

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
École Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT : *Génie Civil*

PROJET DE FIN D'ETUDES

Sujet

ETUDE SUR LA GESTION INFORMATISEE
DE
L'ENTRETIEN ROUTIER

Proposé par :

Mr SILHADI .K

Etudié par :

Mr SEDDIK SAID

Dirigé par :

MR SILHADI .K

Session : *JUIN 1993*

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à mon promoteur, Monsieur *SILHADI.K* pour les efforts fournis tout le long du déroulement du travail.

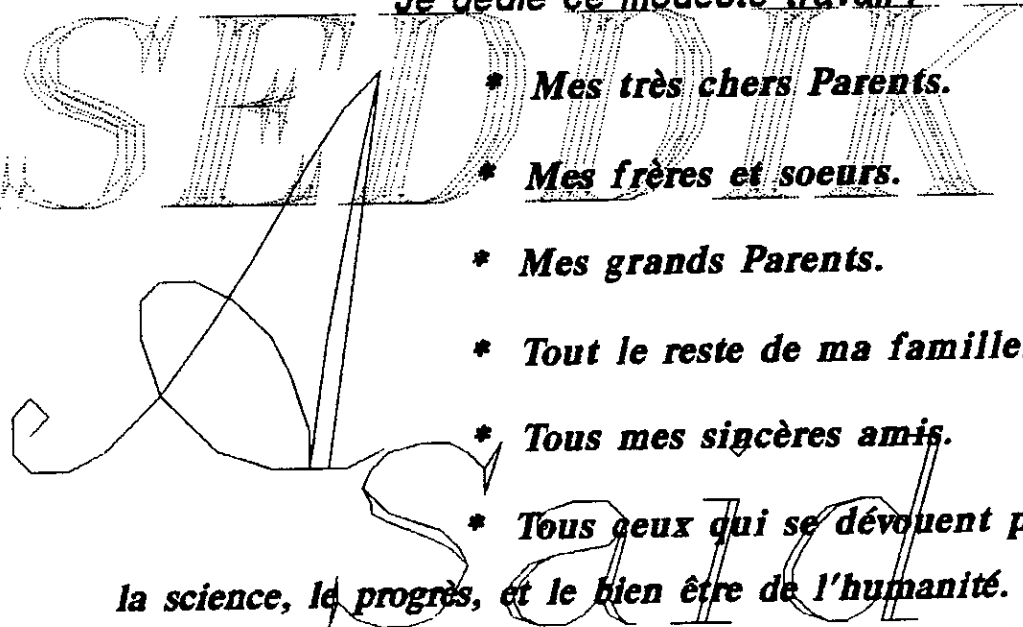
Mes remerciements s'adressent aussi à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin et m'ont facilité ma tâche, en l'occurrence Mr *BELAHLOU* du C.T.T.P. ainsi que les membres du secrétariat de l' I.N.P.V. et leur Directeur Mr *GUENDEZ* qui n'a pas hésité une seconde à m'aider en m'autorisant à utiliser les machines à tout moment.

Sans oublier le personnel de la bibliothèque ainsi que du périodique qui m'ont soutenu moralement et qui ont mis à ma disposition toute la documentation désirée.

Que tous ceux qui ont contribué à ma formation trouvent ici l'expression de mes profondes reconnaissances.

Dedicace

Je dédie ce modeste travail :

- 
- * *Mes très chers Parents.*
 - * *Mes frères et soeurs.*
 - * *Mes grands Parents.*
 - * *Tout le reste de ma famille.*
 - * *Tous mes sincères amis.*
 - * *Tous ceux qui se dévouent pour
la science, le progrès, et le bien être de l'humanité.*

SOMMAIRE

المركز الوطني للتكنولوجيا
BIBLIOTHEQUE — *ALGER*
Ecole Nationale Polytechnique

INTRODUCTION

1^{ère} PARTIE

LES ROUTES. DEFINITIONS ET GENERALITES

1. <i>Notion sur la chaussée.</i>	
1.1 - Evolution de la construction des chaussées.....	4
1.2 - Classification des chaussées.....	4
2. <i>Pathologie des ouvrages routiers.</i>	
2.1 - Les facteurs dégradants.....	9
2.2 - Classification des dégradations.....	11
2.3 - Définitions et causes probables des dégradations...	13
2.4 - Evolution des dégradations.....	19
3. <i>Entretien routier.</i>	
3.1 - Introduction.....	21
3.2 - Les moyens d'interventions.....	22
3.2.1 - Notion général sur les enduits et les enrobés.....	23
3.2.2 - Les types d'interventions et leur mode d'exécution.....	27
3.2.3 - Le matériel utilisé.....	33
3.3 - L'entretien des dégradations de la route.....	36
4. <i>Organisation de l'entretien routier en Algérie.</i>	
4.1 - Introduction.....	43
4.2 - L'entretien des routes en Algérie et sa gestion....	43
4.3 - Méthode de programmation traditionnel de l'entretien.....	45
4.4 - La nouvelle méthode de programmation de l'entretien.....	48
4.5 - Perspectives de l'entretien routier.....	50
4.6 - Conclusion.....	51

2^{ème} PARTIE
 LES SYSTEMES DE GESTION DES RESEAUX ROUTIERS

1. Le système de gestion des routes : Concepts et définitions

1.1 - Notion du système de gestion des routes.....	52
1.2 - Définition générale des systèmes de gestion.....	52
1.3 - Les caractéristiques essentielles du système.....	53
1.4 - Les objectifs du système de gestion.....	54
1.5 - Structure d'un système de gestion.....	56
1.5.1 - Le système de recueil de données.....	58
1.5.2 - Le système d'information.....	63
1.5.3 - Le système de prise de décisions.....	65
1.6 - Conclusion.....	68

2. Description de quelques systèmes de gestion des route.

2.1 - Le système de gestion de la Banque Mondial.....	70
2.2 - Le système COFIROUTE.....	75
2.3 - Le système de Meurthe - et - Moselle.....	80

3^{ème} PARTIE
 LE SYSTEME S.E.D. C.T.T.P

1. Description du système.....	86
2. Critiques sur le système.....	95
3. Propositions à envisagées autour de S.E.D.....	98
CONCLUSION.....	104
ANNEXES.	
BIBLIOGRAPHIE.	

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

INTRODUCTION

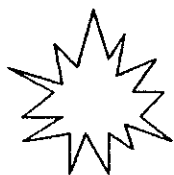
INTRODUCTION

L'un des principaux effets du développement économique d'un pays est sans aucun doute d'accroître les échanges de telle façon que les infrastructures de transport se trouvent, à un moment ou à un autre, sollicitées au-delà de leur capacité. En particulier, les routes sont appelées à écouler des trafics de plus en plus élevés. Elles subissent ainsi des contraintes qui atteignent leur limite de résistance, et ceci dans une conjoncture telle, qu'il n'est généralement pas possible d'envisager leur renforcement dans l'immédiat. Il reste donc à intervenir dans le seul secteur dont on est encore maître, à des conditions budgétaires raisonnables : Celui de l'entretien. Mais il est bien évident que cette forme d'intervention n'est qu'un palliatif, et qu'une politique bien comprise du développement se doit de doter le pays, à long terme, d'un outil de transport efficace. Ceci signifie généralement qu'il faut restructurer le réseau routier, tant au point de vue de la répartition et du classement, que du point de vue de la capacité, de la résistance et, bien sûr, de l'entretien.

L'entretien du réseau routier est depuis longtemps considéré comme une tâche fondamentale de l'Etat. Aujourd'hui, dans les pays en développement, cette tâche semble avoir une importance accrue. En effet dans ces pays, les ressources en capital sont rares et à partager entre de nombreux besoins, tous pressants. Il est donc logique de penser que l'entretien de cet outil de travail au niveau du pays que représente le réseau routier National, est encore plus bénéfique que dans les pays industrialisés, car dans la mesure où un investissement routier, fait dans le passé proche ou lointain, est encore judicieux au regard de l'économie actuelle du pays, son entretien régulier revient beaucoup moins cher qu'une " reprise " après un ou plusieurs années d'abondance.

Dans les pays en développement, la détérioration des réseaux routiers n'a cessé de s'accroître sans qu'on en prenne conscience jusqu'à une date récente, pour une part en raison de l'absence de la surveillance objective, régulière, qui eût averti en temps utile aussi bien les gouvernements que les organismes concernés. Dans de nombreux pays industrialisés, la nécessité d'y remédier a été reconnue plutôt, mais les informations ont été souvent recueillies à l'état fragmentaire, ce qui rendait difficile ou impossible de coordonner les efforts et de déployer efficacement les ressources. Ce qui a fait naître chez les organismes concernés par l'entretien routier, d'essayer d'établir de nouvelles méthodologies, de nouvelles techniques de gestion pouvant aider les gestionnaires dans l'élaboration de leur projet.

Le but du présent ouvrage, est de donner un petit aperçu sur les dégradations les plus connues en ALGERIE ainsi que leur remède (entretien) en passant par la description de quelques causes qui les provoquent, des précisions aussi seront données, concernant la méthode de programmation de l'entretien utilisé par les organismes responsables. On abordera ensuite une nouvelle notion par son application mais ancienne par son appellation, qu'est la notion de " *Système de Gestion des Routes* " avec la description de quelques Systèmes de gestion, pour finalement donner une idée sur le logiciel utilisé par l'ALGERIE spécialement par le C.T.T.P. dans le domaine routier, ainsi que les limites du système et les propositions qui pourront possiblement améliorer ce dernier.



Première Partie

LES ROUTES . Définitions et Généralités

L'objectif principale de cette partie est de donner une vue générale sur tout ce qui concerne l'entretien routier, en commençant par un bref aperçu sur la notion de chaussée et ses types, puis voir les types de dégradations connues en Algérie et causes ainsi que l'entretien des chaussées lui même en passant par des description des matériaux et les moyens dont il faut disposer, pour arriver à la fin de cette partie a l'organisation et la méthode suivie pour pour la programmation des travaux d'entretien.

1. NOTION SUR LA CHAUSSEE.

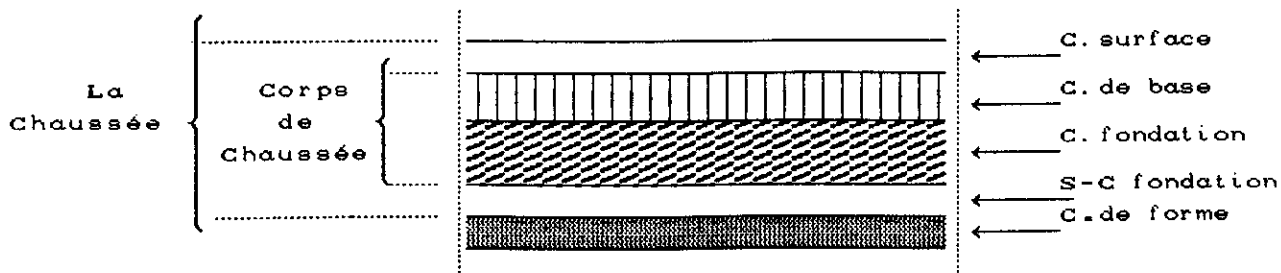
Une chaussée est toute surface spécialement aménagée, sur le sol ou sur un ouvrage pour le stationnement ou la circulation des personnes et des véhicules.

Les qualités que doit présenter une chaussée moderne sont nombreuses, mais les plus importantes sont celles qui intéressent l'utilisateur et qui assurent à la fois la sécurité et le confort, pour le constructeur et l'exploitant, ces qualités des surfaces doivent être obtenues économiquement et conserver aussi longtemps que possible leur niveau d'origine. Ce qui laisse à dire que la chaussée doit assurer deux objectifs, la viabilité permanente (en tous temps) ainsi qu'une circulation en toute saison, offrant aux véhicules des surfaces unies, peu sonores, confortables et sûre. [3]

Concernant la structure d'une chaussée, généralement elle exige pour sa construction, plusieurs couches exécutées en différents matériaux, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

En principe une chaussée peut avoir, dans l'ordre :

- Une sous-couche de fondation (drainante).
- Une couche de fondation.
- Une couche de base.
- Une couche de surface.



coupe d'une chaussée

Les couches supérieures des chaussées souples doivent résister principalement au cisaillement et absorber les efforts horizontaux alors que la couche de base a pour rôle principal de résister aux efforts verticaux, aux chocs et aux vibrations ainsi que de répartir et diffuser les contraintes dans la couche de fondation, qui doit elle même répartir et diffuser ces efforts sur la couche de forme. [3]

1.1- Evolution de la construction des chaussées [3]

Les plus grands constructeurs des chaussées furent certainement les Romains de nombreux siècles on ne revit jamais une technique aussi élaborée que la leur. Ils furent les seuls à affirmer la nécessité d'un réseau des voies sur lesquelles la circulation était possible à peu près en tous temps.

On reconnaît la coupe type de la chaussée Romaine dont l'épaisseur pouvait dépasser 1m :

En couches inférieures :

- Une fondation en pierres plates.
- Une couche de déchets pierreux.

En couches de base :

- Une couche de béton de pierre cassée et de chaux grasse.

En couche de roulement :

- Un dallage scellé au mortier de chaux.

Cette coupe, dans son principe, est toujours valable si on veut bien admettre que les enrobés modernes se sont substitués au dallage scellé au mortier de chaux et que la couche de béton de pierre cassée est maintenant constitué par des graves-ciment ou graves-laitier.

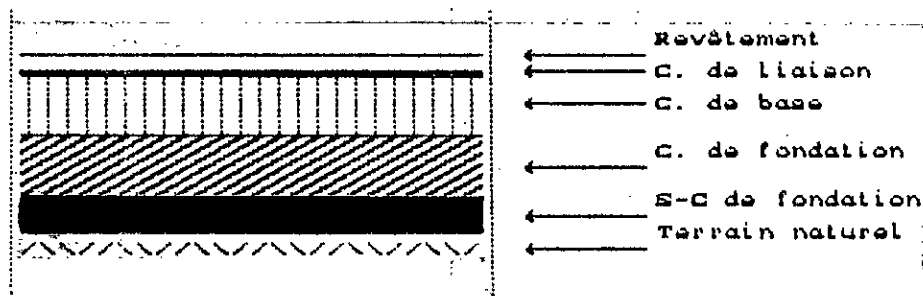
1.2- Classification des chaussées

Il est d'usage de distinguer les chaussées Souples et

les chaussées Rigides. Les premières sont constituées par un empilage de matériaux pierreux recouvert de Revêtements plus ou moins épais à base de bitume de goudron. Les secondes sont constituées par des dalles de béton de ciment.

On trouvera des chaussées en béton recouvertes de revêtement hydrocarbonées. On trouvera aussi des chaussées souple dont certaines couches sont améliorées au ciment.

a) - Chaussées souples.



Coupe type de chaussée souple

Une chaussée souple classique est une chaussée dont les matériaux d'assises ne sont pas traités par un liant et elle est constituée à partir du sommet par :

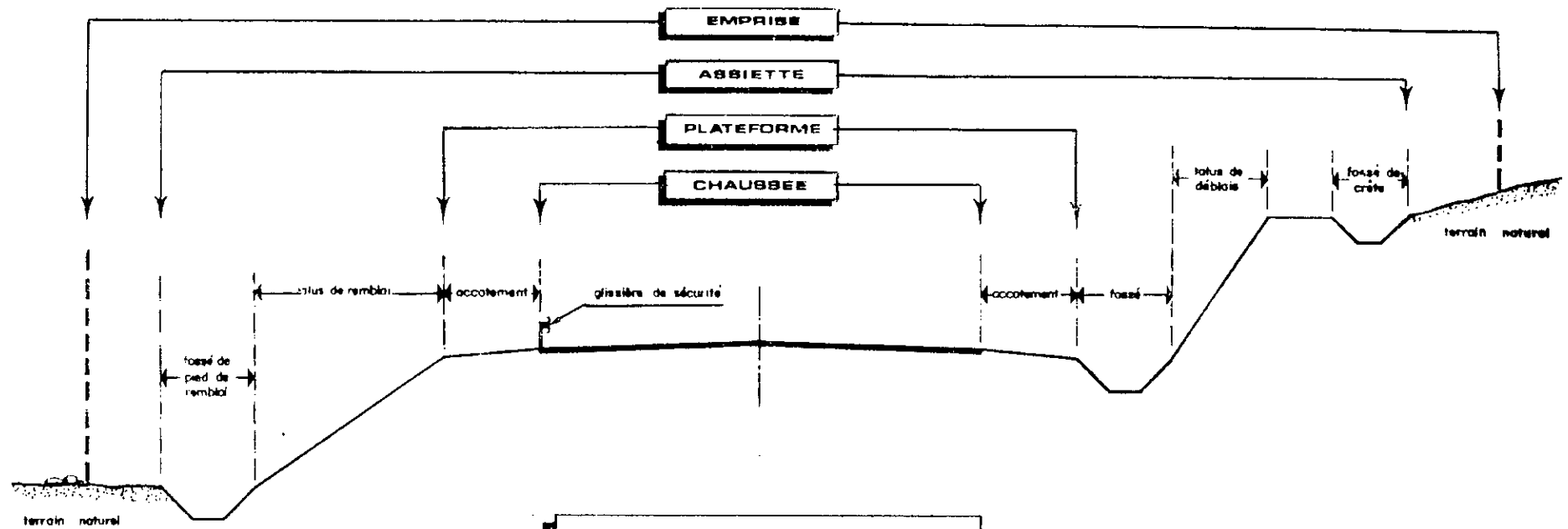
- Un revêtement hydrocarbonné parfois décomposé en couche de surface et une couche de liaison.
- Un corps de chaussée lui-même le plus souvent divisé en une couche de base à la partie supérieure et une couche de fondation sous-jacente.

* Avantages et inconvénients

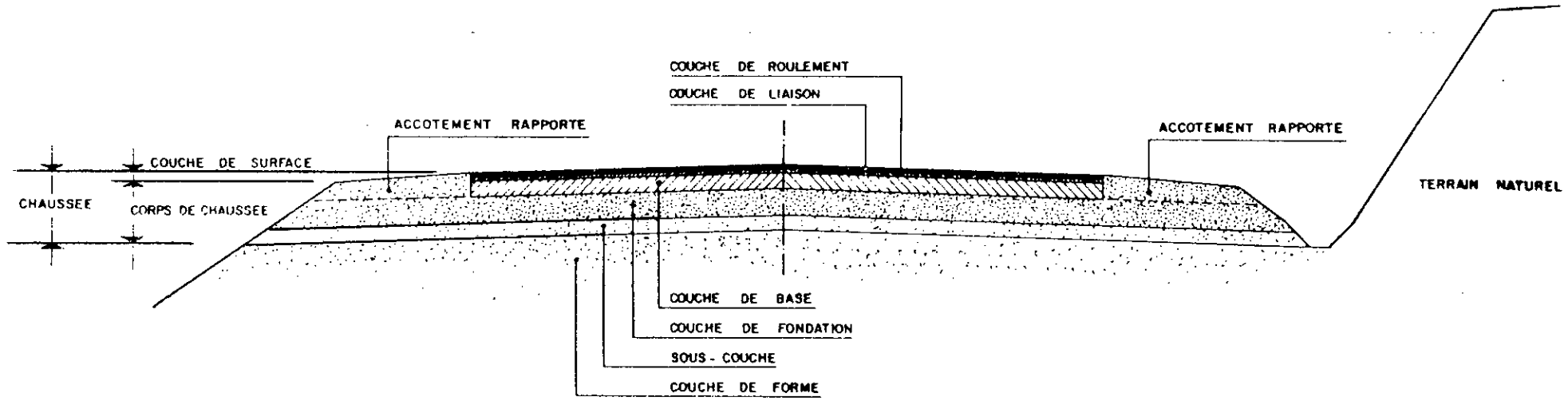
- Avantages:

- Une chaussée souple est une chaussée flexible.
- Ce type chaussée présente des facilités au niveau des opérations d'entretien.
- Les coûts d'entretien et de réparation sont moins

PROFIL EN TRAVERS



STRUCTURE



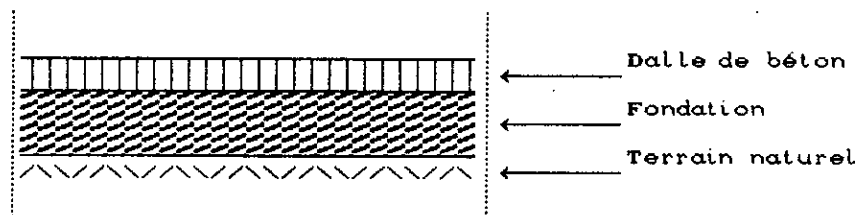
élevés par rapports à ceux concernant les chaussées rigides.

- La mise en circulation est immédiate.

- Inconvénients:

- Absence de cohésion des couches.
- Ce type de chaussée se déforme rapidement sous des charges roulantes lourdes.
- La pression qui régné sous les couches des chaussées souples dépend de leur épaisseurs.
- Fissuration par fatigue de la couche bitumineuse de la couche de roulement.

b)- Les chaussées rigides.



Coupe type de chaussée rigide

Une chaussée rigide est une chaussée dont les matériaux d'assises sont traités avec un liant (ciment), et elle est découpée en dalles et repose en règle générale sur une fondation. Les joints entre dalles peuvent être munis de dispositif de transfert de charges (goujons, rainures et languettes).

* Avantages et inconvénients

- Avantages:

- Les chaussées rigides supportent un trafic lourds.
- Ce type de chaussées répartissent bien les charges sur le sol supports.

- Inconvénients:

- Les coûts de construction sont élevés.
- Nécessité de coffrage.
- Stabilité immédiate du béton est très faible.
- La mise en circulation n'est pas immédiate.
- Retrait hydraulique inévitable et assez important.
- Nécessité de disposition constructive et matériels d'exécution.
- Mise en escalier des dalles et dégradation de l'uni.

c) - Comparaison entre les deux types de chaussées

Dans le cas des *chaussées souples*, les revêtements de surface doivent résister aux efforts normaux et tangentiels imposés par les pneumatiques. Ils doivent également être étanches pour protéger le corps de chaussées contre les infiltrations d'eau de ruissellement. Enfin ils doivent eux même ne pas souffrir du fait des intempéries.

Sous les revêtements les couches de base et de fondation doivent pouvoir transmettre les charges sans se déformer, se dégrader ou s'écraser.

Dans le cas des *chaussées rigides*, ces problèmes de surface et de stabilité des couches inférieures ne se posent pas du tout de la même façon ces dalles de béton sont découpées par des joints, ceux-ci sont remplis d'un mastic d'étanchéité qui doit adhérer au béton, résister aux intempéries et suivre les mouvements des dalles (ouverture des joints) sans se décoller ni se fissurer.

Sous les dalles, les sous-couches ne souffrent guère, sauf au droit des joints ou des bords de dalles du fait des pressions très élevées imposées au passage des charges par les angles de dalles. Il faut donc que les matériaux de fondation ne se disloquent pas sous l'effet des martèlements répétés dans ces zones dangereuses.

Les chaussées rigides, construites avec des dalles de béton de ciment, sont à ma connaissances peu répandues au niveau du réseau routier Algérien exception faite des chaussées des aérodromes. Dans le présent projet, il ne sera question que des chaussées souples qui constituent la majorité de nos routes.

2. PATHOLOGIE DES OUVRAGES ROUTIERS.

la chaussée périt par fatigue sous l'action répétée des charges, ainsi elle arrive à la fin de sa vie soit lorsque les déformations permanentes deviennent excessives (gêne trop forte à la circulation, par exemple), soit lorsque se sont produites des ruptures: variation brutale des caractéristiques à la rupture du sol de fondation (remontée d'argile, saturation en eau).

Dans ce qui va suivre, il sera question de donner des précisions sur les agents qui provoquent les dégradations, puis une classification et des définitions ainsi que les causes probables des ces derniers seront explicitées, enfin un aperçu sur le mode d'évolution de certains types de dégradations.

2.1- Les facteurs dégradants.

Les dégradations sont provoquées principalement par les conditions climatiques et par le trafic, [3] elles peuvent avoir aussi pour origine une faute au moment de l'exécution des travaux; les malfaçons.

Les facteurs intervenant dans le processus de dégradations sont:

a)- Les conditions climatiques.

La route se comporte comme un corps étranger implanté par l'homme dans la nature; plusieurs éléments naturels vont donc réagir devant ce corps étranger, pour retrouver l'équilibre perturbé. Même s'il faut aller jusqu'à sa destruction.

