Tronçon	Catégorie	Longueur (Km)
1	Savalou-Dassa	RNIE2	30
2	Savalou-Bantè	RNIE3	59
3	Savalou-Tchetti	RNIE5	36

1.2.3- Les marchés

Il existe sur le territoire de la commune de Savalou, une vingtaine de marchés dont cinq quotidiens et treize périodiques. Les marchés sont gérés par la mairie. Ceux desservis par la route sont : Savalou (tchaou), Doumè et Tchetti.

Tableau 3 : Classification des marchés

Classification suivant l'origine des usages	-Marché International : Doumè, Tchetti -Marché régional : Savalou (Tchaou)
Classification suivant le produit dominant	-Marché de vivriers : Doumè, Tchetti -Marché de manufacture : Savalou(Tchaou)

D'après nos enquêtes menées sur le terrain, il apparaît clairement que les différents marchés sus-cités sont de véritables greniers pour les commerçants de vivriers aussi bien du Sud que du Nord du pays et même du Togo voisin.

On retrouve à Savalou centre, des logettes, boutiques et magasins construits par la mairie. Les modalités de locations des infrastructures sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Prix de location de boutique, logettes et autres dans la commune de Savalou.

désignation	Nombre	Prix
Boutiques	12	4000 f/mois
Magasin	1	10 000 f/mois
Hall	1	21 000 f/mois

Tableau 5: Répartition des marchés principaux couverts par le projet

localité	marché	Périodicité par semaine (jours)	Moment d'animation	Droit de place (CFA)	Nature du bâti	Envergure
Savalou	Tchaou	4	Diurne	25 à 100	Hangar/logettes	Régional
Tchetti	Tchetti	7	Diurne	25 à 100	Hangar	International
Doumè	Doumè	7	diurne	25 à 100	hangar	international

Les marchés de Tchetti et de Doumè ont une périodicité de 7 jours, donc pas de risque de chevauchement de jours d'animation, ce qui rend ces deux marchés très complémentaires en matière de circulation des divers produits qui y sont vendus.

L'ensemble de ces marchés forme une figure géométrique triangulaire (cf. annexe 9).

Des prélèvements d'échantillons en nombres variables de matériaux jugés les plus représentatifs ont été effectués par carrière pour être soumis aux essais de laboratoire à savoir :

- ❖ Analyse granulométrique,
- ❖ Limite d'Atterberg,
- ❖ Proctor et
- ❖ CBR imbibé à 96 heures.

4.2- Les résultats des principaux essais

4.2.1- Essais sur plate forme

Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques de matériaux de plate forme

Tableau 29 : caractéristiques principales de la plate forme

Caractéristiques	Echantillons Nature et Origine				
	-PK 0+000 C/G Puits n°1 Prof. 0,10/1,2 m	-PK0+000 C/G puit n°1 -PK10+000 C/D puits n°3 -PK25+000 C/D puits n°6	-PK5+000 C/D puits n°2 -PK 20+000 C/G puits n°5	-PK30+000 C/D puits n°7 -PK15+000 C/D puits n°4	-PK35+000 C/G puits n°8 -PK39+000 C/G puits n°9
Poids spécifiques des grains solides		2,852	2,53		2,605
Equivalent de sable (ES)					
Limites d'Atterberg	WL (%)	26			
	IP	10			
Matière organique MO (%)					
Proctor Modifié	γ_d (T/m ³)	2,125	1,80	2,04	2,025
	W _{opt} (%)	7,5	14	10,8	8,0
CBR imbibé à 96 h	100%	65	5	6,0	75
	95%	45	1	4,0	65
	Gonflement GL (%)	0,174	3,5	1,85	0,758
	Teneur en eau finale	Varie entre 8,7 et 12,36	Varie entre 16,88 et 20,26	Varie entre 11,2 et 14,02	Varie entre 9,45 et 12,08

Source : rapport CNERTP

Education	9 Ecoles primaires publiques 9 CEG (dont 2 de second cycle) 1 collège privé 4 écoles primaires privées 9 écoles maternelles 2 complexes polytechniques	Education des enfants	Les enfants et les jeunes en âges de scolarisation
	1 centre d'alphabétisation	alphabétisation	Jeunes et adultes
Egrenage coton	1 SONAPRA 1 SEICB (Privée)	Egrenage coton	Producteurs coton

2- ETAT DES LIEUX PAR SECTEUR

La vie active dans Savalou et ses arrondissements s'articule autour de divers pôles d'activité à savoir : l'agriculture, l'élevage, le commerce, l'artisanat et les services sociaux tels que l'éducation, la santé, l'eau et l'énergie.

2.1- L'agriculture et l'élevage

L'agriculture et l'élevage constituent les principaux domaines d'activité du secteur primaire.

2.1.1- L'agriculture

Plus de 75% de la population de Savalou vivent de l'agriculture (coton, maïs, igname, manioc, Niébé, piment). On y rencontre également, plusieurs plantations de teck et d'acajou. La principale culture de rente est le coton.

Les Tableaux 7 et 8 présentent quelques statistiques agricoles sur l'agriculture et l'élevage dans la zone du projet.

Tableau 7 : Démographie agricole dans la zone d'étude

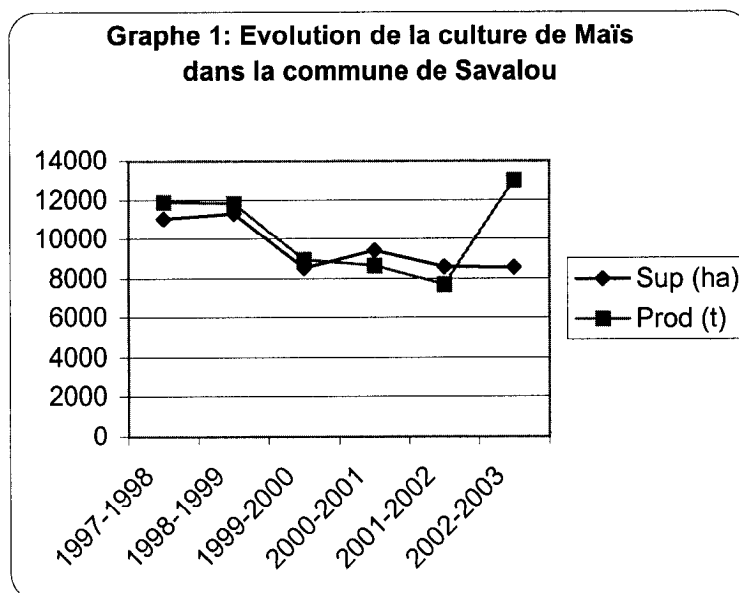
Commune de Savalou	Population			Actifs agricoles			Chefs d'exploitation		
	H	F	Total	H	F	Total	H	F	Total
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
	47	53	100	48	52	100	86	14	100

Sources : DPP/MAEP

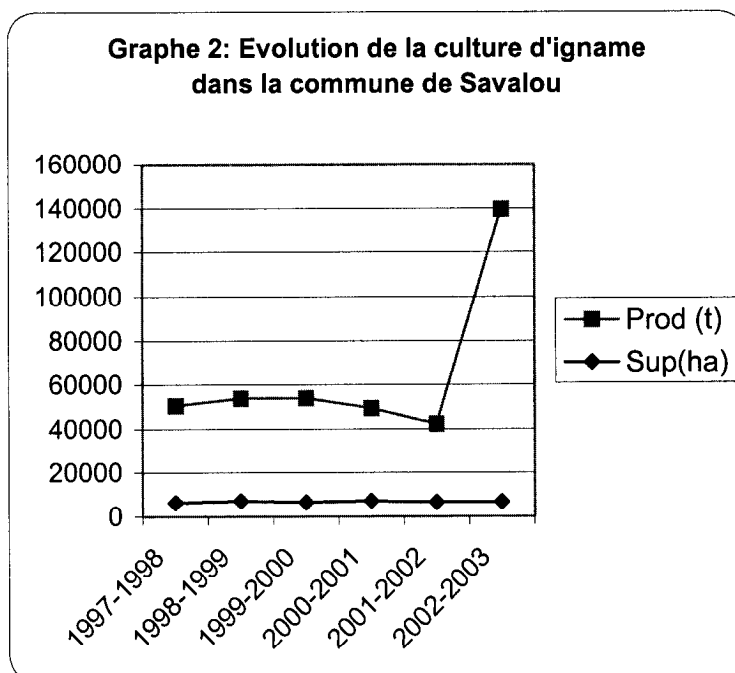
H : hommes F : femmes

D'après les statistiques de la Direction des Programmations et de la Prospection du MAEP, les quatre principales cultures de la zone du projet sont : le coton, le maïs, le Niébé et l'igname.

Les graphes suivants présentent l'évolution des emblavures de 1997 à 2003

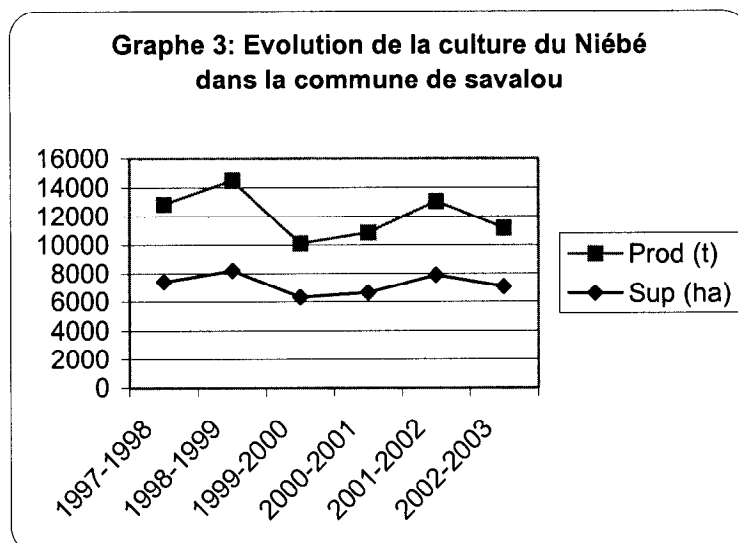


Source :Rapport CARDER Zou/Collines 2003



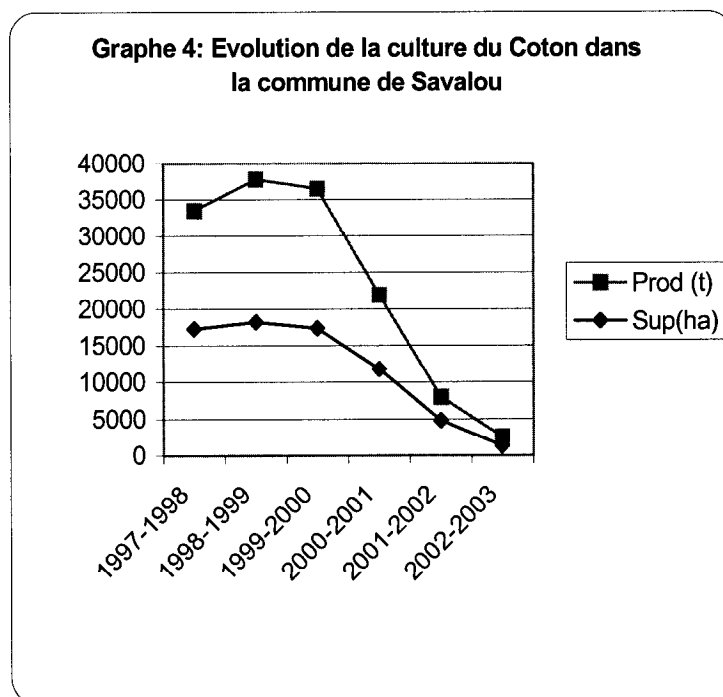
Source :Rapport CARDER Zou/Collines 2003

Il apparaît dans ces illustrations que la production et la superficie emblavée pour la culture du maïs sont en dents de scie sur la période d'observation avec une pointe durant la campagne 2002-2003. En revanche, la production ainsi que la superficie emblavée pour l'igname sont pratiquement constantes entre la campagne 1997-1998 et 2000-2001. On remarque également la croissance de la production de l'igname, lors de la campagne 2002-2003. Cette croissance est due aux conditions climatiques favorables enregistrées lors de cette campagne d'après les producteurs.



Source :Rapport CARDER Zou/Collines 2003

Le graphe ci-dessus montre que la production ainsi que la superficie emblavée pour le Niébé sont en dents de scie et que la production est décroissante.



Source :Rapport CARDER Zou/Collines 2003

Le graphe 4 montre que la production du coton est en chute. Ce qui illustre bien la crise que connaît le coton au Bénin. Cette chute peut être due à la mauvaise conjoncture internationale.

2.1.2- L'élevage

Mis à part les Peuhl, il n'y a pas de véritables éleveurs à Savalou. On retrouve surtout des agriculteurs éleveurs, et le type d'élevage pratiqué est l'élevage traditionnel. Le cheptel est souvent composé : de bovins, des petits ruminants et de la volaille. Les bovins sont souvent confiés aux Peuhl, quant aux petits ruminants et aux volailles, ils sont élevés à la maison et se nourrissent des restes de repas et des résidus issus de la transformation des produits agricoles.

Le cheptel de Savalou est essentiellement destiné à l'autoconsommation et à la vente sur les marchés locaux. Le nombre d'animaux abattus inspectés par espèce au cours de la campagne 2002-2003 est indiqué dans le tableau 8.

Tableau 8 : Etat d'animaux inspectés abattus, campagne 2002-2003 à Savalou

Commune	Bovin			Ovin			Caprin			Porcin		
	H	F	T	H	F	T	H	F	T	H	F	T
Savalou	1302	-	1302	202	-	202	350	346	696	306	515	821

Source : Rapport d'activité CARDER Zou/Collines 2002-2003

2.2- La santé

Le secteur de la santé est très stratégique. Il apparaît comme un secteur dont la défaillance paralyserait les autres. A Savalou, les affections les plus courantes sont le paludisme, le Choléra, la dysenterie. Le tableau 9 montre quelques indicateurs du secteur sanitaire à Savalou.

Tableau 9 : Indicateurs sanitaires (Commune de Savalou 2003)

Variabes indicateurs	nombre	Normes OMS
1-Nombre de centre de santé	11	
2-Personnels de santé : médecin	5	
3- Personnels de santé : infirmier	27	
4- Techniciens de laboratoire	3	
5- Nombre d'habitants par médecin	20 949	10 000
6- Nombre d'habitants par infirmier	3 880	5 000
7- Nombre d'habitants par technicien de laboratoire	34 916	2 500
8- Nombre d'habitants par sage femme	10 475	5 000

Source : Hôpital de Savalou/Mairie de Savalou

Ce tableau montre l'insuffisance chronique de personnel de santé en matière de couverture sanitaire au regard des normes de l'OMS.

2.3- L'éducation

L'évolution des principaux indicateurs sociaux des trois dernières années est présentée dans le tableau 10 ci-dessous.

Tableau10 : Indicateurs sociaux dans le secteur de l'éducation, commune de Savalou (secteur public et privé)

Indicateurs	Année scolaire		
	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Nombre d'écoles	88	94	99
Nombre de classes	328	408	440
Nombre de personnel enseignant	304	348	450
Ratio classe par enseignant	1,07	1,17	0,98
Ratio élève par classe	56	50	48
Ratio élève par maître	60	58	47

Source : Circonscription scolaire de Savalou

Le ratio classe/ enseignant montre qu'un enseignant dans la commune de Savalou a en charge plus d'une classe et que les effectifs d'élèves par classe sont pléthoriques. Tout ce constat indique un faible niveau d'encadrement scolaire des enfants scolarisés dans la

commune de Savalou. Les enquêtes effectuées sur le terrain révèlent un fort taux d'abandon des classes dans les localités désenclavées par la piste étudiée pendant la saison des pluies et que l'état de la voie en serait l'une des raisons principales.

2.4- L'approvisionnement en eau potable/énergie/Téléphone

La desserte de la commune de Savalou en électricité est assurée en permanence par la SBEE. En octobre 2003, on a compté 1 337 abonnés. L'alimentation en électricité ne concerne que les trois arrondissements urbains (Savalou Aga, Zongo et Savalou Attakè).

Les populations rurales de la commune de Savalou s'approvisionnent en eau potable à travers les divers puits et sources d'eau existants. L'alimentation en eau potable en milieu urbain est assurée par la SONEB qui ne dessert que 630 abonnés.

Le niveau d'équipement en télécommunication de Savalou est très faible (0,89%). Sur les 608 lignes disponibles seulement 427 ont été occupées soit 60,5% de la capacité du réseau; sont encore disponibles, les 39,5% de la couverture téléphonique. Quant aux zones rurales, elles bénéficieront d'une téléphonie rurale en cours d'installation.

Tableau 11 : Répartition spatiale des points d'eau dans la zone du projet

Arrondissement ou village	Population	Forage	Puits moderne	Total	Taux de couverture (%)	Besoin
Savalou –Aga	11 648	8	6	14	26,48	45
Doumé	13 592	10	11	21	42,96	37
Aglamidjodji	1 349	1	0	1	18,53	5

Source : Mairie de Savalou

Le tableau 11 révèle le faible taux de couverture de la zone d'étude en matière d'approvisionnement en eau potable. A cela, il faut ajouter la dispersion aléatoire des points d'eau ainsi que leur tarissement total périodique. Cet état de fait pousse les populations à fréquenter les mares, rivières et les cours d'eau de la région.

3- **DOMMAGES LIES A L'ETAT ACTUEL DE LA ROUTE**

L'état actuel de la voie n'est pas sans dommages sur la vie économique, sociale et sanitaire des populations bénéficiaires.

3.1- Sur le plan social

L'état dégradé actuel de la piste rend la circulation très difficile, de plus, dès les premières pluies, la route se retrouve totalement submergée à plusieurs endroits ce qui bloque la circulation et isole les localités desservies les unes des autres. Les rapports sociaux entre

les villages sont alors coupés jusqu'à la réouverture de la voie (baisse des eaux dans les rivières).

3.2- Sur le plan économique

3.2.1- Le trafic

Le trafic sur la voie Savalou-Aglamidjodji-Doumé est très faible voire nulle à l'état actuel de la voie. Pour se rendre à Doumé, les populations quittant Savalou et ses environs sont obligées d'aller prendre par Tchetti ce qui rallonge considérablement la distance à parcourir et par conséquent les frais de transport. D'autres voyageurs abandonnent la traversée à cause du mauvais état de la piste.

3.2.2- Le commerce

Durant la montée des eaux, le commerce sur l'axe Savalou-Aglamidjodji-Doumé prend un coup ; car les produits commerciaux ne circulent plus correctement du fait du blocage de la circulation sur ledit axe. De plus les produits coûtent plus chers sur les marchés à cause de l'augmentation des prix de transport et de la pénibilité des voyages. Les produits agricoles connaissent des méventes, les marchés n'étant plus aussi animés que pendant la période des basses eaux parce que les populations sont découragées par le coût onéreux des transports.

Selon les renseignements reçus à l'USPP de Savalou, plus de 1000 tonnes de coton graines n'ont pas pu être évacués des champs de la zone du projet lors de la campagne 2002-2003 et plus de 400 tonnes pour la campagne 2003-2004. Ces tonnages de cotons graines n'ont pas été évacués parce que la voie est impraticable. Ce qui constitue un manque à gagner aux producteurs de coton et aux autres acteurs de la filière coton.

3.3- Sur le plan sanitaire

Durant la période de non praticabilité de la voie, les agents de santé ont de difficultés à fréquenter les localités desservies par la piste. Malheureusement, cette période coïncide avec celle durant laquelle sévissent le choléra, le paludisme et la fièvre typhoïde. Cet état de chose rend très précaire l'état sanitaire des populations de la zone du projet.

Selon les informations reçues sur le terrain, les évacuations d'urgences des villages vers l'hôpital de zone de Savalou sont très difficiles et à hauts risques.

4- LES AVANTAGES LIES A LA REHABILITATION DE LA ROUTE

La réhabilitation de la route Savalou-Aglamidjodji-Doumé serait un grand atout pour les villageois bénéficiaires de cette infrastructure. Cette dernière participera énormément à leur épanouissement et ils pourront tirer des avantages conséquents sur plusieurs plans.

4.1- Sur le plan social

La réalisation du projet désenclavera les localités traversées par la route. Les populations pourront mieux se déplacer en toute saison et ne seront plus obligées de faire des détours avant de se rendre visite ou de se rendre sur les marchés environnants. Le brassage culturel ainsi que l'intégration sociale seront renforcés.

Les habitants des différentes localités traversées par la route se sentiront plus proches et pourront créer facilement des associations d'entraide pour leur épanouissement et leur bien-être.

4.2- Sur le plan économique

4.2.1- Le trafic

Le trafic actuel sur le tronçon Savalou-Aglamidjodji-Doumé est très faible et se résume au passage de quelques motocyclettes par jour. D'après nos enquêtes sur le terrain, ce trafic en état de praticabilité normal, serait similaire à celui de la route Savalou-Tchetti.

Le tableau 12 présente l'évolution du trafic sur la route Savalou Tchetti de 1999 à 2001

Tableau 12 : Evolution du trafic sur la route Savalou-Tchetti de 1999-2001

Années	1999	2000	2001
Trafic (TMJA)	147	148	164

Source : Direction Générale des Travaux Publics

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel

Ce tableau montre que le trafic moyen journalier a connu une croissance entre 2000 et 2001. L'absence des données de 2002-2003 limite les possibilités d'analyse et de prédiction de ce trafic sur le long terme. On peut sur la base de l'évolution constatée au cours de la période de 1999 à 2001 et des renseignements obtenus au cours des enquêtes, estimer que le trafic moyen journalier annuel serait de l'ordre de 200 en 2003

Trafic actuel : 200 véhicules/jour

La réhabilitation de la route va susciter l'intérêt de nouveaux usagers de la route Savalou-Aglamidjodji-Doumé. Ces nouveaux usagers seront pris en compte dans le trafic généré ou

induit. Et, sur la base des informations reçues à la mairie de Savalou, cette catégorie de nouveaux usagers pourrait être estimée à 20% du trafic actuel soit : $200 \times 20\% = 40$

Trafic généré : 40 véhicules/ jour

Enfin, la réhabilitation de la voie entraînera la baisse des prix de transport et il y aura plus d'usagers ; ce qui soulagerait un temps soit peu les populations bénéficiaires.

4.2.2- Autres activités génératrices de revenu

L'impraticabilité de la voie cause aux producteurs des méventes. Avec la réhabilitation de la route, il sera noté une augmentation du revenu des producteurs suite à une meilleure commercialisation de leurs produits et une augmentation consécutive des superficies emblavées par actif agricole. De même les emblavures cotonnières pourraient également connaître une augmentation sensible et partant, les avantages générés par cette activité dans le compte de la commune de Savalou.

De plus, l'aménagement de cette route faciliterait l'évacuation des cotons graines des villages vers les usines d'engrenage.

Le tableau 13 présente le tonnage de coton graine susceptible de passer sur la route entre Doumé et Savalou

Tableau 13 : tonnage de coton graine pouvant transité par la voie Savalou-Doumé

Campagne	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Tonnage (tonnes)	400	457	902

Sources : Rapport d'activité CARDER Zou/Collines

Il ressort de ce tableau que plus de 900 tonnes de coton pourrait transiter par la voie Savalou-Doumé. Ce tonnage pourra connaître une amélioration sensible suite à la réhabilitation de la route.

4.2.3- Autres avantages liés aux principales cultures

Le tableau 14 présente l'évolution des principales cultures dans la commune de Savalou (1997-2003).

Tableau 15 : Niveau actuel des recettes issues du commerce des vivriers à Savalou

Produits	Sup(ha)	Prod(kg)	Prix moyen du kg (CFA)	Autocons.	Quantité vendue(kg)	Revenus générés (CFA)
Igname	6 604	13 298 500	127	0,5	6 649 250	8 44 454 750
Manioc	5 709	66 562 000		0,5	33 281 000	
Patate douce	24	65 000		0,25	48 750	
Arachide	2 999	2 528 000	347	0,25	1 896 000	657 912 000
Coton	1 279	1 322 000	200	0	1 322 000	264 400 000
Sorgho	2 850	2 793 000	143	0,25	2 094 750	299 549 250
Riz	215	674 000	286	0,25	505 500	144 573 000
Soja	123	129 000		0,15	109 650	
Goussi	860	559 000	429	0,50	279 500	119 905 500
Tomate	312	890 000		0,25	667 500	
Piment	2 210	1 669 000	741	0,25	1 251 750	927 546 750
Gombo	331	710 000		0,25	532 500	
Maïs	8 560	12 929 000	116	0,50	6 484 500	752 202 000
Niébé	7 081	4 089 000	179	0,50	2 044 500	365 965 500
Voandzou	292	187 000	275	0,50	140 250	38 568 750
Recette totale						12 015 170 250

Sup : superficie prod : production Autocons. : autoconsommation

Sur la base des niveaux de production actuels pour ces différentes cultures, et sur la base des prix moyens actuels, on peut estimer que les recettes générées par rapport à ces cultures sont de l'ordre de 12 000 000 000 FCFA. Nous n'avons pas pris en compte dans nos calculs, les dépenses à l'intérieur des filières, car ces dépenses ne sont que des affectations de ressource d'un acteur à un autre au sein de la filière. Mais le niveau de recette globale générée par la filière reste le même.

4.3- Sur le plan sanitaire

Après la réhabilitation de la route, les agents de santé pourront mieux circuler et être plus proche des populations. On notera également une meilleure couverture vaccinale. De plus,

certains cas de maladie autrefois traités à la maison seront plus facilement conduits aux centres de santé.

A la fin des travaux, en cas de maladie grave ou d'accident, l'évacuation d'urgence serait moins pénible.

5- CALCUL DU TAUX DE RENTABILITE INTERNE ET ANALYSE DE SENSIBILITE

5.1- Calcul du TRI

Le coût de l'investissement est évalué au niveau du volet technique ci-après.

Etant donné que le pont est un ouvrage en béton dont la durée de vie est souvent estimée à 50 ans, nous allons focaliser notre étude de rentabilité sur la route en terre dont la durée de vie est de 15 ans.

Paramètres de calcul

❖ Charges

- Coût total de l'investissement (hors taxe) : 1 155 493 278 FCFA
- Durée de vie ou période d'amortissement : 15 ans
- Taux d'intérêt : taux des banques : 12%
- Fonctionnement et entretien :
 - o A partir de la deuxième année et tous les ans: correction des nids de poule et désherbage, curage : 100 000 x 39,650 = 3 965 000 FCFA / an
 - o La 3^{ème} année : correction plus approfondie des nids de poule, désherbage, curage..., soit : 150 000 x 39,650 = 5 947 500 FCFA
 - o La 5^{ème} année : reprofilage partiel : 1 016 949 x 39,650 x 0,75 = 30 241 521 FCFA
 - o La 7^{ème} année : rechargement partiel : 1 200 000 x 39,650 x 0,75 = 35 685 000 FCFA
 - o La 10^{ème} année : reprofilage partiel : 30 241 521 FCFA
 - o La 13^{ème} année : rechargement partiel : 35 685 000 FCFA

❖ Recettes

La méthode adoptée pour le calcul du TRI est celle basée sur le surplus de producteur.

Cette production additionnelle engendre une recette annuelle qui est obtenue par la relation :

$$R_n = R_{n-1} \times T_p \times (1+T_a), \text{ avec...}$$

R_n = Recette de la n^{ième} après l'investissement,

T_p = Taux de croissance de la production (10% selon les agents du CARDER/Zou),

T_a = Taux d'accroissement de la population : 3,73% cf. *paragraphe 1.2.1*

Pour les calculs nous allons considérer $R_0 = 12 000 000 000 \times 0,11 = \underline{1320 000 000 FCFA}$

Les 12 000 000 000 FCFA représentent la recette annuelle issue de la vente des produits agricoles de toute la commune de Savalou et les 11% représentent la fraction attribuée aux localités traversées par la route.

Le TRI est déterminé par itération en situant la valeur du taux d'actualisation qui annule la VAN. Les calculs de VAN pour différents taux d'actualisation sont présentés ci-dessous.

