

REPUBLIQUE DU SENEGAL
UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



GC0034

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE
Centre de THIES
DEPARTEMENT GENIE CIVIL

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION

Titre :

**Analyse critique de la stratégie
d'entretien du réseau routier revêtu au
Sénégal**

<u>Auteur</u>	: Ndéye Bigué Dieng MBOUP
<u>Directeur</u>	: M. Ibrahima Khalil CISSE, professeur à l'ESP
<u>Co-Directeurs</u>	: M. Dominique NDONG, Directeur Technique de l'AATR M. Khoulta NDIAYE, Chef DETN de l'AATR

Juillet 2004

DEDICACE

Je dédie ce travail :

☺ A Mes chers parents pour toute leur affection et la bonne éducation.

☺ A mes frères et ma sœur

☺ A ma belle famille

☺ Particulièrement à mon très cher époux qui sans sa compréhension et son soutien, il me serait difficile de faire ces études et ce travail.

(Que le Tout Puissant nous accorde longue vie).

SOMMAIRE

Le présent document a pour but, après analyse des types de dégradations les plus couramment rencontrées au Sénégal, de proposer une meilleure stratégie d'entretien en vue d'une amélioration de la durée de vie des routes tout en préservant les qualités de confort et de sécurité à fournir aux usagers.

La démarche proposée commence par un exposé de la problématique générale de l'entretien routier et la présentation globale de la politique de l'entretien du réseau routier dans les pays en développement.

Ensuite, il est fait une description des différentes dégradations très souvent rencontrées sur les chaussées revêtues en indiquant leurs causes probables. La pathologie des dégradations de structures de chaussée basée sur des inspections visuelles, la méthode VIZIR et les données classées vont permettre d'alimenter la Banque de Données Routières très utile pour la gestion de l'entretien routier.

L'exploitation de la Banque de Données Routières disponible et gérée actuellement par l'Agence Autonome des Travaux Routiers va constituer notre base de travail.

Par la suite, nous procéderons à l'analyse critique des méthodes utilisées pour l'entretien des routes, ce qui permettra ainsi de faire des recommandations utiles.

Les conclusions faites à l'issue de cette analyse serviront de base pour la formulation de recommandations quant à la stratégie à adopter et aux moyens à mettre en œuvre pour mieux prévenir les dégradations constatées sur le réseau routier, ce qui pourra contribuer à la réussite de la politique d'entretien et de conservation de nos structures de chaussée.

REMERCIEMENTS

La rédaction de ce projet de fin d'études a constitué une occasion de mesurer la part prise par toutes les personnes que nous avons côtoyées durant notre formation.

Ces personnes, par l'excellence des relations établies, ont largement facilité et contribué à la réalisation de ce travail. Qu'il nous soit permis par le biais de ce rapport de remercier vivement :

M. Ibrahima K CISSE, Professeur du Département génie civil de l'Ecole Supérieure Polytechnique, notre Directeur interne, pour les conseils très utiles, les explications claires et précises qu'il n'a cessé de nous apporter tout au long de ce projet et surtout pour sa disponibilité ;

Le Directeur Technique de l'Agence Autonome des Travaux Routiers (AATR), M. Dominique NDONG, notre Directeur externe, auteur du sujet traité et qui a facilité ce travail en mettant à notre disposition les moyens nécessaires à sa réalisation ;

M. Khoulth NDIAYE Chef de la Division Travaux Neufs de L'AATR, Co-Directeur externe, qui par sa disponibilité constante, ses conseils et son encadrement, n'a ménagé aucun effort pour le bon déroulement de ce projet ;

Le Chef du Bureau de Données Routières au sein de l'AATR, M. Lamine CISSE pour sa disponibilité et la documentation ;

Notre reconnaissance va également à l'endroit de tout le personnel de l'Agence Autonome des Travaux Routiers, de nos camarades de promotion et de tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réussite de ce projet.

TABLE DES MATIERES

	Page
DEDICACE	I
SOMMAIRE	II
REMERCIEMENTS	III
TABLE DES MATIERES	IV
LISTE DES TABLEAUX.....	VI
LISTE DES FIGURES	VII
LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES.....	VIII
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : PROBLEMATIQUE GENERALE ET POLITIQUE DE L'ENTRETIEN ROUTIER	3
CHAPITRE 2 : LES DEGRADATIONS DE CHAUSSES REVETUES AU SENEGAL.....	8
2.1 Etat global du réseau routier	9
2.2 Les différents types de dégradations	11
2.3 Les causes probables des dégradations.....	17
CHAPITRE 3 : LA BANQUE DE DONNEES ROUTIERES	Erreur ! Signet non défini.
3.1 Organisation de la BDR.....	25
3.1.1 Organisation institutionnelle.....	25
3.1.2 Organisation technique	25
3.1.3 Exploitation de la BDR.....	26
3.2 Mise à jour de la DBR	36
3.3 Stratégies d'entretien des routes revêtues.....	38
3.3.1 Programmes	38

3.3.2 L'entretien courant	39
3.3.3 L'entretien périodique et la Réhabilitation.....	40
CHAPITRE 4 : ANALYSE CRITIQUE DES STRATEGIES D'ENTRETIEN	43
4.1 Entretien courant.....	44
4.2 Entretien périodique et Réhabilitation.....	46
CHAPITRE 5 : RECOMMANDATIONS	49
5.1 Recommandations pour les décideurs	50
5.2 Recommandations liées aux aspects techniques.....	51
CONCLUSION.....	52
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	53
ANNEXES	54

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution du réseau routier au Sénégal	4
Figure 2 : Etat du réseau bitumé (relevés de juin 2002).....	10
Figure 3 : Facteurs sollicitant la chaussée	11
Figure 4 : Description sommaire du processus de dégradation depuis la surface d'une chaussée souple	12
Figure 5 : Valeurs usuelles de l' IRI (Indice de Rugosité International)	35

LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES

AATR	: Agence Autonome des Travaux Routiers
BDR	: Banque de Données Routières
CEBTP	: Centre d'Expérimentation des Bâtiments et Travaux Publics
cm	: centimètre
IRI	: Indice de Rugosité International
Km	: kilomètre
LATC	: Latérite Ciment
N	: Nationale
P	: Piste
PATB	: Points à temps bitumage
%	: Pourcentage
PERA	: Programme d'Entretien Routier Annuel
PTG	: Programme Triennal Glissant
R	: Régionale
RD	: Route Départementale
SGER	: Système de Gestion de l'Entretien Routier
T	: Trafic
VD	: Voie de Dégagement
VU	: Voirie urbaine
v.j	: Véhicule. jour

INTRODUCTION

La construction routière constitue aujourd'hui une des priorités de la politique d'ajustement structurel du Sénégal visant à répondre à la demande croissante de la mobilité des personnes, de transport et fourniture de quantités importantes de marchandises à travers l'ensemble du pays.

Compte tenu de l'impact de l'effet des infrastructures routières sur le développement économique et de l'importance des besoins au regard des faibles moyens disponibles, le souhait est d'obtenir un maillage du territoire par des routes n'ayant pas seulement un caractère économique, mais aussi des routes durables même au risque de réduire le nombre des réalisations.

Le patrimoine routier d'un pays représente un capital dont le volume est croissant et donc requiert d'importants coûts d'investissement. Encore faut-il, pour que cette croissance soit économiquement valable, que les réalisations déjà faites soient conservées avec leurs qualités premières et qu'elles n'aillent pas en se dégradant faute de budget suffisant pour leur remise en état.

L'entretien d'un réseau routier et son extension constituent une lourde charge pour l'Etat. L'effet des multiples interventions nécessaires au jour le jour, n'apparaissent pas avec évidence dans l'immédiat à l'opinion publique, et les soins qui doivent être apportés au réseau sont souvent négligés ou remis à plus tard. Lorsque le cri d'alarme est lancé, il est généralement trop tard car la dégradation a atteint son stade ultime, celle où elle devient visible à tous. Dans la plupart des cas, il ne reste plus comme solution qu'à reconstruire l'ouvrage qu'un entretien correct aurait pu maintenir en état pour de nombreuses années.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce projet de fin d'études qui constitue une analyse critique des stratégies d'entretien des chaussées revêtues.

Il sera donc question, à travers cette étude, de proposer une meilleure méthode d'entretien des routes revêtues en tenant compte des dégradations les plus couramment rencontrées sur ces chaussées.

Elle devra permettre de prévenir les éventuelles dégradations les plus néfastes et de maintenir les routes pérennes vu l'état actuel de développement de notre pays.

Le présent travail s'articulera autour de la présentation globale de la problématique et de la politique de l'entretien de réseaux routiers revêtus qui sera suivie de l'identification des dégradations au Sénégal et de leurs causes probables. Ensuite on fera une analyse critique des différentes stratégies existantes pour pouvoir enfin suggérer des solutions d'amélioration.



CHAPITRE 1 : PROBLEMATIQUE GENERALE ET POLITIQUE DE L'ENTRETIEN ROUTIER

Les infrastructures de transport sont essentielles au développement économique et social des pays. Elles constituent des liens vitaux entre les centres de production et les marchés pour la plupart des secteurs économiques. Par leur fonction multiple d'accès à l'emploi, aux services sociaux de santé et à l'enseignement, elles sont essentielles dans le domaine de la lutte contre la pauvreté en permettant le désenclavement des régions rurales et en stimulant le développement économique et social.

Le boom de la construction routière qu'ont connu de nombreux pays en développement entre 1960 et 1970 a entraîné un développement considérable des infrastructures routières ; mais faute d'entretien, celles-ci se sont depuis nettement détériorées.

L'évolution du réseau routier dans notre pays au cours des 40 dernières années est la suivante :

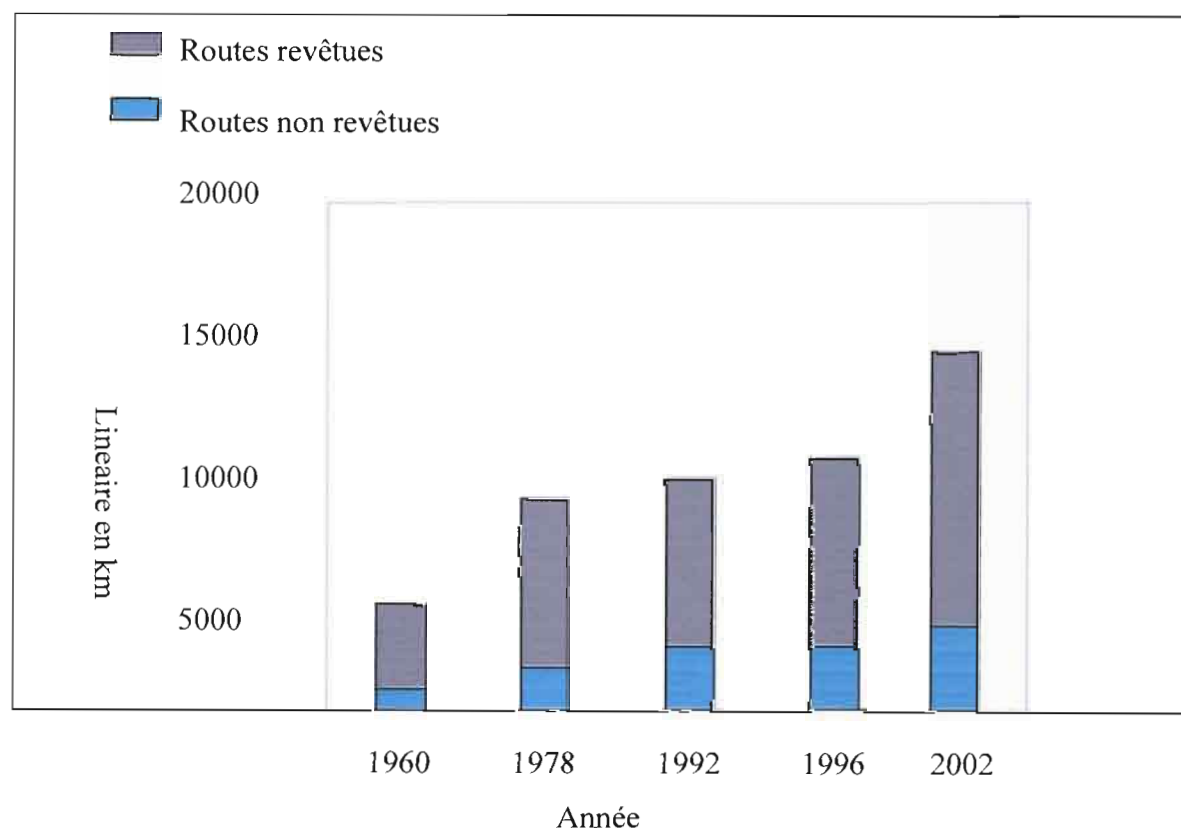


Figure 1 : Evolution du réseau routier au Sénégal

Il n'est pas toujours facile de comprendre pourquoi on en est arrivé à une telle situation, néanmoins on peut avancer quelques explications.