L'élément naturel le plus prompt à réagir et dont les effets sont les plus redoutables est l'eau, sous toutes ses formes: humidité, pluie, gel..., pouvant ainsi faire diminuer considérablement la portance du sol.

L'eau peut atteindre le sol:

- Par le dessus: Infiltrations des eaux de pluie à travers la chaussée.
- Par les côtés: Infiltration par les accotements.
- Par le dessous: La nappe d'eau des sources (remontée par capillarité, rupture des canalisations...).

Elle peut agir aussi sous la forme de gel, en période de gel, la quantité d'eau sous forme de glace, augmente donc dans la chaussée et dans le sol support; de plus l'expansion de la glace fait gonfler la chaussée. Au dégel, cet excès d'eau fait chuter considérablement la portance du sol support et la chaussée devient fragile.

b) - Le trafic.

Le trafic occasionne, à plus ou moins longue échéance, une usure et vieillissement de la route du fait des frottements des pneumatiques et mouvement sur la couche de roulement ainsi la répétition des charges entraîne une fatigue générale de la chaussée qui présente alors des dégradations.[1]

Le trafic à lui seul présente déjà une dégradation, associée aux effets néfastes de l'action de l'eau, le trafic accélère la formation des dégradations et aggrave leur état.

c) - Les malfaçons.

Les malfaçons d'origines diverses lors de la construction (mauvais matériaux, épaisseurs insuffisantes, compactage, etc..) et également les tranchées qui y sont creusées ultérieurement, sont les causes des désordres pouvant conduire jusqu'à l'impraticabilité de la route.

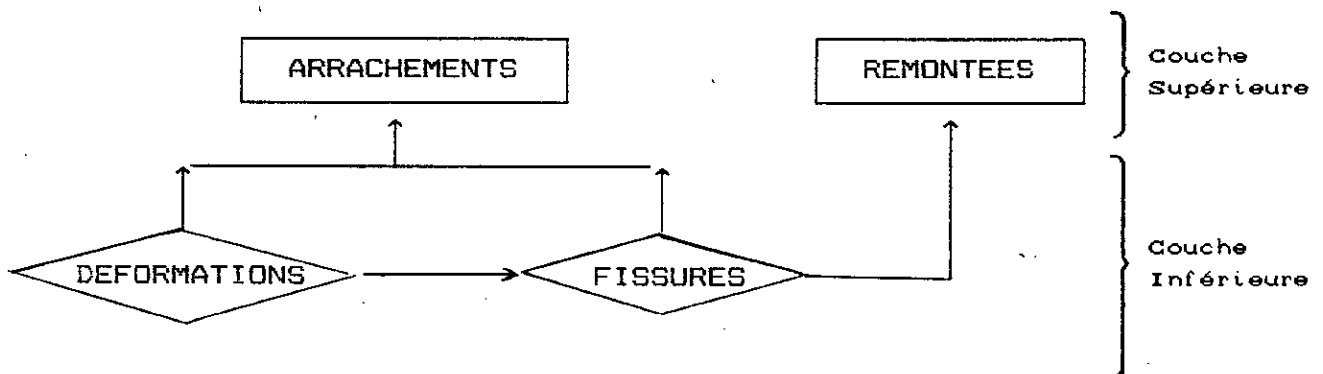
2.2- Classification des dégradations.

Pour qu'à l'échelon d'un ou de plusieurs itinéraires l'estimation de l'état visuel soit homogène, il est nécessaire de se référer à une nomenclature unique fondée sur des définitions identiques. Le document intitulé " CATALOGUE DE DÉGRADATION DE CHAUSSÉES " établi par L.C.P.C permet de définir et de classer par degré de gravité les désordres rencontrés sur une chaussée. [10]

Ce classement fait apparaître quatre (4) familles de dégradation qui sont: [1]

- Les déformations.
- Les fissures.
- Les arrachements.
- les remontées.

Généralement les deux premières familles de dégradations affectent les couches inférieures pour atteindre la couche de roulement, tandis que les deux autres prennent naissance et évoluent dans la couche de roulement.



* Exemple de l'évolution d'une dégradation dans le temps:

Affaissement → Fissures → Faiençage → Nids de poules.

Les dégradations peuvent se classer à l'intérieur de

Dégradations

Déformations

Naissent dans le corps de chaussée

- Affaissements.
- Bourrelets.
- Flaches.
- Ornières.
- tôle ondulée.

Fissures

Affectent la couche de roulement

- Fissure rectiligne.
- Fissure parabolique.
- Faiççage a maille fine.
- Faiççage a maille large.

Arrachements

Affectent la couche de roulement

- Décollements.
- Désenrobage.
- Glacage.
- Pelade.
- Plumage.
- Nids de poule.
- Tête de chat.

Remontées

Proviennent des couches inférieures, affectent les couches supérieures

- Remontées des boues.
- Remontées de liant (Ressuage)

2.3- Définitions et causes probable des dégradations. [10]

D E F O R M A T I O N S

AFFAISSEMENTDéfinition.

Dépression très prononcée et souvent assez étendue se localisant soit en rive, soit en pleine largeur.

Causes probables.

- Sous -dimensionnement du corps de chaussées.
- Tassement des couches inférieures.
- Chaussée non calée sur les rives.

BOURRELETDéfinition.

Renflement d'enrobés, apparaissant à la surface de la chaussée et accompagnent généralement un orniérage ou autre déformation de chaussée.

Causes probables.

- Fluage de l'enrobé.
- Efforts horizontaux importants (zone de freinage, virages).
- Enrobé plastique (température élevée, bitume trop mou ...).

FLACHEDéfinition.

Déformation de la surface de la chaussée formant une Dépression de forme arrondie peu sensible.

Causes probables.

- Compacité insuffisante de la couche de roulement.
- Compacité insuffisante de la couche de base en un point.
- Pollution du corps de chaussée.
- Drainage inexistant.
- Tassement du matériaux ayant servi à reboucher un trou de la chaussée.

ORNIERAGEDéfinition.

Déformation permanente longitudinale qui se développe sous passage répété des roues et des charges.

Causes probables.

- Fluage de l'enrobé. (dû à ses qualités intrinsèques, notamment: emploi d'un bitume mou, emploi de sable roulé dans une proportion supérieure à 10 % en poids, compacité insuffisante).
- Sous-dimensionnement du corps de chaussée entraînant le poinçonnement du sol.
- Circulation lourde et lente (côtés).
- Contamination des couches inférieures.
- Présence d'eau (saturation) dans les couches inférieures de la chaussée.

TOLE ONDULEEDéfinition.

Ondulations perpendiculaires à l'axe de la chaussée (phénomène rare sur les routes revêtues, par contre extrêmement fréquent sur les pistes du sud).

Causes probables.

- Défaut de stabilité de l'enrobé.
- Actions mécaniques sur les chaussées non revêtues.

FISSURES

FAIENÇAGEDéfinition.

Cassures ou fissuration du revêtement, formant des mailles plus ou moins larges et rapprochées.

Causes probables.

- Dégradation des couches inférieures (couche de base principalement) désagrégation, tassements.
- Mauvais accrochage de la couche de roulement sur la couche de base.
- Perméabilité de la couche de base inférieure à celle de la couche de roulement; remontées d'eau.
- Couche de roulement rigide sur couche de base très déformable.

FISSUREDéfinition.

Fente parallèle ou perpendiculaire à l'axe de la chaussée formée par une cassure (légère ou importante) du revêtement.

Causes probables.

- Joint de deux bandes d'épandage.
- Rupture ou tassement des couches inférieures.

- Mauvais accrochage de la couche de roulement sur la couche de base.
- Efforts horizontaux importants : zone de freinage, virages.
- Chaussée non calée sur les rives : accotements non rechargés.
- Elargissement sous dimensionné ou mal exécuté.

A R R A C H E M E N T S

DECOLLEMENT

Définition.

Rupture de l'adhésion entre le revêtement (ou couche de surface) et le corps de chaussée.

Causes probables.

- Mauvaise adhésivité du granulat.
- Imprégnation ou accrochage mal exécuté.
- Gonflement ou retrait des matériaux de la couche de base.

DESENROBAGE

Définition.

Enlèvement de la pellicule de liant enveloppant partiellement ou totalement les granulats (enduits superficiels, enrobés, matériaux imprégnés de liant).

Causes probables.

- Mauvaise adhésivité liant-granulat.
- Action de l'eau.
- Action de l'argile (granulats pollués).

- Actions mécaniques des véhicules.
- Erosion éolienne.

GLACAGE

Définition.

Usure du revêtement par arasement progressif des gravillons qui rend la chaussée lisse et glissante.

Causes probables.

- Usure du revêtement (enduit et surtout enrobés).
- Gravillons de dureté insuffisante.

PELADE

Définition.

Décollement de la couche de roulement par plaques plus ou moins grandes.

Causes probables.

- Tapis d'enrobés trop mince localement.
- Mauvaise adhésivité de la couche de roulement sur le support.
- Perméabilité de la couche de base inférieure à celles de la couche de roulement.

PLUMAGE

Définition.

Arrachement d'une partie des gravillons du revêtement, dû parfois à un mauvais répandage de liant. Dans ce cas, les gravillons s'arrachent suivant des lignes parallèles à l'axe de la chaussée.

Causes probables.

- Mauvaise adhésivité entre liant et granulat.
- Granulats sales ou pollués.
- Mauvaise exécution de l'enduit.

NIDS DE POULEDéfinition.

Cavité de forme arrondie, à bords francs créée à la surface de la chaussée par enlèvement des matériaux.

Causes probables.

- Pelade localisée du revêtement sous effet mécanique.
- Evolution finale des déformations et de fissuration.
- Forte proportion d'eau dans la chaussée, combinée avec le passage d'essieux lourds.

TETE DE CHATDéfinition.

Pierres dures apparaissant en relief à la surface de la chaussée lorsque celle-ci s'use.

Causes probables.

- Granulats de duretés différentes.
- Usure du revêtement.
- Mauvaise granulométrie de la couche de roulement.

REMONTEES

REMONTEES DE FINES, DE LAITANCE

Définition.

Fines provenant de la couche de base et apparaissant en surface au niveau de défauts de la couche de roulement (fissures, faïençage, flache, etc...).

ces remontées peuvent également se présenter sous la forme d'une boue, appelée laitance, de couleur verdâtre ou blanche.

Causes probables.

- Perte de cohésion (avec attribution des matériaux) d'au moins la partie supérieure de la couche traitée, souvent dûe à un défaut d'interface pouvant être aggravé par une couche de roulement perméable ou d'épaisseur faible.
- Corps de chaussée sensible à l'eau, fondé sur sol argileux ou humide.

RESSUAGEDéfinition.

Zone plus ou moins localisée où un excès de liant apparaît en surface recouvrant partiellement ou totalement les granulats.

Causes probables.

- Surdosage en liant.
- Liant inadapté (bitume ou *cut-back* trop mou).
- Température élevée dans le revêtement.

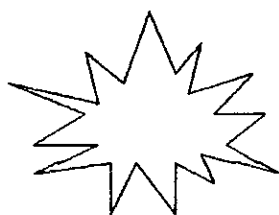
2.4- Evolution des dégradations.

L'évolution d'une dégradation engendrera d'autres dégradations du fait de l'interaction des dégradations entre elles; ce types d'évolution est le plus fréquent en ALGERIE c'est également le plus difficile à quantifier.

On peut citer quelques exemples : [11]

Affaissement	→	Fissures	→	Faiénçage	→	Nid de poule.
Plumage	→					Nid de poule.
Flache	→	Faiénçage	→	Nid de poule.		
Orniérage	→	Fissures	→	Nid de poule.		
Faiénçage	→					Nid de poule.
Ressuage	→					Plumage.

Par ces quelques exemples, on remarque bien que les nids de poule sont l'aboutissement de la plus part des dégradations, on peut le considérer comme une étape finale d'un enchainement de différent type de dégradations. Cela prouve qu'il faut entretenir la chaussée dès l'apparition des défauts avant que les choses s'aggravent plus.



3. ENTRETIEN ROUTIER.

3.1- Introduction.

Comme toute réalisation humaine, un ouvrage routier répond à des besoins exprimés par la société à une phase donnée de son développement. Pour la route, il s'agit d'assurer certains types de communications rendues nécessaires par le développement économique et social (transports de marchandises et d'hommes).

L'entretien de la route aura nécessairement pour objet le maintien de la satisfaction de ce besoin, l'amélioration de cette satisfaction si nécessaire sur le réseau déjà existant.

Le degré de satisfaction de ce besoin (transport, échanges, ect...) peut s'exprimer par le niveau de service de la route. Cette notion recouvre à la fois l'utilité sociale de la route, c'est-à-dire le profit qu'en tire globalement les autorités, et son utilité spécifique pour les usagers proprement dits, qui sont les membres des autorités circulant sur la route.

L'entretien des routes aura donc pour objectif :

- La conservation du patrimoine.
- L'adaptation de la structure au trafic.
- Assurer la sécurité et le confort de l'utilisateur.
- Conserver l'intégrité de la couche de surface.
- Maintenir ou améliorer, si nécessaire leur niveau de service.

L'entretien devra par conséquent maintenir ou améliorer les conditions de circulation (sécurité, confort, rapidité, rentabilité sociale des échanges) dans des conditions conformes à la fois à l'intérêt des autorités et des usagers.

Pour cela, il faut Maintenir les conditions de circulations propement dites, éviter ou maîtriser les phénomènes pouvant entraîner la ruine des chaussées (ce qui interdirait toute circulation) en préservant leur intégrité physique.

A cet effet, la politique d'entretien à mettre en oeuvre doit être cohérente et souple c'est-à-dire : [24]

■ Etre fondée sur une analyse objectif des paramètres nécessaires à son élaboration. Ceux-ci sont principalement de deux ordres :

- Les paramètres techniques (connaissances des structures, efficacité des méthodes de réparation, organisation des chantiers, etc...).
- Les paramètres politico-économiques (choix économiques, possibilités financières, incidences politiques, etc...).

■ Permettre l'établissement de programmes pluriannuels au moins à moyens terme (5 ans) tenus à jour, pouvant constituer une aide efficace à la planification.

■ Permettre des prises de décisions homogènes et sûres, éliminant au maximum les choix arbitraires, subjectifs, les distorsions locales, régionales ou individuelles, etc.

3.2- Les moyens d'intervention.

Les besoins objectifs en matière d'entretien peuvent être déterminés. Ils constituent ce qu'il serait souhaitable de réaliser pour bien entretenir l'ensemble du réseau.

Malheureusement les contingences économiques ne permettent pas, le plus souvent, l'application intégrale et simultanée des propositions techniques.

Il devient donc nécessaire d'adapter les besoins objectifs en matière d'entretien aux réalités budgétaires. Il faudra donc procéder à des choix, classer les itinéraires ou sections à traiter par ordre de priorité afin de fixer les objectifs à court terme de l'entretien. A cet effet, il est nécessaire de fixer des références conjoncturelles correspondant à l'état instantané du réseau et aux contraintes financières du moment pour définir les programmes immédiats ou à très court terme de l'entretien.

Cependant, Actuellement, les critères de classement par ordre d'urgence d'intervention restent encore assez subjectifs et sont surtout basés sur la vitesse d'évolutions des dégradations ou plus rarement de la déflexion. Souvent à partir d'un certains niveau, les deux vont de pair et sont liés aussi à l'évolution du trafic qui pourrait devenir un critère important pour la détermination des urgences.

Le domaine d'activité couvert sous le vocale " Entretien " est très vaste ; il est variable d'un pays à l'autre.

Dans la rubrique " Entretien " de l'itinéraire seules les opérations ou tâches suivantes sont utilisées en Algérie :

- Emplois partiels (point-à-temps), étanchéité des zones faïencées, reprises de nids de poule.
- Traitement de surface (enduits, tapis d'enrobés, déflachage, reprofilage, rebouchage des nids de poule aux enrobés à froid et à chaud, scarification, sablage).

3.2.1- Notion général sur les enduits et les enrobés.

a)- Les Enduits.

On donne, en technique routière, le nom d'enduit, à un film de liant hydrocarboné répandu sur une chaussée, y pénétrant très peu, et recouverte ou non de gravillons ou de sable. [3]

On distingue les types suivants :

- L'enduit *d'accrochage* : Destiné à assurer le collage d'un revêtement nouveau sur un support existant.
- L'enduit *de scellement* ou *de finition* : Destiné à imperméabiliser le support sur lequel il est posé (faïençage, fissure).
- L'enduit *superficiel* ou *d'usure* : Ce type d'enduit est composé d'une ou plusieurs couches de liant, chacune étant suivie d'un gravillonnage, il peut être employé sur une couche de surface usée, pour la renouveler.

Suivant le nombre de couches de liant et de gravillons, on a des enduits monocouches, bicouches ou multicouches.

■ L'enduit superficiel *Monocouche* : Peut se différencier par la granularité des matériaux utilisés, le plus employé est le monocouche 4/6 sur les chaussées à circulation rapide et légère.

■ L'enduit superficiel *bicouche* : Utilise deux catégories de granulats qui peuvent avoir des granularités contiguës (10/14 et 6/10 par exemple) ou non (10/14 et 4/6). Il procure une meilleure imperméabilisation que le monocouche et les gravillons sont mieux fixés.

■ L'enduit superficiel *multicouches* : Ils ne sont pratiquement plus utilisés en renouvellement de revêtement.

Le choix du type d'enduit se fait en fonction de l'état du support qui doit le recevoir et du trafic qu'il devra supporter (intensité, charge, vitesse). Ce choix détermine les différents caractéristiques (nature, spécification, dosage) du liant et des granulats. Enfin l'affinité entre le liant et les granulats, conditionnée par des considérations de climat, de température, etc. , peut nécessiter l'adjonction de dopes qui sont des produits qui améliorent les conditions d'adhésivité entre le liant et les granulats

Les enduits superficiels sont des chapes rugueuses, relativement imperméables, mais qui ont divers inconvénients.

Tout d'abord ils suivent très exactement le profil de la couche sur laquelle ils sont appliqués. Ils ne reprofilent pas la chaussée, ensuite leur épaisseur est toujours limitée au calibre maximum du gravillon utilisé.

L'exécution des enduits est toujours soumise aux aléas du climat et si un orage survient qui chasse une partie des gravillons avant séchage du liant, il reste parfois un excès de liant qu'il est très difficile de faire disparaître et qui provoque ensuite des ressurgences dangereuses.

L'idée n'est pas nouvelle, au lieu de répandre successivement le liant et le granulat, de mélanger intimement les deux, et de répandre ensuite ce béton hydrocarbonné en épaisseur quelconque.

b) - Les enrobés

L'enrobage est l'opération qui consiste à envelopper un

granulat d'une mince pellicule (ou film) de liant hydrocarbonné. Il peut se faire dans un " poste " ou " centrale " sorte d'usine fixe ou mobile de fabrication des enrobés. C'est donc, en fait, le mélange intime d'un liant hydrocarbonné et d'un granulat avant leur mise en oeuvre.

La couche de roulement, constituée de ce matériau épandu sur une épaisseur plus ou moins importante, porte le nom de *Tapis d'enrobés* .

Les enrobés sont différenciés par la température des granulats employés dans leur fabrication (enrobés à chaud ou à froid) ou par leur compacité (enrobés denses, semi-denses ou ouverts).

- Les enrobés à chaud : Sont caractérisés par le chauffage et la dessiccation des granulats avant leur malaxage.

- Les enrobés à froid : Sont fabriqués à partir de granulats à température ambiante. Leur principale qualité est d'être stockables, d'où l'intérêt de leur utilisation en emplois partiel.

En outre, ils se différencient aussi, par leur plus ou moins grande compacité (mesuré par le % de vides ou d'air contenus dans le matériau).

- Les enrobés ouverts : Ont un pourcentage de vides supérieur à 12 %. Ils sont fabriqués avec une proportion importante d'élément grenus d'où leur qualité principale qui est leur maniabilité, et là aussi leur utilisation en emploi partiel est commode.

- Les enrobés semi-denses : Ont un pourcentage de vides compris entre 10 et 12 % .

- Les enrobés denses : Ont un pourcentage de vides inférieure à 10 % dans cette catégorie, entrent des enrobés élaborés dont le pourcentage de vides n'atteint pas 6 % : Les bétons Bitumineux.

Les avantages des enrobés sont nombreux, par son épaisseur l'enrobé concourt très efficacement à la structure de la chaussée. Il permet un reprofilage très satisfaisant car, si l'épaisseur répandue est fonction du calibre supérieur du granulat, elle peut tout de même varier de façon importante.

Le fait de mélanger par malaxage granulats et liant assure, moyennant certaines précautions, un bon accrochage des deux constituants. Au moment du répandage les risques dûs au climat sont bien moindres. Enfin il n'y a aucun rejet dû à la circulation durant les premières heures qui font suite à la mise en oeuvre.

3.2.2- Les types d'interventions et leur mode d'exécution

1-

LES ENDUITS

■ Définition.

Exécution sur une chaussée d'un revêtement constitué d'une ou de plusieurs couches de granulats, fixés par un liant hydrocarbonné. L'épaisseur de chaque couches est voisine de la dimension maximale du granulat.

■ Objectifs.

Les enduits ont pour objectifs :

- La compensation de l'usure.
- L'amélioration de glissance.
- L'imperméabilisation de la chaussée.

■ Méthode d'exécution.

- Méthode.

Les opérations à exécutées pour les différents type d'enduits, déjà cités dans le précédent chapitre, sont communes sauf pour l'enduit superficiel bicouche il faut rajouter un deuxième répandage du liant ainsi que de granulat, ces opérations sont :

- Nettoyage et balayage de la chaussée.
- Répandage du liant.
- Répandage des granulats.
- Compactage.
- Balayage et enlèvement du rejet s'il existe.

- Mise en oeuvre.

L'une des conditions de succès d'un enduit superficiel tient dans les moyens mécaniques employés pour sa réalisation.

Des opérations manuelles peuvent être opérées comme, le balayage des rives ou enlèvement du rejet, en plus celle du gravillonnage manuelle avec des camions légers.

2-

LES TAPIS EN ENROBES

■ Définition.

Exécution sur une chaussée préalablement rendu unie et

homogène (suppression des nids de poules et des flaches), d'un revêtement constitué d'une ou plusieurs couches de granulats, mélangés à un liant hydrocarbonné.

■ Objectifs.

Les tapis d'enrobés ont pour objectifs :

- Rétablir les qualités de surface d'une chaussée.
- Rétablir dans certains cas une résistance mécanique.
- Adapter préventivement la structure de la chaussée au trafic.

■ Méthode d'exécution.

- Méthode.

Les opérations à exécuter sont identiques pour tous les types d'enrobés sauf pour un enrobé ouvert à froid rajouter à la fin un enduit de scellement. Ces opérations sont :

- Nettoyage et balayage de la chaussée.
 - Exécution d'une couche d'accrochage par répandage de liant.
 - Approvisionnement du chantier en enrobés.
 - Répandage de l'enrobés.
 - Compactage.
- Mise en oeuvre.

Pour avoir un bon tapis d'enrobés il faut :

- Une bonne régularité ainsi qu'une continuité de la marche du finisseur.
- Une exécution par bandes parallèles du tapis.

- Prévoir à l'arrière du finisseur et avant compactage, l'exécution manuelle des reprises dûes à un fluage en rives des enrobés.

3- EMPLOI PARTIELS AU POINT-A-TEMPS

■ Définition.

Se sont des réparations localisées concernant les couches de surface d'une chaussée revêtue d'un enduit superficiel sur des dimensions inférieures à celles de la chaussée elle même.

Elles sont exécutées au moyen d'un enduit, constitué d'une ou plusieurs couches de granulats, fixées par un liant hydrocarbonné.

■ Objectifs.

Ces emplois peuvent être utilisés pour :

- Les travaux préparatoires au renouvellement de la couche de surface.
- Les travaux d'entretien courant destiné à :
 - *- Reconstituer la couche de surface à la suite d'une réparation en profondeur, ayant nécessité le remaniement du corps de chaussée.
 - *- Eviter l'aggravation des dégradations de la couche de surface.

■ Méthode d'exécution.

- Méthode.

Ce type d'entretien comporte les opérations suivantes :

- Localisation et nettoyage de la zone à traiter.
- Epandage du liant. (éviter les erreurs de dosages ↗, ↘).
- Epandage des gravillons.
- Cylindrage.

