

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

PROJET
DE
FIN D'ÉTUDES

GC.0403

Titre Recherche de methodes et techniques appliquees
pour la realisation de pistes economiques de pro-
duction ou de desenclavement . . .

Auteur Oumar SY . . .

Génie CIVIL . . .

Date JUIN 1983 . . .

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

DÉPARTEMENT DE GENIE - CIVIL

PROJET DE FIN D'ÉTUDES

TITRE : RECHERCHE DE MÉTHODES ET TECHNIQUES
APPLIQUÉES POUR LA RÉALISATION DE PISTES
ÉCONOMIQUES DE PRODUCTION OU DE DÉSENCLAVEMENT

AUTEUR : OUMAR SY, 5è ANNÉE

DIRECTEUR DU PROJET :
MONSIEUR ROBERT MONTULET
INGÉNIEUR À LA D.E.P.

THIÈS LE 9 MAI 1983

- D E D I C A C E S -

A mon père,

A ma mère,

J'exprime ma filiale reconnaissance.

- REMERCIEMENTS -

Je tiens à remercier ici mon Directeur de projet :

- Monsieur Robert MONTULET, Ingénieur à la D.E.P. pour son assistance suivie dans l'élaboration de ce document.

Mes remerciements vont également à

- Monsieur André PARIS Chef du Département Génie-Civil pour l'attention qu'il a accordée à cet ouvrage.
- Monsieur Eserchel FRANKLIN, Technicien à l'E.P.T. pour ses précieuses remarques.

Je dois enfin exprimer ma reconnaissance

toute particulière à :

- Madame Clotilde BARROS qui a bien voulu apporter un soin à l'élaboration de ce projet,
- Monsieur Badiane, Directeur du Bureau de Pistes de Production,
- Monsieur Mbaye DIAGNE, Chef de Service Régional des Travaux Publics de Thiès, pour leur apport dans ce mémoire,
- et à tous ceux qui, de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail.

- SOMMAIRE -

Le projet comprend quatre (4) parties :

- 1°) Une synthèse de l'organisation de la gestion routière au Sénégal (enquête et travail bibliographique)
- 2°) Les pistes et le réseau infrastructure routière ; situation (recherche et travail bibliographique)
- 3°) Le choix de deux (2) pistes dans la région de Thiès :
essais in situ (C.B.R. pénétromètre).
échantillons de sol, analyse en laboratoire.
- 4°) Des propositions de techniques appropriées.

- TABLE DES MATIERES -

	Pages
INTRODUCTION	8
<u>1ère PARTIE</u> : STRUCTURE DE L'ORGANISATION DE LA GESTION ROUTIÈRE AU SENEGAL.	9
I.1. Politique des infrastructures routières.....	10
I.2. Historique et Evolution du réseau routier.....	11
I.3. Les Investissements routiers.....	11
I.3.1. Evaluation du coût des investissements routiers....	13
I.3.2. Dépenses imputables au budget routier.....	17
I.3.3. Cadre du financement des projets routiers.....	17
I.3.4. Les recettes de la route.....	18
I.4. Gestion de l'entretien routiers.....	20
I.4.1. Nécessité et l'intérêt de l'entretien routier.....	20
I.4.2. Moyens de l'entretien routier.....	20
I.4.3. Organisation de l'entretien routier.....	20
I.4.4. Système actuel de l'entretien routier.....	23
I.4.5. Structures administratives.....	25
<u>2ème PARTIE</u> : LES PISTES ET LE RESEAU INFRASTRUCTURE ROUTIERE..	28
II.1. Le réseau routier.....	29
II.2. Les pistes.....	30
II.2.1. Définitions.....	30
II.2.2. Classification.....	30
II.2.3. Anatomie de la route en terre.....	31
II.2.4. Pathologie de la route en terre.....	36
II.2.5. Analyse économique.....	39
<u>3ème PARTIE</u> : ETUDE DES PISTES : POUT - SEUNE-SÉRERE - NDAYE et THIES - NOTO - NGUEKOKH.....	42
III.1. Pistes : Pout - Seune Sérère - Ndaye.....	44
III.1.1. Situation de la piste.....	44

III.1.2. Problèmes rencontrés au cours des visites.....	44
III.1.3. Etudes géotechniques.....	45
III.1.4. Recommandations.....	45
III.1.5. Coût du projet.....	46
III.2. Piste : Thiès - Noto - NGuekokh.....	50
III.2.1. Situation de la piste.....	50
III.2.2. Problèmes rencontrés au cours des visites.....	50
III.2.3. Etudes géotechniques.....	51
III.2.4. Recommandations.....	51
4ème PARTIE : PROPOSITIONS DE TECHNIQUES APPLIQUEES.....	56
IV.1. Préambule.....	57
IV.1.1. Critères physiques.....	57
IV.1.2. Critères d'utilisation.....	57
IV.1.3. Critères économiques.....	57
IV.2. Schéma de l'étude.....	57
IV.2.1. Comparaison des durées de réalisation et des coûts des pistes déjà réalisées.....	51
IV.2.2. Prévision de la nature des sites de matériaux, assiette.....	57
IV.2.3. Visite des différentes pistes.....	57
IV.2.4. Classification des pistes.....	57
IV.2.5. Evaluation des durées de réalisation.....	58
IV.2.6. Synthèse des coûts.....	58
IV.2.7. Propositions d'entretien.....	58
IV.3. Comparaison des durées de réalisation et des coûts.....	58
IV.4. Liste des nouvelles pistes à réaliser.....	58
IV.5. Visites et examens des pistes.....	58
IV.5.1. Enquête.....	58
IV.5.2. Examen visuel.....	58
IV.5.3. Carottages, densité, échantillon.....	58
IV.5.4. mesures de C.B.R.	58
IV.5.5. Essais complémentaires.....	58
IV.5.6. Invention des essais.....	58

IV.6. : Classification et dimensionnement des pistes.....	59
IV.7. : Evaluation des durées de réalisation.....	59
IV.8. : Synthèse et estimation des moyens à mettre en oeuvre...	61
IV.9. : Exécution des chaussées.....	61
IV.9.1. Emprunts et carrières.....	61
IV.9.2. Approvisionnement des matériaux.....	62
IV.9.3. Exécution du corps de chaussée.....	62
IV. 10. Techniques d'entretien des routes en terre.....	65
IV.10.1. Dégradation de la plate-forme.....	65
IV.10.2. Effets de l'eau de surface.....	65
IV.10.3. Opérations élémentaires d'entretien.....	66
IV.10.4. Limites de l'entretien.....	67
CONCLUSION.....	69
BIBLIOGRAPHIE.....	70
ANNEXES.....	74
A.0. Terminologie et définitions	
A.1. Analyse économique des projets de routes rurales	
A.2. Essai C.B.R. par le pénétromètre C.R.R.	
A.3. Essai dit "équivalent en sable"	
A.4. Compte rendu analytique des travaux sur les pistes de production	
A.5. Catalogue pour une recherche de matériaux sur une route.	

INTRODUCTION

La construction ou l'amélioration du réseau routier est à juste titre considéré comme un des moyens efficaces de promouvoir le développement économique d'un pays. L'infrastructure en général, l'infrastructure des transports en particulier sont incontestablement un des éléments moteurs du développement.

Le Sénégal dont l'avenir économique reposait sur l'agriculture, la pêche, le tourisme, les phosphates, a bien compris ce principe et s'est attelé, dès l'indépendance à accroître et à diversifier son réseau routier. De 6 034 kilomètres au lendemain de l'indépendance il est passé à 13 915 kilomètres aujourd'hui, devenant ainsi l'un des plus denses en Afrique de l'Ouest. Le réseau bitumé est passé de 907 à 3 534 km soit un accroissement annuel de 7 % ; alors que les routes non revêtues forment un réseau de 10 381 km.

Cependant pour conserver tout ce patrimoine des moyens financiers mais également des moyens techniques et des méthodes appropriées sont nécessaires ; notamment pour la piste qui représente le capital le plus fragile du réseau.

Ainsi donc, dans ce document-ci, après une synthèse de l'organisation de la gestion routière au Sénégal, et une étude de la piste en général et des pistes Thiès-Noto-N'guekokh et Pout-N'daye en particulier des techniques appropriées seront proposées en vue de leur dimensionnement, de leur réalisation et de leur entretien.

1ÈRE PARTIE
SYNTHESE DE L'ORGANISATION DE LA GESTION
ROUTIERE AU SENEGAL

I - SYNTHÈSE DE LA GESTION ROUTIÈRE AU SÉNÉGAL

I.1. POLITIQUE DES INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES

La politique routière doit correspondre à un plan de développement visant un objectif donné, objectif qui est lui-même corrélatif des autres objectifs menés dans les secteurs de production, de transformation ou de consommation.

Cependant il faut noter deux sortes de plan de développement :

- Le plan de développement à long terme qui est établi en pensant aux générations futures : il ne précise souvent pas les opérations individuelles que devra entreprendre la puissance publique ; il fixe les objectifs, généralement le relèvement du niveau de vie des populations et la structure vers laquelle elles devront tendre au sein de la société.
- Le plan de développement à court terme (3 à 8 ans) reprend une partie des objectifs du plan à long terme et précise les opérations à effectuer pour les atteindre. C'est au cours de son élaboration que se pose le problème du choix des investissements de l'état et un des guides du planificateur sera leur rentabilité ou leur productivité.

Au Sénégal les aménagements sont sensiblement au même niveau que les plans routiers. Mais les différentes sources de financement créent quelquefois une discordance entre les deux.

1.2. HISTORIQUE ET ÉVOLUTION DU RÉSEAU ROUTIER

L'apparition de la route remonte vers les années 1920. Elle trouva sur place la voie ferrée qui était la mieux utilisée.

Le but des routes, qui était initialement de servir de liaison administrative, de dessertes de villages, de marchés, fut détruit au profit des routes économiques. Ces dernières étant le plus souvent la consécration d'un fait économique, de trafic généralement croissant, de transport.

Cette optique amena le Sénégal à améliorer son réseau dans les proportions suivantes :

A la veille de l'indépendance :

907 kilomètres de routes bitumées

2 097 kilomètres de routes nationales en terre

966 kilomètres de routes régionales en terre

2 064 kilomètres de pistes.

Soit un total de 6 034 kilomètres de voies carrossables.

De 1960 à 1981 il passera de 6 034 kilomètres à 13 915 km (voir tableau 1 pour l'évolution du réseau routier).

1.3. LES INVESTISSEMENTS ROUTIERS

Etablir un plan routier, c'est constituer un cadre à l'intérieur duquel est défini un programme d'actions à mener dans le domaine de l'infrastructure routière pendant une certaine période.

Le cadre est déterminé par les objectifs visés par le plan : le programme énumère et place dans le temps les actions qui vont concourir aux objectifs.

- Tableau 1 -

EVOLUTION DU RESEAU ROUTIER CLASSE 1960 - 1981								
	En 1960	TRAVAUX REALISES						
		De 1961 à 1965 Ie plan	de 1965 à 1969 Ie plan	de 1969 à 1973 IIIe plan	de 1973 à 1977 IVe plan	de 1977 à 1980 Ve plan	au 04/82	
ROUTES REVETUES	Nationales	649	372	192	196	354	545	2308
	Régionales	-	342	20	-	-	8	440
	Départementales	170	72	20	55	25	144	485
	Pistes répertoriées	-	7	-	-	42	24	73
	Voieries diverses	88	22	6	5	33	52	227
	TOTAL Revêtu	907	815	238	256	459	775	3634
ROUTES EN TERRE	Nationales	2097	357	194	-	-	-	1000
	Régionales	965	133	50	23	-	-	732
	Départementales	2064	393	80	26	21	-	4945
	Pistes répertoriées	-	-	-	775	1090	650	3696
	TOTAL Terre	5127	883	324	824	1111	650	10381
T O T A U X	6034	1698	562	1080	1570	1419	13915	

N.B. : Les statistiques ne tiennent pas compte du bitumage de la route Louga-Dahra (84,700 km)

I.3.1. EVALUATION DU COÛT DES INVESTISSEMENTS ROUTIERS

Le coût des investissements routiers se compose :

- du coût des études qui repose sur une synthèse des études antérieures.
- du coût des travaux routiers.
- du coût de contrôle des travaux.

3.1.1. STRUCTURE DES PRIX.

Les marchés des travaux routiers sont passés généralement sur bordereau de prix unitaires. Les travaux étant réglés par application de ces prix aux quantités réellement exécutées.

La décomposition d'un prix unitaire de vente est :

Prix de Vente = Prix de Revient x C ; C étant le coefficient de règlement du marché.

Le prix de revient sec est la somme de tous les déboursés secs hors taxes (H.T.) effectués par l'entreprise et directement affectables aux travaux routiers concernés par le prix unitaire : matériel, matériaux et main d'oeuvre. Le coefficient de règlement représente la majoration pour tous les frais non directement imputables à une tâche donnée et qui sont ainsi répartis au prorata du montant de ces tâches.

Les sommes non directement imputables sont :

a) Les frais généraux de chantier

- Salaires du personnel d'encadrement
- Salaires non productifs
- Installation de chantier
- Outillages et fournitures diverses
- Frais de fonctionnement

b) Les autres frais généraux hors chantier, les taxes et les bénéfices.

- Frais généraux de siège et d'agence.

- Frais financiers
- Assurances
- T.V.A.
- Patente
- Enregistrement du marché
- Aléas, bénéfices.

3.1.2. RECOMMANDATIONS SUR LES MARCHES DES TRAVAUX ROUTIERS.

Ces marchés sont des contrats qui lient l'administration aux entreprises pour l'exécution des travaux routiers. A cet effet, leur mode de passation, leur contenu et leur exécution sont importants pour la garantie des intérêts de l'administration.

3.1.2.1. mode de passation des marchés

Ils sont passés généralement soit par appel d'offre, soit par entente directe dans le cas de projets préfinancés. Dans le cas de l'appel d'offre il faut suivre les règles suivantes pour éviter le risque de choisir un soumissionnaire qui n'est ni financièrement ni techniquement capable de mener les travaux à leur terme.

- 1) Les projets doivent être sérieusement évalués pour donner un prix de référence (ou coût prévisionnel) aussi proche que possible du prix de revient des travaux.
- 2) La solvabilité du candidat et ses références professionnelles doivent être examinées avec soin.

3.1.2.2. Contenu des marchés.

Pour des raisons pratiques, le marché (au sens large) ou ensemble des documents contractuels, doit comporter les pièces suivantes :

- le marché (au sens strict)

- les pièces annexes.

1) Le marché (au sens strict)

C'est un document aussi succinct que possible définissant les engagements réciproques des parties contractantes et contenant les indications suivantes :

- a) indication des parties contractantes notamment le numéro d'inscription au registre du commerce ou au registre des marchés et le numéro contribuable du co-contractant de l'administration.
- b) la définition du marché.
- c) la référence aux articles et alinéas du chapitre 2 du titre Ier du décret 67-690 en vertu desquels le marché est passé.
- d) l'énumération par ordre de priorité des pièces incorporées au marché.
- e) le montant du marché et son mode de détermination dans les conditions fixées par les articles 40 à 43 du décret 67-690.
- f) le délai d'exécution du marché dans les conditions fixées à l'article 45 du même décret.
- g) les conditions de réception et, le cas échéant, de livraison des prestations.
- h) les conditions de règlement
 - variation des prix
 - avances et acomptes
- i) les conditions de réalisation
- j) les garanties exigées telles que définies à l'article 80 du décret 67-690.
- k) l'avis de la commission nationale des contrats de l'administration.

- l) la date de conclusion du marché
- m) l'imputation budgétaire
- n) le comptable assignataire chargé du paiement.

Le marché (sens strict) doit également préciser :

- le domicile du titulaire
- le lieu et le mode de paiement
- le représentant de l'administration chargé du contrôle (maître d'oeuvre).

2) Les pièces annexes

Ces sont essentiellement :

- le cahier des prescriptions spéciales (CPS) qui fixe :
 - 2 - a) les dérogations éventuelles aux textes généraux (CCAG, CPC, etc).
 - 2 - b) les clauses propres à chaque marché et partout sur :
 - b = 1 les obligations de l'entreprise
 - b - 2 les obligations de l'administration.
- le cahier des prescriptions techniques (CPT) qui donne indications sur :
 - C - 1 la description des ouvrages
 - C - 2 les dispositions d'ensemble et de détail
 - C - 3 les spécifications techniques imposées aux matériaux et appareillages ou les normes auxquelles ils doivent répondre lorsque ces caractéristiques ne sont pas traitées dans le CPC ou autres documents d'ordre général.
 - C - 4 le mode d'exécution des travaux complétant ou dérogeant aux conditions fixées dans le CPC ou autres documents d'ordre général.

- le bordereau des prix qui donne la décomposition par prix unitaires des tâches élémentaires.
- le devis estimatif qui indique le montant global initial du marché à partir des prix unitaires appliqués aux quantités.
- les autres pièces annexes peuvent être constituées par les plans, les notes de calcul, les relevés de sondage, etc... .

1.3.2. DEPENSES IMPUTABLES AU BUDGET ROUTIER

Le budget routier comprend outre les dépenses de construction :

- les dépenses d'entretien du réseau
- les dépenses de fonctionnement des services administratifs ou la surveillance du réseau.
- les dépenses de surveillance de la circulation (police et gendarmerie).

1.3.3. LE CADRE DU FINANCEMENT DES PROJETS ROUTIERS

Etablir un plan routier cohérent dans un plan d'aménagement est une qualité primordiale ; mais la finalité serait la réalisation complète de ce plan. Pour cela un financement est nécessaire. Dans le cadre des plans routiers, l'état trouve plusieurs sources de financement parmi les quelles :

3.3.1. LES RESSOURCES PROPRES

Elles comprennent :

- le budget de fonctionnement
- le budget national d'équipement
- le fonds routier

3.3.2. LES AUTRES SOURCES DE FINANCEMENT

Ce sont essentiellement des prêts, des surventions ou des aides

au développement avec contre-partie sénégalaise.

Elles comprennent :

- les prêts bancaires et les préfinancements d'entreprise
- la banque mondiale
- le fonds Européen de développement (FED)
- la bande Africaine de développement (BAD)
- la banque Islamique de développement (BID)
- le fonds de Coopération Economique du Japon (OECF)
- le PNUD pour le programme CILSS et UNSO

Le tableau 2 donne l'intervention des différentes sources de financement du 1er au 5e plan.

I.3.4. LES RECETTES DE LA ROUTE

Dans le cadre des investissements routiers l'état pour mieux consolider sa politique, cherche à équilibrer les recettes et les dépenses occasionnées par ces derniers. Pour quantifier ces recettes un inventaire des différentes taxes s'avère nécessaire.

1°) Taxes sur les hydrocarbures

1 - a) taxe de raffinage

1 - b) taxe spécifique

1 - c) la "Stabilisation"

- 2°) Taxes sur les pneumatiques

- 3°) Taxes sur les lubrifiants

- 4°) Taxes sur les pièces détachées

- 5°) Taxes sur les achats de véhicules

- 6°) Recettes de l'assurance automobile, primes, taxes annuelles

(vignette), taxe spéciale sur les voitures particulières des personnes morales.

- Tableau 2 - en millions de Frs cfa

	Montant des Investissements			Routes bitumées	Renforcement.	Ponts et Bacs	Routes en terre	Sources de Financement					
	Pré-vus	Réa-justés	Réa-lisés					BNE	FED.	Préf.	Ext. 3NE	Ext.	Autres
Ier Plan	11700	10500	6941	4522	150	156	2113	285	2773	-	3043	-	840
Ile Plan	7750	7850	4059	1462	940	309	1348	2189	1562	-	273	35 (FAC)	-
IIIe Plan	9850	7800	7664	3438	1027	200	8019	1505	2382	946	1922	-	929
IVe Plan	28750	28200	13200	5424	4077	2525	1174	1557	4004	1516	5865	258 (KFW)	-
Ve Plan (au 1.7. 1980)	28700	32900	27163 (au 1.7 80)	22326		1987	2850	750	2200	19207	5006	-	-

Les tableaux 3 - 4 donnent des recettes fiscales pour des exercices donnés.

I.2. GESTION DE L'ENTRETIEN ROUTIER

I.4.1. NECESSITE DE L'ENTRETIEN ROUTIER

L'entretien routier est depuis longtemps considéré comme une des tâches fondamentales de l'état. Aujourd'hui, dans les pays en voie de développement, comme le Sénégal, cette tâche semble avoir une importance accrue. En effet dans ces pays, les ressources en capital sont rares et à partager entre de nombreux besoins, tous pressants.

