

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

DEPARTEMENT : GENIE - CIVIL

PROJET

DE

FIN D'ETUDES

GC.0386

TITRE : ETUDE ECONOMIQUE DU  
PROJET DE BITUMAGE DE  
LA ROUTE THIES - SINDIA

AUTEUR : MOUHAMADOU SAKHIR NIASS

DIRECTEUR : M. ROBERT MONTULET

ANNEE : 1983

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier :

Mr. Robert MONTILLET : Ingénieur à la D.E.P.

dont l'ingéniosité, la bienfaisance et la bienveillance ont conduit à l'élaboration de ce document.

Mr. André PARTS : Professeur à l'E.P.T.

Mr. Mbaye DIAGNE : Chef de l'Arrondissement des T.P.  
de Thiès.

dont la disponibilité et les recommandations nous ont permis de contourner les difficultés rencontrées.

Mr. Mamadou NIASS : Technicien Supérieur au  
Service d'Agriculture de MBOUR  
pour sa franche collaboration

Madame Clotilde BARROS : Secrétaire

pour le soin apporté à la mise en forme de ce document.

Nous ne saurions terminer sans y associer nos camarades élèves ingénieurs qui ont fait prévaloir l'esprit de solidarité et de fraternité à travers nos activités à l'E.P.T.

## SOMMAIRE

Dans ce document on montrera que parmi les méthodes d'évaluation économique des projets, la méthode des effets est celle qui prendrait mieux en compte les intérêts qu'une collectivité peut tirer de la réalisation d'un projet. Mais elle est confrontée à des difficultés liées à des insuffisances de données statistiques de base surtout dans les pays sous-développés.

Les calculs économiques ont montré que le projet de bitumage de la route Thiès - Sindia est rentable. Le taux de rentabilité interne est de 32,5 %, le taux de rentabilité immédiate de 29,18 %. La date optimale de mise en service est l'année 1985.

Après une analyse de sensibilité on a noté que :

- une hausse de 20 % sur les investissements faisait tomber le taux de rentabilité interne à 27 % et le taux de rentabilité immédiate à 24,2 %.
- une hausse de 20 % sur les avantages amenait le taux de rentabilité interne à 37 % et le taux de rentabilité immédiate à 35 %.

Dans ces deux hypothèses, la date optimale est l'année 1985.

- TABLE DES MATIERES -  
-----

	Pages
INTRODUCTION - BUT DU PROJET	1
<u>PREMIERE PARTIE</u>	
METHODES D'EVALUATION DE PROJETS ROUTIERS.....	4
CHAPITRE 1 : GENERALITES.....	5
1.1. <i>Portée des méthodes d'évaluation</i> .....	5
1.2 Types de trafic.....	6
1.2.1 Trafic normal.....	6
1.2.2. Trafic dérivé.....	6
1.2.3. Trafic généré.....	6
1.2.4. Trafic induit.....	6
1.2.5. Trafic total.....	6
CHAPITRE 2 : METHODES D'EVALUATION DES PROJETS ROUTIERS...	7
2.1 GENERALITES.....	
2.2. Méthodes classiques.....	7
2.2.1. Approche par la demande de transport.....	7
2.2.2. Approche par le surplus au producteur.....	9
2.2.2.1. Routes de la première catégorie.....	9
2.2.2.2. Routes de la deuxième catégorie.....	11
2.2.3. Critères d'évaluation économique des projets	13
2.2.3.1. Taux d'actualisation.....	13
2.2.3.2. Bilan actualisé.....	13
2.2.3.3. Taux de rentabilité interne.....	14
2.2.3.4. Rapport avantages-coûts.....	14
2.2.3.5. Taux de rentabilité immédiate.....	15
2.2.3.6. Date optimale de mise en service.....	15
2.2.4. Test de sensibilité.....	15
2.2.5. Conclusion.....	16
2.3. METHODE DES EFFETS.....	16
2.3.1. GENERALITES.....	16

2.3.2. Analyse des effets.....	17
2.3.2.1. Effets primaires.....	17
2.3.2.2. Effets secondaires.....	18
2.3.3. Mesure des effets.....	19
2.3.3.1. Effets primaires.....	19
2.3.3.2. Effets secondaires.....	19
2.3.4. Conclusion.....	20

## DEUXIEME PARTIE

ETUDE ECONOMIQUE DU PROJET DE BITUMAGE DE LA ROUTE THIES-SINDIA.....	21
CHAPITRE 1. DESCRIPTION SOMMAIRE DU CONTEXTE.....	22
1.1. Situation de la route dans la classification routière Sénégalaise.....	22
1.2. Zone d'influence de la route.....	22
CHAPITRE 2. ETUDE DU TRAFIC.....	25
2.1. GENERALITES.....	25
2.2. Trafic normal.....	25
2.3. Trafic total.....	27
2.3.1. Méthodologie de prévision de trafic.....	27
2.3.2. Prévisions de trafic-voyageurs.....	30
2.3.3. Prévisions de trafic marchandises.....	32
2.4. Trafic dérivé.....	35
2.5. Projection de trafic.....	36
CHAPITRE 3. DESCRIPTION ET EVALUATION DES AMENAGEMENTS.....	38
3.1. SITUATION ACTUELLE.....	38
3.2. Tracé en plan.....	39
3.3. Profil en long.....	39
3.4. Profil en travers.....	39
3.5. Drainage.....	40
3.6. Etudes géotechniques.....	41
3.7. Estimation des coûts des investissements.....	43
3.8. Evaluation des coûts d'entretien de la route.....	44

3.8.1. GENERALITES.....	44
3.8.2. Détermination des coûts d'entretien.....	45
CHAPITRE 4 : COÛTS D'EXPLOITATION DES VEHICULES.....	50
4.1. GENERALITES.....	50
4.2. Etablissement des coûts kilométriques.....	50
4.2.1. Les coûts proportionnels au kilomètre parcours.....	51
4.2.2. Les coûts fixes.....	51
CHAPITRE 5 : ETUDE ECONOMIQUE.....	57
5.1. Méthodologie.....	57
5.2. Calcul des avantages.....	57
5.3. Critères de choix.....	61
5.3.1. Bilan actualisé.....	61
5.3.2. Taux de rentabilité interne.....	61
5.3.3. Taux de rentabilité immédiate.....	61
5.3.4. Date optimale de mise en service.....	61
5.4. Test de sensibilité.....	62
CHAPITRE 6 : PLANNING DE CONCEPTION ET DE REALISATION....	64
6.1. Planning de soumission.....	64
6.2. Planning de réalisation.....	65
6.3. Planning d'exécution de chantier.....	65
6.4. Modèle de planning.....	66
-----	
CONCLUSION.....	68
DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS.....	69
BIBLIOGRAPHIE.....	71
A N N E X E S	
ANNEXE I : Prévision de trafic.....	
ANNEXE II : Evolution globale des prix des travaux routiers	

INTRODUCTION

## INTRODUCTION-DU PROJET

Il a toujours été remarqué que la réalisation ou l'amélioration des infrastructures de transport est un facteur très influent de développement économique. L'effet le plus frappant est l'accroissement du parc automobile qui est rendu possible :

- soit parce que les coûts de transport diminuent avec l'amélioration du réseau et incitent la population à effectuer des déplacements qu'elle jugeait coûteux.
- soit parce que certains moyens de transport antérieurs (transports rudimentaires) se convertissent en transport automobile.
- soit parce que des produits qui précédemment se transportaient difficilement le deviennent économiquement, c'est le cas des routes pour désenclaver les zones isolées du reste du pays ou de la région.

L'expansion du transport peut aussi se résumer comme étant la manifestation d'éléments de production qu'il faut analyser par la mobilisation de nouvelles richesses et dans la pénétration plus efficace de l'action de la puissance publique.

Car en fait, la mobilisation de nouvelles richesses est l'effet des coûts de transport en baisse ou de la création de nouveaux axes de transport. En effet une zone de production isolée des autres centres économiques a tendance à produire pour elle-même et la forme de vie est l'économie de subsistance. L'ouverture de nouveaux axes de transport ou leur amélioration permettra alors des échanges plus développés entre les différentes régions et d'inciter la population à se spécialiser dans des domaines de l'économie en fonction du milieu naturel et de produire donc plus qu'il ne faut pour assurer sa subsistance.



Les facilités de transport permettent aussi une action publique plus en profondeur :

- dans le domaine sanitaire, la création d'hôpitaux et d'infirmières qui ne peut se concevoir sans un rattachement au reste du pays, sera rendue possible
- Il en est de même dans le domaine culturel, où la création d'écoles rurales est rendue possible dès que les villages sont rattachés au reste du pays
- la protection de la puissance publique devient plus efficace (services de la lutte contre l'incendie, l'armée, la police... etc).

Donc les investissements routiers sont générateurs d'effets dont les conséquences profondes sur l'évolution de la nation peuvent encore être plus développées et la question qui se pose est de savoir si l'ampleur de ces effets est chiffrable. La complexité des effets qui peuvent être directs ou indirects peut conduire au doute. Mais si l'on voit l'importance de l'investissement en jeu ou celle des activités qui en découlent directement, le besoin de mesurer les conséquences d'une quelconque action dans le domaine de l'Aménagement routier ne peut ne pas nous emporter.

L'importance des chiffres ne peut laisser indifférentes les autorités (gouvernements, économistes, ingénieurs, ... etc) directement impliquées dans l'impact des opérations routières sur le développement national.

Il s'agit de voir si tel ou tel aménagement est économiquement justifié et dans quelle mesure les conséquences économiques de ce programme seraient-elles aussi bénéfiques que pourraient l'être d'autres investissements dans d'autres secteurs publics, et si les caractéristi-

ques d'un projet déterminé sont adoptées, au moins économiquement parlant, aux besoins du pays.

Le but de ce projet consiste à exposer quelques méthodes d'évaluation des projets et mettre en relief les difficultés que l'on rencontre quand on les met en œuvre dans le contexte socio-économique du Sénégal à partir d'une application pratique.

Le corps du projet comprend deux parties :

- première partie : méthodes d'évaluation des projets
- deuxième partie : étude économique du bitumage de la route

Thiès-Sindia.

ooo

PREMIÈRE PARTIE  
METHODES D'ÉVALUATION DES  
PROJETS ROUTIERS

## CHAPITRE 1 : GENERALITES

### 1.1. PORTEE DES METHODES D'ÉVALUATION

Le but des méthodes d'analyse est de mesurer les avantages que la réalisation et le fonctionnement d'un projet peuvent offrir à une collectivité.

Partant de là, les études économiques se heurtent à pas mal de problèmes dont le principal réside sur le fait que certaines conséquences sont difficilement monayables. Et ceci soit parce qu'elles présentent des intérêts publics non directement profitables aux individus, soit parce qu'elles sont dotées d'une valeur subjective variable d'un individu à l'autre (par exemple quelle valeur donner à la possibilité d'accès d'un médecin, à la possibilité de scolarisation, etc...).

D'autres effets, comme les avantages aux usagers, sont mesurables. Mais là aussi les études économiques se heurtent à des difficultés et on est obligé d'admettre que tous les critères d'évaluation comportent des imperfections et souvent de grandes lacunes. En résumé on peut dire sans équivoque qu'aucune méthode ne peut évaluer correctement les intérêts publics, sociaux, administratifs d'un aménagement routier et seul l'intérêt économique peut être approché. Mais il ne doit pas être l'élément ultime de décision. En effet, une décision guidée par un souci d'économie peut avoir des conséquences néfastes dans l'avenir.

Pour une application pratique des méthodes d'évaluation, il convient de définir les différents types de trafic sur lesquels repose essentiellement leur analyse.

## 1.2. TYPES DE TRAFICS

### 1.2.1. trafic normal

C'est le trafic qui existerait indépendamment de l'aménagement de la route ; du projet, en considérant que la route sans le projet restera carrossable.

### 1.2.2. TRAFIC DERIVE

Le trafic dérivable sur une route que l'on projette d'améliorer ou de réaliser est celui ayant même origine et destination et qui dans la situation "sans" projet emprunterait des itinéraires ou d'autres modes de transport concurrents.

### 1.2.3. TRAFIC GÉNÈRE

La réduction du coût de transport entraînée par la réalisation d'un projet routier peut provoquer une perturbation des activités économiques de la zone d'influence du projet. Le trafic qui résulte de cette transformation est dit généré.

Il faut noter aussi que la génération du trafic est due en partie au projet routier mais aussi aux investissements d'accompagnement qui permettent l'exploitation des richesses de la zone d'influence du projet.

### 1.2.4. LE TRAFIC INDUIT

Il se définit comme étant la somme du trafic généré et du trafic dérivé sur la route (ou sur un tronçon) à une date donnée.

### 1.2.5. TRAFIC TOTAL

Il comprend le trafic normal et le trafic induit sur un tronçon de la route à une date donnée.

## CHAPITRE 2 : METHODES D'EVALUATION DES PROJETS ROUTIERS

### 1.2. GENERALITES

Comme toute étude économique, le principe d'évaluation des projets routiers consiste à montrer combien ceux-ci contribuent à atteindre les objectifs fixés de développement. Il permettra en outre de classer tous les projets routiers par ordre d'urgence pour la réalisation.

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de projets dont on ne retiendra que deux : les méthodes classiques et la méthode des effets. Il en existe d'autres propres à chaque organisme d'études.

Mais quelque soit la méthode, l'évaluation consistera à mesurer l'intérêt que le projet rapportera en rapprochant systématiquement les avantages et les coûts rattachés à la réalisation et au fonctionnement du projet.

### 2.2. METHODES CLASSIQUES

Ces méthodes reposent sur la théorie néoclassique de l'équilibre général qui stipule que dans un marché de concurrence pure et parfaite, l'état d'équilibre atteint par l'économie est optimal lorsque chaque entreprise maximise son bénéfice. Dans un tel régime, le calcul financier de chaque entreprise à mettre en œuvre serait confondu avec le calcul de l'économie globale.

Les méthodes classiques ont deux approches : l'approche par la demande de transport et celle par le surplus au producteur.

#### 2.2.1. APPROCHE PAR LA DEMANDE DE TRANSPORT

Cette approche consiste à estimer les variations des revenus de

deux agents économiques : les usagers de la route et l'Etat. Le but principal est de mesurer la réduction des coûts de transport. Elle est d'un usage très simple car ne faisant intervenir que des facteurs faciles à connaître (trafic, coûts, ...etc). Elle est surtout adaptée aux pays développés. En effet, dans ces régions il existe déjà un réseau de transport assez important correspondant à un niveau d'activités assez élevé. Dans ces régions, la réalisation d'une route consiste à moderniser une liaison de transport plutôt que de transformer les activités économiques de la zone d'influence. En général le trafic normal est prépondérant comparé au trafic généré, et l'avantage aux usagers suffit pour justifier la réalisation de tels projets.

Mais il en est autrement dans les pays sous-développés où même des travaux visant à remplacer une piste par une route bitumée, si ils sont justifiés, peuvent bouleverser l'économie de la zone traversée. Dans ce cas les avantages aux usagers ne sont plus représentatifs comparés aux richesses mobilisées par suite de la nouvelle facilité car le trafic est initialement faible ou même inexistant.

Si on applique donc ce critère d'évaluation dans les pays sous-développés on aboutit généralement (pour les routes rurales qui en constituent l'essentiel à effectuer) à des avantages tellement faible que le projet envisagé ne peut être rentable. Poussée à l'extrême, la méthode de demande de transport conduit au paradoxe qui consiste à ne rien faire là où le trafic est faible ou inexistant. Alors que dans ces pays on compte sur la réalisation de ces routes pour promouvoir le développement économique. Car une zone, quelque soit sa richesse, ne peut être mise en valeur que s'il existe un moyen de transport permettant d'écouler les produits facilement vers les marchés ou lieux de consommation.

C'est pourquoi, dans les pays sous-développés, caractérisés par des routes en grande partie à faible trafic initial et par des zones enclavées du reste du pays, on est obligé d'élargir la méthode d'approche par la demande de transport de manière à mettre en relief l'ensemble des effets provoqués par la réalisation des projets routiers.

2.2.2. APPROCHE PAR LE SURPLUS AU PRODUCTEUR

Comme on vient de le mentionner, l'approche par la demande de transport ne convient pas dans les pays à économie faiblement développée. Parce que dans ces pays il existe une interdépendance qui unit le système de transport et de production en milieu rural. L'analyse doit donc porter sur les mécanismes par lesquels les économies réalisées sur les coûts de transport se manifestent sous forme d'une augmentation de la production et du revenu agricole.