- Mise en oeuvre.

Le liant est toujours répandu à la lance, le gravillon peut être répandu soit par une tremie, soit à la pelle.

Il peut être nécessaire d'utiliser des dopes pour effectuer des réparations en mauvaise saison.

4-

REPROFILAGE ET DEFLACHAGE AVEC DES MATERIAUX GRANULAIRES

■ Définition.

Réparations partielle ou généralisée permettant de rétablir le profil d'une chaussée sans remaniement préalable des couches inférieures de la structure.

■ Objectifs.

Les principaux objectifs sont :

- Suppression, avant revêtement généralisé, des déformations transversales et longitudinales (affaissement, flaches, ornièrage).
- Les déformations intéressent un % élevé de la surface de la chaussée.

■ Méthode d'exécution.

- Méthode.

L'ordre des opérations est le suivant :

- Nettoyage
- Mise en place de tout-venant.
- Compactage.
- Epandage de liant.
- Premier gravillonnage.
- Deuxième épandage de liant.
- Deuxième gravillonnage.
- Compactage final.

- Mise en oeuvre.

Le tout venant est déchargé directement par le camion pour les grandes surfaces ou à la brouette pour les petites. Le réglage se fait à la main (pelle, rateau).

La première couche de liant tient lieu à la fois de couche d'imprégnation et de couche d'accrochage pour le premier répandage des granulats.

5-

S A B L A G E D E R E S S U A G E

■ Définition.

Traitement, localisé ou généralisé, de la surface de la chaussée par apport de sable.

■ Objectifs.

Le sablage a pour objectif d'absorber un excès de liant ramolli par la température ambiante, à la surface de la chaussée.

■ Méthode d'exécution.

Cette opération consiste à étaler du sable sur les surfaces de liant fondu. Elle est généralement effectuée à la main car il faut procéder à un dosage constant de la quantité de sable répandu en fonction de l'importance du ressuage.

6-

SCARIFICATION DE CHAUSSEE

■ Définition.

Traitement, généralisé, de la surface de la chaussée par une action mécanique qui consiste à la strier légèrement.

■ Objectif.

Cette opération a pour objectif d'améliorer la glissance de la chaussée.

■ Méthode d'exécution.

La scarification consiste à faire circuler une machine à disques, dans le sens longitudinal de la chaussée.

3.2.3- Le matériels utilisés.

Le matériel utilisé pour l'exécution des opérations d'entretien sont essentiellement :

- Une balayeuse.
- Un camion citerne muni de rampes (épandeuse).
- Un camion d'épandage de gravillons.

- Un compacteur.
- Un finisseur.

■ Balayeuse.

Avant tout début d'exécution d'un enduit superficiel, on doit s'assurer que la chaussée à revêtir est stable et propre. Il est inutile d'espérer qu'un enduit sera suffisant pour arrêter les dégradations d'une couche de base usée (nids de poules, arrachement, ornières, etc.). Il est donc nécessaire de commencer par procéder aux réparation indispensables dont les plus courantes sont les emplois partiels. C'est-à-dire les reconstructions partiels des zones dégradées.

La continuité de la surface à revêtir étant établie, il faut nettoyer la chaussée avant d'épandre le liant. Cette opération se fait avec des balais rotatifs horizontaux automoteurs ou tractés. Elle doit parfois être complétée par un balayage manuel au balai métallique la surface de l'ancienne chaussée doit être exempt d'argile, de terre, de poussière, sinon l'adhérence de liant sera mauvaise et le revêtement s'en ira en plaques.

■ Epandeuse de liant.

Le liant est épandu sur la chaussée en film mince à l'aide de camions citernes spéciaux munis de rampes à jets.

- a) Les citernes peuvent être destinées aux seuls liants épandu à froid ou aux liants à chauds.
- b) La circulation du liant entre la citerne et la rampe se fait généralement par pompe, parfois (cas des liants froids) par mise en pression de la citerne.

Les pompes sont souvent munies d'une enveloppe chauffante (gaz d'échappement du moteur) pour éviter les bouchons de liant.

Les rampes usuelles sont de deux types :

- Rampes à pulvérisateurs.
- Rampes à jets multiples.

■ Epandeuse à gravillons.

L'épandage du gravillons se fait sur la couche de liant épandu, comme le granulat est approvisionné par camions-bennes, ceux-ci doivent se vider en marche arrière, roulant sur les gravillons qu'ils viennent de répandre.

Le gravillon est distribué par un dispositif spécial généralement accroché à la benne. Ce dispositif est constitué par :

- Une trappe de hauteur variable laissant s'écouler une veine de granulats.
- Un cylindre à axe horizontale qui reprend la veine de matériaux et régularise le débit entraîné par un moteur indépendant.

Les gravillons tombent donc en nappe sur la chaussée recouverte de liant.

■ Finisseur.

L'engin de régalaage et réglage usuel est le finisseur a bras flottant, schématiquement cet engin comporte :

- Un châssis automoteur sur chenilles.
- Une trémie de réception des enrobés dans

laquelle se déversent les camions.

- Un tapis métallique amenant les enrobés vers l'arrière de l'appareil.
- Deux vis hélicoïdales répartissant les enrobés en largeur.
- Une barre vibrante destinée surtout à faciliter l'exclusion des enrobés sous le bras (tamper).
- Une poutre lisseuse appelée communément bras flottant et qui est chauffée.

■ Compacteur.

L'opération finale est le compactage. Les tampers des finisseurs assurent un premier serrage de l'enrobé et surtout une répartition homogène à l'avant du bras, ils facilitent le passage de l'enrobé mais sont insuffisants pour assurer le compactage.

Cette opération est assurée maintenant de façon à peu près générale en trois (3) temps :

- Immédiatement en arrière du finisseur, un cylindre tricycles à jantes lisses (ou un cylindre tandem lourd) assure un serrage préliminaire de l'enrobés.
- Derrière le cylindre tricycle, sur les chantiers importants, on assure le compactage terminal avec un cylindre à pneumatiques. Il s'agit d'un compacteur 15/20 t à roues multiples.
- Afin de supprimer les traces de passages des roues du compacteur à pneumatiques et de fermer la face supérieure de l'enrobé, on termine par le passage d'un tandem 6/8 t.

3.3- L'entretien des dégradations de la route.

La méthode d'intervention pour supprimer la dégradation comprend trois phases :

- Observer et mesurer.
- Rechercher les causes.
- Préconiser des remèdes.

* Observer et mesurer.

Cette phase correspond à la caractérisation de la dégradation et l'évaluation de son importance en l'exprimant par un pourcentage de la surface dégradés par rapport à la surface de la section de route observée.

* Rechercher les causes.

La recherche des causes de dégradation d'une chaussée doit être exhaustive et comporter non seulement une observation des abords, mais encore une recherche historique au niveau des schémas-itinéraires, graphiques routiers, et éventuellement à celui des rapports de chantiers.

* Préconiser des remèdes.

Dans la mesure de possible on pourra apporter un remède aux causes, mais on devra toujours tenter de pallier les efforts, seulement après être intervenu sur les causes.

Dans ce qui va suivre, nous allons donner un aperçu sur l'entretien des dégradations les plus fréquentes en tenant compte des trois (3) phases déjà citées auparavant en premier lieu, en second lieu l'entretien des dégradations qui affectent les différentes couches d'une chaussée. Nous donnerons les définitions et les objectifs ainsi que les méthodes d'exécution des différentes opérations.

DEGRADATION	METHODE D'INTERVENTION	
	Observer et mesurer	Rechercher les causes
AFFAISS- EMENT	<ul style="list-style-type: none"> - Mesurer les dimensions de la dégradation. - % de dégradation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exécution des sondages dans le corps de chauss. - Prélèvement de matériau pour analyse. - Examen des ouvrages de drainage (fossés, ...). - Examen de l'état des accotements.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
	<ul style="list-style-type: none"> - Améliorer le drainage. - Recharger les accotements. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réparation localisées; exécution d'un enduit au point-à-temps. - Renouveler la couche de surface.

BOURRELET	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	<ul style="list-style-type: none"> - Mesurer les dimensions du bourrelet. - % de dégradation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher les caractéristiques et dosage de liant utilisé à la mise en oeuvre.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Le remède ne peut être préconiser qu'à ses effets vu que la dégradation provient de mise en oeuvre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reprofiler la surface et élimination des bourrelets. - Piochage manuel des bourrelets. 	

DECOLLEMENT	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	<ul style="list-style-type: none"> - Pourcentage des dégradations. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sondage de reconnaissance sur la couche de base. - Recherche des conditions de dernière mise en oeuvre du revêtement.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Si la dégradation provient de la couche de base, remanier le corps de chaussée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exécuter un enduit général. - Mettre un emploi partiel au point-à-temps. 	

DE GRADATION	METHODE D'INTERVENTION	
DESENROBAGE	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	- Pourcentage des dégradations.	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher les spécifications des matériaux utilisés. - Examiner l'étanchéité du tapis. - Vérifier s'il y a eu remontée. - Faire des sondages sur le trafic.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
- Exécuter un remaniement du corps de la chaussée	<ul style="list-style-type: none"> - Exécuter un emploi partiel aux enrobés. - Exécuter un enduit générale si la dégradation s'est généralisée. 	
FAIENCAGE	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	<ul style="list-style-type: none"> - Pourcentage des dégradations. - Mesurer la largeur ou l'ouverture des fissures 	<ul style="list-style-type: none"> - Exécution des sondages. - Exécution des essais pour déceler l'existence - Enquêter sur la construction de cette chaussée elle même.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Remanier le corps de chaussée. - Vérification du système de drainage dans la couche de base. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exécuter un emploi partiel si la dégradation est localisée. - Fermer la surface avec un enduit d'usure ou de scellement pour rendre plus étanche la couche de surface. 	
FISSURE	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	<ul style="list-style-type: none"> - Pourcentage de la dégradation. - Mesurer la largeur des fissures les +dangereuses 	<ul style="list-style-type: none"> - Sondage avec prélèvement des matériaux pour analyse.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Remanier le corps de chaussée. Pour éliminer les vides ainsi que les tassements de sol. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fermer la surface avec un enduit d'usure ou de scellement. - Exécuter un emploi partiel aux enrobés. 	

DEGRADATION	METHODE D'INTERVENTION	
FLACHE	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	<ul style="list-style-type: none"> - Mesurer les dimensions de la dégradation. - % de dégradation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Examiner l'état des accotement. - Examiner le système de drainage. - Sondage dans le corps de chaussée avec prélèvement de matériaux pour analyse.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Améliorer le système de drainage. - Recharger les accotements s'il y a défaillance. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réparations localisées; exécution d'un enduit au point-à-temps. - Renouveler la couche de surface. (enduit d'usure) 	
GLACAGE	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	<ul style="list-style-type: none"> - Pourcentage de la dégradation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérification des caractéristiques des granulats - Sondage dans le corps de chaussée, → Voir s'il y a abondance du liant.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Veiller à un bon répardage du liant et du granulat. 	<ul style="list-style-type: none"> - Renouveler l'enduit superficiel. - Exécution d'un emploi partiel au point-à-temps. 	
NIDS DE POULE	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	<ul style="list-style-type: none"> - Pourcentage des dégradations. - Mesurer les dimensions des nids de poule (larg., diamètre, profondeur...). 	<ul style="list-style-type: none"> - Examiner l'entourage des nids de poule pour détecter les dégradations qui ont provoquer leur formation. - Sondage sur le corps de chaussée.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Etudier de près les causes préliminaires entraînant la formation de nids de poule. 	<ul style="list-style-type: none"> - Effectuer un emploi partiel aux enrobés si la profondeur de la dégradation : $p < 10$ cm - Remanier la couche de base, si $P > 10$ cm. 	

DE GRADATION	METHODE D'INTERVENTION	
ORNIERAGE	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	<ul style="list-style-type: none"> - Pourcentage de dégradation. - Mesurer les dimensions des ornières les plus importantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sondage dans le corps de chaussée. - Rechercher les dosages et les caractéristiques utilisés lors de la mise en oeuvre. - Statistiques sur le trafic journalier.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Améliorer l'assainissement. - Remanier la couche de base. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réparations localisées (point-à-temps). - Renouveler la couche de surface. (enduit d'usure) 	
PELADE	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	<ul style="list-style-type: none"> - Pourcentage de la dégradation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Examen de la chaussée pour la détection d'eau. - Sondage de reconnaissance dans la couche de base.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Améliorer le drainage. - Remanier la couche de base si la dégradation provient de son imperméabilité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Renouveler la couche de surface (enduit usure) - Effectuer un emploi partiel au point-à-temps. 	
PLUMAGE	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	<ul style="list-style-type: none"> - Pourcentage de la dégradation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher les caractéristiques des matériaux - Rechercher les conditions de mise en oeuvre du dernier revêtement.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Dégradation provenant d'une mauvaise condition de mise en oeuvre et on ne peut remédier qu'à ces effets. 	<ul style="list-style-type: none"> - Renouveler la couche de surface (enduit usure) - Effectuer un emploi partiel au point-à-temps. 	

DEGRADATION	METHODE D'INTERVENTION	
RESSUAGE	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	- Pourcentage de la dégradation.	- Sondage sur la chaussée pour voir l'aband. liant. - Rechercher les conditions de mise en oeuvre de la couche de surface
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
- Il ne peut être porté remède qu'aux effets, vu que cette dégradation provient de la mise en oeuvre.	- Effectuer un sablage par temps chaud.	
TETES DE CHAT	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	- Pourcentage de dégradation.	- Rechercher les caractéristiques des granulats utilisés.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
- Cette dégradation provenant d'une usure, il ne peut être porté remède qu'à ces effets.	- Renouveler l'enduit superficiel. - Remplacer localement par un tapis d'enrobés. - Exécuter un emploi partiel au point-à-temps.	
TOLE ONDULEES	Observer et mesurer	Rechercher les causes
	- Pourcentage de dégradation. - Mesurer la profondeur des dégradations.	- Revoir la taille des granulats ayant servi à exécuter la C. de roulemt.
	Préconiser un remède	
	<i>Aux causes</i>	<i>Aux effets</i>
- Utilisation d'un matériau à granulométrie continue.	- Suppression de ces ondes par scarification de la couche de roulemt, puis reprofilage ainsi que compactage. - Remblayé la partie inférieure des ondes avec des matériaux disposés à leur partie supérieure avec les traineaux spécialement équipés.	

4. ORGANISATION DE L'ENTRETIEN ROUTIER EN ALGERIE.

4.1- Introduction.

La dernière décennie a vu la réalisation d'un programme important pour la modernisation et la création de nouvelles routes. Cet important effort pour moderniser le réseau routier n'a pas été suivi par les actions d'entretien nécessaires, ce qui a entraîné une dégradation avancée de plus du quart du réseau routier.

(*)

Le réseau routier Algérien compte aujourd'hui 95 504 Km dont 65 % sont revêtues et près de 35 % de pistes dont la répartition est la suivante : (VOIR LES GRAPHES EN ANNEXE B)

- 26 179 Km de Route Nationale qui se répartissent comme suit :

- 22 555 Km Revêtues.
- 3 624 Km Pistes.

- 22 132 Km de Chemin de Wilaya qui se répartissent comme suit :

- 18 846 Km Revêtues.
- 3 286 Km Pistes.

- 47 193 Km de Chemin Communaux qui se répartissent comme suit :

- 21 049 Km Revêtues.
- 26 144 Km Pistes.

4.2- L'entretien des routes en Algérie et sa gestion. [14]

Les Routes Nationales et les Chemins de Wilaya sont

(*) - Consistance arrêtée au 31 Décembre 1991.

gérés par les services de l'Etat qui sont structurés en trois niveaux hiérarchiques :

■ Le Ministère de l'Equipement, au niveau central (Direction des Routes (DR) et Direction de l'Exploitation et de l'Entretien Routier (DEER)).

■ La Direction des Travaux Publics (DTP), au niveau de la Wilaya.

■ La Subdivision qui couvre plusieurs Communes à l'intérieur d'une Wilaya.

Les services chargés de la gestion de l'entretien des routes de (RN et CW), au sein des structures indiquées précédemment sont les suivantes :

α) - Au niveau central :

C'est la Direction de l'Exploitation et de l'Entretien des Routes (DEER) qui a la charge de la réglementation, de la normalisation et de la coordination des actions en matière de la maintenance des infrastructures routières. La Direction oriente, anime et contrôle les services décentralisés au niveau des Wilayates.

β) - Au niveau de chaque Wilaya :

C'est le Service de l'Exploitation et de la gestion de l'Entretien routier (SEER) de la DTP, dirigé par un ingénieur qui a la charge : de la définition des besoins d'entretien, de la planification, de l'exécution et la supervision de toutes les activités de l'entretien routier (RN et CW) et du contrôle du budget et des dépenses de l'administration liés à l'entretien routier (RN et CW).

γ) - Au niveau de la Subdivision :

C'est le Service de la Subdivision des Travaux Publics

placé sous l'autorité du subdivisionnaire qui est un ingénieur ou un technicien travaillant en étroite collaboration avec le SEER qui a la charge : de la surveillance du réseau et de l'exécution des tâches de l'entretien courant.

La gestion de l'entretien des routes de la troisième catégorie à savoir les Chemins Communaux (CC) n'est assurée qu'au titre de l'assistance technique aux communes. Celles-ci étant les seules gestionnaires.

4.3- Méthode de programmation traditionnel de l'entretien.

A)- Identification des besoins.

La première phase consiste à relever l'état du réseau par le subdivisionnaire. L'ensemble du réseau est divisé par route, et sur chaque route, le subdivisionnaire note les dégradations sur des fiches appropriées. Après avoir terminé l'examen de son réseau, il effectue son travail du bureau qui consiste à analyser les fiches et étudier l'effet de ces dégradations sur chaque sections.

B)- Programmation de l'entretien.

■ Au niveau Subdivision.

Après la reconnaissance visuelle et la collecte des renseignements sur l'état de la route et de ses dépendance; le subdivisionnaire fait ses propositions pour l'année, suivant deux (2) volets, travaux à l'entreprise et travaux en régie :

1°)- TRAVAUX A L'ENTREPRISE :

Les travaux confiés à l'Entreprise seront les travaux de revêtements. Les sections retenues pour le revêtement doivent

être supérieures à 2 Km ; Les Entreprises refusant de déplacer leur matériel pour de petites sections.

Les propositions de revêtement sont établies par ordre de priorité suivant l'importance des dégradations, les critères de choix du revêtement différent entre une subdivision du Nord et une subdivision de Sud.

2°)- TRAVAUX EN REGIE :

C'est tous les travaux d'entretien courant qui peuvent être exécuter en régie. Les travaux de réparation sont évalués par tâche :

- Emploi partiels et reprofilage. nids de poule, ornières, déformations.
- Curage et nettoyage des fossés et buses.
- Relèvement et arrasement des accotements.
- Talutage.

Dans la proposition du subdivisionnaire les travaux à exécuter sont présentés suivant un devis quantitatif et estimatif par tâches à exécuter.

■ Au niveau Direction.

A l'arrivée des propositions des subdivisionnaires le chef du bureau de la gestion et de l'entretien du réseau effectue un premier examen qui consiste à voir si les propositions sont logiques et qu'il n' y a pas d'exagération ou erreurs. Pour les revêtements une comparaison avec les réalisations antérieures sur une période de cinq ans est faite.

Après avoir fait le point des sections proposées à revêtir ou à renforcer de toutes les subdivisions, un ordre de priorité est établi en fonction de l'importance de la route (liaisons Nationales, inter-Wilayas, inter-Agglomérations). Le comptage systématique n'étant pas pratique, la donnée du trafic n'était pas prise en compte.

Le deuxième critère d'évaluations du chef du B/GERR consiste en une visite des itinéraires retenues précédemment avec le subdivisionnaire concerné. Lors de cette visite les propositions sont examinés et certaines sections à entretenir sont différés ou éliminés.

C) - Problèmes et inconvénients de cette organisation.

L'organisation vécue ces dernières années dans le cadre de l'entretien des infrastructures est inadaptée et mal gérée dans plusieurs domaines à savoir :

- De la surveillance et de l'exploitation.
- De la programmation annuelle des travaux d'entretien.
- Des moyens d'intervention pour les tâches courantes ou d'urgence dont le recours systématique à l'Entreprise est décrié de par sa lourdeur et son coût excessif.
- Des moyens de véhicules de liaison.

A tous ces inconvénients, il faut ajouter quelques problèmes qui se sont posés entre autre :

- Les crédits délégués étaient insuffisants alors que les moyens de suivi étaient disponibles.
- La méthode ne donnait pas une idée précise sur l'état du réseau au niveau de la direction. Ce qui empêchait une programmation sur plus d'une année.
- Les critères de programmation sont limités au relevé visuel et à l'historique de la route.
- Absence de canevas uniformisés à tous les subdivisionnaires pour le relevé et la conservation des données sur l'état du réseau. L'évaluation des dégradations et la

programmation de l'entretien varierait d'un subdivisionnaire à l'autre. Ce qui conduirait à des résultats non objectifs.

Le constat fait ci-dessus est préoccupant il révèle que le maintien d'une telle situation ne ferait qu'aggraver d'une part les problèmes en matière de maintenance et de la sécurité routière et d'autre part la détérioration continue du capital investi. Ce qui a suscité chez les autorités responsable de l'entretien et de la sauvegarde de notre patrimoine , le sentiment qu'il fallait changer la méthode en se basant sur les critiques de l'ancienne.

4.4- La nouvelle méthode de programmation de l'entretien.

A)- Identification des besoins.

Avec la collaboration du C.T.T.P* et du Ministère des Travaux Publics une nouvelle approche de la gestion de l'entretien du réseau routier a été initié. Un système informatisé devait permettre une gestion plus efficace du réseau. L'élément essentiel de cette nouvelle méthode est d'élaborer des carnets routiers contenant toutes les données nécessaire à la programmation de l'entretien routier.

- La première étape de l'opération consiste à collecter un certains nombre de renseignement sur le réseau en cinq (5) fiches.
- La deuxième étape est la mise en ordinateur et la constitution de fichier de la wilaya.
- La troisième étape permet d'établir une notation des sections en vue de leur classement.
- La dernière étape consiste à définir un programme de travaux pour l'année suivante.

*- C. T. T. P : CONTROL TECHNIQUE DES TRAVAUX PUBLICS.

* Procédure de collecte.

Le principe de base de cette collecte est de découper tout le réseau de la wilaya en sections élémentaires. Ces sections auront une longueur comprise entre 1 et 5 Km, la plus proche possible de 5 Km.

La première tâche à réaliser par les subdivisionnaires consiste à découper le réseau des R.N et C.W en sections élémentaires aux quelles il faudra attribuer un numéro.

Chaque section sera définie par le nom de la Wilaya, le numéro de la route et le numéro de la section.

La deuxième tâche sera de répartir les sections à traiter entre les différentes subdivisions. Cela ne concerne que les sections qui se situent sur les limites de subdivision. Les fiches de carnets routiers seront alors distribuées aux subdivisionnaires en autant d'exemplaires qu'ils ont de sections.

B) - Programmation de l'entretien.

Après la collecte des informations le traitement de celle-ci s'effectue au C.T.T.P par l'application d'un logiciel intitulé SED. Ce système possède de nombreux avantages dont celui de pouvoir effectuer rapidement des classements et des tris sans programmation compliqués.

En parallèle le chef de bureau de la gestion de l'entretien routier, exploite les fiches afin d'établir un programme d'entretien de son réseau. Son travail consiste à examiner le réseau R.N itinéraires par itinéraires en relevant les sections les plus dégradés. A partir de cela il établit par ordre de priorité les sections nécessitant un revêtement. Connaissant le trafic de chaque itinéraire, il choisit les sections à revêtir.

Pour les C.W le même travail est fait, les subdivisionnaires sont ensuite informés sur les itinéraires retenues ainsi que sur les différentes tâches à exécuter.

C) - Avantages de la nouvelle méthode.

Le nombre important des fiches à remplir, rend le traitement des données ainsi que leur dépouillement fastidieux, cet inconvénient n'influe pas sur la méthode du moment que ses avantages permettent de le couvrir, et qui sont :

- Uniformisation des règles de programmation notamment dans le relevé des dégradations avec la collecte des informations suivant un canevas unique pour les subdivisionnaires.
- Le service des infrastructures de base à une meilleure vision de son réseau, les fiches indiquant toutes les informations sur l'état des routes.
- Le service des infrastructures de base disposera désormais d'un fichier sur le réseau et donc conservation en mémoire du réseau

4.5- Perspectives de l'entretien routier.

