

SUIVI DES CHAUSSEES AERONAUTIQUES PAR LA METHODE DE L'INDICE DE SERVICE

Omar ABBOUCH

*Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Chef de la Division technique des Bases Aériennes*

Après une première période dominée par la réalisation d'infrastructures aéroportuaires, la Direction des Bases Aériennes (DBA) chargée de la réalisation et de la maintenance des aérodromes a axé ses efforts depuis le début des années 80 sur la recherche de nouvelles techniques de maintenance en vue d'assurer la sauvegarde du patrimoine considérable que représentent les infrastructures aéronautiques.

En matière de chaussées aéronautiques, cette préoccupation passe par une bonne connaissance de leur état, un entretien adapté ou un renforcement bien calculé lorsque celui-ci est nécessaire.

En 1984 la Direction des Bases Aériennes a entrepris une campagne d'évaluation de la portance des chaussées avec la participation du service technique des bases aériennes français, du laboratoire PubLic d'Essais et d'Etudes (LPEE), du Centre National des Etudes Etudes et Routières (CNER) et la société française SOFREAVIA par l'utilisation d'un matériel spécifique sophistiqué.

Les résultats obtenus confrontés à la nature et à la fréquence du trafic aérien observées sur chacun des aéroports, a permis l'élaboration d'un programme de renforcement optimal des ouvrages d'infrastructures. Les mêmes résultats ont appuyé l'obtention de prêt auprès de la Banque Africaine de Développement pour la réalisation de ce programme.

Par ailleurs, la DBA estimant que cette méthode faisant appel à du matériel non disponible localement a opté depuis 1986 à un suivi permanent des chaussées aéronautiques par une nouvelle méthode dite : "Méthode de l'Indice de Service",

objet de la présente communication.

La méthode de l'indice de service s'intéresse aux qualités de surface des chaussées, elle est inspirée des études entreprises aux USA par l'US Army Corps Of Engineers sur le "Pavement Condition Index", reprises par le STBA France. Elle consiste en une analyse multicritère traduisant à l'aide d'une pondération judicieuse, la présence de chaque dégradation sur la chaussée en un malus affectant son caractère fonctionnel de structure ou de surface.

Avant la mise en application de cette méthode au Maroc, une série de séminaires a été organisée au profit des subdivisionnaires et des chefs de services Infrastructures, ces séminaires ont été animés par des enseignants de l'ENTE (Toulouse-France) et par des spécialistes du STBA.

Par ailleurs, une table ronde regroupant des spécialistes de la F.A.A. et les responsables de la DBA a été organisée sur ce thème et a permis les dernières mises au point tant sur la méthode d'évaluation que sur l'exploitation des résultats.

I/ FONDEMENTS DE LA METHODE

Le maintien en bon état des chaussées passe par une bonne gestion de leur entretien, ceci nécessite un suivi régulier de l'état de la chaussée, c'est-à-dire, l'appréciation périodique de ses qualités, observées au moyen d'indicateurs d'état tels que la portance, la déformabilité, l'état de la surface, l'uni, la glissance, la rugosité et l'étanchéité.

Une chaussée aéronautique requiert aussi bien des qualités structurelles que des qualités superficielles :

- Les qualités structurelles sont liées au comportement mécanique de la chaussée vis-à-vis de la répétition des charges, et sont déterminées notamment au moyen des mesures de portance et déformabilité.
- Les qualités fonctionnelles, ont trait à l'intégrité de la couche de surface et à tous les facteurs liés à la sécurité, elles sont caractérisées essentiellement au travers des mesures d'étanchéité, d'uni et de glissance.

L'état de surface d'une chaussée laisse transparaître l'ensemble des qualités offertes : c'est-à-dire son niveau de service. Ceci démontre l'intérêt de l'évaluation des dégradations de la chaussée par des relevés visuels permettant une appréciation rationnelle du niveau de service.

La méthode de l'Indice de service est basée sur un indicateur numérique calculé à partir d'un traitement pondéral des dégradations relevées sur la surface de la chaussée et caractérise son niveau de service. Elle satisfait à trois objectifs :

- L'appréciation rationnelle du niveau de service d'une chaussée et de son évolution
- La programmation des besoins à long terme
- L'estimation prévisionnelle des coûts d'entretien pour l'année N+1 à partir des données de l'année N.