Les projets de routes rurales seront divisés en deux catégories selon le niveau d'activités de la zone à desservir.

2.2.2.1. Routes de la première catégorie

Elles sont projetées dans des régions où le niveau d'activités économiques est déjà substantiel ou risque de le devenir à cause du développement rural en cours ou planifié. Dans ce cas, les avantages aux usagers constituent un indicateur fiable de la rentabilité du projet. Mais un projet n'est généralement pas programmé isolément et nécessite une intégration dans un plan de développement économique et social. La route est certes un facteur de développement mais elle ne saurait répondre efficacement à sa vocation que si elle est accompagnée par des actions parallèles dans son propre domaine ou dans d'autres domaines qui pourraient profiter de son fonctionnement.

Cela veut dire que l'approche par la demande de transport, même dans le



cas de ces routes de première catégorie, ne peut qu'être partiellement appliquée. Et si on veut prendre en compte l'impact du projet sur le développement économique d'une région, l'analyse doit être élargie aux considérations suivantes :

- comment les parties concernées par le projet (producteurs, consommateurs, Etat) vont se partager les économies de coûts réalisées suite la réalisation de la route,
- les investissements complémentaires qui pourraient éliminer certaines contraintes dans la zone d'influence de la route.
- la comptabilité du projet avec le plan régional de développement.

Pour fin d'illustration, les différents bénéfices réalisés après l'aménagement d'une route peuvent s'expliquer comme dans la figure suivante :

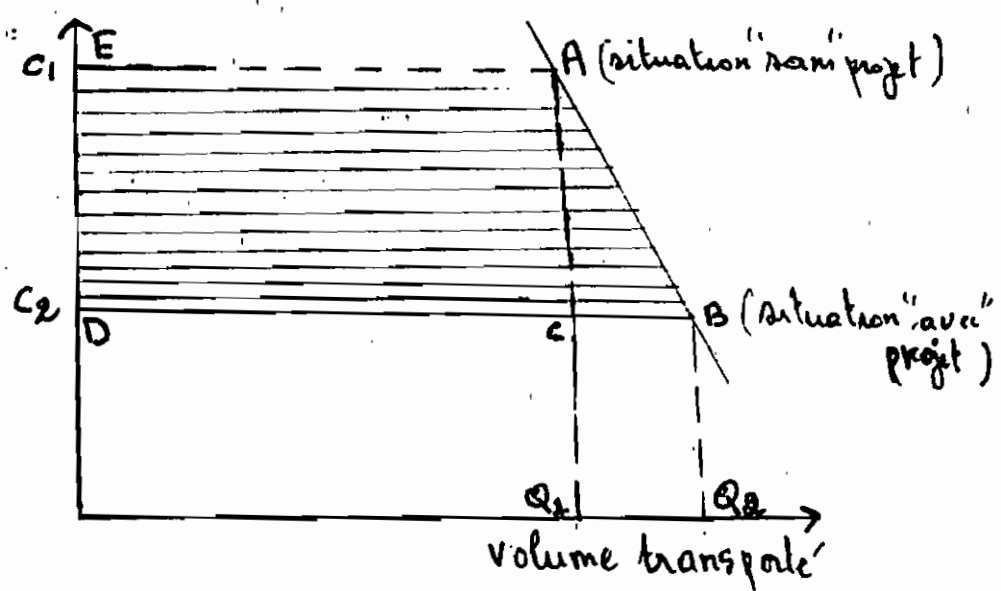


Figure I-1 FONCTION DE DEMANDE DE TRANSPORT

$C_1$  = Coût du transport avant la réalisation de la route

$C_2$  = Coût du transport après la réalisation de la route

$Q_1$  = Demande de transport avant la réalisation du projet

$Q_2$  = Demande de transport après la réalisation du projet.

Le bénéfice sur le trafic normal par suite de la baisse des coûts est

mesuré par le rectangle ACDE =  $Q_1 (C_1 - C_2)$

$$= B_0$$

le bénéfice sur le trafic induit (impact en faveur du développement)

est mesuré par l'aire du triangle ABC soit  $\frac{1}{2} (C_1 - C_2) (Q_2 - Q_1) = B_1$

On voit d'après la figure que  $B_1$  est si faible devant  $B_0$  que les avantages aux usagers semblent pouvoir justifier la réalisation ou la non réalisation du projet.

#### 2.2.2.2. Routes de la seconde catégorie

Les routes de la deuxième catégorie sont à trafic initial très faible, voire inexistant et sont projetées dans des zones peu actives. Et c'est le cas le plus fréquent dans les pays sous-développés. Dans ce cas les effets sur le développement revêtent une importance capitale et constituent le moyen de l'analyse.

Comme illustré à la figure suivante, le volume du trafic induit, qui dépend à la fois de la hausse du prix départ exploitation (ce prix étant défini comme les prix perçus par les agriculteurs pour les produits vendus sur le marché) et de l'impact sur les prix des facteurs de production agricole et l'investissement complémentaire, est largement supérieur au trafic normal. La courbe de demande de transport illustre donc les conditions agricoles sous-jacentes, et c'est là une raison suffisante de prévoir avec exactitude l'augmentation de la demande de transport en tenant compte d'abord des changements radicaux des activités de la zone d'influence.

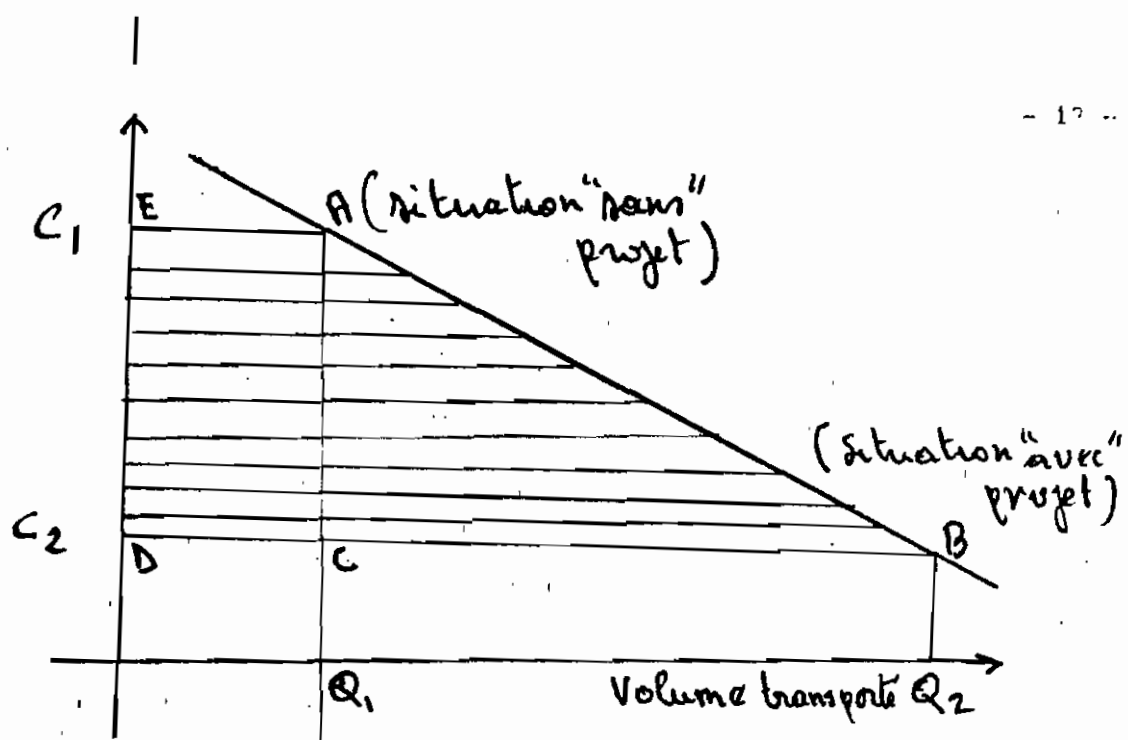


Figure I - 2 FONCTION DE DEMANDE DE TRANSPORT

C1 = Coût du transport dans la situation sans projet

C2 = Coût du transport dans la situation avec projet

Q1 = Volume du transport dans la situation sans projet

Q2 = Volume du transport dans la situation avec projet

Bénéfice sur le trafic normal = BO = Q1 (C1 - C2)

Bénéfice sur le trafic induit : BI =  $\frac{1}{2}$  (Q2 - Q1) (C1 - C2)

BI peut être si grand par rapport à BO que le fait de programmer les routes en pays sous-développés sur la base des avantages aux usagers de la route portera un biais systématique qui conduira à privilégier indûment les améliorations marginales d'axes existants à fort trafic au développement des routes à faible trafic initial, qui sont pourtant de véritables routes de développement.

L'hypothèse fondamentale qui sous-tend l'approche par le surplus au producteur est que les économies réalisées sur les coûts de transport après la réalisation du projet sont entièrement transférées aux fermiers sous la forme d'une augmentation du prix départ-exploitation. Les prix sur le marché des produits agricoles seront ainsi maintenus

constants dans les situations "Sans" et "Avec" projet.

### 2.2.3. CRITERES D'EVALUATION ECONOMIQUE DES PROJETS

#### 2.2.3.1. Taux d'actualisation

Les avantages auxquels conduisent les études économiques interviennent à des dates différentes et on peut avoir à les additionner. Il n'est pas juste d'attribuer la même valeur à deux effets numériquement égaux mais non simultanés. Cela veut donc dire que pour un agent économique donné, il n'est pas équivalent de gagner (ou de dépenser) 1 F tout de suite ou 1 Franc (F) après n années. On peut donc dire qu'il y a indifférence de dépenser (ou de gagner) 1 Franc tout de suite ou  $(1 + A)^n$  Francs après n années. A est le coefficient d'actualisation. Transposé sur le plan de la collectivité, une valeur élevée de A dénotera le désir d'obtenir des effets immédiats sans se préoccuper trop des conséquences sur les générations futures et une valeur faible de A dénotera la vocation qu'à la collectivité de travailler pour l'avenir.

#### 2.2.3.2. Bilan actualisé (BO)

Le bilan actualisé est la somme des avantages nets intervenants aux différentes dates (année) du projet et évaluée en monnaie constante après les avoir actualisés à une certaine date de référence.

Si cette date correspond à l'année zéro de l'investissement.

$$\bar{BO} = \sum_{t=0}^n \frac{At}{(1+a)^t}$$

Si on fait sortir l'investissement I alors

$$\bar{BO} = -I + \sum_{t=1}^n \frac{At}{(1+a)^t}$$

n = durée du projet en années

At = avantage à l'année t évalué en monnaie constante

a = coefficient d'actualisation

Si  $\bar{BO} > 0$  ; le projet est rentable

Si  $\bar{BO} < 0$  ; le projet n'est pas rentable.

2.2.3.3. Taux de rentabilité interne

Si on prend le taux d'actualisation  $d$  comme paramètre, le taux de rentabilité interne est la valeur de  $d$  qui annule le bilan actualisé

$$\bar{B}_0. d \text{ est donc solution de } I - \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+d)^t} = 0$$

Si  $A$  est le taux d'actualisation de la collectivité on a que :

- si  $d > a$  et  $\bar{B}_0 > 0$ , l'opération est rentable
- si  $d < a$  et  $\bar{B}_0 < 0$ , l'opération n'est pas rentable.

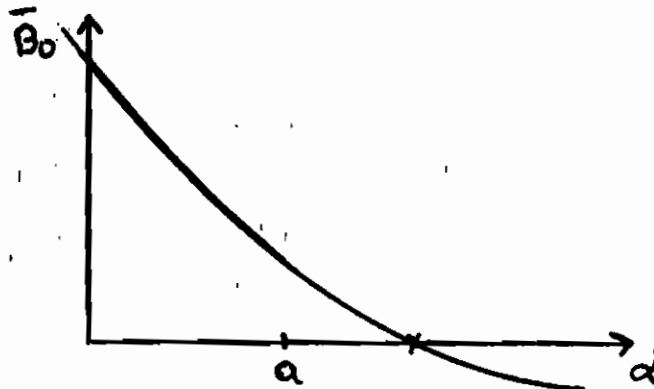


Figure I.3 Variation de  $B_0$  en fonction de  $d$ .

L'indication du taux de rentabilité interne doit être accompagnée de l'année de mise en service (parce que c'est d'elle qu'il dépend aussi bien que  $\bar{B}_0$ ).

2.2.3.4. Rapport avantages-Coûts

C'est le rapport des avantages nets après mise en service de l'opération et des investissements initiaux (les avantages et les investissements étant actualisés à la même date).

$$B/C = \sum_{t=m+1}^n \frac{A_t}{(1+a)^t} / \sum_{t=0}^m \frac{I_t}{(1+a)^t}$$

B = avantages

C = coûts des investissements initiaux

$A_t$  = avantage à l'année  $t$ .

$I_t$  = coût de l'investissement initial à l'année  $t$ .

$n$  = dernière année de projection.

$m$  = année de mise en service.

Il mesure donc les avantages que l'on escompte tirer du projet par unité monétaire investie.

#### 2.2.3.5: Taux de rentabilité immédiate

Il est défini par le quotient de l'avantage relatif à la première année de mise en service, soit  $A_1$ , par le montant de l'investissement  $I$  du projet.

$$r = \frac{A_1}{I}$$

Pour un taux d'actualisation connu, le taux de rentabilité immédiate permet de juger approximativement de la rentabilité du projet, s'il est assuré que les avantages futurs vont en croissant. Mais il demeure insuffisant comme critère de choix ou de décision d'investissement.

#### 2.2.3.6. Date optimale de mise en service

Elle se définit comme la première année à partir de laquelle le taux de rentabilité immédiate devient supérieur au taux d'actualisation. C'est donc la date où on peut réaliser l'opération (économiquement justifiée) avec un bilan actualisé optimal.

#### 2.2.4. TEST DE SENSIBILITE

Dans un calcul économique on ne prend en compte que les facteurs monayables et ceux-ci sont rarement jugés à leur juste valeur. Cette incertitude peut affecter le calcul économique.

C'est la raison pour laquelle il est nécessaire de voir jusqu'à quel point les résultats obtenus des calculs économiques sont sensibles aux

fluctuations des données économiques de base.

#### 2.2.5. CONCLUSION

Les méthodes classiques, avec leur deux approches, conduisent à des divergences entre la théorie et la réalité, donc à la mise en cause même du modèle théorique qui les régit. En effet :

- les imperfections du marché font que le système des prix même ne correspond pas à celui de la libre concurrence.
- Ces méthodes font fi de l'existence de certains biens ne faisant pas l'objet d'échanges marchands.
- il ne serait pas aussi satisfaisant d'étudier un problème qui concerne toute une collectivité, donc de décision publique, sans mettre en relief l'instance publique, l'Etat.
- il ne serait pas aussi satisfaisant de se référer à un modèle d'équilibre général dans les pays en voie de développement caractérisés par un sous-emploi chronique, un déficit de la balance des paiements et une disparité notoire dans la distribution des revenus.

C'est pour rectifier ces insuffisances qu'une autre forme d'analyse a été développée : la méthode des effets sur le Revenu National.

### 2.3. LA MÉTHODE DES EFFETS

#### 2.3.1. GENERALITES

Comme on vient de le souligner, la réalisation du développement économique dans les pays sous-développés ne sauraient être soumise aux vicissitudes de l'économie de marché. Elle nécessite au contraire, un effort élaboré, coordonné et correctement orienté.

La méthode des effets, à l'inverse des méthodes classiques, ne fait pas de référence à la théorie de la concurrence pure et parfaite. Elle fon-

de l'instance publique surtout par les procédures de planification qui sont mises en oeuvre.

La méthode consiste essentiellement :

- à simuler l'insertion du projet dans l'économie nationale.
- à faire une comparaison exhaustive entre les deux situations "sans" et "avec" projet,
- à rassembler et confronter les différents effets afin d'apprécier l'intérêt du projet pour la collectivité.

#### 2.3.2. ANALYSE DES EFFETS

La réalisation et le fonctionnement d'un projet engendrent des propagations de perturbations affectant la balance commerciale, l'appareil de production national, la balance des paiements, l'emploi, les prix intérieurs, la structure d'échanges, les rapports sociaux, ...etc. Dans l'analyse des effets on limite le champ des perturbations à trois grands flux :

- les consommations intermédiaires des biens et services
- la distribution de la valeur ajoutée entre les divers agents économiques
- l'utilisation des revenus nouvellement créés par les agents.