I.4.2. LES MOYENS DE L'ENTRETIEN ROUTIER

Il n'existe pas de réalisations définitives dans la construction des routes : un état doit donc consacrer à l'entretien de son réseau routier des moyens suffisants.

Les ingénieurs ne doivent pas omettre d'estimer les dépenses nouvelles d'entretien avant de construire ou d'améliorer une route, afin de s'assurer de l'harmonisation des ressources financières consacrées aux travaux de construction et à ceux d'entretien.

Des méthodes d'évaluation de ces dépenses conduisent les pays à adopter des systèmes de gestion pour mener à bien ces démarches. C'est ainsi que le Sénégal pour un souci d'efficacité a choisi le système analytique dont nous verrons les composantes.

I.4.3. ORGANISATION DE L'ENTRETIEN ROUTIER

L'organisation de l'entretien routier a connu deux phases importantes :

- celle qui est héritée des structures coloniales
- et celle issue de la réforme de 1973.

- Tableau 3 - Recettes fiscales sur le trafic routier (ensemble du réseau) en millions de F CFA *

Type de véhicule	Exercice	Carbu- rant	Lubri- fiant	Pneu- matique	Pièces détachées	Sous total frais variables	Frais fixes	Total
Voiture particulière (y compris taxis ville)	1979/80	634	189	392	1413	8308	6547	14855
	1984/85	8483	254	523	1846	11106	8672	19778
	1988/89	10592	317	652	2294	13855	10768	24623
Taxi brousse	1979/80	1985	54	185	731	2955	1173	4128
	1984/85	2145	57	192	734	3128	1267	4395
	1988/89	2145	57	192	734	3128	1267	4395
Bus et cars rapides (y compris Sotrac)	1979/80	1155	82	131	572	1941	657	2598
	1984/85	1591	111	189	788	2679	912	3591
	1988/89	2067	144	252	1037	3500	1192	4692
Camionnette	1979/80	1373	41	179	378	1971	765	2736
	1984/85	1697	50	206	434	2387	1006	3393
	1988/89	2010	58	247	502	2817	1109	3926
Camion 7,5 T	1979/80	607	35	152	303	1097	341	1438
	1984/85	761	42	189	363	1355	424	1779
	1988/89	917	51	229	437	1634	513	2147
Camion 10 T	1979/80	657	38	179	384	1258	351	1609
	1984/85	803	46	217	442	1506	428	1936
	1988/89	942	54	257	520	1779	505	2284
Ensemble 20 T.	1979/80	920	57	432	421	1630	579	2409
	1984/85	1131	69	534	503	2237	715	2952
	1988/89	1330	82	628	591	2631	840	3471
TOTAL	1979/80	13012	496	1650	4202	19360	10413	29773
	1984/85	16611	629	2050	5110	24400	13424	37824
	1988/89	20009	763	2457	6115	29344	16194	45538

* Avec des prévisions pour les années 1984/85 et 1988/89

- Tableau 4 -

Recettes fiscales de l'exercice 1979-80 selon le type de carburant -(millions de F CFA)				
	Super	Essence	Gas-oil	TOTAL
Taxe de Raffinage	1 151	514	712	2 377
Taxe spécifique	6 131	2 292	1 892	10 315
Stabilisation	1 815	1 072	55	2 942
TOTAL	9 097	3 878	2 659	15 634

La réforme avait pour but de corriger les lacunes de l'ancien système :

à savoir :

- Une possibilité de chaque arrondissement d'entretenir et de réparer le matériel suivant les normes et les standards.
- Une harmonisation des programmes d'entretien routier tant pour le plan régional que national.
- Une répartition des crédits à des règles rationnelles.
- Une bonne politique de gestion prévoyant le renouvellement et l'accroissement du matériel compte-tenu de l'agrandissement du réseau.
- Un programme d'entretien basé sur des appréciations objectives.

I.4.4. LE SYSTEME ACTUEL DE L'ENTRETIEN ROUTIER

Ce système comprend les phases suivantes :

- Définir et assigner les responsabilités de travail à des équipes spécialisées.
- Etablir la planification, la programmation, le suivi du budget jusqu'à son achèvement.
- Enregistrer les coûts cumulés des travaux (main-d'oeuvre, matériel, matériaux).
- Comparer le plan initial et les coûts réels, analyse des écarts.
- Incorporer des modifications et développer des mesures restrictives.

4.4.1. DESCRIPTION DU SYSTEME DE L'ENTRETIEN ROUTIER

Le processus du système d'entretien routier repose sur cinq

(5) modules :

I - inspection visuelle.

- II - préparation du plan de travail
- III - élaboration du plan de travail
- IV - plan d'exécution des équipes
- V - système de comptabilité analytique.

4.1.1. INSPECTION VISUELLE

Elle donne une appréciation systématique de l'état des routes.

Elle fournit entre autres les indications suivantes :

- premiers signes de dégradations.
- classification numérique du degré de dégradation, et quantification.
- besoins d'entretien dans le temps.

L'inspection visuelle est faite à partir des fiches d'inventaire routier et des normes de qualité.

4.1.2. PREPARATION DU PLAN DE TRAVAIL

Elle repose sur :

- une proposition de travail qui détermine les besoins d'entretien qui serviront pour l'élaboration du plan de campagne annuel d'entretien dans les limites des ressources budgétaires.
- une définition des tâches élémentaires d'entretien.
- une utilisation des normes de productivité pour la quantification de ces tâches élémentaires d'entretien.
- une élaboration de fiche routière pour la détermination des besoins globaux en ressources d'entretien pour une période budgétaire donnée.

4.1.3. ELABORATION DU PLAN DE TRAVAIL

Elle se compose :

- d'un établissement d'un plan de travail annuel émanant des résultats de la proposition de travail (PTA).

- d'un plan de travail trimestriel.
- d'une programmation des équipes.

4.1.4. PLAN D'EXECUTION DES EQUIPES

Il comprend les renseignements suivants :

- numéro de la route
- localisation (PK... à PK)
- longueur du tronçon
- description des tâches
- normes de productivité
- ressources allouées
 - . matériel (N° TP, quantité, types)
 - . matériaux (quantités, types)
 - . personnel assigné (nom, prénom)
- dates de démarrage et de finition.

4.1.5. SYSTEME DE COMPTABILITE ANALYTIQUE

Elle fournit des informations sur l'état de la gestion et permet d'ajuster les plans en vue d'aller vers les objectifs fixés.

4.4.2. STRUCTURES ADMINISTRATIVES

Le décret numéro 79-A18 du 12 Mai 1979 portant réorganisation du Ministère de l'Equipement fixe la nouvelle organisation et les attributions de la Direction Générale des Travaux Publics qui regroupe trois directions :

- La Direction de l'Entretien Routier et du Matériel (DERM) dont la mission est d'assurer une bonne application du système de gestion de l'Entretien routier et du matériel par la direction générale des travaux publics et un suivi de toutes les opérations.

- La direction des Etudes et de la Programmation (DEP)
- La direction des infrastructures (D.I.)

La D.E.R.M. se compose des organes suivants :

- une Division de l'Entretien Routier.
- une Division du Matériel.
- un Bureau de Gestion
- un Bureau des pistes de production (pour la gérance).

Ce dernier bureau a pour rôle de construire et d'entretenir des pistes ; l'insuffisance des crédits qui lui sont alloués a réduit largement son plan de travail ; il est secondé dans le cadre des projets par des organismes tels que : UNSO, CILSS etc.

4.4.3. PROBLEMATIQUE DE L'APPLICATION DU SYSTEME

L'état dans le souci d'une bonne gestion du patrimoine routier a mis en place une structure dont le choix est bien justifié.

Cependant, il faudra noter quelques manquements à ces objectifs dus :

- 1 - D'un système qui n'est pas bien compris par les employés dont le degré de sensibilisation reste à parfaire.
- 2 - Une mauvaise harmonisation des travaux résultant d'un manque de coordination des données collectées.
- 3 - D'un mauvais rendement du matériel vétuste.
- 4 - D'un personnel déficitaire dont le niveau de formation est relativement bas.
- 5 - Des crédits insuffisants.

Le tableau 5 témoigne des insuffisances de crédits affectés à l'entretien routier.

Tableau 5

Année budgétaire	Crédits demandés (en millions Fcs CFA)	Crédits affectés (en millions Fcs CFA)
1974-1975	1 160	891
1975-1976	1 490	1 025
1976-1977	1 540	1 179
1977-1978	1 831	1 179
1978-1979	2 700	1 444
1979-1980	3 425	1 418
1980-1981	3 000	2 470
1981-1982	3 700	2 000

2EME PARTIE
LES PISTES ET LE RESEAU INFRASTRUCTURE
ROUTIERE

II - LES PISTES ET LE RESEAU INFRASTRUCTURE ROUTIERE

II.1. RESEAU ROUTIER

Le réseau routier du Sénégal a été classé par les décrets N° 74-20 du 24 Juin 1974 et N° 74-718 du 19 Juillet de la même année. En 1960 le réseau comportait 6034 kilomètres de routes dont 819 kilomètres de routes bitumées.

En 1982 ce réseau comporte au total 13 895 kilomètres de routes dont 3 483 kilomètres de routes bitumées qui se décomposent comme suit :

catégories	revêtues (km)	non revêtues (km)
routes nationales (RN)	2 331	981
routes régionales (R)	442	730
routes départementales (D)	436	4 995
routes répertoriées (P)	63	3 706
voiries diverses	211	—
	<hr/>	<hr/>
	3 483	10 412

Du fait de certains travaux de renforcement réalisés depuis 1963 sur les routes ayant plus de 10 ans d'âge, on peut considérer la répartition du réseau de la façon suivante :

- 7 % du réseau a plus de 20 ans
- 24 % du réseau a *15 ans ou plus*
- 20 % du réseau a plus de 10 ans.
- 49 % du réseau a moins de 10 ans.

II.2. LES PISTES

II.2.1. DEFINITIONS

La piste est une route créée sans modification importante du terrain naturel autre que l'abattage des arbres, le dessouchage et le débroussaillage.

II.2.2. CLASSIFICATION DES PISTES

2-2- a) Suivant le rôle

Les pistes de production comprennent les pistes de désenclavement et celles de desserte.

a-1. Pistes de désenclavement

Elles visent à améliorer le réseau secondaire outre le désenclavement de villages, une meilleure évacuation de la production généralement ce sont des pistes améliorées.

a-2. Pistes de desserte

Elles visent à assurer l'accès par des moyens de transports motorisés aux zones à potentialités de développement. Ce sont en général des pistes courtes, branchées sur le réseau routier existant.

2-2- b) Suivant le niveau d'aménagement.

b-1. Pistes sommaires (PS)

Ce sont des pistes en sable dont la couche de roulement rend la circulation particulièrement difficile.

b-2. Pistes ordinaires (PO)

Pistes en sol naturel constituées de sables cohésifs ou limoneux dont l'assainissement n'est pas réalisé.

b-3. Pistes améliorées (PA)

Ce sont des pistes dont la couche de roulement est constituée par un apport de matériaux, généralement latéritique et dont l'as-

sainissement est réalisé en totalité.

b-4. Route sommaire

C'est une piste qui a reçu des aménagements localisés : digues pour traversées de zones marécageuses, ponts ou radiers sur des rivières permanentes ou intermittentes, renforcement de zones sensibles avec des matériaux proches.

b-5. Route en terre

Elle comporte en plus ce qu'a une route sommaire, une chaussée en matériaux sélectionnés (latérite, graveleux).

Elle a très fréquemment fait l'objet d'améliorations importantes : couches profondes, profils, tracés.

II.2.3. ANATOMIE DE LA ROUTE EN TERRE.

Parce qu'il est tenu de construire économiquement, l'Ingénieur qui aménage une route en terre doit composer avec la nature. C'est dire que son art sera plus de finesse que de force.

2.3.1. CHOIX DU TRACE

Le tracé s'efforcera de demeurer dans les zones où le sol possède naturellement de bonnes qualités routières ou tout au moins de passer à proximité de gisements de matériaux ayant de telles propriétés ; cela conditionne évidemment le coût de la surface de roulement, extrêmement sensible au facteur distance de transport.

2.3.2. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

Les caractéristiques géométriques des pistes ne peuvent guère faire l'objet de normalisation. Elles sont fonction des conditions topographiques, bien entendu, ainsi que de l'idée que l'on a des conditions dans lesquelles doit se faire la circulation.

2.3.2.1. Profil en long

Pour une piste on accepte les pentes allant jusqu'à 12 %. On n'est limité que par les possibilités mécaniques des véhicules. Les rayons des courbes peuvent être bien inférieurs à 100 m. On préconise une largeur de débroussement de 10 m. La chaussée qui se confond avec la plate-forme, a une largeur de 6 m en deux versants plans à 4 %.

2.3.2.2. Profil en travers

Le profil en travers d'une piste est dessinée pour satisfaire aux exigences suivantes, lesquelles sont très impérieuses :

- 1°) évacuer l'eau des précipitations hors de la plate-forme par les chemins les plus courts.
 - 2°) éviter que cette eau s'accumule sur la plate-forme et y prenne vitesse.
 - 3°) mettre la chaussée à l'abri des imbibitions provoquées par les eaux stagnant à proximité de la plate-forme.
 - 4°/ favoriser la bonne répartition du trafic sur toute la largeur de la chaussée utilisable, pour éviter que des voies privilégiées ne supportent la quasi-totalité de la circulation.
 - 5°/ être de construction aisée, donc économique.
 - 6°/ se prêter à un entretien mécanique facile et efficace.
- En général le profil en travers classique de 9 à 11 m de largeur entre arêtes des talus représenté à la figure II.1 satisfait à ces exigences.



FIG. II.1 - PROFIL EN TRAVERS CLASSIQUE

2.2.1. FOSSÉS*

Le problème des fossés est étroitement lié à celui des profils en travers. Leur rôle est de collecter l'eau et de l'évacuer. Le fossé triangulaire taillé à la niveleuse représente aux figures II-2 et II-3 satisfait assez bien à l'ensemble de ces conditions.

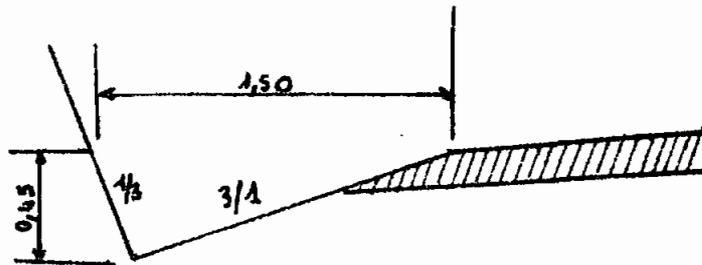


FIG. II.2 - FOSSE TRIANGULAIRE NORMALE

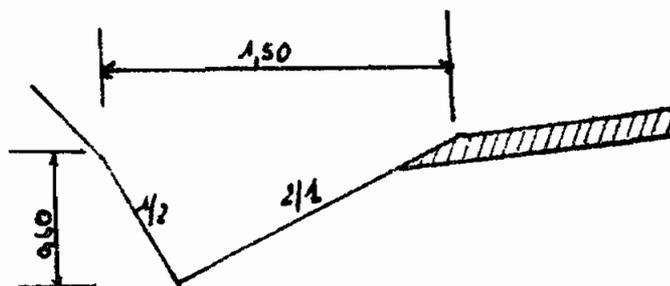


FIG. II.3 - FOSSE POUR TERRAIN SENSIBLE A L'EROSION

* : Voir annexe 0

2.2.2. PENTE DES TALUS

La pente des talus que l'on définit classiquement à partir de l'angle naturel des terres, doit tenir-compte dans une très large mesure des risques d'érosion. Au Sénégal on a adopté des pentes de 5/1 pour des remblais sans d'ailleurs éviter totalement les ravinelements.*

2.2.3. LARGEUR DE DÉBROUSSEMENT

Il faut que la plate-forme soit le plus possible exposé au soleil, qui l'assèche et provoque un assainissement naturel très appréciable. Ceci impose de choisir les largeurs de débroussement d'autant plus grandes que les arbres voisins sont plus hauts.

2.3.2.3. Couche de roulement

Couche de roulement, couche d'amélioration ou revêtement primaire, il s'agit toujours de la couche de matériaux dotés de qualités routière dont on revêt la plate-forme pour lui permettre de supporter le trafic dans de meilleures conditions que ne le ferait le terrain naturel rencontré au hasard du tracé.

Cette couche doit satisfaire aux conditions suivantes :

- un faible prix de revient des matériaux utilisés.
- une grande simplicité de mise en oeuvre, qui ne devra faire appel qu'aux engins courants de terrassement* et de compactage.

2.3.1. EPAISSEUR DE LA COUCHE DE ROULEMENT

Pour la détermination des épaisseurs de chaussée je vous présenterai en (IV) (4e partie du projet) la méthode basée sur les abaques du ROAD RESEARCH LABORATORY qui est la mieux adaptée en Afrique.

2.3.2. LARGEUR DE LA COUCHE DE ROULEMENT

Cette couche doit recouvrir toute la largeur de la plate-forme

* : Voir annexe O

Soucis
pour deux choix :

d'abord parce que la distribution de la circulation en est favorisée.
ensuite parce que le matériau sélectionné qui la constitue s'oppose
beaucoup plus efficacement que le terrain naturel à la formation des
ravines^x transversales.

2.3.3. CHOIX DES MATERIAUX DESTINES A LA COUCHE D'AMELIORATION

Les qualités routières d'un sol sont les suivantes :

- a) le sol doit résister au poinçonnement sous l'action des roues des véhicules. Il doit éviter les ornières.
- b) le sol doit résister à l'usure superficielle.
- c) le sol doit présenter un coefficient de frottement roue sur sol suffisant pour éviter le dérapage du véhicule et le patinage des roues motrices.
- d) enfin pour les chaussées en terre, le sol doit conserver sa triple résistance qu poinçonnement, à l'érosion ou au dérapage quelles que soient les circonstances climatiques extérieures : sécheresse, pluie.

2.3.4. IDENTIFICATION DES SOLS ROUTIERS

L'expérience directe reste finalement seule juge très schématiquement, un matériau a des chances d'être un bon sol routier s'il est constitué par un squelette d'agrégats durs dont les dimensions sont comprises entre 0,1 et 1 à 20 mm, pris dans un liant argileux dont la proportion doit rester comprise entre 10 et 25 % du poids total du matériau.

2.3.5. LES MATERIAUX ROUTIERS NATURELS ET LEUR UTILISATION

2.3.5.1. Les latérites

Dans l'Ouest Africain, on rencontre cinq formes principales de

x: Voir annexe 0

latérites.

- a) argiles ou limons latéritiques ;
- b) sables latéritiques ;
- c) mortiers latéritiques, composés de sable et d'argile en proportions diverses et contenant des pisolithes* ou des concrétions latéritiques d'un diamètre généralement compris entre 3 et 8 mm.
- d) roches très tendres de couleur brun rouge foncé. :
- e) roche mi-dure de couleur rouge foncé à structure vacuolaire*

2.3.5.2. Les sables argileux et le problème de la route économique en zone sablonneuse.

On les utilise à défaut des graveleux. Ils doivent être recherchés jusqu'à un mètre au-dessous de la surface du sol. Au-delà, leur exploitation devient très onéreuse.

II.2.4. PATHOLOGIE DE LA ROUTE EN TERRE

Les désordres qui apparaissent sur les routes en terre sont engendrés par les eaux, par la circulation des véhicules, ou par ces deux causes à la fois. De plus, les différents types de matériaux utilisés en couche de roulement réagissent de façon très diverse aux agressions et aux efforts.

2.4.1. DESORDRES DUS A LA CIRCULATION

4.1.1. CHAUSSEES CONSTITUEES PAR DES MATERIAUX A PREDOMINANCE SABLEUSE.

En saison sèche, ce type de matériau a tendance à perdre sa cohésion. La circulation achève de la lui faire perdre tout-à-fait. On aboutit ainsi au profil en W. En saison des pluies ce type de chaussée supporte généralement assez bien la circulation.

* Voir annexe O

4.1.2. CHAUSSEES CONSTITUEES PAR DES MATERIAUX A PREDOMINANCE
ARGILEUSE.

En saison sèche, ce type de chaussée résiste bien à la circulation à condition d'avoir un profilage après les dernières pluies. En saison des pluies le comportement de la chaussée dépend de son drainage.