L'extension excessive des réseaux routiers s'est réalisée sans que soient réellement appréhendés les besoins d'entretien ultérieur et les financements correspondants.

Malgré la forte évolution des trafics dans la plupart des pays, la place réservée à l'entretien routier dans les budgets est restée secondaire.

Une des raisons de la carence des politiques d'entretien routier tient au cadre institutionnel dans lequel s'insère la gestion des routes. Dans de nombreux cas l'entretien et la gestion des routes relèvent d'un grand nombre d'organismes dont les responsabilités respectives n'apparaissent pas clairement. De plus, la gestion des routes relève peu de l'économie des marchés; les compétences et les ressources du secteur privé sont au démarrage insuffisantes voire inexistantes. Les susciter constitue le plus souvent une composante obligatoire des projets de développement dans la gestion de l'entretien routier.

Face à ce constat, une priorité de plus en plus grande est donnée à l'entretien, qui est devenu une des préoccupations majeurs de nombreux pays. On estime qu'un tiers du capital investi dans le réseau routier en Afrique subsaharienne a été perdu par le seul fait d'un entretien insuffisant.

Ainsi les bailleurs de fonds accordent désormais la priorité à l'entretien routier et il existe un consensus sur la nécessité de formuler des politiques en la matière.

Réhabiliter les routes gravement détériorées et préserver les infrastructures plus récentes d'un sort analogue, tel doit être l'objectif, d'où la mise en place de politiques d'entretien. Cela exige aussi que des actions complémentaires soient conduites dans plusieurs domaines. Il s'agit de :

↓ **La définition des priorités**

Peu de pays sont en effet en mesure de mobiliser les ressources nécessaires pour faire face intégralement aux besoins de l'entretien routier. Il faut faire des choix et dans la plupart des cas, réduire fortement les travaux d'investissement au profit des travaux d'entretien. Les financements extérieurs étant limités, il s'agit par ailleurs de mobiliser au maximum les ressources locales.

↓ **La clarification des responsabilités**

Souvent monopoles publics, les services routiers assurent tout à la fois des tâches de planification, d'exécution, de passation de marchés et contrôle. Dans de nombreux pays comme le Sénégal, les réformes engagées ont eu en particulier pour objectif de séparer les travaux d'exécution des autres fonctions en faisant appel plus largement au secteur privé. Ce nouveau partage des rôles doit permettre aux services routiers de développer leurs capacités à programmer et à gérer le réseau routier, à définir des stratégies d'entretien et à maintenir des niveaux de service cohérents avec les ressources financières mobilisables.

↓ **Les fonds routiers**

Dans notre pays, face aux problèmes liés à l'entretien dont, entre autres, la disponibilité à temps des ressources financières allouées à l'entretien du réseau routier classé et un système de financement encore mal assuré du réseau non classé dont le réseau rural, le gouvernement du Sénégal a décidé de procéder à une étude pour la création d'un fonds routier autonome dont les principaux objectifs sont de :

1. Pérenniser le financement de l'entretien routier ;
2. Préparer un programme de travaux de remise en état et d'entretien du réseau routier pour les dix prochaines années ;
3. Fournir au conseil des routes un diagnostic actualisé du fonds routier existant, faisant ressortir les dysfonctionnements et les faiblesses inhérentes à son statut, ainsi que les carences liées à son organisation et sa gestion.

↓ **L'amélioration de la gestion des ressources humaines**

Elle passe notamment par un recours accru à la formation et au développement de carrières améliorées pour une meilleure motivation du personnel, ce qui suppose de disposer d'un minimum d'organisation en la matière.

Toutes les actions citées ci dessus visent donc à maintenir sur le réseau routier une qualité de service constante et déterminée à priori.

L'importance du trafic, notamment en poids lourds, accélère l'usure et les dégradations des couches de roulement. Après une dizaine d'années de vie, celles-ci perdent de leur adhérence, ce qui diminue la qualité des freinages et de leur étanchéité, mettant ainsi en péril la pérennité de la chaussée.

Au Sénégal, c'est pour ces raisons techniques et économiques qu'il a été mis en place une politique préventive de l'entretien qui vise les mêmes objectifs décrits ci dessus compte tenu de l'importance des ressources financières déjà investies sur le patrimoine routier. Il a été défini comme objectif global un renouvellement des routes suivant une périodicité à fixer selon le niveau de service, modulée en fonction des trafics.

La création de l'Agence Autonome des Travaux Routiers pour en faire une agence d'exécution se justifie pour assurer une meilleure gestion de l'entretien des routes, ainsi que la mise en place d'une Banque de Données Routières pour avoir une bonne connaissance de l'état du réseau à tout moment.

La mise à jour régulière de cette politique suppose une connaissance globale de l'état de dégradation du réseau que nous verrons au chapitre qui va suivre et de la charge de trafic qu'il supporte, soit tout élément indispensable à l'actualisation des informations contenues dans la Banque de Données Routières, gérée par l'Agence Autonome des Travaux Routiers.



CHAPITRE 2 : LES DEGRADATIONS DE CHAUSSES REVETUES AU SENEGAL

2.1 Etat global du réseau routier

Au Sénégal l'inventaire du réseau routier, actualisé en 2002 fait état d'un réseau subdivisé en deux catégories :

- ↓ Le réseau classé sous tutelle du Ministère de l'Equipeement et des Transports.
- ↓ Le réseau non classé géré par les Communes.

Le réseau classé comporte un linéaire de 14644 Km, soit 4560 Km de routes bitumées qui permettent d'atteindre aisément à partir de Dakar toutes les régions, les principaux centres de production minière, agricole, halieutique ainsi que les grandes cités touristiques (voir carte administrative en annexe 1).

Le système routier sénégalais semble être déséquilibré mais, dans les circonstances actuelles, ce déséquilibre n'est toutefois qu'apparent. Par exemple, la concentration du réseau routier revêtu aux alentours de la région de Dakar et dans les zones ouest du pays, semble être justifiée car cette partie du territoire, convenablement desservie, regroupe 65% de la population totale et 93% de la production commerciale.

La répartition par longueur et par nature des routes est la suivante :

	Réseau total		Routes revêtues		Routes non revêtues	
Catégories des routes	km	%	km	%	km	%
Routes nationales	3364	100	2857	77.9	507	22.1
Routes régionales	1194	100	563	47.1	631	52.9
Routes départementales	5620	100	814	13.8	4806	86.2
Voiries	248	100	241	100	7	0
Pistes répertoriées	4218	100	85	2	4133	98
Total	14644	100	4560	29.3	10084	70.7

Tableau 1: Répartition actuelle du linéaire (Km) du réseau des routes classées

On note cependant plus de 70 % du réseau routier revêtu qui est affecté de dégradation très avancée à un âge inférieur à 15 ans (source Banque Mondiale).

Les dégradations concernent essentiellement les chaussées souples à revêtement bitumineux et caractérisent un état structural de la chaussée, lié soit à l'ensemble des couches, du corps de chaussée et de la plateforme, soit uniquement à la couche de surface. (Voir figure 2).

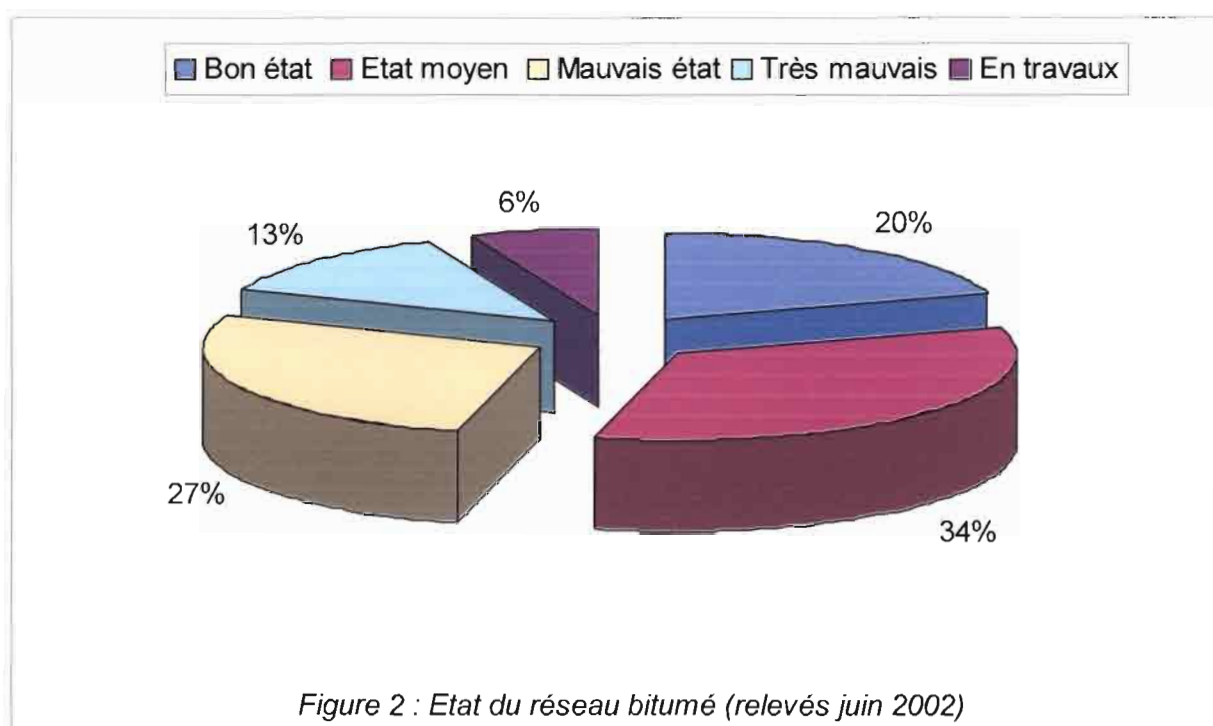


Figure 2 : Etat du réseau bitumé (relevés de juin 2002)

Les chaussées sont le plus fréquemment soumises à deux modes de sollicitations distinctes : celles du trafic et celles du climat (voir figure 3).

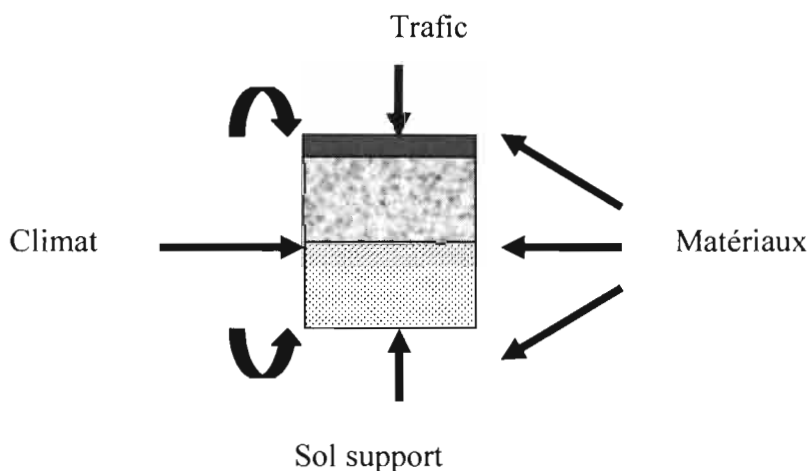


Figure 3 : Facteurs sollicitant la chaussée

Ces sollicitations affectent la résistance de ces chaussées dans le temps, laquelle diminue considérablement au bout d'un certain nombre d'années. C'est ainsi que les chaussées atteignent un seuil de fatigue qui se traduit par des dégradations. L'expérience montre en effet qu'une chaussée en vieillissant perd graduellement de son comportement par toutes sortes de causes. Elles sont souvent à l'origine d'une insuffisance de capacité structurelle de la chaussée mais peuvent également découler d'un défaut de mise en œuvre, défaut de qualité d'un matériau ou d'une quelconque condition locale que le trafic peut accentuer.

2.2 Les différents types de dégradations

Il est facile d'imaginer la grande variété de facteurs affectant le comportement et la durée de vie d'une route. Un mauvais comportement provient de la faiblesse du revêtement, des couches de fondations ou de la plate forme. Les causes directes à ces niveaux proviennent d'un mauvais calcul structural, d'un mauvais matériau, d'une construction déficiente ou d'un entretien inadéquat. Dans ces cas la dégradation est très rapide.