Les effets engendrés par la réalisation d'un projet peuvent être classés en effets primaires et effets secondaires.

##### 2.3.2.1. Effets primaires

L'accroissement d'une unité de production locale correspondant à des demandes accrues de consommations intermédiaires locales est elle-même source d'utilisation de nouvelles consommations intermédiaires et de distribution de nouvelles valeurs ajoutées.

Si on ne tient pas compte de la propagation dans l'économie nationale



des valeurs ajoutées pour analyser les conséquences d'accroissement des demandes de consommations intermédiaires, on aboutit :

- à une ventilation de ces demandes en :
  - . importations nouvelles (ou diminution d'exportateurs)
  - . productions locales nouvelles
- et à des investissements complémentaires éventuels.

Ces nouvelles productions locales s'analysent elles-même en utilisation de consommations intermédiaires nouvelles et en distribution de nouvelles valeurs ajoutées.

Ce processus d'entraînement d'effets, poursuivi jusqu'à ce qu'il n'apparaisse plus de demandes nouvelles de consommations intermédiaires donnant lieu à un accroissement de la production locale, met en évidence les effets primaires du projet.

Il conduit à une ventilation de toutes les perturbations prises en compte en :

- importations nouvelles
- valeurs ajoutées nouvelles

et à la détermination d'investissements complémentaires éventuels.

Les effets primaires englobent les effets directs et indirects correspondant à l'ensemble des accroissements de productions locales que la réalisation et le fonctionnement du projet entraînent.

#### 2.3.2.2. Effets secondaires

Si maintenant on tient compte de la propagation dans l'économie nationale de la perturbation engendrée par les dépenses de nouveaux revenus créés par catégorie d'agents, on montre les effets secondaires. C'est-à-dire les effets liés à l'activité économique nouvelle née de l'utilisation faite par les divers agents de la valeur ajoutée qu'ils re-

çoivent.

### 2.3.3. MESURE DES EFFETS

#### 2.3.3.1. Effets primaires

Les effets primaires sont estimés en comparant année après année les deux situations "sans" et "avec" projet. De cette comparaison on déduit les effets primaires nets indiqués par la valeur ajoutée supplémentaire.

Pour le trafic normal et dérivé, l'avantage global est égal :

- à la diminution d'importations incluses (importations directes plus importantes indirectes) dans les prix du transport (réduction de la consommation de carburant, de pièces détachées, etc...)
- ou encore de la valeur ajoutée supplémentaire, somme des revenus des agents nationaux et des revenus supplémentaires de l'usager.

Pour le trafic engendré, l'avantage de la grappe de projets liés (projets routiers et projets de développement) est égal à la valeur ajoutée supplémentaire des productions nouvelles ou encore au gain en devises résultant de la diminution des importations ou de l'augmentation des exportations.

#### 2.3.3.2. Effets secondaires

Les effets secondaires seront mesurés en considérant les revenus versés aux différentes catégories de ménages. Il faut donc, pour ce faire, connaître les structures de dépenses des revenus de chacun de ces ménages, donc des coefficients budgétaires tels que :

- les taux d'épargne
- les taux d'impositions directes
- le taux de transfert à l'étranger.
- la demande de consommation en produits locaux et importés.

Pour les précisions cherchées, seuls les effets primaires suf-

fisent pour apprécier l'intérêt que la nation peut tirer du projet.

#### 2.3.4. CONCLUSION

A la différence des méthodes traditionnelles, la méthode des effets, par son système d'analyse, permet de comparer des projets entre secteurs différents. La méthode s'intègre alors dans une procédure de planification visant la réalisation rationnelle des projets. Elle permet de montrer clairement aux autorités politiques les répercussions économiques du projet sur l'emploi, la balance commerciale, les variations de revenus de tous les agents économiques et les charges financières que l'Etat aura à supporter.

Mais la méthode, bien qu'étant celle qui prend mieux en compte les intérêts de la collectivité, se heurte à des difficultés. Et surtout dans les pays sous-développés où les statistiques font défaut et où on note la co-existence du libéralisme et du dirigisme. Mais le développement des enquêtes, des études sectorielles ou locales, la coordination plus précise des différents secteurs du plan national doivent permettre de surmonter ces difficultés.

Mais ces difficultés, si elles sont mises en lumière par la méthode des effets alors que les méthodes classiques les masquent, ne sont pas inhérentes en elle. "L'essentiel est qu'on tende à les aplanir pour que puisse s'instaurer un véritable processus de développement".

DEUXIÈME PARTIE  
ETUDE ECONOMIQUE  
DU PROJET DE BITUMAGE DE LA  
ROUTE TRIES-SINDY

## CHAPITRE 1 : DESCRIPTION GÉNÉRALE DU CONTEXTE

### 1.1. SITUATION DE LA ROUTE DANS LA CLASSIFICATION ROUTIÈRE SÉNÉGALAISE

Les routes au Sénégal sont divisées en quatre catégories :

- les routes nationales (N) qui relient les capitales régionales ou assurent les liaisons interzonales. Elles sont numérotées de 1 à 8.
- les routes régionales (R) qui relient les chefs-lieux de département ou assurent les liaisons interrégionales. La lettre R est suivie d'un numéro de deux chiffres, le premier indique la région et le second est un numéro d'ordre de 0 à 9.
- les routes départementales (D) qui relient les chefs-lieux de département et permettent d'écouler les productions locales. La lettre D est suivie d'un numéro de trois chiffres ; le premier indique la région, les deux autres, un numéro d'ordre de 00 à 99.
- les routes répertoriées (P) qui relient des centres relativement importants au réseau classé. Le système de numérotation est identique à celui des routes départementales.

La route Thiès Sindia est un tronçon de la route départementale D701 reliant Mbour à la ville de Thiès. La longueur de ce tronçon est de 26,5 Km.

### 1.2. ZONE D'INFLUENCE DE LA ROUTE

Le tronçon de la D701 qui constitue notre étude, traverse une zone très latéritique et à agriculture peu développée.

Les principales activités économiques sont concentrées au niveau

du village de Bandia et sont essentiellement :

- le projet de reboisement de la forêt classée de Bandia
- une usine de production de chaux (CAPEC)
- l'exploitation des carrières de Bandia (SODEVIT)

Entre Sindia et Thiès seul le village de Bandia se trouve assez structuré et la zone est très peu peuplée. La D701 est donc plutôt une route interurbaine qu'une route rurale mais que le bitumage de cette route pourrait être à l'origine de la création de nouveaux villages et de la restructuration de ceux déjà existants.

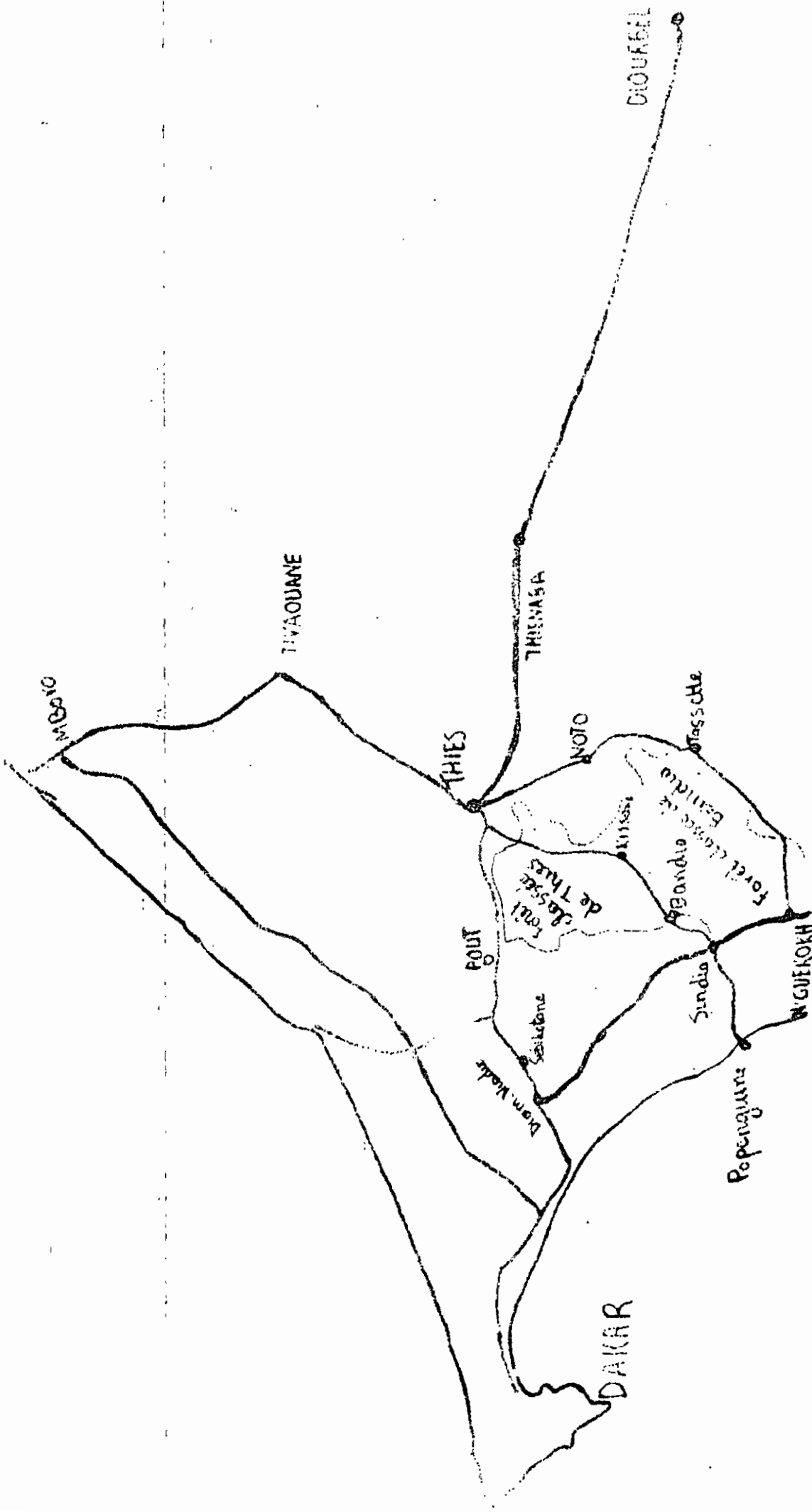


Figure II-1  
Carte routière (portion)

## CHAPITRE 2 - ETUDE DU TRAFIC

### 2.1. GÉNÉRALITÉS

L'amélioration de la route procurera certes des économies sur les coûts de transport aux usagers actuels de la route, mais elle attirera aussi d'autres trafics qui ont même origine et destination que la route et qui empruntent actuellement d'autres itinéraires concurrents.

Il faut donc, pour bien connaître le trafic total susceptible d'emprunter la route après son amélioration, intégrer au trafic normal tout le trafic dérivable.

### 2.2. TRAFIC NORMAL

Pour le trafic normal, on n'a pu obtenir que le comptage routier du Service Régional des Travaux Publics de Thiès. Ce comptage s'est déroulé dans la semaine du 16 au 22 Mars 1981 avec un seul poste installé à Thiès. Mais cette donnée de trafic ne suffit pas à elle seule pour faire une prévision du trafic qui emprunterait la route après sa mise en service. Il nous faut le trafic total afin de pouvoir dimensionner la chaussée. Mais ne disposant d'aucun autre comptage sur les itinéraires concurrents, on utilisera les prévisions de trafic total faites par la D.F.P. (Direction Etude et Programmation) et présentées dans le plan national de transport.

Route D 701 Tronçon de Thiès à Sindia

Campagne de Comptage

de trafic ; Année 1981

Période : du 16-03-81 au 22-03-81



Emplacement du poste de Thiès

**Tableau II - 1**

Catégorie de Véhicule	T M J	Total annuel
Véhicule léger	40	14 400
Camionnette	18	6 480
Car rapide	2	720
Camion/Bus	21	7 560
Semi - remorque	0.6	216
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>29 520</b>

Hypothèses

On supposera que le poste Camion / Bus est constitué entièrement de Bus.

On supposera que l'autocar est le véhicule représentatif du car rapide et du Bus.

On supposera que le poste Véhicule léger comporte uniquement des voitures particulières.

Mais du fait que la campagne de comptage s'est tenue en une seule semaine d'une seule année avec un poste unique installé à Thiès, les résultats obtenus peuvent sous estimer le trafic. En effet le trafic intrazonal ne pourra pas être totalement intégré.

Les résultats de la campagne sont portés sur le tableau de la page 26.

## 2.3. TRAFIC TOTAL

### 2.3.1. METHODOLOGIE DES PREVISIONS DE TRAFIC

La démarche adoptée pour la prévision de trafic consiste essentiellement :

- à circonscrire le domaine d'analyse dans le temps et dans l'espace et à définir l'ensemble des facteurs déterminants de la demande
- à effectuer une étude de reconnaissance des documents existants et des études en cours en vue d'établir les bases de références pour l'élaboration des prévisions.
- à définir, compte tenu du contexte actuel, des méthodes d'analyse et de prévisions de la demande

L'étude de détail est limitée à trois années horizon (1981, 1985, 1989) correspondant chacune au terme d'un plan quinquennal de développement national.

Le territoire national a été ainsi découpé en dix neuf (19) zones socio-économiques homogènes.

Ce zonage définit pour l'étude de prévision, les unités d'activités de l'espace géographique à prendre en compte dans les travaux d'analyse statistique puis de prévision.

Les différentes zones identifiées dans le tableau de la page 29 et 30 illustrées sur la carte de la page 28

Les facteurs d'enjeu (ceux qui sont à prendre en compte pour caractériser l'ensemble des activités de l'environnement socio-économique du système de transport) sont essentiellement :

- la production dont le niveau escompté définit les capacités d'exportation et les besoins d'importations en fonction de l'évaluation des habitudes de consommation.