Le tableau 17 récapitule les différentes valeurs de VAN

Tableau 16 : Valeur VAN pour différents taux d'actualisation

Valeur actualisée (11,7%)	Valeur actualisée (11,9%)	Valeur actualisée (11,8%)
13 173 839	-1 798 625	5 650 137

Au vue des résultats obtenus, il en ressort que le TRI est d'environ 11,9%. Ce taux est très proche des 12% pratiqués par les banques. Donc nous pouvons dire que le projet est rentable économiquement.

5.2- Analyse de sensibilité

- 1- La durée de vie de l'ouvrage fixée à 15 ans avec une valeur résiduelle de 40% paraît bien réaliste, étant donné que les travaux projetés contiennent la construction d'ouvrages d'art, qui sont des ouvrages en béton armé dont on estime généralement la durée de vie à 99 ans. Toute fois en tenant compte du fort potentiel de développement socio-économique en vue dans les prochaines années, on peut nuancer la validité de cette durée de vie de 15 ans.
- 2- Le cash flow utilisé pour le calcul du TRI est surtout basé sur les recettes issues du surplus de production dû à la réhabilitation de la route. Le TRI a donné une valeur 11,9% ; cette valeur est acceptable étant donné que la réhabilitation de voie s'inscrit dans le cadre d'un projet de développement. De plus, les services sociaux que cette route est appelée à rendre ont une valeur certaine qui en justifie à plus d'un titre la rentabilité du projet.
- 3- Le calcul du TRI a utilisé des cash flow variables sur la période d'amortissement parce que les types d'entretien varient. En dernière année, la valeur résiduelle de l'investissement est considérée. Plusieurs facteurs peuvent influencer négativement ce cash flow. On pourrait citer les calamités naturelles, l'instabilité politique. Si le cash flow diminue, toute chose étant égale par ailleurs, la valeur du TRI diminue également. De même, d'autres facteurs pourraient intervenir et augmenter le cash flow : il s'agit de la

croissance démographique, l'augmentation des niveaux de prix d'un ou de plusieurs produits. Dans ces cas le TRI tend à augmenter.

Années	Capitaux investis	Dépenses d'exploitation (Fonctionnement et Entretien)	Charges totales	Recettes (Taxes diverses)	Valeur résiduelle	Recettes Totales	Cash-Flows non actualisé	Taux (%)	Coeff d'act	Valeur actualisée 11,7%	Taux (%)	Coeff d'act	Valeur actualisée 11,9%	Taux (%)	Coeff d'act	Valeur actualisée 11,8%
0	1.155.493.278		1.155.493.278			0	-1.155.493.278	11,70%	1,00	-1.155.493.278	11,90%	1,00	-1.155.493.278	11,80%	1,00	-1.155.493.278
1		0	0	136.923.600		136.923.600	136.923.600	11,70%	1,12	122.581.558	11,90%	1,12	122.362.466	11,80%	1,12	122.471.914
2		3.965.000	3.965.000	142.030.850		142.030.850	138.065.850	11,70%	1,25	110.657.263	11,90%	1,25	110.262.059	11,80%	1,25	110.459.356
3		5.947.500	5.947.500	147.328.601		147.328.601	141.381.101	11,70%	1,39	101.445.279	11,90%	1,40	100.902.308	11,80%	1,40	101.173.308
4		3.965.000	3.965.000	152.823.958		152.823.958	148.858.958	11,70%	1,56	95.622.982	11,90%	1,57	94.941.181	11,80%	1,56	95.261.313
5		30.241.521	30.241.521	158.524.291		158.524.291	128.282.770	11,70%	1,74	73.773.853	11,90%	1,75	73.116.922	11,80%	1,75	73.444.506
6		3.965.000	3.965.000	164.437.248		164.437.248	160.472.248	11,70%	1,94	82.619.183	11,90%	1,96	81.737.136	11,80%	1,95	82.176.779
7		35.685.000	35.685.000	170.570.757		170.570.757	134.885.757	11,70%	2,17	62.171.863	11,90%	2,20	61.398.179	11,80%	2,18	61.783.637
8		3.965.000	3.965.000	176.933.046		176.933.046	172.968.046	11,70%	2,42	71.374.075	11,90%	2,46	70.359.896	11,80%	2,44	70.864.944
9		3.965.000	3.965.000	183.532.649		183.532.649	179.567.649	11,70%	2,71	66.336.039	11,90%	2,75	65.276.569	11,80%	2,73	65.803.935
10		30.241.521	30.241.521	190.378.416		190.378.416	160.136.895	11,70%	3,02	52.961.426	11,90%	3,08	52.022.419	11,80%	3,05	52.489.613
11		3.965.000	3.965.000	197.479.531		197.479.531	193.514.531	11,70%	3,38	57.296.577	11,90%	3,44	56.180.116	11,80%	3,41	56.735.351
12		3.965.000	3.965.000	204.845.518		204.845.518	200.880.518	11,70%	3,77	53.247.564	11,90%	3,85	52.116.685	11,80%	3,81	52.678.837
13		35.685.000	35.685.000	212.486.256		212.486.256	176.801.256	11,70%	4,21	41.956.002	11,90%	4,31	40.991.539	11,80%	4,26	41.470.751
14		3.965.000	3.965.000	220.411.993		220.411.993	216.446.993	11,70%	4,71	45.984.041	11,90%	4,83	44.846.685	11,80%	4,77	45.411.548
15		3.965.000	3.965.000	228.633.360	462.197.311	690.830.672	686.865.672	11,70%	5,26	130.639.411	11,90%	5,40	127.180.496	11,80%	5,33	128.897.578
TOTAL	1.155.493.278	173.485.542	1.328.978.820	2.687.340.075	462.197.311	3.149.537.386	1.820.558.566	11,70%		13.173.839	11,90%		-1.798.625	11,80%		5.650.137

II- V OLET ENVIRONNEMENTAL

1- CADRE LEGAL ET REGLEMENTAIRE DES EIE AU BENIN

En terme juridique et réglementaire, trois principaux textes réglementent le secteur des Etudes d'Impacts Environnementaux (EIE) au Bénin à savoir :

- la loi N°98-030 du 12 février 1999 portant loi-cadre sur l'environnement ; qui dispose en son article V les procédures d'évaluation environnementale ;
- le décret N°2001-93 du 20 février 2001 fixant des conditions de l'élaboration de l'audit environnemental ;
- le décret N°2001-235 du 12 juillet 2001 portant organisation de la procédure d'étude d'impact sur l'environnement.

D'après le guide général de réalisation des études d'impacts environnementaux pour des projets de route, l'Evaluation Environnemental (EE) est l'ensemble des procédures qui contribuent à l'élaboration, l'exécution et au suivi des programmes projets et activités conformément aux normes environnementales établies. Elle comprend :

- l'étude d'impact Environnemental ;
- l'audience publique ;
- l'évaluation environnemental stratégique.

Il existe deux types d'EIE : EIE approfondie et EIE simplifiée. Dans le cas de ce projet de voirie rurale, il s'agit ici d'une EIE simplifiée précisée d'ailleurs par les Termes De Référence. Le canevas indiqué par l'ABE (l'Agence Béninois pour l'Environnement) ; organe chargé de la mise en œuvre de la politique du Gouvernement dans le secteur se présente comme suit :

- 1- Information générale sur le projet
- 2-Description du projet
- 3-Analyse environnementale
- 4-Plan des mesures d'accompagnement
- 5-Description des activités de surveillance et de suivi
- 6-Signature du promoteur ou de son mandataire.

Les points 1 et 2 étant abordés plus haut, la suite de l'étude se présente comme ci-dessous:

2- ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

2.1- Consistance des travaux

Les travaux du projet consisteront à :

2.1.1- Phase préparatoire

- Abattage d'arbres de circonférence supérieure à 1,20 m ;
- Débroussaillage et décapage de la plate forme ;
- Démolition d'ouvrages existants en mauvais état ;

2.1.2- Phase d'exécution

- Purge des terres de mauvaise tenue ;
- Remblais/ Déblais ;
- Compactage et reprofilage de la plate forme ;
- Exécution des ouvrages hydrauliques et ouvrages d'art ;
- Les panneaux de signalisation.

2.1.3- phase d'exploitation et d'entretien

- Circulation ;
- Désherbage et curage manuel ;
- Reprofilage léger ou lourd ;
- Reprise des corps d'ouvrages défailants et colmatage des fissures.

2.2- Les sources d'impacts

Parmi les activités du projet, celles qui sont sources d'impacts sont les suivantes :

A- Installation du chantier : atelier, garage et magasin, personnel, installations fixes et mobiles.

B- Travaux préparatoires : abattage d'arbres ; démolition ; décapage et débroussaillage.

C- Terrassements et mise en œuvre de la chaussée : création des fossés; reprofilage; déblayage remblayage, emprunt.

D- Construction des ouvrages d'assainissement et de franchissement.

E- Exploitation et entretien de la route : reprofilage léger ou lourd.

2.3- Les récepteurs d'impacts

Les éléments de l'environnement qui seront les plus affectés par la réhabilitation de la route Savalou - Aglamidjodji- Doumé sont :

- 1-les sols,
- 2-les ressources en eau,
- 3-la faune,
- 4-la flore,
- 5-la qualité de l'air, l'environnement acoustique,
- 6-le paysage ;
- 7-la circulation
- 8-l'habitat
- 9-santé et bien être des populations
- 10- activités socio-économiques
- 11-la sécurité des populations

2.4- Matrice d'identification des impacts potentiels

Pour une identification simple et efficace, nous adoptons comme outil, la matrice d'identification qui présente les impacts potentiels de chacune des activités sur chacun des éléments de l'environnement. La méthodologie de qualification des impacts se réfère aux définitions suivantes qui tiennent compte de :

- ❖ Son caractère : positif (+) ou négatif (-)
- ❖ Son étendue : ponctuelle (P), locale (l) , régionale (r)
- ❖ Son intensité : Forte (F), Moyenne (M), faible (f)
- ❖ Sa durée : temporaire (t), permanent (P)
- ❖ Importance globale sur la projet : Forte (F), Moyenne (M), faible (f).

Tableau 17 : Matrice d'identification des impacts potentiels pour les différentes phases du projet

Composante de l'environnement	Sources d'impacts									
	Phase Préparatoire									
	Installation du chantier					Travaux préparatoires				
	caractère	intensité	étendue	durée	Global projet	caractère	intensité	étendue	durée	Global projet
1-sol	-	f	l	t	f	-	f	l	t	f
2-Eau	-	f	l	t	f	-	f	l	t	f
3- Faune	-	f	l	t	f	-	f	l	t	f
4-Flore	-	f	l	t	f	-	f	l	t	f
5-Air/envir. acoustique	-	f	l	t	f	-	f	l	t	f
6-Paysage						-	M	l	t	f
7-Circulation						-	f	l	t	f
8-Habitat et infrastructure										
9-Santé et bien être des populations	-	f	l	t	f					
10-Activités Socio-économiques	-	f	l	t	f					
11-Sécurité										

Composante de l'environnement	Sources d'impacts									
	Phase d'exécution									
	Terrassements / Chaussée					Construction des ouvrages d'assainissement et de franchissement				
	caractère	intensité	étendue	durée	Global projet	caractère	intensité	étendue	durée	Global projet
1-sol	-	F	l	P	M	-	f	l	t	f
2-Eau	-	F	l	t	M	-	f	l	t	f
3- Faune	-	M	l	t	M	-	f	l	P	f
4-Flore	-	M	l	P	F	-	f	l	P	f
5-Air/envir. acoustique	-	F	l	t	M	-	f	l	t	f
6-Paysage	-	F	l	P	F	-	M	l	t	f
7-Circulation	-	M	l	t	M	-	M	l	t	f
8-Habitat et infrastructure	-	M	l	P	F					
9-Santé et bien être des populations	-	F	l	t	M	-	f	l	t	f
10-Activités Socio-économiques	-	M	l	t	M	-	f	l	t	f
11-Sécurité	-	f	l	t	f	-	f	l	t	f

Composante de l'environnement	Sources d'impacts				
	<i>Phase d'exploitation et d'entretien</i>				
	<i>Circulation /Reprofilages</i>				
	caractère	intensité	étendue	durée	Global projet
1-sol	-	f	l	t	f
2-Eau	-	f	l	t	f
3- Faune	-	f	l	P	f
4-Flore	-	f	l	t	f
5-Air/envir. acoustique	-	f	l	t	f
6-Paysage					
7-Circulation	+	F	r	P	F
8-Habitat et infrastructure	+	f	l	P	F
9-Santé et bien être des populations	+	F	l	P	F
10-Activités Socio-économiques	+	F	r	P	F
11-Sécurité	+	F	l	P	F

2.5- Les impacts liés aux différentes phases du projet

2.5.1- Avant le démarrage des travaux

Actuellement, la circulation est très difficile ce qui cause des accidents de circulation. De plus, l'état de la voie fait que certains usagers abandonnent la traversée car ils se retrouvent très mal en point à chaque fois qu'ils empruntent cette voie.

Les activités socio-économiques sont affectées par l'état de la voie ce qui crée la mévente au niveau des producteurs et commerçants.

L'état dégradé de la voie ne facilite pas la couverture sanitaire de la zone et rend les cas d'évacuations sanitaires très pénibles.

La dégradation de cette route fait qu'en cas d'incendie grave les sapeurs pompiers n'accèdent pas vite aux lieux du sinistre. Aussi, quand il y a des vols à mains armées ou des coupures de route par les braqueurs et bandits, les forces de l'ordre mettent trop de temps pour se rendre sur les lieux. Tout cet état de fait fragilise la sécurité et la quiétude des populations.

2.5.2- Pendant l'exécution des travaux

Les différents impacts recensés lors de cette phase sont indiqués ci-dessous :

2.5.2.1- Impacts sur le milieu biophysique

❖ Impacts sur les sols

- Erosion et déstabilisation du sol ;
- Perte de sol

Mesures :

- Utiliser des pentes douces pour les talus de remblai ou bien protéger les talus à forte pente,
- Se limiter à utiliser la superficie strictement nécessaire aux travaux,
- Exploiter rationnellement les carrières et emprunts,
- Limiter la circulation des véhicules et machines aux aires du chantier

❖ Impacts sur les ressources en eau

- Augmentation du transport des sédiments vers les points d'eau,
- Pollution des eaux,
- Perturbation de la physiologie des formes animales aquatiques.

Mesures :

- Assurer le dépôt et l'évacuation correcte des déchets et produits dangereux,
- Mettre sur pieds un bon système de drainage,
- Maintenir les véhicules et machines en bon état de fonctionnement.

❖ Impacts sur la faune

- Destruction des zones de pâturage des bovins et ovins,
- Destruction d'habitats d'oiseaux et cassures d'œufs,
- Destruction d'habitats de la faune sauvage et aquatique (Zou et autres rivières traversées).

Mesures :

- Utiliser des pentes douces dans la réalisation d'emprunts afin de faciliter le passage de la faune sauvage,
- Favoriser la reconstruction des habitats de la faune sauvage,
- Faire l'entretien et la maintenance des véhicules travaillant sur le chantier,
- Eviter la contamination du Zou et des autres rivières.

❖ Impacts sur la flore et le Paysage

- Destruction de la végétation et des champs cultivés
- Perturbation du paysage naturel.

Mesures :

- Reboiser les abords de la route,
- Protéger les arbres se trouvant en bordure de l'emprise,
- IEC à l'intention des occupants de l'emprise de la route,
- Inviter les paysans à procéder à la récolte de leurs cultures avant la destruction de leurs champs,
- Enlever les débris de végétaux issus du déboisement et du défrichage,
- Limiter le passage des véhicules lourds dans les villages environnants,
- Relocaliser les champs détruits en accord avec les collectivités locales.

❖ Impacts sur la qualité de l'air et de l'environnement acoustique

- Emission de fumées et gaz toxiques
- Emission de poussière de matériaux et de sciures,
- Bruit de moteur des engins et machines travaillant sur le chantier.

Mesures :

- Maintenir les véhicules et machines en bon état de fonctionnement,
- Port de masque sur le chantier.

2.5.2.2- Impacts sur le milieu humain

❖ Impact sur la circulation et la sécurité des population

Les impacts liés aux déplacements se résument à :

- Accidents de circulation,
- Perturbation de la circulation routière,
- Accidents de travail.

Mesures :

- Sensibiliser les populations et les ouvriers sur la sécurité routière,
- Prendre des mesures de sécurité sur le chantier.

❖ Impacts sur l'habitat et infrastructures

- Destruction des habitats de certains riverains,
- Destruction de certains équipements (puits, forage...) se situant sur l'emprise.

Mesures :

- Sensibiliser les populations et les élus locaux à se concerter avec les sinistrés pour leur trouver un abris,
- Reconstruire les infrastructures détruites.

❖ Impacts sur la santé des populations

- Transmission des maladies d'origines hydriques et des MST,
- Affections ORL et Ophtalmologiques,
- Accidents de chantier.

Mesures :

- Sensibiliser les populations et les élus locaux sur les risques de transmission des MST/SIDA et les techniques de prévention,
- Sensibiliser les populations riveraines sur les risques associés aux fuites de produits dangereux,
- Sensibiliser les populations sur la sécurité routière,
- Mettre en place les panneaux de signalisation,
- Fournir aux ouvriers de l'eau potable,
- Port de casque obligatoire sur le chantier.

❖ Impacts sur les activités socio-économiques

- Amélioration des revenus financiers des ouvriers et prestataires de services,
- Réduction de l'exode rural au niveau des jeunes,
- Perte de récolte et arbres à caractères économiques,
- Mévente au niveau des marchés.

Mesures :

- IEC sur la gestion des revenus de l'épargne,
- Encourager les jeunes à travailler sur les chantiers,
- Compenser au besoin et dédommager les victimes suivant les normes locales,
- Bien aménager les déviations.

2.5.3- Pendant l'exploitation et l'entretien de la voie

Durant la phase d'exploitation et d'entretien plusieurs impacts potentiels seront recensés en fonction des composantes du milieu.

2.5.3.1- Impacts sur le milieu biophysique

- Modification de l'écoulement,
- Contamination du sol et des eaux par les hydrocarbures,
- Pollution sonore et environnementale,
- Plantation d'arbres,
- Enherbement des talus,
- Elagage des arbres en bordure de la route.

Mesures :

- Sensibilisation des conducteurs usagers de la voie au niveau de leurs parcs automobiles sur la maintenance et l'entretien de leur moyen de transport,
- Sensibiliser les riverains à ne pas jeter les ordures dans les fossés et à nettoyer les fossés ou caniveaux qui passent devant leur maison,
- N'élaguer que les branches d'arbres qui dérangent la circulation.

2.5.3.2- Impacts sur le milieu humain

- Amélioration du cadre de vie des populations,
- Accès facile et rapide aux infrastructures : hôpitaux, mosquées, églises, écoles marchés...
- Amélioration du niveau de revenu des commerçants et propriétaires de boutiques,
- Augmentation du taux de couverture vaccinale,

- Augmentation des cas d'accidents dus à l'excès de vitesse,
- Evacuation rapide des produits agricoles,
- Prise de valeurs des terres et spéculations foncières.

Mesures :

- IEC et sensibilisation à l'endroit des populations riveraines sur la gestion des revenus et l'épargne,
- IEC et sensibilisation à l'endroit des populations sur l'hygiène et le code de la route,
- Améliorer les prestations des services publics,
- Mettre en place des dos d'âne ou autres procédés pouvant limiter la vitesse des véhicules en agglomération.

3-LES MESURES D'ATTENUATION ET DE MAXIMISATION

Les mesures d'atténuation sont proposées pour pallier les impacts négatifs du projet et les mesures de maximisation pour valoriser les impacts positifs. Les tableaux 19 et 20 récapitulent les mesures d'atténuation et de maximisation pour les différentes phases du projet.

Tableau 18 : Mesures d'atténuation et de maximisation des impacts pendant l'exécution des travaux

Elément récepteur	Nature de l'impact	Mesures d'atténuation et de maximisation	Impacts résiduels
Sols	<input type="checkbox"/> Erosion et déstabilisation du sol <input type="checkbox"/> Perte de sol	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utiliser des pentes douces pour les talus de remblai ou bien protéger les talus à forte pente ➤ Se limiter à utiliser la superficie strictement nécessaire aux travaux ➤ Exploiter rationnellement les carrières et emprunts, ➤ Limiter la circulation des véhicules et machines aux aires du chantier 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible • Faible
Flore et paysage	<input type="checkbox"/> Destruction de la végétation et des champs cultivés <input type="checkbox"/> Perturbation du paysage naturel	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reboiser les abords de la route ➤ Protéger les arbres se trouvant en bordure de l'emprise ➤ IEC à l'intention des occupants de l'emprise de la route ➤ Inviter les paysans à procéder à la récolte de leurs cultures avant la destruction de leurs champs ➤ Enlever les débris de végétaux issus du déboisement et du défrichage ➤ Limiter le passage des véhicules lourds dans les villages environnants ➤ Relocaliser les champs détruits en accord avec les collectivités locales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Positif • Négligeable

Elément récepteur	Nature de l'impact	Mesures d'atténuation et de maximisation	Impacts résiduels
Faune	<input type="checkbox"/> Destruction des zones de pâturage des bovins et ovins <input type="checkbox"/> Destruction d'habitats d'oiseaux et cassures d'œufs <input type="checkbox"/> Destruction d'habitats de la faune sauvage et aquatique (Zou et autres rivières traversées)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utiliser des pentes douces dans la réalisation d'emprunts afin de faciliter le passage de la faune sauvage ➤ Favoriser la reconstruction des habitats de la faune sauvage ➤ Faire l'entretien et la maintenance des véhicules travaillant sur le chantier. ➤ Eviter la contamination du Zou et des autres rivières 	<ul style="list-style-type: none"> • Négligeable • Faible • Faible
Ressources en eau	<input type="checkbox"/> Augmentation du transport des sédiments vers les points d'eau <input type="checkbox"/> Pollution des eaux <input type="checkbox"/> Perturbation de la physiologie des formes animales aquatiques	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Assurer le dépôt et l'évacuation correcte des déchets et produits dangereux ➤ Mettre sur pieds un bon système de drainage ➤ Maintenir les véhicules et machines en bon état de fonctionnement 	<ul style="list-style-type: none"> • Négligeable • Faible • Faible

Elément récepteur	Nature de l'impact	Mesures d'atténuation et de maximisation	Impacts résiduels
Air et environnement acoustique	<input type="checkbox"/> Emission de fumées et gaz toxiques <input type="checkbox"/> Emission de poussière de matériaux et de sciures <input type="checkbox"/> Bruit de moteur des engins et machines travaillant sur le chantier	➤ Maintenir les véhicules et machines en bon état de fonctionnement	<ul style="list-style-type: none"> • Négligeable • Nul • Nul
Habitats et infrastructures	<input type="checkbox"/> Destruction des habitats de certains riverains <input type="checkbox"/> Destruction de certains équipement (puits, forage...) se situant sur l'emprise.	➤ Sensibiliser les populations et les élus locaux à se concerter avec les sinistrés pour leur trouver un abris ➤ Reconstruire les infrastructures détruites	<ul style="list-style-type: none"> • Faible • Faible • Négligeable

Elément récepteur	Nature de l'impact	Mesures d'atténuation et de maximisation	Impacts résiduels
Santé et bien être des populations	<input type="checkbox"/> Transmission des maladies d'origines hydriques et des MST <input type="checkbox"/> Affections ORL et Ophtalmologiques <input type="checkbox"/> Accidents de chantier.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sensibiliser les populations et les élus locaux sur les risques de transmission des MST/SIDA et les techniques de prévention ➤ Sensibiliser les populations riveraines sur les risques associés aux fuites de produits dangereux ➤ Sensibiliser les populations sur la sécurité routière ➤ Mettre en place les panneaux de signalisation ➤ Fournir aux ouvriers de l'eau potable ➤ Port de casque obligatoire sur le chantier 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible • Faible • Négligeable
Sécurité et circulation	<input type="checkbox"/> Accidents de circulation <input type="checkbox"/> Perturbation de la circulation routière <input type="checkbox"/> Accidents de travail.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sensibiliser les populations et les ouvriers sur la sécurité routière ➤ Prendre des mesures de sécurité sur le chantier. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible • Négligeable • Faible

Elément récepteur	Nature de l'impact	Mesures d'atténuation et de maximisation	Impacts résiduels
Activités socio-économiques	<input type="checkbox"/> Amélioration des revenus financiers des ouvriers et prestataires de services <input type="checkbox"/> Réduction de l'exode rural au niveau des jeunes <input type="checkbox"/> Perte de récoltes et arbres à caractères économiques <input type="checkbox"/> Mévente au niveau des marchés	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IEC sur la gestion des revenus de l'épargne ➤ Encourager les jeunes à travailler sur les chantiers ➤ Compenser au besoin et dédommager les victimes suivant les normes locales ➤ Bien aménager les déviations. 	<ul style="list-style-type: none"> • Positif • Positif • Faible • Faible
Organisation sociale et culturelle	<input type="checkbox"/> Perturbation des rites et manifestations folkloriques <input type="checkbox"/> Conflits occasionnés par l'intolérance de certains ouvriers <input type="checkbox"/> Cas de viol <input type="checkbox"/> Brassage culturel et nouveau lien d'amitié entre les populations autochtones et allochtones	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IEC au niveau des chantiers en matière d'échanges culturels ➤ IEC sur la cohabitation pacifique entre ouvriers allochtones et populations autochtones 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible • Faible • Négligeable • Positif

Tableau 19 : Mesures d'atténuation et de maximisation des impacts pendant la phase d'exploitation et d'entretien

Elément récepteur	Nature de l'impact	Mesures d'atténuation et de maximisation	Impact résiduel
Milieu biophysique	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Modification de l'écoulement <input type="checkbox"/> Contamination du sol et des eaux par les hydrocarbures <input type="checkbox"/> Pollution sonore et environnementale <input type="checkbox"/> Plantation d'arbres <input type="checkbox"/> Enherbement des talus <input type="checkbox"/> Elagage des arbres en bordure de la route. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sensibiliser les conducteurs usagers de la voie au niveau de leurs parcs automobiles sur la maintenance et l'entretien de leur moyen de transport ➤ Sensibiliser les riverains à ne pas jeter les ordures dans les fossés et à nettoyer les fossés ou caniveaux qui passent devant leur maison ➤ N'élaguer que les branches d'arbres qui dérangent la circulation 	<ul style="list-style-type: none"> • Négligeable • Négligeable • Positif • Positif • Négligeable

Elément récepteur	Nature de l'impact	Mesures d'atténuation et de maximisation	Impact résiduel
Milieu humain	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Amélioration du cadre de vie des populations <input type="checkbox"/> Accès facile et rapide aux infrastructures : hôpitaux, mosquées, églises, écoles marchés... <input type="checkbox"/> Amélioration du niveau de revenu des commerçants et propriétaires de boutiques <input type="checkbox"/> Augmentation du taux de couverture vaccinale <input type="checkbox"/> Augmentation des cas d'accidents dus à l'excès de vitesse <input type="checkbox"/> Evacuation rapide des produits agricoles <input type="checkbox"/> Prise de valeurs des terres et spéculations foncières 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ IEC et sensibilisation à l'endroit des populations riveraines sur la gestion des revenus et l'épargne ➤ IEC et sensibilisation à l'endroit des populations sur l'hygiène et le code de la route ➤ Améliorer les prestations des services publics ➤ Mettre en place des dos d'âne ou autres procédés pouvant limiter la vitesse des véhicules en agglomération. 	<ul style="list-style-type: none"> • Positif • Positif • Positif • Positif • Faible • Positif • Faible

4- SURVEILLANCE ET SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Le programme de surveillance des mesures d'atténuation et de maximisation et celui de suivi de l'état de l'environnement sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 20 : Activités et moyens de surveillance des mesures d'atténuation et de maximisation

Phases	Groupes de mesures	Activités et moyens de surveillance	Responsables de surveillance
Phase d'exécution des travaux	Utiliser des pentes douces pour les talus de remblai ou bien protéger les talus à forte pente	Vérifier la conformité des pentes de talus	DER / SEE
	Se limiter à utiliser la superficie strictement nécessaire aux travaux	Contrôler si les perturbations dues aux travaux sont limitées au strict minimum	
	Reboiser les abords de la route	Vérification de l'exécution du programme de reboisement	
	Inviter les paysans à procéder à la récolte de leurs cultures avant la destruction de leurs champs	Vérifier si les récoltes ont été faites à temps	
	Favoriser la reconstruction des habitats de la faune sauvage	Contrôler si les espaces verts sont aménagés	
	Assurer le dépôt et l'évacuation correct des déchets et produits dangereux	Vérifier l'utilisation des poubelles et décharges approuvées	
	Mettre sur pieds un bon système de drainage	Vérifier l'écoulement normal des eaux	
	Maintenir les véhicules et machines en bon état de fonctionnement	Contrôler s'il y a dépôt d'hydrocarbures sur les sites d'entreposage et parkings	

Phases	Groupes de mesures	Activités et moyens de surveillance	Responsables de surveillance
Phase d'exécution des travaux	Sensibiliser les populations et élus locaux à se concerter avec les sinistrés pour leur trouver un abris	Vérifier la réintégration des populations déplacées et leurs recasement effectif	DER / SEE
	Sensibiliser les populations sur la sécurité routière	Vérifier la tenue des séances de sensibilisation	
	Fournir aux ouvriers de l'eau potable	Vérifier la qualité de l'eau consommée par les ouvriers	
	Port de masques et de casques sur le chantier	S'assurer que les usagers du chantier portent des équipements de sécurité	
	IEC sur la gestion des revenus de l'épargne	S'assurer de la tenue des séances d'IEC et la participation effective des populations	
	Bien aménager les déviations	Vérifier l'état de praticabilité des déviations aménagées	
	IEC sur la cohabitation pacifique entre ouvriers allochtones et populations autochtones	S'assurer de la tenue effective des IEC	

Phases	Groupes de mesures	Activités et moyens de surveillance	Responsables de surveillance	
Phase d'exploitation et d'entretien	Sensibiliser les conducteurs usagers de la route au niveau de leurs parcs automobiles sur la maintenance et l'entretien de leurs moyens de transport	S'assurer de la tenue effective des séances de sensibilisation et contrôler s'il y a dépôt d'hydrocarbure sur la voie	DER / SEE	
	Sensibiliser les riverains à ne pas jeter les ordures dans les fossés et à nettoyer les fossés ou caniveaux qui passent par la devanture de leur maison	Contrôler l'intérieur des caniveaux et fossés et l'écoulement normal des eaux		
	N'élaguer que les branches d'arbres qui dérangent la circulation.	Suivre les activités d'élagages des arbres		
	IEC et sensibilisation à l'endroit des populations sur l'hygiène et le code de la route	S'assurer de la tenue des séances d'IEC et la participation effective des populations		
	Améliorer les prestations des services publics	Qualité d'accueil et prestations de services attirantes		
	Mettre en place des dos d'âne ou autres procédés pouvant limiter la vitesse des véhicules en agglomération	S'assurer de la mise en place des dispositifs de limitation de vitesse, Contrôle de vitesse chez les automobilistes		

Tableau 21 : Activités et moyens de suivi de l'état de l'environnement

Phases	Activités et moyens de suivi	Responsables de suivi
Phase d'exécution des travaux	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Veiller à l'exécution des travaux suivant les règles de l'art, ❖ Vérifier l'efficacité des mesures d'atténuation proposées ❖ Recenser les impacts imprévus et proposer des mesures adéquates 	<p>La DDEHU / Collines ; les Collectivités locales ; la DRER / Collines.</p>
Phase d'exploitation et d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Recenser les impacts imprévus et proposer des mesures appropriées, ❖ Vérifier l'exactitude des impacts prévus et l'adéquation des mesures proposées, ❖ Comparer les changements environnementaux réels et prévus de façon à prendre immédiatement des mesures nécessaires et efficaces par rapport à ces impacts. 	