Certaines causes naturelles ou indirectes détériorent les routes avec les années. Citons le climat et en général toute variation subite des conditions climatiques d'une saison à l'autre ou d'une année à l'autre.

Ces dernières sont difficiles à préciser mais affectent à divers degrés une route bien calculée et bien faite. Cet ensemble de facteurs contribue au vieillissement d'une chaussée.

Le vieillissement, pour des causes directes ou indirectes, se traduit à la surface du revêtement par des défauts qui peuvent être classées en quatre catégories :

1. Déformation
2. Fissure
3. Arrachement
4. Ressuage

Toutes ces catégories prennent naissance au niveau des couches supérieures de la chaussée pour ensuite attaquer les couches inférieures ; les deux premières apparaissent dès le premier stade de vieillissement qui se situe entre deux à cinq ans généralement.

Les autres sont observées ordinairement entre trois et dix ans après la construction.

Une description sommaire et simplifiée du processus de dégradation de la catégorie d'une chaussée souple en l'absence d'entretien dans le temps est représentée ci-dessous :

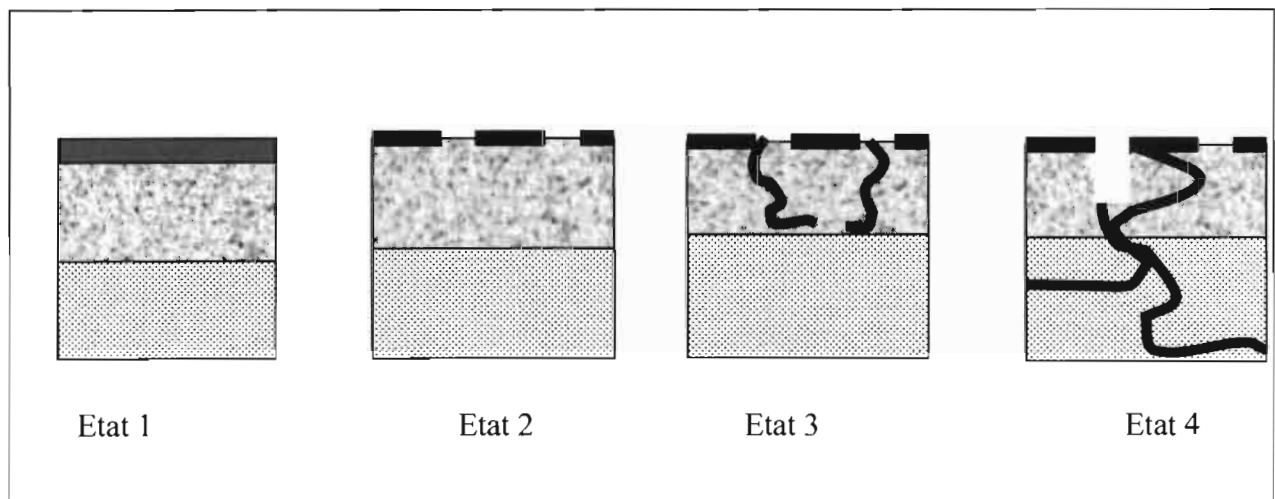


Figure 4 : Description sommaire du processus de dégradation depuis la surface d'une chaussée souple

Dans un premier temps la couche de roulement s'use et se fatigue; la route passe de l'état 1 à l'état 2.

Ensuite facilités par les dommages superficiels et la répartition des charges, s'accumulent alors les désordres structurels qui affaiblissent la structure (passage de l'état 2 à l'état 3).

Enfin et rapidement, les déformations dans la chaussée provoquent une réelle incommodité (et un danger) pour l'usager. A atteindre un niveau critique, les désordres peuvent même engendrer des interruptions de trafic (passage de l'état 3 à l'état 4).

Nous allons définir les différents groupes cités ci dessus.

1. Déformation

Dans cette catégorie nous avons :

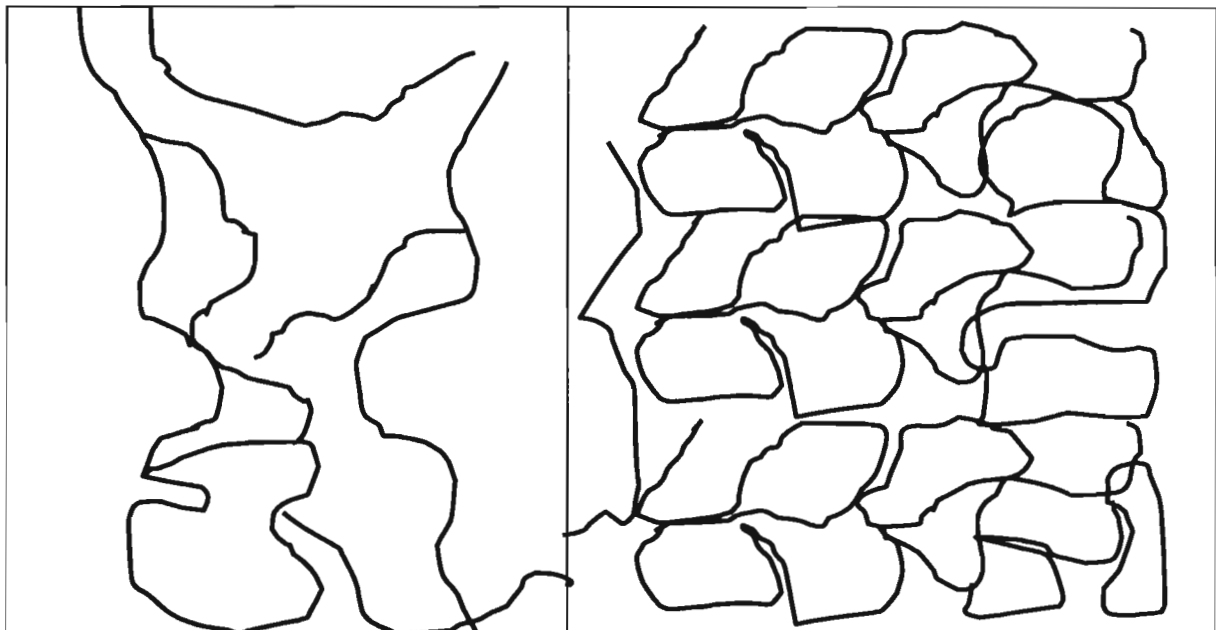
- ✚ L'affaissement : c'est une variation du niveau du profil. On distingue :
 - i. L'affaissement longitudinal suivant l'axe ;
 - ii. L'affaissement longitudinal suivant la rive ;
 - iii. L'affaissement transversal ;
- ✚ Le bourrelet : c'est un renflement apparaissant à la surface de la chaussée. On distingue le bourrelet longitudinal et le bourrelet transversal ;
- ✚ L'empreinte: c'est une impression en relief localisée à la surface de la chaussée ;
- ✚ Le flache : c'est une dépression de forme arrondie ;
- ✚ L'ornière : c'est une déformation permanente longitudinale de la chaussée fréquente dans les sentiers des roues des véhicules. On distingue :
 - i. l'ornière à grand rayon ;
 - ii. l'ornière à petit rayon .

2. Fissure

↓ Le faïençage : il consiste plus ou moins à un croisement de fissures longitudinales et de fissures transversales formant ainsi un réseau irrégulier et parfois très serré de fissures qui arrivent rapidement à compromettre l'imperméabilité du revêtement.

Son degré de gravité est apprécié par la dimension des mailles et l'existence d'arrachements au niveau des lèvres de fissures ; c'est ainsi que nous pouvons distinguer des faïençages :

- i. à mailles fines ou « peau de crocodile » (< 50 cm de côté) ;
- ii. à mailles larges (> 50 cm de côté) ;
- iii. généralisés (découpage de la chaussée en pavés de petites dimensions < 20 cm) ;



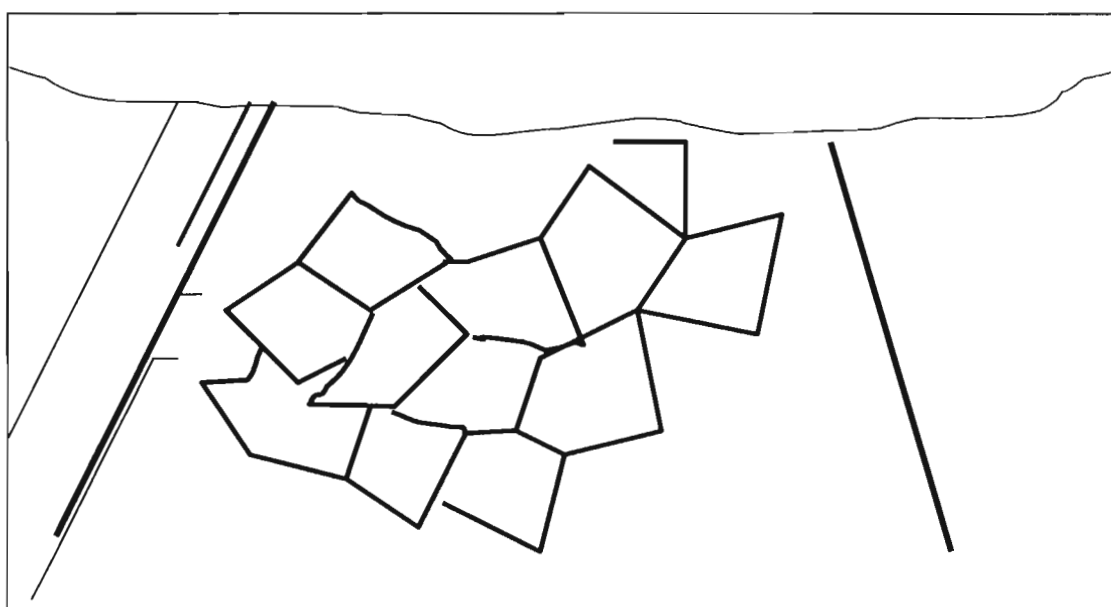
Faïençage à mailles larges

Faïençage généralisé

- ✚ Les fissures longitudinales : ce sont des lignes de rupture fines parallèles à l'axe de la route et apparaissant le plus souvent dans les traces des roues ou en bord de revêtement (rive).

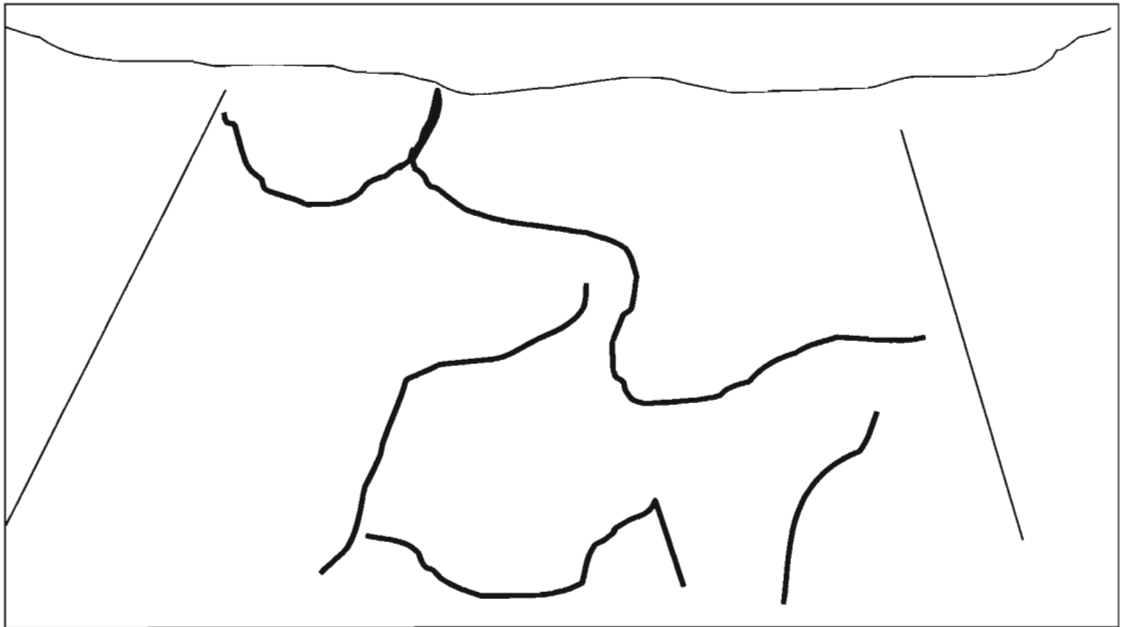
On distingue :

- iv. les fissures longitudinales de joint ;
 - v. les fissures longitudinales de fatigue qui sont le plus souvent uniques et discontinues à l'origine, puis elles évoluent vers une fissuration continue avec quelques fois des ramifications avant de se multiplier dans les passages des roues jusqu'à devenir très serré (début de faïençage).
- ✚ Les fissures transversales : elles sont perpendiculaires à la chaussée et la traversent complètement ou partiellement et généralement à intervalles irréguliers ; leur espacement varie de 5 à 20m.
- ✚ Les fissures polygonales : on peut les assimiler aux faïençages «peau de crocodiles».