Un programme d'actions a été arrêté par les différents responsables de l'entretien routier. Les principales actions qui s'insèrent dans ce programme sont pour la plupart en cours de réalisations ou déjà réalisés : [14]

- Enrichissement de la banque de données routière (BDR), crée depuis 1984 par le C.T.T.P. et qui à ce jour a couvert 5000 Km de route.
- Amélioration du système de gestion des routes, élaboré et mis au point par le même organisme, en 1987, dont l'objectif principale est

d'améliorer, avec une meilleure économie dans les coûts, la qualité des travaux d'entretien.

- Mise en place des structures spécifiques chargés de la gestion et de l'entretien routier.
- Aquisition des véhicules utilitaires et des moyens matériels nécessaires aux différentes structures ainsi qu'aux subdivisions .
- Développement des procédés rationnels de surveillance du réseau et de programmation annuelle de travaux d'entretien routier y compris des directives techniques y afférentes;

a)- Le dossier Pilote relatif à l'entretien routier a été finalisé et un guide de l'entretien est en cours d'édition.

b)- Un modèle informatisé d'aide à la gestion du réseau routier pour une programmation annuelle des différents travaux.

c)- Les directives technique relatives à l'exécution et au contrôle des travaux d'entretien courant et périodiques.

d)- Les seminaires de formation par le biais du C.T.T.P. à l'attention de tous le personnels tant technique qu'administratifs.

4.6- Conclusion.

Le programme de travail reste ambitieux mais toute fois réalisable devant la volonté exprimée par l'ensemble des services. Il y a espoir de mettre en place d'ici quelques années, les moyens minimums permettant d'améliorer grandement la gestion des infrastructures routière essentiellement l'entretien routier. On y consacrons toute l'expérience acquise auparavant dans les anciennes méthodes d'organisation et de programmation, aussi les avantages que peut apporter un système d'aide à la gestion de l'entretien routier rationnel.

Deuxième Partie

LES SYSTEMES DE GESTION DES RESAUX ROUTIERS

La deuxième partie a pour but d'éclaircir une nouvelle notion qu'est la notion du Système de Gestion des Routes ou S.G.R en donnant les objectifs ainsi que les caractéristiques et la structure d'un S.G.R, pour terminer enfin par des descriptions de trois (3) S.G.R connus par leur performance dans le domaine de l'entretien routier.

" Les décisions doivent être fondées sur des faits; les procédures doivent donc favoriser les recours aux faits "

**OCTAVE Gelinier
(Le secret des structures compétitive)**

1. LE SYSTEME DE GESTION DES ROUTES CONCEPTS ET DEFINITIONS.

1.1- Notion du système de gestion des routes (S.G.R).

La notion de " Système de gestion " s'est développé au cours de ces dernières années dans le champ des activités routières et a donnée lieu à des réalisations significatives, principalement dans le domaine de la remise en état et de l'entretien des chaussées.

Les véritables systèmes de gestion représentent aujourd'hui l'outil le plus élaboré de rationalisation des choix techniques et du processus de décision, et facilitent le dialogue gestionnaires-décideurs.

Fondés sur la prise de conscience de la complexité des problèmes et de la nécessité de traiter simultanément leurs différents aspects, les systèmes de gestion visent essentiellement à gérer au mieux les ressources - limitées - disponibles et à assurer la meilleure adéquation entre les moyens dépensés et le service rendu (sécurité, confort, économie).

1.2- Définition générale des systèmes de gestion.

Les termes de " Système " d'une part, de " Gestion " d'autre part sont aujourd'hui entrés dans le vocabulaire courant, aussi bien des Administrations que des Entreprises.

Il est cependant opportun d'en rappeler brièvement la signification :

■ Par " Système ", il faut entendre un ensemble d'éléments interdépendants, c'est-à-dire reliés entre eux par des " Lois ", et occupant une position fonctionnelle précise au sein de l'ensemble.

■ Par " Gestion ", il faut comprendre que la fonction du système est d'éclairer les décideurs de différents niveaux sur les objectifs à atteindre et les moyens dont ils faut en disposer.

Il est essentiel de souligner, préalablement à toute tentative de définition, que l'élaboration d'un système de gestion implique une analyse approfondie et une bonne connaissance de l'environnement. Dans le domaine routier en particulier, un système de gestion ne peut être une construction intellectuelle - si séduisante soit - elle - qui viendrait se substituer à l'existant.

1.3- Les caractéristiques essentielles d'un S.G.R.

Les systèmes de gestion sont en fait l'expression formalisée des principes modernes de gestion qui enseignent notamment que la formulation claire d'une politique passe par :

■ La définition des objectifs à atteindre à court, moyen et long terme (en fonction des besoins recensés et ceux du " futur possible " compte tenu de l'environnement global).

■ La détermination des réalisations à la fois en termes physique et en termes économiques (élaboration et mise en oeuvre des plans, programmes et budgets).

■ Un contrôle d'application grâce à des indicateurs adéquats qui permettent d'apprécier l'efficacité de l'action menée, de mesurer l'écart réalisation/objectifs et réalisations/prévisions et par conséquent, de réorienter le cas échéant la politique conduite.

Les systèmes de gestion de routes s'intègrent conceptuellement dans la logique de la " planification stratégique " mise en oeuvre depuis quelques années dans nombre de grandes Entreprises. Cette notion a succédé à une conception plus statique et plus déterministe (c'est-à-dire offrant moins de scénarios possibles) de la gestion : la gestion par objectif ou par centre de profit. La planification stratégique est conçue pour appréhender un avenir incertain et repose notamment sur le maintien sélectif d'un très grand nombre d'informations.

En fin, deux caractéristiques importantes doivent être mentionnées :

■ Un système de gestion complet devrait comprendre un processus d'optimisation des choix sous contrainte financière (dans le temps et dans l'espace) permettant, entre autres, de produire des ordres de priorité des mesures nécessaires.

■ Un système de gestion doit être tel qu'il se prête à un contrôle d'activité à tous les échelons de gestion ; c'est un point essentiel qui se fonde sur l'explicitation des critères de choix et des motifs d'action, en un mot c'est la TRANSPARENCE.

1.4- Les objectifs du système de gestion.

Les systèmes de gestion de l'entretien ont pour objectif, d'une part de permettre l'optimisation du choix des stratégies de maintenances routières (au niveau du réseau) et d'autre part d'aider les gestionnaires dans leurs choix (au niveau des projets).

Le recensement des besoins dans tout le Monde montre que la conception d'un système doit répondre aux objectifs suivants:

- Couvrir tous les domaines de l'entretien des routes et donc couvrir les tâches du domaine des grosses réparations d'une part, de l'entretien courant d'autre part.
- S'appuyer sur une Base de données performante réunissant toutes les informations et assurant notamment la liaison entre les phases de construction et d'exploitation.
- Constituer un outil d'aide à la décision fournissant aux techniciens des éléments de base pour le dialogue avec les décideurs, c'est-à-dire donner notamment des éléments d'appréciation à long terme du niveau de service et de l'impact des niveaux budgétaires.
- Constituer un outil simple pour l'établissement de la programmation annuelle des travaux d'entretien courant.
- Etre cohérent avec les systèmes de suivi de gestion déjà en place dans les services concernés.
- N'être qu'un outil d'aide à la décision et laisser la place à l'intervention du gestionnaire local dans l'analyse et dans les propositions.

Pour atteindre ces objectifs, on est conduit généralement à un système modulaire comportant trois (3) fonctions principales, un système de recueil de données, un système d'information et un système de prise de décision.

Le système de gestion des chaussées doit permettre de déterminer la liste des points où des interventions d'entretien (au niveau du projet) engendrent les avantages les plus élevés pour l'ensemble du réseau routier (au niveau du réseau). Ces recommandations doivent se fonder sur les meilleures données disponibles quant à l'état effectif de chaque section de route du réseau.

En ce qui concerne les décideurs, le système de gestion des chaussées doit contribuer à répondre aux questions suivantes:

- Quel sera l'état futur des chaussées du réseau routier, en fonction du budget disponible et des décisions prises?
- Quelle stratégie d'entretien engendre, pour les responsables le taux de rentabilité le plus élevé pour les dépenses consacrées à l'entretien des chaussées?

1.5- Structure d'un système de gestion.

En général, un système de gestion d'entretien comporte:

- Un système de recueil de données : Constitué des différents types d'inspections ainsi que le matériels utilisés pour la collecte des données.

- Un système d'information : C'est-à-dire une BASE de DONNEES complète permettant l'archivage, la mise à jour et la production de documents de restitution (schémas itinéraires, traitements statistique, cartographie,...), c'est le coeur du système de gestion puisqu'en plus de sa fonction informative, il alimente les autres système et modules.

- Un système de prise de décision : C'est-à-dire les éléments et les sous-systèmes qui composent ce système, servent à la description de la réalité à l'aide de données introduites dans le premier système. Ce système lui regroupe quatre (4) modules essentiels:

- 1°)- Module d'évaluation des stratégies d'entretien à long terme, Ce qui nécessite de disposer de lois d'évolutions de l'état des chaussées afin d'effectuer des prévisions.

- 2°)- Module de programmation des travaux, C'est-à-dire un jeu de règles d'entretien, traduction en terme

pratiques d'une stratégie d'entretien. La stratégie étant choisie, ce Modèle permet de déterminer le programme de travaux (tâches d'entretien et priorités).

3°)- Module de prédiction, IL doit viser à connaître l'évolution dans la temps du comportement des chaussées et les efforts à court ou à long terme des opérations d'entretien utilisées sur ce comportement, en se basant sur les lois d'évolution des chaussées qui sont fonction des quatre paramètres suivants :

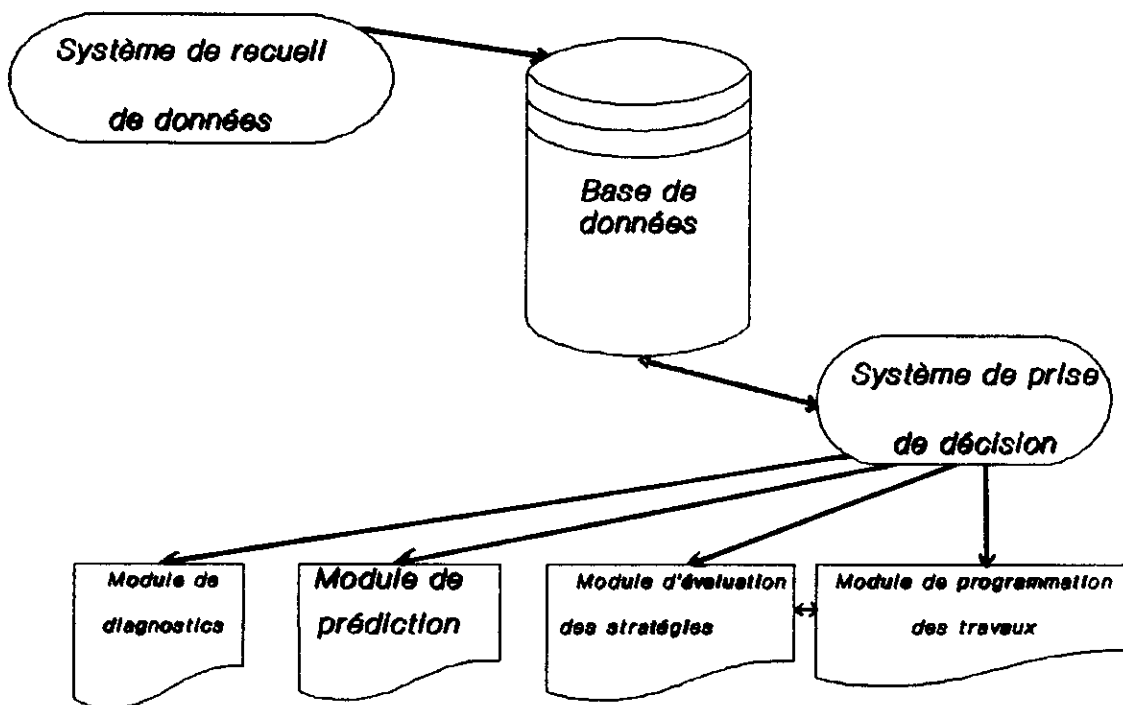
- Les normes de conception et de construction.
- Le trafic et l'âge.
- Le climat.
- La stratégie d'entretien.

La manière d'établissement de ces lois dépend des circonstances propres à chaque système, les connaissances générales recueillis dans la littérature technique montre qu'il existe trois (3) méthodes:

- Méthode des planches expérimental.
- Méthode de section témoin.
- Méthode de l'échantillonnage sur réseau.

4°)- Module de diagnostics, C'est un module très important du moment qu'une bonne programmation des travaux repose sur la fidélité des renseignements recueillis, associe au relevé visuel et automatique, le module permet de faire ressortir l'état du réseau en général, et à partir de là, il y aura émission de stratégies d'entretien.

Schéma de la structure d'un système de gestion des routes



1.5-1 Le système de recueil de données.

Les chaussées sont évolutives et soumises à des agressions variables dans le temps (climats, trafic,...). Il est évident que pour gérer un réseau il est d'abord nécessaire de le connaître. On soigne beaucoup mieux quand on voit et quand on comprend. Pour comprendre il est nécessaire d'observer.

Les informations collectées sur les routes interviennent dans la décision relatives à la planification, à la programmation, à la budgétisation, aux études techniques et au suivi des résultats.

Pour être valides, il faut que les données soient fiables, à jour et d'une exactitude suffisante pour l'application prévue. La collecte des données doit donc s'effectuer dans le cadre d'un plan de suivi régulier du réseau routier qui prenne en considération la fréquence de l'emploi des données et la durée du cycle de prise de décisions, les ressources financières et humaines nécessaires à la conduite des enquêtes, ainsi que le type d'analyse à appliquer

Dans l'exploitation d'un système de recueil de données, la collecte des données représente souvent l'opération la plus coûteuse. Il est donc essentiel de choisir avec prudence les méthodes de collecte de ces données pour assurer la validité et l'utilité à long terme du système.

Enfin, dans une optique plus large encore, le recueil de données doit permettre par analyse appropriée de dégager des principes méthodologiques ayant pour but de rendre plus efficace les actions entreprises sur le réseau.

La méthode utilisée pour la collecte des informations sur l'état de surface se compose de deux types de relevés, un relevé Manuel (visuel) et un relevé automatique (photographique) avec des appareils bien spécifiques.

a)- Relevé Manuel (visuel).

Les inspections permettent un relevé visuel aussi complet que possible des défauts. Il peut être nécessaire de disposer, lors de l'inspection, des informations supplémentaires qui caractérisent les chaussées évaluées. Certaines informations sont essentielles aux traitements des données, comme largeur de la chaussée pour le calcul du pourcentage de surface affectée par les défauts. D'autres ne font qu'indiquer le type et l'ampleur des travaux à effectuer, ainsi l'existence des puisards et des regards d'égouts nécessite qu'on effectue un relevé de la chaussée avant de poser le revêtement.

Des relevés précis supposent qu'un découpage en sections de la route visité a été préalablement réalisé. Il est aussi nécessaire que les divers services d'entretien utilisent le même vocabulaire et les mêmes méthodes de relevé et de quantification.

Les inspections se font à pied, à bicyclette ou en voiture selon le type de visite, la nature de réseau et le degré de détail recherché. Les normes relatives à la fréquence et à la période d'exécution des relevés varient aussi selon l'importance de la route, la nature des éléments à examiner, les conditions climatiques et l'état de la route.

Dans ce type de relevé on distingue trois (3) types d'inspections :

■ Les inspections " Au jour le jour " :

Elles sont nécessaires pour assurer la sécurité du trafic (Bouchage des nids de poule, Enlèvement des obstacles de toutes nature, etc...) entre autre elles permettent de détecter les défauts qui nécessitent une intervention immédiate, et peuvent être quotidiennes, hebdomadaires ou mensuelles, ces inspections sont effectuées par une équipe réduite (2 à 3 personnes) circulant dans un véhicule équipé pour les interventions d'urgence.

■ Les inspections générales :

Ce type d'inspection implique une appréciation globale de chaque défaut ou caractéristique sur une section ou sous-section. L'inspecteur prend note de la présence et de l'étendue de chaque défaut et une fois la section de route examinée, n'enregistre sur son formulaire d'inspection que d'une façon globale l'étendue et la sévérité des défauts.

■ Les inspections Systématiques :

L'inspection détaillée implique l'enregistrement de chaque défaut, ce dernier devant être localisé, circonscrit et repérable par rapport au début de la section examinée. On relève également les données concernant la sévérité et l'étendue de chaque dégradations.

Ces deux (2) derniers type d'inspections s'effectuent semestriellement ou annuellement.

b)- Relevé automatique (Photographique).

Il existe trois (3) méthodes de relevé photographiques de dégradations : L'une qui procède par des series de photos et deux autres qui utilisent une caméra montée sur un véhicule et permettant de photographier la chaussée, soit parallèlement, soit perpendiculairement au plan de celle-ci.

- Les photos aux rayons infrarouges sont utilisées pour deceler l'humidité sous la chaussée et autour des fissures.

- Avec le procédé " PHOTOLOG " les prises de vues sont réalisées parallèlement à la chaussée, à intervalle de distance fixe. Cette méthode de repérage peut éter très utile pour fournir la vision générale de la chaussée et de son environnement telle que peut l'avoir l'utilisateur.

- L'appareil de photographie en continu de la chaussée (perpendiculaire au plan de la chaussée) permet avec un traitement convenable, d'obtenir un relevé et une quantification précise de certaines dégradations (fissures, faïençages, etc...).

L'inspection par des moyens photographiques est plus rapide que l'inspection visuelle : Le rendement est de 5 à 8 Km de route par jour pour une équipe parcourant la route à pied et de 100 à 200 Km de voies par jour avec l'appareil de photographie en continu de la chaussée.

L'exploitation des films ne permet pas des rendements de cette importance, il doit naturellement étre réalisé par des opérateurs expérimentés capables de déterminer le type et l'étendue de la dégradation et utilisant des processus automatiques pour transcrire les données qui sont ensuite analysées par ordinateurs.

L'inspection photographique à de nombreux avantages :

- Recueil rapide des informations sur la route.
- Pas de danger pour le personnel.
- Bonne consevation des données brutes qui peuvent être consultées ultérieurement.

Il est, cependant, nécessaire de veiller à ce que l'exploitation soit automatisée au maximum afin d'utiliser effectivement les informations recueillies et de diminuer le caractère fastidieux de la " Lecture " des films.

c) - Les Appareils de mesures.

Le recueil de données par des Appareils a Grand Rendement permettent de déterminer l'état de surface, la glissance, le comportement mécanique et les caractéristiques géométriques de la surface.

Pour peu que l'on ait à gérer un réseau d'une certaine ampleur, les impératifs de continuité et de périodicité imposent de disposer de matériels spécialisés répondant le mieux possible aux caractéristiques suivantes :

- Fiabilité, reproductibilité, avec robustesse et rusticité lorsque cela s'avère possible.
- Etre muni d'un dispositif d'enregistrement automatique de manière à pouvoir faire appel aux possibilités de l'informatique pour traiter, stocker et présenter les résultats.

Le matériels possédant ces qualités sont peu nombreux : GERPHO, DEFLECTOGRAPHE, APL, etc..., dont les caractéristiques principales sont rappelées dans le tableau suivant :

Appareil	Cadence moy. quot. (Km)	Vitesse Nominale (Km/ h)	Domaine d'utilisation
GERPHO	100 à 200	60 (Nuit)	Aspect visuel de la chaussée dégradations, signalisation, horizon. confort visuel.
DEFLECTOGAPHE	10 à 15	2 à 4	Caractéristiques mécanique de la structure.
A P L	150 à 200	72	Uni de la chaussée: confort, stabilité des véhicules, indicateur d'évolution mécanique.
S C R I M	150 à 200	60	Adhérence potentielle des revêtements.
CAMEROUTE	50 à 75	25 (Sensible aux conditions météorologiques)	Confort visuel et équipement de la route, distance de visibilité, signalisation verticale, largeurs des chaussées.

Pour de plus amples détails sur ces appareils, leur descriptions et fonctionnement sont décrits en Annexe C.

1.5-2 Le système d'information : La base de données : stockage et recherche des données.

a)- La Base de donnée.

Un système de base de données est un système informatisé de tenue d'archives qu'il faut concevoir, élaborer et exploiter dans une optique adaptée aux circonstances. Comme les autres éléments d'un SGR, il peut être simple ou complexe. Un système de base de données permet de stocker les données sous un volume peu encombrant, de les rechercher et traiter avec rapidité et précision, de les communiquer facilement à d'autres utilisateurs, ce qui présente d'immenses avantages par rapport à un système de rangement ayant le papier pour support.

b)- Système de gestion de bases de données.1°)- Définition.

Le système de gestion de Bases de données ou S.G.B.D est un logiciel permettant la gestion de bases de données ainsi que sa manipulation.

On entend par :

* Gestion d'une base de données : La création, la maintenance des données (schéma, représentation,...) et les statistiques d'utilisation.

* Manipulation d'une base de données : L'accès en lecture et l'accès en mise à jour, cela peut être insertion, une modification ou une suppression d'informations.

Pour plus de détails concernant les fonctions d'un S.G.B.D veuillez consulter l'Annexe A.

Pour ce qui est de l'organisation des données, les modèles de données sont à la base de cette organisation, un modèle de données est un outil utilisé pour représenter l'organisation logique des données. Pour comprendre les modèles de données, il est nécessaire de connaître la façon dont sont perçues les données, une donnée peut être perçue à plusieurs niveaux. Au premier niveau, la perception du réel est organisée logiquement. Au second niveau, le réel est interprété, une signification lui est attribuée. Enfin, le modèle de données est utilisé pour décrire et enregistrer l'interprétation du réel sur un support physique, dans notre cas, Un Ordinateur.

Actuellement, il existe trois (3) types de modèle de données les plus connus :

- Le modèle HIERARCHIQUE.
- Le modèle RESEAU.
- Le modèle RELATIONNEL.

Cependant, il semble que le modèle RELATIONNEL est le plus utilisé, la preuve est qu'il est la base de grandes Bases de données connu dans le domaine routier, cela reside aussi dans la simplicité offert à l'utilisateur pour décrire ou manipuler la base de données.

* Définition du modèle RELATIONNEL.

Le modèle RELATIONNEL a été conçu par E.F.Codd en 1970 et constitue une approche de la description et de la manipulation logiques des données très différentes de celle des deux autres modèles.

Il envisage la base de données comme un ensemble de tableaux à deux dimension appelés *Relations*.

La base de données dans son ensemble est désignée sous le terme de modèle de données relationnel ou base de données relationnelle, ce modèle est défini par l'administrateur de la base grâce à un langage de description de modèle de données relationnelles. Un utilisateur peut extraire de la base son modèle de données 'Personnel' qui est désigné par le nom de *sous-modèle* de données relationnel

1.5-3 Le système de prise de décisions. [12]

La fonction du système de prise de décision est de décrire la réalité à l'aide de données et de différents modèles ainsi que les conséquences découlant de diverses solutions pour les usagers de la route et pour les autorités.

Le système de prise de décision est composé des éléments et sous-systèmes suivants :

- 1- Analyses du futur.
- 2- Modèles d'analyses.
- 3- Description des transports routiers et de l'état de surface.

Ces descriptions se fondent sur les informations recueillies en ce qui concerne les ornières, le trafic et les accidents, ainsi que sur des calculs (à l'aide de modèles) des relations entre les mesures prise et l'effet des variations de l'état des routes. Un système de prise de décision doit également prendre en compte les décisions prises à un niveau supérieur.

Le système de transport routier peut être caractériser par la situation effective de la circulation et de l'état de surface de la route.