III VOLET TECHNIQUE

1- SCHEMA ITINERAIRE

Le schéma itinéraire est une représentation linéaire de la piste donnant des informations sur ses caractéristiques actuelles. C'est un document de suivi (d'une route, une piste) qui permet de reconstituer un état en un temps donné ou de se faire une idée de la piste lors des futures interventions sur la piste. Il renseigne sur la vie de la piste. Le schéma itinéraire de la piste Savalou-Aglamidjodji-Doumé se présente comme suit :

REPUBLIQUE DU BENIN MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS DIRECTION NATIONALE DE L'ENTRETIEN ROUTIER ET DES PISTES RURALES		Département : COLLINES Communes : SAVALOU		Date du Relevé : 05/04/04				
Longueur totale : 39.650 Km		Piste allant de : SAVALOU à AGLAMIDJODJI - DOUME						
PK HM		0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10 10.5 11 11.5 12 12.5 13 13.5 14 14.5 15 15.5 16 16.5 17 17.5 18 18.5 19 19.5 20 20.5 21 21.5 22 22.5 23 23.5 24 24.5 25 25.5 26 26.5 27 27.5 28 28.5 29 29.5 30 30.5 31 31.5 32 32.5 33 33.5 34 34.5 35 35.5 36 36.5 37 37.5 38 38.5 39						
Etat de la zone d'étude	Repères planimétriques	Nom du village et des fermes	SAVALOU	TCHOGODO				
		Emprise des villages	[Diagramme de l'emprise des villages]					
		Carrefours et points singuliers	[Diagramme des carrefours et points singuliers]					
		Equipements socio-collectifs	EPP DEMOU	BORNE FONDERN	ECOLE			
	Végétation	Savane Herborbée						
		Savane arbustive						
		Autres						
		Culture	TECK	TECK			MENCO	TECK
		Forêt						
		Marécage						
Nature du sol			A	A	A	A	A	
Emprunts latéritiques								
Profil en long	Point haut	[Ligne de profil en long]						
	Pente longitudinale (en %)	[Ligne de profil en long]						
	Point bas	[Ligne de profil en long]						
Profil en travers	Au dessus du TN							
	Niveau TN							
	En dessous du TN							
	Ornières-bourbiers							
Plate-forme	Ravine-Nids de poules							
	Largeur routable(m)	3m		2m	1.50m	2.50m		
	Emprise totale(m)							
Assainissement	Etat de la Plateforme				DEGRADEE			
	Etat des fossés		RVC					
			RVD					
	Radiers (Rd)							
	Caniveaux (Can)		Côté Gauche					
			Côté Droit					
	Buses (Φ)							
	Dalots (D)					20(24) 10(1+1)	Φ1000	
	Ponts (Pt)							
	Observations							
Sigles et abréviations	NATUTRE DU SOL		A: Argileux	S: Sableux	C: Calcaire	L: Latéritique	R: Rocheux	
	I: Limonneux		TRACE EN PLAN		PROFIL EN LONG		ASSAINISSEMENT	
		: Virage à gauche : Virage à droite : Succession de virage : Piste à droite : Piste à gauche : Carrefour		: Rampe : Pente : point haut : point bas		Fl: Fossé longitudinal Fd: Fossé divergent Rd: Radiers Φ: Buses Pt: Ponts		
						COURS d'EAU → Sens de l'écoulement R.V.G Rive Gauche R.V.D Rive Droite		

REPUBLIQUE DU BENIN MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS DIRECTION NATIONALE DE L'ENTRETIEN ROUTIER ET DES PISTES RURALES		Département : COLLINES Communes : SAVALOU										Date du Relevé : 06/04																																																																					
		Longueur totale : 39,650 Km					Piste allant de : SAVALOU à AGLAMIDJODJI DOUME																																																																										
PK		4										5										6										7										8																																							
HM		1										2										3										4										5										6										7										8									
Etat de la zone d'origine	Repères planimétriques	Nom du village et des fermes																																LO-CZOUNGO																																															
		Emprise des villages																																																																															
		Carrefours et points singuliers		↷ ↶										↷ ↶										↷ ↶										↷ ↶																																															
		Equipements socio-collectifs																																																																															
	Végétation	Savane Herborée																																																																															
		Savane arbustive																																																																															
		Arbres																																																																															
		Culture																																																																															
		Forêt																																																																															
			Marécage																																																																														
Nature du sol		A										A										A										A																																																	
Emprunts latéritiques																																																																																	
Profil en long	Point haut																																																																																
	Pente longitudinale (en %)		↗ ↘										↗ ↘										↗ ↘										↗ ↘																																																
	Point bas																																																																																
Profil en travers	Au dessus du TN																																																																																
	Niveau TN																																																																																
	En dessous du TN																																																																																
	Omères-bourbiers																																																																																
	Ravine-Nids de poules																																																																																
Plate-forme	Largeur roulable(m)		2m										2.5m										2m										2.5m																																																
	Emprise totale(m)																																																																																
	Etat de la Plateforme												DEGRADEE																																																																				
Assainissement	Etat des fossés		RVG																																																																														
			RVD																																																																														
	Radiers (Rd)																																																																																
	Caniveaux (Can)		Côté Gauche																																																																														
			Côté Droit																																																																														
	Buses (φ)																																																																																
	Dalots (D)		D(1.5x1)										D(3.5x1.50)										D(3.5x1.50)																																																										
Ponts (Pt)																																																																																	
Observations																																																																																	
Sigles et abréviations		NATUTRE DU SOL		A: Argileux S: Sableux C: Calcaire L: Latéritique R: Rocheux										t: Limonneux										TRACE EN PLAN ↷ : Virage à gauche ↶ : Virage à droite ↷↶ : Succession de virage ↷ : Piste à droite ↶ : Piste à gauche ↷↶ : Carrefour										PROFIL EN LONG ↗ : Rampe ↘ : Pente ↗ : point haut ↘ : point bas										ASSAINISSEMENT Fl: Fossé longitudinal Fd: Fossé divergent Rd: Radiers φ : Buses Pt : Ponts										COURS D'EAU → Sens de l'Écoulement R.V.G Rive Gauche R.V.D Rive Droite																											

REPUBLIQUE DU BENIN MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS DIRECTION NATIONALE DE L'ENTRETIEN ROUTIER ET DES PISTES RURALES		Département : COLLINES Communes : SAVALOU		Date du Relevé: 05/04/01			
Longueur totale: 39,650 Km		Piste allant de : SAVALOU à AGLAMIDJODJI - DOUME					
PK 12 13 14 15 16 NM 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10							
Etat de la Zone d'Intérêt	Recères	Nom du village et des fermes	AGLAMIDJODJI				
	Dénivellements	Emprise des villages					
		Carrefours et points singuliers	↔				
		Equipements socio-collectifs					
		Vegetation	Savane Herborée				
		Savane arbustive					
		Andrés	.1 .1 .1				
		Culture	ANARCADE COTON				
		Forêt					
		Marécage					
	Nature du sol	A A A A A A A A					
	Emprunts latéritiques						
Etat des Infrastructures	Profil en long	Point haut					
		Pente longitudinale (en %)					
		Point bas					
Profil en travers	Profil en travers	Au dessus du TN	—				
		Niveau TN					
		En dessous du TN					
		Ombrières-bourbiers					
Piste-forme	Piste-forme	Ravine-Nids de poules					
		Largeur roulable(m)	SENIER				
		Emprise totale(m)					
		Etat de la Plateforme	DEGRADEE				
Assainissement	Assainissement	Etat des fossés	INEXISTANTS				
		R.V.G					
		R.V.D					
		Radiers (Rd)					
		Caniveaux (Can)	Côté Gauche				
			Côté Droit				
		Buses (Φ)					
Dalots (D)							
Ponts (Pt)							
Observations							
Sigles et abréviations		NATURE DU SOL A: Argileux S: Sableux C: Calcaire L: Laténitique R: Rocheux	Limonneux	TRACE EN PLAN : Virage à gauche : Virage à droite : Succession de virage : Piste à droite : Piste à gauche : Carrefour	PROFIL EN LONG : Rampe : Pente : point haut : point bas	ASSAINISSEMENT Fl: Fossé longitudinal Fd: Fossé divergent Rd: Radiers Φ: Buses Pt: Ponts	COURS D'EAU Sens de l'écoulement R.V.G Rive Gauche R.V.D Rive Droite

REPUBLIQUE DU BENIN MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS DIRECTION NATIONALE DE L'ENTRETIEN ROUTIER ET DES PISTES RURALES		Département : COLLINES Communes : SAVALOU										Date du Relevé : 06/04/04		
Longueur totale : 39,650 Km		Piste allant de : SAVALOU à AGLAMIDJOOJI - DOUME												
PK 16 17 18 19 20														
Hm 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10														
Etat des lieux	Repères Denivellations	Nom du village et des fermes										ESSEGNON		
		Emprise des villages												
		Carrefours et points singuliers												
		Equipements socio-collectifs										TERRAIN		
	Vegetation	Savane Herborée												
		Savane arbusive												
		Arbres												
		Culture												
		Forêt												
	Maraîchage													
nature du sol		A										A		
Emprunts latéritiques														
Profil en long	Point haut													
	Pente longitudinale (en %)													
	Point bas													
	Point bas													
Profil en travers	Au dessus du TN													
	Niveau TN													
	En dessous du TN													
	Omères-bourbiers													
Ravine-Nids de poules														
Plate-forme	Largeur roulable(m)												SENTIER	
	Emprise totale(m)												DEGRADEE	
	Etat de la Plateforme												INEXISTANTS	
Assainissement	Etat des fossés												RVG	
	RVG												RVD	
	Radiers (Rd)													
	Caniveau (Can)												Côté Gauche	
													Côté Droit	
	Buses (Φ)													
	Dalots (D)													
Ponts (Pt)														
Observations														
Sigles et abréviations		NATURE DU SOL A: Argileux S: Sableux C: Calcaire L: Latéritique R: Rocheux		t. Limonneux		TRACE EN PLAN : Virage à gauche : Virage à droite : Succession de virage : Piste à droite : Piste à gauche : Carrefour		PROFIL EN LONG : Rampe : Pente : point haut : point bas		ASSAINISSEMENT Fl: Fossé longitudinal Fd: Fossé divergent Rd: Radiers Φ: Buses Pt: Ponts		COURS d'EAU → Sens de l'écoulement R.V.G Rive Gauche R.V.D Rive Droite		

REPUBLICQUE DU BENIN MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS DIRECTION NATIONALE DE L'ENTRETIEN ROUTIER ET DES PISTES RURALES		Département : COLLINES Communes : SAVALOU		Date du Relevé : 06/04/04																	
Longueur totale : 39,650 Km		Piste allant de : SAVALOU à AGLAMODJODJI - DOUME																			
PK	20	20.5	21	21.5	22	22.5	23	23.5													
HM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Repères planimétriques	Nom du village et des fermes			ADANWOJE																	
	Emprise des villages																				
	Carrefours et points singuliers																				
	Equipements socio-collectifs			TERRAIN ECOLE																	
Végétation	Savane Herborée																				
	Savane arbustive																				
	Arbres																				
	Culture																				
	Forêt																				
Nature du sol	A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		
Profil en long	Point haut	[Graphique de profil en long]																			
	Pente longitudinale (en %)	[Graphique de profil en long]																			
	Point bas	[Graphique de profil en long]																			
Profil en travers	Au dessus du TN	[Graphique de profil en travers]																			
	Niveau TN	[Graphique de profil en travers]																			
	En dessous du TN	[Graphique de profil en travers]																			
Plate-forme	Largeur roulable(m)	[Graphique de profil en travers]																			
	Emprise totale(m)	[Graphique de profil en travers]																			
Assainissement	Etat de la Plateforme	[Graphique de profil en travers]																			
	Etat des fossés	[Graphique de profil en travers]																			
	Radiers (Rd)	[Graphique de profil en travers]																			
	Caniveau (Can)	[Graphique de profil en travers]																			
	Buses (Φ)	[Graphique de profil en travers]																			
	Dalots (D)	[Graphique de profil en travers]																			
	Ponts (Pt)	[Graphique de profil en travers]																			
Observations	[Graphique de profil en travers]																				
Sigles et abréviations	NATURE DU SOL	A: Argileux		S: Sableux		C: Calcaire		L: Latéritique		R: Rocheux		I: Limonneux		TRACE EN PLAN		PROFIL EN LONG		ASSAINISSEMENT		COURS d'EAU	

REPUBLIQUE DU BENIN MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS DIRECTION NATIONALE DE L'ENTRETIEN ROUTIER ET DES PISTES RURALES		Département : COLLINES Communes : SAVALOU		Date du Relevé : 07/04/04		
Longueur totale : 39,650 Km		Piste allant de : SAVALOU à AGLAMIDJOOJI - DOUME				
PK 24 24.1 25 25.1 26 26.1 27 27.1 28		H.M. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10				
Etat de la zone d'étude	Repères planimétriques	Nom du village et des fermes			FROUKOU	
		Emprise des villages				
		Carrefours et points singuliers			EPP	UVD
		Équipements socio-collectifs			EGLISE	
	Vegetation	Savane Herborée				
		Savane arbustive				
		Arbres				
		Culture				
		Forêt				
		Marécage				
Nature du sol						
Empreintes latéritiques						
Profil en long	Point haut					
	Pente longitudinale (en %)					
	Point bas					
Profil en travers	Au dessus du TN					
	Niveau TN					
	En dessous du TN					
	Omières-bourbiers					
Plate-forme	Ravine-Nids de poules					
	Largeur routable(m)			SENTIER		
	Emprise totale(m)					
	Etat de la Plateforme			DEGRADEE		
Assainissement	Etat des fossés	RVG				
		RVD				
	Radiers (Rd)					
	Caniveau (Can)	Côté Gauche				
		Côté Droit				
	Buses (Ø)					
	Dalots (D)					
Ponts (Pt)						
Observations						
Sigles et abréviations	NATUTRE DU SOL		TRACE EN PLAN		PROFIL EN LONG	
	A: Argileux S: Sableux C: Calcaire L: Laténitique R: Rocheux	t: Limonneux		: Virage à gauche		: Rampe
			: Virage à droite		: Pente	
			: Succession de virage		: point haut	
			: Piste à droite		: point bas	
			: Piste à gauche			
			: Carrefour			
				ASSAINISSEMENT		
				F: Fossé longitudinal	COURS d'EAU	
				Fd: Fossé divergent		→ Sens de l'Écoulement
				Rd: Radiers	R.V.G Rive Gauche	
				Ø: Buses	R.V.D Rive Droite	
				Pt: Ponts		

REPUBLICQUE DU BENIN MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS DIRECTION NATIONALE DE L'ENTRETIEN ROUTIER ET DES PISTES RURALES		Département : COLLINES Communes : SAVALOU		Date du Relevé : 07/04/04									
Longueur totale : 39,650 Km		Piste allant de : SAVALOU à AGLAMIDJODJI - DOUME											
PK		28		29		30		31		32			
HM		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			
Etat de la piste d'origine	Recères	Nom du village et des fermes											
	paramétriques	Emprise des villages											
		Carrefours et points singuliers											
		Equipements socio-collectifs											
	vegetation	Savane Herborée											
		Savane arbustive				1 1		1					
		Arbres											
		Culture											
		Forêt											
	Maraîchage												
Nature du sol		A		A		A		A		A			
Erreurs latérales													
Profil en long	Point haut												
	Pente longitudinale (en %)												
	Point bas												
Profil en travers	Au dessus du TN												
	Niveau TN												
	En dessous du TN												
	Ornières-bourbiers												
Ravine-Nids de poules													
Piste-forme	Largeur routable(m)						SENTIER						
	Emprise totale(m)						DEGRADEE						
	Etat de la Plateforme						RESISTANTS						
Assainissement	Etat des fossés		R.V.G										
			R.V.D										
	Radiers (Rd)												
	Caniveau (Can)		Côté Gauche										
			Côté Droit										
	Busés (Ø)												
	Dakots (D)												
Ponts (Pt)													
Observations													
Sigles et abréviations		NATUTRE DU SOL A: Argileux S: Sableux C: Calcaire L: Laténitique R: Rocheux		I: Limonneux		TRACE EN PLAN ↷ : Virage à gauche ↶ : Virage à droite ↷↶ : Succession de virage ↷ : Piste à droite ↶ : Piste à gauche ↷↶ : Carrefour		PROFIL EN LONG / : Rampe \ : Pente ⌒ : point haut ⌒ : point bas		ASSAINISSEMENT Fl: Fossé longitudinal Fd: Fossé divergent Rd: Radiers Ø : Busés Pt: Ponts		COURS D'EAU → : Sens de l'Écoulement R.V.G Rve Gauche R.V.D Rve Droite	

REPUBLIQUE DU BENIN MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS DIRECTION NATIONALE DE L'ENTRETIEN ROUTIER ET DES PISTES RURALES		Département : COLLINES Communes : SAVALOU										Date du Relevé : 07/04/94																			
Longueur totale : 39,650 Km		Piste allant de : SAVALOU à AGLAMIDJODJI - DOUME																													
PK 32 33 34 35 36 HM 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10																															
Etude de la zone d'ouvrage	Repères planimétriques	Nom du village et des fermes Emprise des villages Carrefours et points singuliers Equipements socio-collectifs EKPADIKO EGLISE TERRAIN ECOLE																													
	Végétation	Savane Herbacée																													
		Savane arbustive																													
		Arbres																													
		Culture																													
		Forêt																													
	Maraîchage																														
	Nature du sol																														
	Emprunts latérites																														
	Profil en long	Point haut Pente longitudinale (en %)																													
Point bas																															
Profil en travers	Au dessus du TN																														
	Niveau TN																														
	En dessous du TN																														
	Ombrières-bourbiers																														
Plate-forme	Ravine-Nids de poules																														
	Largeur roulable(m)										SENTIER																				
	Emprise totale(m)										DEGRADEE																				
Assainissement	Etat de la Plateforme										INEXISTANTS																				
	Etat des fossés		RVG																												
			RVD																												
	Radiers (Rd)																														
	Caniveau (Can)		Côté Gauche Côté Droit																												
	Buses (Φ)																														
	Dalots (D)																														
Ponts (Pt)																															
Observations																															
Sigles et abréviations		NATURE DU SOL A: Argileux S: Sableux C: Calcaire L: Latéritique R: Rocheux					Limonneux					TRACE EN PLAN : Virage à gauche : Virage à droite : Succession de virage : Piste à droite : Piste à gauche : Carrefour					PROFIL EN LONG : Rampe : Pente : point haut : point bas					ASSAINISSEMENT Fl: Fossé longitudinal Fd: Fossé divergent Rd: Radiers Φ - Buses Pt : Ponts					COURS d'EAU → Sens de l'écoulement R.V.G Rive Gauche R.V.D Rive Droite				

2-ETUDES HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES

2.1- Etudes hydrologiques

La voie Savalou-Aglamidjodji-Doumé est traversée par 6 cours d'eau significatifs dont le plus important est le fleuve Zou. Nous avons ainsi délimité 6 bassins versants qui sont représentés à l'annexe 1.

2.1.1- Détermination de l'averse décennale P_{10}

L'averse décennale a été obtenue par ajustement des pluies maximales journalières de la station de Savalou à une loi de GUMBEL (voir annexe 2).

2.1.1.1- Méthode graphique

L'échantillon de 37 observations, de 1951 à 1987, est classé par ordre croissant et à chaque valeur X_i de rang i , est attribué une fréquence F_i de non dépassement telle que :

$$F_i = \frac{i}{n+1} \Rightarrow F_i = \frac{i}{38}$$

Les 37 observations portées sur un diagramme de GUMBEL forment un nuage de points sensiblement alignés. L'ajustement graphique nous permet d'avoir une droite graphique qui donne pour une période de retour de 10 ans, $P_{10} = 120$ mm. (voir annexe 3).

2.1.1.2- Méthode analytique

Les différents paramètres de l'échantillon sont directement calculés

➤ La moyenne $m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \Rightarrow m = 79,4$

➤ L'écart type $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (X_i - m)^2} = 28$

➤ $X_0 = m - \alpha_n \cdot \sigma = 65$ avec $\alpha_n = 0,480$

➤ $S = \beta_n \cdot \sigma = 24,5$ avec $\beta_n = 0,887$

Les valeurs de α_n et β_n sont prise dans le poly du cours d'hydrologie à la page 40

La droite calculée passe par :

$M_1(X_1 = X_0 - 0,834 \cdot s = 44,55 ; F_1 = 0,10)$ et

$M_2(X_2 = X_0 + 2,970 \cdot s = 137,92 ; F_2 = 0,95)$

A partir de cette droite calculée nous obtenons pour P_{10} la valeur de 119mm.

Nous retenons les résultats de la droite graphique car c'est elle qui donne la valeur de P_{10} la plus élevée.

2.1.2- Les caractéristiques physiques des bassins versants

Les paramètres physiques des différents bassins versants ont été relevés ou calculés à partir des données recueillies sur une carte de la zone d'étude au 1/200 000.

Les coefficients de ruissellement K_{r10} ont été calculés à partir du tableau suivant :

Tableau 22 : Evolution de K_{r10} en fonction de la géologie et de la précipitation annuelle

Catégorie	Formulation	r	Nombre
Granite + gneiss	$K_{r10}=2300 P_{an}^{-0,67}$	0,661	72
Grès	$K_{r10}=300 P_{an}^{-0,375}$	0,361	18
Sables	$K_{r10}=2.10^7 P_{an}^{-2,2}$	0,602	7
Argiles	$K_{r10}=300 P_{an}^{-0,3}$	0,376	12
schistes	$K_{r10}=370 P_{an}^{-0,375}$	0,370	24

Source: "Crue et Apport" page 69

La P_{an} (pluie moyenne annuelle) correspondant à notre zone d'étude est $P_{an} = 1152$ mm, cette valeur est la moyenne des 30 valeurs de pluie moyenne annuelle recueillies à Savalou (cf. annexe 4).

Pour les bassins constitués de plusieurs types de sols, nous avons pris comme valeur de K_{r10} la moyenne des K_{r10} des différents sols. Le tableau suivant présente les caractéristiques physiques des 6 bassins versant délimités.

Tableau 23 : caractéristiques des bassins versants

N° du bassin versant	Superficie S (Km ²)	Périmètre P (Km)	Pente I_0 (m/Km)	Type de sol	Coefficient K_{r10} (%)	Longueur rectangle équivalent L(Km)
1	1632,40	176,6	2,35	-granite-gneiss -sablo-argileux	20	61,95
2	17,86	18,80	9	-sablo-argileux	20	6,76
3	79,16	41	4,5	-sablo-argileux	20	15,34
4	34,74	27,2	4,5	-sablo-argileux	20	10,19
5	19,24	20	4,5	-granite-gneiss	20	7,40
6	47,40	61,80	2,7	-granite-gneiss	20	29,28

La longueur du rectangle équivalent (L) est calculée avec la formule :

$$L = S^{0,5} \left(\frac{0,282.P.S^{-0,5}}{1,128} \right) \left[1 + \left(1 - \left(\frac{1,128}{0,282.P.S^{-0,5}} \right)^2 \right)^{0,5} \right]$$

L'indice global de pente I_g est obtenu par la relation : $I_g = \frac{D}{L} = 0,90 \times \frac{Z_{\max} - Z_{\min}}{L}$ avec Z_{\max} et Z_{\min} les cotes maximale et minimale respectivement relevées sur le bassin.

2.1.3- Calcul des débits décennaux par bassin versant

La méthode choisie pour le calcul des débits décennaux est celle du CIEH relative aux bassins du Bénin et du Togo appelée TOBE : $Q_{10} = 0,167 \cdot S^{0,435} \cdot K_{r10}^{1,204}$

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 24 : Calcul des débits décennaux

Bassin	S (Km ²)	I_g (m/Km)	K_{r10}	Q_{10} (m ³ /s)	Q_{retenu} (m ³ /s)
1	1634,40	2,35	20	153,72	155
2	17,86	9	20	21,56	22
3	79,16	4,5	20	41,21	42
4	34,74	4,5	20	28,80	29
5	19,24	4,5	20	22,27	23
6	47,40	2,7	20	32,97	33

Les ouvrages de franchissement projetés pour évacuer les débits des bassins versants 2 ; 3 ; 4 ; 5 et 6 sont des dalots. Ils seront dimensionnés avec les Q_{10} calculés précédemment. En ce qui concerne le bassin versant 1, vu l'importance du débit à évacuer, l'ouvrage projeté est un pont dont le débit de dimensionnement est Q_{100} (débit de fréquence centennale). Pour obtenir Q_{100} à partir du Q_{10} , il faut appliquer un coefficient $C = 2$. Ce coefficient est pris dans le poly du cours d'hydrologie urbaine (36p). On a alors $Q_{100} = C \cdot Q_{10} = 2 \times 155 = 310 \text{ m}^3/\text{s}$
Soit $Q_{\text{projet}} = 310 \text{ m}^3/\text{s}$

2.2- Etudes hydrauliques

2.2.1- Dimensionnement du pont

2.2.1.1- La cote du Plan des Hautes Eaux (PHE)

➤ Détermination du coefficient de rugosité

La méthode adoptée pour évaluer les coefficients de ruissellement du lit mineur et du lit majeur est celle de COWAN basée sur les caractéristiques des différents lits.