Les étapes à suivre dans cet ordre sont les suivantes :

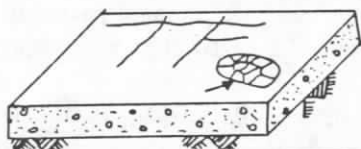
- Relevé visuel des dégradations
- Calcul de l'indice de service
- Programmation des besoins à long terme

La feuille ci-après illustre la démarche méthodologique à suivre pour chaque campagne d'évaluation.

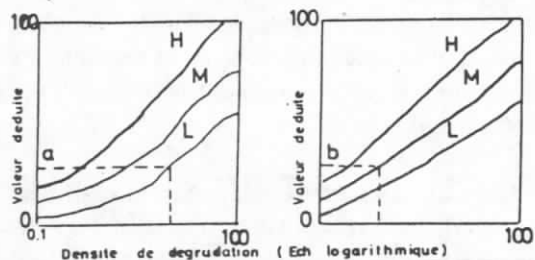
1^{er} étape: Repérage des zones

2^e étape: Repérage des mailles

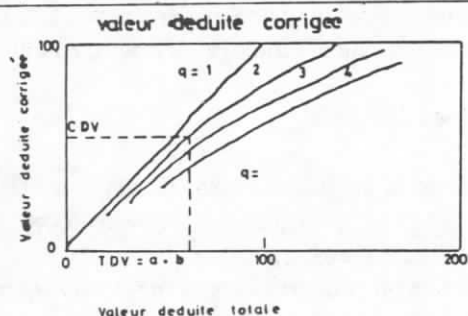
3^e étape: Inspection de chaque maille
relevé de dégradations (type, degré de gravité, densité)



4^e étape: détermination des valeurs déduites à partir des abaques



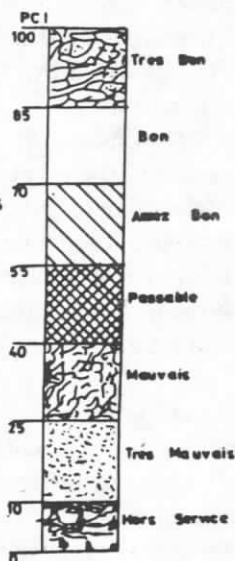
5^e étape: Calcul de la valeur déduite totale pour la maille



6^e étape: correction de la valeur déduite totale pour la maille

7^e étape: Calcul de l'indice de service pour la maille

8^e étape: Calcul de l'indice de service pour une zone



9^e étape: Appréciation de LIS

Les niveaux de gravité ont été définis en référence aux qualités opérationnelles requises pour les chaussées aéronautiques et aux principes de sécurité très contraignants sur les aérodromes : par exemple toute dégradation accompagnée d'un départ de matériaux est classée au niveau élevé compte tenu des dommages qu'elle peut entraîner sur un aéronef (Ingestion de matériaux par le réacteur).

b) Recueil des données :

- Initialisation des relevés : sur une piste, le relevé s'effectue à partir du QFU le plus faible, sur les bretelles, le relevé est exécuté à partir de l'extrémité adjacente à la piste.
- Délimitation du sol des mailles de relevé : elle utilise au maximum les caractéristiques physiques de la chaussée; dans le cas des chaussées rigides, le repérage des mailles ne fait appel à aucun prémarquage particulier du fait de la présence des joints de dalles, sur les chaussées souples, les joints de passes de finisseurs sont utilisés comme repères des côtés longitudinaux des mailles, la largeur d'une maille reste voisine de 20m, et sa longueur est choisie de façon à avoir une surface de l'ordre de 500 m².

La plupart du temps, les pistes ne donnent lieu qu'à un relevé visuel réalisé sur la bande centrale qui correspond à la section de la chaussée la plus circulée, les voies de circulation peuvent être observées sur toute la largeur, puisque celle-ci est généralement égale à 15m ou 23m.