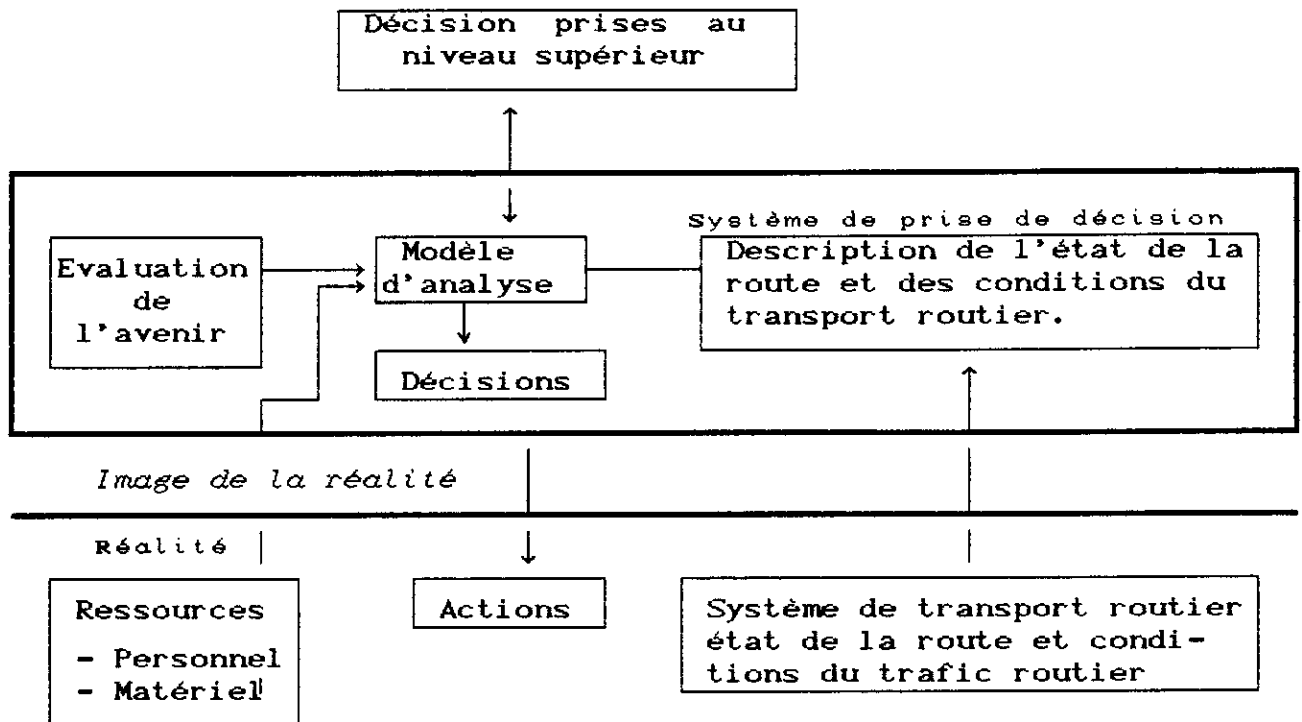
L'état de la route peut être décrit en termes de réseau routier, de trafic, de réglementation de la circulation, et d'environnement. Le système de transport routier peut être affecté par différentes interventions.

Le schéma suivant décrit le système de prise de décision et le système de transports routier.

Les activités sont gérés en prenant différentes décisions, depuis la programmation à long terme jusqu'au choix des techniques de construction de la chaussée pour diverses sections de routes. Les différentes décisions exigent différents types d'informations.

Le système de décision est constitué de trois sous-systèmes :

- 1- Un sous- système Stratégique.
- 2- Un sous- système Tactique.
- 3- Un sous- système Opérationnel.



Modèle du système de prise de décision
et du système de transport routier.

Le sous-système Stratégique est utilisé pour décider des objectifs d'entretien des chaussées revêtues. Le système de prise de décision doit décrire la fonction du transport routier, c'est-à-dire la manière dont la collectivité est pourvue en transports routiers selon les différentes stratégies d'entretien des routes.

Il est nécessaire de décrire le niveau de service offert par le système de transport ainsi que les effets indirects tels que les accidents et les nuisances causées à l'environnement.

Le sous-système Tactique est utilisé pour décider de la qualité de la surface des chaussées, par exemple le niveau acceptable pour l'uni et la profondeur d'ornièrè.

Le niveau du budget et la qualité des transports routiers sont des décisions prises à un niveau supérieur, une autre fonction importante de ce sous-système est l'affectation des ressources budgétaires.

Le sous-système Opérationnel est utilisé pour définir et classer par ordre de priorité les différents travaux sur chaussées, et décider d'une action ou d'un projet adéquats.

Les analyses des coûts (avantages socio-économiques) sont essentiellement utilisés dans les sous-systèmes Stratégique et Tactique. Quant aux analyses coûts/avantages du sous-système Opérationnel, elles sont effectuées uniquement du point de vue des services routiers gestionnaires. Le choix du transport routier et de la qualité de surface de la chaussée sera fait du point de vue socio-économique, tandis que le choix de l'intervention ou du projet se fondera sur ce qui est le plus avantageux pour les services routiers.

1.6- Conclusion.

Même si elles n'ont pas permis de cerner la notion de système de gestion aussi complètement qu'on aurait pu le souhaiter, les considérations qui précèdent ont montré différentes facettes et surtout mis en relief quelques points pratiques essentiels.

Citons en particulier les deux points suivants :

■ La mise en oeuvre de véritables systèmes de gestion des routes, qui se développe actuellement (grâce notamment à l'outil informatique), devrait tendre à se généraliser rapidement, sous la pression conjuguée d'un légitime souci de bon emploi des crédits et des exigences croissantes en matière de conservation et modernisation du patrimoine routier existant;

■ L'élaboration d'un S.G.R est un processus dynamique qui doit s'appuyer sur l'existant et impliquer des partenaires concernés.

En conclusion les systèmes de gestion des routes constituent une amélioration sensible des pratiques plus traditionnelles, leur effet de rationalisation des procédures et d'intégration des tâches venant renforcer l'efficacité de l'action des responsables routiers.

Le point le plus fondamental est peut être qu'ils offrent un langage commun aux diverses parties prenantes et d'abord aux décideurs et aux gestionnaires et permettent de faire la clarté sur les objectifs (trop souvent implicites, même dans les meilleurs organisations), les choix techniques, ainsi que sur l'affectation des moyens (en améliorant les clés de répartition des crédits).

Une condition déterminante, cependant, est que les systèmes de gestion soient bien intégrés au processus décisionnel général et qu'ils incitent l'expérience et le jugement des hommes à s'exprimer pleinement.

2. DESCRIPTION DE QUELQUES SYSTEMES DE GESTION

2.1 LE MODELE HDM III.

1)- Description du modèle.

Le modèle HDM III (Highway Design and Maintenance Model) a été élaboré par la Banque Mondiale avec la collaboration d'organismes spécialisés tels que le TRRL- GB, MIT-USA, LCPC- FRANCE,... Il est destiné à fournir aux pays en voie de développement un moyen pour l'étude de l'évolution des dégradations ainsi que l'évaluation des coûts économiques et la comparaison des différentes stratégies d'entretien pendant la durée des opérations d'entretien envisagées dans le secteur routier.[8]

La version III de HDM est basée sur des relations empiriques et nécessite beaucoup de données ce qui justifie la longue période (15 ans) qu'a duré son élaboration.

Les données nécessaires pour le fonctionnement du modèle sont réparties et introduites selon les six (6) sous-modèles qui composent le modèle :

- Sous-modèle TRAFIC :

Il calcule en fonction des données, pour chaque année, le trafic et sa répartition en différentes catégories ainsi que le nombre d'essieux normalisés.

- Sous-modèle PROJETS DE CONSTRUCTION :

Il met en application différents projets (neuf, d'amélioration, de renforcement) après avoir évalué économiquement ces derniers, en indiquant les coûts de construction à prendre en compte chaque année.

- Sous-modèle DEGRADATION ET ENTRETIEN :

Il évalue pour chaque année et chaque section, l'état de dégradation en fonction des paramètres suivants:

- état de dégradation de la précédente.
- Dégradations dues au trafic et à la pluie.
- Entretien ou travaux neufs effectués.

Ces trois paramètres permettent de calculer les coûts d'entretien et ceux d'investissement pour arriver en dernière étape à l'évaluation de la rentabilité économique.

- Sous-modèle COÛTS D'EXPLOITATION DES VEHICULES:

Il calcule pour chaque année et chaque section, les vitesses moyennes des différentes catégories de véhicules et les coûts de circulation (dépenses de carburant et de lubrifiant, usure des pneus, ...).

- Sous-modèle COÛTS EXOGENES ET AVANTAGES :

Ce sous-modèle prend en compte, les coûts et les avantages sociaux fournis par l'utilisateur, que le sous-modèle ne peut calculer lui même car ils sont difficiles à quantifier (exemple : Coûts résultants des accidents).

- Sous-modèle EVALUATION ECONOMIQUE :

Il compile en les actualisant, éventuellement, les coûts et les avantages pour chaque année de chaque variante de projets et stratégies testés.

En fin de cycle d'analyse, il donne :

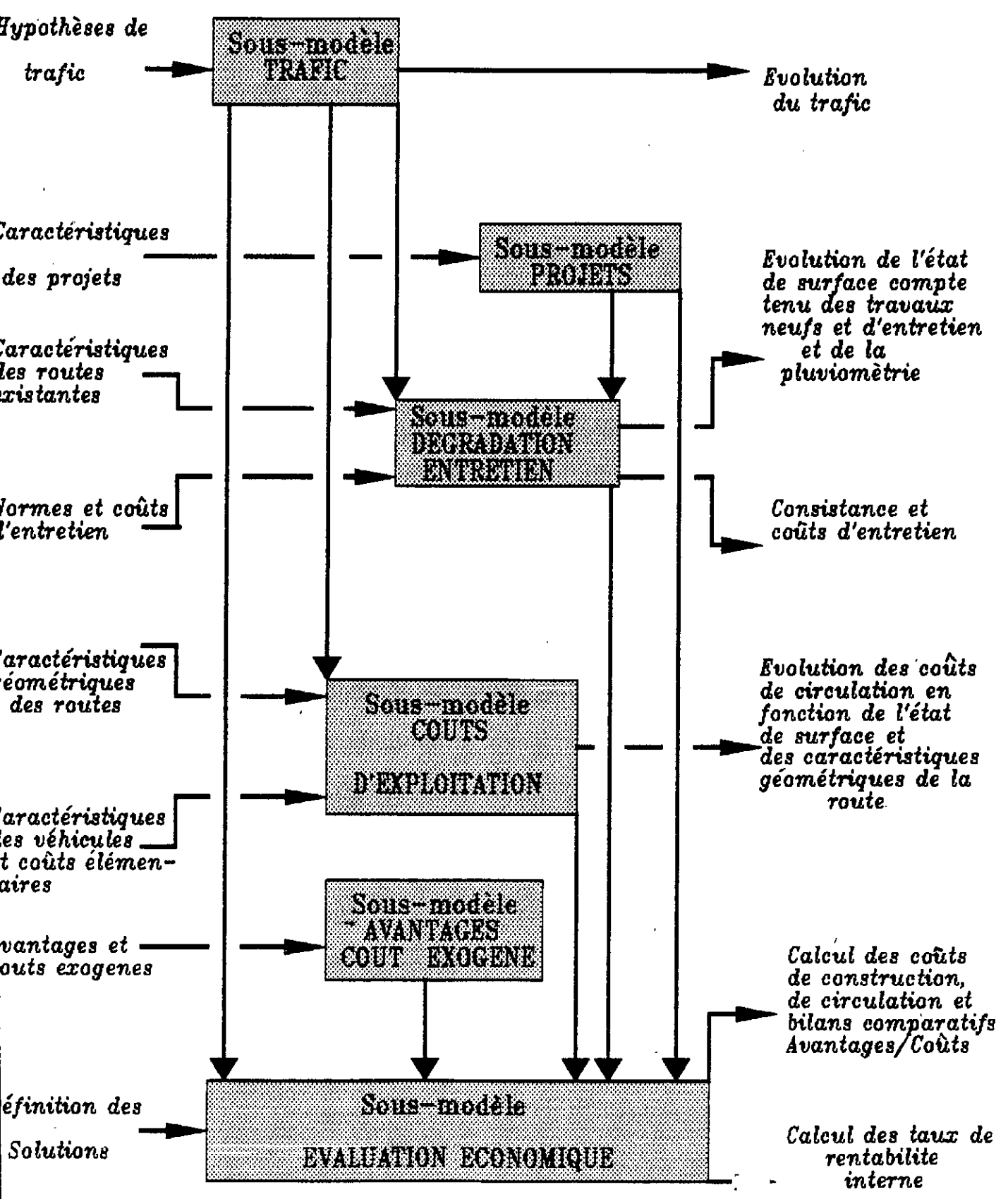
- Les coûts de constructions, d'entretien et d'exploitation des véhicules par an.
- Les coûts totaux pour l'ensemble du cycle.
- Un bilan actualisé.
- Le taux de rentabilité interne pour chaque stratégie.
- Le bénéfice actualisé pour chaque stratégie.

Schéma de Fonctionnement du modèle HDM

BANQUE MONDIALE

Données

Résultats



2)- Les principales phases du modèle.

Le modèle HDM est mis en oeuvre en trois phases :

■ Première phase :

Cette phase consiste en l'entrée des données et leur diagnostic, au cours de laquelle, le format, la valeur et la cohérence des données sont exécutés. La détection d'une erreur majeure au cours de cette phase entraîne automatiquement l'arrêt de l'exécution par conséquent les phases suivantes ne seront pas exécutés.

■ Deuxième phase :

Elle permet l'évaluation des coûts de chaque variante ; les coûts et les bénéfices exogènes sont calculés séparément. Ceci est réalisé grâce à une simulation de la vie de la route comprenant : La construction initiale, les améliorations périodiques et le cycle annuel d'utilisation, de dégradation, d'entretien ; le tout pour l'intensité prévue au trafic. La simulation se fait pour chaque route et chaque politique de Construction-Entretien (variante relative à une liaison) année par année tout le long de la période étudiée.

■ Troisième phase :

Au cours de cette phase, sont effectuées l'analyse économique et la comparaison des politiques de Construction-Entretien en fonction du bilan actualisé, du taux de rentabilité interne...

Des comptes rendus de gestion sont générés sur les coûts financiers, économiques et en devises. Les quantités de travaux d'entretien exécutés et les dépenses qui en résultent, l'état de surface des chaussées et les coûts d'exploitation des véhicules, année par année ou selon un pas quelconque.

3) - Les limites du modèle.

Le modèle HDM III possède quelques limites vis à vis de son utilisation et qui sont:

- HDM ne traite pas des chaussées épaisses et rigides.
- HDM ne traite pas directement de l'entretien des ouvrages d'art et de l'entretien courant des dépendances et des équipements de la route.
- HDM n'est pas applicable dans les régions touchées par le gel et le dégel.
- HDM ne calcul pas les coûts et avantages sociaux liés à l'usage de la route (accidents, aménagements nouveaux, etc...).
- HDM suppose la fluidité de la circulation.

4) - Conclusion.

Le sentiment global qui peut être dégagé de l'expérience d'utilisation du modèle H.D.M est qu'il s'agit là d'un outil de calcul économique. Son adéquation à la réalité peut être considérée comme globalement correcte puisqu'il rend bien compte d'une dégradation progressive des routes sous l'effet du trafic plus ou moins atténué par la qualité de la route et l'entretien routier dispensé.

2.2 COFIROUTE : Système de gestion des chaussées.

1)- Introduction.

COFIROUTE est un système de gestion d'un réseau autoroutier possédant deux (2) objectifs important : [12]

- Chaque année, fournir une aide à la décision pour les travaux d'entretien.
- Tester et évaluer des stratégies alternatives d'entretien des chaussées.

Pour le premier objectif, le modèle développé par COFIROUTE permet de déterminer automatiquement :

- Les indicateurs d'état des chaussées, à partir des mesures effectuées sur la réseau.
- Des propositions de travaux ou de surveillance tenant compte des priorités d'intervention.

Pour le second objectif , des évolutions du réseau sont simulées à partir de son état actuel et le modèle ci-dessus est appliqué pour les années à venir. Cela permet d'évaluer l'incidence future des choix effectués en matière d'entretien.

2)- Articulation générale du système.

Le système permet d'élaborer une politique d'entretien qui est basée sur trois (3) points :

- Connaissance de l'état initial de la chaussée et des facteurs déterminant son évolution;
- Mesures de grandeurs caractéristiques et de leur évolution;
- Définition de critères de classement par ordre de priorité des travaux.

A partir de la connaissance de la mécanique des chaussées, il a été élaboré un schéma prévisionnel de gestion d'une chaussée. Ce qui permettra de suivre les chaussées et d'établir les lois d'évolutions des dégradations.

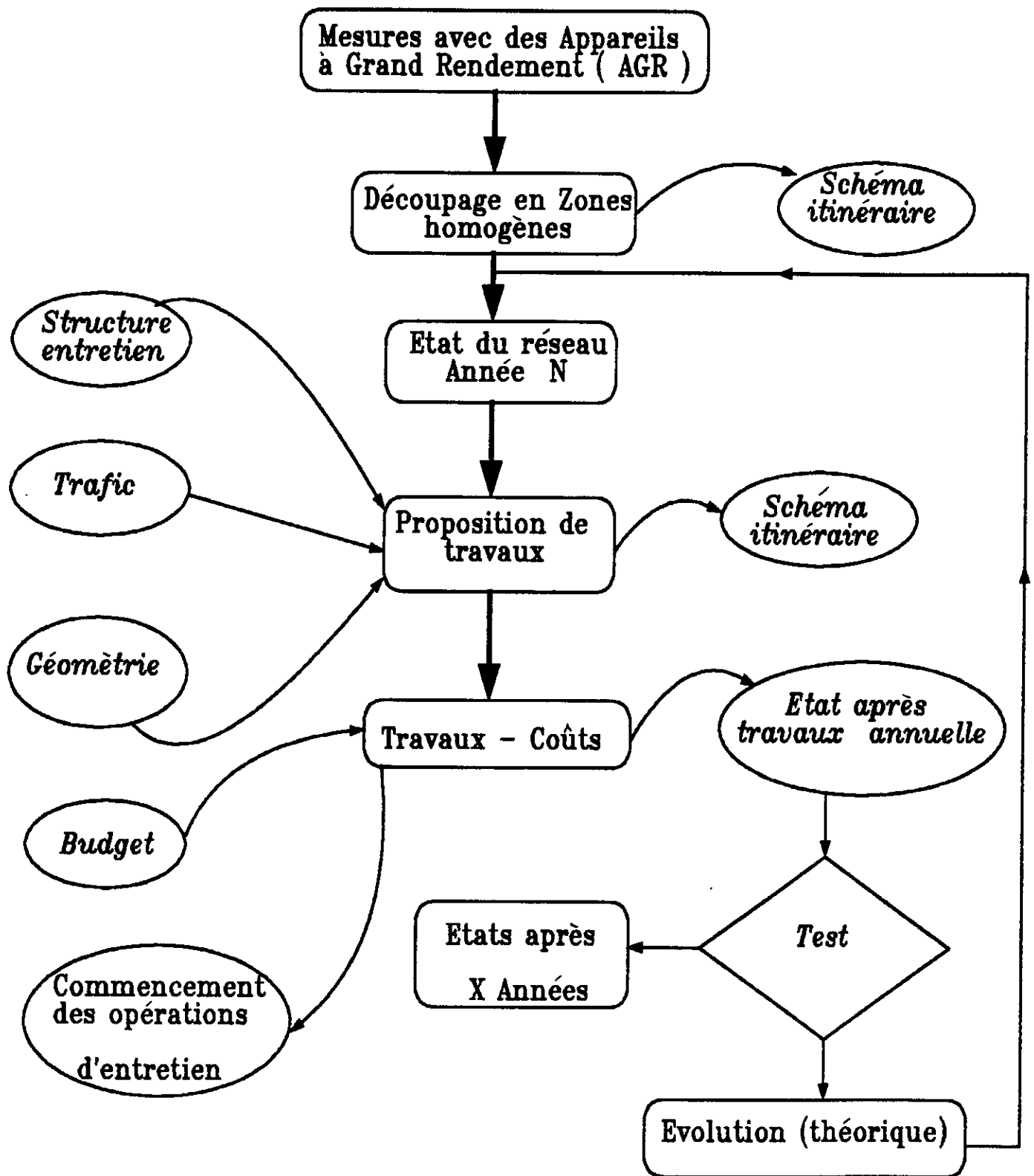


Schéma simplifié du système de gestion des chaussées.

3) La programmation des travaux.

Les différents paramètres intervenant lors de la programmation sont :

- La connaissance de la chaussée et des matériaux;
- L'auscultation visuelle du réseau, déterminant un paramètre quantificateur des dégradations;
- L'analyse du trafic, pour déterminer son agressivité.

La programmation des travaux utilise les résultats des relevés réalisés avec des Appareils a Grand Rendement (AGR) comme le GERPHO⁽¹⁾

La mesure de l'agressivité du trafic " nr " est faite avec des cables piezométrieques de compactage et de pesée et un système électronique, permettant un classement des essieux selon leur nature et leur poids.

4) Le suivi.

Les seuils définis pour l'entretien du réseau routier National ont été adoptés, en les ajustant au niveau de service requi sur autoroute , ainsi que la méthode d'analyse dont ils sont l'objet.

Un niveau de gravité est associé à chacun des paramètres caractéristiques :

- Niveau 3 : Convenable.
- Niveau 2 : Moyen.
- Niveau 1 : Insuffisant.

L'état structurel est apprécié par l'index de dégradation seul (ID), auquel correspond les niveaux de gravité suivants :

(1)- Voir Annexe Pour de plus amples détails.

- ID < 10% ⇒ Niveau 3.
- 10% < ID < 20% ⇒ Niveau 2.
- ID > 20% ⇒ Niveau 1.

Les moyens $\pm n$ écart type des zones homogènes comparés avec les valeurs des seuls des différents indicateurs déterminent les niveaux de gravité 1,2 et 3.

Ces indicateurs sont :

- * Un indicateur d'état structurel ID.
- * Les indicateurs d'états de surface principaux.
- * Les indicateurs d'états de surface secondaires.
- * Les facteurs aggravant géométrique.

L'algorithme de décision conduit à quatre (4) propositions de base :

- Travaux de priorité 1.
- Travaux de priorité 2.
- Surveillance particulières pour 1 ou Plusieurs indicateurs.
- Surveillance de routines.

5) Modèle de prédiction.

Le modèle a été utilisé avec les mesures des données antérieures et les résultats comparés en valeurs et natures, avec les travaux effectivement réalisés.

Le système permet d'autres applications que le traitement des aspects opérationnels.

■ Le tracé des mesures est paramétrable , il permet par exemple de visualiser pour une section donnée, un indicateur sur plusieurs années.

■ Le système permet, sans effectuer les sorties graphiques, de déterminer des travaux avec des hypothèses différentes, en faisant varier les valeurs seuils ou le poids de certains indicateurs.

■ Le système, associé aux lois d'évolutions des caractéristiques, permet d'aborder les stratégies alternatives sur des bases solides.

COFIROUTE dispose en effet de 15 années de mesures archivés dans sa banque de données, il est évolutif et permet de s'adapter à des changements de stratégies et aux nouvelles techniques de chaussées.

6) Présentation des résultats.

Le système permet :

- De produire des ordres de priorités des travaux réalisés en fonction des investissements et crédits disponibles.
- La détermination d'un index de dégradation (Id).
- De suivre l'évolution de cet index en fonction du temps.
- La connaissance du nombre cumulé (N_i) d'essieux types en fonction du temps.
- La détermination du risque probabiliste associé à ce trafic cumulé.

2.3 Le système de Meurthe - et - Moselle.[12]

1)- Introduction.

Pour avancer dans le domaine de la gestion des chaussées, la mise au point d'un système expérimental de démonstration a été effectuée dans le département français de Meurthe -et- Moselle; les principaux intérêts de cette expérience sont les suivants :

- Elle permet de bâtir un début de méthodologie, montrant comment un tel système peut être réalisé.

- Elle permet de disposer d'un outil de démonstration, ce qui présente différents avantages, en particulier de montrer l'apport techniques modernes de gestion et de faciliter l'expression de critiques permettant d'orienter les recherches et les évolutions futures.

2)- Articulation générale du système.

le système étudié permet, par sa conception, d'aider au choix d'une politique et à sa mise en oeuvre.

Le choix d'une politique s'appuie :

- Sur la définition précise d'objectifs de gestion, posés en termes relativement généraux.

- Sur une définition de l'état des chaussées et sur des prévisions d'évolutions de cet état (Simulation).