Soient k_g et k_d les coefficients de rugosité du lit majeur gauche et droit respectivement et k_m celui du lit mineur. La formule de COWAN s'écrit : $n = (n_0+n_1+n_2+n_3+n_4).m_5$ avec $K = 1/n$, K étant le coefficient de Manning («Hydraulique Routière », page 156).

n_0 : est fonction de la nature des parois ;

n_1 : définit les irrégularités de surface des parois,

n_2 : traduit l'influence des variations de forme et de dimension de la section mouillée ;

n_3 : exprime l'influence des obstructions qui s'opposent à l'écoulement : racines, pierres, obstacles, racines....

n_4 : donne l'influence de la végétation ;

m_5 : traduit l'importance des méandres.

Par rapport aux observations faites sur le terrain, les valeurs suivantes ont été retenues pour ces différents coefficients.

Tableau 25 : valeurs des coefficients de rugosité

Coefficients	n_0	n_1	n_2	n_3	n_4	m_5	n	K
Lit majeur	0,02	0,005	0,01	0,03	0,025	1,1	0,099	10
Lit mineur	0,020	0,01	0,005	0,02	0,01	1,1	0,0715	14

Source : « Hydraulique Routière », page 158

Il n'y a pas une grande différence entre les caractéristiques des lits majeurs droit et gauche. Pour cela nous avons considéré une valeur unique de coefficient de rugosité pour l'ensemble du lit majeur.

➤ Cote du plan des hautes eaux

Pour connaître la cote du PHE à prendre en compte dans le projet, nous avons déterminé la cote naturelle de l'eau au droit du franchissement, sans l'ouvrage (le pont) et pour la crue de projet. La valeur de cette cote est obtenue par itération, c'est à dire qu'on calcule pour chaque cote Z_{PHE} fixée, le débit correspondant à partir des caractéristiques du lit du fleuve.

La cote Z_{PHE} retenue est celle qui donne le débit Q_{projet} .

Après itération, la cote du PHE qui nous a permis d'avoir le débit Q_{projet} est $Z_{PHE} = 165,27$ m.

Le tableau 23 présente les caractéristiques des différents lits pour $Z_{PHE} = 165,27$ m

Tableau 26 : caractéristiques des lits majeur et mineurs pour Z_{PHE}

Caractéristiques	Lit mineur	Lit majeur gauche	Lit majeur droit	Total
Section mouillée $S(m^2)$	118,49	73,62	179,46	
Périmètre mouillé $P(m)$	32,09	101,24	153,10	
Coefficient de rugosité	14	10	10	
Pente $I (m/m)$	$2,35 \cdot 10^{-3}$	$2,35 \cdot 10^{-3}$	$2,35 \cdot 10^{-3}$	
Rayon hydraulique $R = S/P(m)$	3,69	0,73	1,17	
Q (m^3/s)	192,03	28,93	96,60	317,56

Les débits ont été calculés avec la formule Manning soit $Q = K \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$ (m^3/s).

2.2.1.2- Le tirant d'air

Pour évacuer ce débit et compte tenu des observations faites sur le terrain, le pont projeté aura une portée de 45 m et une largeur de 7 m. Pour les ponts de longueur inférieure ou égale à 50 m, selon le document « Hydraulique Routière » le tirant d'air indiqué en zone de savane est 1,50 m.

2.2.1.3 – La surélévation du niveau de l'eau

Après l'implantation du pont, les caractéristiques hydrologiques et hydrauliques suivantes ont été calculées à partir des profils en travers.

Tableau 27 : paramètres des lits mineur et majeur

Caractéristiques	Lit majeur rive gauche	Lit mineur	Lit majeur rive droite
Surface mouillée $S(m^2)$	73,62	118,49	179,46
Périmètre mouillé $P(m)$	101,24	32,09	153,10
Rayon Hydraulique $R (m)$	0,73	3,69	1,17
Largeur $B (m)$	94,64	45	157,4
Coefficient de Manning K	10	14	10
Pente (m/m)	$2,35 \cdot 10^{-3}$	$2,35 \cdot 10^{-3}$	$2,35 \cdot 10^{-3}$

➤ Calcul du coefficient de transfert amont : T_{AM}

$$T_{AM} = T_g + T_m + T_d = K_g \cdot R_g^{2/3} \cdot S_g + K_m \cdot R_m^{2/3} \cdot S_m + K_d \cdot R_d^{2/3} \cdot S_d ;$$

Les indices g, m et d indique le lit majeur rive gauche, lit mineur et lit majeur rive droite respectivement.

$$T_{AM} = 10 \times 0,73^{2/3} \times 73,62 + 14 \times 3,69^{2/3} \times 118,49 + 10 \times 1,17^{2/3} \times 179,46 = 6550,69 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ Le coefficient de transfert au pont T_0

$$T_0 = K_{0g} \cdot R_{0g}^{2/3} \cdot S_{0g} + K_{0m} \cdot R_{0m}^{2/3} \cdot S_{0m} + K_{0d} \cdot R_{0d}^{2/3} \cdot S_{0d}$$

Les caractéristiques S_{0m} , S_{0g} , S_{0d} , et P_{0m} , P_{0d} , P_{0g} mesurées sur le profil en travers donnent :

$$S_{0g} = 23,87 \text{ m}^2; P_{0g} = 14,18 \text{ m}; R_{0g} = 1,68 \text{ m}$$

$$S_{0d} = 38,84 \text{ m}^2; P_{0d} = 18,78 \text{ m}; R_{0d} = 2,07 \text{ m}$$

$$S_{0m} = 118,49 \text{ m}^2; P_{0m} = 32,09 \text{ m}; R_{0m} = 3,69 \text{ m}; \text{ le coefficient } T_0 \text{ revient alors à :}$$

$$T_0 = 10 \times 1,68^{2/3} \times 23,84 + 14 \times 3,69^{2/3} \times 118,49 + 10 \times 2,07^{2/3} \times 38,84 = 4928,96 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ Le coefficient de transfert relatif m

$$m = 1 - \frac{T_0}{T_{AM}} = 1 - \frac{4928,96}{6550,69} = 0,75$$

➤ Calcul de la perte de charge due aux caractéristiques hydrauliques du pont : $Q^2/(2 \cdot g \cdot C^2 \cdot S_0^2)$

Avec $C = C_c \cdot C_E \cdot C_\phi \cdot C_P \cdot C_F \cdot C_y \cdot C_x \cdot C_S$; déterminons les valeurs de ces différents coefficients.

❖ Coefficient de contraction c_c

La largeur des remblais d'accès talutés à 1/1 :

$b =$ largeur pont + la hauteur d'eau au niveau des culées + tirant d'air + hauteur du tablier + surélévation

la hauteur du tablier projeté est de 1,20 m, nous avons supposé une surélévation de 1 m ; si à la fin, la surélévation calculée dépasse 1 m, le calcul sera repris avec une valeur de surélévation plus grande. Nous avons alors :

$$b = 7 + (165,27 - 162,34) + 1,50 + 1,20 + 1 = 13,49 \text{ m.}$$

Le débouché linéaire du pont est: $B_0 = 45 \text{ m}$, d'où $\frac{b}{B_0} = \frac{13,49}{45} = 0,2997 \approx 0,30$

La figure 51 à l'annexe 4 donne les coefficients relatifs aux ouvrages à culées et remblais talutés à 1/1 avec mur en aile. Pour $m = 0,75$ et $\frac{b}{B_0} = 0,30$ le graphique 48a donne $c_c = 0,77$

❖ Coefficient d'entrée c_E

Avec $\theta = 45^\circ$, angle formé par les murs en aile avec l'axe longitudinal du pont et $m = 0,30$ on a $c_E = 1,025$ (fig. 48b à l'annexe 4).

❖ Coefficient de biais $c\phi$

$c\phi = 1$ car le pont n'est pas en biais.

❖ Coefficient c_p dépendant des piles (cf.fig.53b)

Le pont a trois travées et comporte deux piles pleines de 1m de large. Pour $m = 0,30$ et

$$\frac{n \times p}{B_0} = \frac{2 \times 1}{45} = 0,044 \text{ on lit sur la figure 53b, } c_p = 0,99$$

❖ Coefficient c_F de FROUDE

Nous avons pour le nombre de FROUDE, $F = \frac{Q}{S_{AV} \sqrt{g \cdot y_{AV}}}$;

$$S_{AV} = S_d + S_m + S_g = 179,46 + 118,49 + 73,62 = 371,57 \text{ et}$$

$$\text{la profondeur moyenne } y_{AV} = \frac{S_{AV}}{B_{AV}} = \frac{371,57}{(94,64 + 45 + 157,4)} = 1,25 ; \text{ soit}$$

$$F = \frac{310}{371,57 \sqrt{9,8 \times 1,25}} = 0,238 \approx 0,24 \text{ la figure 54a donne } c_F = 0,925$$

❖ Coefficient c_y lié à la profondeur relative d'eau

Les profondeurs relatives d'eau mesurées sur le profil en travers donne pour la rive gauche $Y_A = 2,79$ m et pour la rive droite $Y_B = 2,13$ m ; nous avons alors :

$$\frac{Y_A + Y_B}{2B_0} = \frac{2,79 + 2,13}{2 \times 45} = 0,055 ;$$

la figure 54b donne pour $m = 0,30$ et $\frac{Y_A + Y_B}{2B_0} = 0,055$ $c_y = 0,96$

❖ Coefficient c_x d'excentrement

Le pont coupe totalement les rives gauche et droite, donc T_a et T_b correspondent respectivement aux T_d et T_g calculés précédemment soit :

$$T_a = K \cdot S_a \cdot R_a^{2/3} = 10 \times 179,46 \times 1,17^{2/3} = 1992,62 \text{ m}^3/\text{s (rive droite)}$$

$$T_b = K \cdot S_b \cdot R_b^{2/3} = 10 \times 73,62 \times 0,73^{2/3} = 596,87 \text{ m}^3/\text{s (rive gauche).}$$

$$\frac{T_b}{T_a} = \frac{596,87}{1992,62} = 0,30 \text{ à cette valeur correspond } c_x = 1 \text{ (cf. figure 54d).}$$

➤ Le coefficient de perte de charge : $\frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot C^2 S_0^2}$

Le coefficient de débit C est en définitif égal à $C = c_c \cdot c_E \cdot c\phi \cdot c_p \cdot c_F \cdot c_y \cdot c_x$ soit

$C = 0,77 \times 1,025 \times 1,00 \times 0,99 \times 0,925 \times 0,96 \times 1 = 0,694$; la perte de charge due aux caractéristiques hydrauliques est alors :

$$\frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot C^2 \cdot S_0^2} = \frac{310^2}{2 \times 9,8 \times 0,694^2 \times (118,49 + 23,87 + 38,84)^2} = 0,3098 \text{ m}$$

➤ La pression dynamique : $\alpha \frac{V_{AM}^2}{2 \cdot g}$

Le coefficient α qui traduit l'homogénéité de la distribution de la vitesse est donné par:

$$\alpha = \frac{S_{AM}^2}{T_{AM}^3} \cdot \sum \frac{T_{iAM}^3}{S_{iAM}^2} = \frac{S_{AM}^2}{T_{AM}^3} (K_g^3 \cdot R_g^2 \cdot S_g + K_m^3 \cdot R_m^2 \cdot S_m + K_d^3 \cdot R_d^2 \cdot S_d) \text{ or}$$

$$T_{AM} = 6550,69 \text{ m}^3/\text{s} \text{ et } S_{AM} = 371,57 \text{ m}^2$$

$$\alpha = \frac{371,57^2}{6550,69^3} [10^3 \times 0,73^2 \times 73,62 + 14^3 \times 3,69^2 \times 118,49 + 10^3 \times 1,17^2 \times 179,46] = 2,31$$

La pression dynamique est alors :

$$\alpha \frac{V_{AM}^2}{2 \cdot g} = \frac{2,31 \times 310^2}{2 \times 9,8 \times 371,57^2} = \frac{\alpha Q^2}{2 \cdot g \cdot S_{AM}^2} = 0,082 \text{ m}$$

➤ La perte de charge par frottement Δh_f

Nous avons :

$$\Delta h_f = B_0 \left(\frac{Q}{T_{AM}} \right)^2 + b \left(\frac{Q}{T_0} \right)^2$$

$$\Delta h_f = 45 \times \left(\frac{310}{6550,69} \right)^2 + 13,49 \times \left(\frac{310}{4928,96} \right)^2 = 0,154 \text{ m}$$

pour les 45 m projetés, on a en définitive:

$$\Delta Z = \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot C^2 \cdot S_0^2} + \alpha \frac{V_{AM}^2}{2 \cdot g} + \Delta h_f = 0,3098 + 0,082 + 0,154 = 0,5458 \approx 0,55 \text{ m}$$

La surélévation de l'eau consécutive à la crue centennale est alors $\Delta Z = 0,55 \text{ m}$. Par conséquent, la cote minimum sous poutre est $Z_{SP} = \text{cote de la crue de projet} + \text{surélévation de l'eau due au pont} + \text{tirant d'air}$.

La surélévation Δh_f calculée est inférieure à 1 m ; pour raison de sécurité nous allons faire les calculs avec $\Delta h_f = 1 \text{ m}$.

$$Z_{SP} = 165,27 + 1 + 1,50 = 167,77 \approx 168 \text{ m}$$

La cote du niveau fini de l'ouvrage est $Z_P = Z_{SP} + \text{Hauteur du tablier} = 168 + 1,20 = 169,20 \text{ m}$.

2.2.2- Dimensionnement des dalots

Les cours d'eau des bassins versants 2, 3, 4, 5, et 6 seront franchis par des dalots.

Le type d'écoulement considéré est l'écoulement à surface libre à sortie dénoyée c'est à dire $H_1/D \leq 1,25$ (voir schéma ci-dessous).

La vitesse maximale admissible pour les dalots est $V = 3$ m/s .

Les ouvrages seront munis de mur en aile faisant un angle 45° avec l'axe.

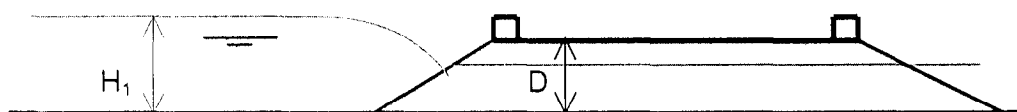


Schéma 1: dalot en fonctionnement dénoyé

❖ Exemple de calcul (bassin N°2)

$$Q = 22 \text{ m}^3/\text{s}$$

Essayons en premier lieu 3 dalots de hauteur $D = 2$ m et de largeur $B = 2$ m chacun.

La profondeur d'eau en amont de l'ouvrage pour le débit $Q = 22 \text{ m}^3/\text{s}$ soit un débit par dalot de $q = \frac{22}{3} = 7,33$, se calcule par l'intermédiaire de :

$$Q^* = \frac{q}{B.D.\sqrt{2.g.D}} = \frac{22}{3 \times 2 \times 2 \times \sqrt{2 \times 9,8 \times 2}} = 0,293 ; \text{ la courbe A de la figure 77 de l'annexe 5}$$

donne $H_1^* = 0,84$ soit $H_1 = H_1^* \times D = 1,68$ m profondeur acceptable car $0,84 < 1,25$

Pour nous assurer si la vitesse de l'eau dans les dalots reste dans les limites admissibles, il faut passer d'abord par le calcul de la pente critique de l'ouvrage I_c ; nous aurons ainsi :

$$Q^* = \frac{q}{\sqrt{g \times B^5}} = \frac{22}{3 \times \sqrt{9,8 \times 2^5}} = 0,414 \text{ d'où } I_c^* = \frac{I_c}{g/(K^2 D^{1/3})} = 3,3 \text{ (cf. courbe fig. 82 annexe 5)}$$

$$I_c = \frac{3,3 \times 9,8}{67^2 \times 2^{1/3}} = 0,0057 . \text{ Il vient alors pour le calcul de la vitesse :}$$

$$Q^* = \frac{q}{K \times I^{1/2} \times B^{2/3}} = \frac{22}{3 \times 67 \times (0,0057)^{1/2} \times 2^{2/3}} = 0,913$$

$$V^* = \frac{V}{K \times I^{1/2} \times B^{2/3}} = 0,54 \text{ (courbe fig.84 à l'annexe 5) d'où}$$

$V = 0,54 \times 67 \times (0,0057)^{1/2} \times 2^{2/3} = 4,33$ m/s cette vitesse est beaucoup trop élevée pour être acceptable. Prenons 4 dalots de $2,5 \times 2$, chacun débitant par conséquent $q = \frac{22}{4} = 5,5 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q^* = \frac{q}{B.D.\sqrt{2.g.D}} = \frac{5,5}{2,5 \times 2 \sqrt{2 \times 9,8 \times 2}} = 0,176$$

$H_1' = 0,58$ (fig.77 annexe 5) et $H_1 = 0,58 \times 2 = 1,16$; la pente critique se calcule par l'intermédiaire de :

$$Q' = \frac{q}{\sqrt{g \times B^5}} = \frac{5,5}{\sqrt{9,8 \times 2,5^5}} = 0,177 \text{ la lecture de } l_c' \text{ sur la figure 82 de l'annexe 5 donne}$$

$$l_c' = 2,83 = \frac{I_c}{g/(K^2 D^{1/3})} \Rightarrow l_c = \frac{2,83 \times 9,8}{67^2 \times 2,5^{1/3}} = 0,00455 \Rightarrow V' = \frac{V}{K \times I^{1/2} \times B^{2/3}} = 0,335 \text{ (cf. fig.84)}$$

Soit $V = 0,335 \times 67 \times (0,00455)^{1/2} \times 3^{2/3} = 2,79$ m/s cette valeur est inférieure à 3 m/s donc acceptable.

Des calculs analogues ont été faits pour les cours d'eau des autres bassins versants (3, 4, 5, 6) et les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 28 : Dimensionnement des dalots

Cours d'eau	Type de dalot : nxBxD (m)	H ₁ '(m)	H ₁ (m)	l _c (m)	V (m/s)	Débit à évacuer Q (m ³ /s)
2	4x2,5x2	0,58	1,16	0,00455	2,79	22
3	4x4x3	0,44	1,32	0,00364	2,90	42
4	4x3x2,5	0,51	1,28	0,00416	2,83	29
5	4x2,5x2	0,63	1,26	0,00458	2,84	23
6	4x3x3	0,46	1,38	0,00420	2,98	33

n = nombre de dalot

2.2.3 – Dimensionnement des fossés

La section des fossés latéraux projetée est triangulaire de dimensions : 30x120x60 schématisée ci-dessous. Ce type de fossé est facilement mise en oeuvre à la niveleuse.

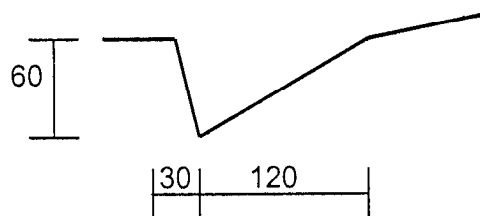


Schéma 2: fossé triangulaire type

Des fossés divergents seront creusés le long de la route pour décharger les fossés latéraux. Notons qu'au niveau des intersections, des buses ont été prévues ; le diamètre minimal des buses est 800 mm (pour faciliter leur entretien).

Des prélèvements d'échantillons en nombres variables de matériaux jugés les plus représentatifs ont été effectués par carrière pour être soumis aux essais de laboratoire à savoir :

- ❖ Analyse granulométrique,
- ❖ Limite d'Atterberg,
- ❖ Proctor et
- ❖ CBR imbibé à 96 heures.

4.2- Les résultats des principaux essais

4.2.1- Essais sur plate forme

Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques de matériaux de plate forme

Tableau 29 : caractéristiques principales de la plate forme

Caractéristiques		Echantillons Nature et Origine				
		-PK 0+000 C/G Puits n°1 Prof. 0,10/1,20 m	-PK0+000 C/G puit n°1 -PK10+000 C/D puits n°3 -PK25+000 C/D puits n°6	-PK5+000 C/D puits n°2 -PK 20+000 C/G puits n°5	-PK30+000 C/D puits n°7 -PK15+000 C/D puits n°4	-PK35+000 C/G puits n°8 -PK39+000 C/G puits n°9
Poids spécifiques des grains solides			2,852			
Equivalent de sable (ES)						
Limites d'Atterberg	WL (%)	26				
	IP	10				
Matière organique MO (%)						
Proctor Modifié	γ_d (T/m ³)		2,125	1,80	2,04	2,025
	W _{opt} (%)		7,5	14	10,8	8,0
CBR imbibé à 96 h			65	5	6,0	75
			45	1	4,0	65
			0,174	3,5	1,85	0,758
			Varie entre 8,7 et 12,36	Varie entre 16,88 et 20,26	Varie entre 11,2 et 14,02	Varie entre 9,45 et 12,08

Source : rapport CNERTP

Le détail des résultats se trouve à l'annexe 6.

4.2.2- Prospections géotechniques

Le tableau 27 ci-dessous présente l'emplacement et la nature des différentes carrières répertoriées.

Tableau 30 : Identification des carrières

PK (Km)	Volume (m ³)	Position par rapport à l'axe de la route	Nature
5+000	9360	20 m à gauche	Grave latéritique
10+000	13140	20 m à gauche	Grave latéritique
14+100	20640	20 m à droite	Grave
20+800	18960	25 m à gauche	Grave latéritique
31+100	6240	20 m à gauche	Grave latéritique

Source : rapport CNERTP

L'annexe 6 présente l'ensemble des résultats d'essais de réception sur les matériaux issus des carrières prospectées.

5- TYPES D'AMENAGEMENTS PROPOSES

5.1- Détermination de l'épaisseur minimale de la chaussée

L'épaisseur de la chaussée a été déterminée à partir du graphique présenté à l'annexe 7 tiré du document « Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux ». Ce graphique donne l'épaisseur minimale de chaussée en fonction du CBR et du trafic moyen journalier annuel (TMJA). Précédemment, le TMJA a été évalué à 220 véhicules/jour. Cette valeur nous permet de choisir la courbe D (TMJA entre 150 et 400). Les épaisseurs trouvées pour les différentes valeurs de CBR de la plate forme sont indiquées dans le tableau 31 de la page suivante.

❖ Détermination de l'épaisseur due à l'usure sous le trafic

Etant donné que l'épaisseur de la chaussée ne devra jamais être inférieure à l'épaisseur minimale calculée, l'épaisseur définitive de la couche de chaussée sera la somme de l'épaisseur minimale et de celle due à l'usure annuelle des routes en terre. Cette usure est évaluée à partir du TMJA. Pour le cas de notre route elle est estimée à 3 cm (page 126 du « Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux »).

Tableau 31 : Epaisseur de chaussée

CBR à 95%	PK (km)	Epaisseur minimale de chaussée (cm)	Epaisseur due à l'usure sous le trafic (cm)	Epaisseur totale (cm)
45	-0+000 à 5+000 -25+000 à 30+000 -10+000 à 15+000	10,5	3	13,5
1	-5+000 à 10+000 -20+000 à 25+000	60	3	63
4	-15+000 à 20+000 -30+000 à 35+000	42	3	45
65	-35+000 à 39+650	8	3	11

La couche de roulement sera en graveleux latéritique, pour des raisons d'économie, nous avons fixé l'épaisseur de cette couche à 10 cm. Pour atteindre l'épaisseur de la chaussée requise évaluée ci-dessus, on procédera à un remblai en terre d'apport avec du matériau ayant les caractéristiques minimales requises pour l'exécution de chaussée.

5.2- Profil en travers

En alignement droit, les profils en travers seront en toit avec une pente de 3% ; par contre dans les virages, ils seront en pente unique de 5%. Ces pentes ont été choisies en rapport avec la vitesse de référence de la route qui est de 60 km/h.

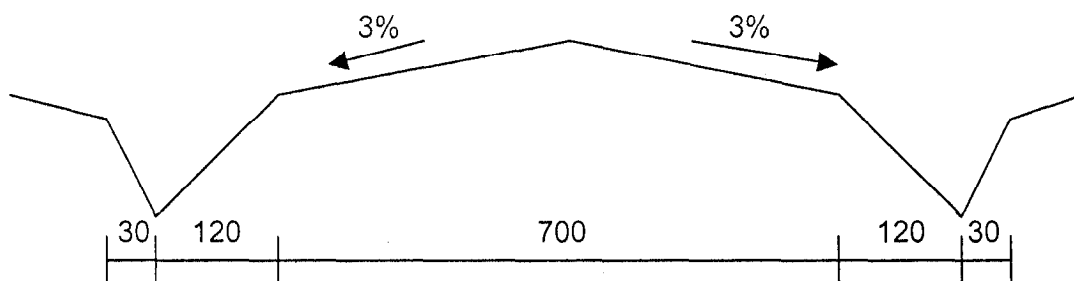


Schéma 3 : Profil en travers type en alignement droit

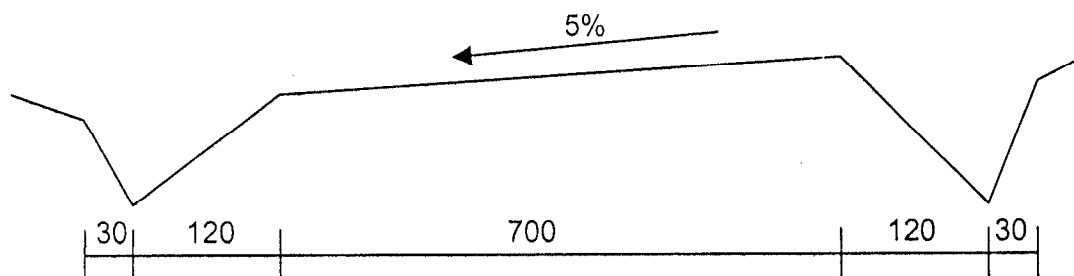


Schéma 4 : Profil en travers type dans un virage

5.3- Profil en long

Pour raison d'économie on évitera autant que possible les mouvements de terre inutiles.

6- ALLOTISSEMENT ET ESTIMATION SOMMAIRE DU COUT DU PROJET

6.1- Allotissement

Compte tenu de la consistance des travaux, le projet sera scindé en deux lots différents.

Tableau 32 : Allotissement

Lot 1	Construction du pont sur le fleuve Zou avec rampes d'accès (45 m)
Lot 2	Réhabilitation de la route (39,200 km)

6.2- Estimation sommaire des coûts

6.2.1- Evaluation des travaux

6.2.1.1- Lot 1 : Construction du pont

Le calcul de structures du pont ainsi que son estimation financière ont été effectués par les ingénieurs routiers du bureau d'études. Le pont projeté a une portée de 45 m avec 3 travées indépendantes isostatiques. Les piles seront pleines et de largeur 1m. Le tablier aura une largeur de 7,00 m dont une chaussée roulable de 6,00 m et de chaque côté un trottoir de 0,50m surélevé de 20 cm. Le coût global de l'ouvrage est évalué à **953 286 414 FCFA HT** soit **1 124 877 968 FCFA TTC**

6-2-1-2- Lot 2- Réhabilitation de la route

La totalité des travaux à évaluer a été subdivisée en 7 postes.

❖ Poste 000 : installation de chantier

Ce poste concerne l'installation de chantier, l'aménagement et le repli général des installations et matériels. L'évaluation ici est forfaitaire.

❖ Poste 100 : Travaux préparatoires.

101-Implantation : Elle concerne la totalité de la route soit 39 650 ml.

102-Abattage d'arbres : ce poste a été évalué par comptage manuel du nombre d'arbres de circonférence supérieure à 1,20m se trouvant dans l'emprise de la chaussée. Nous avons compté un total de 48 arbres.