4.1.3. CHAUSSEES CONSTITUEES PAR DES MATERIAUX LATERITIQUES.

3.1. LA TOLE ONDULEE

La tôle ondulée consiste en une organisation des matériaux libres de la chaussée en bandes perpendiculaires à l'axe de la route, qui affectent toute la largeur de la plate-forme et même ses parties les moins reculées.

3.2. PHENOMENES DE SECRÉCATION

Sous l'effet de la circulation, les éléments divers qui constituent le squelette de la couche de roulement se séparent de mortier et s'amassent sur les bords de la chaussée.

2.4.2. DESORDRES DUS A L'EAU

- imbibitionⁿ de la surface
- infiltrations dans la couche de roulement
- infiltrations dans les remblais
- éboulement de talus de déblais
- ruissellements - érosions
- a) petites ravines parallèles
- b) ravinementⁿ des talus de remblais

- c) revinements aux abords des ouvrages d'art
- d) ravinements longitudinaux
- e) ravinements transversaux
- f) érosion régressive des fossés
- g) érosion latérale de la plate-forme^x
- f) destruction d'un remblai par une lame deservante.

2.4.3. DESORDRES DIVERS

- végétation
- termitières

II.2.5. ANALYSE ECONOMIQUE

L'approche que je présente ici est valable pour les routes rurales qui regroupent largement les pistes économiques de production. En effet une route rurale est une route à faible circulation dans les régions à prédominance agricole ; c'est soit une route de desserte, soit une route tertiaire ou secondaire à caractère non inter-urbain.

2.5.1. APPROCHE FLAGIE

Le type d'analyse utilisé est fondé sur les niveaux d'activité économique actuel et projeté de la zone d'influence^x. La circulation dépendant essentiellement de l'activité économique, l'importance relative des réductions de coûts affectant le trafic normal diminuera, alors que sur un axe continu on passe de l'activité la plus forte à la plus faible. Inversement la proportion des avantages induits ou "générés" augmente quand on passe à des zones où l'activité économique est actuellement faible. En fonction de cette distinction, les routes sont classées selon deux modèles (le cas I et le cas II) qui nécessitent chacun une approche différente.

^x : Voir annexe O

A/CAS (I)

Le cas (I) s'applique aux routes situées dans les régions où le niveau d'activité économique est déjà assez élevé ou risque de le devenir, du fait du développement rural ou cours et planifié.

B/CAS (II)

Le cas (II) couvre les situations où la route est peu fréquentée et la zone d'influence peu active. Dans ce cas-là, les effets sur le développement sont d'une importance capitale, et doivent se trouver au coeur de l'analyse.

2.5.2. ANALYSE ECONOMIQUE

L'analyse économique se présente sous deux types :

- a) l'analyse fondée sur la demande de transport : la plus connue .
- b) l'analyse par le surplus au producteur principalement recommandée par le cas II.

2.1. APPROCHE PAR LA DEMANDE DE TRANSPORT

Cette demande est dérivée de la fonction de l'offre agricole.

La figure II.4 représente la fonction "demande de transport" par le cas(I) ; la figure II.5 représente la même fonction pour le cas (II).

2.2. APPROCHE PAR LE SURPLUS AU PRODUCTEUR

Dans les situations du cas (II) l'approche par la demande de transport n'offre pas les avantages de mesure ou de présentation qu'elle offre aux routes du cas (I) : il faut donc une analyse détaillée du système de production pour rendre crédibles les estimations de la demande de transport : d'où le choix par l'analyse par le surplus au producteur.

La figure II-6 illustre cette approche pour une production de maïs au cours de l'année N.

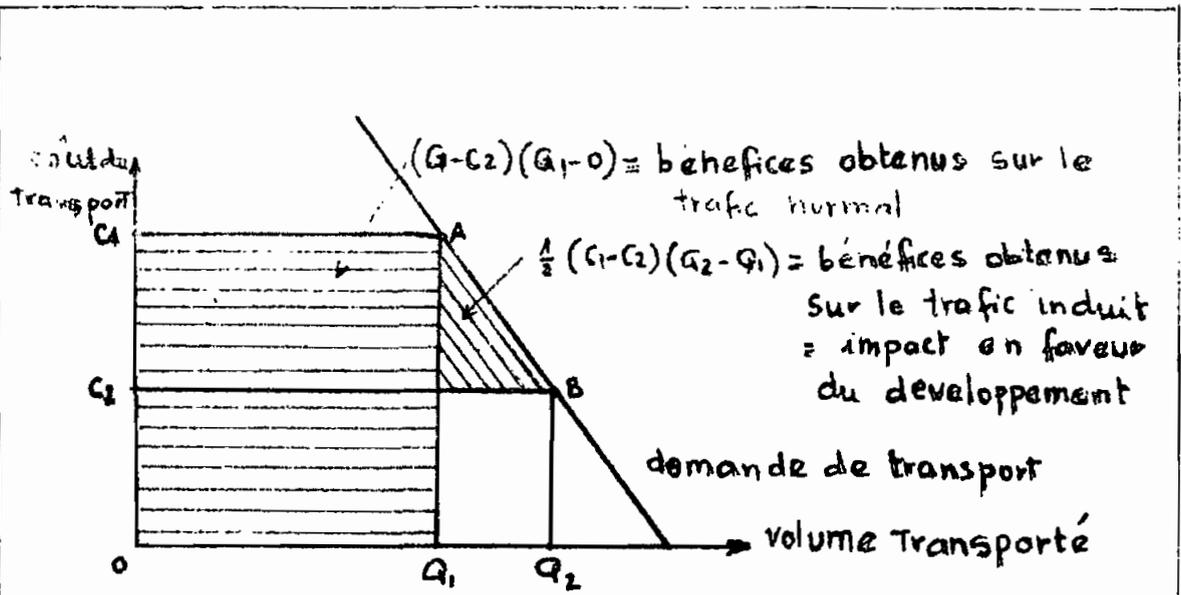


FIG : II - 4 Fonction " demande de Transport du Cas(I)

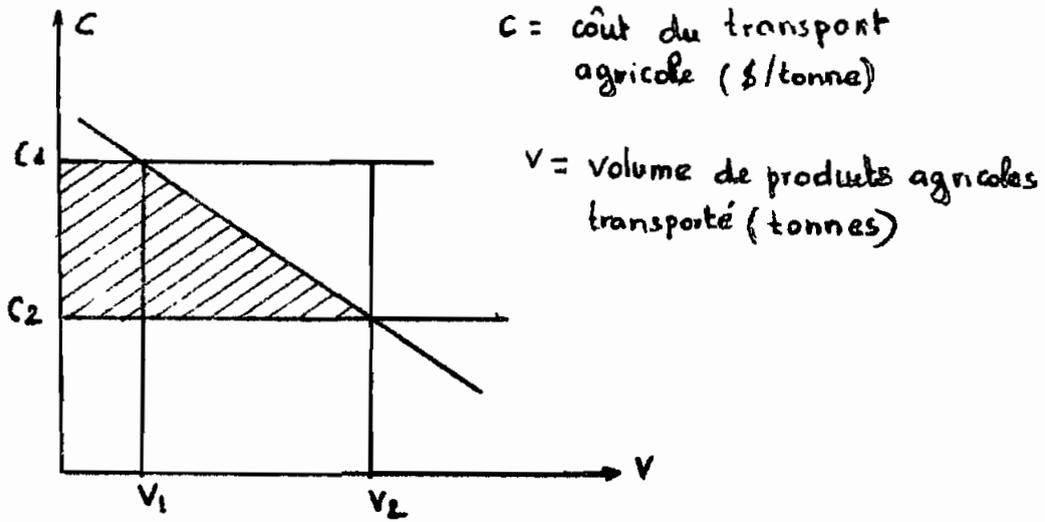
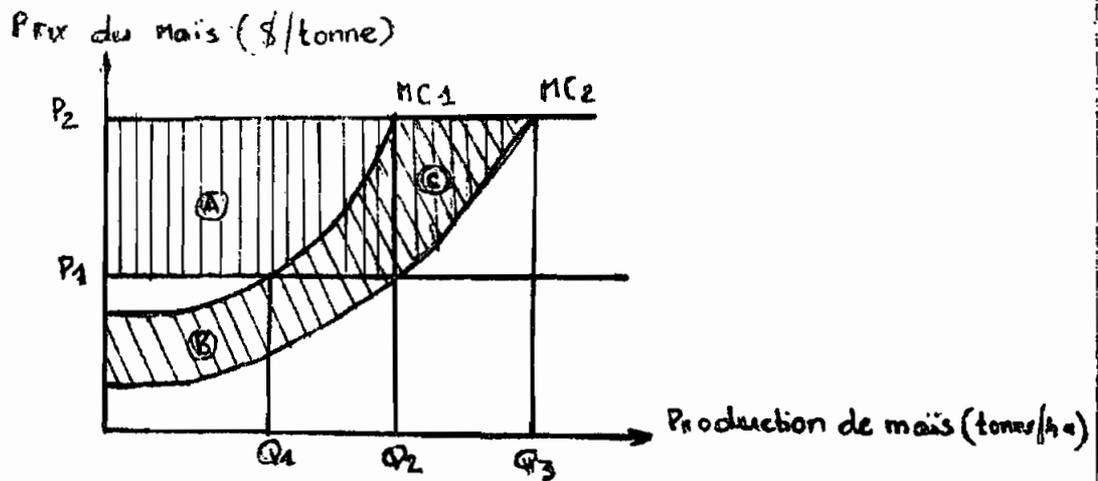


FIG : II .5 Fonction " demande de transport du Cas (II)



Ⓐ = bénéfices dus à la hausse du prix départ exploitation

Ⓑ = bénéfices dus à la baisse des facteurs de production

Ⓒ = bénéfices dus aux effets combinés

MC = coût marginal

FIG II-6 Fonction "surplus au producteur"; production de maïs en année N

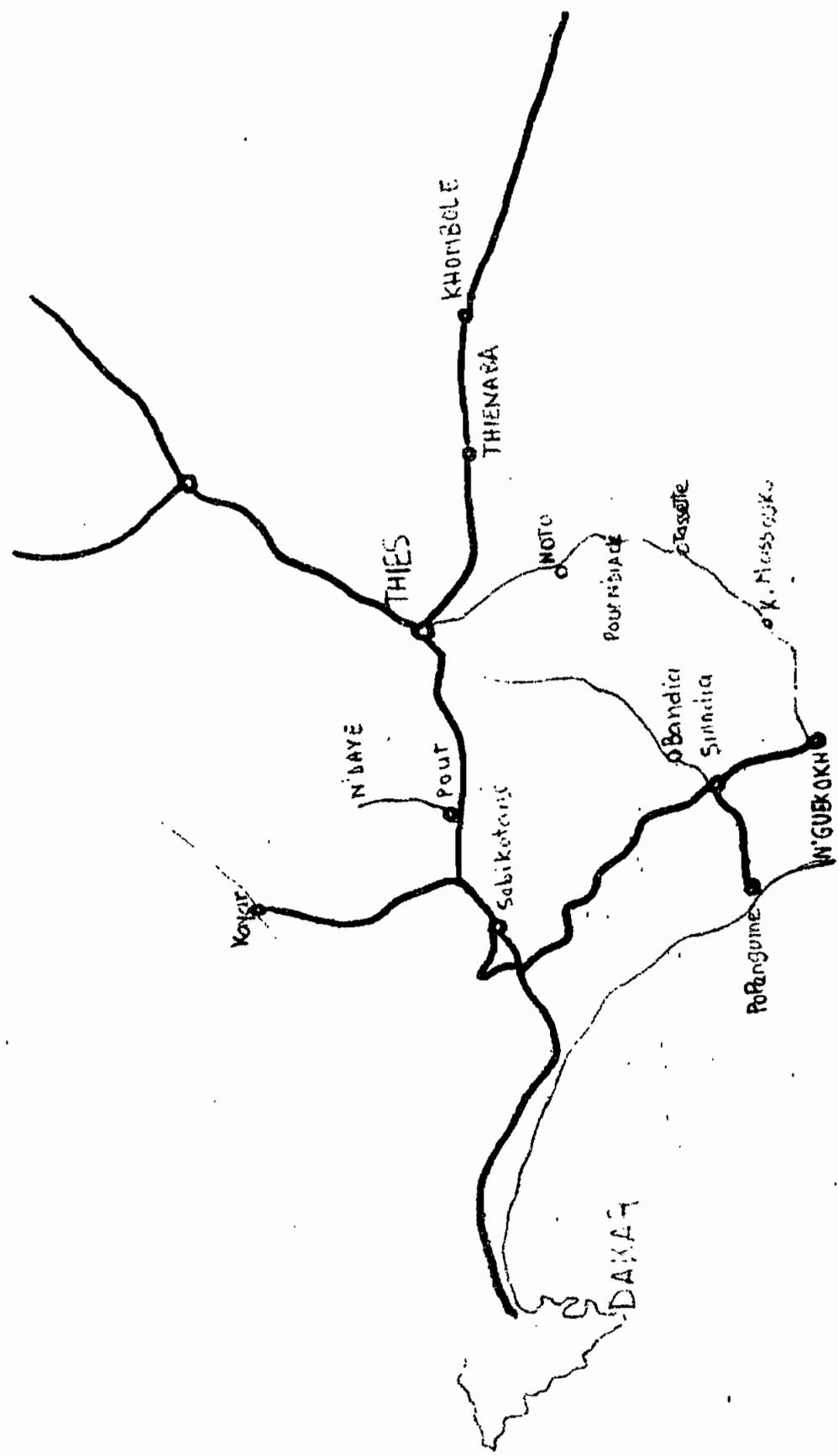
3EME PARTIE

ETUDE DES PISTES

- POUT - SEUNE - SERERE - NDAYE
- THIES - NOTO - GUEKOKH

SITUATION DES PISTES ETUDIÉES

ROUTE BITUMÉES
PISTES



III. 1. PISTE : POUT - SEUNE-SEBENE - NDAYE

1.1. SITUATION DE LA PISTE

Cette piste est située dans la région de Thiès, dans la localité de Pout, elle est longue de 8 Km. C'est une piste maraîchère qui joue aussi un rôle de piste de désenclavement. Elle est en pluse sable et peut être classée en piste sommaire. Elle est difficilement praticable en saison sèche.

1.2. PROBLÈMES RENCONTRÉS AU COURS DES VISITES

2 - a SAISON DES PLUIES

A-1) Etant une piste en sable, elle se comporte assez bien au trafic ; cependant l'absence de débroussaillage a permis aux herbes de la couvrir en plusieurs endroits.

A-2) Le manque d'assainissement a favorisé l'érosion qui a défiguré complètement la piste.

A-3) Le non respect de l'entretien périodique l'a rendu insécuritaire au trafic ; ce qui empêche aux localités concernées d'être vraiment désenclavées et ralentit la productivité agricole au niveau de la zone.

2 - b SAISON SECHE

b-1) Située dans une zone sablonneuse, elle est difficilement praticable en cette saison en raison de la composition du sable qui se décompacte aisément en surface au passage d'un véhicule ou engin quelconque. Aussi l'épaisseur du sable étant très importante, il y a un problème d'ensablement ; ce qui constitue un grand handicap pour le trafic des véhicules en plus des ornières longitudinales.

b-2) Le sable a favorisé la création du profil en /propre

aux pistes en sable et rend la circulation dangereuse.

b-3) Etant une piste maraîchère, elle se prête mal à la période du grand trafic (saison sèche) pour l'évacuation de la production agricole.

b-4) Le transport important éolien du sable change petit à petit le tracé de la piste.

1.3. ETUDES GEOTECHNIQUES

Pour les études géotechniques je me suis limité à la recherche de site de matériaux à un calcul de C.B.R., et à un examen visuel du sol que l'on peut voir sur les tableaux ci-dessous.

Ceci a été fait sur des proportions assez représentatives de la piste et non sur toute sa longueur.

1.4. RECOMMANDATIONS

4.1. Il faudra recouvrir la piste par du matériau latéritique étant donné la découverte d'un site assez proche ; une recherche de sites nouveaux devra être faite dans ce sens ; le sable a une faible portance (CBR).

4.2. Si la latérite n'est pas suffisante ou est éloignée il faudra penser à la recherche de sable argileux. Et ceci est possible dans le cadre de l'étude puisque l'examen visuel montre des traces de sable argileux déjà à 42 cm de profondeur.

4.3. La recherche de sable argileux se limitera à 1 m de profondeur pour que les terrassements ne soient pas onéreux.

4.4. On peut faire aussi une solution mixte : recouvrir de latérite les parties proches et faire du terrassement pour les parties éloignées. Pour l'utilisation du sable argileux, l'épaisseur de la couche de roulement sera plus grande que celle de la couche de latérite :

(environ 20 à 30 cm) et le trafic estimé sera compris au maximum entre 30 et 50 véhicules/jour.

4.5. Il faudra penser à un cloutage du sable argileux dans le cas de cette solution par un gravillon dur ou un tout veant non plastique, ou avec de la latérite pour éviter le glissement et le patinage.

4.6. La stabilisation ou l'amélioration au ciment ou à la chaux sont à éviter parce que onéreux, chaque fois qu'il sera possible de trouver les deux matériaux cités ci-haut.

4.7. La faible portance du sable surtout en saison des pluies exigera un assainissement correct par un fossé longitudinal tout le long de la piste et une surveillance stricte durant l'hivernage.

1.5. COÛT DU PROJET : RECOURVEMENT LATÉRITE

Pour la calcul du coût de l'investissement nous considérerons que c'est une piste maraichère de desserte et nous retiendrons comme aménagement :

- plate-forme = 6 m
- couche de roulement = 4 m
- épaisseur de la latérite = 15 cm

Pour le calcul du coût nous utiliserons les prix recensés par la D.E.P. que nous actualiserons en 1983.