Fissures polygonales

- ✦ Les lézardes : ce sont des fissures en général longitudinales et réparties au hasard. Elles sont distinguées des fissures longitudinales du centre et des fissures latérales.



Lézardes

- ✦ Les fissures en forme de croissant : ce sont en général des fissures de glissement. Leur forme indique la direction de la poussée exercée par les roues.

3. Arrachement

- ✦ Le désenrobage : c'est un décollement de la pellicule du liant enveloppant le matériau enrobé rendant la surface du revêtement rugueuse ;
- ✦ Le glaçage : c'est une usure du revêtement qui le rend lisse ;
- ✦ Le nid de poule : c'est un trou de forme arrondie à la surface d'une chaussée par enlèvement du matériau ;
- ✦ La pelade : c'est la même définition que le nid de poule mais avec des cavités de plus de 30cm de diamètre ;
- ✦ Le plumage : c'est un arrachement des gravillons du revêtement.

4. Ressuage

Le mélange bitumineux contient un excès de liant qui suinte à la surface sous forme de plaques plus foncées. La remontée du liant à la surface est appelée ressuage.

Il existe cependant d'autres dégradations spécifiques à un climat, à un pays, ou à un mode donné de trafic qui peuvent conduire à des travaux de reprise des accotements dans le cadre de l'entretien.

Il s'agit de :

- ✚ la dentelle de rive qui apparaît sur des chaussées où la couche de base et les accotements sont de même nature ;
- ✚ Le dénivellement des accotements dû à l'entretien des accotements qui peu à peu se trouvent dénivelés par rapport à la surface de la chaussée ;
- ✚ L'érosion des accotements qui peut revêtir différentes formes; ravinement du fossé, ravinement et destruction du fossé mettant en péril grave une partie de la chaussée.

2.3 Les causes probables des dégradations

Les causes des dégradations sont nombreuses et variées bien qu'elles peuvent être connues mais non quantifiables car à l'heure actuelle l'importance relative de ces facteurs n'est connue généralement que d'une manière qualitative.

Cependant ces facteurs sont simultanément cause et effet car des dégradations apparues peuvent être la cause des autres. Les dégradations peuvent être à l'origine de plusieurs facteurs indépendants dont :

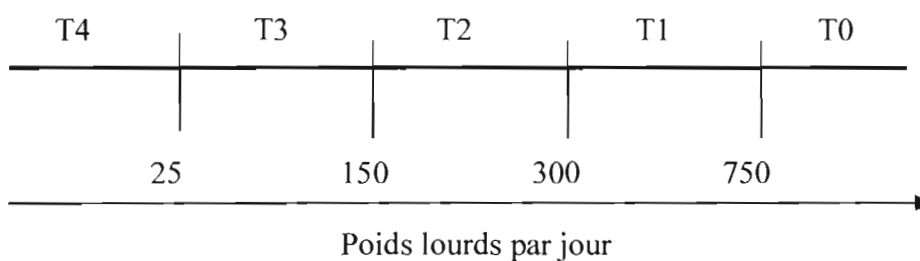
- ✚ Les caractéristiques géométriques et techniques :
 - i. Les virages trop serrés entraînent une usure transversale, avec rejet des matériaux, due à la force centrifuge des véhicules ;
 - ii. Les pentes trop raides sont l'objet de phénomène d'érosion de la chaussée, des accotements et surtout des fossés ;
 - iii. La granulométrie de la chaussée ;

iv. Les revêtements anti-dérapant très rugueux sont soumis à des phénomènes d'arrachement.

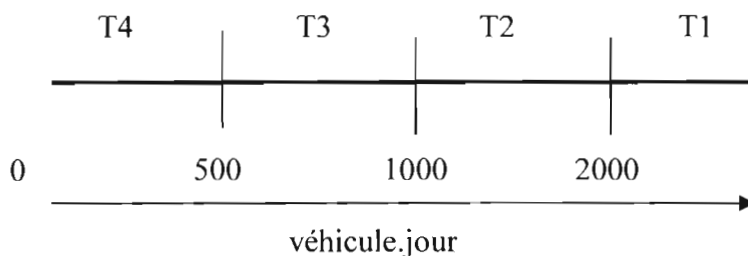
- ✚ Le trafic : L'importance, la nature et la composition du trafic circulant sur une route, ont des effets directs sur la rapidité avec laquelle elle s'use.

La norme française NF P98-130 propose des classes de trafic en fonction du trafic poids lourd journalier (PL – MJA) de la voie la plus chargée de la chaussée.

(Les poids lourds étant tous les véhicules de charge utile supérieure ou égale à 3 tonnes.)



L'équivalence de ces classes suivant la classification du CEBTP est la suivante



- ✚ Les conditions climatiques : En pays sahélien ou désertique, l'érosion éolienne due au vent est importante sur les chaussées en terre et quasi nulle sur les chaussées bitumées. En pays à forte pluviométrie, l'érosion superficielle due au ruissellement favorise les dégradations internes des chaussées dues aux phénomènes d'imbibition.

- ✚ Le niveau de l'entretien : Il est évident que sans entretien, une route se dégradera très vite quelque soit la qualité de sa construction. Avec différents niveaux d'entretien l'usure pourra être plus ou moins retardée. Un exemple classique est la formation de nids de poule qui se propagent à partir d'un seul trou suivant un phénomène périodique dû à la résonance des masses suspendues des véhicules.

Les causes étant difficilement identifiables, nous allons essayer de donner de manière globale les origines des dégradations citées ci dessus au tableau 2.

DEGRADATIONS	CAUSES
Déformations	Un retrait ou un gonflement non uniforme des sols dû à des variations de la teneur en eau particulièrement dans les sols argileux. Un tassement non uniforme ou différentiel des matériaux sous le poids du remblai de la route dû à une densité non uniforme des fondations, de l'infrastructure et du sol naturel.
Fissures	La Fatigue de la chaussée et Assèchement Retrait hydraulique des couches traitées Infiltration de l'eau dans les sols Défaut de colmatage du joint Collage défectueux sur la couche de base Perte de capacité de support d'un sol sensible en présence d'eau et fluage de ce dernier sur les côtés
Arrachements	Une adhérence insuffisante entre le liant et les agrégats par suite d'une absorption trop faible de ces derniers Usure excessive de la couche de roulement Mauvaise préparation de la fondation supérieure Mauvaise qualité des matériaux et épaisseur insuffisante des fondations
Ressuage	Un excès de bitume

Tableau 2 : Causes probables des dégradations de chaussées revêtues

Suite au constat des dégradations sur les chaussées revêtues au Sénégal, l'Agence Autonome des Travaux Routiers est entrain de réactualiser la Banque de Données Routières et différentes études et sondages ont été effectuées sur des tronçons déterminés appartenant au réseau revêtu et ceci va permettre de décider sur le sort de ces routes en ce qui concerne leur entretien qui sera soit périodique ou courant selon leur niveau de dégradation.

Nous allons donc essayer d'exploiter quelques données de la banque avant de passer à l'analyse critique.



CHAPITRE 3 : LA BANQUE DE DONNEES ROUTIERES AU SENEGAL

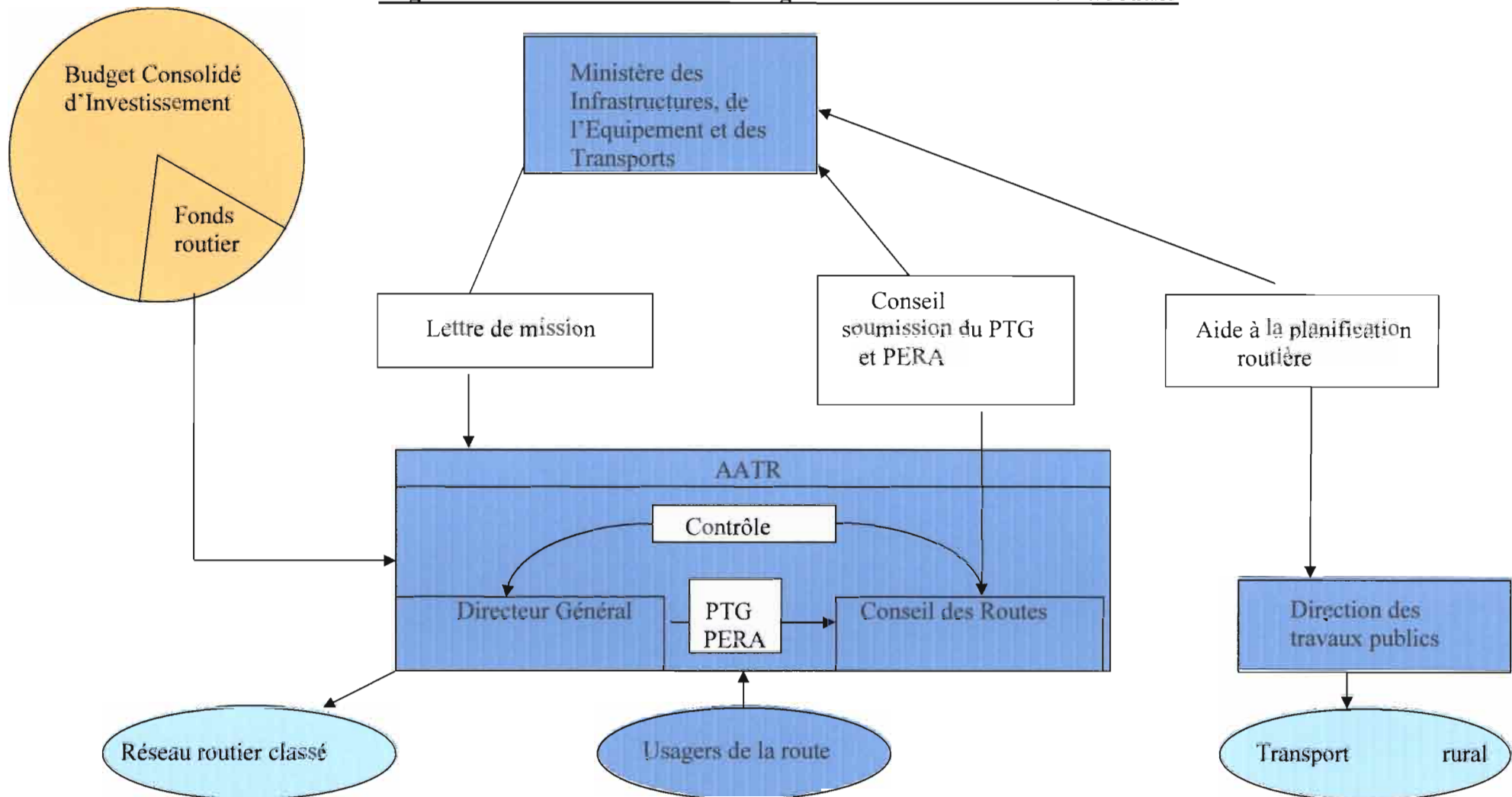
Afin d'améliorer les performances de gestion et d'entretien du réseau routier classé, le gouvernement du Sénégal en accord avec les bailleurs de fonds internationaux, a décidé de mettre en place, pour le début de l'année 2000, un nouvel organe de gestion du réseau routier et d'exécution des travaux sur le dit réseau.

Cette nouvelle structure dénommée Agence Autonome des Travaux Routiers (AATR) placée sous la tutelle du Ministère de l'équipement et des transports et sous la tutelle financière du Ministère de l'Economie et des Finances, est effectivement mise en place et opérationnelle depuis le mois de mars 2001. Elle a pour mission la programmation et la mise en œuvre des travaux d'extension, d'entretien et de réhabilitation du réseau routier classé.

Au début de chaque année, une lettre de mission est assignée à l'AATR par le Ministère qui précise les actions à mener sur le réseau, les moyens mis à disposition ainsi que les indicateurs de performance arrêtés pour l'évaluation de ces actions. Par la même lettre, l'Agence reçoit délégation totale du Ministère pour la gestion de construction, de réhabilitation et d'entretien du réseau routier classé ainsi que des ouvrages connexes ou situés dans l'emprise de ce réseau.