103-Débroussaillage et décapage : Ce poste est évalué au m² de surface à débroussailler et à décaper sur une profondeur de 20 cm. Ces travaux ont été prévus sur une longueur de 11 m soit un débordement de 2 m de part et d'autre de la chaussée. Ce qui revient à
 $S = 11 \times 39\,650 = 436\,150 \text{ m}^2$

104-Démolition d'ouvrages en béton : Le volume des ouvrages en béton se trouvant dans l'emprise de la route et qui sont dégradés, non fonctionnels ou inutiles, ont été estimés à 10 m³.

105-Démolition d'ouvrage en béton armé : Ce poste a été estimé à 25 m³. Cette estimation est faite après recensement et évaluation du volume des différents ouvrages se trouvant dans l'emprise de la route et qui sont dégradés, non fonctionnels ou inutiles.

❖ Poste 200- Terrassements

201-Mise en forme de plate-forme y compris création de fossés longitudinaux :

Les travaux de ce poste concernent le linéaire de la route soit : 39 650 ml

202-Déblai en terrain meuble : Un déblai de 25 cm de profondeur sera exécuté sur toute la largeur de la plate forme et sur une longueur de 100 m soit : $0,25 \times 10 \times 100 = 250 \text{ m}^3$

204-Remblai provenant d'emprunt : Ce remblai en terre d'apport vient en complément à celui en graveleux latéritique (couche de roulement) pour atteindre l'épaisseur de la couche de base requise calculée précédemment on a alors :

$$0,035 \times 7 \times 15\ 000 + 0,53 \times 7 \times 10\ 000 + 0,35 \times 7 \times (10\ 000 - 450) + 0,01 \times 7 \times 4\ 650 = 64\ 498\ \text{m}^3$$

205-Purge de terre de mauvaise tenue : Une purge de terre sera exécutée aux endroits où le CBR à 95% est inférieur à 5 soit : $7,5 \times 0,45 \times 1500 + 7,5 \times 0,25 \times 1000 = 6938\ \text{m}^3$

206-Fossés divergents : Les fossés divergents sont prévus des deux côtés de la voie et seront réalisés à tous les 200 m environ. Ils auront une longueur de 30 m chacun soit :

$$\frac{39200}{200} \times 2 \times 30 = 11\ 760\ \text{ml}$$

207-Déroctage : Ce sous-poste concerne environ 10% du linéaire de la route sur une profondeur de 25 cm environ, ce qui revient à : $3\ 965 \times 9 \times 0,25 = 8\ 921\ \text{m}^3$

❖ Poste 300 : chaussée

301-Couche de roulement : Cette couche aura 10 cm d'épaisseur et sera en graveleux latéritique : $39\ 650 \times 0,10 \times 7 = 27\ 755\ \text{m}^3$

❖ Poste 400 ouvrage d'assainissement

401-Passage busé aux intersections des voies : A ce niveau on a décompté sur le terrain 9 emplacements où on pourrait mettre une buse Ø 800mm et 6 endroits où il faudra une buse Ø 1000 mm.

402-Dalot en béton armé avec ouvrage de tête : En plus des dalots calculés précédemment pour les cours d'eau relativement importants, il sera mis en œuvre pour le franchissement des petits ruisseaux ou petites rivières, des dalots cadre dont les dimensions seront fonction de l'importance de la rivière traversée. Lors de notre visite sur terrain, nous avons répertorié les différents passage d'eau. L'ensemble des ouvrages à aménager est récapitulé dans le tableau suivant :

Tableau 33 : récapitulatif des dalots

Ouvrages	Nombres
Dalot simple cadre 1 x 1	23
Dalot simple cadre 2 x 1,50	9
Dalot simple cadre 2 x 1	12
Dalot double cadre 3 x 2	2
Dalot double cadre 2 x 1,50	2
Dalot quadruple cadre 2,5 x 2	2
Dalot quadruple cadre 4 x 3	1
Dalot quadruple cadre 3 x 2,5	1
Dalot quadruple 3 x 3	1
TOTAL	53

403-Caniveaux en béton armé

403-2 Caniveaux de dimensions 0,70 x 0,70 à 0,80

La longueur de ce type de caniveau projeté est 250 ml

403-3 Caniveau de dimensions 0,80 x 0,80 à 0,90

La longueur totale projeté est : 1350 ml

NB: Les caniveaux viennent en remplacement des fossés quand ces derniers traversent les agglomérations ou lorsque la pente de la route devient très forte

❖ Poste 500 Réparation des ouvrages :

501-Curage et dégagement amont et aval des ouvrages existants :Ce poste concerne 4 dalots

504-Colmatage des fissures des ouvrages : Ce travail concerne 2 ouvrages.

❖ Poste 600 signalisation :

Les installations nécessaires en fonction de la circulation et des infrastructures aux abords de la route ; des panneaux de signalisation, des balises de protection et des barrières de pluie ont été prévus :

Tableau 34 : Récapitulatif des signalisations

Postes	Désignations	Quantités
601-1	Panneaux triangulaires de type A diamètre 1000 mm	18
601-2	Panneaux circulaires de type B diamètre 850 mm	2
601-3	Panneaux orthogonaux de 800 mm de largeur	2
602	Barrière de pluies	6
603	Balise de protection	34

6.2.2- Estimation de coût

L'estimation du coût de la réhabilitation de la route a été faite à partir des quantités évaluées précédemment et des prix unitaires mis à notre disposition par le bureau d'étude CECO-BTP. Le devis quantitatif et estimatif des travaux est présenté ci-dessous.

Tableau 35 : récapitulatif des estimations

Lots	Désignation	Montant hors taxes (HT) en FCFA	TVA(18%) en FCFA	Montant TTC en FCFA
1	Construction du pont et rampes d'accès (45 m)	953 286 414	171 591 554	1 124 877 968
2	Réhabilitation de la route (39,200 km)	1 155 493 278	207 988 791	1 363 482 069
Total		2 108 779 692	379 580 345	2 488 360 037

Tableau 36 : estimation des coûts au kilomètre (lot 2)

Désignation	Coût total en FCFA (hors taxes)	Coût au kilomètre linéaire en CFA / Km (hors taxes)
Route + Ouvrage d'assainissement	1 155 493 278	29 142 327
Route sans ouvrages d'assainissement	779 069 031	19 648 651

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF - Lot 2

DEPARTEMENT : COLLINES
 COMMUNE : SAVALOU
 ROUTE : SAVALOU - AGLAMIDJODJI - DOUME
 LONGUEUR : 39,650 Km

N° DES PRIX	DESIGNATION DES TACHES	UNITE	P.U (HT)	QTE	MONTANT (HT)
Poste 000	Installation de chantier				
001	Installation de chantier-Amenée et repli général des installations et matériel	FF	14.463.496	1,00	14.463.496
	TOTAL POSTE 000				14.463.496
Poste 100	Travaux préparatoires				
101	Implantation	ml	610	39.650,00	24.186.500
102	Abattage d'arbres	U	33.626	48,00	1.614.048
103	Débroussaillage et décapage sur une profondeur de 20 cm	m ²	72	436.150,00	31.402.800
104	Démolition d'ouvrages en béton	m ³	18.682	10,00	166.820
105	Démolition d'ouvrages en béton armé	m ³	24.058	25,00	601.450
106	Démolition d'ouvrages en maçonnerie	m ³	8.771		0
	TOTAL POSTE 100				57.971.618
Poste 200	Terrassements				
201	Mise en forme de plate-forme y compris création de fossés longitudinaux	ml	1.538	39.650,00	60.981.700
202	Déblai en terrain meuble	m ³	2.746	250,00	686.500
203	Remblais provenant des déblais	m ³	3.263		0
204	Remblais provenant d'emprunt	m ³	5.610	64.498,00	361.833.780
205	Purge des terres de mauvaise tenue-curage	m ³	5.169	6.938,00	35.862.522
206	Fossés divergents	ml	975	11.760,00	11.466.000
207	Déroctage	m ³	4.958	8.921,00	44.230.318
	TOTAL POSTE 200				515.060.820
Poste 300	Chaussées				
301	Couche de roulement	m ³	6.551	27.755,00	181.823.005
302	Reprofilage lourd	km	1.016.949		0
303	Reprofilage léger	km	559.322		0
	TOTAL POSTE 300				181.823.005
Poste 400	Ouvrages d'assainissement				
401	Passage busé aux intersections des voies				
401-1	Buse 600 mm	U	474.870		0
401-2	Buse 800 mm	U	593.588	9,00	5.342.292
401-3	Buse 1000 mm	U	974.576	6,00	5.847.456
402	Dalot en béton armé avec ouvrage de tête				
402-1	Dalot simple cadre : 1.00mx1.00m	U	2.251.928	23,00	51.794.344
402-2	Dalot simple cadre : 1.00mx1.20m	U	2.335.339		0
402-3	Dalot simple cadre : 2.00mx1.00m	U	2.541.780	12,00	30.501.360
402-4	Dalot simple cadre : 2.00mx1.50m	U	4.260.254	9,00	38.342.286
402-5	Dalot simple cadre : 2.00mx2.00m	U	6.410.831		0
402-6	Dalot simple cadre : 2.00mx2.50m	U	6.940.678		0
402-7	Dalot simple cadre : 3.00mx2.00m	U	7.980.168		0
402-8	Dalot simple cadre : 3.00mx2.00m	U	8.411.632	2,00	16.823.264
402-9	Dalot simple cadre : 3.00mx3.00m	U	8.919.237		0
402-10	Dalot double cadre : 2.00mx1.00m	U	5.802.462		0
402-11	Dalot double cadre : 2.00mx1.50m	U	8.048.006	2,00	16.096.012
402-12	Dalot double cadre : 2.00mx2.00m	U	9.534.020		0
402-13	Dalot double cadre : 2.00mx2.50m	U	10.805.197		0
402-14	Dalot double cadre : 2.50mx2.00m	U	10.487.422		0
402-15	Dalot double cadre : 3.00mx2.00m	U	11.536.164		0
402-16	Dalot double cadre : 3.00mx2.50m	U	11.991.797		0
402-17	Dalot double cadre : 3.00mx3.00m	U	14.204.102		0
402-18	Dalot double cadre : 4.00mx3.00m	U	15.755.702		0
402-19	Dalot triple cadre : 2.00mx1.00m	U	10.590.784		0
402-20	Dalot triple cadre : 2.00mx1.50m	U	10.958.358		0
402-21	Dalot triple cadre : 2.00mx2.00m	U	13.974.662		0
402-22	Dalot triple cadre : 2.50mx2.00m	U	14.237.521		0
402-23	Dalot triple cadre : 3.00mx2.00m	U	15.527.403		0
402-24	Dalot triple cadre : 3.00mx2.50m	U	16.303.729		0

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF - Lot 2

DEPARTEMENT : COLLINES
COMMUNE : SAVALOU
ROUTE: SAVALOU - AGLAMIDJODJI - DOUME
LONGUEUR : 39,650 Km

N° DES PRIX	DESIGNATION DES TACHES	UNITE	P.U (HT)	QTE	MONTANT (HT)
402-25	Dalot triple cadre : 3.00mx3.00m	U	19.192.258		0
402-26	Dalot triple cadre : 3.00mx4.00m	U	19.832.888		0
402-27	Dalot triple cadre : 4.00mx3.00m	U	20.473.518		0
402-28	Dalot quadruple cadre : 2.50mx2.00m	U	22.930.345	2,00	45.860.690
402-29	Dalot quadruple cadre : 3.00mx2.50m	U	25.652.542	1,00	25.652.542
402-30	Dalot quadruple cadre : 3.00mx3.00m	U	27.004.997	1,00	27.004.997
402-31	Dalot quadruple cadre : 4.00mx3.00m	U	29.165.254	1,00	29.165.254
402-32	Dalot quadruple cadre : 4.00mx4.00m	U	32.956.737		0
403	Caniveaux en béton armé				
403-1	Caniveaux de dimensions 0,70x0,60 à 0,70	ml	43.856		0
403-2	Caniveaux de dimensions 0,70x0,70 à 0,80	ml	47.669	250,00	11.917.250
403-3	Caniveaux de dimensions 0,80x0,80 à 0,90	ml	53.390	1.350,00	72.076.500
403-4	Caniveaux de dimensions 1,00x0,90 à 1,00	ml	61.017		0
403-5	Caniveaux de dimensions 1,00x1,10 à 1,20	ml	68.644		0
403-6	Caniveaux de dimensions 1,00x1,20 à 1,30	ml	70.475		0
404	Béton armé dosé à 350 kg/m3 y compris coffrage et ferrailage	m ³	177.966		0
405	Maçonnerie en moellons	m ²	9.186		0
406	Perrés maçonnés pour protection de talus	m ²	18.854		0
407	Fouilles pour ouvrages de drainage	m ³	2.200		0
408	Remblai de fouilles	m ³	1.360		0
TOTAL POSTE 400					376.424.247
Poste 500	Réparation des ouvrages				
501	Curage et Dégagement Amont et Aval de l'ouvrage	U	364.162	4,00	1.456.648
502	Reprise de l'ouvrage de tête	U	524.514		0
503	Reprise de garde corps de l'ouvrage	U	677.064		0
504	Colmatage des fissures de l'ouvrage	U	457.861	2,00	915.722
TOTAL POSTE 500					2.372.370
Poste 600	Signalisations				
601-1	Panneaux triangulaires de type A dim 1000mm	U	154.843	18,00	2.787.174
601-2	Panneaux circulaires de type B diam 850mm	U	154.843	2,00	309.686
601-3	Panneaux orthogonaux de 800mm de largeur	U	154.843	2,00	309.686
602	Barrière de pluie	U	355.279	6,00	2.131.674
603	Balise de protection	U	54.103	34,00	1.839.502
TOTAL POSTE 600					7.377.722
RECAPITULATIF					
POSTE 000 : Installation de chantier					14.463.496
POSTE 100 : Travaux préparatoires					57.971.618
POSTE 200 : Terrassements					515.060.820
POSTE 300 : Chaussées					181.823.005
POSTE 400 : Ouvrages d'assainissement					376.424.247
POSTE 500 : Réparation des ouvrages					2.372.370
POSTE 600 : Signalisations					7.377.722
TOTAL POSTE 000 à POSTE 600					1.155.493.278
TOTAL GENERAL (HT)					1.155.493.278
TVA 18%					207.988.790
TOTAL GENERAL (TTC)					1.363.482.069

CONCLUSION

Au terme de notre étude, nous pouvons dire que sur le plan technique, le projet est faisable il suffira de suivre les prescriptions des cahiers de charges. Quant à l'évaluation socio-économique, elle montre que l'investissement à faire est rentable du point de vue économique car le TRI est de l'ordre de 12%, taux appliqué généralement par les banques. De plus, au plan social, l'ouvrage facilitera l'accès des populations à certains services et infrastructures importants (écoles, marchés, hôpitaux...) et contribuera énormément au désenclavement des localités qu'il traverse. Au plan économique, la réhabilitation de la voie va engendrer des valeurs ajoutées certaines aux activités génératrices de revenus. Les avantages sociaux se mesurent également à l'amélioration qu'induit l'exécution du projet dans les conditions de vie, de sécurité, de mobilité et d'épanouissement des populations bénéficiaires.

Nous estimons sur la base de ces différents résultats d'analyse, que ce projet est un investissement utile et efficace sur le plan social. Etant donné qu'il est un projet de développement, on ne saurait en attendre autre que ce qu'il coûte un taux de rentabilité supérieur à 12%.

Enfin, nous recommandons une participation des autorités des localités desservies à tous les processus de prise de décision. Nous recommandons également la mise en œuvre des mesures d'atténuation et de maximisation et le respect des programmes de surveillance et de suivi des impacts environnementaux.

BIBLIOGRAPHIE

CEBTP (Centre Expérimental de recherches et d'Etudes du Bâtiment et des travaux Publics),

Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux, p.124-126.

Nguyen VAN TU et al (1979),

Hydraulique Routière, p.155 – 183 et p.247-263.

Pierre LOMPO (1996),

Cours de Voirie.

M. GUINAUDEAU et P. GINESTE,

Cours d'hydrologie.

Samuel YONKEU,

Cours d'Aménagements et Environnement.

M. Hussain Sadar,

Evaluation des impacts environnementaux.

CIEH – ORSTOM – TLC – CEMAGREF – ENGREF,

Crues et Apports, p.61- 70

François Noël CRES,

Hydrologie urbaine quantitative – Assainissement pluviale, 36p

MAEP/ DPP (2003),

Rapport d'activité.

CARDER / Collines (2003),

Rapport d'activité.

MECAG / INSAE / DTIP (2003),

Troisième recensement général de la population et l'habitat de Février 2003,

Atlas monographiques des communes du Bénin.

Circonscription scolaire/ Savalou,

Archives.

Direction Générale des Travaux Publics (2001),

Réseau routier national : état des routes.

ANNEXES

ANNEXE I : BASSINS VERSANTS

ANNEXE II : DONNEES DE PLUIE

HAUTEUR MOYENNE ANNUELLE DE PLUIE A SAVALOU

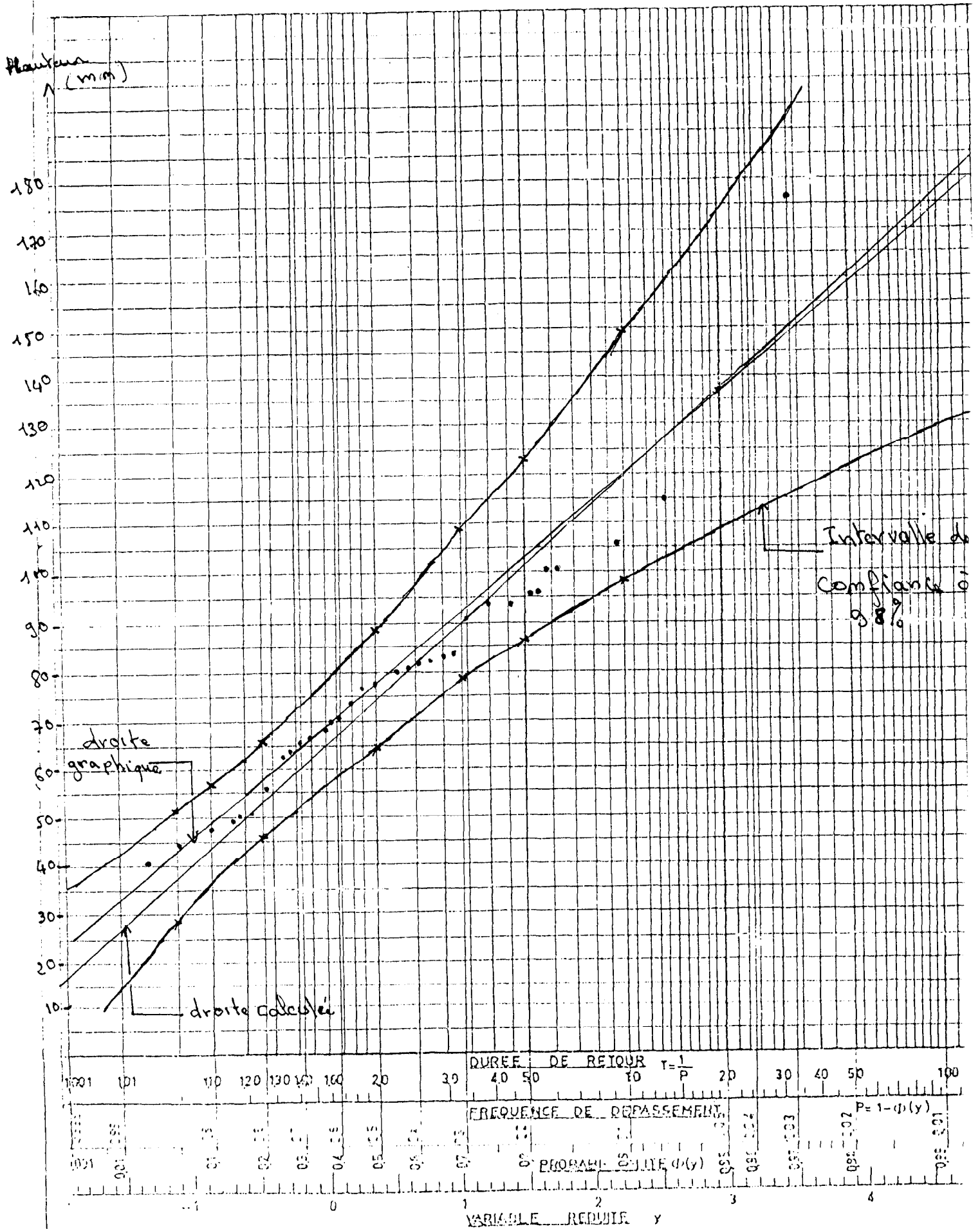
Année	Hauteur (mm)
1967	1378,6
1968	1443,7
1969	1172,3
1970	1227,4
1971	1331,9
1972	900,1
1973	1230,9
1974	1029,0
1975	1261,0
1976	953,4
1977	953,0
1978	1050,3
1979	1423,6
1980	1034,1
1981	-
1982	-
1983	-
1984	1199,6
1985	1237,4
1986	916,3
1987	943,8
1988	1222,8
1989	1352,1
1990	864,4
1991	1637,3
1992	1045,2
1993	1028,0
1994	984,9
1995	-
1996	905,6
1997	1191,0
1998	1102,0
1999	1555,1
2000	977,5

HAUTEUR MAXIMALE DE PLUIE JOURNALIERE A SAVALOU

Année	Hauteur (mm)
1951	107,5
1952	57,5
1953	63,6
1954	50,6
1955	63,0
1956	70,0
1957	70,3
1958	76,3
1959	68,9
1960	94,6
1961	177,1
1962	84,2
1963	84,6
1964	82,5
1965	94,6
1966	51,5
1967	141,2
1968	81,8
1969	77,3
1970	67,2
1971	91,5
1972	46,0
1973	101,0
1974	44
1975	106,0
1976	80,1
1977	80,0
1978	40,1
1979	115,0
1980	80,0
1981	49,6
1982	45,7
1983	96,5
1984	65,9
1985	74,1
1986	56,1
1987	60,9

ANNEXE III : AJUSTEMENT SUIVANT LA LOI DE GUMBEL

GUMBEL.



ANNEXE IV : COEFFICIENTS RELATIFS AUX CARACTERISTIQUES DE PONT

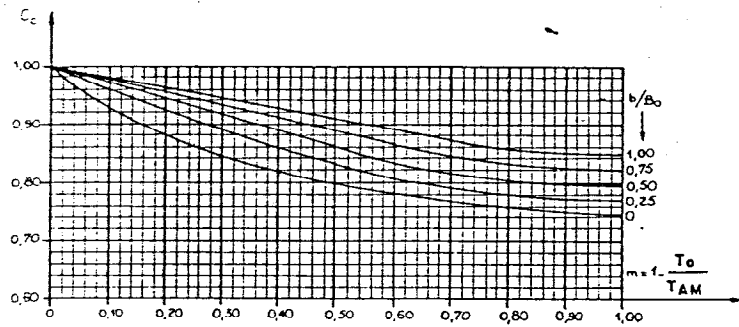
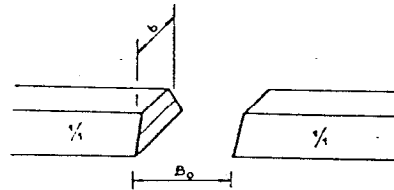


Fig. 47a. Influence de la contraction.

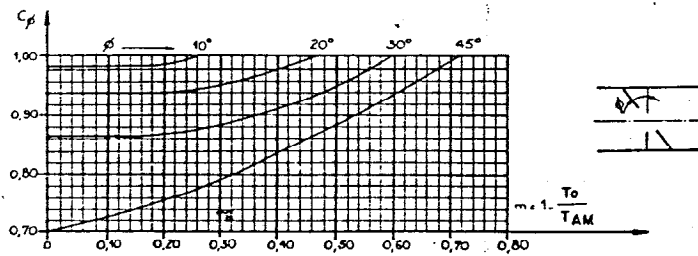


Fig. 47b. Influence du biais.

Fig. 47. Ouvrages à culées verticales, sans murs en aile, remblais talutés à 1/1.

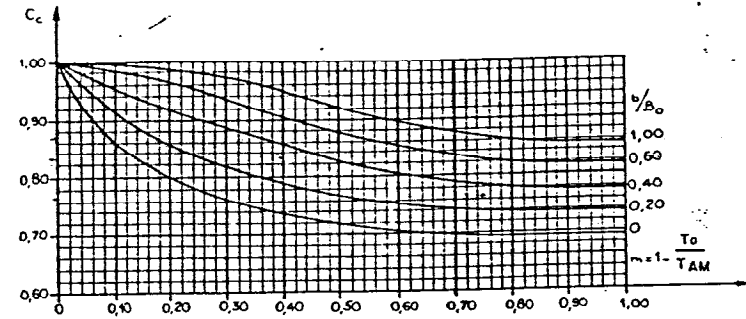
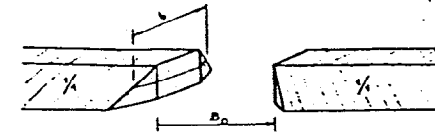


Fig. 48a. Influence de la contraction.

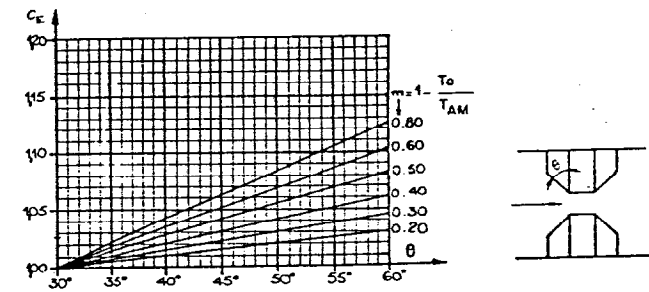


Fig. 48b. Influence de l'angle d'ouverture.

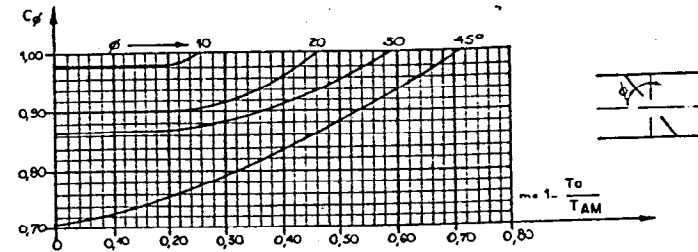


Fig. 48c. Influence du biais.

Fig. 48. Ouvrages à culées verticales, avec murs en aile, remblais talutés à 1/1.

La fig. 53 ci-après donne le coefficient C_p dépendant du nombre, des caractéristiques et des formes de piles.

La fig. 54 ci-après donne le coefficient C_F dû au nombre de FROUDE, le coefficient C_r dû à l'influence de la profondeur relative d'eau, le coefficient C_e dû à l'excentrement de l'ouvrage et le coefficient C_s dû à la submersion éventuelle du tablier.

3.2.2. Pression dynamique amont $\alpha V_{AM}^2 / 2g$

Le coefficient α traduit la distribution des vitesses à l'amont de l'ouvrage dans une section suffisamment éloignée pour ne pas en subir les perturbations.

Il est donné par :

$$\alpha = \frac{S_{AM}^2}{T_{AM}^3} \cdot \sum \frac{T_{IAM}^3}{S_{IAM}^2}$$

où T_{IAM} est le coefficient de transfert relatif à chaque élément d'aire S_{IAM} (avec $\sum S_{IAM} = S_{AM}$) de caractéristiques homogènes (par exemple lits majeurs, lit mineur) et $T_{AM} = \sum T_{IAM}$.