- Sur une définition de stratégies d'entretien permettant de réaliser les objectifs de niveau de service, en respectant la contrainte budgétaire (optimisation).

Ces fonctions sont réalisées par les modules 1 et 2 du schéma générale du système.

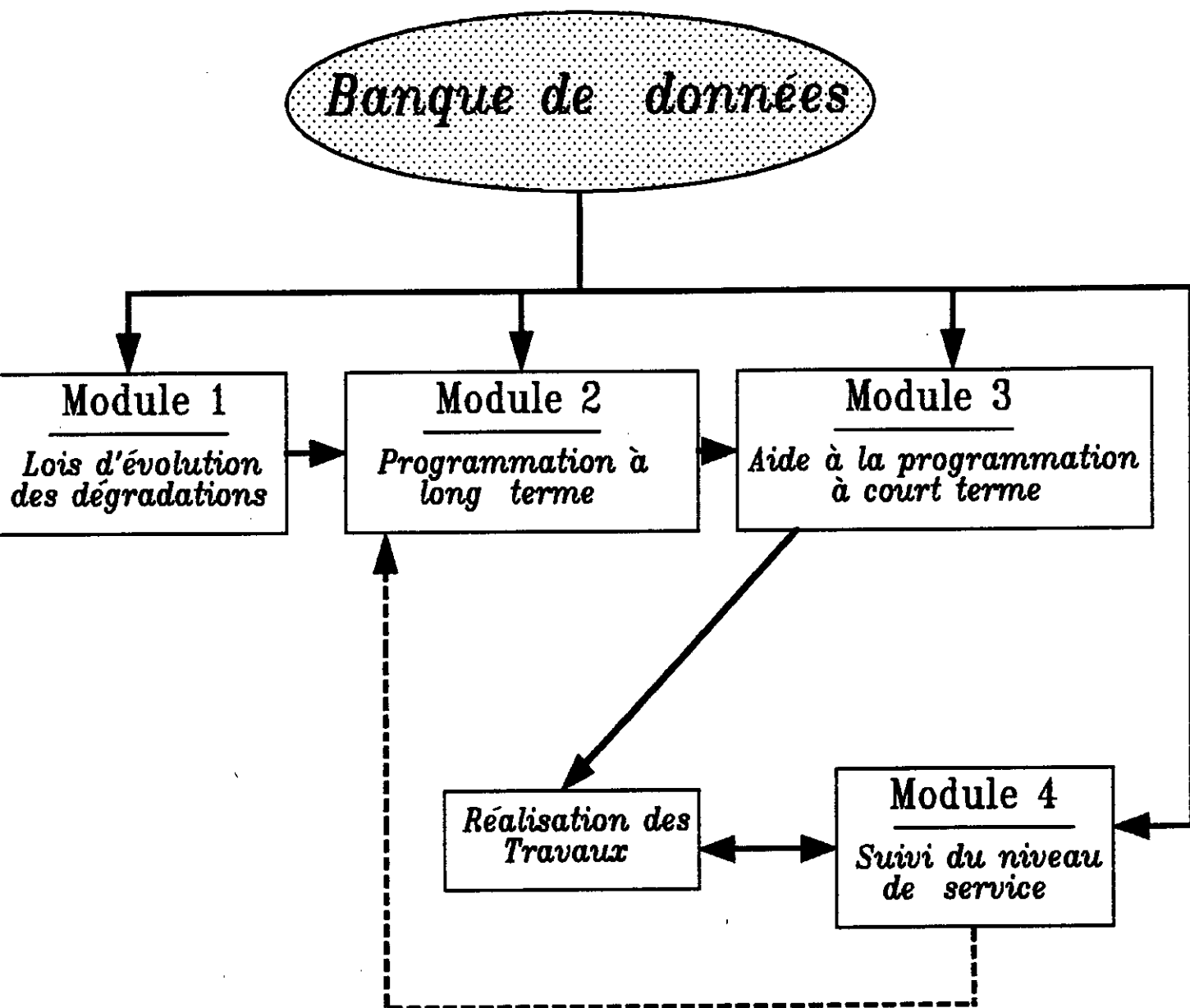


Schéma général du système de Meurthe -et- Moselle

La mise en oeuvre de la politique choisie comporte :

- Une surveillance régulière de l'état des chaussées et l'archivage des données dans une banque de données informatisée.
- La sélection des sections à traiter annuellement en fonction de la stratégie retenue.
- Un processus de choix des priorités pour bâtir des programmes annuels de travaux.
- Un suivi régulier du niveau de service offert, pour vérifier que les objectifs poursuivis sont effectivement réalisés.

Ces fonctions sont réalisées par les modules 3 et 4 du schéma général du système.

3)- La programmation des travaux.

La programmation annuelle des travaux d'entretien utilise les résultats des observations et mesures régulièrement effectuées sur le réseau :

- Mesures de déflexion au début de la mise en place du système.
- Mesures d'uni réactualisées tous les deux ans.
- état visuel réactualisé tous les ans sur la moitié du réseau, au mois de Mai.

Les données qui résultent de l'observation visuelle de l'état des chaussées sont agrégées selon une logique en relation directe avec les besoins en entretien; l'agrégation conduit à définir deux notes :

- Une note N en relation avec des besoins de renouvellement de couche et surface (enduits superficiels, rechargements en enrobés bitumineux, voire renforcement de la structure);

- Une note M en relation avec des besoins de travaux de reprofilage, ou de réfections localisées de chaussées, préalables à la mise en oeuvre d'une couche générale.

La définition précise des travaux d'entretien tirés des notes N et M est faite à partir de tables de décisions qui font intervenir les notes de la section étudiée, l'intensité du trafic et la déflexion lorsque celle-ci peut avoir une incidence sur le choix de la solution.

L'ensemble des informations recueillies sur le réseau, le résultat de leur analyse sous la forme de deux notes N et M et les propositions conventionnelles de travaux correspondants, sont reportés sur un schéma itinéraire de synthèse.

4)- Le suivi.

Les objectifs de ce suivi sont les suivants :

- Permettre de représenter par une note synthétique l'état des chaussées à une année donnée, cet état est considéré sous deux aspects, vis-à-vis de l'utilisateur, d'une part, et vis-à-vis de la structure, d'autre part.

- Permettre de contrôler l'efficacité du système de gestion en considérant sur plusieurs années l'évolution globale de l'état du réseau et en confrontant l'évolution de cet état aux prévisions du module de programmation à long terme.

a)- Indice de qualité de chaussées vis-à-vis de l'utilisateur

Cette note peut varier de 0 (état parfait) à 100

(très mauvais état) et agrège deux notions, introduites avec des poids différents : Sécurité et Confort.

b)- Indice de qualité des structures.

Cette note , qui peut aussi varier de 0 à 100, est représentative de l'adéquation entre la structure de la chaussée, et le trafic qu'elle supporte et l'entretien qui a été effectivement réalisé. Cet entretien est jugé par rapport aux séquences définies par le module de la programmation à long terme.

La note ainsi obtenue est corrigée pour tenir en compte du résultat des observations (dégradations) et mesures (déflexions, évolution rapide de l'uni) à caractère structurel. Ces observations et mesures permettent en effet d'approcher le comportement réel de chaussées compte tenu de la qualité de réalisation des travaux et de l'environnement.

La pondération entre les deux approches de la qualité des structures est effectuée empiriquement.

5)- Modèle de prédiction.

Le réseau est découpé en fractions homogènes vis-à-vis des structures et des trafics.

Quatre (4) grandes familles de structure sont ainsi étudiées, selon que la couche de base est, ou non, traitée par un liant hydraulique et selon que la couche de roulement est un enduit superficiel ou un enrobé bitumineux.

Chacune de ces quatre grandes familles est ensuite subdivisée en trois sous-familles, en fonction de la structure de la chaussées

Trois classes de trafic ont été retenues pour effectuer une nouvelle subdivision en sous-familles en fonction de la valeur moyenne journalière annuelle du trafic total.

Pour chacune des trente six familles élémentaires ainsi définies, puis pour des regroupements de ces familles, on a étudié l'évolution de certaines dégradations ou agrégations de dégradations (note N et M conditionnant les travaux) en fonction du temps.

6) - Présentation des résultats.

D'abord pour chaque sous familles de structure et, ensuite, par addition sur le réseau entier, le programme calcule année par année des quantités de travaux et les coûts :

- Nombre de réparations localisées;
- Surface de couches de roulement par nature (enduit superficiel ou enrobé) et par classes d'épaisseurs pour les enrobés;
- Surfaces devant faire l'objet d'un renforcement de structure avec apport d'une nouvelle couche de base.

Troisième Partie

LE SYSTEME S.E.D.

C.T.T.P

Dans cette dernière partie, il sera question de donner des détails concernant le système Algérien S.E.D utilisé par le C.T.T.P, tout en essayant de donner quelques limites ainsi que les propositions possibles qui pourront améliorer et élargir le champ d'application dans un futur proche, le système.

1. LE LOGICIEL S.E.D DU C.T.T.P

1- Introduction.

Le logiciel S.E.D. est un système de gestion de l'entretien, consistant en l'alimentation d'une base de données avec saisie / consultation, à partir de bordereaux types.

Ces données étaient ensuite synthétisées sur un diagramme, mettant à la disposition de l'utilisateur l'ensemble des éléments, nécessaire pour mesurer l'étendue des dommages, ainsi que l'opportunité d'un entretien et de son importance.[9]

2- Présentation.

L'établissement d'un programme d'entretien et plus généralement, la gestion d'un réseau routier, passe par trois grandes étapes :

- Diagnostic de l'état des routes.
- Evaluation de leur états par rapport à l'exploitation.
- Utilisation des résultats de cette évaluation pour le choix de travaux appropriés.

Ces trois (3) grandes opérations peuvent être formulées sous forme :

- De la constitution d'une base de données réseau
- Notation de l'ensemble du réseau défini.
- Exploitation des résultats pour l'établissement des programmes d'entretien.

Le logiciel prend en charge toute formulation pour aboutir à un résultat plus ou moins réel.

L'utilisation du logiciel ainsi que l'accès à l'ensemble des options se fait à travers une interface souple utilisant en partie des menus déroulants et de fenêtres de dialogue rendant la prise en main et l'apprentissage très rapide.

3- Le logiciel S.E.D.

* Base de données.

L'ensemble des données caractérisant la route vont constituer une base de données, cette base relationnel reconnaît chaque informations par son identification, permettant ainsi de retrouver toute les informations enregistrées, opérer une mise à jour, exécuter des modifications, des insertions, etc...

Cette base est divisée en plusieurs fichiers, chaque fichier contient des informations de mêmes types : géométrie, dégradation,..., et qui sont des fichiers de données.

3.2- Le système de gestion.

Le logiciel s'inscrit dans le système de gestion de l'entretien routier, ce système est un chemin d'actions qui conduit du relevé de l'information au programmation de la tâche d'entretien.

L'initialisation de la gestion du réseau par une phase particulière son identification ou repérage, le travail à pour résultats d'individualiser chaque point de la route afin de la localiser pour toutes les opérations qui le concernent. Selon la méthode arrêtée, le segment de base est la section : un tronçon de route repéré par un nom de Wilaya, une Route et un Numéro de section. Toute opérations dans le système de gestion à pour objet la Section.

3.3- Etapes du système de gestion.

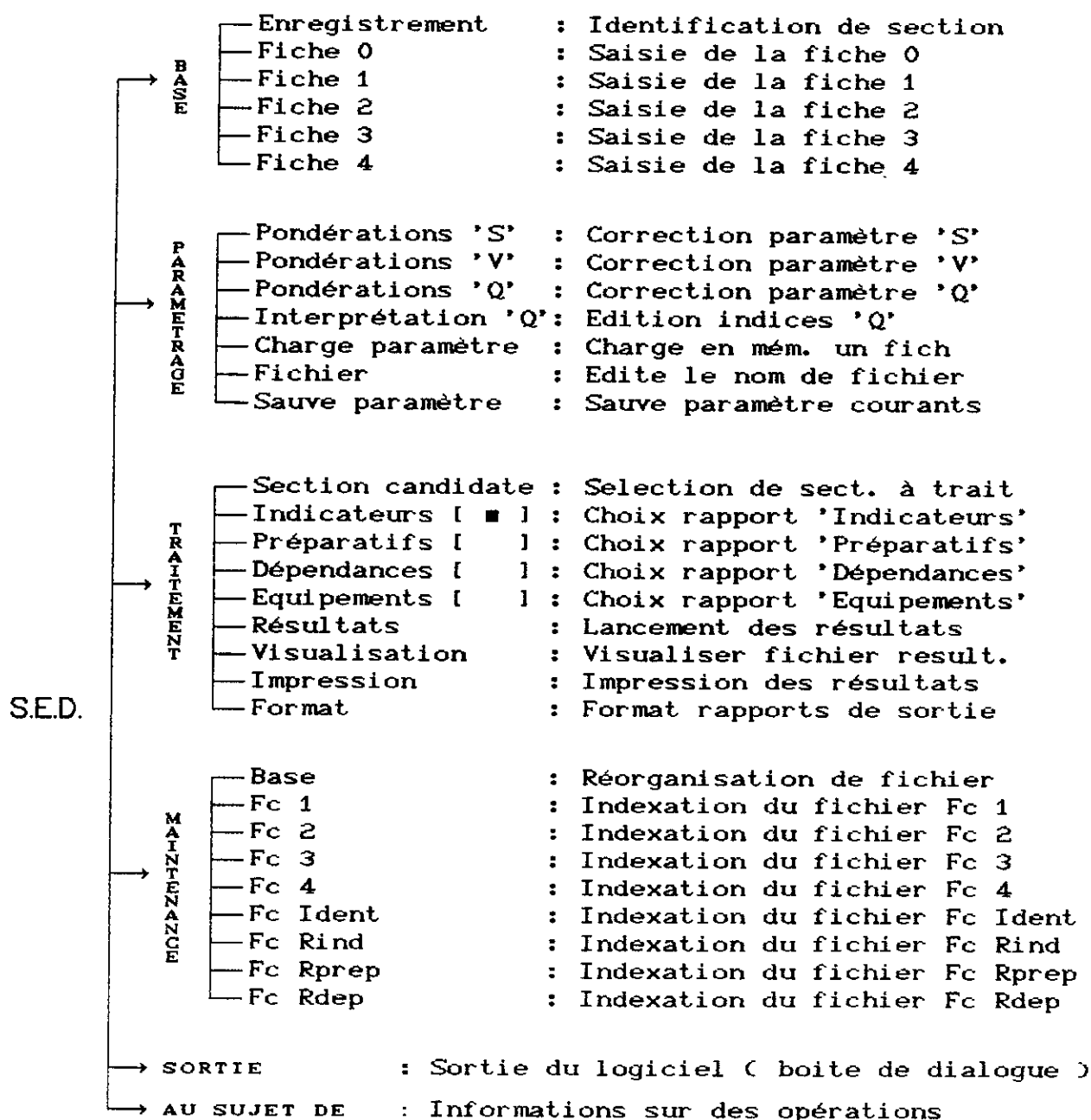
Le système de gestion passe par :

- L'identification d'une section. (découpage)
- L'acquisition des données sur la section. (Bordereaux)
- La recherche des résultats pour la section.
- L'exploitation de ces résultats (rapport ou consultation).

3.4- Structure du logiciel.

Le logiciel présente six (6) options qui représentent un menu principale, et chaque option possède des sous-menus exécutables.

La structure du logiciel S.E.D. se présente comme suit



4- Détails des options.

4.1- Le menu principal.

Dès le lancement du logiciel, un menu apparait à l'écran constituer de :

Base	Paramétrage	Traitement	Maintenance	Quitter	Au sujet de...
------	-------------	------------	-------------	---------	----------------

4.2- La Base.

La gestion de la base de données est ouverte à travers l'option BASE, l'identification de sections nouvelles ainsi que l'introduction de données est au sous-menu de cette option.

Cette option contient les opérations enregistrement et saisie de données sur les sections, ces opérations sont essentielles pour toutes les manipulations futures qui touchent la Base.

a)- Sous-menu Enregistrement.

Toute section d'un réseau routier ne sera reconnue par la base que si elle a été enregistrée.

Une section enregistrée consiste a faire connaitre au logiciel, un tronçon par :

- Le code de la Wilaya.
- Le nom de la Route.
- Le numéro de section.

b)- Sous-menu Fiche 0...4.

Les autres sous-menu de l'option BASE permettent la saisie des bordereaux de recueil de données, chacune correspond à un bordereau, chaque bordereaux (feuille) est décomposé en deux ou plusieurs cadres qui comportent un certains nombre de données concernant la chaussée.

* Description des fiches.

Les cinq fiches possèdent un cadre commun qui contient les informations sur la section étudié ainsi que la date, il ne sera pas inclu dans le nombre total des cadres de toutes les fiches.

Fiche 0 : Cette fiche est divisée en trois cadres, ces cadres contiennent des informations sur :

- Les limites de la section étudiée (début et fin).
- La géométrie de cette section
- Le trafic supporté par cette section.

Fiche 1 : Cette fiche est constituée dans grand cadre dans lequel toute les dégradations rencontrées lors du relevé sont noter un des notes spécifiques en fonction de leur gravité.

Fiche 2 : Cette fiche est divisée en trois cadres contenant des informations sur :

- La longueur et la nature des accotements.
- L'existence des remblais / déblais / fosses.
- L'existence des ouvrages de drainages.

Fiche 3 : Cette fiche est divisée en six cadres donnant les informations sur :

- L'environnement (Altitude, Pluviométrie).
- Le sol support et sa nature.
- Le revêtement, son épaisseur, la date de la dernière mise en place.
- La nature des derniers travaux exécutés sur la section.
- Les caractéristiques de la couche de base.
- Les caractéristiques de la couche de fondation.

Fiche 4 : Cette fiche est divisée en quatres cadres renfermant les détails sur :

- L'état de la signalisation horizontale.
- Le type de marquage des chaussées (ligne continue, discontinue,...) et leur étendue.
- La consistance en signalisation verticale.
- L'existence des glissières et leur position.

4.3- PARAMETRAGE.

La modification des coefficients de pondération, ainsi

que leur rappel ou sauvegarde, est accessible dans le sous-menu paramètres appelé par cette option.

* RAPPELS.

Le calcul des paramètres 'S' et 'V' (surtout 'S'), commence par identifier la combinaison de dégradation en présence, une fois la combinaison identifiée les pondérations pour cette combinaison seront utilisées.

Si aucune combinaison n'est reconnue les pondérations utilisées seront celles de la combinaison par défaut.

L'indicateur est calculé en multipliant la note de chaque dégradations par la pondération correspondante de la combinaison.

La note total est multilpliée par la pondération de la combinaison.

* TABLES DE PONDERATION 'S' ET 'V'.

Au lancement des options 'S' et 'V', une table des pondérations apparait; cette table contient les colonnes des sept combinaisons avec la combinaison 'defaut' en début de la table, une colonne dégradation contient les seize lignes correspondant chacune à une dégradation.

a) - Sous-menu PONDERATION 'S' et 'V'.

Ces sous-menus permettent l'édition des pondérations 'S' et 'V' à l'aide de la table de pondérations 'S' et 'V'.

b) - Sous-menu PONDERATION 'Q'.

La grille d'indice de qualité 'Q' est accessible par ce sous-menu, elle présente pour le croisement des valeurs de 'S' et 'V', les valeurs de 'Q', modifiables.

c) - Sous-menu INTERPRETATION de 'Q'.

Chaque valeur de l'indice 'Q' correspond à un type d'entretien. L'édition de ce type d'entretien s'effectue à travers la grille de 'Q', il réagit pour les mêmes commandes que les autres tables de pondérations.

d) - Sous-menu SAUVE PARAMETRES.

Les paramètres courants sont sauvegardés grâce à cette opération dans le fichier sous le nom spécifique dans ' FICHER ' si ce fichier existe déjà, une boîte vous demande de confirmer l'ecrasements de l'ancien.

La taille d'un fichier varie selon les sections étudiées par Wilaya.

e) - Sous-menu CHARGE PARAMETRES.

Pour proceder au rappel en mémoire d'un fichier déjà existant, il faut activer ce sous-menu, si le fichier n'existe pas, le logiciel génère un message d'erreur.

4.4- TRAITEMENT.

Dés que la base est constituée, et qu'un jeu de paramètres a été défini et chargé par le logiciel, il est possible de ressortir des résultats pour les sections contenues dans cette base de données.

Quatre types de résultats sont différenciés :

- Les résultats indicateurs.
- Les quantités préparation de support.
- Les quantités dépendences.
- Les quantités équipement.

Chacun de ces résultats donne lieu à un rapport qui présente par section, les résultats trouvés d'après les données introduites dans la base par les fiches.

La préparation de rapports commence par le choix de sections pour laquelle les résultats vont être calculés, une fois les sections sélectionnées on indique le type de résultats recherchés, puis on précise le traitement des résultats; visualisation, impression.

a) - Sous-menu SECTIONS CANDIDATES.

On fait introduire la section ou les sections à traiter, accompagnées des informations reconnaissant la section (code de la Wilaya, nom de la route, N° de section).

b) - Sous-menu CHOIX DU TYPE DE TRAITEMENT.

Le type de traitement se fait par le positionnement sur l'option du type de rapport et le choix est indiqué par le pointeur dans le cadre à droite des sous-menus (indicateurs, préparatifs, dépendences, équipement).

c) - Sous-menu RESULTATS.

Le lancement de ce sous-menu, consulte l'ensemble des sections candidates et établit les résultats pour chaque section.

Le calcul des résultats pour chaque section nécessite la présence de toute les données pour cette section, soit la présence de tous les fichiers saisie de cette section.

Au début de chaque traitements, le programme enregistre les résultats dans les mêmes fichiers résultats, qui sont mis à jour ou cumulés à chaque passe de traitement.

d) - Sous-menu VISUALISER.

A travers ce sous-menu, les résultats peuvent être consultés par des fenêtres qui représentent selon le type de rapport, les résultats par section.

e) - Sous-menu DEPLACEMENT.

Pour l'ensemble des fonctions de visualisation, le nombre de champs résultats ne peut ' tenir ' sur la largeur de l'écran, le changement de champs s'effectue avec les touches de déplacement horizontales.

f) - Sous-menu IMPRESSION.

Une page de rapport se présente comme suit :

DATE												
[■] TITRE												
Wil	Route	Sect	Long (m)	Traffic (TJMA)	P. L %	Trav Dern	Age (An)	(S) 12345tot	(V) 12345tot	(Q) 12345tot		
1	CW2C1	1	4500	6000	20	??	71	22 2	22 2	33 3		

====
L'entête : Elle occupe la 1^{er} ligne de la page et qui comporte la date courante en fin de ligne.

====
Le titre : Le titre comporte le type de rapports :

- [■] : Indicateurs composées.
- [■] : Quantités préparation.
- [■] : Dépendances.
- [■] : Quantités équipement.

g) - Sous-menu FORMAT.

La définition de toutes les options d'impression est fixer dans la fenêtre format suivante :

Option Impression	
Imprimante	√
Fichier	*
[Page]	
Pause a chaque page	√
Insertion Wilaya	√
Insertion Subdivision	*
Insertion DATE	√
N° de page	√
Mode compressé	*

2- CRITIQUES DU SYSTEME.

L'idée de la mise en place d'un tel système est née en 1987 suite au lancement d'un programme pilote d'entretien routier financé par la *Banque Mondiale* dans sept Wilayates.

Le C.T.T.P a été chargé à cet effet de concevoir et de mettre en oeuvre, en collaboration avec les gestionnaires régionaux des sept (07) Wilayates, un système de gestion et de vérifier sa fiabilité sur le terrain au fur et à mesure de la réalisation du projet prévu initialement pour trois ans.

Compte tenu des résultats atteints et afin d'éviter de créer des distortions régionales importantes, il a été décidé en 1990 de l'étendre à 21 Wilayates, en attendant qu'il soit généralisé, et dès 1992, il a été effectivement étendue à l'ensemble des 48 Wilayates.

Le système S.E.D constitue une première expérience dans le domaine de la gestion routière, évidemment apte à être enrichi par des améliorations constructives pouvant donner plus d'importance et de consistance à ce système.

L'ancienne Version de ce système se nommée " SELMA " (*Système d'Etude de Liaison routières et de Maintenance Automatique*) qui consistait en l'alimentation d'une banque de données avec saisie / consultation, à partir de bordereaux types.