Dans notre cas :

en 1978 le prix de kilomètre (E.T) = 3,25 millions (en moyenne)

le tableau n° III-2 donne le prix (TTC) au 4^e trimestre de 1978 :

3,25 millions x 1,198 = 3,41 millions/km (TTC)

1,142

Par extrapolation dans le tableau n° III-3 nous obtenons le prix (TTC) au 4^e trimestre de 1983.

$$\frac{3,41 \text{ millions} \times 2.3}{1,198} = 6,55 \text{ millions/km (TTC)}$$

1,198

Coût total de la piste :

$$6,55 \text{ millions/km} \times 8 \text{ km} = 52.4 \text{ millions.}$$

EXAMEN VISUEL DU SOL : TABLEAU III-1

Kilométrage à partir du carrefour

KM	PROFONDEUR (cm)	SOL
0,1	42	Silt argileux + trace de gravier + trace de sable (4 à 10 %)
	en surface	Sable + gravier gris foncé + trace de silt + trace de silt + matières organiques
0,1	en surface	Sable brun brique + gravier (\varnothing 0,5 mm) + silt 2 à 3 %
	30	Sable fin gris foncé + silt + trace de gravier
1,2	en surface	Sable silteux + trace de gravier + trace d'argile + matières organiques gris foncé
	42	Sable + gravier brun + silt
2,1	en surface	Sable gris foncé + gravier (15 à 20% + trace de silt (1,5 à 2%) + présence de matières organiques
	41,5	Sable gris foncé + gravier + trace de silt (1 à 2 %)
3,1	en surface	Sable fin brun + trace de silt + matières organiques
	42	Silt argileux brun + trace de gravier + trace de sable
3,5	surface	Sable fin brun + trace de silt + trace de gravier + matières organiques
	42	Argile grise silteuse + trace de gravier + sable
3,9	42	Sable brun + trace de silt

Piste: Pout - Seune - Serele - N'Daye

Recherche de site de matériaux

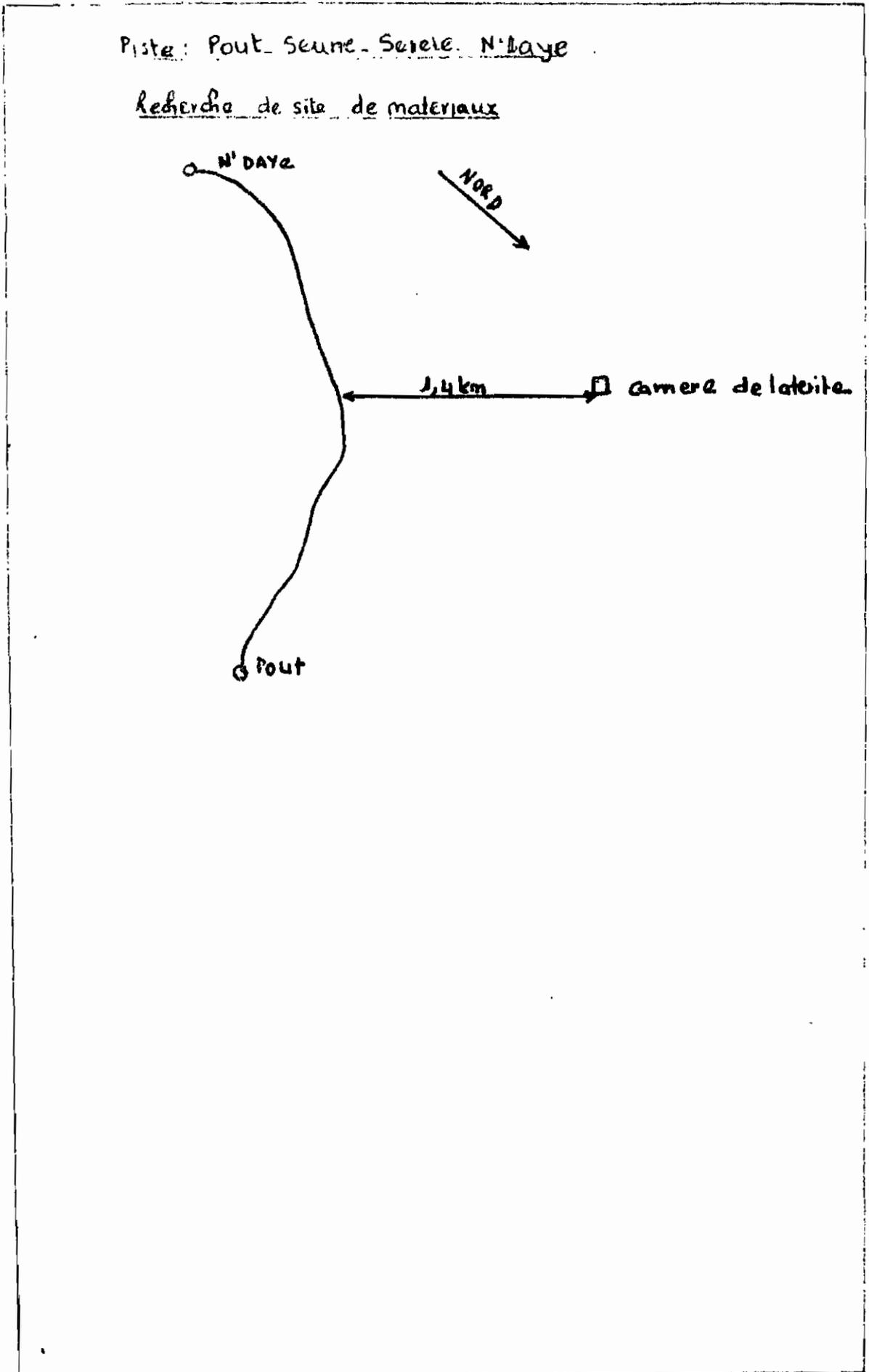
N'DAYE



1,4 km

camera de latitude

Pout



EVOLUTION GLOBALE DES PRIX DE TRAVAUX

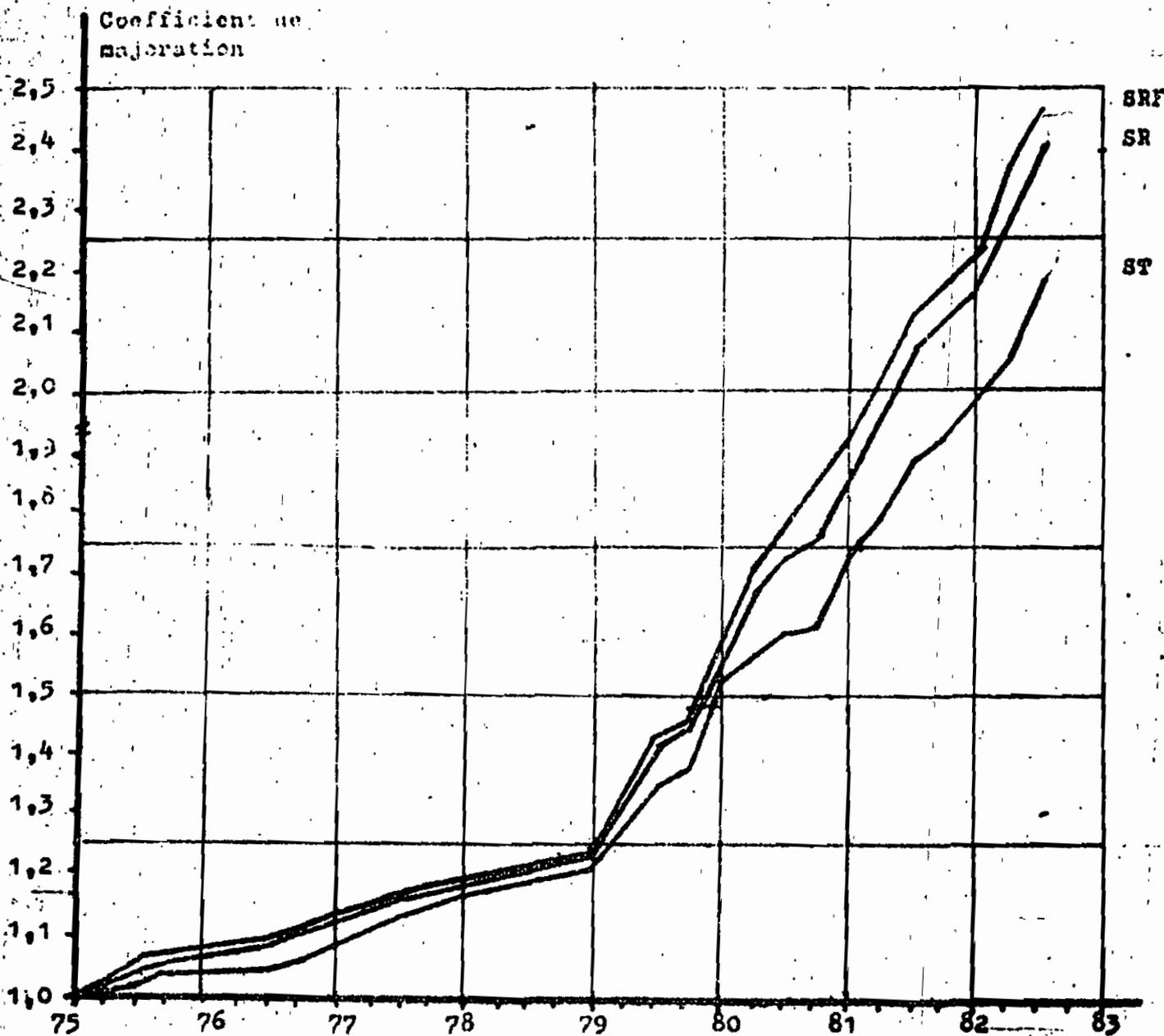
ROUTIERS

	SR		ST		SRF	
	Routes revêtues		Routes non revêtues		Renforcement	
	HT	TTC	HT	TTC	HT	TTC
1975 1 ^e trimestre	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2 ^e " "	1,030	1,030	1,004	1,004	1,038	1,038
3 ^e " "	1,046	1,046	1,012	1,012	1,056	1,056
4 ^e " "	1,066	1,066	1,039	1,039	1,072	1,073
1976 1 ^e trimestre	1,066	1,066	1,039	1,039	1,073	1,073
2 ^e " "	1,073	1,073	1,044	1,044	1,080	1,080
3 ^e " "	1,078	1,078	1,047	1,047	1,089	1,089
4 ^e " "	1,096	1,096	1,066	1,066	1,107	1,107
1977 1 ^e trimestre	1,125	1,125	1,098	1,098	1,135	1,135
2 ^e " "	1,131	1,131	1,105	1,105	1,141	1,141
3 ^e " "	1,101	1,155	1,076	1,129	1,108	1,163
4 ^e " "	1,121	1,176	1,095	1,149	1,127	1,183
1978 1 ^e trimestre	1,136	1,198	1,111	1,166	1,142	1,198
2 ^e " "	1,139	1,196	1,115	1,170	1,144	1,200
3 ^e " "	1,156	1,213	1,128	1,184	1,163	1,220
4 ^e " "	1,170	1,228	1,142	1,198	1,170	1,228
1979 1 ^e trimestre	1,183	1,241	1,152	1,209	1,177	1,235
2 ^e " "	1,253	1,316	1,204	1,263	1,770	1,338
3 ^e " "	1,378	1,418	1,312	1,350	1,392	1,432
4 ^e " "	1,401	1,441	1,338	1,377	1,415	1,456
1980 1 ^e trimestre	1,527	1,571	1,481	1,524	1,538	1,582
2 ^e " "	1,604	1,687	1,526	1,570	1,670	1,718
3 ^e " "	1,684	1,733	1,556	1,601	1,717	1,767
4 ^e " "	1,714	1,763	1,568	1,613	1,753	1,864
1981 1 ^e trimestre	1,834	1,887	1,696	1,745	1,874	1,928
2 ^e " "	1,915	1,970	1,747	1,797	1,966	1,823
3 ^e " "	1,987	2,070	1,815	1,891	2,042	2,128
4 ^e " "	2,032	2,117	1,848	1,925	2,081	2,168
1982 1 ^e trimestre	2,082	2,169	1,909	1,999	2,135	2,224
2 ^e " "	2,205	2,297	1,976	2,059	2,271	2,366
3 ^e " "	2,304	2,401	2,093	2,181	2,363	2,462

Tableau n° III 3

EVOLUTION GLOBALE DES TAUX DE DEPENSE ROUTIERS

(toutes taxes comprises)



SR : Route neuve revêtue
 ST : Route neuve non revêtue
 SRF : Renforcement de route revêtue

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW AFDELING TOEPASSINGEN Dienst Grondsoorten en Funderingen	Datum : Plaats : Dossier : Proef nr. : PONT KDAYE Uitvoerders : SAISON SÈCHE
Proeven met de slagsonde	Punt : A 100 + stangen nrs. :

Formule : log CBR (%) = -1,31 log x + 2,58

Aflez. h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflez. h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)
	73										
	173	100	35	2,86	96,11						
	197	24	20	1,2	299,41						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW AFDELING TOEPASSINGEN Dienst Grondsoorten en Funderingen	Datum : Plaats : Dossier : Pont - N'Daye Proef nr. : Uitvoerders : Saison sèche
--	---

Proeven met de slagsonde	Punt : n 4 + stangen nrs. :
--------------------------	--------------------------------

Formule : $\log \text{CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)
	10										
	111	101	23	4,39	54,73						
	210	99	67	1,48	221,57						

<p>OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW</p> <p>AFDELING TOEPASSINGEN</p> <p>Dienst Grondsoorten en Funderingen</p>	<p>Datum :</p> <p>Plaats :</p> <p>Dossier : Pont - n° DATE</p> <p>Proef nr. :</p> <p>Uitvoerders : Saison seche</p>
<p>Proeven met de slagsonde</p>	<p>Punt : K 25, 1 + stangen nrs. :</p>

Formule : $\log \text{CBR} (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)
	15										
	116	101	17	5,94	36,8						
	216	100	30	3,33	18,6						

<p>OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW</p> <p style="padding-left: 40px;">AFDELING TOEPASSINGEN</p> <p style="padding-left: 40px;">Dienst Grondsoorten en Funderingen</p>	<p>Datum : _____</p> <p>Plaats : _____</p> <p>Dossier : Pont - N'DAYE</p> <p>Proef nr. : _____</p> <p>Uitvoerders : Saison sèche</p>
Proeven met de slagsonde	Punt : Δ 6,1 + stangen nrs. : _____

Formule : $\log CBR (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aflez. h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflez. h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)
	6										
	106	100	51	1,96	157,27						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW
AFDELING TOEPASSINGEN
Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :
Plaats :
Dossier : PONT - n° D41E
Proef nr. :
Uitvoerders : Jaisou seche

Proeven met de slagsonde

Punt : 8 + stangen nrs. :

$$\text{Formule : } \log \text{ CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$$

Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
	70	100	8	12,5	13,9						
	170	100	20	5,0	46,1						
	270	100	20	5,0	46,1						
	370	103	14	7,36	27,9						
	473	97	9	10,78	16,88						
	570	100	9	11,11	16,22						
	670										

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW AFDELING TOEPASSINGEN Dienst Grondsoorten en Funderingen	Datum : Plaats : Dossier : Pont - N'DAYE Proef nr. : Uitvoerders : Saison sèche plures
Proeven met de slagsonde	Punt : 2,1 + stangen nrs. :

Formule : $\log \text{CBR} (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)
342	358	134	6	22,33	6,5						
	492	102	7	14,57	11,37						
	594	102	7	14,57	11,37						
	696	110	6	18,33	8,42						
	806	120	5	24	5,91						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW AFDELING TOEPASSINGEN Dienst Grondsoorten en Funderingen	Datum : Plaats : Dossier : Pont - n° DAIE Proef nr. : Uitvoerders : Saison des pluies
	Proeven met de slagsonde

Punt : km 3,8 + stangen nrs. :

Formule : $\log \text{CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x = Δz/N (mm/slag)	CBR (%)	Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x = Δz/N (mm/slag)	CBR (%)
335	378										
	457	79	5	15,8	10,22						
	548	91	8	11,37	15,22						
	674	126	8	15,75	10,27						
	749	75	7	10,71	17,02						
	869	120	5	24	5,91						
	972	103	3	34,33	3,70						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW
 AFDELING TOEPASSINGEN
 Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :
 Plaats :
 Dossier : Pont - N'DAYE
 Proef nr :
 Uitvoerder: Saison des pluies

Proeven met de slagsonde

Punt: KM 4,1 - stangen nrs. :

Formule : $\log CBR (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aftezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aftezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
340	365										
	497	132	4	33,0	3,90						
	602	105	7	15,0	10,90						
	698	96	5	19,2	7,92						
	789	91	3	30,3	4,36						
	899	110	3	36,7	3,40						
	966	67	2	33,5	3,82						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW AFDELING TOEPASSINGEN Dienst Grondsoorten en Funderingen	Datum : Plaats : Dossier : Pont - N'DAYE Proef nr : Uitvoerder : SAISON des PLUIES
--	--

Proeven met de slagsonde	Punt : km 0,2 + stangen nrs :
---------------------------------	-------------------------------

Formule : $\log \text{CBR} (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezings h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezings h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
319	337	97	9	10,78	16,88						
	434	98	16	6,13	35,25						
	532	99	19	5,21	43,75						
	631	103	25	4,12	59,50						
	734										

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW

AFDELING TOEPASSINGEN

Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :

Plaats :

Dossier : PONT - N'DAYE

Proef nr :

Uitvoerders : Saison des pluies

Proeven met de slagsonde

Punt : AM 6,2 + stangen nrs. :

Formule : $\log CBR (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Allezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Allezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
334	340										
	442	102	6	17,0	9,30						
	545	103	12	8,58	22,80						
	649	104	14	7,43	22,50						
	746	97	8	12,13	14,50						
	856	110	6	18,33	8,42						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW
AFDELING TOEPASSINGEN
Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum
Plaats
Project : Pont - N'DAYE
Proef nr
Uitvoerder : saison des pluies

Proeven met de slagsonde

Punt : KM 8,1 • stangen nrs. :

Formule : $\log CBR (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Alteuring h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Alteuring h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
330	342										
	452	110	6	18,33	8,42						
	549	97	4	24,25	5,31						
		95	9	10,56	17,34						
	644										
	730	86	3	28,67	4,69						
	834	104	4	26,00	5,31						
	937	103	6	17,17	9,17						

III-2. PISTE THIÈS - NOTOUMOUKOU

1. SITUATION DE LA PISTE

C'est une piste située dans la région de Thiès ; elle est longue de 35 km - c'est une piste de desserte et de désenclavement ; elle a vraiment un intérêt local. Elle est en latérite et peut être classée en piste améliorée ou route sommaire. Elle est difficilement praticable en saison sèche et saison des pluies.

2.2. PROBLÈMES RENCONTRÉS AU COURS DES VISITES

2 - a - SAISON DES PLUIES

A - 1) Le drainage insuffisant est à l'origine de son inondation par les eaux de pluies ; ce qui oblige le service des Travaux Publics de la région de Thiès d'y faire chaque année des interventions notamment pour le reprofilage et le chargement partiel.

A-2) L'intensité de la circulation y a créé les phénomènes de ségrégation ; ce qui fait perdre à la piste rapidement le squelette de sa couche de roulement.

2 - b - SAISON SECHE

b-1) La tôle ondulée est partout présente sur la piste ; ce qui la rend de moins en moins sécuritaire.

b-2) On remarque aussi des ravinelements longitudinaux et transversaux qui résultent de l'érosion de la plate-forme.

b-3) L'absence d'un suivi scrupuleux de la piste après l'hivernage a permis aux herbes de gagner peu à peu les abords de la plate-forme.

b-4) Les facteurs énumérés ci-dessus poussent les véhicules à ne pas utiliser cette piste ; ce qui constitue un frein aux possibili-

tés de développement de cette zone. Aussi la poussière provenant de la couche de roulement rend la circulation incommode.

2.3. ÉTUDES GÉOTECHNIQUES

Pour les études géotechniques, j'ai fait une recherche de site de matériaux, un calcul de CBR, un examen visuel du sol, et un essai dit "équivalent du sable" sur des proportions assez représentatives de la piste que l'on peut voir sur les tableaux ci-dessous.

2.4. RECOMMANDATIONS

4.1. Il faudra faire une analyse granulométrique des sites utilisés ; en effet le matériau utilisé pour la couche de roulement a un fort pourcentage de fines ce qui est à l'origine de cette poussière.

4.2. Il faudra dans le cas d'analyse granulométrique respecter le fuseau recommandé à la figure III - 1.

4.3. Il faudra nécessairement penser à la recherche de sites proches et des pistes d'accès bien faits ; ceci dans un souci de ne pas réduire en poussière les éléments fins formant le squelette de la future chaussée.

4.4. Il faudra éviter les rechargements localisés pour ne pas accentuer l'hétérogénéité de la piste et gaspiller du temps pour des portions de pistes qui ne nécessitent pas toute l'immobilisation du matériel et des équipes d'entretien.

4.5. Il faudra si possible attendre la pleine saison des pluies pour le reprofilage car c'est le moment à la chaussée est à teneur en eau voisine de l'optimum proctor ; période optimale pour le reprofilage.

4.6. Pour le comptage, viser au moins 95 % de la densité sèche ; maximum donnée pour l'essai proctor modifié.

4.7. Il faudra un drainage complet de la piste par un fossé longitudinal ; pour cela un nivellement sera nécessaire pour mieux situer les zones sensibles.

1er ESSAI EQUIVALENT DE SABLE AU KM 5,2

ESSAI N°	Poids (g)	h1	h2	ES
1	120	41	37	90,24
2	120	43	39	90,70
3	120	42	38	90,48

En moyenne ES = 90,47

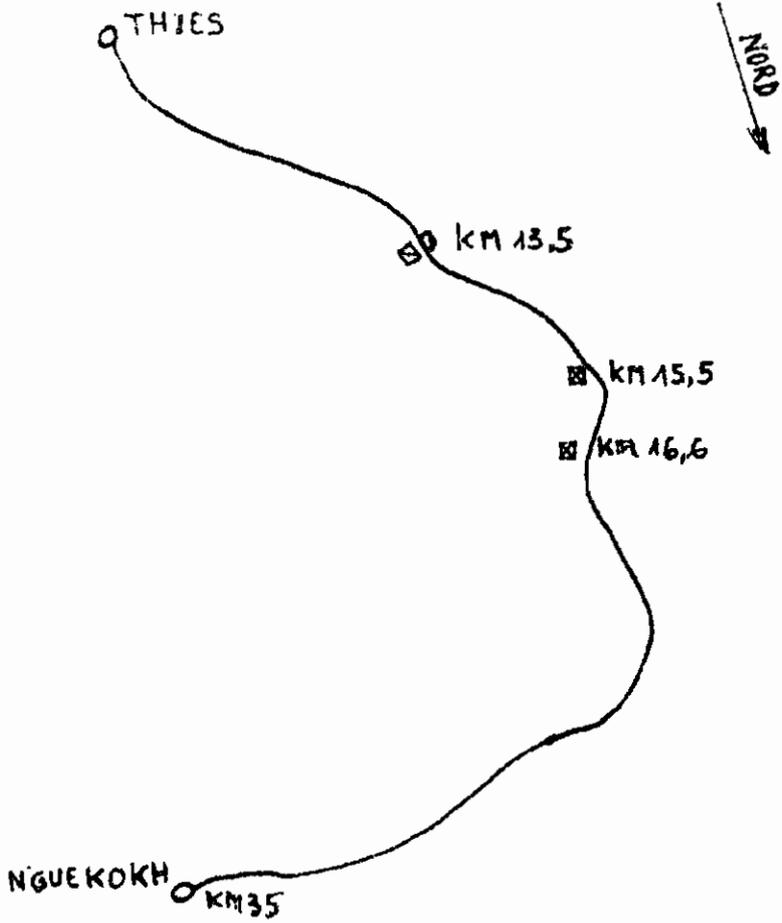
Conclusion : ON O du Sable propre

2e EXAMEN VISUEL DU SOL.