3.2.3. Perte de charge due au frottement Δh_f

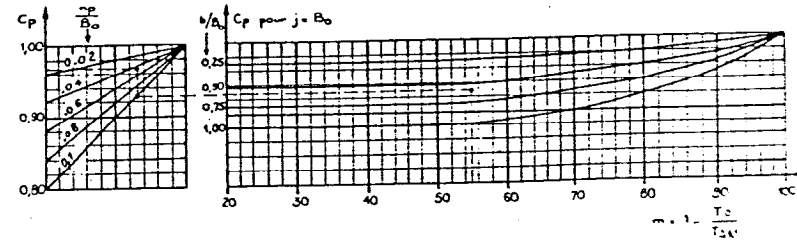
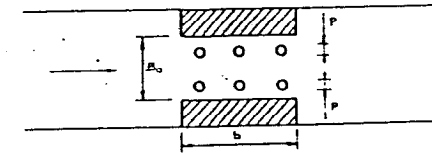
Elle est donnée par $\Delta h_f = L_{AM} \left(\frac{Q}{T_{AM}} \right)^2 + b \left(\frac{Q}{T_0} \right)^2$ dans laquelle :

- b = largeur moyenne des culées,
- L_{AM} = distance entre l'ouvrage et une section amont suffisamment loin des perturbations provoquées par l'ouvrage. On prend en général $L_{AM} = B_0$, B_0 étant le débouché linéaire du pont.

3.2.4. Exemple de calcul

Soit à franchir un cours d'eau pour lequel les études hydrologiques ont donné pour le débit de pointe de la crue de projet, de fréquence centennale, la valeur $Q = 3\,720 \text{ m}^3/\text{s}$, au droit du site de franchissement.

Pour ce débit Q , la cote de PHE du cours d'eau à l'état naturel est de $Z_{100} = 124,80 \text{ m}$. Les caractéristiques de l'écoulement sont les suivantes



(Exemple : pour $m = 0,55$; $\frac{b}{B_0} = 0,60$; $\frac{p}{B_0} = 0,50$ — $C_p = 0,965$)

Fig. 53a. Influence de la présence des piles rondes.

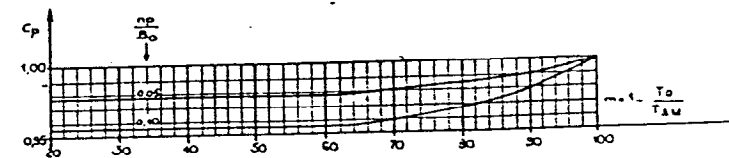
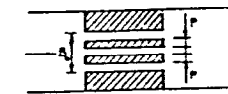


Fig. 53b. Influence de la présence des piles pleines.

Fig. 53. Influence des piles (nombre et forme).

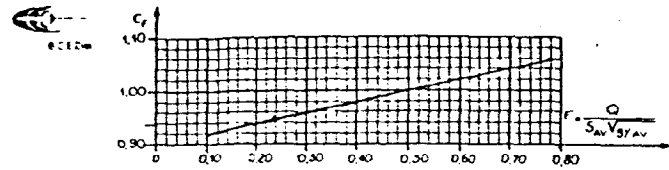


Fig. 54a. Influence du nombre de FROUDE.

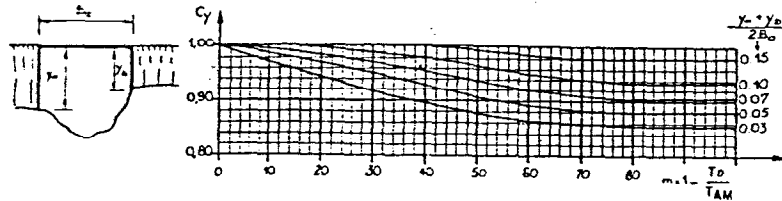


Fig. 54b. Influence de la profondeur relative d'eau (talus à 1/1).

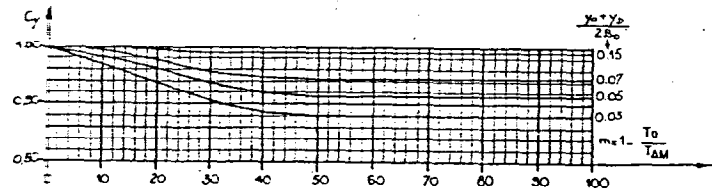


Fig. 54c. Influence de la profondeur relative d'eau (talus à 1/2).

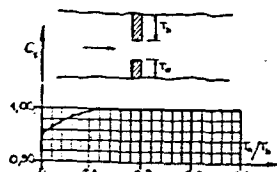


Fig. 54d. Influence de l'excentrement.

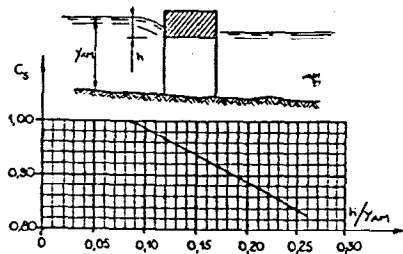


Fig. 54e. Influence de la submersion (éventuelle).

Fig. 54. Influences diverses.

pour la crue centennale, déterminées par les études hydrologiques et hydrauliques, à partir des profils en travers levés sur le site :

	Lit majeur Rive droite	Lit mineur	Lit majeur Rive gauche
Surface mouillée (m ²)*	$S_d = 286$	$S_m = 1\,462$	$S_g = 29$
Périmètre mouillé (m)*	$P_d = 204$	$P_m = 312.7$	$P_g = 65$
Rayon hydraulique (m)	$R_d = 1.40$	$R_m = 4.68$	$R_g = 0.45$
Largeur (m)*	$B_d = 186$	$B_m = 276$	$B_g = 54$
Coefficient MANNING	$K_d = 21$	$K_m = 34$	$K_g = 12$
Pente (m/m)	$I_d = 0.00064$	$I_m = 0.00064$	$I_g = 0.00064$

* Quantités déterminées sur profils en travers perpendiculaires aux lignes de courant.

Dans toute la zone de franchissement, la morphologie du cours d'eau change très peu ; nous admettons donc que les caractéristiques ci-dessus sont valables en amont et en aval du futur ouvrage.

Nous aurons donc pour le coefficient de transfert T_{AM} amont :

$$T_{AM} = T_d + T_m + T_g = K_d R_d^{2/3} S_d + K_m R_m^{2/3} S_m + K_g R_g^{2/3} S_g = 21 \cdot (1.40)^{2/3} \cdot 286 + 34 \cdot (4.68)^{2/3} \cdot 1\,462 + 12 \cdot (0.45)^{2/3} \cdot 29 = 146\,996 \text{ m}^3/\text{s}$$

A. Première hypothèse d'ouvrage

Le pont projeté est biais, l'angle de biais étant $\theta = 12^\circ$. Il a comme débouché linéaire biais $B_0 = 300$ m. Les remblais et les culées sont talutés à 1/1 et sont raccordés par des quarts de cône. Les travées sont au nombre de 10 de 30 m de largeur. Les piles, au nombre de $n = 9$, sont constituées de pieux de diamètre $p = 0,914$ m.

La rive gauche est rocheuse et offre de bonnes fondations pour la culée RG ; les remblais d'accès RG coupent totalement le lit majeur RG.

En rive droite, la berge est constituée de terrain affouillable, la culée RD est ainsi en retrait de 24 m par rapport à la berge actuelle en prévision d'érosion possible (un tapis de gabions semelles disposé en couronne, sur 20 m de largeur, en pied de culée, protégera cette partie contre les éventuels affouillements).

ANNEXE V : COEFFICIENTS DE DIMENSIONNEMENT DES DALOTS

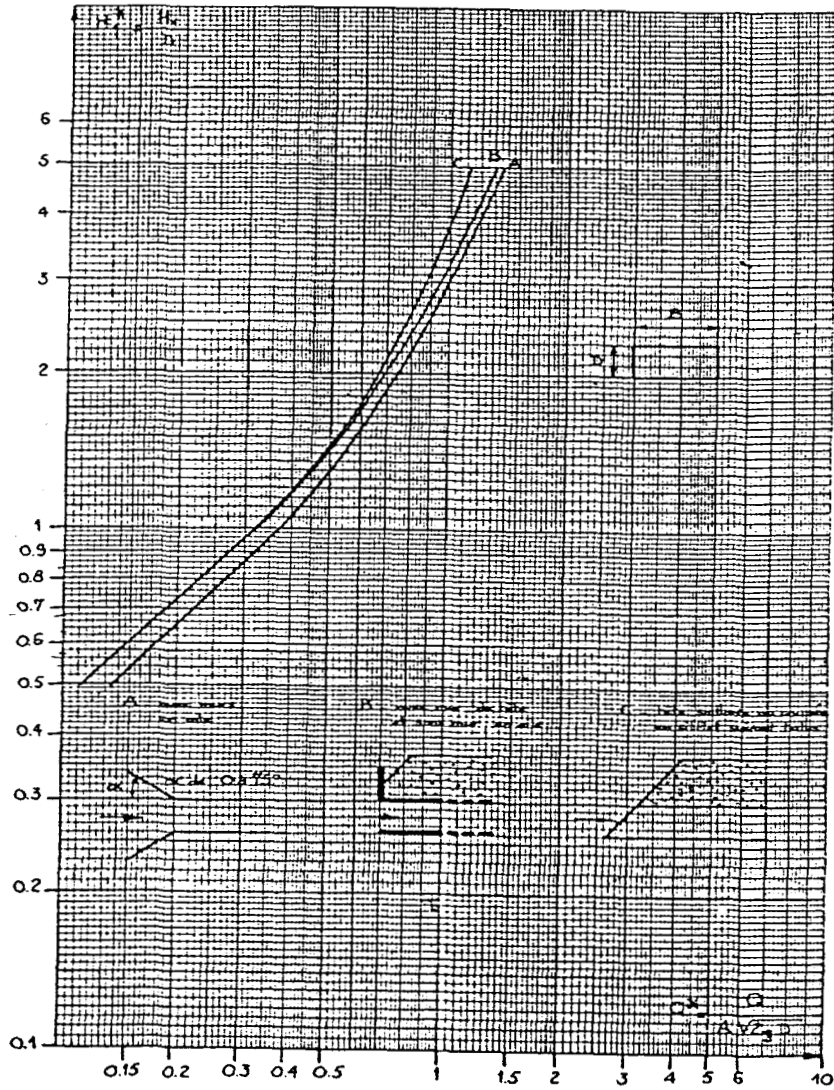


Fig. 77. Sortie libre. Dalots rectangulaires.

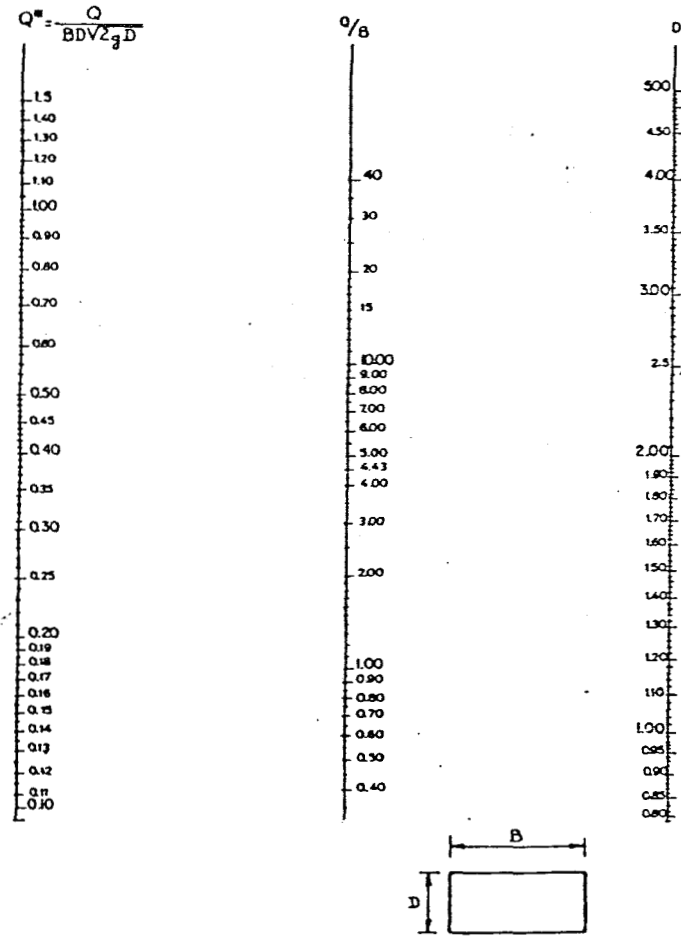


Fig. 78. Sortie libre. Calcul du débit réduit Q^* dans les dalots.

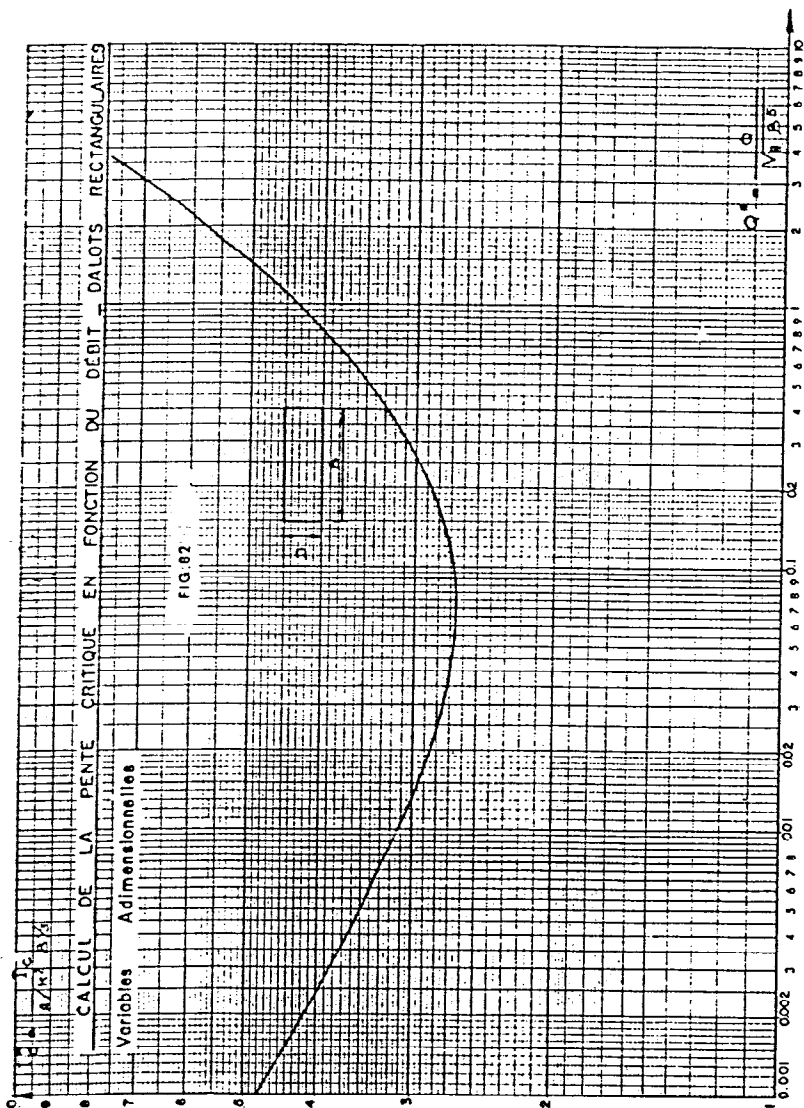


Fig. 82. Calcul de la pente critique en fonction du débit. Dalots rectangulaires.

On déduira la valeur de I_c cherchée, K étant égal à 67 pour les dalots en béton.

Les abaques à points alignés des fig. 80 et 81 donnent une méthode graphique rapide pour déterminer Q^* à partir de Q et B et I_c à partir de I^* , K et B .

4.3.5. Calcul de la vitesse

La pente de l'ouvrage étant fixée en fonction de la pente critique I_c précédemment calculée, de la topographie au point de franchissement et de la géométrie du projet en ce point, il convient de calculer la vitesse moyenne d'écoulement de l'eau dans l'ouvrage pour vérifier :

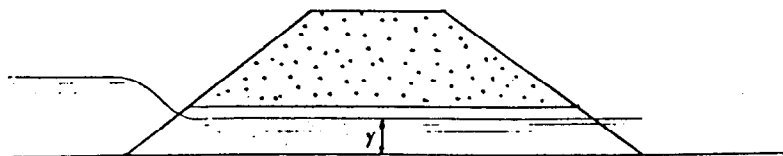
- d'une part si elle reste en dessous d'une valeur maximale admissible ($V_{\max} = 3$ m/s),
- d'autre part si elle reste suffisante pour éviter les dépôts des particules solides dans l'ouvrage.

Les vitesses minimales à respecter suivant le diamètre des matériaux solides susceptibles de se déposer dans l'ouvrage sont les suivantes :

sable fin (< 0,05 m)	0,40 à 0,50 m/s
graviers fins (< à 5 mm)	0,50 à 0,70 m/s
gros graviers (5 mm à 15 mm)	0,70 à 0,90 m/s
cailloux (15 mm à 30 mm)	1,00 à 1,20 m/s
gros cailloux (30 à 100 mm)	1,50 à 1,80 m/s

Pour le cas des ouvrages fonctionnant en charge (sortie aval noyée), la vitesse $V = Q/A$ est simple à calculer, A étant la section de l'ouvrage (A est égale à $\pi D^2/4$ pour une buse circulaire de diamètre D , à BxD pour un dalot et est donnée par le tableau 36 pour une buse arche).

Pour le cas des ouvrages à sortie aval libre la vitesse dans l'ouvrage est plus complexe à calculer puisqu'elle dépend de la hauteur d'eau y dans l'ouvrage dans les cas où l'écoulement ne se fait pas à section pleine.



4.3.5.2. Vitesse dans une buse arche

Les résultats sont très proches avec les buses circulaires, c'est pourquoi nous adopterons la même courbe $Q^*(V^*)$ de la fig. 83 pour déterminer la vitesse dans une buse arche avec

$$Q^* = \frac{Q}{KI^{1/2}(D/2)^{8/3}} = \frac{6,35 Q}{KI^{1/2} D^{8/3}}$$

et
$$V^* = \frac{V}{KI^{1/2}(D/2)^{2/3}} = \frac{1,59 V}{KI^{1/2} D^{2/3}}$$

D étant la flèche de la buse arche.

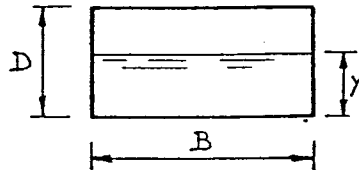
On procédera comme ci-dessus pour le calcul de V , avec $K = 37$.

4.3.5.3. Vitesse dans un dalot

Les variables Q^* et V^* sont alors (avec $\lambda = B$) :

$$Q^* = \frac{Q}{KI^{1/2} B^{8/3}} = \frac{x^{5/3}}{(1 + 2x)^{2/3}}$$

$$V^* = \frac{V}{KI^{1/2} B^{2/3}} = \frac{x^{2/3}}{(1 + 2x)^{2/3}}$$



en posant $x = y/B$

La courbe $V^*(Q^*)$ de la fig. 84 page suivante donne les valeurs de V^* en fonction de Q^* .

Pour obtenir la vitesse V on calcule en premier lieu :

$$Q^* = Q / K I^{1/2} B^{8/3}$$

connaissant le débit Q à évacuer, la pente I et la largeur B du dalot. La valeur V^* donnée par la courbe (fig. 84) donne alors la vitesse

$$V = KI^{1/2} B^{2/3} V^* \text{ avec } K = 67.$$

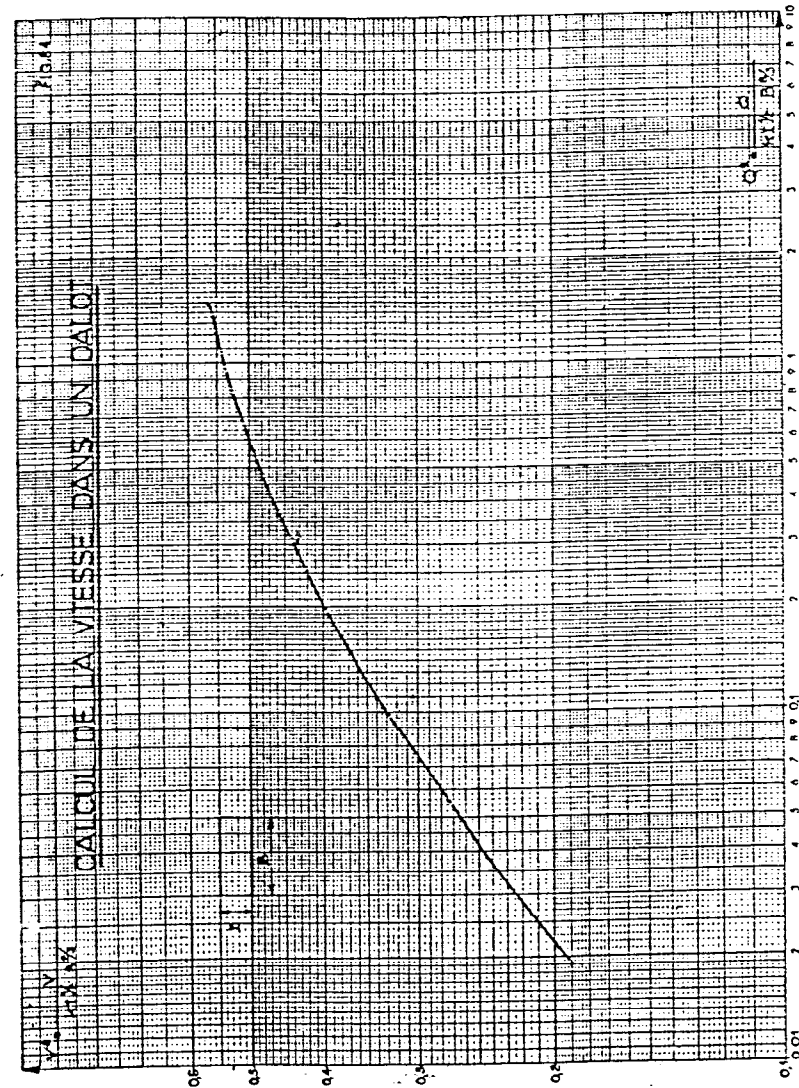


Fig. 84. Calcul de la vitesse dans un dalot.

ANNEXE VI : RESULTATS D'ESSAIS GEOTECHNIQUES

Projet de rehabilitation des routes en terre PL

ETUDE DE PLATEFORME - ROUTE

ROUTE SAVALOU - AGLAMIDJDDJI - DOUME

puits n° 1










PK 0+000 C/G

Estimation dénivellée entre surface chaussée et sol naturel

Remblais + mètre

Déblais mètre

Prélèvement d'échantillons I ou R	Coupe Puits	Appellation Géotechnique	Description
	0,00	GRAVELEUX LATÉRIQUE	ROUGEATRE
	0,10		
	0,20	Gravéleux latéritique quartzeux	rougeâtre
	0,30		
	0,40		
	0,50		
	0,60		
	0,70		
	0,80		
	0,90		
	1,00		
	1,10		
	1,20		
	1,30		
	1,40		
	1,50		
	1,60		

-  Poche Décomposée
-  Graveleux
-  Graveleux latéritique
-  Sables + grosier
-  Limon
-  Argile peu plastique
-  Argile très plastique
-  Traces de matières végétales ou odeur organique (noir mauvaise odeur)
-  Sable fin

COMMENTAIRES

Teneur en eau : 2,4 %

Projet de réhabilitation des routes en terre PL

ETUDE DE PLATEFORME - ROUTE

Route Savalou Aglamidjodji Doume

Puits n° 2

PK 5 ± 000 C/D

Estimation dénivellée entre surface chaussée et sol naturel

Rempli + mètre

Déblai - mètre

Prélèvement d'échantillons I ou R	Coupe Puits	Appellation Géotechnique	Description
0,00		Gravelleux latéritique	Rougeâtre
0,10			
0,20			
0,30		Gravelleux latéritique	rougeâtre
0,40			
0,50		Argile avec de petits grains	Jaune-brunâtre
0,60			
0,70			
0,80			
0,90			
1,00			
1,10			
1,20			
1,30			
1,40			
1,50			
1,60			

- Poche Décomposée
- Gravelleux
- Gravelleux latéritique
- Sables + grossier
- Limon
- Argile peu plastique
- Argile très plastique
- Traces de matières végétales ou odeur organique (noir mauvaise odeur)
- Sable fin

COMMENTAIRES

Teneur en eau : 11,1 %

Projet de rehabilitation des routes en terre PL

ETUDE DE PLATEFORME - ROUTE

Route Savalou - Aglamidjodji - Doumé

Puits n° 3

PK 10 + 000 C/G

Estimation dénivelée entre surface chaussée et sol naturel

Remblai + mètre

Déblai mètre

Prélèvement d'échantillons I ou R	Coupe Puits	Appellation Géotechnique	Description
0,00 - 0,10		Terre végétale avec petits grains	noirâtre
0,20 - 1,10		Sable concretionné	
1,20 - 1,30			
1,40 - 1,50			
1,60			

- Poche Décomposée
- Graveleux
- Graveleux latéritique
- Sables + grosier
- Limon
- Argile peu plastique
- Argile très plastique
- Traces de matières végétales ou odeur organique (noir mauvaise odeur)
- Sable fin

COMMENTAIRES

Teneur en eau : 3,7 %

Projet de rehabilitation des routes en terre PL

ETUDE DE PLATEFORME - ROUTE

Route Savalou - Aglamidjodji - Doume

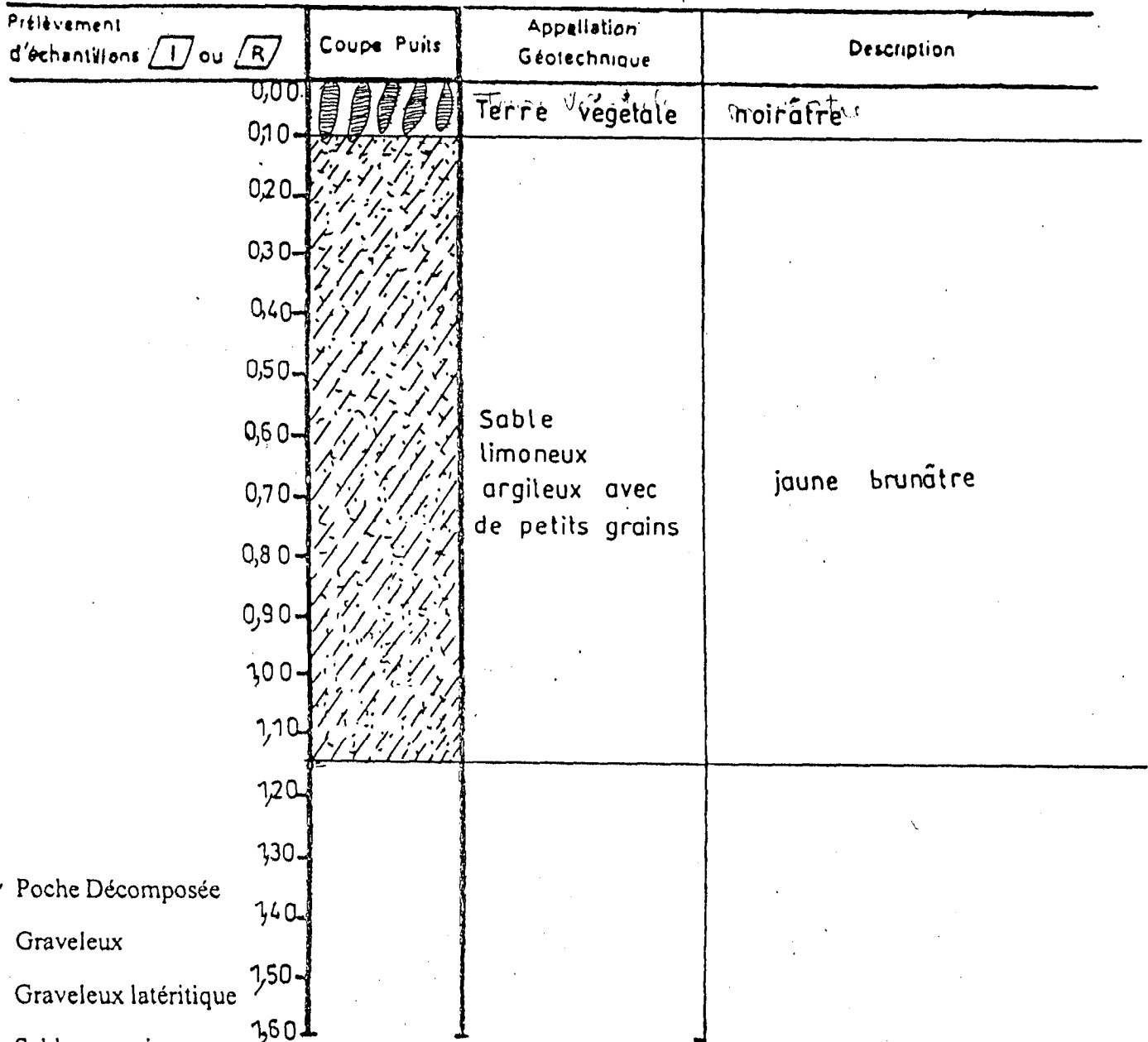
puits n° 4










PK 15+000 C/D

Estimation dénivelée entre surface chaussée et sol naturel

Remblai + mètre

Déblai mètre



-  Poche Décomposée
-  Graveleux
-  Graveleux latéritique
-  Sables + grosier
-  Limon
-  Argile peu plastique
-  Argile très plastique
-  Traces de matières végétales ou odeur organique (noir mauvaise odeur)
-  Sable fin