Ces données étaient ensuite synthétisées sur un diagramme, mettant sous l'oeil du technicien l'ensemble des éléments nécessaire pour mesurer l'étendue des dommages, ainsi que l'opportunité d'un entretien et de son importance.

Cependant, ce système demeure incomplet pour une gestion rationnelle de tous les moyens, financiers, humains et matériels.

Il existe donc des carences qui influent sur la consistance de ce système, on peut citer :

■ *Abscence d'une simulation pluriannuelle;*

Par son absence, l'entretien actuel ne s'inscrit pas dans une politique de programmation pluriannuelle de l'entretien ce qui laisse supposer des limites sur son efficacité.

■ *Ce système ne permet pas l'évaluation de stratégies d'entretien;*

Lorsqu'une section ou réseau s'est dégradé ou présente des dégradations la sécurité et le confort de l'utilisateur sont troublés et pour y remédier il faut opter pour son entretien, cependant il pourrait exister plusieurs solutions pour résoudre le problème, laquelle choisir? car par exemple, la meilleure solution n'est pas toujours celle qui possède un coût élevé. Donc il faudra pouvoir les techniciens d'une méthode leur permettant la sélection de tel ou tel stratégie pour un meilleur rendement.

■ *Abscence de modèle de comportement de chaussées;*

Sans ce modèle, il sera difficile d'évaluer l'état du réseau ou d'une section particulière à une année N. Ce système ne permet pas cela et il faut que chaque année les techniciens collectent et suivent de nouvelles données pour l'application de l'état et le dégagement des besoins urgents du réseau.

■ *Abscence de modèle de restitution et de synthèse*

L'inexistence de ce type de modèle rend le système lourd et ne permet pas une bonne vision sur tout ce qui concerne la chaussée (dégradations, entretien,...).

Se sont des outils de récapitulation de résultats permettant de mieux gérer le réseau et il sont à la base de toute bonne programmation qu'elle soit financière ou technique.

■ *Abscence de module technico - économique;*

L'absence de ce type de module dans le système SED influe sur la programmation budgétaire des travaux, en effet cet outils

permettra de calculer les coûts économiques relatifs à chaque type de variante de travaux (entretien ou remise en état) et de répartir le budget disponible en fonction des travaux à réaliser soit la construction ou les gros travaux (entretien, renforcement).

■ *Problème de combinaison de dégradation;*

Le système S.E.D a une limite au niveau du relevé de dégradations combinées et ne prévoit pas de solution pour ce cas, cela veut dire que dans une section S (de 100 m par exemple), il peut y avoir à une position P (10 m par exemple du point de référence) plusieurs types de dégradation, exemple *Ornière + Faîçage + Fissures*, cela rend difficile d'évaluer l'étendue de chaque type de dégradations ainsi que la manière de saisir sur fiche cette combinaison.

3- PROPOSITIONS A ENVISAGER AUTOUR DE S.E.D

Dans ce paragraphe, il sera question d'émettre quelques propositions dans l'intérêt du système Algérien SED, pour l'améliorer.

Cette liste de proposition est évidemment incomplète mais elle représente un point de départ pour progresser et faire lumière sur des propositions plus importantes, pourquoi pas.

- *Mise en place d'une méthode pour la détermination des lois d'évolutions;*

Tenter d'approcher l'évolution des différents caractéristiques de la chaussée à pour objectifs :

*- De pouvoir simuler l'évolution du réseau ceci permettrait de :

- Prévoir l'entretien globale des années à venir.
- Tester l'effet sur l'état futur du réseau de différentes stratégies d'entretien.
- Evaluer financièrement un objectif de niveau de service.

*- De pouvoir répondre à des questions telles que :

- Combien cela coûterait-il de se fixer un objectif portant sur une caractéristique de la chaussée?
- Si nous disposons de tel budget annuel, quel sera l'état du réseau au bout de " N " années?

- *Elaboration d'un module technico-économique et Mise en place d'une méthode d'évaluation de stratégies d'entretien et d'un outil de planification des travaux;*

Un système routier efficace est un élément essentiel pour la prospérité économique de tout pays. Beaucoup de pays dits

développés, ont atteint maintenant un stade avancé, leur préoccupation majeure est passée de l'extension du réseau routier au maintien de celui-ci en bon état.

Ce changement est aussi appliqué dans la politique des agences de financement pour les renforcements des réseaux routiers dans les pays dits en voie de développement où le choix du niveau d'entretien d'un réseau routier requiert une attention particulière.

Les sommes d'argent considérables sont déposées chaque année pour l'entretien de chaussées qui se dégradent sous l'effet des conditions climatiques, de l'environnement et des charges dues au trafic. Une utilisation efficace des ressources disponibles pour cet entretien conduit à estimer l'état futur, ou le niveau de dégradation, des différentes sections de chaussées d'un réseau donné, et cette estimation n'est possible que si l'ingénieur routier dispose de modèles prévisionnels fiables.

En outre, la récession économique a provoqué une diminution de la masse des crédits alloués aux activités des administrations routières. Pour mieux répartir l'argent disponible en fonction des travaux à réaliser (conception - entretien) et de la priorité à accorder à certains projets, il est nécessaire de développer des modèles technico-économiques d'aide à la gestion routière capable de prédire le comportement futur de la chaussée, à partir de données recueillies sur le terrain, et de calculer les coûts économiques relatifs à chaque politique d'entretien / remise en état.

Aussi, il faut arriver à mettre en place avec ce module, une méthode qui va permettre de minimiser les coûts globaux et évaluer les implications de différentes alternatives d'entretien en les comparant aux coûts engendrés par la reconstruction de la route. Ceci est effectué en analysant les

coûts totaux, y inclus la construction, l'entretien et les coûts à l'utilisateur, les variables étant les standards d'entretien, les alternatives d'actions et les différentes stratégies temporelles.

■ *Elaborer un moyen de synthèse des résultats;*

Souvent ces moyens apparaissent pour les décideurs comme les produits les plus attractifs en tant que puissant moyen de synthèse et de communication.

Il est bien connu qu'un graphique vaut mieux qu'un long discours, de fait il s'avère qu'une représentation graphique liée à l'oeil, qui dans ce cas se veut être un outil de transfert vers le cerveau, permet de dégager une forte synthèse des phénomènes représentés.

Le trio graphique-oeil-cerveau, a de tous temps été reconnu comme un des éléments majeurs de la prise de décision. En effet ces trois éléments réunis permettent une analyse et une synthèse poussée des éléments représentés.

En partant de ces hypothèses et sachant que chaque preneur de décision est doté à priori des deux derniers éléments présentés ci-dessus, il suffit donc de lui fournir des représentations graphiques suffisamment pertinents pour qu'il puisse s'exprimer sur les phénomènes qui lui sont présentés. Ces outils de synthèse peuvent être :

- La cartographie.
- Les schémas itinéraires de synthèse.
- Les schémas graphiques (Outils de terrain).

La cartographie est un moyen qui va permettre de visualiser la région où le réseau étudié est implanté avec ses différentes

- 9
- Utiliser les moyens informatiques pour le relevé d'informations.

L'interêt de l'informatique n'a pas cessé de croître, ainsi l'utilisation de petits micro-ordinateurs portatifs à clavier (ou Notebook) se révèle efficace pour la gestion routière; d'où la nécessité de doter les organismes de ce précieux outil.

AD- LE MATERIEL

Le matériel destinés à la collecte des données doit se composer essentiellement:

- D'un micro-ordinateur portatif à clavier muni de différents logiciels de travail (logiciel de configuration, d'entrée d'identification, de relevé, de fin de section et les Utilitaires,...).
- D'un dispositif électronique de compteur de distance.
- D'un magnétophone pour enregistrer les informations supplémentaires associées aux données.
- D'une table à digitaliser de forme A₀, qui doit être disponible soit au sein du C.T.T.P ou au D.T.P.

BD- PRINCIPLE D'UTILISATION

Le Notebook remplacera l'ancienne méthode de collecte des données dans laquelle l'opérateur notait sur une feuille les renseignements qu'il relevait sur route en les situant à partir des indications des bornes Kilométriques.

La manière la plus classique consiste à embarquer le Notebook dans un véhicule avec son adaptateur 12V (via l'allume cigarette), sa vitesse n'est pas imposée. L'équipe composée d'un conducteur et de l'opérateur module sa vitesse d'avancement en fonction de l'intensité des informations à relever. L'opérateur tape sur le clavier les renseignements qu'il desire enregistrer tout en parcourant l'itinéraire.

Il est possible, lors du relevé, d'arrêter le véhicule porteur du matériel et d'en descendre pour faire des observations complémentaires : c'est ainsi que l'on peut relever des largeurs de chaussées ou d'accotements. Après la saisie de l'information, son abscisse ou sa position est automatiquement enregistrée simultanément grâce au dispositif électronique qui relie le câble de vitesse du véhicule au Notebook et qui délivre en continu les informations de distance.

L'opérateur peut modifier éventuellement cette abscisse (Problème d'arrêt, de temps de réaction, ...).

Avec ce matériel, on peut embarquer aussi un magnétophone son intérêt d'utilisation est justifié puisque toutes informations supplémentaires qui ont un rapport avec les données peuvent être enregistrées. Puis, à partir de l'écoute de la bande, l'opérateur pourra compléter les informations recueillies, au bureau.

CJ- LE LOGICIEL

Le clavier du Notebook contient un certain nombre de touches dont l'affectation est programmable par l'opérateur et préalablement configurés selon la nature des informations qu'il veut saisir. Les tableaux de recueils de données sont formatés, l'opérateur documente ainsi progressivement la base de données chaque voie de la chaussée.

Cette chaussée est divisée en deux (2) bandes pour faciliter le repérage transversale des dégradations.

Le logiciel affichera un menu tel que représenté dans la figure qui suit, ce menu est composé de cinq (5) options:

- * Identification.
- * Parcours.
- * Signalisation.
- * Dépendances.
- * Utilitaires.

Identification	Parcours	Signalisation	Dépendance	Utilitaire
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>Code de Wilaya <input type="text"/></p> <p>Nom de la Route <input type="text"/></p> <p>Subdivision <input type="text"/></p> <p>Numéros de Section <input type="text"/></p> <p>Pk de début de Parcours <input type="text"/></p> <p>Pk de fin de Parcours <input type="text"/></p> <p>Voie <input type="text"/></p> <p>Retour au Menu <input type="button" value="R"/></p> </div>				

Exemple d'affichage à l'écran du logiciel.

(a) Option Identification

<u>Identification</u>	<u>Signalisation</u>	<u>Dépendance</u>	<u>L'Utilitaire</u>
-----------------------	----------------------	-------------------	---------------------

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Pk début</td></tr> </table>													Pk début												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Code Wilojo</td></tr> </table>													Code Wilojo												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Nom Route</td></tr> </table>													Nom Route												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">N° Section</td></tr> </table>													N° Section											
Pk début																																																																																																			
Code Wilojo																																																																																																			
Nom Route																																																																																																			
N° Section																																																																																																			

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Abscisse Actuel</td></tr> </table>													Abscisse Actuel												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">voie</td></tr> </table>													voie													
Abscisse Actuel																																																			
voie																																																			

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">A</td></tr> </table>													A												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">B</td></tr> </table>													B												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">De</td></tr> </table>													De												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Ds</td></tr> </table>													Ds											
A																																																																																																			
B																																																																																																			
De																																																																																																			
Ds																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Fs</td></tr> </table>													Fs												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">FL</td></tr> </table>													FL												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Fw</td></tr> </table>													Fw												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Me</td></tr> </table>													Me											
Fs																																																																																																			
FL																																																																																																			
Fw																																																																																																			
Me																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">De</td></tr> </table>													De												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">FIN</td></tr> </table>													FIN												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">F</td></tr> </table>													F																																				
De																																																																																																			
FIN																																																																																																			
F																																																																																																			

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Cd</td></tr> </table>													Cd												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Cg</td></tr> </table>													Cg													
Cd																																																			
Cg																																																			

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">R</td></tr> </table>													R														
R																											

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">C</td></tr> </table>													C														
C																											

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Ct</td></tr> </table>													Ct												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Np</td></tr> </table>													Np												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">O</td></tr> </table>													O												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Pd</td></tr> </table>													Pd											
Ct																																																																																																			
Np																																																																																																			
O																																																																																																			
Pd																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Per</td></tr> </table>													Per												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Rs</td></tr> </table>													Rs												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">Tc</td></tr> </table>													Tc												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td><td style="width: 10%;"> </td></tr> <tr><td colspan="12" style="text-align: center;">To</td></tr> </table>													To											
Per																																																																																																			
Rs																																																																																																			
Tc																																																																																																			
To																																																																																																			

Affaïsement	Glacage		
Bourrelet	Nid de paube		
Decollement	Orniérage		
Desfenrobage	Pelade		
Fissure	Plumage		
Flache	Ressuage		
Fairen fage	Tête de chat		
Montee	Tôle ondulee		
Descente	Carrefour		

(b) Option Par cours.

Identification	Parcours	Dépendance	Utilitaire
Wilaaya : -----	Route : -----	Date: --/--/----	
Subdivision : -----	Section : -----		

Signalisation horizontale
 Signalisation verticale
 Ligne Axiale
 Ligne de rive
 Autres marques
 Glissières
 Retour au Menu.

Votre choix :

<input checked="" type="checkbox"/>	Sv	La	Lr	A	G	R
-------------------------------------	----	----	----	---	---	---

Etat actuel.

<input type="checkbox"/>	B	Mv	TM	F
--------------------------	---	----	----	---

Fin

(c) Option Signalisation

structures adjacentes. Cela entrera dans la facilité d'évaluation de l'état global de nos routes et le dégagement des statistiques y afférentes.

Pour avoir donc une bonne vision sur tout le réseau, il faut dresser une carte représentant les itinéraires auscultés en fonction du trafic et de la note de qualité en utilisant des couleurs pour distinguer la gravité de chaque section par exemple

- *en Jaune* : Sections bonnes, pas d'entretien ni de renforcement.

- *en Vert* : Sections devant supporter un entretien léger.

- *en Bleu* : Entretien et / ou renforcement moyen.

- *en Rouge* : Entretien et / ou renforcement lourd.

Les schémas itinéraires de synthèse quant a eux, vont permettre de décrire en tout point l'historique des chaussées, les différentes sections dégradées, les facteurs de qualité, etc... cela facilitera aux responsables l'élaboration des programmes annuelles ou semestrielles d'entretien, de budgétisation, de suivi, etc.... Le schéma itinéraire peut contenir :

- Les localités, carrefours, traverses et le trafic.
- L'état visuel de la chaussée, les derniers travaux d'entretien, la couche atteinte par la dégradation (surface ou structure).
- Des indications concernant la largeur de la chaussée, des accotements,...
- La structure théorique de la chaussée, les coupes de sondage, les essais d'identification du sol support.

Un exemple de schéma itinéraires est donné en Annexe B

■ *Utilisation d'un appareil type GERPHO;*

Vu le grand rendement de ce type d'appareil (100 à 200 Km / jour d'auscultation) il serait souhaitable de s'acquérir dans la mesure du possible ce type d'appareil, cela mettra fin à beaucoup de problèmes entre autre, la longue durée de relevé des dégradations, risque de non subjectivité, la fatigue du personnel ainsi que son insécurité la non mémorisation des données recueillies.. En effet grâce à cette appareil il sera possible de filmer toute la chaussée à étudier puis de traiter et d'analyser ce film avec des moyens spécifiques pour à la fin dégager toutes les caractéristiques de cette chaussée en un temps record.

■ *Revoir les fiches de saisie ainsi que le mode;*

Concernant le dernier point des critiques sur le problème de combinaison de dégradations, on peut envisager si possible de revoir les fiches de saisie et de changer la méthode de relevé on ayant comme point commun la dégradation est non la section. C'est-à-dire on relève toute les sections atteintes d'un type de dégradation ainsi que les informations à sa localisation et ses caractéristiques. Comme cà on pourra peut être résoudre le problème de l'association de dégradations.

■ *Elaborer un module de diagnostic et de choix de l'entretien;*

La finalité d'un système est de pouvoir faire un choix sur l'entretien, pour cela le meilleur moyen d'arriver a ce but serait d'introduire une nouvelle notion qu'est la notion de " *Systèmes Expert* " vu son vaste champ d'application ainsi que ses nombreux fonctions (interprétation - diagnostics - prévision - simulation - planification -), il permettra de gérer un nombre de scénarios inenvisageables par l'expert humain et offrira la possibilité d'un élargissement des raisonnements représentant donc un facteur d'amélioration des travaux et leur conceptions.

Identification

Parcours

Signalisation

Dépendance

Utilitaire

Wilaya : -----
Subdivision : -----

Route : -----
Section : -----

Date : --/--/----

Accotement

Remblais / Déblais / Fosses

Ouvrage de Drainage

Retour au Menu



T

Co

R

Votre choix :

Largeur



Côte

C

Longueur (m)



Fin

F

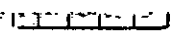
Total



Revetue



Reprofilage



Végétation



A Recharger



(d) Option Dépendance

100 (R)

Identification

Parcours

Signatification

Dependance

Utilitaire

Configuration des entrées

C

Fin de Section

Fs

SAUVER

S

Affichage des repérage

Ar

Quitter

Q

Votre choix:

(a) Option Utilitaire

102 (i)

1°) - OPTION Identification fig (a)

Dans cette option, l'opérateur fait connaître au logiciel la route à parcourir par la saisie des informations demandées, et par la touche "R" le logiciel ferme la fenêtre et l'opérateur revient au menu principale.

2°) - OPTION Parcours fig (b)

Les informations saisies dans l'option Identification vont safficher en haut de l'écran cela permettra de ne pas perdre en vue la section étudiée, ainsi que l'abscisse actuelle qui est donnée par le dispositif électronique.

Les dégradations rencontrées vont être saisies au fur et à mesure en actionnant les touches correspondantes.

Exemple :
.....

<p>S'il s'agit d'un orniérage, l'opérateur doit activer la touche "O", une deuxième fenêtre apparaîtra pour la saisie des caractéristiques de cette dégradation.</p>
--

Pour mettre fin la session, il faut taper sur la touche "F".

3°)- OPTION Signalisation fig (c)

En activant cette option, les renseignements sur la section vont s'afficher aussi en haut de l'écran, et une première fenêtre va s'ouvrir demandant à l'opérateur des détails sur l'état de la signalisation horizontale et verticale, sur le type et la longueur des lignes, sur l'existence et la position des glissières.

Exemple :

Sur la figure (c) les touches "S" et "h" sont activées, une deuxième fenêtre s'ouvre et demande les données sur l'état de la signalisation horizontale.

4°)- OPTION Dépendances fig (d)

Les renseignements sur la section en cours d'étude sont afficher en haut de l'écran, une première fenêtre s'affiche des détails sur la largeur des accotements et leur longueur en fonction de leur état (déformée, revetue, reprofilée,...); sur la longueur des routes en remblais ou en deblais, le nombre total des fosses ainsi que le nombre de points d'érosion nécessitant réparation; sur la nature d'ouvrages de drainages (ponceaux, dalots,...) en fonction de leur état

Exemple :

Sur la figure (d) la touche "A" est actionnée, une fenêtre s'ouvre demandant des informations sur l'accotement, ici aussi la touche "L" est pressée, une autre fenêtre s'ouvre pour la saisie de la longueur de cet accotement en fonction de la nature de ce dernier.

5°)- OPTION Utilitaire fig (e)

Toutes les opérations spécifiques, utiles pour le logiciel sont accessibles à travers cette option, tel que la sauvegarde sur disquettes de toutes les informations saisies; l'affichage des repérages qui permettra à l'opérateur après avoir fait au moins un relevé d'afficher sur écran, la liste des points de repères, la longueur cumulée de la section; Fin de section, cette fonction va permettre de verrouiller les fichiers créés sur une section et établit le sommaire détaillé des natures des informations contenues.

D°)- REMARQUE POUR LA SAISIE DES PROFILS DONT LES PLANS SONT ARCHIVES.

Pour éviter à chaque fois de mentionner lors du relevé le cas d'une montée ou d'une descente on pourrait saisir une fois pour toute les routes à partir de plans pour initialiser la base de données en premier lieu, en second lieu cela va donner une

certaine souplesse et un gain de temps appréciable. Ce travail peut être effectué en utilisant une table à digitaliser de forme A0 avec un logiciel de saisie connecté à S.E.D.

Avec ce procédé, l'opérateur n'aura plus à s'occuper ni des montées ni des descentes ni de leur caractéristiques ni des caractéristiques initiales des routes car tout est stocké sur la base de données de S.E.D.

Cependant, ce procédé est valable pour les routes récentes par contre les anciennes, par défaut d'existence de plan poseront des problèmes, pour cela, l'opérateur saisira toutes les montées et les descentes pendant le parcours en même temps que la saisie des dégradations.

Enfin de parcours, toutes les données recueillies seront sauvegardées dans des disquettes qui seront transférées vers le système S.E.D pour traitement et évaluation des indicateurs (Q,V,S) ainsi que la classification des sections à entretenir.

ED- CONCLUSION

Par rapport aux relevés classiques manuels, le système va permettre un gain sensible de vitesse et de temps lors de l'acquisition de données la précision de la localisation et de la quantification et nettement meilleur que dans le cas de la méthode manuel.

Le système de saisie doit s'inscrire dans la lignée des procédés mis à la disposition des ingénieurs routiers afin de leur faciliter les tâches de gestion.

Le système expert pourra aider l'ingénieur à identifier le ou les problèmes que connaît la chaussée, car il reproduira le raisonnement d'un ingénieur spécialisé qui cherche à comprendre et à résoudre le problème. L'ingénieur chargé de l'entretien d'une chaussée ne dispose parfois que de peu d'informations pour émettre un diagnostic précis. Dans ce cas, ce système est capable d'énoncer plusieurs diagnostics et c'est à lui d'adapter le plus logique possible à la chaussée.

Finalement, une gestion efficace permet de réduire sensiblement les coûts d'entretien, la liste qui suit, et qui est loin d'être exhaustive résume et fournit toutefois un aperçu des domaines de recherches liés à l'entretien :

- Etude des différentes formes d'organisation des services d'entretien.
- Système de gestion : Méthode d'évaluation, Banque de données, programmes d'informatique pour la planification, la programmation et le contrôle des travaux d'entretien.
- Disposer d'une banque de données intégrée (données de construction, de contrôle, d'évaluation du trafic, etc...).
- Méthodes normalisée entre les wilayates, de relevé des dégradations.
- Elaboration des normes de qualité et de productivité, ces normes doivent être objectives et réalistes.
- Relation entre les dégradations observées et le confort au roulement.
- Techniques de prévision de l'évolution des dégradations.
- Modèle de prévision des coûts et d'affectation des ressources.

CONCLUSION

CONCLUSION

Depuis quelques années, de gros efforts ont été entrepris dans le domaine routier pour synthétiser et diffuser en plus largement les connaissances et les expériences, ainsi que pour la mise au point d'un outils d'aide à la gestion simples mais évolutifs. S'adapter aux réalités matérielles et humaine du service implique de mettre en oeuvre des logiques fondées sur un souci de réalisme et de progressivité. Cette condition s'impose avant tout autre : dès lors des transpositions et des échanges d'expérience vers des pays en voie de développement ou développés sont envisagés.

La crédibilité d'un système, c'est d'être capable d'y intégrer toute la richesse que représente l'historique, la pratique et le vécu d'un réseau routier. Il faut être particulièrement pragmatique dans ce domaine et penser que les décideurs et ingénieurs n'ont pas attendu les outils informatiques modernes d'aide à la décision pour exercer leur métier et faire sans doute du bon travail. Cette expertise humaine est d'ailleurs particulièrement rechercher pour l'élaboration de *Systemes Experts*. Le pragmatisme consiste aussi à être conscient des potentialités de ces outils dès lors qu'on les accompagne d'un niveau de matière grise, ce qui n'exclut pas d'en cerner les limites et surtout de garder beaucoup de bon sens.

Les *systemes experts*, qui pourront mieux formuler des diagnostics dans des cas complexes, seront complémentaires d'un outil de gestion, qui gardera toute son utilité pour gérer la banque de données et en restituer les informations, programmer les tâches de suivi et les investigations, et effectuer des analyses à long terme.