Figure II-2  
Zonage du Territoire

●●●●●	LIMITE D'ETAT
— — — — —	DE REGION
— — — — —	DE ZONE
○	CHEF LIEU DE REGION
●	CENTROÏDE DE ZONE

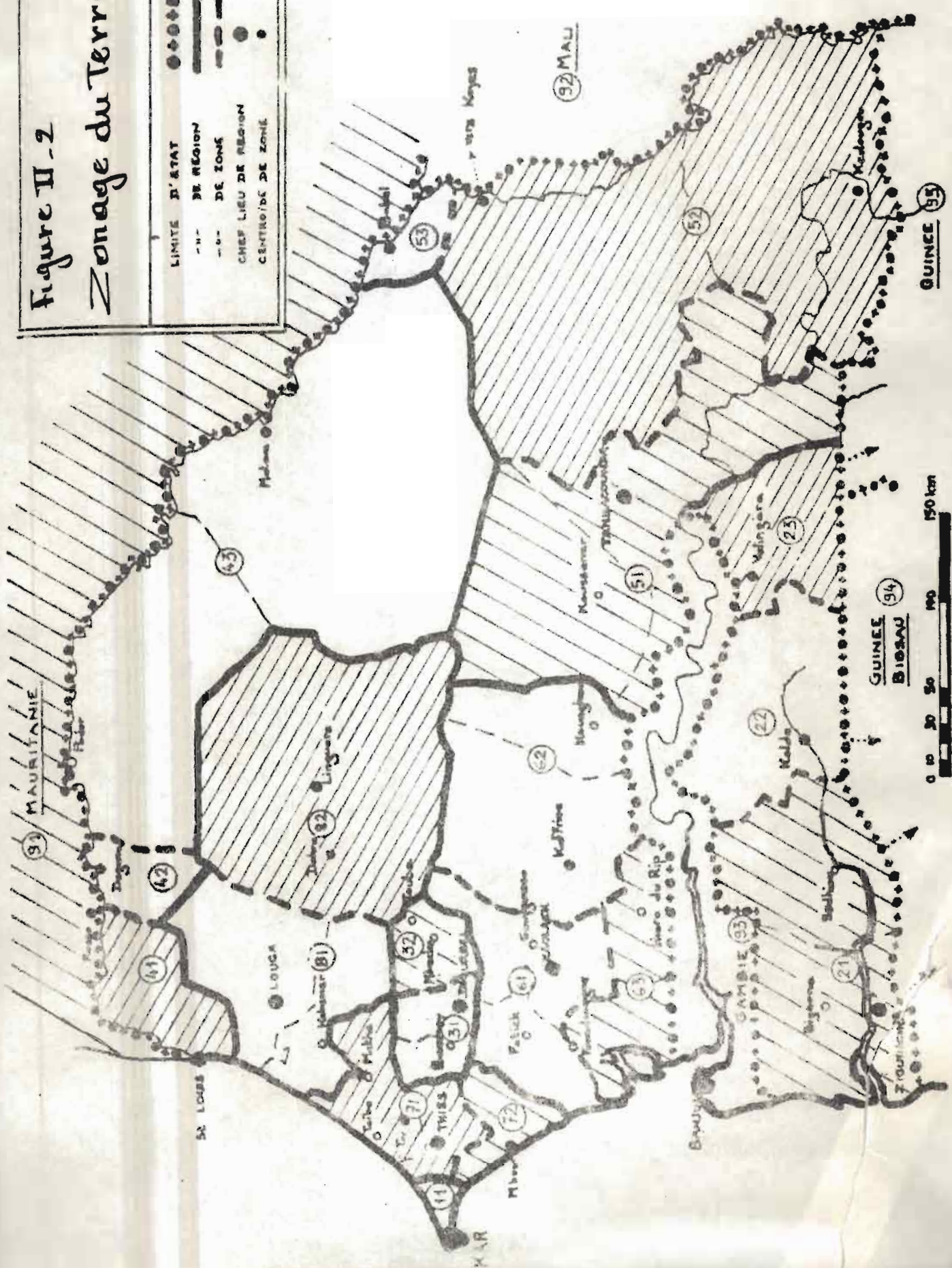


Tableau II-2 Définition et limites des Zones

Code de la zone	Nom de la zone	Départements	Région
11	Dakar	Dakar et les 3 circonscriptions	Cap-Vert
21	Ziguinchor	Ziguinchor-Bignona-Sédhiou-Oussouye	Casamance
22	Kolda	Kolda	
23	Vélingara	Vélingara	
31	Diourbel	Diourbel-Bambey	Diourbel
32	Mbacké	Mbacké	
41	Saint-Louis	Dagana Ouest : arrondissement Rao et Ross-Béthio	Fleuve
42	Dagana	Dagana Est ; arrondissement Diagla	
43	Matam	Podor-Matam	
51	Tambacounda	Tambacounda	Sénégal
52	Kedougou	Kedougou et les arrondissements Goudiry, Bala et Bellé du département de Bakel	Oriental
53	Bakel	Bakel : arrondissement Ololdou	
61	Kaolack	Kaolack-Gossas-Fatick	Sine
62	Kaffrine	Kaffrine	Saloum
63	Nioro du Rip	Nioro du Rip-Foundiougne	
71	Thiès	Thiès-Tivaouane	Thiès
72	Mbour	Mbour	
81	Louga	Louga-Kébémér	Louga
82	Linguère	Linguère	

- les populations dont les caractéristiques structurelles (localisation, taux d'urbanisation) ont des effets déterminants sur le niveau de consommation et le volume des déplacements
- la consommation, variable d'une région à l'autre et selon le niveau des revenus, elle agit de façon significative sur le mouvement des biens.
- les échanges extérieures qui peuvent influencer fortement l'évolution structurelle de la production et de la consommation.
- le coût de transport qui limite les besoins de transport à la demande satisfaite.
- l'offre physique de transport dont la disponibilité en moyens de transport et en infrastructure limite la demande de transport simplement à la demande satisfaite.

### 2.3.2. PREVISIONS DE TRAFIC - VOYAGEURS

La méthode utilisée est dite gravitaire. Le trafic est affecté selon la loi du tout ou rien suivant les itinéraires à coût minimal.

Les prévisions de trafic sont faites entre les zones précédemment définies. Les modèles testés sont de la forme :  $T_{ij} = K_i \cdot K_j (P_i P_j)^a (Z_i Z_j)^b$   
 $(R_{ij})^c$

$T_{ij}$  = flux de transport entre les zones i et j

$P_i$  et  $P_j$  = populations respectives des zones i et j

$Z_i$  et  $Z_j$  = taux d'urbanisation respectifs des zones i et j.

$R_{ij}$  = la fonction de résistance au déplacement

$K_i, B, j$  = paramètres d'ajustement du modèle

$K_i$  = facteur correcteur pour zones singulières.

Deux séries de modèles ont été testés sur support informatique correspondant à deux catégories de voyageurs ayant des facteurs de résistance au déplacement différents :

- les usagers de voitures particulières dont la résistance au déplacement est constituée par les dépenses d'exploitations des véhicules.
- les usagers de transport en commun pour qui la tarif pratiqué est l'élément déterminant

Les résultats sont consignés dans les tableaux des pages 11 à 16.

Le trafic des voitures particulières est donné directement en nombre de véhicules par an. Celui du transport en commun est donné en nombre de voyageurs par an.

La répartition du trafic en commun voyageur en nombre d'autocars et de taxis interurbains (les deux types de véhicules représentatifs du transport en commun) se fait à l'aide de matrices de passage établis en fonction du taux d'occupation des véhicules et du pourcentage de taxis et d'autocars. Ces facteurs sont donnés dans les matrices des pages 17 et 18.

Après exploitation de ces données on établira le trafic inter-zonal (de Mbour à Thiès et de Thiès à Mbour ; c'est-à-dire les deux sens confondus). Ce trafic est calculé pour chaque année horizon (1981, 1985, 1989) en nombre de voyageurs par an.

Prévisions de trafic voyageurs en nombre de véhicules/an.

**Tableau II - 3**

Types de véhicules	Années horizon		
	1981	1985	1989
Voitures particulières	25 363	32 270	38 301
Taxis interurbains	33 414	33 414	33 414
Autocars	17 730	18 227	18 747

\* Nota Maintien du niveau de trafic des Taxis interurbains, conformément aux décisions en matière de développement de transport, à celui atteint en 1981.



### 2.3.3. PREVISIONS DE TRAFIC MARCHANDISES

Pour chaque produit, les volumes d'échanges par couple origine-destination pour chacune des années horizon (1981, 1985, 1989) ont été déterminés.

- en analysant les circuits existants de collecte, de commercialisation et de distribution
- en examinant les possibilités d'améliorer ces circuits vu la configuration du réseau de transport
- en identifiant les zones déficitaires, clientes de chaque zone excédentaires.

Quatre types de véhicules ont été retenus pour le transport des marchandises :

- les véhicules de moins de 6 tonnes représentés par la camionnette/
- les véhicules de 6 à 9 tonnes représentés par le camion de 8 tonnes
- les véhicules de 9 à 15 tonnes représentés par le camion de 10 tonnes
- les véhicules de 15 tonnes et plus représentés par le camion de 20 tonnes.

A partir des matrices origine-destination par produit transporté (voir plan national de transport, volume 2, tome 3) on a déterminé la quantité de chaque produit transporté entre Mbour et Thiès (aller et retour). Pour convertir le tonnage transporté pour chaque type de produit en nombre de véhicules, il suffit, pour chaque véhicule, de multiplier ce tonnage par la "fraction" de véhicule nécessaire au transport d'une tonne de ce produit.

Les facteurs de passage du trafic marchandises au trafic véhicules sont donnés dans le tableau de la Page 19.

Le trafic interzonal est donné pour les catégories de véhicules retenues pour le transport de marchandises au tableau suivant :

PREVISIONS DE TRAFIC MARCHANDISES EN NOMBRE DE VEHICULES/AN

**Tableau II-4**

Types de Véhicules	Années horizon		
	1981	1985	1989
Camionnettes	38 682	38 244	41 400
Camion 10 tonnes	817	956	1 123
Camion 8 tonnes	1 014	1 181	1 384
Camion 20 tonnes	1 452	1 710	2 007

Le trafic interzonal total est la somme du trafic voyageurs et du trafic marchandises.

Pour obtenir le trafic total, il faut additionner au trafic interzonal, le trafic intrazonal. Ce dernier s'obtient à partir du premier par un facteur multiplicateur caractéristique de chaque zone qui est déterminé pour chaque type de véhicule.

Des vecteurs de passage trafic interzonal - trafic total sont ainsi établis pour chaque zone et sont présentés dans le tableau de la page 36.

La route étudiée se situe dans la zone V2.

Le trafic total pour les catégories de véhicules retenues pour l'étude est donné dans le tableau ci-après en nombre de véhicules par an.



Tableau II-5 - Vecteurs de passage trafic international et trafic total

Categories de véhicules	Voiture particulière	Taxis brousse	Car Bus	Minionnettes	Camion 3 t - 10 t	Camion 20 t
1	2	1,1	3,4	2,5	2,1	2,1
2	1,2	1,2	1,2	1,4	2,2	2,5
3	1,1	1,1	2,5	2,5	9,0	9,0
4	2,3	2,5	1,5	2,0	1,5	2,8
5	2,2	1,1	1,1	1,8	1,8	1,2
6	1,1	1,1	1,9	3,5	1,5	2,0
7	2,0	2,0	3,0	3,5	5,0	3,0
8	1,1	1,1	0,0	1,2	3,0	1,6
9	1,1	1,1	1,1	2,5	1,1	2,0
10	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
11	1,1	1,1	1,1	1,1	1,4	1,5
12	2,7	4,3	2,5	2,4	2,7	1,9
13	2,2	1,1	1,1	1,3	1,3	1,5
14	1,6	1,6	1,5	4,0	1,1	3,5
15	9,0	9,0	3,0	5,0	4,5	3,0
16	2,0	2,0	3,0	3,5	2,0	2,0
17	2,6	1,8	4,0	3,0	3,0	3,0
18	3,0	3,0	1,1	3,0	3,0	1,4
19	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,6

TRAFFIC TOTAL EN NOMBRES DE VEHICULES/AN**Tableau II-6**

Types de Véhicules	Années horizon		
	1981	1985	1989
Voitures particulières	30 436	38 724	45 921
Taxis interurbains	40 097	40 097	40 097
Autocars	21 276	22 439	23 260
Camionnettes	54 155	53 542	57 960
Camion 3 tonnes	2 231	2 598	3 045
Camion 10 tonnes	1 797	2 103	2 470
Camion 20 tonnes	3 630	4 275	5 018

2.4. TRAFIC DÉRIVÉ

La route étudiée aura pour rôle principal de relier les Villes de Mbour et de Thiès. Etant donné que la zone traversée semble ne pas subir des changements profonds après la réalisation de la route, on considérera que le trafic induit est sensiblement égal au trafic dérivé. Le trafic dérivé s'obtient alors par différence entre le trafic total et le trafic normal.

Pour le trafic dérivé on ne prendra en compte que les véhicules qui empruntent le détour passant par Diame-Niadio car ils en constituent l'essentiel. En effet le volume du trafic se retrouvera sur les pistes de production (Thiès-Ngékoh en passant par Noto et Tassette) et est très

faible par rapport à l'essentiel.

Tous les véhicules types se retrouvent dans les trafic dérivés et normaux sauf l'autocar que l'on retrouve seulement dans le trafic normal.

Puisque pour ce type de véhicule le nombre annuel donné par les prévisions est supérieur à celui découlant du comptage routier (en 1981 par exemple on a respectivement 21 276 et 8 280 Véhicules), on supposera que les 80 % du total prévu empruntent effectivement la route.

En effet, la campagne de comptage s'est tenu en une seule semaine d'une année avec un seul poste et ne permet donc pas de prendre tout le trafic qui emprunte la route.

### 2.5. PROJECTION DE TRAFIC

Pour la projection des trafics, on utilisera la méthode par extrapolation simple ou corrigée.

Cette méthode consiste lorsqu'on a de bonnes séries statistiques, à prolonger les tendances de l'évolution des trafics observés dans le passé.

Tel n'est pas le cas pour notre étude, mais des taux de croissance pour chaque type de véhicules ont été donnés dans le plan national de transport du Sénégal. On les utilisera pour la projection des trafics normal et dérivés.

La formule de projection est  $T = T_0 (1 + r)^n$

T = trafic à l'année n

T<sub>0</sub> = trafic à l'année 0 de référence

r = taux de croissance du trafic.

Tableau II.7

Type de Véhicules	Taux de croissance		
	1981 / 1985	1985 / 1989	Au - delà
Voitures particulières	6,9 %	7,5 %	7,1 %
Taxis interurbains	-	-	-
Autocars	8,3 %	8,1 %	8,1 %
Camionnettes	5 %	4,1 %	4,1 %
Camions 8 tonnes	1 %	5 %	5 %
Camions 10 tonnes	1,5 %	4,3 %	4,3 %
Camions 20 tonnes	2,8 %	4,1 %	4,1 %

## CHAPITRE 3 - DESCRIPTION ET EVALUATION DES AMENAGEMENTS

### 3.1. SITUATION ACTUELLE

La route qui fait l'objet de notre présente étude se trouve dans une zone de forêts classées déboisées : les forêts classées de Thiès et de Bandia.

Sa structure actuelle est celle d'une route en terre dont la couche de roulement est constituée d'un renforcement de latérite sélectionnée sauf sur un tronçon de quatre (4) kilomètres entre Bandia et Sindia où le renforcement est fait en pierres calcaires rendant la surface de roulement rugueuse.

La route comporte une succession de rampes de pente moyenne égale à 4 % environ jusqu'au PK 12. A partir de ce point on note une descente gravement accentuée d'environ 13 % de déclivité.

Les ouvrages hydrauliques sont constitués essentiellement de buses de diamètre d'environ 800 mm et d'un ponceau vétuste en forme de voûte en béton armé.

Lors de notre dernière inspection, des travaux de rechargement étaient en cours.

En définitive, l'état actuel de la route peut être considéré comme moyen. A partir de la gare routière de Thiès, la route comporte un tronçon de 2 km bitumé.

### 3.2. TRACÉ EN PLAN

Il est constitué de deux grands alignements entre le PK00 et le PK09 faisant entre eux un angle d'environ 145°. Le reste du trajet est constitué de petits alignements très serpentés reliés entre eux par des courbes très prononcées.

Le tracé mérite de profondes modifications si on veut porter la route à un aménagement de niveau supérieur. Pour rester dans le cadre d'une route économique on envisagera de réduire la longueur du tracé tout en respectant un niveau minimum d'aménagement afin d'assurer la sécurité des véhicules. On essaiera d'éviter des sections de tracé en plan rectiligne de trop grande portée qui sont monotones le jour et gênantes la nuit à cause de l'éblouissement des phares. Il faudra donc alterner harmonieusement les alignements droits et les courbes.

### 3.3. PROFIL EN LONG

Le profil en long est l'un des facteurs principaux dans l'économie de l'ouvrage à cause des terrassements dont l'importance dépend de la forme du tracé. Un profil en long économique suivra le plus que possible le profil du terrain naturel. Mais aussi des caractéristiques minimales d'aménagements doivent être visées afin d'améliorer la visibilité.

Sur la route à étudier, le problème de visibilité se pose surtout entre le PK 12 et le PK 12 800 où la déclivité est de l'ordre de 13 %. Ainsi, un raccordement parabolique peut être envisagé sur cette portion afin d'assurer la sécurité des véhicules et de maintenir des conditions de confort acceptable.

### 3.4. PROFIL EN TRAVERS

Le profil en travers que nous proposons est celui représenté à la figure suivante et qui est une des catégories de profils retenus dans les constructions routières au Sénégal.

### 3.6. ETUDES GEOTECHNIQUES

Des études géotechniques doivent être effectuées :

- sur tout le tracé actuel afin d'apprécier sa portance
- sur un faisceau couvrant l'empire du tracé actuel afin de pouvoir procéder à des rectifications éventuelles.
- afin de pouvoir localiser des sites de matériaux pouvant être utilisés dans la construction de la route.

Un examen visuel nous a permis de constater que sur une distance de 19 kilomètres, le terrain naturel est latéritique et que sur le reste du trajet il y a une alternance de latérite et de sol argileux. Et même, sur le sommet des collines, la latérite affleure nettement. Il semblerait donc qu'un problème de matériaux ne se posera pas et que la distance de transport ne pourra pas dépasser 2 km.

Des études géotechniques doivent être faites afin de pouvoir juger de l'adéquation des caractéristiques de ces matériaux et des normes de construction.

Quant à ce qui concerne le type de chaussée à mettre en oeuvre, son choix dépend :

- des matériaux disponibles
- de la portance des couches formant la chaussée
- du pourcentage de poids lourds (PL) devant solliciter la chaussée
- et des coûts à mettre en oeuvre.

Pour le dimensionnement on choisira parmi les chaussées retenues dans les constructions routières au Sénégal et qui sont consignées dans le plan national de transport.

TABLEAU DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES EN FONCTION DU TRAFIC DE POIDS LOUPES (PL) CUMULE.