COMMENTAIRES

Teneur en eau 8,9%

Projet de rehabilitation des routes en terre

PL

ETUDE DE PLATEFORME - ROUTE

Route Savalou - Aglamidjodji - Doume

puits n° 5










PK 20+000 C/D

Estimation dénivellée entre surface chaussée et sol naturel

Rentabi + mètre

Déblai mètre

Prélèvement d'échantillons I ou R	Coupe Puits	Appellation Géotechnique	Description
	0,00	Terre végétale + racines	noirâtre
	0,10		
	0,20	Sable limoneux argileux	jaune brunâtre
	0,30		
	0,40		
	0,50		
	0,60		
	0,70		
	0,80		
	0,90		
	1,00		
	1,10		
	1,20		
	1,30		
	1,40		
	1,50		
	1,60		

-  Poche Décomposée
-  Graveleux
-  Graveleux latéritique
-  Sables + grosier
-  Limon
-  Argile peu plastique
-  Argile très plastique
-  Traces de matières végétales ou odeur organique (noir mauvaise odeur)
-  Sable fin

COMMENTAIRES

Teneur en eau : 10,6 %

Projet de rehabilitation des routes en terre PL

ETUDE DE PLATEFORME - ROUTE

Route Savalou - Aglamidjodj - Doume

Puits n° 6

PK 25+000 C/D

Estimation dénivellée entre surface chaussée et sol naturel

Rampage + mètre

Déblai mètre

Prélèvement d'échantillons I ou R	Coupe Puits	Appellation Géotechnique	Description
0,00		Terre végétale + racine	noirâtre
0,10			
0,20			
0,30		Graveleux latéritique très compact	rougeâtre
0,40			
0,50			
0,60			
0,70			
0,80			
0,90			
1,00			
1,10			
1,20			
1,30			
1,40			
1,50			
1,60			

- Poche Décomposée
- Graveleux
- Graveleux latéritique
- Sables + grossier
- Limon
- Argile peu plastique
- Argile très plastique
- Traces de matières végétales ou odeur organique (noir mauvaise odeur)
- Sable fin

COMMENTAIRES

Teneur en eau: 2,4%

Projet de rehabilitation des routes en terre^{PL}

ETUDE DE PLATEFORME - ROUTE

Route Savalou Aglamidjodji Doume

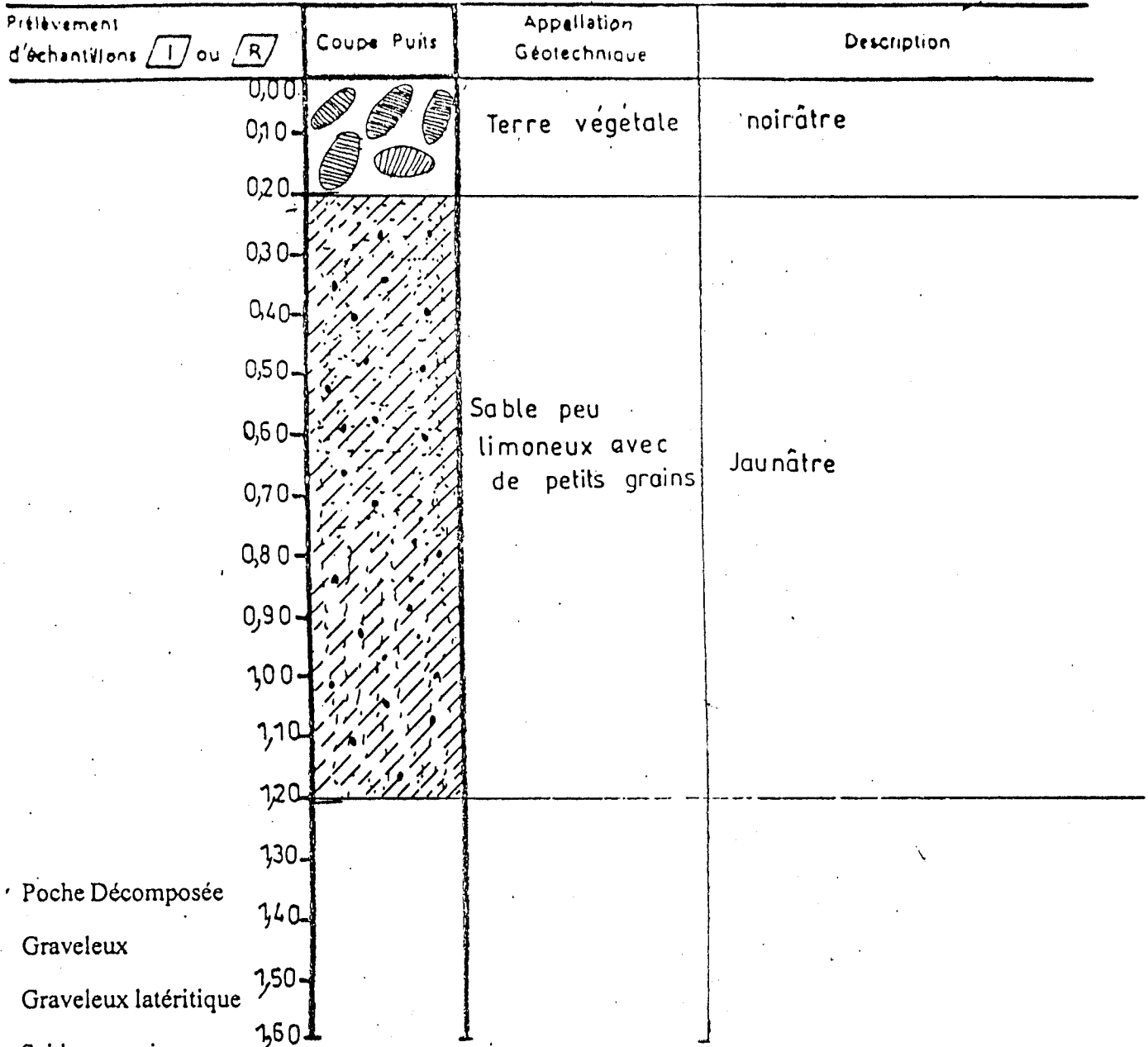
puits n° 7










PK 30+000 C/G

Estimation dénivelée entre surface chaussée et sol naturel

Remblai + mètre

Déblai mètre



-  Poche Décomposée
-  Graveleux
-  Graveleux latéritique
-  Sables grossier
-  Limon
-  Argile peu plastique
-  Argile très plastique
-  Traces de matières végétales ou odeur organique (noir mauvaise odeur)
-  Sable fin

COMMENTAIRES

Teneur en eau: 4,6 %

Projet de réhabilitation des routes en terre^{PL}

ETUDE DE PLATEFORME - ROUTE

Route Savalou - Aglamidjodji-Doume

Puits n° 82

PK 35+000 C/D

Estimation dénivelée entre surface chaussée et sol naturel

Réhabilité + mètre

Déblai mètre

Prélèvement d'échantillons I ou R	Coupe Puits	Appellation Géotechnique	Description
0,00		Terre végétale avec racine	
0,10			
0,20		Sable peu limoneux avec de petits grains	brunâtre
0,30			
0,40			
0,50			
0,60			
0,70			
0,80			
0,90			
1,00			
1,10			
1,20			
1,30			
1,40			
1,50			
1,60			

- Poche Décomposée
- Graveleux
- Graveleux latéritique
- Sables + grossier
- Limon
- Argile peu plastique
- Argile très plastique
- Traces de matières végétales ou odeur organique (noir mauvaise odeur)
- Sable fin

COMMENTAIRES

Teneur en eau: 2,04 %

Projet de rehabilitation des routes en terre^{PL}

ETUDE DE PLATEFORME - ROUTE

Route Savalou - Aglamidjodji - Doume

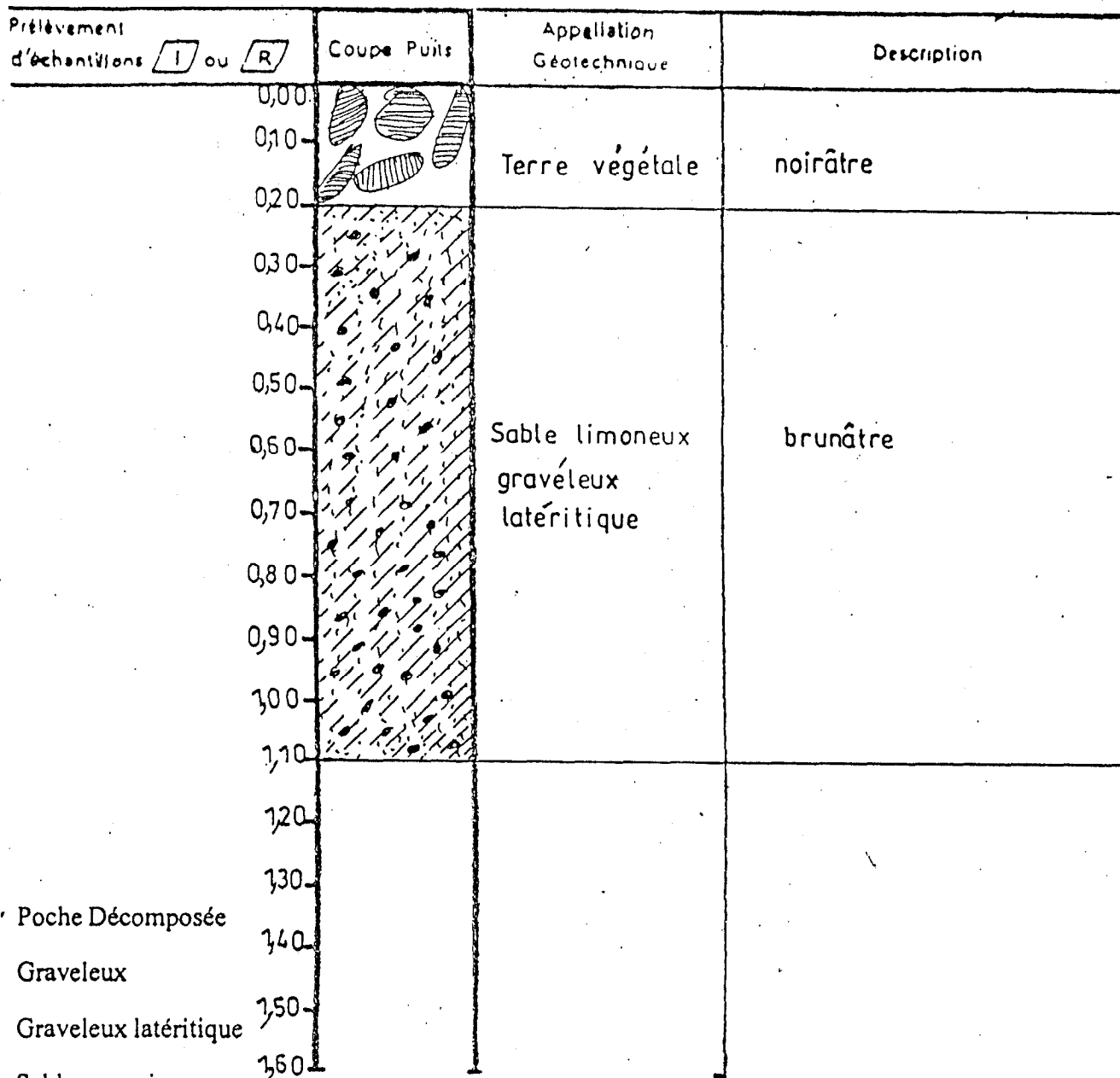
puits n° 9










PK 39 + 000 C/G

Estimation dénivellée entre surface chaussée et sol naturel

Remblai + mètre

Déblai - mètre



-  Poche Décomposée
-  Graveleux
-  Graveleux latéritique
-  Sables + grossier
-  Eimon
-  Argile peu plastique
-  Argile très plastique
-  Traces de matières végétales ou odeur organique (noir mauvaise odeur)
-  Sable fin

COMMENTAIRES

Teneur en eau : 3,1 %

Résultats d'Essais de Réception sur Matériaux pour Assise du Chaussé

Echantillons Nature et Origine		PK0+000 C/G Puits n°1 Prof.0,10/1,20m
Caractéristiques		
ANALYSE GRANULO METRIQUE (Tamis en mm)	% ≤ 40 mm	95
	% ≤ 32 mm	91
	% ≤ 25 mm	88
	% ≤ 20 mm	86,5
	% ≤ 16 mm	83
	% ≤ 12,5 mm	79
	% ≤ 10 mm	72
	% ≤ 8 mm	65
	% ≤ 5 mm	49
	% ≤ 2 mm	25
	% ≤ 1,25 mm	21
	% ≤ 0,40 mm	11
	% ≤ 0,315 mm	8
% ≤ 0,160 mm	5,5	
% ≤ 0,080 mm	3,5	
Poids Spécifique des grains solides	γ_s (T/m ³)	
Equivalent de Sable	ES	
Limites d'Atterberg	WL (%)	26,5
	IP	10
Classification	HRB	
	USCS	
Matière Organique	MO (%)	
Proctor Modifié	γ_d (T/m ³)	
	W Opt (%)	
C B R Imbibé à 96 H	100 % OPM	
	95 % OPM	
	Gonflement GL(%)	
	Teneur en eau après imbibition W (%)	

Résultats d'Essais de Réception sur Matériaux pour Assise du Chaussé

Echantillons Nature et Origine		Pk 0+000 C/G Puits n°1 PK10+000 C/D Puits n°3 PK25+000 C/D Puits n°6	Pk 5+000 C/D Puits n°2 PK 20+000 C/G Puits n°5
Caractéristiques			
ANALYSE	% ≤ 40 mm		
	% ≤ 32 mm	97,0	
	% ≤ 25 mm	96,0	
	% ≤ 20 mm	95,5	
	% ≤ 16 mm	94,0	
	% ≤ 12,5 mm	91,0	
GRANULO	% ≤ 10 mm	86,0	
	% ≤ 8 mm	79,0	99,5
	% ≤ 5 mm	59,0	98,5
METRIQUE	% ≤ 2 mm	30,0	93,0
	% ≤ 1,25 mm	26,0	88,0
	% ≤ 0,40 mm	17,5	79,0
	% ≤ 0,315 mm	14,5	76,0
	% ≤ 0,160 mm	11,5	69,5
	% ≤ 0,080 mm	8,5	61,0
	(Tamis en mm)		
Poids Spécifique des grains solides équivalent de Sable	γ_s (T/m ³)	2,852	2,53
Limites Atterberg Classification	WL (%)	7	7
	IP		
	HRB		
	USCS		
Matière Organique	MO (%)		
Proctor Modifié	γ_d (T/m ³)	2,125	1,80
	W Opt (%)	7,5	14
C B R Imbibé	100 % OPM	65	5
	95 % OPM	45	1
	Gonflement GL(%)	0,174	3,50
à 96 H	Teneur en eau après imbibition W (%)	Varie entre 8.7 et 12.36	Varie entre 16.88 et 20.26

Résultats d'Essais de Réception sur Matériaux pour Assise du Chaussé

Echantillons Nature et Origine		Pk 30+000 C/G Puits n°7 PK15+000 C/D Puits n°4	Pk 35+000 C/G Puits n°8 PK 39+000 C/G Puits n°9
Caractéristiques			
ANALYSE	% ≤ 40 mm		
	% ≤ 32 mm		
	% ≤ 25 mm		
	% ≤ 20 mm		
	% ≤ 16 mm		
GRANULO	% ≤ 12,5 mm	99,5	99,5
	% ≤ 10 mm	99,5	99,0
	% ≤ 8 mm	99,0	98,5
METRIQUE	% ≤ 5 mm	96,0	95,5
	% ≤ 2 mm	64,0	85,5
	% ≤ 1,25 mm	52,0	80,5
	% ≤ 0,40 mm	44,0	59,5
	% ≤ 0,315 mm	41,0	47,0
(Tamis en mm)	% ≤ 0,160 mm	37,5	32,5
	% ≤ 0,080 mm	33	19,5
Poids Spécifique es grains solides	γ_s (T/m ³)		2,605
Equivalent de Sable	ES		
Limites 'Atterberg	WL (%)		
	IP		
Classification	HRB		
	USCS		
Matière Organique	MO (%)		
Proctor	γ_d (T/m ³)	2,04	2,025
Modifié	W Opt (%)	10,8	8,0
C B R Imbibé	100 % OPM	6,0	75
	95 % OPM	4,0	65
à 96 H	Gonflement GL(%)	1,85	0,758
	Teneur en eau après imbibition W (%)	Varie entre 11,2 et 14.02	Varie entre 9.45 et 12.08

Résultats d'Essais de Réception sur Matériaux pour Assise du Chaussé

Echantillons Nature et Origine		Mélange des puits n°1 PK0+000 C/G PK25+000C/D PUIITS 6 Pk10+000 c/d puits 3
Caractéristiques		
ANALYSE GRANULO METRIQUE (Tamis en mm)	% ≤ 40 mm	
	% ≤ 32 mm	97
	% ≤ 25 mm	96
	% ≤ 20 mm	95,5
	% ≤ 16 mm	94
	% ≤ 12,5 mm	94
	% ≤ 10 mm	86
	% ≤ 8 mm	79
	% ≤ 5 mm	59
	% ≤ 2 mm	30
	% ≤ 1,25 mm	26
	% ≤ 0,40 mm	17,5
	% ≤ 0,315 mm	14,5
	% ≤ 0,160 mm	11,5
% ≤ 0,080 mm	8,5	
Poids Spécifique des grains solides	γ_s (T/m ³)	2,65
Equivalent de Sable	ES	
Limites d'Atterberg	WL (%)	
	IP	
Classification	HRB	
	USCS	
Matière Organique	MO (%)	
Proctor Modifié	γ_d (T/m ³)	2,125
	W Opt (%)	7,5
C B R Imbibé à 96 H	100 % OPM	65
	95 % OPM	45
	Gonflement GL(%)	0,174
	Teneur en eau après imbibition W (%)	12.36

ROUTE : SAVALOU AGLAMIDJODJI DOUME
ROAD :

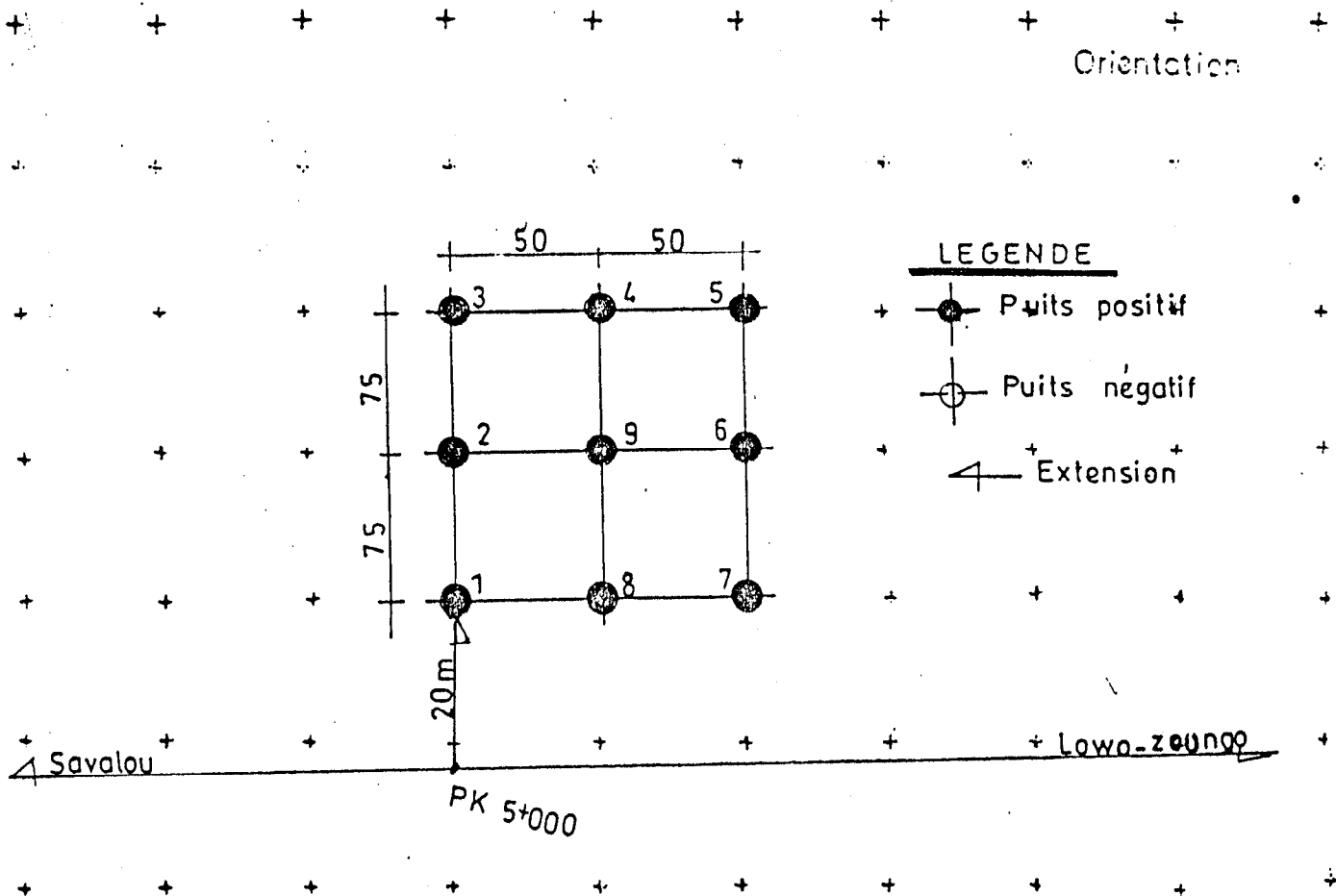
PL

RECHERCHE DE GISEMENT DE MATERIAUX
BORROW INVESTIGATION

GRAVELEUX LATERITIQUE

P.K. :
Profil line :

Emprunt n° : PK5+000 C/G
Borrow n° :



chelle :

Volume = 9360 m³

Maille de :
Sieve size

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Découverte	0,15	0,15	0,10	0,15	0,10	0,15	0,10	0,15	0,10
Graveleux lateritique	0,70	0,60	0,60	0,65	0,70	0,60	0,70	0,60	0,60
Sable									
Sable argileux									
Prelevement	0,85	0,75	0,70	0,80	0,80	0,75	0,80	0,75	0,70

ROUTE : SAVALOU AGLAMIDJODJI DOUME

ROAD :

PL

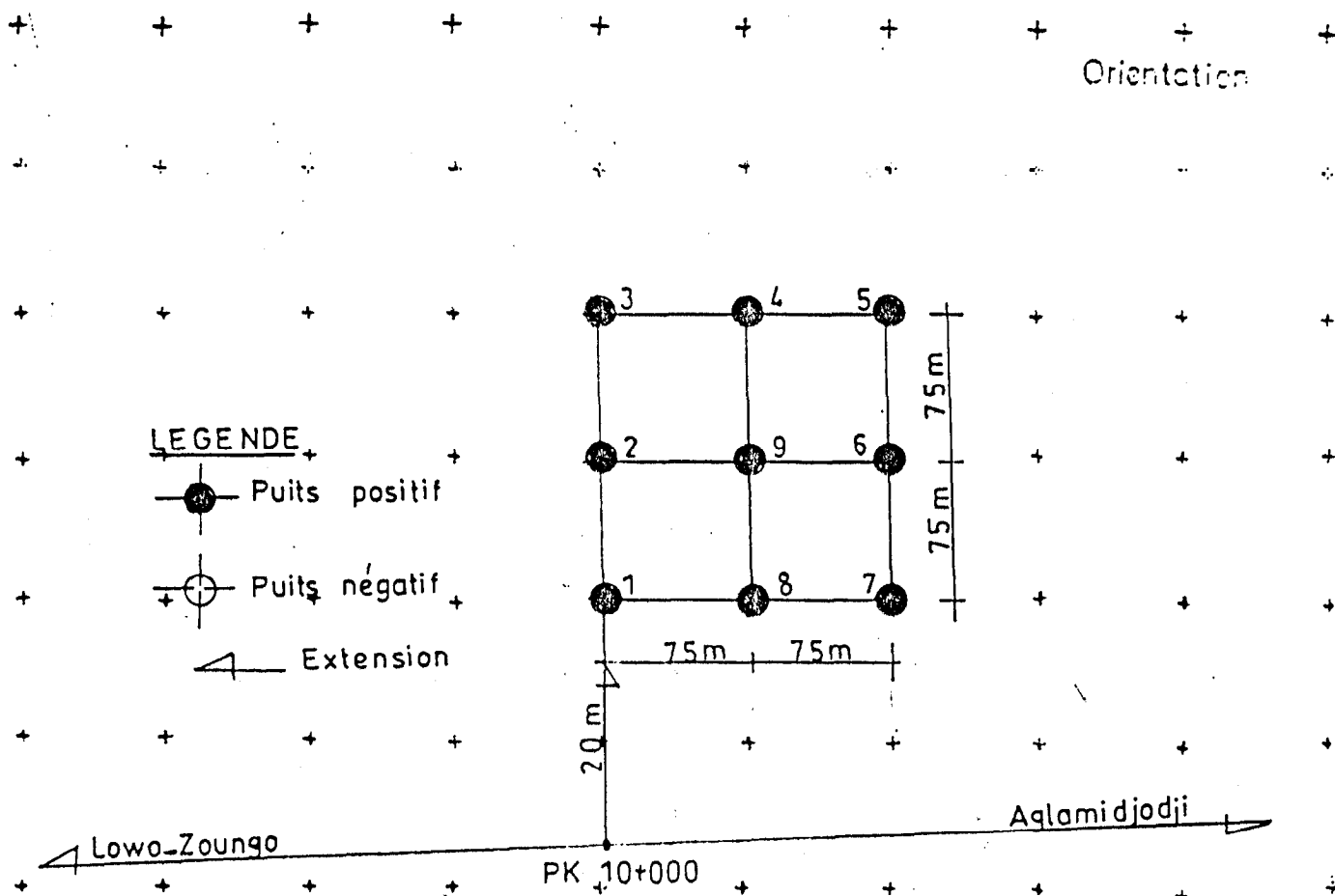
RECHERCHE DE GISEMENT DE MATERIAUX
BORROW INVESTIGATION

P.K. :

Emprunt n° : du PK 10+000 C/G

Profil. line :

Borrow n° :



Echelle :

Volume = 13 140 m³

Maille de :
Sieve size

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Découverte	0,15	0,10	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,10
Graveleux lateritique	0,60	0,50	0,60	0,50	0,60	0,70	0,60	0,50	0,60
Sable									
Sable argileux									
Prélèvement	0,75	0,60	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70

CNERIP-COTONGOU

Projet de réhabilitation des routes en terre

Dossier n° 04050GR1

ROUTE : SAVALOU AGLAMIDJODJI DOUME
ROAD :