Enfin, si pour gérer un réseau routier ou autoroutier relativement jeune et de longueur moyenne, l'Algérie a pu pendant plusieurs années se passer d'un système de gestion informatisé, il n'en est pas de même aujourd'hui et encore moins demain.

Le vieillissement de réseau de base que constituent les routes Algériennes, les accroissements considérables du trafic, les développements plus ou moins récents des autoroutes ont rendu nécessaire l'aide que peut apporter un tel système.

Il ne se substitue cependant pas à l'ingénieur lorsqu'il s'agit de choisir la nature des travaux et leur localisation exacte mais lui fournit une aide à la décision très utile. Le modèle de gestion constitue un outil précieux de simulation et de recherche lorsqu'il s'agit d'évaluer l'effet probable de telle ou telle décision.

Pour l'instant, de nombreuses inconnues demeurent, et c'est encore l'expérience des hommes qui reste le meilleur support de réflexion.

ANNEXES

PRINCIPALES FONCTIONS D'UN S.G.B.D.

L'objectif fondamental d'une base de données est de rendre accessible aux utilisateurs, les données dont ils ont besoin pour prendre des décisions.

La base de données dispose de sept fonctions : [4]

- | | | |
|--|---|----------------------------------|
| - Fonction Description. | } | <i>Fonctions
principales</i> |
| - Fonction Création. | | |
| - Fonction Mise à jour. | | |
| - Fonction Extraction. | | |
| - Fonction Protection. | } | <i>Fonctions
annexes</i> |
| - Fonction Sécurité. | | |
| - Fonction Optimisation
des ressources. | | |

a) - Fonction Description.

Cette fonction doit assurer la description de la structure physique d'accueil des données ainsi que la ou les relations avec :

- La structure logique des différentes applications.
- La gestion des pointeurs physique et logiques assurant la cohérence et la coordination entre les différents composants de la base.
- La publication de l'actualisation du dictionnaire décrivant les différentes données disponibles dans la base.

b) - Fonction Création.

Une fois la base est définie et mémorisée, le S.G.B.D. doit offrir des facilités pour l'introduction de données nouvelles dans la base.

c) - Fonction Extraction.

Cette fonction doit assurer deux types d'utilisations :

- L'interrogation directe avec un langage d'interrogation.
- L'interface de traitement sera utilisé dans le cas des applications résultant d'une automatisation des travaux de masse. Elle devra assurer l'alimentation des différents applications, en données.

d) - Fonction Mise à jour.

Elle consiste à maintenir des données contenu dans la base mais elle peut combiner deux (2) fonctions (Création et Extraction). La principale difficulté se situe au niveau du contrôle d'accès afin d'empêcher les utilisateurs d'accéder à une donnée en cours de mise à jour.

e) - Fonction Protection.

Cette fonction existe pour essayer de résoudre le problème citer dans la fonction précédente, donc le S.G.B.D. doit permettre une personnalisation des accès à la base donc il doit pouvoir identifier les utilisateurs et contrôler cette identification.

f) - Fonction Sécurité.

Cette fonction est classique dans les systèmes informatique cependant dans les bases de données, prennent de nouvelles dimensions vu :

- Le volume des données traités.
- La diversité des utilisateurs.
- La diffusion à grande échelle de l'information.
- Le degré de précision demandé.

La sécurité doit assurer la disponibilité du système, donc prévoir un système de reconstitution en cas de destruction de la base.

g) - Fonction Optimisation des ressources.

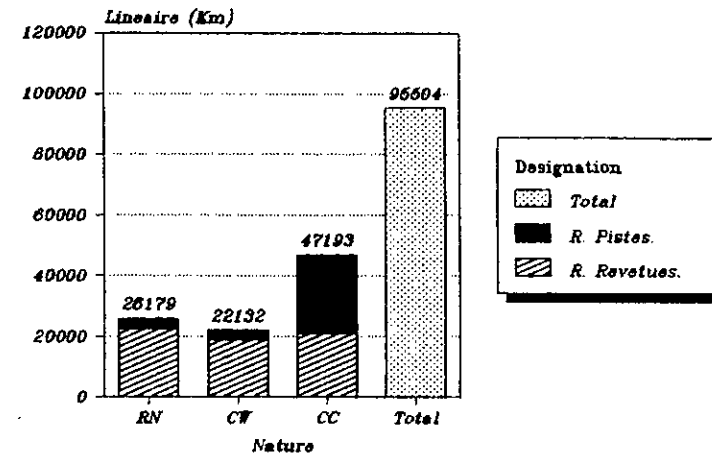
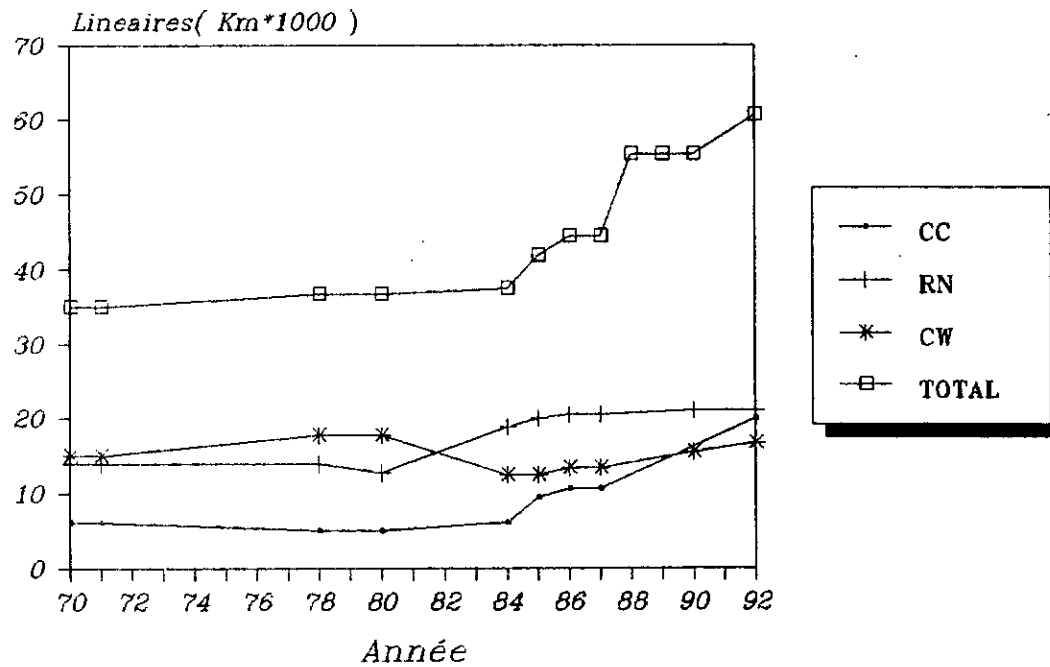
Cette fonction joue un rôle dans la bonne gestion de la base, ainsi elle permettra de connaître les points faibles du système et d'y remédier car la fonction est basée sur l'émission de statistiques périodiques sur l'utilisation des différentes composantes du système informatique :

- Nombre et durée de leur exploitation.
- Nombre d'accès.
- La configuration.
- Temps d'utilisation de l'unité.
- Temps d'utilisation des périphériques.

Le Réseau Routier Algérien

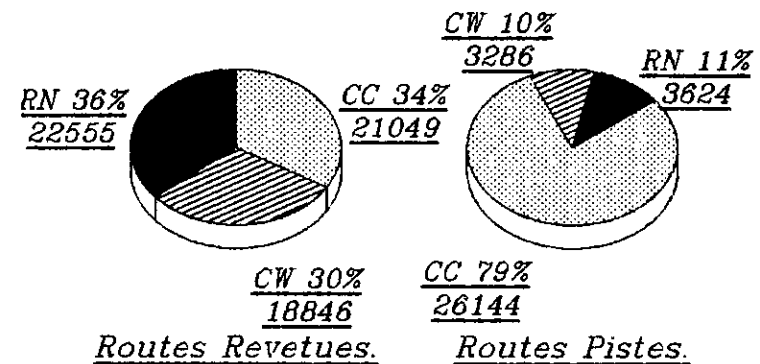
31 Decembre 1991

Réseau Routier Revetu-Evolution 1970 / 1992

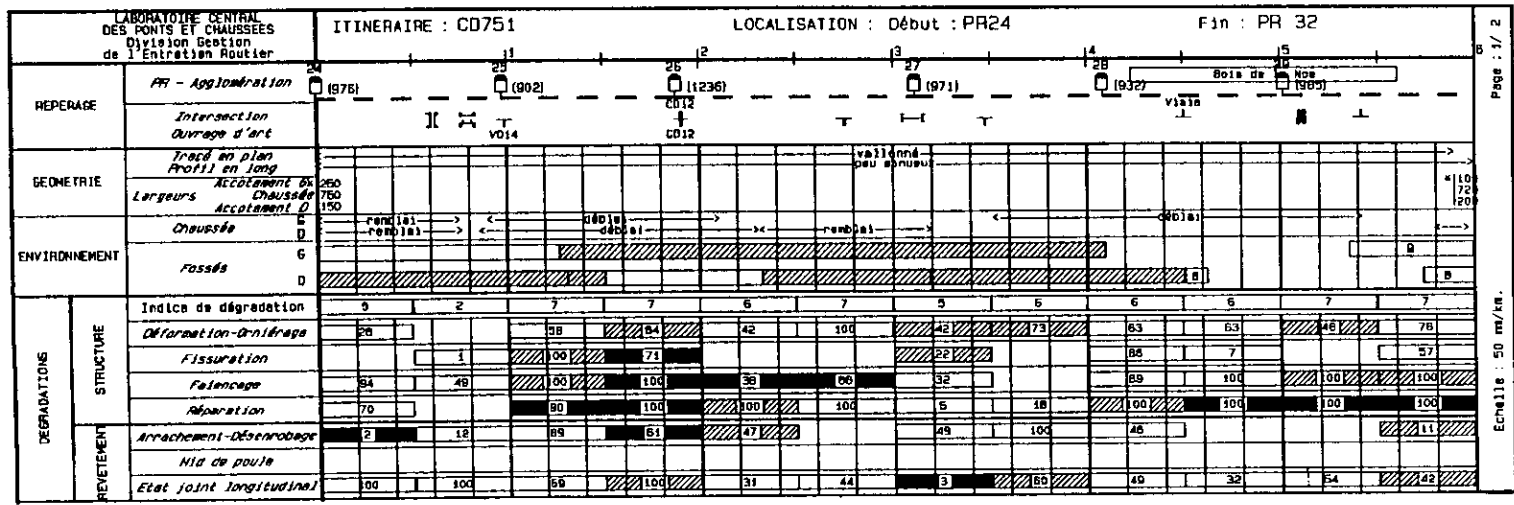


Le Réseau Routier Algérien

31 Decembre 1991



SCHEMA ITINERAIRE AVEC NOTES INTEGRÉES



DESCRIPTION DE QUELQUES APPAREILS DE MESURE AGR

GERPHO

Groupe d'Examen Routier par Photographie continue

Domaine d'application.

Le GERPHO présente sur les procédés classiques de relevé de dégradation l'avantage d'être nettement plus rapide, exhaustif et objectif, le film GERPHO constitue une archive détaillée et impartiale de l'état superficiel des chaussées, qui est un des principaux éléments nécessaire au suivi de l'état mécanique des chaussées.

Les applications du GERPHO recouvrent le domaine de tout ce qui est visible sur une chaussée (exception faite des déformations transversales; en revanche certaines déformations longitudinales, tôle ondulée par exemple, sont visibles): état de la signalisation horizontale, largeur des voies de circulation, etc... Toutefois la principale application reste le relevé et la quantification des dégradations des chaussées.

Description de l'appareillage.

L'appareillage est installé à bord d'un véhicule qui présente les caractéristiques les mieux adaptées (Suspension, espace disponible, etc...) au problème qu'il doit résoudre.

Cet appareillage comprend les éléments suivants :

- Une caméra 35 mm à défilement continu et à ouverture constante.
- Une source lumineuse d'éclairage de la chaussées (projecteurs).
- Un groupe électrogène alimentant l'ensemble.

- Un support mécanique de caméra.
- Un tableau de bord.
- Un pupitre de commande et de signalisation avec un système d'asservissement de la caméra et de l'éclairage en fonction de la vitesse du véhicule.

Principe de fonctionnement.

Ce matériel produit un relevé photographique continu de la chaussée et de sa surface. Le support est un film ordinaire 35 mm; l'image de la chaussée est obtenue à l'échelle 1/200 ; la largeur de chaussée visible sur le film est de 4.60 m, ce qui permet de trouver sur un même film l'intégralité d'une voie de circulation, une partie de la voie adjacente de gauche, une partie de l'accotement ou de la bande d'arrêt d'urgence.

Les relevés s'effectuent uniquement la nuit en raison de contraintes d'éclairage de la chaussée, à une vitesse nominale de 60 Km/h ; des vitesses plus faibles sont possibles.

Les films sont ensuite visualisés soit à l'aide de projecteurs ordinaires, soit à l'aide d'une table spécialisée en libre service cette table projette le film à l'échelle 1/50 sur un écran dépoli et permet de lire simultanément deux bobines (par exemple deux voie d'une même chaussée, la même voie mais photographiée à deux époques différentes, ect...). L'écran permet de visualiser deux fois 20 m de chaussée et comporte une grille métrique pour la localisation et la quantification des informations. Un appareil polaroid permet de conserver un double des images les plus caractéristiques (illustration d'un dossier). Un compteur métrique associé au défilement facilite le repérage des images.

Enfin, la table de depouillement est équipée d'un clavier en vue du codage des informations sur support informatique. La cadence moyenne de depouillement dépend évidemment de la nature et du nombre des informations à relever, elle varie entre 50 et 100 Km de chaussée par journée de huit (8) heures.

DEFLECTOGRAPHIE

Appareil de mesure des déflexions ou déformations verticales de la surface d'une chaussée.

Domaine d'application.

Le déflectographe est un matériel utilisé pour :

- La surveillance d'un réseau routier et l'étude de son évolution sous trafic.
- La détection des zones défectueuses à renforcer.
- L'auscultation des chaussées comportant une assise traitée.
- Le contrôle de l'exécution et de l'efficacité des renforcements.
- La surveillance hivernale du réseau routier (pose ou levée de barrières de dégel).

Description de l'appareil.

L'appareil se compose des éléments suivants :

- Un camion ultra-long chargé à 13 t sur l'essieu arrière équipé de roues jumelées.
- Une poutre de référence en T équipée de deux bras palpeurs.
- Un système de transmission, de mesure et d'enregistrement.
- Un système de guidage de cette poutre sur la trajectoire.
- Un bloc chantier posé sur le châssis et pouvant comporter une salle de travail, cabine photographique, couchettes.

Principe de fonctionnement.

La déflexion ou déformation verticale de la chaussée sous la charge de l'essieu arrière du camion est mesurée sous chaque jumelage à l'aide de deux bras palpeurs.

Un capteur à inductance transforme la déflexion en un signal électrique enregistré sur un film photographique ou bande magnétique.

Le véhicule avance à une vitesse constante ; néanmoins, le cycle de mesure est discontinu et se décompose de la façon suivante :

1°)- Le traineau est déposé au sol sur lequel il s'appuie par trois points en constituant un plan de référence fixe pour la mesure du zéro.

2°)- Le camion parcourt une distance égale à un demi-tour de roue (environ 1.70 m) jusqu'à ce que les jumelages arrières viennent coiffer les palpeurs. On enregistre la déflexion maximale. Pour les modèles équipés d'un treuil électromagnétique, le pas de mesure peut être réglé entre 3.50 m et 5.50 m.

3°)- Le traineau est ramené en position initiale et le cycle recommence.

APL

Analyseur dynamique de profil en long

TYPE APL 72 - APL 25

Domaine d'application.

Ce matériel est destiné à l'étude de l'uni d'une surface de roulement :

- | | | |
|--|---|----------------|
| * Soit dans le cas d'une chaussée en service. | [
- Pour localisation, cotation et réparation des dégradations.
- Pour recherches particulières en matière de confort des usagers de la route.
] | TYPE
APL 72 |
| * Soit dans le cas d'une chaussée en construction. | [
- Pour localisation, cotation et suppression contractuelle des défauts sur couches successives constituant la chaussée.
] | TYPE
APL 25 |

Description du matériel.

Ce matériel se présente sous la forme d'une ou deux remorques monoroue (auscultation mono ou bitrace), tractées par un véhicule. Le profil en long est relevé au moyen de la roue porteuse et palpeuse en contact permanent avec la surface de roulement. Ses déplacements verticaux sont traduits électriquement par référence à un pendule inertiel, et mis en mémoire sur enregistreur magnétique ou graphique pour un dépouillement ultérieur.

Principe de fonctionnement.

Sur un châssis lesté est articulée une poutre oscillant portant une roue palpeuse maintenue en contact permanent avec la chaussée par une suspension ressort/amortisseur. Le châssis est relié au véhicule tracteur par un accrochage à cardan assurant le découplage statique.

Les déplacements verticaux de la roue se traduisent par un débattement angulaire de la poutre mesuré par rapport au fléau horizontal d'un pendule inertiel. Cette mesure est assurée par un capteur de déplacement angulaire associé au pendule et la traduisant électriquement pour être enregistré après amplification du signal, ce qui conduit à l'enregistrement de l'amplitude des ondulations de la surface de roulement dans une plage de plus ou moins 100 m, pour des longueurs d'onde de 1 à 50 m.

L'alimentation électrique de l'appareillage de mesure et d'enregistrement embarqué est assuré par le dispositif de génération électrique du véhicule tracteur. Un dispositif précis de contrôle de la vitesse du véhicule permet de la maintenir constante, soit 72 Km/h (APL 72 : intégration au flot de circulation), soit 25 Km/h (APL 25 : exploitation sur chantier).

TRANSVERSOPROFILOGRAPHE

Appareil de relevé du profil en travers d'une chaussée

Domaine d'application.

Le transversoprofilographe est utilisé principalement:

- Pour suivre l'évolution du profil en travers des chaussées (phénomène d'orniérage).
- Avant renforcement, pour déterminer l'aspect reprofilage à considérer dans la structure et les épaisseurs minimales à mettre en oeuvre.
- En cours de chantier, pour étudier l'influence des divers engins sur l'évolution du profil en travers :
 - Frayées produite dans un enrobé par un compacteur.
 - Etat des arrêtes du finisseur.
 - Efficacité des systèmes automatique de la plaque lisseuse des finisseurs.

Description de l'appareillage.

Le transversoprofilographe comprend :

- Une règle métallique de 4 m de long reposant à ses extrémités sur des supports équipés de pieds coulissants pour un réglage rapide en hauteur. Le réglage fin étant obtenue au moyen d'une vis.
- Un chariot porté par la règle, mobile le long de celle-ci, et qui comporte :
 - Un papeur et un stylet inscripteur.
 - Un magasin équipé d'un rouleau de papier enregistreur dont l'axe est vertical.

BIBLIOGRAPHIE

L I V R E S

- [1] R. Sautery et P. Autret ;
" *GUIDE D'AUSCULTATION DES CHAUSSÉES SOUPLES* " ;
EYROLLES ed, Paris, 1977.
- [2] J. Akoka ;
" *LE SYSTEME DE GESTION DE BASES DE DONNÉES,
THEORIE ET PRATIQUE* " ;
EYROLLES ed, Paris, 1984.
- [3] G. Jeuffroy ;
" *CONCEPTION DES CHAUSSÉES* " , tome 1 et 2 ;
EYROLLES ed, Paris, 1983- 1985.
- [4] A. Fargette ;
" *DONNÉES DE BASE POUR UNE BASE DE DONNÉES* " ;
EYROLLES ed, Paris, 1985.
- [5] F. Kramarz ;
" *BASES DE DONNÉES ET SGBD* " ;
EYROLLES ed, Paris, 1986
- [6] R. Coquand ;
" *LES ROUTES* " ; tome 1 et 2 ;
EYROLLES ed, Paris, 1962- 1965.
- [7] C. G. R. A. R. T. C. (COMITÉ DE LA GESTION ROUTIERE DE
L'ASSOCIATION DES ROUTES ET TRANSPORTS DE CANADA)
" *GUIDE DE GESTION ROUTIÈRE* " ;
1988.

DOCUMENTS

- [8] BANQUE MONDIAL ;
" HIGHWAY DESIGN AND MAINTENANCE MODEL , HDM III " ;
1988.
- [9] C.T.T.P ;
" LE SYSTEME SED " , manuel d'utilisation ;
1987.
- [10] L.C.P.C. , S.E.T.R.A. ;
" CATALOGUE DES DÉGRADATION DES CHAUSSEES " ;
1972.
- [11] L.C.P.C. , (LABORATOIRE CENTRALE DES PONTS ET CHAUSSEES)
" LA METHODE VIZIR " ;
1991.
- [12] A.I.P.C.R. (ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE DES
CONGRES DE LA ROUTE - FRANCE) ;
" RAPPORT DU 18^{ème} CONGRES MONDIAL DE LA ROUTE " ;
BRUXELLES DU 13 - 19 SEPTEMBRE 1987
1987.
- [13] Ministère de l'équipement ;
" SEMINAIRE SUR LES ENDUITS SUPERFICIELS " ;
ALGER DU 17 - 19 DECEMBRE 1989
1989.
- [14] Ministère des travaux publics ;
" COMMUNICATION SUR LA GESTION DE L'ENTRETIEN ROUTIERE " ;
1991.

ARTICLES

- [15] G.Caroff , P.Leycure ;
" *Comportement des structures à long terme : Le Logiciel SENCHAU* " ;
Revue ROUTE et INFORMATIQUE , 1990.
- [16] P.Joubert , F.Allez ;
" *ERASME : Un système expert pour des chaussées* " ;
Revue ROUTE et INFORMATIQUE , 1990.
- [17] J.L.Gourlet , C.Roussel , J.P.Christory ;
" *SEVADER : Système Expert en Voirie pour l'Aide au Diagnostics et le conseil en préparation* " ;
Revue ROUTE et INFORMATIQUE , 1990.
- [18] J.L.Aubert , J.P.Gautier , T.Marchal ;
" *Système de gestion optimisé de la voirie urbaine système et logiciel ' SECUR '* " ;
Revue ROUTE et INFORMATIQUE , 1990.
- [19] G.Caroff , P.Leycure , G.Soussain ;
" *MACADAM : Un système opérationnel de diagnostics de dégradations de chaussées par analyses d'images* " ;
Revue ROUTE et INFORMATIQUE , 1990.
- [20] A.Astesan , J.P.Christory , F.Fonteneau ;
" *VOIRIE DES COLLECTIVITÉS : Le système " ORAGE " Outil Relationnel d'Aide à la Gestion de l'Entretien* " ;
Revue ROUTE et INFORMATIQUE , 1990.
- [21] J.P.Christory ;
" *Voirie urbaines : L'informatique au service de la gestion de l'entretien* " ;
Revue ROUTE et INFORMATIQUE , 1990.

- [22] L. Heleven ;
" *La saisie des données sur le réseau routier en BELGIQUE* "
Revue ROUTE et INFORMATIQUE , 1990.
- [23] L. A. George , M. Hubert ;
" *Le système de gestion des chaussées de COFIROUTE* " ;
Revue ROUTE et INFORMATIQUE , 1990.
- [24] P. Autret ;
" *Auscultation des chaussées dans le cadre des études d'entretien et de renforcement* " ;
Revue Bull. Liaison Labo. P et CH , N° 99 , JAN-FEV , 1978.
- [25] P. Autret ,
" *Groupe d'examen routier par photographie , le GERPHO* " ;
Revue Bull. Liaison Labo. P et CH , N° 74 , MAI-JUIN , 1974.
- [26] G. Jeuffroy ;
" *Projet et construction des routes* " ;
TECHNIQUE DE L'INGENIEUR "CONSTRUCTION".
- [27] G. Rouquée , J. Lucas , A. Viano ;
" *Mesure systématique de l'uni sur le réseau routier , l'APL de routine* " ;
Revue Bull. Liaison Labo. P et CH , N° 81 , JAN-FEV , 1976.
- [28] P. Autret , J. P. Christory ;
" *Méthodologie d'auscultation des chaussées traitées* " ;
Revue Bull. Liaison Labo. P et CH , N° 72 , JUIL-AOUT , 1974.
- [29] G. Etienne , M. Ghyslain ;
" *La maintenance des chaussées* " ;
PROJET DE FIN D'ETUDE , LYON - FRANCE , JUIN 1990.