**Tableau II-8**

Trafic cumulé P-I.	Classe	Durée de vie (an)	Structure de chaussée (cm)		
			Fondation	Base	Revêtement
Plus de $10^7$	SR1	20	25 gl	20 GC ou GB	5 BB
Plus de $10^7$	SR2	20	25 gl	15 GC ou GB	4 BB
$1,5 \cdot 10^6$ à $4 \cdot 10^6$	SR3	15 à 20	20 gl	12 GC ou GB 18 gl	3,5 BB
$5 \cdot 10^5$ à $1,5 \cdot 10^6$	SR4	15	20 gl	18 gl	bicouche
moins de $5 \cdot 10^5$	SR5	15	-	20 gl	(1) monocouche

(1) Eventuellement bicouche

Légende : gl = graveleux latéritique (CBR = 60 en fondation et 80 en base)

GC = graveleux latéritique stabilisé au ciment

GB = grave (ou sable) amélioré au bitume

BB = béton bitumé



Au Sénégal le pourcentage de poids lourds est d'environ 30 % du trafic.

Dans le cas de notre étude, si on fait le cumul du trafic de poids lourds sur une période de 15 ans, on trouve  $8,5 \cdot 10^6$  PL.

Ce seuil nous conduit à opter pour la structure SR4.

### 3.7. ESTIMATION DES COÛTS DES INVESTISSEMENTS

Dans les constructions routières, la décomposition par nature de travaux qui a été retenue est la suivante :

Poste 0 : Installation de chantier

Poste 1 : Dégagement d'emprise

Poste 2 : Terrassements généraux

Poste 3 : Chaussée et accotements

Poste 4 : Drainage et petits ouvrages d'art

Poste 5 : Grands ouvrages

Poste 6 : Exploitation de la route : signalisation et sécurité.

Afin d'estimer les coûts d'investissement, on utilisera les coûts kilométriques par poste donnés dans le plan national de transport. Ces coûts unitaires sont donnés en francs de l'année 1981. Pour trouver les coûts correspondants à l'année d'étude (1983), on va extrapoler sur le tableau de l'annexe II-1 donnant l'évolution globale des prix des travaux routiers de 1975 à la fin de l'année 1982.

## ESTIMATION DES INVESTISSEMENTS (en F/CFA.)

Tableau II-9

Poste de dépense	Coût au Km par Poste (HTT)	Montant partiel
Dégagement d'emprise	0,40 Millions	9,80 Millions
Terrassements généraux	3,17 Millions	77,66 Millions
Chaussée et accotements	17,58 Millions	465,87 Millions
Drainage et petits ouvrages d'art.	0,68 Millions	18,02 Millions
Grands ouvrages d'art	-	-
Exploitation de la route	0,60 Millions	15,90 Millions
Total des postes : A =		587,25 Millions
Installation de chantier :		
	6 % de A.....	35,23 Millions
Somme à valoir :		
	20 % de A.....	117,45 Millions
<u>Total Général.....</u>		<u>739,93 Millions</u>

## 3.8. EVALUATION DES COUTS D'ENTRETIEN DE LA ROUTE

## 3.8.1. GENERALITES

L'usure de la couche de roulement est la conséquence d'une part de l'érosion pluviale pour les routes en terre et d'autre part, aussi bien pour les routes revêtues que pour les routes non revêtues, des efforts de cisaillement qui se manifestent au contact de pneumatiques.

Ces efforts entraînent essentiellement des pertes de matériaux des couches de roulement non revêtues et un polissage des granulats, des tapis superficiels hydrocarbonés.

L'usure est donc fonction du trafic et surtout de celui des poids lourds. C'est pour prévenir ces dégradations que les routes doivent être entretenues avec une périodicité raisonnable.

### 3.2.2. DETERMINATION DES COÛTS D'ENTRETIEN

Il existe plusieurs approches pour déterminer les coûts d'entretien. Mais après analyse du budget de l'entretien routier au Sénégal, des formules d'entretien routier sont élaborées et qui permettent mieux de situer le niveau des coûts.

Les principales tâches retenues pour l'élaboration des coûts d'entretien sont : le débroussement, le reprofilage, le rechargement, le point à temps, la réparation des accotements et la signalisation horizontale.

Dans les coûts d'entretien routier on distingue trois termes :

- le terme fixe annuel qui représente les dépenses fixes liées à l'existence de la route et qui ne dépendent pas de son fonctionnement. Il correspond aux dépenses relatives au curage des fossés, aux déboisements, à l'entretien des ouvrages, etc...
- le terme annuel, fonction du trafic. Il représente les dépenses d'entretien des dégradations de la route directement liées aux effets des pneumatiques. Il est constitué des dépenses de reprofilage et de chargement partiel pour une route non revêtue et au point à temps pour une route revêtue.
- le terme périodique qui représente les travaux de réfection de la couche de roulement suite de l'usure normale sous le trafic et qui in-

tervient à périodicité fixe, fonction de la nature du revêtement.

Les deux premiers termes constituent l'entretien courant ou de routine.

Le terme périodique s'apparente à des travaux de rechargement ou de renforcement.

Les formules d'entretien sont de la forme :

$$C = A + BxE + f(t) \text{ si } E < Td$$

$$C = A + B' \times E^2 + f(t) \text{ si } E > td$$

A = terme fixe

B = terme proportionnel

$$B' = B/td$$

E = T = trafic total journalier pour les routes non revêtues

E = PL = trafic de poids lourds (TMJA) pour les routes revêtues

f(t) = terme périodique

Td = seuil de trafic, fonction de la structure de la chaussée.

19 formules ont été proposées suivant le niveau d'aménagement et sont consignées aux pages 48 et 49.

Dans notre étude, nous appliquerons la formule 7 pour la situation "avec" projet et la formule 2 pour la situation "sans" projet.

Ces formules donnent des coûts kilométriques annuels toutes taxes comprises. Pour obtenir les prix hors toutes taxes on utilisera la décomposition suivante :

DECOMPOSITION DES COUTS D'ENTRETIEN

**Tableau II-10**

	Devises	Monnaie locale	Taxes
Routes non revêtues	36	45	19
Routes revêtues à deux voies	33	46	21
Routes revêtues à 3 voies et plus	35	42	23

Les coûts obtenus par ces formules d'entretien, sont donnés en Franc de 1980. Pour obtenir les coûts actuels, on va extrapoler sur le tableau donné en annexe II 1, donnant l'évolution des coûts des travaux routiers de 1975 jusqu'au dernier trimestre de 1982.

Vu les sommes modiques réservées pour l'entretien routier au Sénégal, on supposera pour les calculs économiques que :

- pour la route en terre, l'entretien courant se fait sur la moitié du trajet par an et que l'entretien périodique soit étalé sur deux ans avec la moitié du trajet par an.
- pour la route revêtue, l'entretien courant s'effectue sur la moitié du trajet par an et que l'entretien périodique soit réparti sur trois ans avec un tiers du trajet par an.

Tableau II-11

FORMULES DE COÛTS D'ENTRETIEN ROUTIER T.T.C

Janvier 1980

1/2

ROUTES NON REJETUES

Code	Domaine d'application	Formules d'entretien (F CFA/Km - TTC)	Seuil de trafic (JMA)	Terme périodique (F CFA/Km - TTC)
1	Route existante ou neuve en état T 1	$C = 245.000 + 600 T$ $C = 245.000 + 1,33 T^2$	$T < 450$ $T > 450$	Rechargement périodique tous les 5 ans - Route de 9m
2	Route existante en état T2/3	$C = 245.000 + 800 T$ $C = 245.000 + 4,00 T^2$	$T < 200$ $T > 200$	CR = 3.600.000

ROUTE REJETUE A UNE VOIE DE 3,5 M

3	Route existante en état R2/3	$C = 230.000 + 3.300 PL$ $C = 230.000 + 27,5 PL^2$	$PL < 120$ $PL > 120$	Pour mémoire, enduit bicouche CR = 5.625.000
---	------------------------------	---	--------------------------	---

ROUTE REJETUE A DEUX VOIES - 6/9 M

4	Route existante en état R 1	$C = 255.000 + 660 PL$ $C = 255.000 + 1,32 PL^2$	$PL < 500$ $PL > 500$	En fonction du revêt. actuel - enduit superficiel périod.=7ans CR = 9.350.000
5	Route existante en état R2/3	$C = 255.000 + 1520 PL$ $C = 255.000 + 4,75 PL^2$	$PL < 320$ $PL > 320$	- tapis d'enrobés denses périod.= 10ans CR = 17.000.000
6	Route neuve à structure de chaussée SR 5	$C = 255.000 + 1200 PL$ $C = 255.000 + 10,00 PL^2$	$PL < 120$ $PL > 120$	Enduit superficiel bicouche périodicité = 7 ans CR = 9.350.000
7	Route neuve à structure de chaussée SR 4	$C = 255.000 + 675 PL$ $C = 255.000 + 2,25 PL^2$	$PL < 300$ $PL > 300$	
8	Route neuve à structure de chaussée SR 3	$C = 255.000 + 405 PL$ $C = 255.000 + 0,54 PL^2$	$PL < 750$ $PL > 750$	Tapis d'enrobés denses; périodicité 10 ans CR = 17.000.000

ROUTE REVETUE A DEUX VOIES - 7/11M				
de	Domaine d'application	Formule d'entretien (FCFA/Km - TTC)	Seuil de Trafic (JMA)	Terme périodique (F. CFA/Km - TTC)
9	Route existante en état R1	$C = 325.000 + 775 \text{ PL}$ $C = 325.000 + 1,24 \text{ PL}^2$	PL < 625 PL > 625	En fonction du revêtement actuel - enduit superficiel bicouche périodicité : 7 ans CR = 11.000.000
10	Route existante en état R2/3	$C = 325.000 + 1600 \text{ PL}$ $C = 325.000 + 4,00 \text{ PL}^2$	PL < 400 PL > 400	- tapis d'enrobés denses; périodicité: 10 ans CR = 19.800.000
11	Route neuve à structure de chaussée SR 4	$C = 325.000 + 900 \text{ PL}$ $C = 325.000 + 3,00 \text{ PL}^2$	PL < 300 PL > 300	Enduit superficiel bicouche; périodi- cité : 7 ans CR = 11.000.000
12	Route neuve à structure de chaussée SR 3	$C = 325.000 + 540 \text{ PL}$ $C = 325.000 + 0,72 \text{ PL}^2$	PL < 750 PL > 750	Tapis d'enrobés denses Périodicité : 10 ans CR = 19.800.000
13	Route neuve à structure de chaussée SR 2	$C = 325.000 + 345 \text{ PL}$ $C = 325.000 + 0,23 \text{ PL}^2$	PL < 1500 PL > 1500	
14	Route neuve à structure de chaussée SR 1	$C = 325.000 + 210 \text{ PL}$ $C = 325.000 + 0,07 \text{ PL}^2$	PL < 3000 PL > 3000	
ROUTE REVETUE A TROIS VOIES - 10,5/14,5 M				
15	Route existante en état R 1	$C = 355.000 + 300 \text{ PL}$ $C = 355.000 + 0,12 \text{ PL}^2$	PL < 2500 PL > 2500	Tapis d'enrobés denses Périodicité : 10 ans CR = 28.750.000
16	Route existante en état R 2	$C = 355.000 + 700 \text{ PL}$ $C = 355.000 + 0,56 \text{ PL}^2$	PL < 1250 PL > 1250	
17	Route neuve à structure de chaussée SR 2	$C = 355.000 + 300 \text{ PL}$ $C = 355.000 + 0,20 \text{ PL}^2$	PL < 1500 PL > 1500	
18	Route neuve à structure de chaussée SR 1	$C = 355.000 + 180 \text{ PL}$ $C = 355.000 + 0,05 \text{ PL}^2$	PL < 3000 PL > 3000	
ROUTE REVETUE A QUATRE VOIES				
19	Route neuve à structure de chaussée SR 1	$C = 390.000 + 210 \frac{\text{PL}}{2}$ $C = 390.000 + 0,07 \frac{\text{PL}^2}{2}$	PL < 6000 PL > 6000	Tapis d'enrobés denses périodicité 10 ans CR = 38.750.000

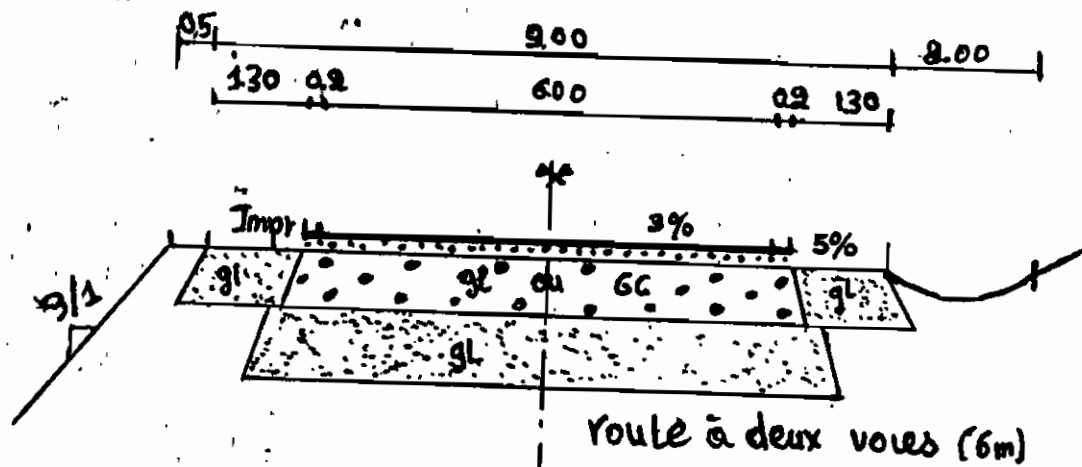


Figure II- 3

GL = graveleux latéritiques (CBR = 60 en fondation et 80 en couche de base).

GC = graveleux latéritique stabilisé au ciment

Ce profil doit répondre au souci de satisfaire les exigences du trafic d'une part et d'assurer la durabilité de la chaussée d'autre part, par des accôttements larges tout en restant dans le cadre d'une route économique.

### 3.5. DRAINAGE

Le drainage est un facteur prédominant pour la durabilité de la route et son coût d'entretien. Il devra permettre d'évacuer les eaux hors de la plate-forme et de protéger la chaussée contre l'infiltration des eaux qui pourraient s'accumuler à proximité de la plate-forme. Entre le PK 10 et le PK 16, la route projetée se trouve dans une zone de collines. Les eaux de pluie, ruisselant depuis ces dernières, auront donc tendance à converger sur la chaussée. Des études doivent donc être effectuées attentivement sur cette portion afin de dimensionner et de placer judicieusement les ouvrages de drainage.



## CHAPITRE II : COÛTS D'EXPLOITATION DES VÉHICULES

### 4.1. GÉNÉRALITÉS

Les coûts d'exploitation des véhicules constituent un facteur prépondérant dans l'évaluation des projets routiers. Nous présenterons dans ce chapitre les hypothèses qui sous-tendent l'estimation de ces coûts ainsi que les résultats obtenus pour les différents types de véhicules et compte tenu des caractéristiques géométriques de la route ainsi que du volume du trafic.

Pour notre étude, nous retiendrons les principaux résultats du plan national de transport. Ces résultats, tels qu'ils seront présentés, sont de Janvier 1980. Dans nos calculs économiques on les actualisera en Janvier 1983 en utilisant comme taux d'actualisation 12 % (qui est celui retenu pour les calculs économiques au Sénégal). La méthode la plus correcte serait de réestimer les coûts de base entrant dans le calcul des coûts d'exploitation. Mais elle demande des investigations qu'on ne peut pas faire dans le cadre de cette étude.

### 4.2. ÉTABLISSEMENT DES COÛTS KILOMÉTRIQUES

Les coûts d'exploitation des véhicules dépendent d'un grand nombre de facteurs tels que :

- les caractéristiques de l'infrastructure
- la structure des prix dans le pays
- l'organisation de la profession des transporteurs dans le pays
- le niveau et la nature du trafic
- les dispositions législatives en vigueur

Les coûts d'exploitation d'un véhicule se décomposent en deux parties : Coûts proportionnels et coûts fixes.

#### 4.2.1. LES COÛTS PROPORTIONNELS AU KILOMETRE PARCOURU

Ces coûts comprennent :

- les frais de carburant et de lubrifiant
- les frais de pneumatiques
- les dépenses d'entretien et de réparation
- les primes kilométriques et les frais de déplacement du chauffeur et de son aide (éventuellement)

#### 4.2.2. LES COÛTS FIXES

Leur montant est annuel et indépendant du kilométrage parcouru.