L'organigramme de la page suivante présente l'organisation institutionnelle de la gestion globale du réseau routier.

Organisation des intervenants dans la gestion et l'entretien du réseau routier



3.1 Organisation de la BDR

L'Agence Autonome des Travaux Routiers a mis en place des outils de gestion du réseau qui lui permettent de suivre la mise à niveau de ce patrimoine tels que la Banque de Données Routières (BDR) mais aussi des programmes d'entretien qui visent en priorité à :

Assurer un entretien courant rigoureux et efficace sur l'ensemble du réseau en bon état de façon à stopper leur dégradation.

Rattraper le plus rapidement possible le retard en matière d'entretien courant du réseau bitumé en commençant par les sections les plus dégradées et les plus circulées.

Procéder au rattrapage du retard d'entretien périodique y compris la réhabilitation des ouvrages hydrauliques.

3.1.1 Organisation institutionnelle

L'existence de la banque de données routières est un outil indispensable au développement et à l'entretien du réseau.

La BDR est rattachée à la Division de l'entretien au niveau de l'AATR. Au sein de cette division, c'est le Bureau des données routières chargé de la programmation de l'entretien, qui est gestionnaire de la BDR.

L'organisation institutionnelle présente des similitudes avec l'ancienne BDR qui était au sein de la Direction des Travaux Publics depuis 1993.

Cette ancienne BDR a arrêté de fonctionner par manque d'alimentation en données, l'AATR a pour objectif d'assurer donc la continuité et de palier à cette ancienne situation.

3.1.2 Organisation technique

Pour un bon entretien d'une chaussée il faut estimer les besoins réels en comparant l'état de la chaussée à un état de référence défini ; ce qui exige de disposer d'informations fiables.

Il est donc fondamental de recueillir, rassembler en un tout cohérent, mettre à jour et gérer les données de base intéressant l'entretien.

La banque retrace ainsi toutes les étapes progressives de l'évolution du réseau c'est à dire :

- ✦ La consistance physique du réseau (longueur, largeur, hiérarchie) ;
- ✦ Le trafic (lourd) et sa répartition dans le temps ;
- ✦ Les données climatiques (pluviométrie) ;
- ✦ La nature du sol support ;
- ✦ La constitution des chaussées existantes (description des couches, etc.) ;
- ✦ Les caractéristiques mesurables de la chaussée (IRI, portance...) ;
- ✦ L'aspect visuel de la chaussée ;
- ✦ L'environnement de la chaussée surtout en matière de drainage (état et nature des accotements, fossés, drains etc.) ;
- ✦ Phénomènes de dégradations et leur degré ;
- ✦ Entretien et méthodes d'entretien ;
- ✦ Contrôle de qualité et des spécifications ;

La banque fonctionne avec les logiciels VISAGE qui génère les données, SILLAGE qui trace les schémas itinéraires et CARTEN qui est destiné aux sorties cartographiques.

3.1.3 Exploitation de la BDR

L'exploitation de la BDR repose sur la méthode VIZIR basée sur les relevés des inspections sommaires et l'utilisation de VISAGE qui est un logiciel de traitement, de gestion et d'exploitation des données pouvant permettre la planification des investissements et la programmation des entretiens courant et périodique.

VIZIR permet d'évaluer l'état des chaussées du réseau routier (état de la structure, qualité d'usage).

A partir des résultats de mesures et d'une description sommaire de la chaussée, l'état de la route est quantifié par une note technique (0 à 7) traduisant l'importance de la remise en état potentielle.

VISAGE permet quant à lui de simuler l'effet à moyen et long terme de l'application de stratégies d'entretien sur l'état d'un réseau routier. Un centre d'intérêt regroupe les rubriques qui peuvent être définies par plusieurs paramètres.

Ces centres d'intérêts sont les suivants :

a) le référentiel

Les routes sont classées dans la banque hiérarchiquement selon le modèle suivant :

libellé long	libellé court
Route Départementale	221 RD
Route Nationale	221 N
Piste	221 P
Route Régionale	221 R
Voie de Dégagement	221 VD
Voie Urbaine	221 VU

Tableau 3 : Classification du réseau routier au Sénégal.

Pour chaque type de route le référentiel donne :

la hiérarchie réseau qui comporte la catégorie de la route c'est à dire :

- i. son classement ainsi que son linéaire;
- ii. le bornage;
- iii. les différentes agglomérations où passe cette route ;
- iv. le réseau prioritaire ;
- v. les régions qui contiennent la route ;
- vi. les différents nœuds sur cette route ;

- b) les caractéristiques physiques à caractère semi permanent
 - i. structure de la chaussée (nature et épaisseur des différentes couches) ;
 - ii. gabarit des chaussées revêtues et non revêtues (géométrie) ;
 - iii. environnement (rase campagne, végétation, zone urbaine, zone urbanisée...) ;
 - iv. zone climatique ;
- c) dégradations structurelles ;
- d) dégradations non structurelles ;
- e) déflexion/portance ;
- f) uni ;
- g) trafic ;

Pour le trafic on peut avoir trois composantes telles que :

✚ le trafic normal qui est celui qui se produit normalement sur l'axe en question du fait du développement économique général de sa zone d'influence ; les conditions de la circulation y restant les mêmes que dans la situation de référence ou sans projet.

✚ Le trafic induit qui traduit l'influence de l'aménagement prévu par le projet, résultant d'une augmentation des productions ou des ventes suite à l'abaissement des coûts de transport du aux facilites offertes par l'aménagement routier et les déplacements de personnes s'effectuant maintenant et qui, en raison d'un état dégradé ou difficile du réseau routier, ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.

✚ Trafic dévié traduit la part gagnée par l'aménagement au dépend des solutions de transport concurrentes. Il se caractérise par le fait qu'il existe indépendamment de l'aménagement envisagé. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre différents moyens pour atteindre la même destination.

- h) évènements divers

i) historique de la route

Elle englobe le trafic cité plus haut mais aussi les travaux antécédents en plus de l'origine de la route (date de création, entreprise, structure d'origine comprenant épaisseur et nature de revêtement, base et fondation), travaux d'entretien précédents (renforcement, entretien périodique).

j) travaux planifiés

Chaque type de dégradations est affecté d'une note allant de 0 à 3 pour exprimer le niveau de dégradation de la chaussée. Ainsi nous avons :

0 = inexistant, c'est à dire que la dégradation n'existe pas ;

1 = état bon, la dégradation est minime ;

2 = état moyen ;

3 = état mauvais, la dégradation est très accentuée ;

A partir de ces indicateurs de l'état des chaussées et de la stratégie choisie par l'agence, une liste des sections devant faire l'objet de travaux, avec le type d'entretien à réaliser est mise en place et va permettre aussi de classer les sections par priorité d'intervention et, aussi de définir des programmes d'entretien à court terme. Il faut noter que la banque concerne l'ensemble du réseau routier et il est important de souligner son état d'avancement.

Les données disponibles actuellement ont été recueillies depuis juin 2002.

L'inspection sommaire du réseau routier revêtu a concerné 4273,5 Km, réparti par région et par catégorie de route de la manière suivante :

Région	N	R	D	P	V	TOTAL
Dakar	39,4	20,5	36,6	36,8	143,1	276,6
Diourbel	118,8	39,1	10,2	15,3	24,7	208
Fatick	118	58,6	121,5			298,10
Kaolack	265	56,2	33,3		6,2	360,7
Kolda	410,6	43,6	24,6	--	--	474,8
Louga	201,1	156,7	188	26	13,7	585,5
Saint louis	594,4	3	54,3	2,9	16,8	671,9
Tambacounda	643,3	--	61,8	6,0		705,1
Thiès	114	71,5	230,9		18,3	440,7
Ziguinchor	116,6	71,5	44,2		15,9	248,2
TOTAL	2621,1	520,7	805,8	87	238,9	4273,5

Tableau 4 : Composition du linéaire (Km) inspecté par Région

Catégorie / Etat	Bon	Moyen	Mauvais	Très mauvais	Total
N	604,2 23%	1014,5 39%	551,6 21%	450,9 17%	2621,3 100%
R	209,3 40%	169,7 33%	111,9 21%	28,83 6%	520,7 100%
D	44,4 6%	260,4 32%	379,6 47%	121,4 15%	805 100%
P	7,8 9%	35,1 40%	33,9 39%	10,2 12%	87 100%
V	20,6 9%	75,9 32%	102,5 43%	39,9 16%	238,9 100%
TOTAL en %	887,1 20,7%	1557,5 36,4%	1181,2 27,6%	652,7 15,3%	4273,5 100%

Tableau 5 : Composition du linéaire (Km) inspecté par catégorie de route

Les quatre états retenus sont :

- ✚ Bon : l'état visuel des dégradations structurelles est considéré comme bon c'est à dire pas de problèmes structurels apparents.
- ✚ Etat moyen : les dégradations structurelles apparaissent mais de niveau faible.
- ✚ Mauvais état : les dégradations structurelles sont importantes.
- ✚ Très mauvais : les dégradations structurelles sont importantes et en continu.

Il ressort donc du tableau 5 que 43% du réseau routier revêtu est en mauvais à très mauvais état. Une fois ces données obtenues, il faut procéder à l'estimation des travaux nécessaires au réseau.

Pour notre étude un certain nombre de tronçons qui ont fait l'objet d'inspection en Juin 2003 par TRACTEBEL Development Engineering ont été choisis.

Dans le rapport, ces tronçons soumis à inspection sont :

Pour la Région de Dakar :

Carrefour RN1 à Yenne/Toubab Dialaw

Pour la Région de Kaolack

Kaolack (CF N1) – Ndoffane – Fin Past A

Kaolack (CF N4 – N5)- Passi

Kavil (CF RN n4) – Keur Madiabel

Pour la Région de Saint – Louis

Traversée de Ngokh Mbath

Boulevard fluvial (entre le pont Moustapha Malick et le quai de pêche)

Pont Faidherbe – Lamp Sarr – Nguint

Pour la Région de Thiès

Mbour (RN1) – Joal – Fadhiout

Nguékhokh – Ngaparou – Somone

Ndiam niadio – Thiès

Thiès place de France – voie ferrée – RN2

Pour la Région de Kolda

Tanaf – Gouloumbou

Les natures des couches de base ont été déterminées et consignées sous forme de tableau avec les mesures d'I.R.I (Indice de Rugosité International) effectuées sur ces différents tronçons.

Ces routes inspectées constituent un linéaire total de 243,5 Km dont 130 Km seront soumis à un programme d'entretien périodique pour un montant de 8,386 milliards FCFA.

La réalisation des études techniques d'exécution est en cours pour ces 243,5km.

Routes	Tronçons soumis à inspection	Nature couche de base	I.R.I		
			min	moy	max
Dakar					
	Carrefour RN1 - Yenne/Toubab dialaw		4.00	4.78	6.64
Kaolack					
	Kaolack (CF N1) – Ndoffane – Fin Past A	LATC	3.21	4.15	6.79
	Kaolack (CF N4 – N5)- Passi	LATC	3.5	4.64	7.24
	Kavil (CF RN n4) – Keur Madiabel	LATC	3.28	4.00	6.57
St-Louis					
	Traversée de Ngokh Mbath				
	Boulevard fluvial (entre le pont Moustapha Malick et le quai de pêche)				
	Pont Faidherbe – Lamp Sarr – Nguint	BQ/ LAT	2.71	3.31	7.7
Thiès					
	Mbour (RN1) – Joal – Fadhiout	LATC	2.92	3.88	5.97
	Nguékhokh – Ngaparou – Somone	LAT	3.42	4.55	6.27
	Ndiam niadio – Thiès	LATC/COC/LAT	2.78	3.44	5.02
	Thiès place de France – voie ferrée – RN2				
Kolda					
	Tanaf – Gouloumbou	LAT	3.5	4.38	5.97

Tableau 6 : Tronçons soumis à inspections pour la définition de l'entretien

Avec la mesure de l'I.R.I moyen pour chacun de ces différents tronçons on peut en déduire le type de chaussée selon la classification suivante :

Carrefour RN1 à Yenne/Toubab dialaw	: chaussée ancienne
Kaolack (CF N1) – Ndoffane – Fin Past A	: chaussée ancienne
Kaolack (CF N4 – N5)- Passi	: chaussée ancienne
Kavil (CF RN n4) – Keur Madiabel	: chaussée ancienne
Traversée de Ngokh Mbath	
Boulevard fluvial	
Pont Faidherbe – Lamp Sarr – Nguint	: chaussée neuve
Mbour (RN1) – Joal – Fadhiout	: chaussée ancienne
Nguékhokh – Ngaparou – Somone	: chaussée ancienne
Ndiam niadio – Thiès	: chaussée neuve
Thès place de France – voie ferrée – RN2	
Tanaf – Gouloumbou	

La figure 5 donne les différentes classes d'IRI en fonction de l'usage courant, un facteur qui permet aussi de juger de la qualité de la route.