KM	PROFONDEURS (cm)	SOL
1	74,9	Sable brun + gravier (25 à 30 %) + trace de silt (4 à 5 %) + présence de matières organiques
2	93,1	Sable + gravier brun couleur de brique + trace de silt (2 à 3 %)
4,1	97,1	Silt sableux brun + trace d'argile
6,7	99,6	Sable silteux brun foncé + trace d'argile + Présence de matières organiques
9,1	97,2	Sable fin brun + trace de silt (7 à 9%) + trace de gravier
12,6	88,4	Sable fin brun + gravier (35 à 40%) + trace de silt (6 à 8%)
15,2	55,3	Sable + gravier (ϕ 0,1 mm) + trace de silt + argile (2 à 5%)
18,3	75,9	Sable fin brun + trace de silt + présence de matières organiques

PISTE: THIES - NOTO - N'GUEKOKH

Recherche de site de matériaux



LEGENDE

☒ : site de matériaux

TABLEAU III - 4
TABLEAU III - 4

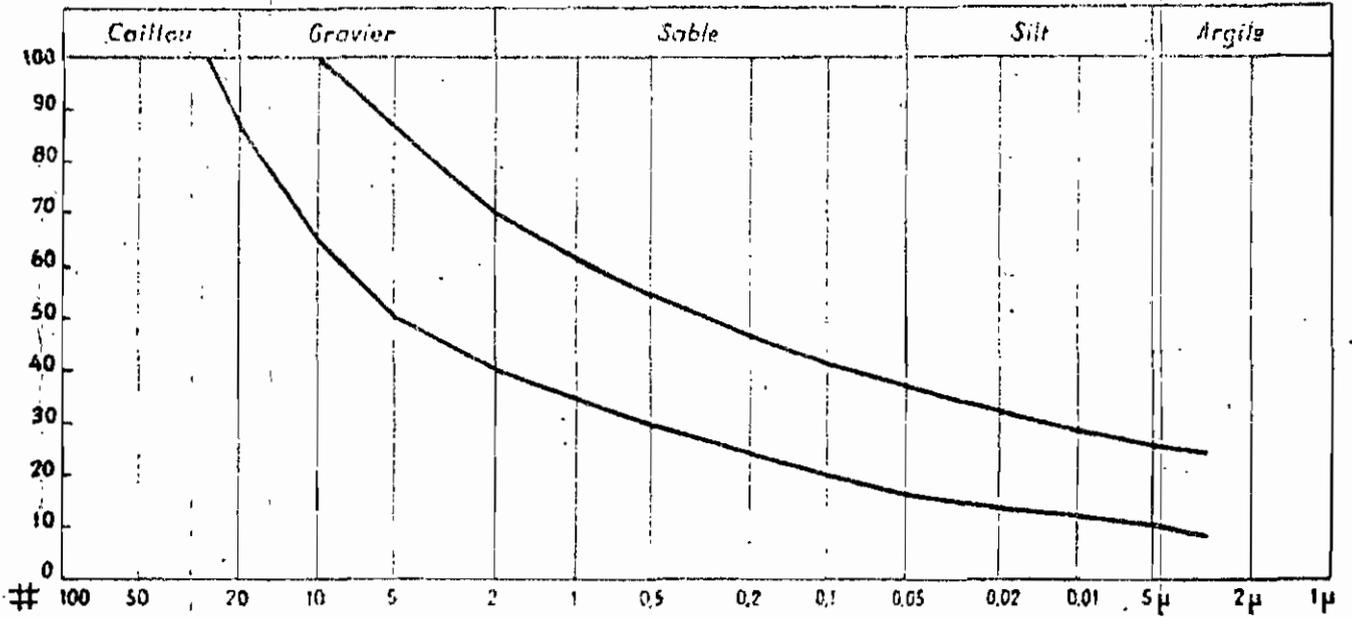


FIG. III-2 -- Fuseau granulométrique recommandé par A. Rémillon pour routes en latérite non revêtue.

<p>OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENHOUW</p> <p>AFDELING TOEPASSINGEN</p> <p>Dienst Grondsoorten en Funderingen</p>	<p>Datum : 22 - 1 - 1983</p> <p>Plaats :</p> <p>Dossier : 4.103 - foto - R'UBROKH</p> <p>Proef nr :</p> <p>Uitvoerders : SAISON SACHE</p>
---	---

<p>Proeven met de slagsonde</p>	<p>Punt : KN 1 • stangen nrs. :</p>
---------------------------------	-------------------------------------

Formule : $\log \text{ CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezings h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezings h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
330	346										
	444	98	10	9,8	19,12						
	546	102	28	9,64	70						
	646	100	35	2,86	96						
	749	103	20	5,15	44,4						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW
 AFDELING TOEPASSINGEN
 Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum : 22 - 1 - 1983
 Plaats :
 Dossier : Thiob - Moto - N'GUEKOKH
 Proef nr. :
 Uitvoerders : SAISON SECHE

Proeven met de slagsonde

Punt : km 2 . + stangen nrs. :

$$\text{Formule : } \log \text{ CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$$

Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
330	345	95	12	7,9	25,4						
	440	82	14	5,9	37,2						
	522										
	653	131	8	16,4	9,7						
	748	95	4	23,8	6,0						
	832	84	3	28	4,8						
	931	99	4	24,8	5,7						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW
 AFDELING TOEPASSINGEN
 Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum : 22 - 1 - 1983
 Plaats :
 Dossier : TRICB - ROTO - N'GUEBAUARI
 Proef nr. :
 Uitvoerders : SAISON SECHE

Proeven met de slagsonde
 Punt : AM 4,1 + stangen nrs. :

Formule : $\log CBR (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
320	358	91	7	13	13,2						
	449	98	14	7,0	29,7						
	547	109	14	7,8	25,8						
	656	126	8	15,8	10,2						
	782	97	5	19,4	7,8						
	879	92	5	18,4	8,4						
	971										

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW

AFDELING TOEPASSINGEN.

Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :
 Plaats :
 Dossier : Thiès - Noto - N'GUEKOKH
 Proef nr. :
 Uitvoerders : SAISON SECHE

Proeven met de slagsonde

Punt : KM 6,7 + stangen nrs. :

Formule : $\log \text{CBR} (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezings h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x=Δz/N (mm/slag)	CBR (%)	Aflezings h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x=Δz/N (mm/slag)	CBR (%)
331	342	108	6	18	8,6						
	450										
	559	109	7	15,6	10,4						
	663	104	3	34,7	3,6						
	782	119	2	59,5	1,8						
	896	114	2	57	1,9						
	996	100	2	50	2,3						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW
AFDELING TOEPASSINGEN
Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :
Plaats :
Dossier : Thiès - Noto - N'GUEKOKH
Proef.nr. :
Uitvoerders : SAISON SECHE

Proeven met de slagsonde

Punt : Kl. 9,1 + stangen nrs. :

Formule : $\log \text{CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezings h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezings h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
557	374	107	3	37	3,40						
	481	104	6	17,3	9,10						
	585	122	6	20,3	7,40						
	707	148	5	29,6	4,50						
	855	117	3	39	3,10						
	972										

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW AFDELING TOEPASSINGEN Dienst Grondsoorten en Funderingen	Datum : Plaats : Dossier : Thibe - 1013 - K'GUSKOAH Proef nr. : Uitvoerders : SAISEN SECHE
Proeven met de slagsonde	Punt : KM 12,6 + stangen nrs. :

Formule : $\log CBR (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezings h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x = Δz/N (mm/slag)	CBR (%)	Aflezings h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x = Δz/N (mm/slag)	CBR (%)
326	336	124	7	17,7	8,80						
	460	107	5	21,4	6,9						
	567	107	5	21,4	6,9						
	674	112	4	28	4,8						
	786	98	2	49	2,3						
	884										

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW AFDELING TOEPASSINGEN Dienst Grondsoorten en Funderingen	Datum : Plaats : Dossier : Thièb - Noto - 11'GUBKOKH Proef nr. : Uitvoerders : SAISON SÈCHE
Proeven met de slagsande	Punt : RM 13,2 + stangen nrs. :

Formule : $\log \text{CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)
325	343										
	440	97	10	9,7	19,4						
	536	96	19	5,0	46,2						
	553	17	5	3,4	76,5						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW
AFDELING TOEPASSINGEN
Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :
Plaats :
Dossier : Thiès - moto - N'GUEKOKH
Proef nr. :
Uitvoerders : SAISON SELHE

Proeven met de slagsonde

Punt : Km 18,3 → stangen nrs. :

Formule : $\log CBR (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezingsh (mm)	Dieptez (mm)	Δz (mm)	slagen N	x = Δz/N (mm/slag)	CBR (%)	Aflezingsh (mm)	Dieptez (mm)	Δz (mm)	slagen N	x = Δz/N (mm/slag)	CBR (%)
326	334	105	21	5,0	46,2						
	439	100	17	5,90	37,2						
	539	101	10	10,1	18,4						
	640	119	7	17,0	9,3						
	759										

DEUXIÈME PARTIE

PROPOSITIONS DE TECHNIQUES APPLIQUÉES

IV. PROPOSITIONS DE TECHNIQUES AMÉLIORÉES

IV.1. PRÉAMBULE

Dans le dimensionnement des pistes à créer, à améliorer et à entretenir, les critères suivants sont principalement pris en compte :

IV.1.1. CRITÈRES PHYSIQUES

Situation géographique, site de matériaux, géotechnique de la plate-forme et des matériaux, climatologie et pluviométrie.

IV.1.2. CRITÈRES D'UTILISATION

Pistes de production, pistes de désenclavement, pistes maraichères, pistes de desserte, piste de projet : importance et évolution du trafic, trafic induit.

IV.1.3. CRITÈRES ÉCONOMIQUES

Économies du projet, budget du projet, niveau d'aménagement, rentabilité, méthode des effets.

IV.2. SCHÉMA DE L'ÉTUDE

2.1. Comparaison des durées de réalisation et des coûts des pistes déjà réalisées.

2.2. Du regard de la carte géotechnique du Sénégal prévision quant à la nature de l'assiette et des sites de matériaux, pour les différentes pistes prévues dans le nouveau programme.

2.3. Visite des différentes pistes du nouveau programme et examen géotechnique in situ, recueil d'informations complémentaires au CEREQ.

2.4. En se servant des critères 1.1, 1.2, 1.3 classification des pistes.

2.5. Evaluation des durées de réalisation des différentes pistes par brigade mécanisée.

2.6. Synthèse des coûts et estimation des moyens à mettre en oeuvre.

2.7. Propositions d'entretien : technologie appropriée.

IV.3. COMPARAISON DES DURÉES DE RÉALISATION ET DES COÛTS

La comparaison se fera au niveau :

- de la réalisation : longueur des tronçons
- de la cadence d'avancement
- des caractéristiques : largeur plate-forme, largeur couche de roulement, buses, épaisseur des matériaux, fossés longitudinaux, diques, remblais, etc...
- des dépenses par mètre : achat du matériel, salaire, assistance technique, étude, etc...

IV.4. LISTES DES NOUVELLES PISTES À RÉALISER

Il faudra se référer à la carte géotechnique, et une localisation parfaite de chaque piste sera faite.

IV.5. VISITES ET EXAMENS DES PISTES

L'examen des différentes pistes du programme se fera systématiquement ; il comprendra :

- 5.1. Examen visuel
- 5.2. Carottage et mesure de densité, prises d'échantillons.
- 5.3. Mesures de C.B.R. en place à l'aide du pénétromètre CRR
- 5.5. Essais complémentaires en laboratoire éventuels.
- 5.6. Inventaire des essais déjà réalisés par le CEREFQ dans les zones concernées.

IV.6. CLASSIFICATION ET DIMENSIONNEMENT DES PISTES

Sur la base des résultats obtenus lors des visites et examens des pistes et en tenant compte des critères énoncés en IV.1. Préambule, chaque piste sera classée suivant un niveau d'aménagement :

- pistes ordinaires
- pistes ordinaires améliorées
- pistes améliorées
- route en terre.

Auquels devront correspondre des normes de dimensionnement suivant la nature du terrain, et des matériaux d'apport.

Pour le dimensionnement des pistes nous utiliserons l'abaque du ROAD RESEARCH LABORATORY utilisée pour les pistes en terre. La piste est généralement constituée par une seule couche parfois appelée couche d'amélioration ou encore couche de roulement.

A un niveau d'aménagement poussé, la piste devient une route en terre qui peut avoir de bas en haut, au-dessus des terrassements * :

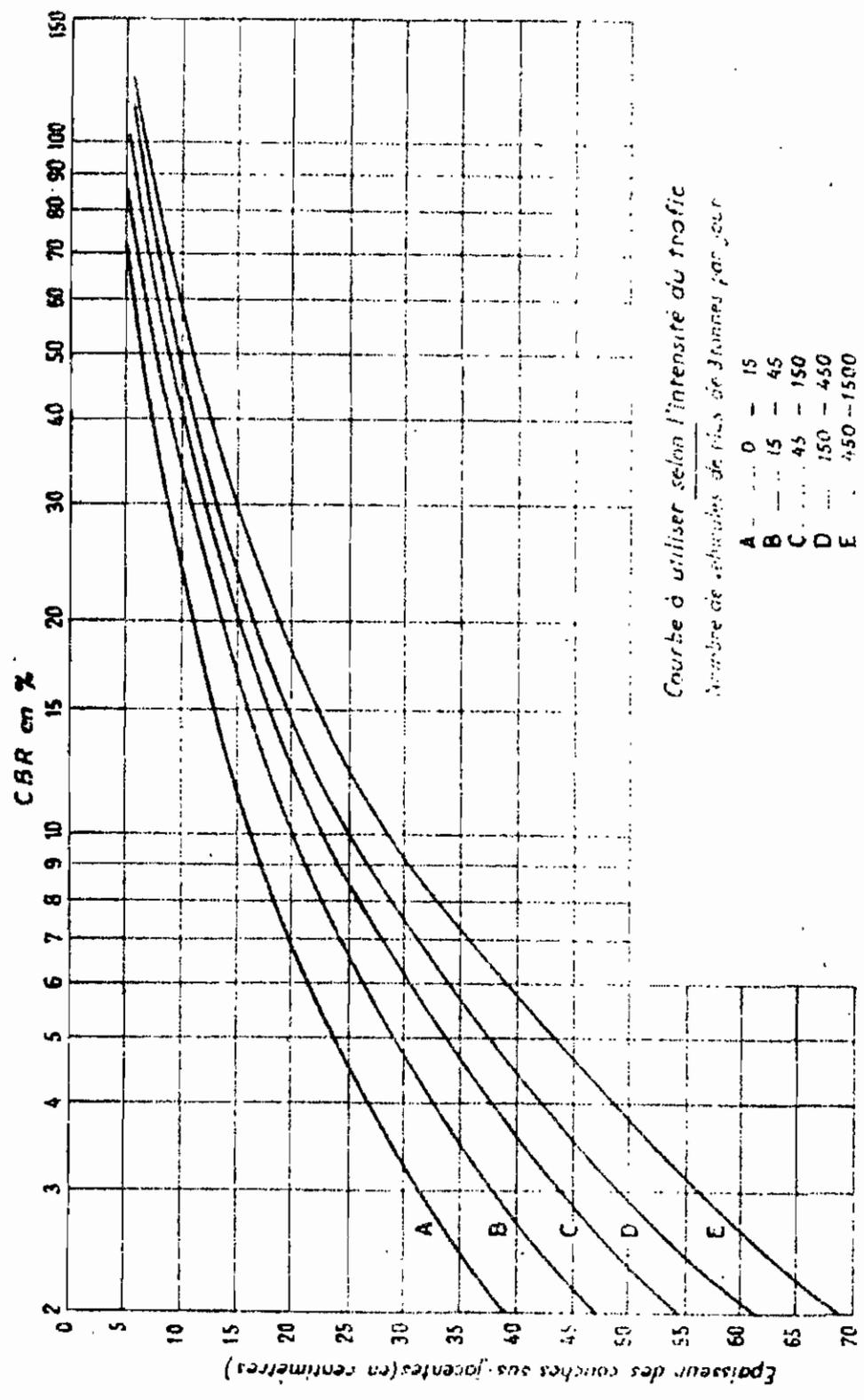
- la couche de forme,
- la sous-couche,
- la couche de fondation,
- la couche de base.

La figure IV-1 donne l'épaisseur des couches en fonction du C.B.R. le moindre pour le dimensionnement.

IV.7. ÉVALUATION DES DURÉES DE RÉALISATION PAR BRIGADE MÉCANISÉE DES DIFFÉRENTES PISTES

Les caractéristiques de chaque piste étant connues, il sera possible sur la base d'expérience acquise de déterminer la durée d'a-

* : Voir Annexe 0



Courbe à utiliser selon l'intensité du trafic
Nombre de véhicules de plus de 3 tonnes par jour

- A - 0 - 15
- B - 15 - 45
- C - 45 - 150
- D - 150 - 450
- E - 450 - 1500

Fig. IV-1 - Valeurs du Road Research Laboratory.

vancement des travaux.

IV.8. SYNTHÈSE ET ESTIMATION DES MOYENS À METTRE EN ŒUVRE.

Les durées de fonctionnement des brigades permettront d'évaluer le coût de chacune des pistes.

Un planning de réalisations déterminera le nombre de brigades types à créer pour réaliser le programme, compte tenu des moyens disponibles.

IV.9. EXÉCUTION DES CHAUSSÉES

IV.9.1. EMPRUNTS ET CARRIÈRES

9.1.1. Définition

On entend par emprunt la partie exploitable d'un gîte de matériaux meubles. On réserve le terme de carrière à l'exploitation de roches massives.

9.1.2. Reconnaissance

Cette reconnaissance aura défini l'implantation exacte de l'emprunt ou de la carrière, le volume de matériau exploitable, le volume de la découverte, les caractéristiques géotechniques du matériau à utiliser et son homogénéité, les difficultés éventuelles d'accès et d'exploitation; (voir modèle Annexe).

9.1.3. Travaux préparatoires à l'exploitation

Ces travaux comprennent tout d'abord l'aménagement des accès et nécessitent souvent l'établissement d'une piste.

a) Emprunts

Il dépend de la nature des matériaux à extraire : les sols meubles à granularité fine peuvent être exploités avec n'importe quel engin de terrassement. Par contre les matériaux caillouteux nécessitent de pelle

ou chargeur.

b) Carrières

L'exploitation se fait par abattage à l'explosif. Les produits d'abattage sont généralement livrés directement par camion ou dumper à une station de concassage, située à proximité.

IV.9.2. APPROVISIONNEMENT DES MATERIAUX

L'approvisionnement des matériaux comprend toutes les opérations de stockage et de transport nécessaires pour leur acheminement depuis le lieu d'exploitation ou de fabrication jusqu'au lieu de mise en oeuvre.

IV.9.3. EXECUTION DU CORPS DE CHAUSSEE

On suppose que les travaux de débroussement et de décapage sont déjà faits.

a) Répendage des matériaux

Il a pour but de réaliser des couches d'épaisseur uniforme aussi proche que possible après compactage de l'épaisseur fixée par le projet et présentant une surface régulière.

b) Compactage à la teneur en eau optimale

Le compactage des matériaux de chaussée a pour but d'augmenter leurs caractéristiques mécaniques et de réduire leurs tassements ultérieurs sous trafic.

b:1) ajustement de la teneur en eau

Deux cas peuvent se présenter :

- 1) teneur en eau naturelle inférieure à la teneur en eau optimale : ce est fréquent en zone tropicale ou désertique. L'ajustement se fait par apport d'eau avec les techniques suivantes :

1.1) matériaux naturels ou de concassage déjà répandus. L'opération est réalisée à l'aide d'un camion arroseur, muni d'une rampe de distribution régulière.