Ils sont composés :

- des charges d'amortissement du véhicule et de l'intérêt du capital investi. Normalement une bonne partie des dépenses d'amortissement devrait figurer dans les coûts proportionnels pour les camions dont le renouvellement est déterminé par le kilométrage parcouru.

Mais l'usage veut qu'on enregistre entièrement ces coûts dans les coûts fixes.

- de l'assurance du véhicule
- des taxes et des frais généraux.

Ces coûts annuels sont divisés par le kilométrage annuel pour obtenir les coûts kilométriques.

Les coûts d'exploitation sont établis pour chaque type de véhicule représentatif rencontré sur la route étudiée. Les coûts kilométriques pour chaque poste de dépense ont été déterminés par :

- l'évaluation des coûts kilométriques dans les conditions de base ; c'est-à-dire sur une route revêtue, rectiligne, sous faible trafic et pour une vitesse de parcours donné.
- appréciation de l'influence du trafic sur la vitesse et sur les coûts

- appréciation de l'influence des caractéristiques de la route (état de surface, largeur, etc...)
- évaluation de la vitesse effective sous faible trafic et appréciation de l'influence du trafic sur les coûts.

Les coûts d'exploitation dans les conditions de base sont données aux pages **53 et 54**

Les variations des coûts d'exploitation sont présentées dans les tableaux des pages **55 et 56**.

Dans chaque poste on donne les coûts toutes taxes comprises (TTC) et les prix hors toutes taxes (HTT).

Dans les calculs économiques on utilise les prix hors toutes taxes.

Tableau 13

## COUTS D'EXPLOITATION DES VEHICULES EN F/Km TTC

53

Véhicule (Poste)	Voiture	Taxi	Camionnette	Car 29 pl	Camion	Camion	Camion
	particulière	interurbain			ICU = 8 t	ICU = 10t	ICU = 20 t
Carburant	14,04	18,12	16,61	14,10	28,20	32,90	42,30
Lubrifiant	0,91	0,92	0,92	1,26	1,86	2,12	3,09
Pneumatiques	1,42	2,26	2,72	4,46	11,78	14,11	32,20
Pièces détachées	5,67	10,78	6,47	11,43	13,90	18,50	19,50
M. oeuvre d'entretien réparation	2,57	2,69	1,61	2,00	2,42	2,61	2,75
Prime kilométrique	0	0	0	0	2,00	2,00	2,00
<b>TOTAL coûts variables</b>	<b>24,61</b>	<b>34,77</b>	<b>28,33</b>	<b>33,25</b>	<b>60,16</b>	<b>72,24</b>	<b>101,84</b>
Amortissement	14,36	8,23	8,38	11,83	12,68	16,83	27,33
Intérêt	10,68	5,90	4,79	8,49	11,45	15,21	24,69
Salaire du chauffeur	0	7,20	9,00	7,20	14,81	15,31	15,70
Assurance	3,47	5,39	3,46	6,10	6,84	7,51	8,97
Patente-vignette	0,60	0,83	0,74	0,66	1,84	1,97	2,60
<b>S/TOTAL coûts fixes sans frais généraux</b>	<b>29,11</b>	<b>27,55</b>	<b>26,87</b>	<b>34,28</b>	<b>47,62</b>	<b>56,83</b>	<b>79,29</b>
Frais généraux	0	6,23	2,76	6,75	10,78	12,91	18,11
<b>TOTAL coûts fixes</b>	<b>29,11</b>	<b>33,78</b>	<b>29,63</b>	<b>41,03</b>	<b>58,40</b>	<b>69,74</b>	<b>97,40</b>
<b>COUT KILOMETRIQUE</b>	<b>53,72</b>	<b>68,55</b>	<b>57,96</b>	<b>74,28</b>	<b>118,56</b>	<b>141,98</b>	<b>199,24</b>

Tableau 14

COUTS D'EXPLOITATION DES VEHICULES EN F/ m HTT\*

Post.	Véhicule	Voiture			Camion			
		particulière	interurbain	Camionnette	Car 29 pl	CU = 8 t	CU = 10 t	CU = 20 t
Carburant		6,62	8,47	7,76	9,33	18,65	21,76	27,98
Lubrifiant		0,57	0,57	0,57	0,79	1,16	1,33	1,94
Pneumatiques		0,85	1,35	1,62	3,37	8,89	10,65	24,34
Pièces d'entretien réparation		3,57	6,71	4,08	7,20	8,76	11,66	19,28
Main d'oeuvre d'entretien réparation		2,11	2,2	1,33	1,64	1,99	2,15	3,26
Prix kilométrique		0	0	0	0	2,00	2,00	2,20
<b>TOTAL coûts variables</b>		<b>13,72</b>	<b>19,31</b>	<b>15,36</b>	<b>22,23</b>	<b>41,45</b>	<b>49,55</b>	<b>70,81</b>
Amortissement		8,38	3,71	5,18	8,94	10,03	13,24	21,18
Intérêt		6,24	2,61	2,80	6,42	9,06	11,96	19,11
Salaires chauffeur		0	6,7	8,37	6,70	13,65	13,65	14,60
Assurance**		1,94	3,7	2,33	4,46	5,35	5,66	6,17
Patente-vignette		0	0	0	0	0	0	0
<b>SUBTOTAL sans frais généraux</b>		<b>16,56</b>	<b>16,55</b>	<b>18,68</b>	<b>26,52</b>	<b>38,09</b>	<b>44,51</b>	<b>61,63</b>
Frais généraux		0	3,57	1,70	4,88	7,95	9,41	13,19
<b>TOTAL coûts fixes sans frais généraux</b>		<b>16,56</b>	<b>19,92</b>	<b>20,36</b>	<b>31,40</b>	<b>46,04</b>	<b>53,92</b>	<b>74,27</b>
<b>COUT KILOMETRIQUE</b>		<b>30,28</b>	<b>39,31</b>	<b>35,74</b>	<b>53,73</b>	<b>87,49</b>	<b>103,47</b>	<b>145,09</b>
<b>Sur coût TTC</b>		<b>56 %</b>	<b>57 %</b>	<b>62 %</b>	<b>72 %</b>	<b>74 %</b>	<b>73 %</b>	<b>73 %</b>

\*NB : le coût "HTT" de l'assurance a été remplacé par le coût économique

Tableau 15

VARIATION DU COUT KILOMETRIQUE T.T.C (JANVIER 1980)  
ROUTES REVETUES

Type de route	Poste de dépense	Voiture part.	Taxi interurb.	Camion-nette	Car 29 places	Camion 8 tonnes	Camion 10 tonnes	Camion 20 tonnes
10-3E	Carburant	16,40	21,05	19,34	16,55	31,36	36,03	45,36
	Lubrifiant	0,91	0,92	0,92	1,26	1,86	2,12	3,09
	Pneumatiques	1,23	2,06	2,36	4,99	13,24	15,86	34,89
	Entretien	4,26	7,01	4,16	9,67	12,50	16,14	17,03
	Prime	-	-	-	-	2,00	2,00	2,00
	Frais fixes	28,19	32,23	28,56	36,20	53,83	64,27	89,77
	TOTAL	50,99	63,27	55,35	68,67	114,79	136,42	192,15
11-2L	Carburant	15,65	20,11	18,47	15,74	30,32	35,01	44,34
	Lubrifiant	0,91	0,92	0,92	1,26	1,86	2,12	3,09
	Pneumatiques	1,35	2,22	2,58	4,85	12,86	15,41	34,38
	Entretien	6,06	9,95	5,93	11,69	14,45	18,67	19,69
	Prime	-	-	-	-	2,00	2,00	2,00
	Frais fixes	28,40	32,63	28,84	37,39	54,94	65,60	91,62
	TOTAL	52,37	65,83	56,74	70,93	116,43	138,81	195,12
12-2E	Carburant	14,04	18,12	16,61	14,10	28,20	32,90	42,30
	Lubrifiant	0,91	0,92	0,92	1,26	1,86	2,12	3,09
	Pneumatiques	1,42	2,26	2,72	4,46	11,78	14,11	32,20
	Entretien	8,24	15,47	8,08	13,43	16,32	21,11	22,25
	Prime	-	-	-	-	2,00	2,00	2,00
	Frais fixes	29,11	33,77	29,64	45,02	58,40	69,74	97,40
	TOTAL	53,72	68,54	57,97	74,27	118,56	141,98	199,24
13-2E	Carburant	12,93	16,72	15,31	13,48	27,35	32,10	41,48
	Lubrifiant	0,91	0,92	0,92	1,26	1,86	2,12	3,09
	Pneumatiques	1,62	2,55	3,10	4,44	11,70	14,02	32,80
	Entretien	10,81	17,54	10,59	16,02	19,00	24,62	25,95
	Prime	-	-	-	-	2,00	2,00	2,00
	Frais fixes	29,86	35,07	30,55	43,46	60,71	72,49	101,24
	TOTAL	56,13	72,80	60,47	78,66	122,62	147,35	206,56

**Tableau 16** VARIATION DU COUT KILOMETRIQUE H.T.T ( JANVIER 1980)  
ROUTES NON REJETUES

Type de route	Poste de dépense	Voiture part.	Taxi interurb.	Camionnette	Car 29 places	Camion 8 tonnes	Camion 10 tonnes	Camion 20 tonnes
11-2L	Carburant	8,03	10,09	9,32	10,63	22,25	25,03	30,70
	Lubrifiant	1,14	1,14	1,14	1,58	2,32	2,66	3,88
	Pneumatiques	1,92	3,19	3,68	4,45	11,89	14,25	34,38
	Entretien	14,72	24,06	14,42	21,02	22,55	29,10	30,67
	Prime	-	-	-	-	2,00	2,00	2,00
	Frais fixes	<u>16,48</u>	<u>19,80</u>	<u>20,28</u>	<u>29,62</u>	<u>44,35</u>	<u>51,95</u>	<u>71,55</u>
	<b>TOTAL</b>	<b>42,29</b>	<b>58,28</b>	<b>48,84</b>	<b>67,30</b>	<b>105,36</b>	<b>124,99</b>	<b>173,16</b>
12-2E	Carburant	6,76	8,47	7,83	9,72	21,06	23,87	29,54
	Lubrifiant	1,14	1,14	1,14	1,58	2,32	2,66	3,88
	Pneumatiques	2,35	3,84	4,50	4,42	11,79	14,13	35,71
	Entretien	17,95	29,02	17,73	23,53	26,18	33,86	35,70
	Prime	-	-	-	-	2,00	2,00	2,00
	Frais fixes	<u>17,66</u>	<u>21,94</u>	<u>22,03</u>	<u>34,78</u>	<u>49,29</u>	<u>57,74</u>	<u>79,52</u>
	<b>TOTAL</b>	<b>45,86</b>	<b>64,41</b>	<b>53,23</b>	<b>74,03</b>	<b>112,64</b>	<b>134,26</b>	<b>(186,35)</b>
13-2E	Carburant	6,70	8,29	7,71	10,08	21,35	24,13	29,76
	Lubrifiant	1,14	1,14	1,14	1,58	2,32	2,66	3,88
	Pneumatiques	2,89	4,72	5,53	4,63	12,35	14,80	38,67
	Entretien	20,04	30,47	19,05	25,40	28,29	36,60	38,57
	Prime	-	-	-	-	2,00	2,00	2,00
	Frais fixes	<u>19,25</u>	<u>24,77</u>	<u>24,33</u>	<u>42,04</u>	<u>56,42</u>	<u>66,09</u>	<u>91,01</u>
	<b>TOTAL</b>	<b>50,02</b>	<b>69,39</b>	<b>57,76</b>	<b>83,73</b>	<b>122,73</b>	<b>146,28</b>	<b>203,89</b>

## CHAPITRE 5 : ETUDE ECONOMIQUE

### 5.1. METHODOLOGIE

L'évaluation économique du projet se fait en comparant année après année les situations "sans" et "avec" projet. On utilisera la méthode de demande de transport. En effet, la réalisation de la route risque de ne pas créer des changements très profonds dans l'économie de la zone d'influence, car comme on l'a énoncé précédemment, la route est plutôt interurbaine que rurale. De plus, rien qu'en 1985, le trafic susceptible d'emprunter la route atteindra 450 véhicules par jour. Donc les économies que les usagers de la route tireront de sa réalisation sont assez substantielles pour juger de la rentabilité du projet.

On choisira comme durée de projection, vingt ans, car des études sur le renforcement des routes au Sénégal ont montré que les chaussées bien dimensionnées pouvaient résister vingt ans sans nécessiter de renforcement. Ainsi on ne tiendra pas compte des coûts de renforcement dans nos calculs.

Le bilan des coûts et des avantages sera obtenu en considérant les éléments suivants :

- coûts d'entretien de la route existance
- coûts d'aménagement et d'entretien de la nouvelle route
- économie sur les coûts d'exploitation HTT des véhicules.

Ces éléments permettront de calculer les différents critères économiques de choix : taux de rentabilité interne, taux de rentabilité immédiate et date optimale de mise en service.

### 5.2. CALCUL DES AVANTAGES

La différence des coûts de transport HTT s'obtient :



- pour le trafic normal, elle est le produit de trois facteurs :

- . différence des coûts d'exploitation
- . longueur du parcours
- . trafic annuel par catégorie de véhicule

- pour le trafic dérivé, elle est le produit entre :

- . différence entre coûts d'exploitation totaux sur les deux itinéraires concurrents
- . trafic annuel par catégorie de véhicules.

Pour l'établissement du bilan actualisé, on prendra l'année 1985 comme date de mise en service.

Tableau II - L<sub>1</sub>

Avantages en millions de francs CFA

Années	Avantages annuels		Coûts annuels			Total (A+B-C+E-D)
	Trafic Normal (A)	Trafic dérivé (B)	Investissements (C)	Entretien		
				Route en terre (D)	Route revêtue (E)	
1983					0	0
1984			739,93	4,22	0	744,15
1985	27,83	192,37		4,22	0	215,98
1986	29,68	199,18		4,22	0	224,64
1987	31,66	200,29		4,44	8,96	227,43
1988	33,78	200,187		4,44	8,96	231,13
1989	36,06	205,36		4,7	9,1	273,32
1990	38,48	212,12		4,7	9,10	285,50
1991	41,09	220,02		4,60	9,30	256,42
1992	43,87	230,52		4,60	9,30	269,69
1993	46,86	237,11		5	81	207,97
1994	50,04	244,74		5	81	212,78
1995	53,47	253,77		4,7	81	230,94
1996	57,16	263,21		4,7	9,97	357,37
1997	61,07	273,15		6,50	9,97	330,75
1998	65,29	283,60		6,50	10,30	345,09
1999	69,80	294,53		6,90	10,30	360,93
2000	74,65	305,90		6,90	10,68	376,77
2001	79,73	315,98		4,7	10,68	432,03
2002	85,28	330,60		4,7	81	381,88
2003	91,24	343,84		8,5	81	362,58
2004	97,62	357,63		8,5	81	382,75