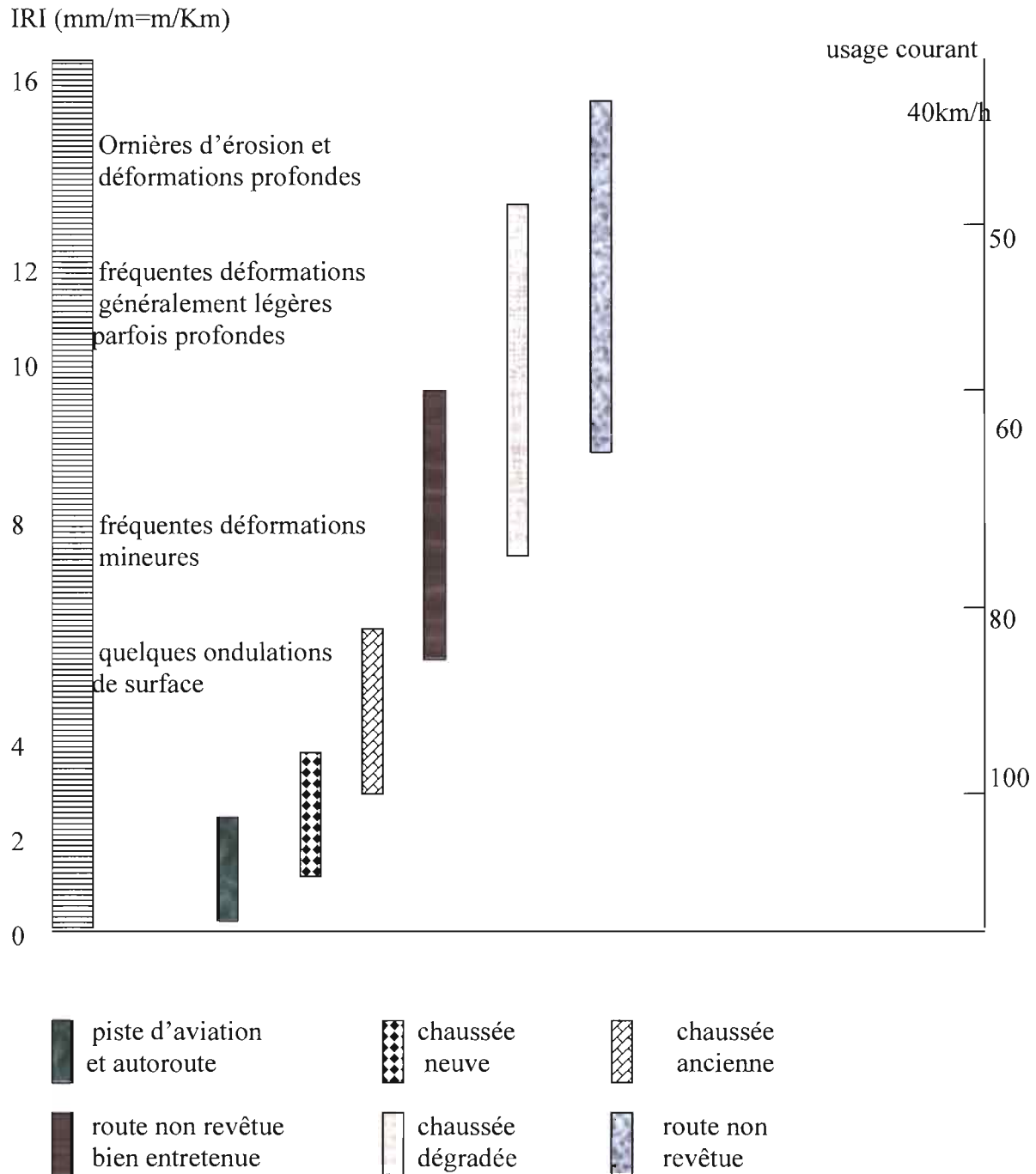


Figure 5 : Valeurs usuelles de l'IRI (Indice de Rugosité International)

Le recueil et la mise à jour de toutes ces données constituent évidemment un travail considérable mais constitue un moyen efficace pour estimer les besoins en entretien des différentes routes qui seront inscrites aux programmes d'entretien.

3.2 Mise à jour de la BDR

La BDR n'est qu'une partie d'un Système de Gestion de l'Entretien Routier (SGER) mais elle en est le cœur. Elle a un rôle double :

Lors de l'élaboration du SGER, elle fournit l'image du réseau au temps To ainsi que toutes les données techniques nécessaires à l'élaboration d'une politique optimale d'entretien sous contrainte budgétaire.

Pendant toute la durée sur laquelle porte le SGER, elle permet d'établir les programmes annuels de travaux et de suivre leur état d'avancement, les dérives éventuelles, les améliorations de l'état du réseau, tant du point de vue structurel que du point de vue niveau de service offert à l'utilisateur.

Les données techniques sont introduites dans la BDR par le gestionnaire en plusieurs temps :

Année 0 :

- ✚ données de base pour dresser l'image du réseau ;

Année suivante :

- ✚ actualisation des données qui sont modifiées du fait des travaux (ceci est fait généralement une fois par an ;
- ✚ actualisation des données rendues obsolètes par leur âge selon une périodicité définie par le SGER.

L'actualisation annuelle peut poser problème ; pour qu'il n'y ait pas de confusion entre deux données d'un âge différent sans qu'il n'y ait cependant perte d'informations, une version de la BDR par année est requise, l'année en cours étant celle mise en libre service, les années passées archivées.

Pour l'année 2002, malgré la qualité des inspections sommaires de 2002, l'AATR ne dispose pas de l'ensemble des données sur le réseau.

Le programme de mise à jour de la BDR doit comporter :

- ✦ une collecte complémentaire pour les données jugées nécessaires et absentes de la base.
- ✦ une actualisation des données présentes dans la base mais devenues obsolètes soit en raison des travaux soit en raison de leur âge.

En ce qui concerne le réseau revêtu, les données utilisées pour la pathologie des chaussées et de leur entretien sont au nombre de quatre :

- ✦ structure (type de chaussée, nature et épaisseur des couches ...)
- ✦ historique (date de construction, travaux d'entretien réalisés, trafic supporté)
- ✦ état de surface (examen visuel, mesure d'ornières..)
- ✦ portance (déflexion, variations climatiques, conditions hydrologiques).

Par contre, on relève un grand déficit de données sur les structures, et les mesures de déflexion sont obsolètes.

L'examen visuel doit être réactualisé selon la date des travaux et permettre aussi de vérifier que le renouvellement de la couche de roulement prévue dans l'entretien périodique demeure une solution réaliste.

3.3 Stratégies d'entretien des routes revêtues

3.3.1 Programmes

Afin de pouvoir assurer une meilleure optimisation des ressources financières disponibles, l'élaboration de programmes d'entretien s'avère indispensable. La nécessité de prioriser les interventions sur le réseau afin d'améliorer le niveau général mais aussi répondre aux missions qui lui ont été assignées a conduit dès l'année 2001 l'AATR à déclencher, en accord avec les partenaires au développement, le processus d'élaboration du Programme Triennal de Glissant d'entretien courant, d'entretien périodique, de réhabilitation et de renforcement (PTG 2003 - 2005) applicable au réseau routier classé de l'état du Sénégal, conformément à la stratégie du Programme Sectoriel des Transports 2 (PST2).

Dans l'attente de la mise en place du PTG et devant les besoins énormes et préoccupants d'entretien du réseau routier, l'AATR a élaboré en 2001 le programme d'entretien routier annuel (PERA) avec les principes ci-dessous :

Poursuivre les actions sur le réseau revêtu et accorder une importance accrue à la récupération du réseau en terre.

Mettre en œuvre un entretien courant manuel systématique (débroussaillage, curage des fossés et ouvrages, etc.) et un entretien courant mécanisé sur des itinéraires dits prioritaires.

Il faut noter aussi le programme de restructuration et de mise à jour de la BDR.

Tous ces programmes constituent des actions à mener pour pouvoir assurer une meilleure utilisation des ressources budgétaires avec comme objectifs un entretien qui vise :

- ✦ la conservation en bon état de la structure de la chaussée et son adaptation à l'évolution du trafic,
- ✦ le maintien des conditions de sécurité et de confort satisfaisantes,
- ✦ la conservation de l'intégrité de la couche de roulement.

Suivant le niveau de dégradation, les types d'entretien requis sont :

- ✦ L'entretien courant

- ✚ L'entretien périodique
- ✚ La réhabilitation

3.3.2 L'entretien courant

Il s'agit des travaux partiels de remise en état de sections de routes présentant, d'une année à l'autre, des dégradations pouvant être dues à des accidents ou à des faiblesses localisées de la structure ne mettant pas en péril l'ouvrage global. Il doit être réalisé régulièrement (tous les ans).

L'ordre de grandeur des coûts est donné dans le tableau suivant :

Type de route	Coût moyen au km (FCFA)
Routes en terre	500 000 à 2 000 000
Routes revêtues	600 000 à 3 000 000

Tableau 7 : Coûts d'entretien courant

L'entretien courant des routes bitumées est composé des tâches suivantes :

- ✚ Les opérations de cantonnage

Elles concernent 73% du réseau revêtu et sont des travaux en général manuels à réaliser systématiquement tous les ans ou plusieurs fois par an sur la totalité du réseau.

Ces travaux de routine effectués au Sénégal constituent les travaux généralisés et comprennent :

- a. l'entretien des fossés et curage des ouvrages d'assainissement (buses, ponts, dalots, caniveaux...)
- b. l'entretien et les petites réparations sur les ouvrages
- c. le désherbage, débroussaillage et élagage des abords
- d. le désensablement des chaussées
- e. les interventions ponctuelles suite à un accident, chute d'arbre
- f. l'entretien de la signalisation horizontale et verticale
- g. l'entretien des accotements avec rechargement partiel

- h. l'entretien des bordures, caniveaux et trottoirs (en zones urbaines)
- ✚ les réparations localisées qui comprennent :
 - a. le bouchage des nids de poule
 - b. le traitement des départs d'épaufrures
 - c. les purges, enduits ponctuels, déflachage ...
 - d. rattrapage des points à temps bitumage (PATB)
 - e. le reprofilage léger

Un aperçu global des tâches et coûts unitaires d'entretien courant est donné en annexe

3.3.3 L'entretien périodique et la Réhabilitation

La notion d'entretien périodique est tout à fait différente car elle implique, avec le vieillissement des routes, des dégradations suffisamment fréquentes et répétées. Si ces dégradations ne sont pas reprises d'une façon globale elles entraîneront la destruction de l'ouvrage.

Un entretien périodique comme son nom l'indique se réalise suivant une périodicité dont la valeur n'est pas forcément constante. Seules des inspections systématiques pourront permettre d'en déterminer l'opportunité.

Les travaux d'entretien périodique peuvent avoir lieu tous les 10 ans pour les routes revêtues et consistent à :

- ✚ Renouvellement des couches de surface ;
- ✚ Traitement de points critiques ;
- ✚ Rechargement ;
- ✚ Reconstruction des ouvrages ;

L'ordre de grandeur des coûts est donné dans le tableau 8.

Type de route	Coût moyen au km (FCFA)
Routes en terre	7 000 000
Routes revêtues	10 000 000 à 50 000 000

Tableau 8 : Coûts d'entretien périodique

Les travaux d'entretien périodique consistent au renforcement de la chaussée basé sur les hypothèses suivants :

- ✚ Pour les trafics importants >3000 v.j les couches de roulement seront prévues en enrobés denses.
- ✚ Pour les trafics entre 1000 et 3000 v.j, les couches de roulement seront en enrobés denses.
- ✚ Pour les trafics < 1000v.j la couche de roulement sera systématiquement en enduit superficiel mono et bicouche selon le degré d'usure de l'enduit en place.
- ✚ Pour les voiries urbaines, il n'est pas prévu de renouvellement des couches de surface. Ce type d'intervention nécessite souvent des décaissements et interventions sur le réseau d'assainissement.

En ce qui concerne la réhabilitation, elle consiste en la remise à niveau d'une route extrêmement dégradée. La réhabilitation est nécessaire lorsque l'entretien courant et périodique n'a pas été fait à temps. C'est par exemple le cas de la route nationale 1 entre Malem Hodar et Tambacounda.

Les dépenses consacrées à la réhabilitation devraient être à priori faibles dans un système en phase de croisière pour lequel l'entretien est réalisé à temps.