1.2) matériaux traités en place aux liants

l'humidification se fait alors au passage de l'engin de malaxage

1.3) matériaux traités en centrale

l'eau est incorporée au matériau en même temps que le liant;

ii) teneur en eau naturelle supérieure à la teneur en eau optimale.

Ce cas se présente en région très humide ou lors des travaux devant être exécutés en saison des pluies. Il faut alors assécher le matériau. Cette opération se fait le plus souvent par aération (niveleuse munie d'une herse ou engin de malaxage). Dans les cas difficiles on utilise la chaux vive.

b.2) choix des engins de compactage

Le tableau IV indique les engins à utiliser ou au contraire à proscrire pour les principaux types de matériaux.

ii) Contrôle

- contrôles "à postériori" (méthodes classiques)

Ces contrôles sont effectués en mesurant certaines caractéristiques physiques ou mécaniques du matériau compacté.

On distingue :

- 1) Contrôles par mesures du poids spécifique apparent (as courant)
- 2) Contrôles par mesures de déformation sous charge (dans certains cas particuliers)

Les différentes méthodes sont les suivantes :

- 2.1) mesures de déflexions sous jumelage
- 2.2) mesures de déflexions sous plaque.

CHOIX DES ENGINES DE COMPACTAGE

Type de machine	Moteur Diesel				Moteur essence				Moteur Diesel		Moteur essence		Type
	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	
Compacteur à roues	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1
	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1
	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1
	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1
Compacteur à chenilles	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1
	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1
	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1
	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1
Compacteur à chenilles	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1
	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1
	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1
	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1	Ag. 2	Ag. 3	Ag. 4	Ag. 1

Tableau N° 4. — Choix des engins de compactage en fonction de la nature des sols.

(1) Type de sol

(2) Type de sol

(3) Type de sol

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW

AFDELING TOEPASSINGEN

Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :

Plaats :

Dossier :

Proef nr. : Pont LADAB

Uitvoerders : SALMON SÈNE

Proeven met de slagsonde

Punt : A 4) • stangen nrs. :

Formule : $\log CBR (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
	73										
	173	100	35	2,86	96,1						
	197	24	20	1,2	299,4						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW AFDELING TOEPASSINGEN Dienst Grondsoorten en Funderingen	Datum : Plaats : Dossier : Pont - N'Daye Proef nr. : Uitvoerders : JAIBON sèche
Proeven met de slagsonde	Punt : N w4 + stangen nrs. :

Formule : $\log \text{CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezingsh (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezingsh (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
	10										
	111	101	23	4,39	54,13						
	210	99	67	1,48	221,97						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW

AFDELING TOEPASSINGEN

Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :
Plaats :
Dossier : PONT - N'DAIA
Proef nr. :
Uitvoerders : Saison soche

Proeven met de slagsonde

Punt : 15,1 + stangen nrs. :

Formule : $\log \text{CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x = Δz/N (mm/slag)	CBR (%)	Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x = Δz/N (mm/slag)	CBR (%)
	15										
	116	101	17	5,94	36,3						
	216	100	30	3,33	18,6						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW AFDELING TOEPASSINGEN Dienst Grondsoorten en Funderingen	Datum : _____
	Plaats : _____
	Dossier : Pont - N'DAYS
	Proef nr. : _____
Uitvoerders : Saison Soche	

Proeven met de slagsonde	Punt : 6,1 + stangen nrs. :
--------------------------	-----------------------------

Formule : $\log CBR (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x=Δz/N (mm/slag)	CBR (%)	Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x=Δz/N (mm/slag)	CBR (%)
	6										
	106	100	51	1,96	157,37						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW

AFDELING TOEPASSINGEN

Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :
 Plaats :
 Dossier : Pont - R'DALE
 Proef nr. :
 Uitvoerders : JAISON SOUHA

Proeven met de slagsonde

Punt : n° 8 + stangen nrs. :

$$\text{Formule : } \log \text{ CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$$

Aflecting h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x = $\Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflecting h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x = $\Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
	70										
	170	100	8	12,5	13,9						
	270	100	20	5,0	46,1						
	370	100	20	5,0	46,1						
	473	103	14	7,36	27,8						
	570	97	9	10,78	16,88						
	670	100	9	11,11	16,22						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW AFDELING TOEPASSINGEN Dienst Grondsoorten en Funderingen	Datum : Plaats : Dossier : FORT - N'DAYE Proef nr. : Uitvoerders : Saison sèche plures
Proeven met de slagsonde	Punt : ... 2,1 + stangen nrs. :

Formule : $\log \text{CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezings h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezings h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
342	358	134	6	22,33	6,5						
	492	102	7	14,57	11,37						
	594	102	7	14,57	11,37						
	696	110	6	18,33	8,42						
	806	120	5	24	5,91						
	926										

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW

AFDELING TOEPASSINGEN

Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :
Plaats :
Dossier : Pont - n° DAIE
Proef nr. :
Uitvoerders : Saison des pluies

Proeven met de slagsonde

Punt : km 3,8 + stangen nrs. :

Formule : $\log \text{CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)
335	378										
	457	79	5	15,8	10,22						
	548	91	8	11,37	15,22						
	674	126	8	15,75	10,27						
	749	75	7	10,71	17,02						
	869	120	5	24	5,91						
	972	103	3	34,33	3,70						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW AFDELING TOEPASSINGEN Dienst Grondsoorten en Funderingen	Datum : Plaats : Omschrijving : Pont - N'DAYE Proefnr : Uitvoerder : Saison des pluies
Proeven met de slagsonde	Punt : Km 4,1 + stangen nrs. :

Formule : $\log CBR (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Afzinking h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x = $\Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Afzinking h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	x = $\Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
340	365										
	497	132	4	33,0	3,90						
	602	105	7	15,0	10,90						
	698	96	5	19,2	7,92						
	789	91	3	30,3	4,36						
	899	110	3	36,7	3,40						
	966	67	2	33,5	3,82						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW
AFDELING TOEPASSINGEN
Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :
Plaats :
Dossier : Pont - N'DAYE
Proef nr :
Uitvoerders : Saison des pluies

Proeven met de slagsonde

Punt : km 9,2 + stangen nrs. :

Formule : $\log \text{CBR} (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aflezings- h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aflezings- h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z / N$ (mm/slag)	CBR (%)
319	337	97	9	10,78	16,88						
	434	98	16	6,13	35,35						
	532	99	19	5,21	43,75						
	631										
	734	103	25	4,12	59,50						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW
 AFDELING TOEPASSINGEN
 Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :
 Plaats :
 Dossier : PONT - N'DAYE
 Proef nr :
 Uitvoerders : SAISON DES PLUIES

Proeven met de slagsonde

Punt : AM 6,2 + stangen nrs. :

$$\text{Formule : } \log \text{ CBR (\%)} = -1,31 \log x + 2,58$$

Altezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Altezing h (min)	Diepte z (min)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
334	340										
	442	102	6	17,0	9,30						
	545	103	12	8,58	22,80						
	649	104	14	7,43	22,50						
	746	97	8	12,13	14,50						
	856	110	6	18,33	8,42						

OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW
 AFDELING TOEPASSINGEN
 Dienst Grondsoorten en Funderingen

Datum :
 Plaats :
 Geslacht : Pont - n'DAYE
 Proef nr :
 Uitvoerder : saison des pluies

Proeven met de slagsonde

Punt : KM 8,1 + stangen nrs. :

Formule : $\log CBR (\%) = -1,31 \log x + 2,58$

Aftezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)	Aftezing h (mm)	Diepte z (mm)	Δz (mm)	slagen N	$x = \Delta z/N$ (mm/slag)	CBR (%)
530	342										
	452	110	6	18,33	8,42						
	549	97	4	24,25	5,83						
	644	95	9	10,56	17,34						
	730	86	3	28,67	4,69						
	834	104	4	26,00	5,33						
	937	103	6	17,17	9,17						

- contrôles "avant" et "pendant" (nouvelles tendances)

c) Finition

La finition des différentes couches de chaussée nécessite un fin réglage de la surface à la niveleuse. Ce réglage se fera par rabotage et écrêtement des bosses et non par apport de matériaux en couche mince. On terminera par la finition des accessoires de la chaussée.

IV.10. TECHNIQUES D'ENTRETIEN DES ROUTES EN TERRE

10.1. DEGRADATION DE LA PLATE-FORME

a) usure générale de la couche de roulement tôle ondulée le seul remède est un reprofilage correct.

b) nids de poule

Ils sont traités le plus rapidement possible par le 'point à temps'.

c) déformation dans les virages

Il faudra prescrire aux équipes de reprofilage de créer des contre-devers et d'apporter une attention particulière au travail dans les virages.

10.2. EFFETS DE L'EAU DE SURFACE

Les chaussées argileuses sont détrempées par la pluie. Pour limiter ces phénomènes il faut assurer une évacuation rapide de l'eau. Quelquefois, il faudra interdire la circulation durant la pluie et quelques heures après : surtout pour les poids lourds.

- Pour lutter contre les ravines longitudinales, il faudra un système rapide vers les fossés.
- Pour les ravines transversales, il faudra ramener le bombement à une valeur compatible avec la résistance du sol à l'érosion.
- Pour lutter contre l'érosion des talus de remblais, il faut protéger les flancs des remblais contre l'érosion, de l'autre, à empê-

cher l'eau de la plate-forme d'y arriver.

- Pour les talus de déblai, il faudra enlever rapidement les éboulements sur la chaussée et rétablir le fossé amont, sous peine de désordres importants.

10.7. OPÉRATIONS ÉLÉMENTAIRES D'ENTRETIEN

a) point à temps^x

Elle a pour objet de réparer les nides de poules en formation. Elle consiste, après avoir largement agrandi le trou, à le combler avec un matériau identique à celui en service et à le compacter très soigneusement après arrosage éventuel.

b) remise au profil

Elle a pour objet d'éliminer sans apport notable de matériaux les nids de poule, flaches, ravines, et autres déformations de surface.

c) entretien des dispositifs d'évacuation des eaux

d) rechargement

e) lutte contre la végétation par l'utilisation d'équipe de débroussaillage.

f) lutte contre l'ensablement par l'utilisation d'équipe de déblaiement.

g) entretien des ouvrages d'art dont les principaux sont : les ponts ; les radiers et passages submersibles ; les buses et dalots ; les murs de soutènement ; les tunnels.

x Voir annexe O

10.4. LIMITES DE L'ENTRETIEN

On a souvent affirmé qu'il n'est pas possible d'entretenir une route en terre sous n'importe quel trafic.

En effet il est probable qu'il existe un seuil au-dessus duquel le revêtement est indispensable et qui ne se confond pas d'ailleurs avec le seuil économique de bitumage. Ce seuil dépend évidemment des facteurs locaux : climat, matériaux disponibles, composition du trafic, perfection des techniques d'entretien, des crédits, du matériel et des hommes disponibles. Généralement on admet à présent, 300 véhicules jour, comme limite normale de la route en terre ; mais en vérité ce soit-disant seuil technique est bien élastique avec le perfectionnement des méthodes.

4.1. COUT DE L'ENTRETIEN

Il dépend :

- 1 du niveau d'entretien
- 2 des facteurs caractéristiques de la route et de son environnement : profil en long et en travers, constitution de la chaussée et du revêtement ou de la couche de roulement, climat.
- 3 des paramètres dépendant de l'utilisation de la route, c'est-à-dire essentiellement le trafic, caractérisé par la fréquence de passage et le poids des essieux.
- 4 coûts des opérations élémentaires de maintenance.

4.2. METHODE

2.1. méthode globale

Elle consiste à partir du budget total affecté à l'entretien par la loi de finance Sénégalaise et à en opérer une décomposition aussi fine que possible. La répartition des divers postes de dépenses

au pro-rata des types de routes permettra d'obtenir un coût moyen au kilomètre.

Cette méthode suppose un budget convenable, et ne permet pas de différencier clairement l'action des divers paramètres.

2.2. METHODES ELEMENTAIRES

Elle se fonde sur une analyse des tâches élémentaires d'entretien (personnel, matériel, matériau) : compte tenu des coûts élémentaires et des normes de productivité, le coût unitaire des tâches peut-être déterminé.

Cette méthode situe difficilement le niveau général du coût dans l'environnement économique spécifique au Sénégal.

4.3. FORMULATION DU COÛT D'ENTRETIEN

4.3.1. Trafic réel T : Trafic du calcul Td

$$C = A + B.F + f(t)$$

4.3.2. Trafic T : Td

$$C = A + B'.E^2 + f(t)$$

A = terme fixe annuel (F CFA/KM)

B = terme proportionnel (F CFA/véh - km)

$$B' = B/Td$$

E = trafic journalier moyen annuel (2 sens réunis)

E = T : trafic total pour les routes non revêtues

E = PL : trafic poids lourds pour les routes revêtues

f(t) = terme périodique (égal à 0 pour les années 1, 2, 3 etc

et à CR : montant des travaux périodiques pour l'année N

td : valeur du seuil d'entretien.

- CONCLUSION -

La réalisation de pistes de production occupe une place remarquable dans la construction des routes ; cela s'est traduit par la création d'un Bureau de Pistes de Production dont la vocation est de créer et d'entretenir ces pistes. Pour consolider cette idée, d'autres organismes tels que UNSO/CILSS, PRET BIRD sont venus épauler ce bureau dans son travail.

Pour le Sénégal des efforts considérables sont toujours fournis pour avoir des ressources de financement ; mais il faut rendre ces actions de développement efficaces.

Pour cela il faut des méthodes appropriées pour leur réalisation, leur amélioration et leur entretien.

D'où la nécessité d'une recherche de méthodes et techniques appliquées pour la réalisation de pistes économiques de production ou de désenclavement que j'ai essayé de développer tout le long de ce document dans le but de mieux concrétiser la politique nationale envers le monde rural.

- BIBLIOGRAPHIE -

1. UNIVERSITE DE DAKAR

ENSUT - Département Génie-Civil - Ingénieur

Mémoire de fin d'études présenté et soutenu par Thierno Ibrahima NDAO
et Sigrine Mbaye GUEYE_

- Contribution A une meilleure Compréhension de la Gestion du
Patrimoine Routier au Sénégal.

2. GERARD MELLIER - La Route en Terre : Structure et Entretien

(Collection BCEOM).

3. REPUBLIQUE FRANCAISE

Ministère de la Coopération

- Manuel sur les Routes dans les Zones Tropicales et Désertiques
Tom. 2 : Etudes et Construction (1975)

4. REPUBLIQUE FRANCAISE

Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères chargé de la Coopération

- Manuel sur les Routes dans les Zones Tropicales et Désertiques
Tome 3 : Entretien et Exploitation de la Route (1972)

5. REPUBLIQUE FRANCAISE

Ministère de la Coopération

- Les Métiers de l'Entretien Routiers dans les Pays Africains
(SMUH - BCEOM - 1977).

6. REPUBLIQUE DU SENEGAL

Ministère de l'Equipement

Direction Générale des Travaux Publics

Projet des pistes de production

- Second projet de pistes de production

Etude Economique (BCEOM - Novembre 1980)

7 - REPUBLIQUE DU SENEGAL

Ministère de l'Equipement

Direction Générale des Travaux Publics

- Bulletin de liaison des travaux publics

Spécial entretien routier n° 13 Octobre 1982

8. REPUBLIQUE DU SENEGAL

Ministère de l'Equipement

Direction Générale des Travaux Publics

- Impact des pistes de Production - Etude Socio-Economique -

première phase - Tome II - Bilan de la Situation Soci-économique

des zones d'influences des pistes (SONED AFRIQUE - DAKAR Septembre 1979)

9. REPUBLIQUE DU SENEGAL

Ministère de l'Equipement

Direction Générale des Travaux Publics

Direction d'Etudes et de la Programmation

- Plan National de Transport final Volume 4 : Les Coûts d'Aménagement

et d'entretien des Routes Juin 1981.

10. GERARD MELLER

-Entretien des Routes en Terrz en Zone Tropicale

11. REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères 1970

A. CESAREO - Entretien Mécanique des Routes en terre en
Côte d'Ivoire.

12. CURT CARNEMARK - JAIME BIDERMAN -

DAVID BOVERT - Document de travail des Services de la Banque
Mondiale n° 241 Août 1976 - Analyse Economique des Projets
de Routes Rurales.

ooo

ANNEXES

TERMINOLOGIE ET DEFINITIONS

1. FOSES : tranchées latérales bordant les accotements et destinées à recueillir les eaux de ruissellement de la chaussée.
2. IMBILITION : action de l'eau qui remonte par capillarité à travers un remblai jusqu'à la chaussée.
3. PISOLITHE : forme de grain, souvent calcaire, de la grosseur d'un poids.
4. PLATE-FORME : surface occupée par la chaussée, les accotements ou trottoirs et éventuellement les terre-pleins et les pistes spécialisées.
5. POINT A TEMPS : Opération élémentaire d'entretien qui a pour but de réparer les nids de poules en formation.
6. RAVINES : Stries régulières, résultat de l'érosion, dirigées suivant la plus grande pente de la plate-forme.
7. TALUS : Paroi des déblais et des remblais
8. TERRASSEP : amener progressivement le terrain naturel à une forme déterminée ayant les caractéristiques correspondant à la nature de la route à construire.
9. TERME FIXE ANNUEL (A) : Il représente les dépenses fixes liées à l'existence de la route indépendamment de l'intensité de son utilisation : il correspond aux dépenses de curage des fossés, de débroussements, d'entretien des ouvrages, etc...

10. TERME ANNUEL, FONCTION DU TRAFIC (B) : il représente la dégradation de la route directement liée au passage des véhicules ; il correspond essentiellement au reprofilage et les rechargements partiels pour une route en terre.

11. TERME PERIODIQUE P (1) : il représente la compensation de l'usure normale de la surface de roulement sous le trafic et intervient à périodicité fixe, fonction de la nature du revêtement.

12. VACUOLAIRE : Relatif à la cavité du cytoplasme des cellules renfermant diverses substances en solution dans l'eau.

13. ZONE D'INFLUENCE : Zone desservie, influencée ou modifiée par une route située dans ses environs géographique immédiats.

APPROCHE PAR LA DEMANDE DE TRANSPORT

4. Pour quantifier les avantages dus aux investissements routiers, l'analyse des économies réalisées par les usagers de la route, fondée sur la demande de transport, est la plus connue. Ainsi, afin de partir d'une base connue et de compléter l'exposé des paragraphes II.2.5 du texte, cette annexe étudiera d'abord la demande de transport liée à la production agricole. On notera que cette demande est dérivée de la fonction de l'offre agricole.

5. La figure 1 représente les composantes de la demande de transport dans une situation simplifiée du "cas II". A titre d'exemple, on ne tient compte que du transport des produits agricoles de la ferme au marché, et on suppose que les économies de coût de transport sont transférées en totalité aux producteurs agricoles. Les changements dans la demande de transport dus à l'investissement routier se passent de la façon suivante:

- (a) Sans l'investissement routier, la demande de transport pour les produits agricoles est représentée par la courbe de demande D_1 , tracée suivant l'hypothèse implicite que le prix des facteurs de production est constant. Etant donné le coût de transport initial C_1 , le volume de produits agricoles transportés est Q_1 .