Figure II-4

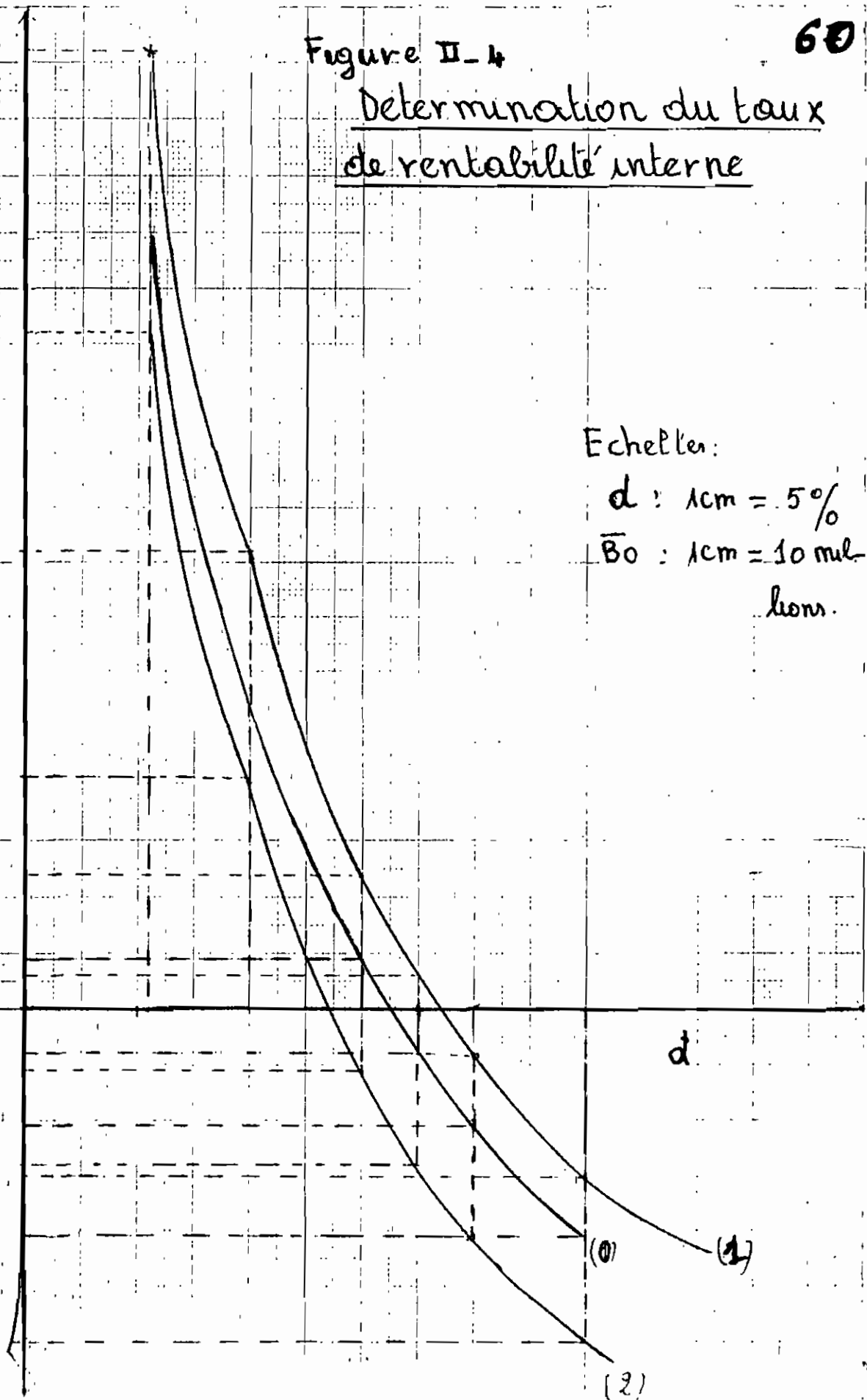
Determination du taux de rentabilité interne

$\bar{B}_0$

Echelle:

$d : 1cm = 5\%$

$\bar{B}_0 : 1cm = 10 \text{ mil- lions.}$



## 5.3. CRITÈRES DE CHOIX

### 5.3.1. BILAN ACTUALISE

En faisant la sommation de tous les avantages après les avoir actualisés à 12 %, on trouve un bilan positif égal à 1 388,85 millions. Donc l'opération est rentable.

### 5.3.2. TAUX DE RENTABILITE INTERNE

Il sera déterminé graphiquement

Pour les valeurs de A ci-dessous, on a calculé les valeurs du bilan actualisé afin de pouvoir établir le graphique bilan actualisé versus taux d'actualisation. Ce graphique est représenté à la page 60.

$$a = 12 \% , \quad \bar{B}O = 1\,388,85 \text{ millions}$$

$$a = 20 \% , \quad \bar{B}O = 582,42 \text{ millions}$$

$$a = 30 \% , \quad \bar{B}O = 80,9 \text{ millions}$$

$$a = 35 \% , \quad \bar{B}O = - 78,68 \text{ "}$$

$$a = 40 \% , \quad \bar{B}O = - 209,2 \text{ "}$$

$$a = 50 \% , \quad \bar{B}O = - 410,24 \text{ "}$$

A partir de ce graphique on trouve un taux de rentabilité interne égal à 32,5 %. Ce taux étant supérieur à 12 %, vient confirmer le fait que  $\bar{B}O$  ( $a = 12 \%$ ) est positif et que donc le passage au niveau d'aménagement envisagé est rentable.

### 5.3.3. TAUX DE RENTABILITE IMMEDIATE (r)

$$r = \frac{A1}{I} = \frac{215,98}{739,93} = 29,18 \%$$

### 5.3.4. DATE OPTIMALE DE MISE EN SERVICE

Elle correspond à l'année où le taux de rentabilité immédiate est égal ou supérieur au taux d'actualisation ( $r \geq a$ ).

$$\text{À la limite on aura } r = a \Rightarrow r = \frac{A1}{I} = a \Rightarrow A1 = a \times I =$$

= 0,12 x 739,93 millions

= 88,93 millions

Sur le tableau des avantages de la page 59 on voit que le premier bénéfice (à l'année 1985) est largement supérieur à  $\Delta_1$ . Donc l'année 1985 sera retenue comme date optimale de mise en service.

#### 5.4. TEST DE SENSIBILITÉ

Il s'agit de voir dans cette partie jusqu'à quel point les résultats obtenus des calculs économiques sont sensibles aux fluctuations des données économiques de base.

Nous testerons nos résultats à partir de deux hypothèses :

- hypothèse 1 : les avantages sont maintenus constants et les investissements sont augmentés de 20 %.

En effet, les coûts d'investissements ont été simplement estimés. Pour obtenir leur valeur exact il faudrait faire un métré exact. On estimera la hausse éventuelle à 20 %.

- hypothèse 2 : les coûts d'investissements sont maintenus constants et les avantages augmentés de 20 %.

En effet, non seulement dans l'évaluation des avantages on a passé sous silence les avantages difficilement monayables (intangibles) mais que aussi, la réalisation de la route peut engendrer un trafic dont on n'a pas tenu compte dans l'évaluation des avantages.

L'hypothèse 1 correspond à la courbe 2 de la page 60.

L'hypothèse 2 correspond à la courbe 1 .

L'hypothèse 2 conduit aux résultats suivants :

**Tableau 18**

Taux d'actualisation	12 %	20 %	30 %	35 %	40 %	50 %
Bilan, BO (en millions)	1720,99	802,44	236,75	5,7	-85,81	-305,95
Date optimale de mise en service	1985					

taux de rentabilité interne : 37 % (voir graphique page 60)

taux de rentabilité immédiate: 35 %

L'hypothèse 1 conduit aux résultats suivants :

**Tableau 19**

Taux d'actualisation	12 %	20 %	30 %	35 %	40 %	50 %
Bilan, BO (en millions)	1224,29	405,54	-110,2	-277,67	-415,56	-631,34
Date optimale de mise en service	1985					

taux de rentabilité interne : 27 % (voir courbe de la page 60)

taux de rentabilité immédiate: 24,2 %.

## CHAPITRE 6 : PLANNING DE CONCEPTION ET DE REALISATION

L'élaboration d'un planning exige des investigations et techniques qu'il nous est impossible de faire dans le cadre de cette étude.

On se limitera, dans ce chapitre, à évoquer la démarche généralement utilisée pour élaborer un planning.

On retient essentiellement trois phases.

### 5.1. PLANNING DE SOUMISSION

Il doit permettre d'établir méthodiquement les estimations qui serviront de base pour la remise d'offre.

Habituellement, dans les entreprises qui font un effort de planification, le processus est le suivant :

Dès la réception des dossiers d'appel d'offre :

- l'entrepreneur définit les intérêts de la firme pour le marché considéré,
- le responsable de l'organisation définit alors le rôle de chacun dans l'étude préliminaire qui doit être faite. Ainsi le responsable technique aura pour mission de fournir des informations se rapportant aux différentes options recommandées. Les responsables des moyens de production auront à fournir un certain nombre d'informations concernant les moyens d'exécution disponibles dans le cadre des diverses options techniques envisagées.

Pour chacune des techniques envisagées, le directeur de l'organisation établit un graphe d'ordonnement schématisant les

grandes phases de l'exécution.

Ce modèle lui servira pour l'évaluation des ressources nécessaires pour chaque option et indique si la réalisation est possible avec les moyens propres à l'entreprise, les parties à sous traiter et les délais qui peuvent être acceptés.

### 6.2. PLANNING DE RÉALISATION

Sur la base du schéma directeur de l'exécution, représenté par le graphe retenu lors de la réalisation de soumission, le responsable de l'organisation, maintenant préparateur du chantier, établit un graphe d'ordonnancement détaillé pour l'ensemble de la réalisation de l'ouvrage. Cela consiste à :

- définir une liste d'activité aussi complète que possible,
- exprimer les enclenchements qui existent entre ces activités,
- définir les moyens "normaux" et durée "normale" d'exécution de chaque activité
- établir un diagramme de Gant (par exemple).

Il faut ensuite établir différents bordereaux de travail à long terme pour les divers responsables des moyens de production et des approvisionnements de chantiers. On établit essentiellement :

- le bordereau de main-d'oeuvre
- le bordereau de matériels
- le bordereau de matériaux, indiquant les dates d'approvisionnement, le montant où les commandes doivent être faites compte tenu des délais de livraison.

### 6.3. PLANNING D'EXÉCUTION DE CHANTIER

L'achèvement du planning de réalisation de l'ouvrage accompa-



gné de ses bordereaux marque la fin du processus mécanique. Le préparateur entame maintenant le pilotage du chantier et lance les premières activités. Pour ce faire il élaborera périodiquement un planning couvrant une période correspondant à une tranche réactualisée du planning de réalisation de l'ouvrage. Il fournit en outre au chantier, chaque semaine, un programme de travail détaillé pour les diverses équipes.

#### 6.4. MODÈLE DE PLANNING

A l'aide d'un modèle fictif, nous essayerons de simuler l'ordre dans lequel les travaux routiers de type simple (qui ne nécessitent la construction de grands ouvrages d'art par exemple) s'exécutent.

Nous retiendrons sept tâches principales :

- l'installation de chantier
- le débroussaillage
- les terrassements généraux et le drainage
- l'exécution de la couche de fondation
- l'exécution de la couche de base
- l'exécution du revêtement
- l'exploitation de la route.

Figure II-5

MODELE DE PLANNING

DESIGNATIONS	MOIS 1 <sup>er</sup>	MOIS 2 <sup>er</sup>	MOIS 3 <sup>er</sup>	MOIS 4 <sup>er</sup>
INSTALLATION CHANTIER	▬			
DEBROUSSAILLAGE	▬	▬	▬	
TERRASSEMENTS GENERAUX ET DRAINAGE		▬	▬	
EXECUTION COUCHE DE FONDATION		▬	▬	
EXECUTION COUCHE DE BASE		▬	▬	
EXECUTION REVETEMENT			▬	▬
EXPLOITATION DE LA ROUTE			▬	▬

CONCLUSION

L'aspect économique des projets est à l'heure actuelle inscrite dans un vaste champ d'analyses.

Il s'agit, pour les pays sous-développés de voir parmi les différentes méthodes d'analyse, celles qui prennent mieux en compte l'intérêt de la collectivité et qui permettent donc de mieux sélectionner les projets afin de réaliser à chaque instant des opérations optimales.

La réalisation de ce document nous a permis de mieux percevoir la portée de l'étude économique des projets routiers d'une part et les difficultés auxquelles on est confronté quand on veut les appliquer dans les pays sous-développés d'autre part.

Dans le cadre de notre étude, la méthode de demande de transport est suffisante pour apprécier l'intérêt économique du projet. Même si cette méthode est simple d'utilisation, nous nous sommes rendu-compte de l'insuffisance des données locales pour la mettre en oeuvre.

Toute fois, à chaque fois que le besoin se sentait, nous avons émis des hypothèses qui nous paraissaient les plus appropriées afin de pouvoir jauger. Les avantages et les inconvénients que la collectivité pourrait tirer de la réalisation ou de la non réalisation de ce projet.

## - DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS -

Avec un taux de rentabilité interne de 32,5 %, le projet de bitumage de la route Thiès - Sindia est non seulement rentable, mais occupe un bon rang dans la classification par ordre d'urgence d'exécution des projets routiers étudiés au Sénégal.

La date optimale de mise en service correspond à l'année 1985 et reste inchangée après une analyse de sensibilité des résultats. Ceci est la conséquence d'un bénéfice très élevé dès la première année de mise en service. Puisque les avantages vont en croissant, plus la date de mise en service s'approche de la date optimale, plus importante sera l'économie que la collectivité nationale pourrait en retirer.

La réalisation de la route procurera certes des avantages que la méthode utilisée ne permet pas de percevoir. En effet, la liaison Thiès-Mbour par voie bitumée permettra de faciliter les relations administratives entre les deux villes. De plus, le département de Mbour dispose de potentialités maraichères et certains périmètres sont à exploiter par la Société CARITAS. Le bitumage de la D 701 pourrait stimuler la production maraichère dans cette zone par suite de la baisse des coûts de transport.

La petite Côte étant aussi un grand centre touristique, l'opération pourra favoriser le développement du tourisme dans la région.

### RECOMMANDATIONS SUR LE TRAFIC

Le long de notre étude, nous nous sommes confrontés à des difficultés le plus souvent liées à une insuffisance de données de trafic.

Pour une étude plus élaborée, des efforts doivent être consentis afin de cerner avec précision les données de trafic.

Pour ce faire, de lourdes campagnes de comptage doivent être menées avec des postes installés essentiellement à Thiès, à Sindia et à Diame-Niadio pour mieux apprécier le trafic.

ooo

- BIBLIOGRAPHIE -

1. LIONEL ODIER  
Les intérêts économiques des travaux routiers  
Edition de 1967.
2. BCEOM - CERTP - Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères-  
FRANCE  
Tome 1 Conception et Economie des Projets Routiers -  
Edition de 1972.
3. MOCTAR DIAW & MAMADOUR SAGNE MBALLO  
Mémoire de fin d'Etudes (1981)  
Evaluation Economique des Projets Routiers.
4. BANQUE MONDIALE - DOCUMENT N° 241 (1976)  
L'Analyse Economique des Projets de Routes Rurales
5. MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT - SÉNÉGAL  
DIRECTION GÉNÉRALE DES TRAVAUX PUBLICS  
Bulletin de liaison des Travaux Publics (Janvier 1982).
6. DIRECTION DES ÉTUDES ET DE LA PROGRAMMATION (D.E.P.)  
PLAN NATIONAL DE TRANSPORT - SÉNÉGAL (1981)
  - Les bases de prévisions, Volume 2 Tome 2.
  - Les coûts d'Aménagement et d'Entretien des Routes  
Volume 4 Tome unique
  - Coûts Routiers : Volume 3 Tome 1
  - Eléments de choix des Investissements et analyse économique  
des projets routiers Volume 5 Tome 1
  - Les prévisions de trafic : Volume 2 Tome 3

ANNEXE I  
PREVISION DE TRAFIC

Les véhicules particuliers (en nombre de véhicules par an)

Matrice Origine-Destination à l'horizon 1980

(Matrice Symétrique)

D	61	62	63	71	72	81	82	91 Rosso	95	91 Kaédi	Total Origines	
11	48542	4899	3562	184886	65932	17655	2404	3771	8907	1525	448398	
21	2770	671	1048	1621	1007	628	255	242	1947	139	28866	
22	704	181	248	458	279	185	75	75	297	46	6774	
23	260	105	73	196	116	95	38	41	98	28	3813	
31	9607	2819	1283	7571	1867	3182	1391	479	728	147	131701	
32	2051	655	431	4535	1448	10546	463	2827	405	294	87167	
41	2052	655	431	4535	1448	10546	463	2827	405	294	53704	
42	363	118	86	389	174	284	165	292	100	93	9404	
43	838	377	186	548	333	260	105	102	192	60	5170	
51	163	62	40	135	78	66	27	31	50	23	9020	
52	163	62	40	135	78	66	27	31	50	23	2027	
53	92	33	23	98	47	63	32	53	29	27	1606	
61	-	10698	11990	10969	9524	2625	1100	624	2652	241	142682	
62	-	-	1145	1960	1438	827	346	202	553	79	29966	
63	-	-	-	1777	1331	511	212	141	517	60	27332	
71	-	-	-	-	16539	8051	1018	1071	1206	313	261856	
72	-	-	-	-	-	1985	360	414	785	148	107454	
81	-	-	-	-	-	-	601	1145	431	206	52882	
82	-	-	-	-	-	-	-	139	176	53	10268	
91 Rosso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	219	14686	
95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	20565	
91 Kaédi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4059	
											TOTAL	1461400



Trafic voyageurs en commun tous modes

T-2

confondus (en nombre de passagers par an)