L'ordre de grandeur des coûts est donné dans le tableau suivant :

Type de route	Coût moyen au km (FCFA)
Routes en terre	10 000 000 à 30 000 000
Routes revêtues	35 000 000 à 200 000 000

Tableau 9 : Coûts de réhabilitation

Pour mener ces différentes opérations en assurant une meilleure optimisation des ressources financières disponibles, l'Agence procède à une sélection par ordre prioritaire d'intervention sur les sections en utilisant des critères qui doivent répondre à un certain nombre d'objectifs d'ordre économique, social et d'aménagement du territoire.

Les différentes considérations et paramètres retenus sont les suivants :

1. Considérations économiques

- ✚ Taux de rentabilité interne (TRI) ;
- ✚ Coût de l'aménagement ;
- ✚ Flux de trafic ;
- ✚ L'IRI (Indice de Rugosité International qui mesure la rugosité du revêtement de la route en vue de déterminer le coût d'exploitation des véhicules). Un axe dont l'IRI est correct devra passer en premier ; ce critère prend en compte la pérennité de l'investissement (cf. figure 6).

2. Considérations sociales

- ✚ Population de la zone d'influence ;
- ✚ Coût d'interruption de la circulation ;

3. Considérations d'aménagement du territoire

- ✚ Linéaire en pourcentage du réseau classé par région ;
- ✚ Importance de l'axe exprimé par son linéaire en km ;



CHAPITRE 4 : ANALYSE CRITIQUE DES STRATEGIES D'ENTRETIEN

Une stratégie est un ensemble d'actions coordonnées, volontairement choisies pour obtenir le meilleur résultat possible.

En matière d'entretien d'un patrimoine routier on peut concevoir plusieurs types de stratégies, seulement la question est de bien choisir celle qui convient le mieux pour maintenir ce patrimoine dans un état aussi proche de celui qu'il avait lors de sa construction initiale tout en intégrant les moyens financiers disponibles qui sont généralement limités.

4.1 Entretien courant

Comme énoncé dans le chapitre précédent l'entretien courant concerne les traitements de dégradations localisées à réaliser dès la constatation du défaut. Il s'agit d'interventions légères après identification dans le cadre du PERA et selon l'importance du tronçon, l'urgence et les moyens disponibles.

Cependant le constat global est que ces opérations sont le plus souvent faites sans beaucoup de rigueur. En effet Les opérations de cantonnement se font selon l'urgence et ce qui est programmé, mais les travaux manquent souvent de finition.

Le désensablement s'effectue tout en constituant des tas de sables sur les abords de la chaussée et ces tas ne sont pas ensuite évacués à la décharge.

Donc dans des délais très courts après ce travail, le sable regagne encore la chaussée soit par l'effet des vents, soit même par les piétons qui marchent sur ces tas et les font descendre sur la chaussée.

Il en est de même pour le curage des fossés qui se fait en général en période pré hivernale. En zone urbaine, ce sont même les populations qui déplacent les points bas des chaussées en bouchant tout simplement ces ouvrages destinés à l'assainissement vers les exutoires qui constituent les points bas. Ceci ne facilite pas du tout les travaux de curage du moment qu'ils sont faits et que dès le lendemain ils sont encore bouchés.

Le travail se réduit ainsi à néant après avoir engendré des dépenses assez énormes qui pouvaient servir à financer d'autres travaux sachant que l'entretien demeure toujours indispensable.

Pour les travaux d'élagage des abords et la signalisation il faut nécessairement les effectuer couramment pour assurer la sécurité de l'utilisateur surtout en période hivernale.

En général, les travaux de routine comme décrits précédemment s'effectuent manuellement et sont confiés à des PME et GIE.

Ces travaux doivent être contrôlés avec beaucoup de rigueur et confiés à des entreprises ayant l'expérience et les moyens minimum requis pour faire ce type de travail, surtout que ces travaux ne nécessitent pas le déploiement de matériel lourd et une surface financière élevée.

Aussi, les risques de défaillance en cours d'exécution peuvent être importants en présence d'une main d'œuvre non qualifiée où à défaut d'un bon encadrement. La bonne exécution de ces travaux dans le respect des délais prévus réduirait les temps perdus par les usagers et optimiserait les dépenses affectées à l'entretien routier.

Notons aussi que toujours dans le cadre de l'entretien courant, fréquemment la stratégie adoptée est la réparation localisée là où il faut parfois une réparation généralisée de l'ensemble de la chaussée et cela se traduit par les constatations suivantes:

- ✚ On répare ponctuellement les dégradations au fur et à mesure de leur apparition et, avec une périodicité qui souvent dépasse un certain nombre d'années.
- ✚ Pour les nids de poule par exemple le bouchage se fait à la limite seulement du trou, sachant que la dégradation se repartie sur une certaine emprise, cette méthode ne servira pas du tout à réparer cette anomalie car sous circulation de charge les alentours du trou non traités se dégradent rapidement et on revient au point de départ.
- ✚ On réalise ensuite des enduits superficiels pour colmater par exemple la fissuration et protéger le corps de chaussée contre les infiltrations d'eau.

Cette stratégie offre sur une longue périodicité un niveau de qualité plutôt faible. L'état de surface ne paraît bon qu'après réalisation de l'enduit superficiel. Mais très vite cet état de surface n'est pas très satisfaisant, et se dégrade rapidement suite à la nouvelle apparition de dégradations localisées (affaissement, flache, nids de poule...).

Il faut dire donc après ce constat qu'on est en présence d'une stratégie qui ne procure que sommairement une amélioration de la structure de la chaussée.

Elle est dans ce cas contraignant pour les gestionnaires car elle exige une surveillance continue du réseau et des interventions rapides, fréquentes et non programmées, puisque les trous, nids de poule, ou autres dégradations de surface doivent être réparés sans délais au risque de compromettre la qualité générale du réseau.

Une telle stratégie ne devrait s'appliquer en réalité qu'à des routes peu circulées, ou les conséquences d'un retard dans les interventions ne gêneraient qu'un minimum d'usagers.

4.2 Entretien périodique et Réhabilitation

On peut classer, après constat de ce qui existe généralement dans nos pays, les stratégies adoptées pour l'entretien périodique et la réhabilitation selon les trois types suivants :

Type 1 : ressurfaçages progressifs

Type 2 : renforcement de structure suivi d'une politique d'entretien préventif

Type 3 : renforcement de structure suivi d'une politique d'entretien curatif

Le type 1 consiste à exécuter sur des structures de chaussée présentant des caractéristiques résiduelles satisfaisantes des ressurfaçages successifs à intervalles réguliers (enrobés de 4 à 6cm d'épaisseur tous les 5 à 6 ans environ dans le cas d'un trafic moyen avec épaulement des rives et si nécessaire amélioration du système de drainage. L'investissement initial est relativement modéré, ce qui permet donc, à budget égal, de remettre rapidement en état l'ensemble du réseau et de lui conférer une bonne homogénéité.

Aussi les techniques utilisées sont d'une grande souplesse de programmation et d'exécution. Cependant cette stratégie peut avoir des inconvénients tels que :

- ✚ La réalisation de couches successives, mal collées entre elles, ce qui peut nuire à la bonne tenue de l'ensemble de la chaussée.
- ✚ La structure peut rester sous dimensionnée et donc fragile
- ✚ Les interventions répétées sur chaussées circulées sont gênantes pour les usagers.
- ✚ Il n'est pas toujours facile d'obtenir les crédits nécessaires pour réaliser de tels travaux coûteux.

- ✚ Ils sont généralement pris en charge par les bailleurs de fonds du Sénégal. Donc il faut faire des requêtes et souvent le processus peut être long, ce qui n'est pas avantageux pour une intervention dans les délais.

Ce type de stratégie est seulement adapté lorsque le réseau est à trafic moyen ou modéré et lorsque les possibilités budgétaires permettent de dégager les crédits nécessaires pour financer les rechargements successifs.

La stratégie de type 2 consiste à consentir un investissement initial élevé afin de redimensionner l'ancienne structure de chaussée pour une durée d'usage voisine de celle que l'on donne à une chaussée neuve tant vis à vis du trafic que du climat.

Dans la plupart des cas les travaux consistent en un apport simultané d'une couche de base et d'une couche de roulement sur la chaussée existante considérée comme une bonne fondation.

Dans cette stratégie le renforcement est suivi par des interventions d'entretien préventif afin que le niveau de qualité moyen sur une longue période, mesuré par les qualités superficielles de la chaussée (uni, adhérence, imperméabilité) reste toujours à un niveau globalement élevé, sachant que la fatigue accumulée par le corps de chaussée sera périodiquement atténuée.

Le type de revêtement généralement appliqué fait appel aux enduits superficiels pour des raisons économiques. On peut ainsi, si les interventions sont réalisées à temps, conférer à la chaussée une durée d'usage quasi infinie, un niveau de qualité en permanence élevé.

Cependant elle nécessite un investissement initial très élevé. Et dès lors il est illusoire de vouloir obtenir le renforcement général d'un réseau entier dans un délai extrêmement court, surtout si le réseau correspond à plusieurs milliers de kilomètres.

Le gestionnaire sera amené à concentrer ses efforts d'investissement sur les routes considérées comme prioritaires et par conséquent à différer les interventions sur le reste du réseau et à adopter sur ce dernier une stratégie strictement curative.

Néanmoins, elle est bien adaptée à un trafic lourd et intense.

Enfin pour la stratégie qui consiste au renforcement de structure suivi d'une politique d'entretien curatif, il est souvent question de renforcer la chaussée existante puis à en assurer l'entretien de façon courante. Lorsque la chaussée a atteint un niveau de dégradation irréversible, un nouveau renforcement est nécessaire et le cycle recommence.

La qualité initiale de la route se dégrade avec le temps (ce qui est contraire au désir de l'utilisateur). Sur une longue période il reste cependant en moyenne supérieur au niveau obtenu dans la stratégie de type 1, grâce à sa bonne valeur en début de cycle.

Comme pour la stratégie de type 2, un investissement initial très lourd est nécessaire avec les mêmes inconvénients.

Cette stratégie est encore plus fragile face aux fluctuations du trafic, puisqu'on attend l'extrême limite pour procéder à un nouveau renforcement. Elle ne doit pas être très fréquente sur un même tronçon de route.

En définitive, aussi bien pour les travaux d'entretien courant que périodique, même si ce sont les services routiers publics qui ont la charge d'exécuter ces travaux, dans la plupart des cas ces travaux d'entretien sont mal définis ou trop dispersés, ce qui se révèle être une mauvaise pratique dans beaucoup de pays en développement.

En effet le manque de moyens financiers pour réunir à temps les crédits nécessaires, la gestion déficiente de matériel d'exécution, contribuent à l'inefficacité de la politique d'entretien routier.



CHAPITRE 5 : RECOMMANDATIONS

La conjoncture économique actuelle et les limitations qu'elle impose aux programmes d'investissements et aux budgets consacrés aux infrastructures routières doivent conduire à une plus grande rigueur à la planification et au déroulement des travaux d'entretien. Les responsables de l'entretien des routes doivent fournir le niveau de service que les clients souhaitent en tant qu'usagers de la route; ils doivent le faire au moindre coût tout en préservant ou en valorisant le patrimoine routier.

Les conclusions faites à l'issue de cette analyse nous permettent ainsi de passer à la formulation de quelques suggestions quant à la stratégie à adopter c'est à dire de fixer les grandes directives qui vont guider les interventions et permettre ainsi de mieux prévenir les dégradations constatées sur le réseau routier, ceci dans le but de contribuer à la réussite de la politique d'entretien et de conservation de nos structures de chaussée.

5.1 Recommandations pour les décideurs

Les routes représentent un équipement et un investissement important pour la société. Nous nous devons de préserver cet investissement pour que les générations futures puissent continuer à en bénéficier.

Les politiques et les programmes de gestion du patrimoine routier doivent être élaborés pour permettre au réseau routier d'être géré comme une entreprise qui fournit des services à différents clients.

Les autorités routières doivent s'engager à assurer le suivi de la performance du réseau routier.

Il faut un financement stable de l'entretien (Fonds Routier). Les entreprises privées ne peuvent fonctionner efficacement si les procédures de passation des marchés et de paiement ne sont pas fiables.

Les marchés d'entretien doivent être attribués sur la base de contrats formels, et de préférence sur appel d'offres. L'administration routière doit surtout accentuer son rôle pour préparer et superviser ces contrats, en favorisant la compétence des entreprises locales.

Un contrôle bien conduit, avec application effective de pénalités quand les niveaux de performance requis ne sont pas atteints, est également vital pour que le programme d'entretien puisse réussir.