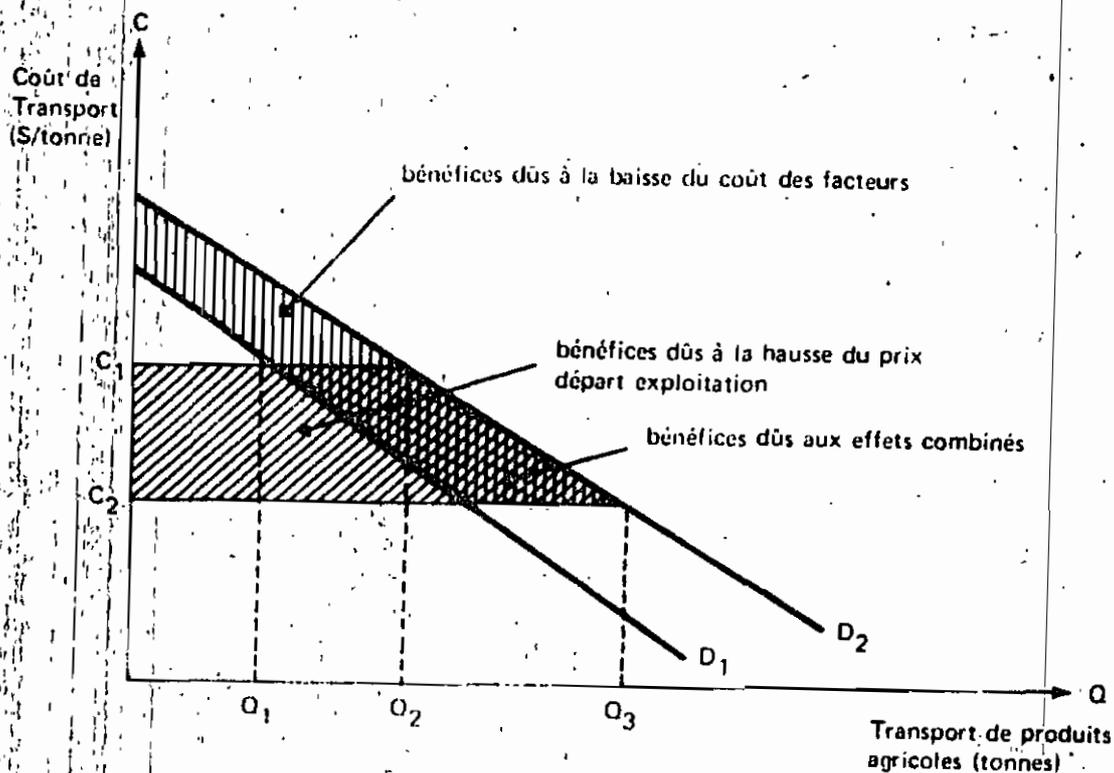


FIGURE 1: DEMANDE DE TRANSPORT POUR LES PRODUITS AGRICOLES DANS LE CAS II

- (b) La demande de transport pour les produits agricoles change à la suite de la baisse du coût des facteurs de production, provoquée par le projet routier. C'est à dire que la réduction des coûts du transport des facteurs de production entraîne une augmentation de la production agricole à un prix départ-exploitation donné. Donc, la demande transport pour les produits agricoles augmente, et la courbe passe de D_1 à D_2 . Au coût initial du transport des produits C_1 , le bénéfice dû à la baisse sur le transport des facteurs de production est représenté par le trapèze atrié horizontalement, et Q_2 représente la quantité de produits (en tonnes) transportées au marché.
- (c) En plus de la baisse du prix des facteurs rendus, le projet routier peut provoquer directement une hausse du prix départ-exploitation des produits agricoles, correspondante à la baisse du coût de transport de C_1 à C_2 sur la figure 1.
- (d) Si le projet comprend non seulement une amélioration routière, mais aussi des investissements d'accompagnement de nature agricole, il faut s'attendre à de nouveaux changements dans la fonction de production agricole. Ces changements seront également reflétés sur la fonction de demande de transport des produits agricoles, et déplaceront la courbe de demande vers la droite, provoquant des avantages encore plus grande. Il est important de déterminer si les autres investissements font strictement partie du projet routier, ou s'ils devraient être considérés comme faisant partie du cas "sans-projet". Si l'on attribue ces avantages à l'ensemble du projet routier, il faut aussi lui affecter le coût des investissements d'accompagnement.

APPROCHE PAR LE SURPLUS AU PRODUCTEUR

6. L'examen ci-dessus de l'analyse des avantages des projets de routes rurales par la demande de transport révèle, que les changements fondamentaux qui surviennent, n'apparaissent qu'indirectement à travers les niveaux de trafic. C'est à dire que la demande de transport est une demande dérivée. Dans un contexte d'économie rurale, les changements importants que l'on attend du projet routier, se font au niveau agricole. Dans les situations du cas II, l'approche par la demande de transport n'offre pas les avantages de mesure ou de présentation qu'elle offre aux routes du cas I. Dans les situations du cas II, où le trafic existant est petit ou négligeable, il faut une analyse détaillée du système de production pour rendre crédibles les estimations de la demande de transport.

Lorsqu'on s'est livré à cet exercice, il est plus avantageux de calculer directement le surplus au producteur, plutôt que d'ajouter une étape supplémentaire et dériver une fonction de la demande de transport. C'est pourquoi la méthode par le surplus au producteur est recommandée dans les situations du cas II. L'exposé qui suit a essayé de clarifier la méthode par le surplus au producteur.

7. Dans la méthode par le surplus au producteur, on commence par un secteur donné tel que l'agriculture, et un produit donné, disons le maïs. 1/ Pour prévoir cette récolte, il est nécessaire de prévoir les variables (coûts, prix et quantités), avec et sans l'investissement routier année par année, pour la durée du projet. Ces projections sont difficiles à faire, car elles forcent à prendre en considération l'impact de la route et bien d'autres facteurs. Il faut confier ces estimations à des agronomes et autres spécialistes familiers du système de production.

8. On étudie ci-après, un cas hypothétique simplifié de production de maïs pour une année donnée. Voici les principales hypothèses qui sous-tendent cet exemple:

- (a) Les économies de coût de transport dues au projet sont transférées totalement à l'agriculteur, sous forme d'une augmentation des prix départ-exploitation pour ses produits, et d'une diminution des prix rendus exploitation des facteurs de production.
- (b) Les coûts unitaires de production baissent à cause de l'utilisation accrue de facteurs de production modernes rendus accessibles par le projet, et à cause d'investissements d'accompagnement. 2/
- (c) La surface cultivée est fixe.
- (d) Toute augmentation de la production de maïs qui résulte du projet n'est pas suffisante pour provoquer une baisse des prix sur le marché.
- (e) Tout le maïs produit est commercialisé sur la route aménagée.

1/ L'agriculture est prise comme exemple d'un secteur productif, à cause de sa place prédominante dans beaucoup de régions rurales en développement.

2/ Dans la mesure où tout changement dans la fonction d'offre d'un agriculteur est attribuable à des investissements d'accompagnement, ceux-ci doivent être également inclus dans le calcul du taux de rentabilité du projet.

(f) Les coûts économiques sont mesurés en prix réels tout au long de l'analyse. 1/

9. Un certain nombre de considérations plus réalistes seront étudiées plus loin, telles que l'auto-consommation, la mise en culture de terres supplémentaires, la substitution de cultures et certain cas de déficit régional.

10. Le figure 2 représente la production de maïs avec ou sans projet. Sans projet, la quantité Q_1 de maïs est produite au prix départ-exploitation P_1 , au cours de l'année N; le profit est maximisé car le coût marginal (MC_1) est égal au revenu marginal (P_1). 2/ On suppose une

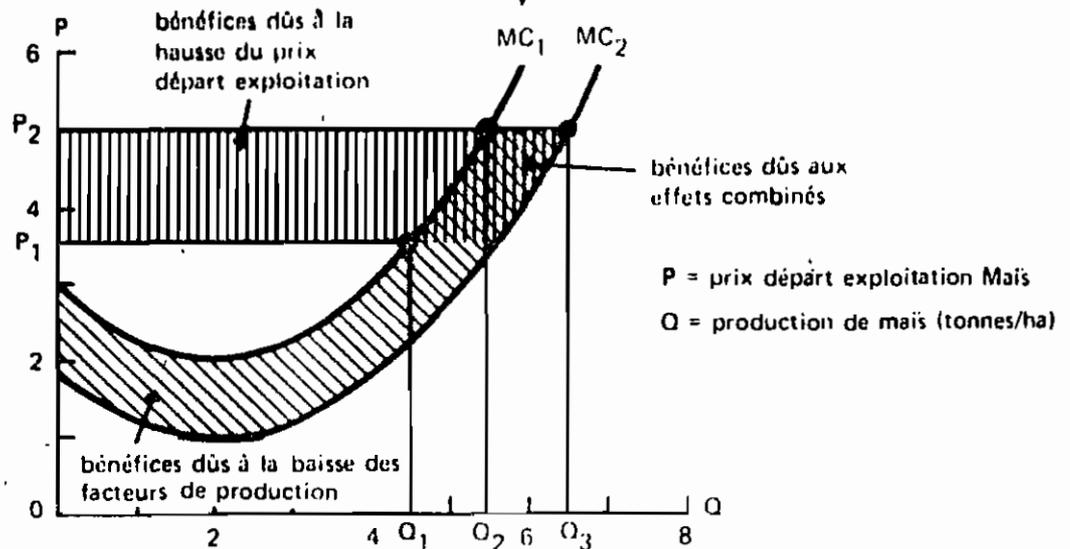


FIGURE 2: PRODUCTION DE MAÏS EN ANNEE N .

1/ On e recoure aux coûts économiques afin d'obtenir une analyse qui soit valable à l'échelon national. Toutefois, il doit être clair que les réactions des agriculteurs reflèteront leur perception des coûts et des valeurs plus que les prix nationaux réels. C'est pourquoi, en pratique, on doit parfois ajuster les valeurs du marché avant même d'entreprendre l'analyse économique. Ces ajustements sont standard, cependant, et ne sont pas exposés ici. Nous renvoyons le lecteur à Lyn Squire et Harmen G. van der Tak, The Economic Analysis of Projects, John Hopkins University Press, 1975.

2/ Pour simplifier, on suppose que les coûts marginaux perçus par les agriculteurs correspondent aux prix économiques réels. Il n'en est pas toujours ainsi à cause des impôts, des taxes, et de facteurs exogènes. Ce document n'aborde pas ces complications supplémentaires. (Voir notes précédentes).

situation de concurrence, de sorte que la courbe d'offre est la somme des courbes individuelles de coût marginal. Le surplus au producteur est égal au revenu total moins les coûts de production agricoles, tels que les engrais, les semences et la main d'oeuvre. 1/ Le total des coûts variables, à tout niveau de production, peut être décrit comme la surface située sous la courbe du coût marginal jusqu'à la quantité produite. C'est ainsi que la différence entre les recettes et les coûts de production, dans le cas sans-projet, est représentée sur la figure 2 par la surface comprise entre MC_1 et P_1 .

11. Dans le cas avec-projet, la production au cours de l'année N monte jusqu'à Q_3 au prix P_2 . On peut expliquer cette augmentation de la production du mois comme suit :

(a) Les économies réalisées sur le transport des produits agricoles égales à $(P_2 - P_1)$ par tonne, sont transférées à l'agriculteur sous forme d'une augmentation du prix départ-exploitation, P_2 . 2/ En conséquence, la production augmente de Q_1 à Q_2 le long de la courbe du coût marginal MC_1 . 3/ Si les coûts initiaux des facteurs de production sont supposés constants, les avantages sont alors représentés sur la figure 2 par la surface située à gauche de MC_1 , entre P_1 et P_2 .

(b) Les économies réalisées sur le transport des facteurs de production provoquent une diminution des coûts, à tous les niveaux de la production: c'est le passage de MC_1 à MC_2 . Au nouveau prix départ-exploitation P_2 , la production augmente de Q_2 à Q_3 . Ce changement qui reflète la diminution du coût du transport des facteurs de production, donne naissance sur la figure 2 à la surface d'avantages entre MC_1 et MC_2 . (stries verticales)

-
- 1/ Tous les coûts fixes de production apparaîtraient dans la chaîne d'investissements. L'exemple présenté ici est à situer dans le contexte d'une année type, après que le développement total, dans un cas avec-projet, ait été atteint.
 - 2/ On doit noter que le prix P_2 peut être maintenu au-dessus du total des coûts moyens (donnant ainsi naissance à une rente de situation économique supplémentaire, en plus de celles qui sont provoquées par d'autres raisons comme la localisation) si la production supplémentaire dans la zone de la route apparaît faible par rapport au marché régional ou national, et si on ne peut mettre économiquement en culture des terres supplémentaires.
 - 3/ L'accroissement de la production n'est pas automatique. Les agriculteurs ne peuvent pas toujours augmenter leur production en réponse à la hausse des prix, parce que l'accès à d'autres facteurs de production est difficile ou parce qu'il y a des contraintes institutionnelles.

Avec-projet:

Revenu	=	$P_2 \times Q_3$	=	$5,0 \times 6,48$	=	32,4
Coût variable	=	Surface sous la courbe MC_2	=		=	<u>13,0</u>
Surplus au prod.	=					<u>19,4</u>

Sans-projet:

Revenu	=	$P_1 \times Q_1$	=	$3,56 \times 4,5$	=	16,0
Coût variable	=	Surface sous la courbe MC_1	=		=	11,0
Surplus au prod.	=					<u>5,0</u>

Surplus marginal au producteur	=					
(avec-projet) - (sans-projet)	=					
19,4 - 5,0	=					<u>14,4</u>

13. En pratique, le problème qui consiste à décrire la courbe du coût marginal peut être résolu en utilisant pour le niveau de production en question, le coût variable moyen. La figure 3 montre clairement que le coût variable moyen (à tout niveau de production), multiplié par la quantité produite, donne le coût variable total. Opérationnellement, cette méthode est plus simple que de dériver la surface située sous la courbe du coût marginal, puisqu'il suffit d'un point sur chaque courbe de coût variable.

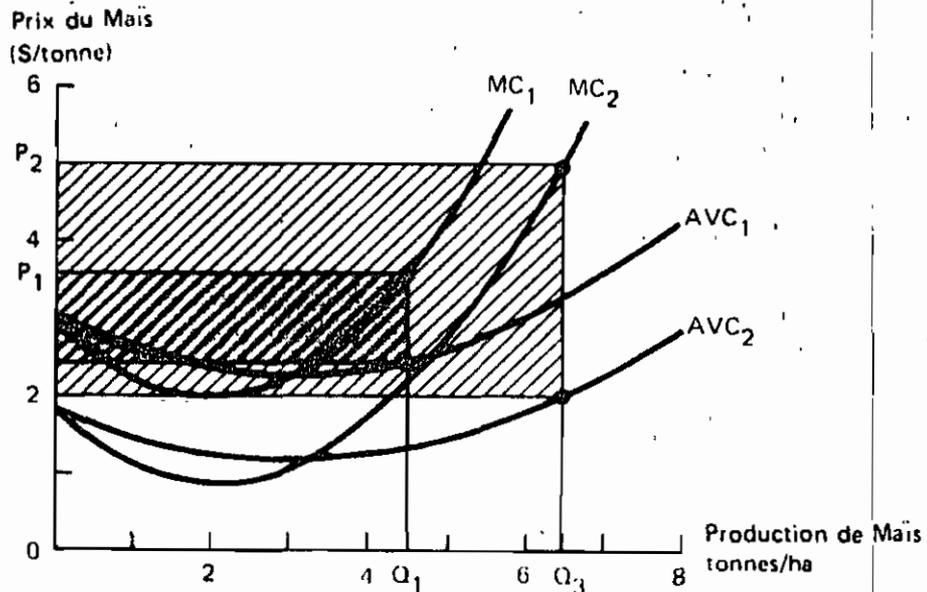


FIGURE 3: PRODUCTION DE MAÏS AU COURS DE L'ANNÉE N: UTILISATION DU CÔT VARIABLE MOYEN

14. Pour calculer le surplus marginal au producteur grâce aux courbes de coût variable moyen de la figure 3, on procède de la façon suivante:

Avec-projet:

Revenu	=	$P_2 \times Q_3$	=	$5,0 \times 6,48$	=	32,4
Coût variable	=	$AVC_2 \times Q_3$	=	$2,01 \times 6,48$	=	13,0
Surplus au prod.	=					<u>19,4</u>

Sans-projet:

Revenu	=	$P_1 \times Q_1$	=	$3,56 \times 4,5$	=	16,0
Coût variable	=	$AVC_1 \times Q_1$	=	$2,44 \times 4,5$	=	11,0
Surplus au prod.	=					<u>5,0</u>

Surplus marginal au producteur	=					<u>14,4</u>
--------------------------------	---	--	--	--	--	-------------

Cette méthode de calcul est beaucoup plus simple et donne le même résultat que celui obtenu plus haut avec les coûts marginaux. C'est pourquoi, en pratique, on suggère d'estimer les coûts variables moyens pour les cas avec et sans projet, aux niveaux approximative de production concernés.

UTILISATION EN CONSTRUCTION ROUTIERE DE LA SONDE DE BATTAGE LEGERE C.R.R. (BREVET BELGE N° 829 984)

par J.-M. KINDERMANS,

Ing. Civ.,

Centre de Recherches Routières, Bruxelles.

Résumé

Une recherche effectuée au Centre de Recherches Routières au sujet des possibilités d'utilisation en géotechnique routière de sondes de battage légères a abouti à la réalisation d'une sonde « C.R.R. ».

Cet article commence par un rappel du principe des sondages par battage et décrit sommairement le prototype C.R.R.. Quelques cas vécus d'utilisation de cet appareil sont ensuite passés en revue. Les exemples montrent l'aptitude de la sonde C.R.R. non seulement à mettre en évidence des variations de caractéristiques propres à influencer la résistance mécanique des terrains mais encore à permettre, dans certains cas, une évaluation quantitative de certains paramètres agissant sur la portance des sols.

1. INTRODUCTION

La géotechnique est une des nombreuses disciplines qui régissent l'étude, l'exécution et le contrôle de la construction des ouvrages de génie civil, chacune de ces disciplines présentant des aspects particuliers selon la nature des ouvrages concernés et des matériaux utilisés.

Ainsi, la géotechnique routière s'intéresse surtout aux couches assez proches de la surface naturelle des sols dans des zones de grande longueur et relativement étroites.

En géotechnique routière, on utilise donc couramment certains essais qui sont moins pratiqués dans les autres domaines de la mécanique des sols, tels que les essais à la plaque de 200 et 750 cm², les prélèvements d'anneaux volumétriques, etc. Par contre, dans le domaine routier, on ne recourt que rarement à des essais sur lesquels se basent habituellement les études de fondations de bâtiments ou d'ouvrages d'art, tels que les essais de pénétration statique.

Jusqu'à présent, en Belgique, l'éventail des méthodes courantes d'essais *in situ* de la géotechnique routière comportait une lacune importante, du fait qu'aucun essai d'auscultation rapide n'avait été décrit pour évaluer l'étendue, tant en plan qu'en profondeur (jusqu'à quelques mètres), des zones faibles d'un terrain, et pour quantifier, avec une précision raisonnable, la portance des sols auscultés.

Afin de combler cette lacune, une recherche a été effectuée au Centre de Recherches Routières au sujet des possibilités offertes par les sondes de battage légères

LA TECHNIQUE ROUTIERE

HET GEBRUIK VAN DE LICHTE O.C.W.-SLAGSONDE IN DE WEGENBOUW (BELGISCH OCTROOI N° 829 984)

door J.-M. KINDERMANS,

Burg. Ing.,

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw, Brussel.

Samenvatting

Een in het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw uitgevoerd onderzoek in verband met de gebruiksmogelijkheden van lichte slagsondes voor grondmechanisch onderzoek in de wegenbouw, leidde tot de verwezenlijking van een « O.C.W. »-sonde.

Dit artikel roept het principe in herinnering van de sonderingen door heien en beschrijft in het kort de O.C.W.-slagsonde. Vervolgens worden enkele toepassingen overlopen die in werkelijkheid plaatsvonden. Uit de voorbeelden blijkt dat de O.C.W.-slagsonde niet alleen geschikt is om de variaties aan te tonen van kenmerken die de mechanische weerstand van het terrein kunnen beïnvloeden, maar ook dat zij het mogelijk maakt bepaalde parameters, die een invloed uitoefenen op het draagvermogen van de grond, kwantitatief te schatten.

1. INLEIDING

De grondmechanica is één van de talrijke disciplines die de studie, de uitvoering en de controle van werken in de burgerlijke bouwkunde beheren, waarbij elke discipline bijzondere aspecten vertoont volgens de aard van de betrokken werken en de gebruikte materialen.

In de wegenbouw houdt de grondmechanica zich voornamelijk bezig met de grondlagen die vrij dicht bij het natuurlijk oppervlak van de grond gelegen zijn in betrekkelijk smalle zones van grote lengte.

In de grondmechanica voor de wegenbouw maakt men dus vrij regelmatig gebruik van bepaalde proeven die in de andere takken van de grondmechanica minder gebruikt worden, zoals de belastingsproeven met de plaat van 200 en 750 cm², het nemen van monsters volgens de snijringmethode, enz. Daarentegen maakt men wat de wegenbouw betreft slechts zelden gebruik van proeven waarop gewoonlijk de studies steunen voor funderingen van gebouwen of kunstwerken, zoals de statische penetratieproeven.