Matrice Origine-destination à l'horizon 1981

( Matrice Symétrisée)

D	61	62	63	71	72	81	82	Rosso	Kaédi	Banjul	Total Origines
11	745708	78578	55724	2677563	115258	224444	29715	34571	9283	133248	6580617
21	46810	-	31821	-	-	-	-	-	-	7985	232532
22	14845	-	9456	-	-	-	-	-	-	2856	94873
23	6464	-	4255	-	-	-	-	-	-	1441	50634
31	183533	113349	-	192851	92108	-	27014	14714	7608	-	1582615
32	115311	87327	-	133914	73653	78818	24103	9311	6111	-	1288751
41	-	-	-	104396	73232	164443	13601	50194	19451	-	852173
42	-	-	-	57200	44021	67360	8637	40423	18015	-	394949
43	16293	13415	-	14309	11790	14434	4348	2761	2011	-	152527
51	4118	16844	1622	12967	11789	-	2258	1484	1195	784	99367
52	5427	-	2373	-	-	-	-	-	-	1287	25531
53	3442	3199	-	2978	2669	2761	707	612	440	-	35821
61	-	217694	182668	127533	143653	-	19056	9774	6836	35916	1885081
62	-	-	-	91555	95338	-	14463	7993	6469	-	746224
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11257	299176
71	-	-	-	-	193961	151148	19398	13811	7900	-	3801484
72	-	-	-	-	-	95905	14316	10730	6586	-	1985009
81	-	-	-	-	-	-	13846	16264	7838	-	837261
82	-	-	-	-	-	-	-	6494	5411	-	203367
									Rosso		227835
									Kaédi		194774
									Banjul		113853
									TOTAL		21684400

Trafic véhicules particulières (en nombre de véhicules/an)

Matrice Origine-Destination à l'horizon 1985

Matrice symétrique

D	61	62	63	71	72	81	82	91 Rosso	95	91 Kaédi	Total Origines	
11	65101	6617	5040	248173	88456	23846	3153	6787	12399	3189	605905	
21	3276	797	1273	1922	1195	757	298	331	2396	205	36528	
22	804	208	291	525	319	212	84	99	352	66	10408	
23	301	123	87	228	134	110	44	56	118	40	4587	
31	30951	3144	3102	20958	3994	3366	1419	725	1434	262	160161	
32	11096	3268	1522	8770	2162	3688	1589	641	875	212	104619	
41	2447	784	528	5426	1732	12626	546	3901	503	437	69280	
42	411	133	95	712	274	771	91	2858	102	145	11690	
43	420	137	103	452	203	331	189	391	121	134	6295	
51	1000	452	228	656	399	311	124	141	238	89	11457	
52	183	70	47	152	88	75	30	41	59	33	2372	
53	106	39	27	114	54	74	36	71	35	40	1955	
61	-	12540	14381	12848	11152	3076	1270	843	3222	351	175779	
62		-	1378	2304	1690	973	401	273	674	116	36121	
63			-	2128	1600	615	251	196	645	90	33637	
71				-	19423	9463	1179	1452	1470	457	338822	
72					-	2333	416	561	956	216	137357	
81						-	696	1552	525	301	65689	
82							-	186	211	76	12289	
91 Rosso								-	210	368	21683	
95									-	117	26662	
91 Kaédi										-	6946	
											<b>TOTAL</b>	<b>1880242</b>

Trafic voyageurs transport en commun

tous modes confondus

Matrice origine-destination à l'horizon 1985

(Matrice Symétrique)

D	61	62	63	71	72	81	82	91 Rosso	95	91 Kaédi	Total Origines
11	970015	102885	76086	3485222	1450987	37873	58703	179070	-	18062	8594475
21	52990	-	36299	-	-	-	-	-	9564	-	284888
22	16634	-	10678	-	-	-	-	-	3386	-	110083
23	7275	-	4825	-	-	-	-	-	1716	-	58763
31	188176	116236	-	198028	49578	-	27686	15177	-	7873	1803503
32	118177	89512	137449	-	75596	80789	24692	9601	-	6321	1413590
41	-	-	-	107439	75365	169006	13971	51893	-	20173	959812
42	-	-	-	58790	45244	69138	8860	41736	-	18660	411309
43	16723	13771	-	14708	12119	14816	4461	2851	-	2083	157576
51	4674	17313	1855	13346	12133	-	2319	1534	942	1239	106481
52	5053	-	2667	-	-	-	-	-	1519	-	29201
53	3533	3284	-	3062	2744	2834	726	632	-	456	37935
61	-	223240	206540	130957	147506	-	19530	10082	42635	7074	2171814
62	-	-	-	94029	97912	-	14825	8247	-	6695	787949
63	-	-	-	-	-	-	-	-	13467	-	352417
71	-	-	-	-	199464	155229	19911	14268	-	8187	4640089
72	-	-	-	-	-	98492	14694	11085	-	6825	2344744
81	-	-	-	-	-	-	14193	16779	-	8113	923224
82	-	-	-	-	-	-	-	6696	-	5597	216034
91 Rosso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	258341
95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	252299
91 Kaédi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	126415
<b>TOTAL</b>											<b>26040880</b>

Trafic véhicules particulières (en nombre de  
véhicules/an)

Matrice origine-destination à l'horizon 1989

( Matrice Symétrique)

D	61	62	63	71	72	81	82	91 Rosso	95	91 Kaédi	Total Origines	
11	87345	8936	6604	344732	118684	36838	4132	8047	14701	3781	826780	
21	3878	946	1490	2321	1418	946	349	362	2624	225	46068	
22	918	238	328	611	366	259	95	105	372	70	12300	
23	349	142	100	269	156	137	50	60	126	43	5502	
31	36150	3683	3581	24964	4677	4216	1638	783	1550	285	195758	
32	12819	3787	1738	10333	2504	4569	1814	685	935	226	126038	
41	2921	939	623	6604	2072	16159	645	4307	555	483	89728	
42	477	155	109	842	318	958	104	3065	109	155	13842	
43	487	160	118	534	235	411	216	419	129	143	7559	
51	1193	541	269	798	477	398	147	155	263	98	14574	
52	213	82	53	179	102	93	34	44	63	35	2870	
53	123	45	31	134	63	92	41	77	37	42	2361	
61	-	14700	16608	15311	13064	3855	1467	911	3483	375	216651	
62		-	1596	2754	1986	1224	465	296	731	125	43531	
63			-	2518	1853	762	287	209	689	96	39662	
71				-	23204	12094	1389	1600	1621	504	453316	
72					-	2931	482	608	1036	234	176470	
81						-	862	1800	609	349	89562	
82							-	199	226	81	14723	
91 Rosso								-	-	368	24310	
95									-	117	30186	
91 Kaédi										-	7839	
											TOTAL	2439630

Trafic voyageurs - transport en commun tous modes  
confondus (en nombre de passagers par an)

Matrice origine-destination à l'horizon 1989

(Matrice Symétrique)

D	61	62	63	71	72	81	82	91 Rosso	95	91 Kaédi	TOTAL Origines
11	1262259	134667	96913	4679552	1887947	434484	48249	78498	235433	31079	11392664
21	60007	-	40965	-	-	-	-	-	11258	-	350747
22	18645	-	11928	-	-	-	-	-	3946	-	127843
23	8189	-	5413	-	-	-	-	-	2008	-	68308
31	192943	119193	-	203487	97116	-	28371	15573	-	8125	2084605
32	121115	91747	-	144173	77589	83041	25291	9846	-	6520	1567097
41	-	-	-	110654	77565	174196	14349	53368	-	20865	1099534
42	-	-	-	60484	46515	71184	9091	42875	-	19278	429647
43	17165	14136	-	15129	12457	15253	4576	2928	-	2152	163048
51	5304	17793	2098	13744	12486	-	2382	1578	1111	1282	114888
52	6814	-	2992	-	-	-	-	-	1778	-	34130
53	3626	3371	-	3149	2820	2917	745	649	-	471	40425
61	-	228926	231018	134571	151469	-	20014	10346	49745	7300	2529456
62	-	-	-	96634	100553	-	15194	8463	-	6910	837587
63	-	-	-	-	-	-	-	-	15658	-	406985
71	-	-	-	-	205269	159981	20448	14672	-	8467	5867414
72	-	-	-	-	-	101435	15080	11391	-	7054	2806746
81	-	-	-	-	-	-	14587	17268	-	8396	1082742
82	-	-	-	-	-	-	-	6866	-	5773	231016
91 Rosso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	283674
95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	320937
91 Kaédi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	143025
TOTAL											31982416





## : Facteurs de passage trafic marchandises - trafic véhicules

## Transformation des trafics de marchandises en trafics de véhicules (2 sens confondus)

Nature de la marchandise	Quantité de véhicules exigée pour le transport de 1 tonne de marchandises			
	Camionnette	Camion 8 t	Camion 10 t	Camion 20 t
1. Arachides	0	0,0667	0,0667	0,0300
2. Phosphates	0	0	0	0,0769
3. Hydrocarbures (1 t = 1 200 litres)	0	0	0,1333	0,0599
4. Tourteaux	0	0	0	0,1000
5. Huiles (1 t = 1 087 litres)	0	0,1316	0,0980	0
6. Engrais, matériel agricole (retour arachide)	0	0	0	0
7. Riz, maïs, mil, sorgho	0	0,0667	0,0500	0,0500
8. Sucre	0	0	0	0,0870
9. Sel (retour des produits divers)	0	0	0	0
10. Bois et charbon de bois	0	0	0,1667	0,0444
11. Ciment	0	0,0667	0,0556	0,0833
12. Matériaux de construction	0	0,0667	0,0556	0,0833
13. Granulats	0	0,0417	0,0333	0,0513
14. Coton	0	0	0	0,0909
15. Boissons gazeuses	0	0,1333	0,1000	0,1000
16. Produits de la pêche	2,000	0	0	0
17. Farine de blé	0	0,0667	0,0500	0,0500
18. Produits maraichers	2,2222	0	0	0
19. Produits divers	0,4000	0,1333	0,1000	0



ANNEXE II

EVOLUTION GLOBALE DES PRIX  
DES TRAVAUX ROUTIERS

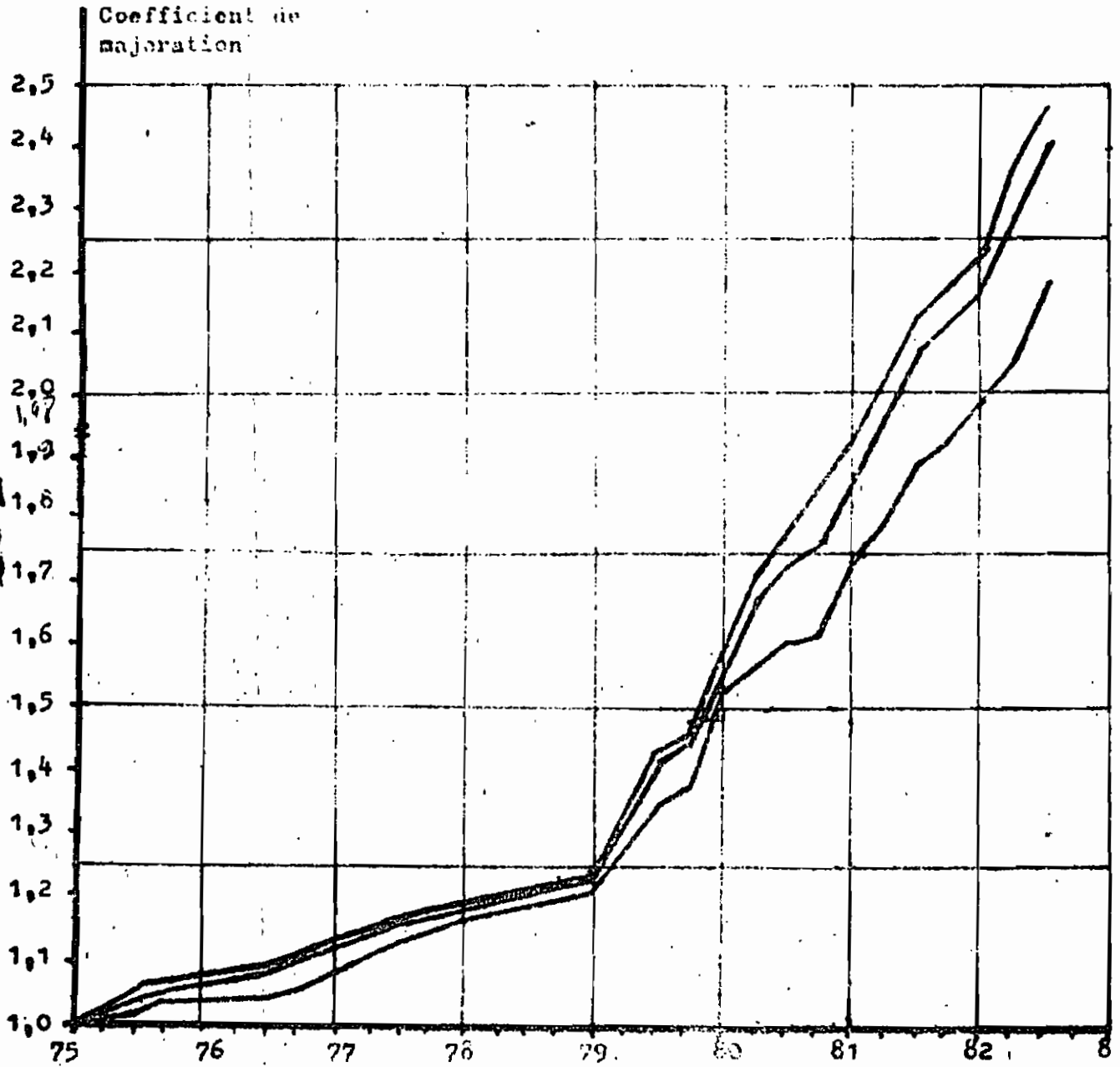
EVOLUTION GLOBALE DES PRIX DE TRAVAUX

ROUTIERS

	SR		ST		SPF	
	Routes revêtues		Routes non revêtues		Renforcement	
	HT	TTC	HT	TTC	HT	TTC
1975 1e trimestre	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2e " "	1,030	1,030	1,004	1,004	1,038	1,038
3e " "	1,046	1,046	1,012	1,012	1,056	1,056
4e " "	1,066	1,066	1,039	1,039	1,072	1,073
1976 1e trimestre	1,066	1,066	1,039	1,039	1,073	1,073
2e " "	1,073	1,073	1,044	1,044	1,080	1,080
3e " "	1,078	1,078	1,047	1,047	1,089	1,089
4e " "	1,096	1,096	1,066	1,066	1,107	1,107
1977 1e trimestre	1,125	1,125	1,098	1,098	1,135	1,135
2e " "	1,131	1,131	1,105	1,105	1,141	1,141
3e " "	1,101	1,155	1,076	1,129	1,106	1,163
4e " "	1,121	1,176	1,095	1,149	1,127	1,183
1978 1e trimestre	1,136	1,198	1,111	1,166	1,142	1,198
2e " "	1,139	1,196	1,115	1,170	1,144	1,200
3e " "	1,156	1,213	1,128	1,184	1,163	1,220
4e " "	1,170	1,228	1,142	1,198	1,170	1,228
1979 1e trimestre	1,183	1,241	1,152	1,209	1,177	1,235
2e " "	1,253	1,316	1,204	1,263	1,270	1,338
3e " "	1,378	1,418	1,312	1,350	1,392	1,432
4e " "	1,401	1,441	1,338	1,377	1,415	1,456
1980 1e trimestre	1,527	1,571	1,481	1,524	1,538	1,582
2e " "	1,604	1,637	1,526	1,570	1,670	1,718
3e " "	1,684	1,733	1,556	1,601	1,717	1,767
4e " "	1,714	1,763	1,568	1,613	1,753	1,864
1981 1e trimestre	1,834	1,887	1,696	1,745	1,874	1,928
2e " "	1,915	1,970	1,747	1,797	1,966	1,823
3e " "	1,987	2,070	1,815	1,891	2,042	2,128
4e " "	2,032	2,117	1,848	1,925	2,081	2,168
1982 1e trimestre	2,082	2,169	1,909	1,999	2,135	2,224
2e " "	2,205	2,297	1,976	2,059	2,271	2,366
3e " "	2,304	2,401	2,093	2,181	2,363	2,462

EVOLUTION GENERALE DES PRIX DE TRAVAI A ROUTIERS

( toutes taxes comprises )



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