Le grand intérêt des contrats d'entretien basés sur des normes de performance est qu'ils offrent la possibilité de réduire les coûts d'entretien et d'améliorer l'état des routes, particulièrement dans les pays en développement.

5.2 Recommandations liées aux aspects techniques

Des objectifs de performance doivent être établis pour le réseau routier. Cela comprend le confort, le temps de trajet, l'impact sur l'environnement, la capacité, la sécurité, la fiabilité.

La valeur d'un bon entretien doit être redécouverte en mettant l'accent sur la prévention et la planification. Les systèmes de gestion de l'entretien devront permettre de fixer des priorités et d'en démontrer les avantages économiques.

Une culture de la démarche qualité et la formation continue sont essentielles en matière d'entretien routier.

Actuellement, en majorité, on a vu que les personnels formés à l'entretien sont employés dans le secteur public. Le secteur privé doit maintenant jouer un rôle plus actif dans la formation de son personnel.

Si l'entreprise a trop peu d'expérience, il vaut mieux procéder par étapes, en commençant par passer des contrats de courte durée avec des normes de performance plutôt simples, relatifs au traitement des nids de poule et des fissures ou à l'entretien du système d'assainissement.

Le suivi de l'état des routes doit être effectué périodiquement en fonction de l'importance de ces dernières. Par exemple chaque semaine pour les routes à trafic fort. Pour cela désigner dans certaines localités un chef de secteur pour la surveillance de l'état des routes.

CONCLUSION

Le poids croissant des contraintes budgétaires, l'évolution forte du trafic, ont amené les administrations routières à définir et à mettre en place une nouvelle politique de gestion de l'entretien des chaussées, après des années marquées par des efforts continus pour renforcer et mettre à niveau le réseau national du point de vue structurel et géométrique.

Dans cette optique, notre étude basée sur les informations recueillies au niveau de l'Agence Autonome des Travaux Routiers nous a permis de formuler des recommandations utiles pour renforcer cette politique. Par ailleurs elle nous a permis aussi de nous rendre compte des difficultés rencontrées pour assurer dans de bonnes conditions la gestion de l'entretien d'un réseau routier, et l'importance de l'impact de l'entretien de la route dans le développement économique d'un pays.

La poursuite de cette étude à travers des applications pratiques serait utile pour la détermination d'une stratégie permettant d'obtenir à long terme, malgré les contraintes budgétaires, le meilleur état de réseau. Il devrait être alors possible de répondre avec plus d'arguments à la question : faut-il entretenir les chaussées les plus dégradées en limitant les interventions sur les chaussées faiblement dégradées, ou au contraire maintenir l'entretien préventif sur les chaussées jugées saines en n'assurant que la sécurité et la viabilité sur les chaussées nécessitant de gros travaux de réhabilitation ?

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Babacar COLY et Ousseynou SAMB, Entretien d'aérodromes - Renforcement des chaussées revêtues par les méthodes modernes, Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur ENSUT, juin 1982, 139 p.

[2] Zoulikanéïni SEIDOU, Etude pratique du phénomène de fissuration sur des routes revêtues au Sénégal, Projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur EPT, juin 1995, 64 p.

[3] Institut des sciences et des techniques de l'équipement et de l'environnement pour le développement (ISTED), Entretien routier en Colombie , réalisé par le LCPC 1980 – 1982, 40 p.

[4] BCEOM – CEBTP, Manuel sur les routes dans les zones tropicales, Tome1 conception et économie des projets routiers1972, 287 p.

[5] Mariama CISSE et Aicha Hafçatou TOURE, Contribution à la mise en œuvre d'une formulation optimale de béton bitumineux : application aux concassés de basalte de Diack, Projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur ESP, juillet 2003, 55 p.

[6] Assane Ndiaye et Léger Malé SARR , Etude de la pathologie routière, Projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur ESP, juillet 2000, 58 p.

[7] Association des Directeurs Africains des routes, Rapport d'acte de séminaire sur la gestion et l'entretien routier par niveaux de service , Njaména octobre 2001, 138p.

[8] Société Française d'ingénierie BCEOM, Rapport d'actualisation de la Banque de Données Routières, septembre 2002, 38p.

[9] Olodo TELE DAVID, Les Fonds Routiers de Deuxième Génération, l'expérience du Bénin, 13p

[10] Association des Directeurs Africains des routes, Rapport d'acte de séminaire sur la gestion et l'entretien routier par niveaux de service , Njaména octobre 2001, 138p.

ANNEXES

Annexe 1

Carte routière

Réseau classé du Sénégal



Annexe 2

Photos de dégradations

Chaussées souples

DÉGRADATION DE SURFACE



Note 2

- Fissuration fine dans les traces de roues (Gravité 1) et peu étendue - If = 1,
- Chaussée non déformée - Id = 0

Note 2



- Fissuration fine dans les traces de roues et dans l'axe du véhicule (Gravité 1), assez étendue - If = 2
- Chaussée non déformée - Id = 0

Note 3



- Chaussée fatiguée et déformée très ponctuellement
- Fatiguage serré (Gravité 2) - If = 2
 - Déformations ≤ 4 cm

DÉGRADATION DE SURFACE

Note 3



- Chaussée non fissurée - If = 0
- Chaussée très localement orniérée, profondeur d'ornière < 4 cm (Gravité 2) - Id = 2

Note 4



- Fissuration continue et ramifiée (Gravité 2) - If = 4
- Chaussée non déformée - Id = 0

Note 4



- Chaussée non fissurée - If = 0
- Chaussée faiblement déformée

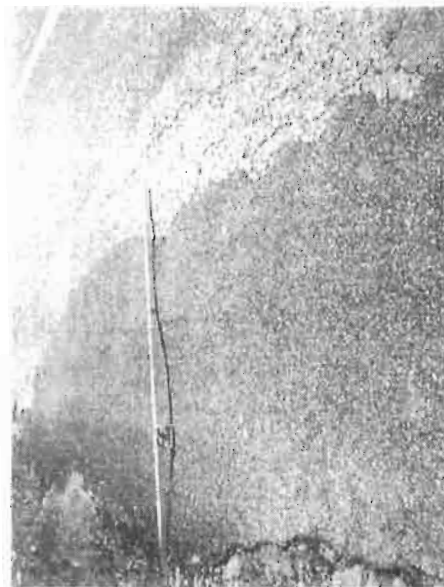


- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)



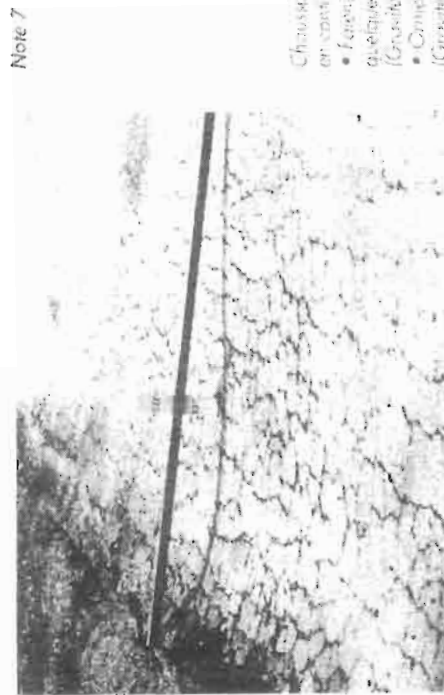
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)

Note 5



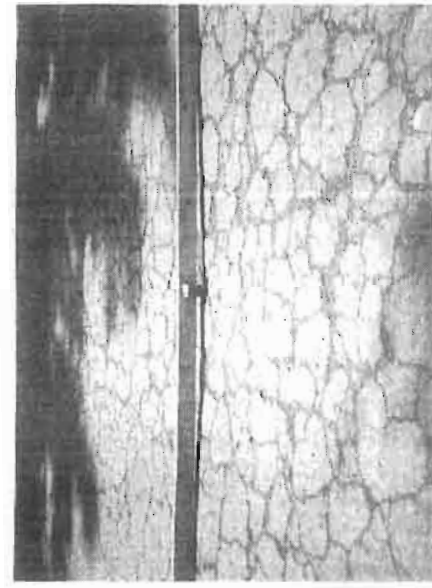
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)

Note 7



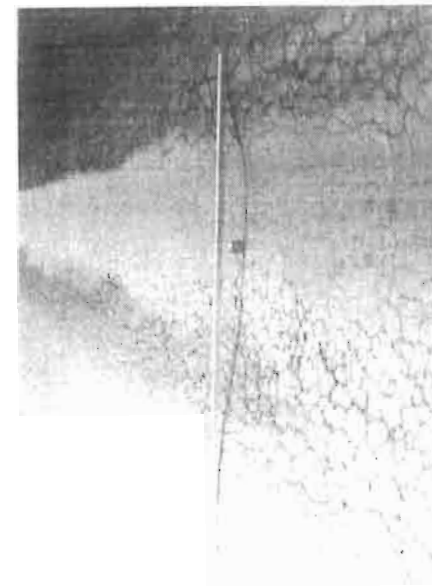
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)

Note 6



- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)

Note 7



- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)
- Fractures perpendiculaires aux directions de compression (cf. fig. 2)

Annexe 3

Coûts d'entretien

périodique et

Entretien courant

**TACHES ET COUTS UNITAIRES UNITAIRES D'ENTRETIEN
COURANT D'AXES ROUTIERS REVETUS**

	NATURE DES TRAVAUX	UNITE	P.UNITAIRE PAR KM
EC1	Cantonnage, désherbage, curage fossés et buses	km	650 000
EC2	Idem + signalisation verticale, peinture / a ans	km	900 000
EC3	Idem + surveillance accrue, signalisation horizontale / 2 ans	km	1 250 000
EC4 (VU)	Bouchage nids de poule et entretien équipements	km	600 000
PAT	Enrobés à froid ou concassés + bicouche	m²	15 000

**TACHES ET COUTS UNITAIRES UNITAIRES D'ENTRETIEN
PERIODIQUE D'AXES ROUTIERS REVETUS**

TACHES PRINCIPALES	SOUS TACHES	CLASSE DE TRAFIC	UNITE	PRIX UNITAIRE
Monocouche	Enduit mono		m²	1 100
	Reprise accotement 2,5 %		m²	15 000
	Drainage		Ft/km	50 000
	Signalisation horizontale		Ft/km	1 300 000
	Signalisation verticale		Ft/km	200 000
Bicouche	Idem avec enduit bicouche	< 3 000	m²	2 500
Enrobés 3 cm	Idem avec enrobés	> 3 000	t	50 000
Enrobés 5 cm	Idem avec enrobés	> 3 000	t	50 000
Enrobés 7 cm	Idem avec enrobés	> 3 000	t	50 000
Renforcement 1	Purges	> 3 000	Ft/km	800 000
Couche de base en	Couche de base		t	45 000
Matériaux traités	Rechargement accotement 2x2 m		m3	9 000
Type GB	BB7 cm		t	50 000
Revêtement enrobés	Mono accotement		m²	1 100
	Drainage		Ft/km	150 000
	Réfection ouvrages		Ft/km	8 700 000
	Signalisation horizontale		Ft/km	1 500 000
	Signalisation verticale		Ft/km	200 000
Renforcement 2		1 000 / 3 000		
Couche de base en	Idem +		m²	600
Matériaux concassés	Imprégnation		t	50 000
ou naturels traités	BB 5 cm		m3	30 000
Revêtement bicouche	Couche de base			
Renforcement 3	Idem + sacrifice	500 / 1000		
Couche de base en	Scarification		m²	120
Matériaux traités	Imprégnation + bicouche		m²	3 000
Revêtement bicouche	LATC		m3	18 000
Renforcement 4		250 / 500		
Couche de base en	Scarification		m²	120
Matériaux naturels	Couche de base		m3	10 000
Latérite ou BC	Rechargement accotement 3 cm		m3	9 000
Revêtement bicouche	Imprégnation + B1		m²	3 000
	Drainage		Ft/km	100 000
	Réfection Ouvrages		Ft/km	500 000
	Signalisation horizontale		Ft/km	1 000 000
	Signalisation verticale		Ft/km	200 000
Reprofilage 5		0 / 250		
Couche de base	Scarification		m²	120
ponctuelle en	10 LAT (moyen)		m3	11 000
Matériaux naturels	Rechargement accotement		m²	9 000
latérite ou BC	Imprégnation + B1		m²	3 000
	Drainage		Ft/km	100 000
	Réfection Ouvrages		Ft/km	500 000
	Signalisation horizontale		Ft/km	1 000 000
	Signalisation verticale		Ft/km	200 000