In België vertoonde tot op heden de waaijer van de courante geotechnische terreinproeven i.v.m. wegenbouw, een grote leemte, omdat geen enkele proef beschreven werd waarmee snel de uitgestrektheid, zowel horizontaal als in de diepte (tot op enkele meter) van de zwakke zones van een terrein kan worden bepaald, en waarmee met een redelijke nauwkeurigheid het draagvermogen van de onderzochte grond kwantitatief kan worden geschat.

Om dit te verhelpen vond in het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw een onderzoek plaats om na te gaan welke mogelijkheden geboden worden door de

(ou pénétromètres dynamiques), en usage depuis longtemps en Allemagne et en Suisse mais peu connus dans les autres pays européens.

2. LA SONDE DE BATTAGE C.R.R.

Les sondes de battage disponibles sur le marché, surtout à l'étranger, peuvent être rangées en trois catégories distinctes : les appareils portatifs légers, les appareils moyens démontables (utilisables dans des sites d'accès difficile), et les appareils lourds montés sur véhicules.

Une sonde de battage légère a été réalisée au Centre de Recherches Routières (fig. 1), (réf. 1) et brevetée en Belgique sous le n° 829.984 (réf. 2).

Brevet Belge
n° 829.984

1. Butée
2. Tige de battage
3. Trait repère pour la lecture des enfoncements
4. Mouton
5. Bouton matelé de blocage
6. Enclume
7. Lette télescopique de mesure
8. Tige-allonge
9. Trait repère tous les 10 cm
10. Plaque de base
11. Pointe pour ancrage
12. Pointe de 5 cm²

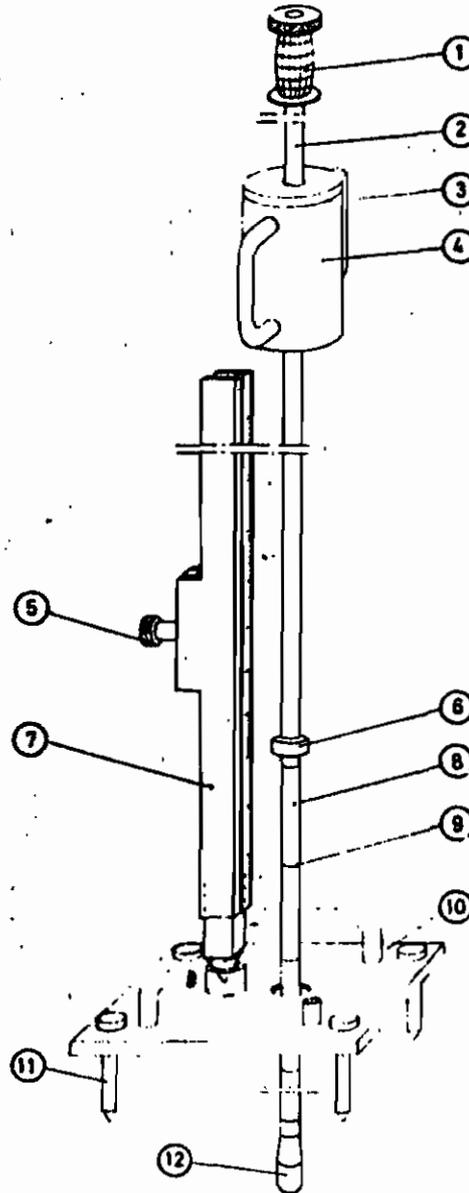


Fig. 1. — Sonde de battage C.R.R.

lichte slagsondes of dynamische penetrometers die sinds lange tijd in Duitsland en in Zwitserland in gebruik zijn doch in de andere Europese landen minder bekend zijn.

2. DE O.C.W.-SLAGSONDE

De vooral in het buitenland in de handel beschikbare slagsondes kunnen in drie verschillende categorieën gerangschikt worden : de lichte draagbare apparaten, de demonteerbare middelgrote apparaten (bruikbaar op moeilijk toegankelijke plaatsen), en de zware apparaten gemonteerd op voertuigen.

Door het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw werd een lichte slagsonde vervaardigd (fig. 1), (ref. 1) en in België geoctrooieerd onder het nr. 829.984 (ref. 2).

C.R.R.-O.C.W.-S.M.9.418

Belgisch octrooi.
nr. 829.984

1. Stootkussen
2. Heistang
3. Merkatreep voor het aflezen van de indringing
4. Heiblok
5. Gekartelde klamschroef
6. Aambeeld
7. Verschuifbare meetlat
8. Verlengstang
9. Merkatreep om de 10 cm
10. Grondplaat
11. Poot voor vastankering
12. Punt van 5 cm²

Fig. 1. — O.C.W.-slagsonde.

H. L. BECKER S.A.-N.V.

220, Rue Nassau street

1000 BRUXELLES - BRUSSEL

TEL. 02-215.16.30-241.32.97

Elle constitue une variante des appareils faisant l'objet de la norme DIN 1091 (réf. 3) et des recommandations du « Sous-Comité européen pour les méthodes d'essais de pénétration statique et dynamique » (réf. 4). Elle est facile à construire à partir de matériaux couramment disponibles en Belgique. Son poids est d'environ 20 kg et ses dimensions sont telles qu'elle peut facilement, une fois démontée, être transportée par deux opérateurs sur chantier, et logée dans le coffre à bagages d'une voiture de tourisme.

Sa robustesse, sa légèreté, son faible encombrement et son prix modique en font un appareil de mesure apte à trouver place sur tous les chantiers routiers. Son domaine d'utilisation est toutefois limité, comme pour toutes les sondes de battage légères, aux sols fins non caillouteux.

L'essai à la sonde de battage (fig. 2) consiste à enfoncer la pointe d'une tige dans le sol, sous l'effet de chocs imprimés à une enclume solidaire de cette tige. Le mouton pesant 10 kg, tombant d'une hauteur de 50 cm en chute libre sur l'enclume, est guidé dans son mouvement par la tige.

Het is een variante van de apparaten die het onderwerp vormen van de norm DIN 4094 (ref. 3) en van de aanbevelingen van het « Sous-Comité européen pour les méthodes d'essais de pénétration statique et dynamique » (ref. 4). Zij is gemakkelijk te vervaardigen met de in België beschikbare materialen. De slagsonde heeft een gewicht van ongeveer 20 kg en de afmetingen ervan zijn zodanig dat ze eenmaal gedemonteerd, gemakkelijk door de twee personen die ermee werken op de bouwplaats vervoerd en in de bagage-koffer van een auto opgeborgen kan worden.

De slagsonde is een stevig, licht apparaat dat weinig plaats inneemt en niet duur uitvalt. Het is een meetapparaat dat van nut kan zijn op alle wegenbouwplaatsen. Het gebruiksgebied ervan is evenwel, zoals voor alle lichte slagsondes, beperkt tot fijne niet steenhoudende grond.

De proef met de slagsonde (fig. 2) bestaat erin de punt van een stang in de grond te slaan door een heiblok van 10 kg, dat over de stang glijdt, herhaaldelijk op een aanbeeld, dat aan deze stang bevestigd is, vanop 50 cm hoogte te laten vallen.



Fig. 2. Essai à la sonde de battage C.B.R.

Photo C.R.B. S/1043

Fig. 2. Proef met de O.C.W.-slagsonde.

Foto O.C.W. S/1043

H. L. BECKER S.A.-N.V.

220, Rue Masui straat

1000 BRUXELLES - BRUSSEL

Tél. 02-215.16.30-2413297

On compte le nombre (N) de coups nécessaires à un enfoncement (b) voisin de 10 cm, mesuré au millimètre près au moyen d'une latte télescopique de mesure. On en déduit la valeur moyenne (x) de l'enfoncement par coup dans cette couche de sol ($x = b/N$).

Les résultats sont utilement représentés sur un diagramme de battage dont la figure 3 donne un exemple. La durée d'un essai à la sonde de battage allant

Men telt het aantal (N) slagen nodig voor een indringing (b) van ongeveer 10 cm, gemeten op 1 mm na door middel van een verschuifbare meetlat. Daaruit berekent men de gemiddelde indringingswaarde (x) per slag in de betrokken grondlaag ($x = b/N$).

De resultaten worden nuttig voorgesteld in een heidiagram waarvan in figure 3 een voorbeeld wordt gegeven.

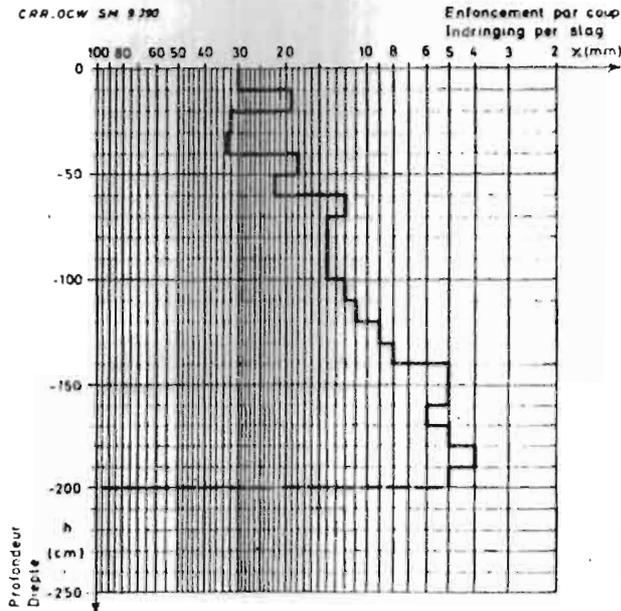


Fig. 3 -- Exemple de diagramme de battage.

Fig. 3. — Voorbeeld van een heidiagram.

jusqu'à une profondeur d'environ 2 mètres est de l'ordre de 15 minutes; le dépouillement d'un tel essai demande moins de 10 minutes.

Een proef met de slagsonde tot een diepte van ongeveer 2 m kan in 15 min uitgevoerd worden. Om de resultaten van de proef te verwerken zijn minder dan 10 min vereist.

- relation entre la pénétration de la sonde et l'indice C.B.R.

$$\log C.B.R. = -1,31 \log x + 2,58$$

ÉQUIVALENT EN SABLE

1/3

2.4 PROPRIÉTÉ

Les impuretés telles que charbon, scories, gypse, mica, bouts de bois, feuilles mortes etc. sont absolument proscrites dans les granulats pour bétons de qualité.

La norme P 18-301 prescrit que dans les granulats le pourcentage de vase, limon, argile et matières solubles susceptibles d'être éliminées par le lavage et décantations successives, ne doit pas excéder 5%. C'est à notre avis beaucoup trop élevé. Nous sommes partisans d'un ne pas dépasser 2% dans les granulats pour béton de qualité.

Pour les graviers il convient d'éviter surtout la présence de gangue argileuse ou de poussières ce qui risque de compromettre l'adhérence du mortier sur les graviers.

L'essai de propreté est très simple; on prend, dans un récipient, une certaine quantité de matériau, non lavé par la suite, on le dessèche et on le pèse: soit $P_1 = 2525$ grammes par exemple; puis on le lave à grande eau, dans le même récipient (en frottant les cailloux les uns contre les autres), les impuretés sont éliminées par trap-plein d'eau, on arrête lorsqu'il n'y a plus d'eau, on égoutte, on dessèche à nouveau et on pèse par exemple: $P_2 = 2480$ grammes, la masse des impuretés est donc:

$$p = P_1 - P_2 = 2525 - 2480 = 45 \text{ grammes}$$

soit un pourcentage de :

$$\frac{p}{P_2} = \frac{45}{2480} = 0,018 = 1,8 \%$$

Pour les sables, la propreté peut se contrôler comme pour les graviers, mais de préférence par l'essai dit « Équivalent en sable » (E.S.).

On agite une certaine quantité de sable dans une solution visqueuse (1) (l'opération se fait suivant un processus très exact, décrit dans la norme

(1) Cette solution contient 111 g de chlorure de calcium dans 480 g de glycérine et 12 g de formaldéhyde pour 40 l d'eau.

NF P 08-501); puis on laisse reposer: la hauteur h_2 de sable visible étant h_2 et h_1 celle de la hauteur totale y compris le flocculat (mesuré en suspension), l'équivalent en sable est :

$$E.S. = 100 \frac{h_1}{h_2}$$

La hauteur du dépôt de sable h_2 peut se mesurer à l'aide d'un piston lesté que l'on dépose doucement sur le sable après avoir mesuré la hauteur h_1 du flocculat. Mais dans le cas des sables à béton relativement assez propre, la limite flocculat-sable se repère toujours facilement. On se contente d'une lecture à vue pour h_1 comme pour h_2 .

Théoriquement les limites extrêmes des valeurs de l'E.S. seraient :

- pour le sable pur (pas de flocculat) $h_1 = h_2$ E.S. = 100.
- pour l'argile pure (pas de dépôt de sable) $h_2 = 0$ E.S. = 0.

A notre avis, la valeur optimale de l'équivalent en sable (mesuré à vue sans l'aide d'un piston) est comprise entre 70 et 80 dans le cas des sables silico-calcaires tout au moins (bibliographie 7).

On pourra se référer aux valeurs indiquées dans le tableau IV ci-dessous :

TABLEAU IV
Valeurs préconisées pour l'équivalent de sable E.S.
(paragraphe 2,4 du chapitre I).

ES à vue	E piston	Nature et qualité du sable
$ES < 65$	$E \leq 60$	Sable argileux : risque de retrait ou de gonflement à rejeter pour les bétons de qualité.
$65 \leq ES < 75$	$60 \leq E \leq 70$	Sable légèrement argileux de propriété admissible pour bétons de qualité courante quand on ne craint pas particulièrement le retrait.
$75 \leq ES < 85$	$70 \leq E \leq 80$	Sable propre à faible pourcentage de fines argileuses convenant parfaitement pour les bétons de toute qualité (valeur optimale ES piston = 75 ; ES à vue = 80).
$ES \geq 85$	$E \geq 80$	Sable très propre : l'absence presque totale de fines argileuses ne risque d'entraîner ni défaut de plasticité du béton qu'il faudra rattraper par une augmentation du dosage en eau.

Le C.P.C. (fascicule 65) du Ministère de l'Équipement préconise les valeurs suivantes :

Qualité du béton	ES à vue minimum
Béton courant	70
Béton courant de résistance relativement élevée, béton de qualité	75
Béton de qualité à haute résistance, béton exceptionnel	80

Exemples : On voit sur la figure 6 la mesure de l'équivalent de sable pour 3 sables différents :

— Pour le sable n° 1 on a : $h_1 = 7,3 \text{ cm}$; $h_2 = 7,8 \text{ cm}$,
d'où

$$ES = 100 \frac{7,3}{7,8} = 93$$

Le sable est donc très propre et ne contient que très peu de fines, il est préférable de ne l'employer qu'avec des dosages en ciment assez élevés ($C \geq 350 \text{ kg/m}^3$).

3/3

Légende

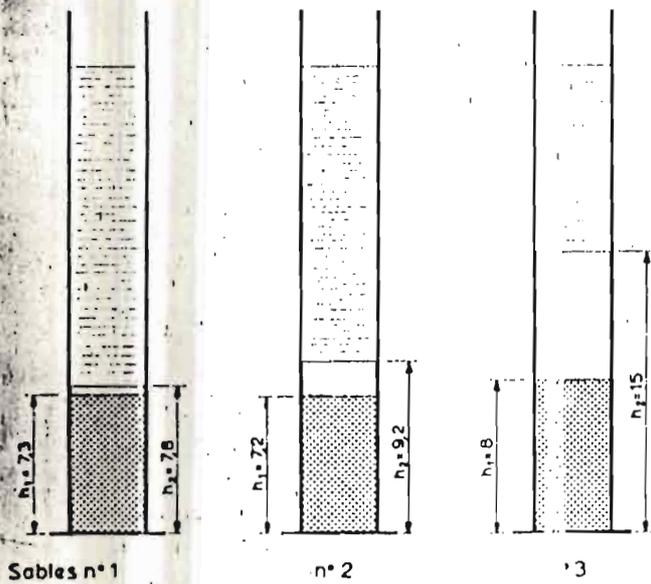



Fig. 7. — Mesure de l'équivalent de sable ES pour trois sables différents quant à la propreté.

- Sable 1 ES = 92 ;
- Sable 2 ES = 78 ;
- Sable 3 ES = 53.

— Pour le sable n° 2 on a : $h_1 = 7,2$ et $h_2 = 9,2$ cm,

d'où

$$ES = 100 \frac{7,2}{9,2} = 78.$$

Le sable est un bon sable à béton.

— Pour le sable n° 3 on a : $h_1 = 8$ et $h_2 = 15$ cm,

d'où

$$ES = 100 \frac{8}{15} = 53.$$

Le sable est impropre à la fabrication d'un bon béton.

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT

COMPTE RENDU ANALYTIQUE JOURNALIER C.A.O.

DGER - D.E.D. - B.P.P.

DATE

PROJET	Région		Piste		BRIGADE	Total
	Mise en service	latérite	à	Finition		
TRACÉS						
	Débroussement	Préparation	Carrière	Rechargement	Finition	Divers
	plate-forme	rechargement	à m ³	m ³	unité	
Quantité	m ³	m ³	m ³	m ³		
Chargeuse						
Niveleuse						
Niveleuse						
Camion citerne						
Camion citerne						
Auto compacteur						
E Compactage						
Bulldozer						
Camion benne						
Camion benne						
Camion benne						
Camion benne						
Camion benne						
Camion benne						
Taux coûts matériel						

Personnel	Dérou- ssement Plate- forme	Prépar- ation AV. re- charg.	Carr- rière	Rechar- gement	Finis- tion	CA	Divers	Totaux
Heure de départ								
heure d'arrivée								
$\frac{x}{2}$ Carrière Coût								
$\frac{x}{2}$ Manoeuvres Coûts								
Coût total pers- onnel								
Désig- nation								
Coût								

COUTS UNITAIRES JOURNALIERS

TACHES	Dérou- ssement Plate- forme	Prépar- ation AV. re- charg.	Carr- rière	Rechar- gement	Finis- tion	CA	Divers	Totaux
Coût total								
1 + 11 + 111								
Quantité réalisée								
Coût Unitaire								

OBSERVATIONS

Ministère de l'Équipement

D.P. ~ A.E.R. / B.D.D.

Compte rendu Analytique
Journalier.

Date

Div.

Div. 8

CA 03
BOIOM

Code Tache 1	Planches composées des Taches	Quant à N.°s	N.°s Types	Matériel		Personnel		Coût Total B.N.
				Quant	Coût	Unitaire	Produit	

Matériel

Personnel

Ministère de l'Équipement
 C.T.R. ~ B.P.P.

Compte - rendu analytique hebdomadaire
 Semaine de

CAO

Unité d'activation

Tâche	Reproduction	Frais mécaniques	Frais matériels	Imitation DA	R.A.T.	Divers	Totaux
Matériel	30			23	24	89	
Personnel							
Total	30			23	24	89	
Quantités							
Coûts unitaires							

Observations.

B.C.J.O.M. Novembre 77

Preuve par le responsable soussigné.

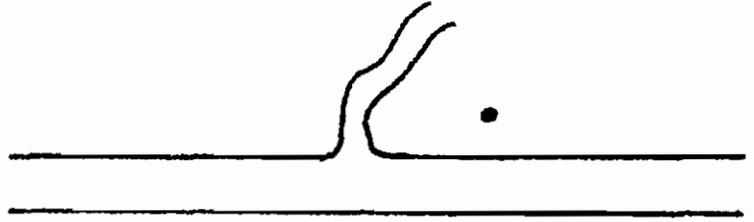
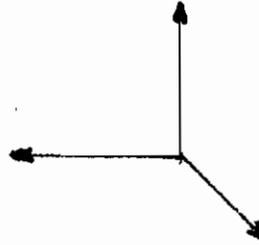
PLAN DE SITUATION

ECHELLE

LEGENDE

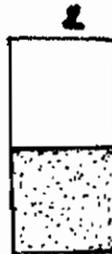
- Puits négatifs
- Puits positifs

ORIENTATION



ROUTE

COUPES DES SONDAGES



... etc ...

LEGENDE

- échantillon prélevé et analysé
- % F = pourcentage de fines
- IP = Indice de plasticité
- W = Teneur en eau in situ

PROJET

P.k

N^o

P.k

GITES EP découverte

E.P exploitable

cube m³

PLATEFORME

DIAGRAMME
D'EXPLOITATION

DISTANCES MAXIM

% FINES

IP

% PM

W% OPM

W% "IN SITU"

CARACTERISTIQUES
GEO TECHNIQUES

CBR
admissible

CLASSIFICATION

OBS