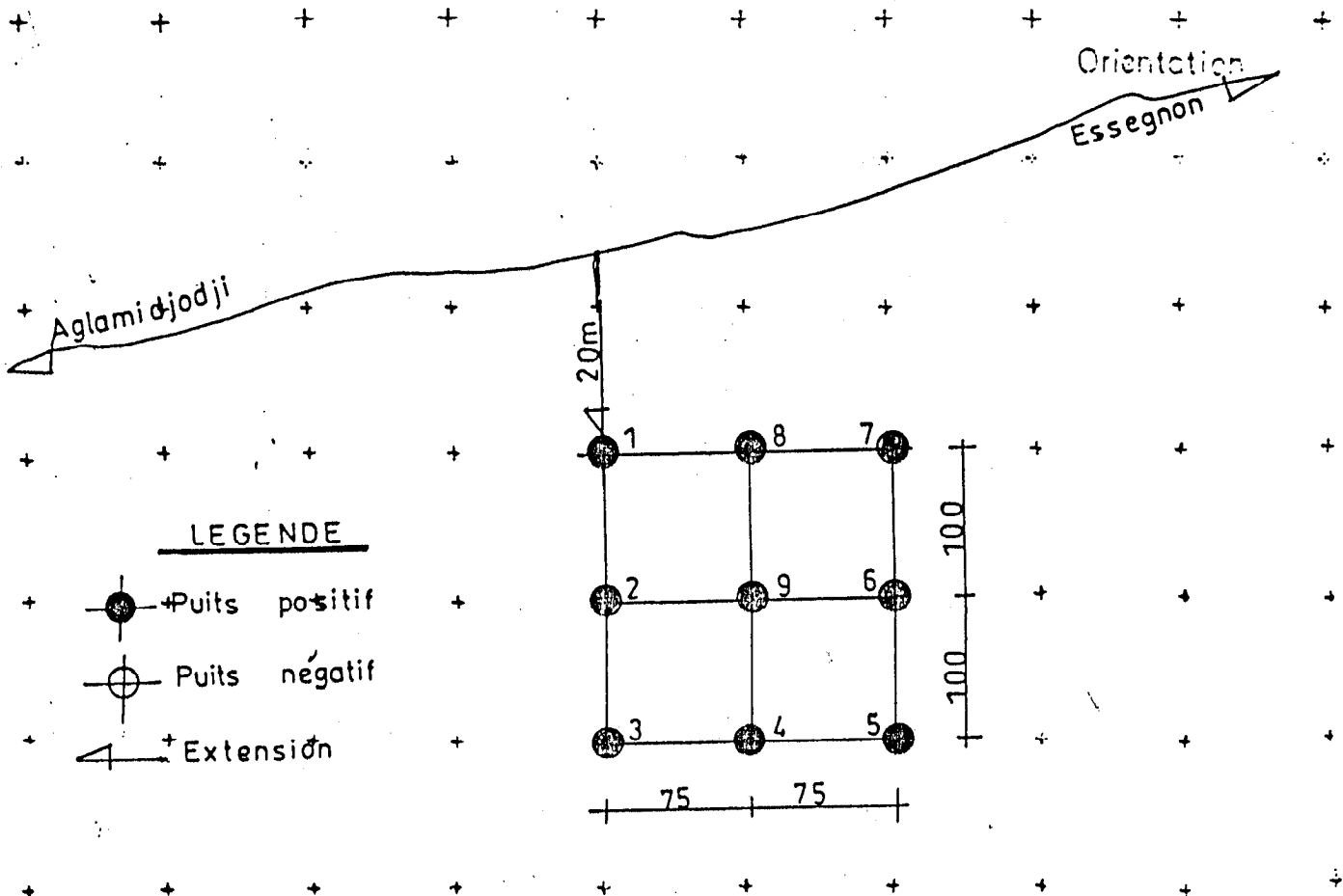
PL

RECHERCHE DE GISEMENT DE MATERIAUX
BORROW INVESTIGATION

Gravéleux latéritique

P.K. :
Profil line :

Emprunt n° : PK14+100 C/D
Borrow n° :



Echelle :

Volume 20 640 m³

Maille de :
Sieve size

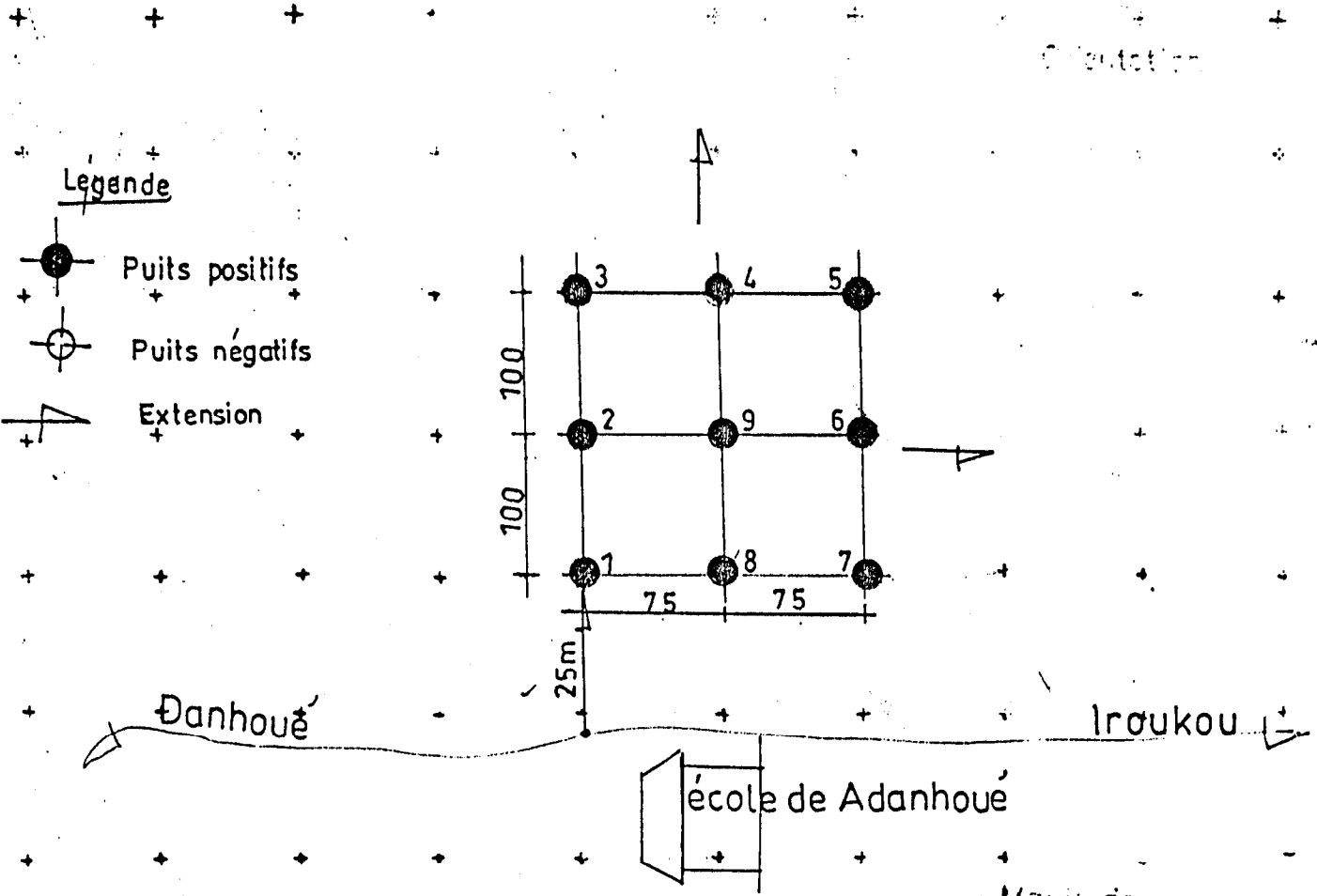
N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Découverte	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10
Gravéleux	0,70	0,75	0,80	0,80	0,70	0,75	0,70	0,80	0,80
Sable									
Sable argileux									
Prélèvement	0,80	0,85	0,95	0,90	0,80	0,85	0,85	0,90	0,90

ROUTE : Savalou - Aglamidjodji - Doumé
ROAD :

RECHERCHE DE GISEMENT DE MATERIAUX
BORROW INVESTIGATION

P.K. :
Profil line :

Emplacement : PK 20+800 C/G
Borrow n° Grave



Echelle :
Volume = 18960 m³

Marque de
Soleil 571

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Decouverte	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10
Graveleux lateritique	0,70	0,60	0,65	0,75	0,70	0,65	0,70	0,65	0,70
sable									
sable argileux									
prelevement	0,80	0,70	0,80	0,85	0,80	0,75	0,85	0,75	0,80

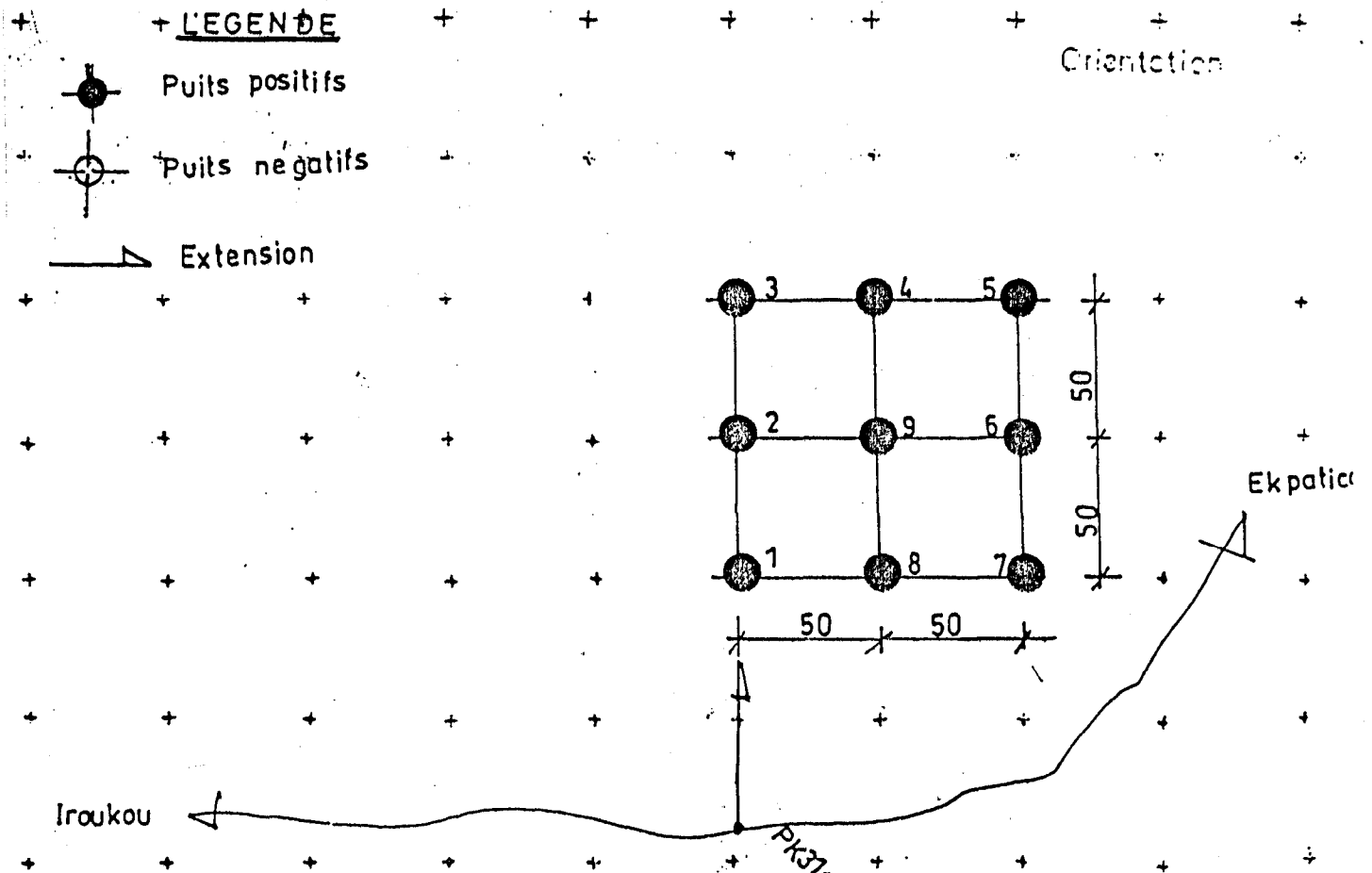
ROUTE : Savalou — Aglamidjodji — Doume
ROAD :

PL

RECHERCHE DE GISEMENT DE MATERIAUX
BORROW INVESTIGATION

P.K. :
Profil line :

Emprunt n° du PK31 100 C/G
Borrow n° :



Echelle :

Volume = 6 240 m³

Maille de Sieve size

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Decouverte	0,10	0,15	0,10	0,15	0,10	0,15	0,10	0,15	0,10
Graveleux lateritique	0,70	0,65	0,70	0,60	0,70	0,60	0,70	0,60	0,70
Sable									
Sable argileux									
Prélèvement	0,80	0,80	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80

Résultats d'Essais de Réception sur Matériaux pour Assise du Chaussé

Echantillons Nature et Origine		Emprunt Pk 5+000 C/G	Pk10+000 C/G
Caractéristiques			
ANALYSE	% ≤ 40 mm		
	% ≤ 32 mm		
	% ≤ 25 mm		
	% ≤ 20 mm	99,5	
	% ≤ 16 mm	98	99,5
	% ≤ 12,5 mm	94	98
GRANULO	% ≤ 10 mm	84,5	90,5
	% ≤ 8 mm	75	79,5
	% ≤ 5 mm	51	54
METRIQUE	% ≤ 2 mm	20,5	26
	% ≤ 1,25 mm	17,5	24
	% ≤ 0,40 mm	10	18,5
	% ≤ 0,315 mm	7,5	16
	% ≤ 0,160 mm	6	12,5
	% ≤ 0,080 mm	4	8
Poids Spécifique des grains solides	γ_s (T/m ³)	2,702	2,84
Equivalent de Sable	ES		
Limites d'Atterberg	WL (%)	35,5	25,5
	IP	12	9,5
Classification	HRB	A-2-6(0)	A-2-6(0)
	USCS	GB	GB-GL
Matière Organique	MO (%)		
Proctor Modifié	γ_d (T/m ³)	2,15	2,20
	W Opt (%)	5,5	7,3
C B R Imbibé à 96 H	100 % OPM	140	122
	95 % OPM	60	60
	Gonflement GL(%)	0,174	0,157
	Teneur en eau après imbibition W (%)	Varie entre 6.75 et 10,54	Varie entre 8.11 et 12.67

Résultats d'Essais de Réception sur Matériaux pour Assise du Chaussé

Echantillons Nature et Origine		Emprunt Pk 14+100 C/D	Pk20+800 C/G
Caractéristiques			
ANALYSE	% ≤ 40 mm		
	% ≤ 32 mm		
	% ≤ 25 mm		
	% ≤ 20 mm		99,5
	% ≤ 16 mm	99,5	98,5
GRANULO	% ≤ 12,5 mm	98	96,5
	% ≤ 10 mm	92	89,5
	% ≤ 8 mm	84	81,5
METRIQUE	% ≤ 5 mm	59	64
	% ≤ 2 mm	21,5	34
	% ≤ 1,25 mm	17,5	30
	% ≤ 0,40 mm	14	23
	% ≤ 0,315 mm	13,5	20
(Tamis en mm)	% ≤ 0,160 mm	12	14,5
	% ≤ 0,080 mm	10,5	8
Poids Spécifique des grains solides	γ_s (T/m ³)	2,841	2,803
Equivalent de Sable	ES		
Limites d'Atterberg	WL (%)	35	19,5
	IP	13,5	6
Classification	H R B	A-2-6(0)	A-2-4(0)
	U S C S	GB-GL	GB-GL
Matière Organique	M O (%)		
Proctor	γ_d (T/m ³)	2,075	2,175
Modifié	W Opt (%)	10,6	7,3
C B R Imbibé	100 % OPM	113	120
	95 % OPM	44	63
à 96 H	Gonflement GL(%)	0,126	0,213
	Teneur en eau après imbibition W (%)	Varie entre 11 et 13.77	Varie entre 8.11 et 11.44

Résultats d'Essais de Réception sur Matériaux pour Assise du Chaussé

Echantillons Nature et Origine		Emprunt Pk 31+100 C/G
Caractéristiques		
ANALYSE	% ≤ 40 mm	
	% ≤ 32 mm	
	% ≤ 25 mm	
	% ≤ 20 mm	97,5
	% ≤ 16 mm	93,5
GRANULO	% ≤ 12,5 mm	92
	% ≤ 10 mm	86,5
	% ≤ 8 mm	78,5
METRIQUE	% ≤ 5 mm	55,5
	% ≤ 2 mm	21,5
	% ≤ 1,25 mm	19
	% ≤ 0,40 mm	14
	% ≤ 0,315 mm	11,5
(Tamis en mm)	% ≤ 0,160 mm	8
	% ≤ 0,080 mm	4,5
Poids Spécifique des grains solides	γ_s (T/m ³)	2,84
Equivalent de Sable	ES	
Limites d'Atterberg	WL (%)	25,5
	IP	9,5
Classification	HRB	A-2-4(0)
	USCS	GB
Matière Organique	MO (%)	
Proctor Modifié	γ_d (T/m ³)	2,20
	W Opt (%)	7,5
C B R Imbibé à 96 H	100 % OPM	199
	95 % OPM	77
	Gonflement GL(%)	0,171
	Teneur en eau après imbibition W (%)	Varie entre 8.33 et 11.57

ANNEXE VII : GRAPHE DE DIMENSIONNEMENT DE CHAUSSEE

GUIDE PRATIQUE DE DIMENSIONNEMENT

Pour ce faire, on exploite le diagramme de l'essai CBR conformément à l'exemple traité page suivante. On trace l'asymptote à la courbe effort-déformation qui fournit la charge de rupture; le CBR est calculé, pour un enfoncement de 2,5 mm, à partir de la pression égale à la moitié de la contrainte de rupture; on obtient ainsi le CBR corrigé utilisé pour la détermination de l'épaisseur de la chaussée par la formule de Peltier :

$$e = \frac{100 + \left(75 + 50 \log \frac{N}{10}\right) \sqrt{P}}{\text{CBR} + 5}$$

e = épaisseur en cm;

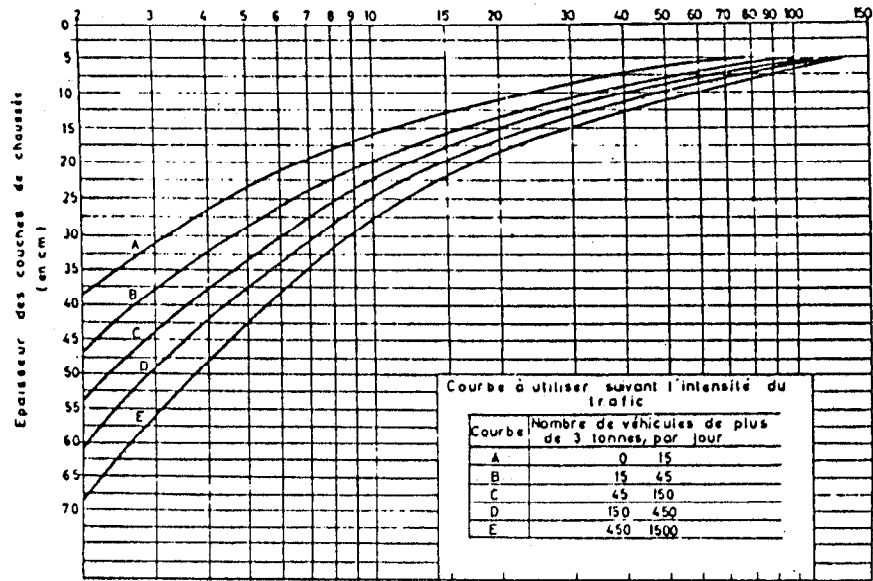
N = nombre de poids lourds de plus de 3 tonnes par jour;

P = poids de la roue maximale en tonnes (ou de 2 roues jumelées).

ou au moyen des abaques du TRRL donnés ci-dessous.

ABAQUES DU ROAD RESEARCH LABORATORY UTILISÉS POUR LES ROUTES EN TERRE

CBR en % (coefficient 2 par rapport à la rupture)



Dimensionnement des chaussées en terre

ANNEXE VIII : PHOTO DE LA ROUTE



Photo 1 : Déviation pour contourner le fleuve Zou



Photo 2 : Site du pont projeté



Photo 3 : Ouvrage de franchissement aménagé par les populations

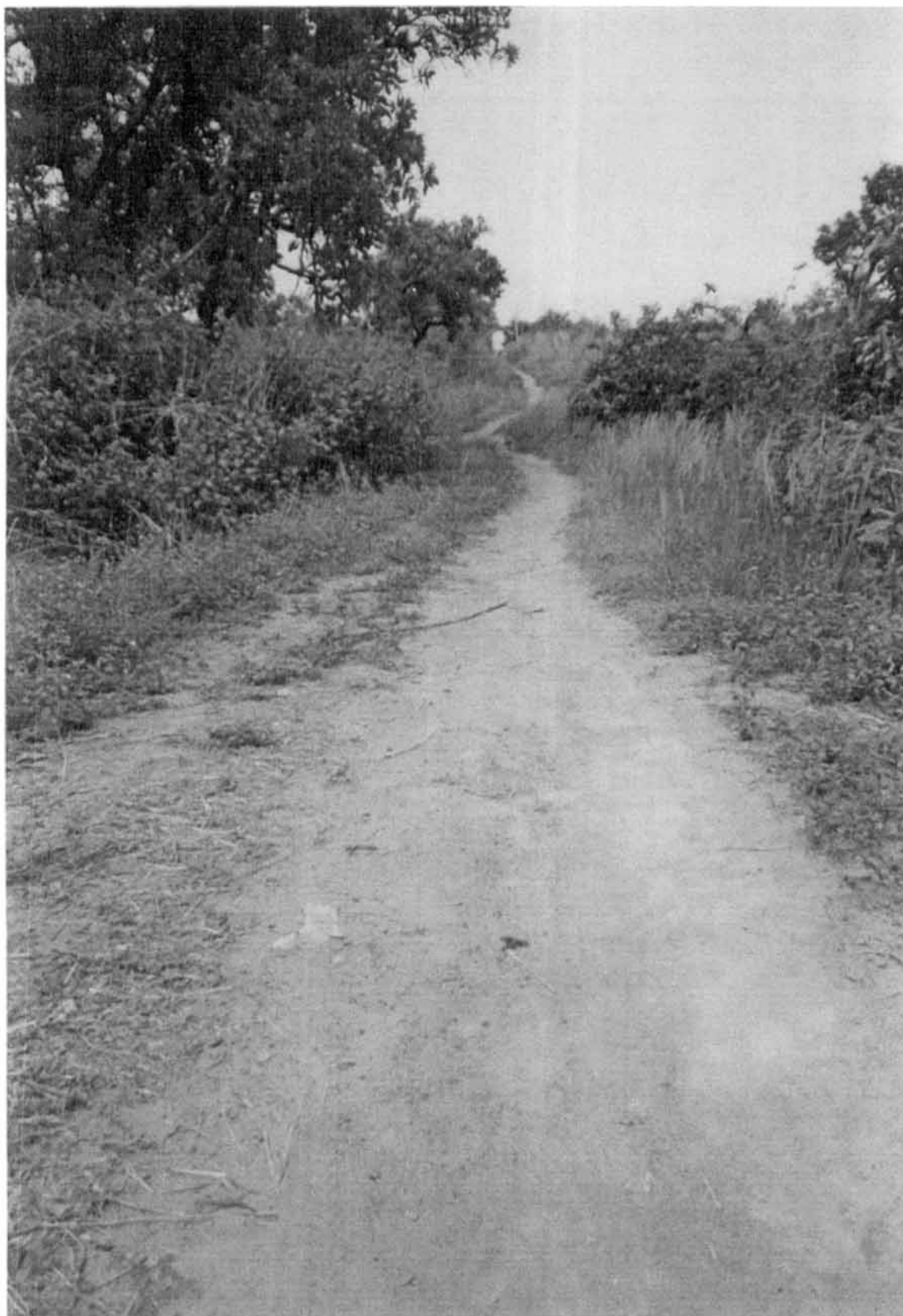
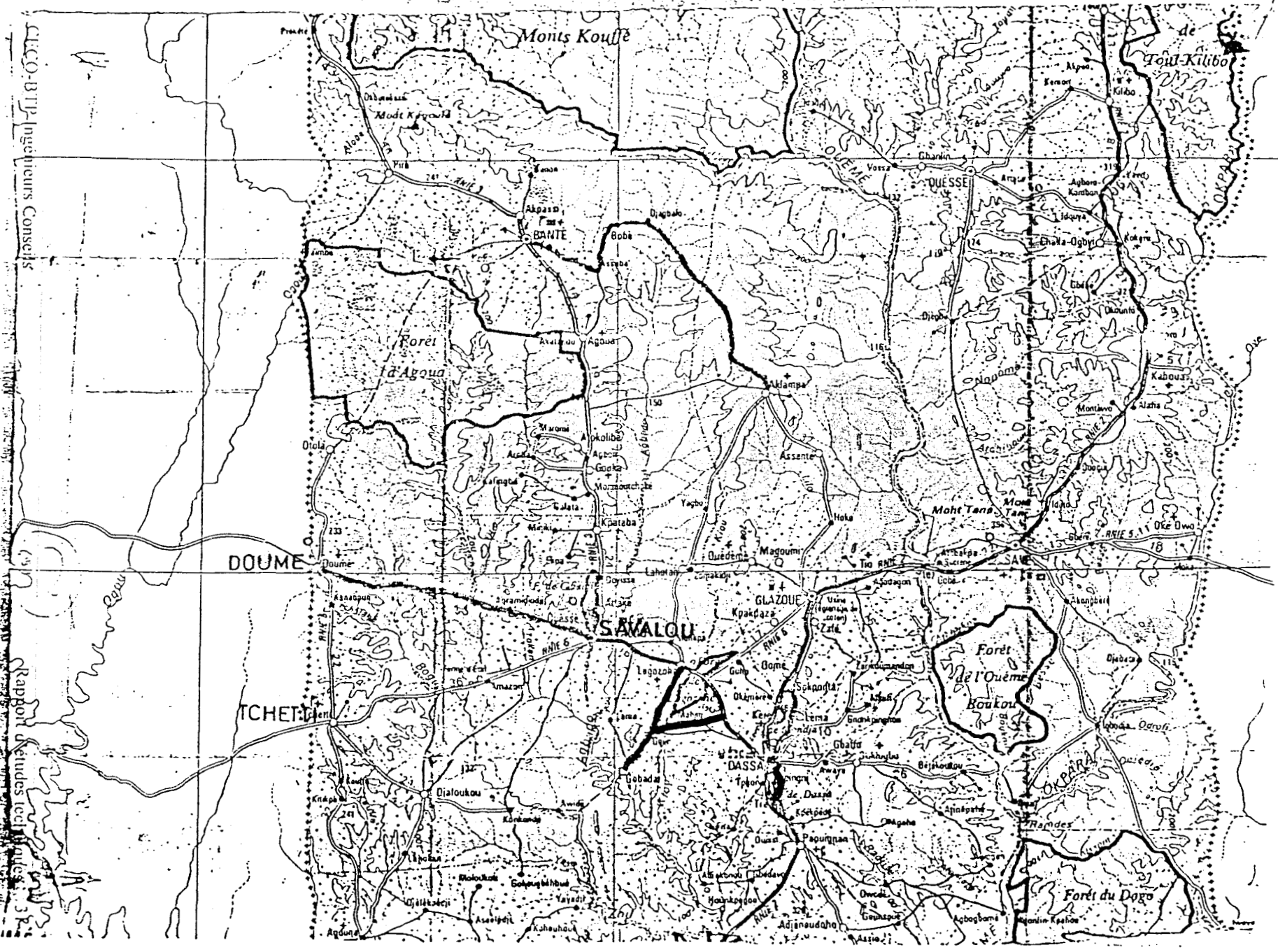


Photo 4 : Vue d'une portion praticable de la piste actuelle

ANNEXE IX : CARTE DE LA ZONE D'ETUDE

LECO-B.T.P. Ingénieurs Conseils



Rapport des études topographiques