Sur les aires de stationnement, le relevé se fait par bandes contigues, en général longitudinalement (ce qui correspond au sens de répandage des revêtements).

II/ CALCUL DE L'INDICE DE SERVICE

A/ Principe.

Elle s'applique à une section de chaussée homogène tant par sa structure (âge et composition du corps de chaussée) que par la nature du trafic qu'elle reçoit. Une telle section de chaussée est appelée "Section Caractéristique".

Chaque section caractéristique est divisée en sous-sections élémentaires appelées "mailles de relevé".

Selon la procédure décrite au chapitre précédant, chaque maille fait l'objet d'un relevé méthodique des dégradations :

- Type de dégradation
- Niveau de gravité
- Densité

Le calcul de l'indice de service proprement dit peut alors être effectué de la façon suivante :

- Pour chaque triplet constitué pour une dégradation (type, niveau de gravité, densité), une valeur numérique significative de l'influence de cette dégradation sur les qualités de la chaussée est déduite, d'un abaque approprié, (fig.1), cette valeur sera appelées "Valeur déduite" (V.D).

La V.D est en quelque sorte un malus applicable sur le niveau de service de la chaussée, pris par définition égal à 100 pour une chaussée neuve.

- La somme des valeurs déduites des dégradations rencontrées sur la maille est calculée, cette somme constitue la valeur déduite totale (V.D.T), on détermine, au moyen d'un abaque (fig.2) une valeur déduite corrigée (V.D.C) compte tenu du nombre de dégradation significative (valeurs déduites supérieures à 5 points). Cette pondération de la V.D.T permet de relativiser le processus de détérioration des chaussées en fonction du nombre de dégradations constatées.

- L'indice de service (I.S) est alors défini de la façon suivante :

$$IS = 100 - VDC$$

- L'I.S de la section caractéristique est pris égal à la moyenne des I.S. calculés sur chaque maille.
- Le niveau de service peut alors être apprécié à partir d'une échelle de référence.

B/ I.S global, I.S structurel, I.S superficiel.

Jusqu'ici, l'ensemble des dégradations était pris en compte pour déterminer l'indice de service d'une chaussée. On obtenait l'I.S. global alors qu'il existe deux autres indices :

- L'I.S. structurel calculé à partir du traitement des simples dégradations symptomatiques d'un problème de structure.
- L'I.S. superficiel établi à partir du traitement des simples dégradations symptomatiques d'un problème de qualité de surface (toutes dégradations autres que celles de structure).

C/ Histogramme des dégradations.

L'histogramme des dégradations s'obtient par report sur un axe horizontal d'une série de rectangles définis de la façon suivante :

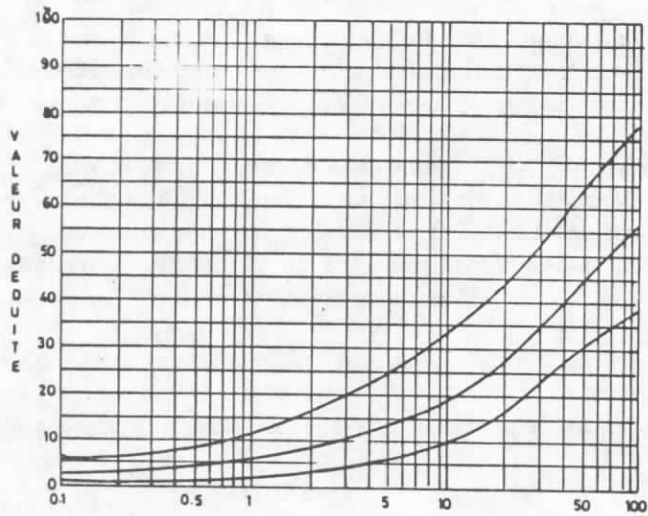
- Le côté horizontal, de longueur constante, symbolise la longueur d'une maille.
- Le côté vertical est proportionnel à l'I.S. obtenu pour la maille considérée.

Le diagramme enveloppe de l'histogramme fournit un cliché instantané du niveau de service offert sur toute l'étendue de la chaussée étudiée (fig 4). Il permet de visualiser les points "sensibles" et les zones homogènes.

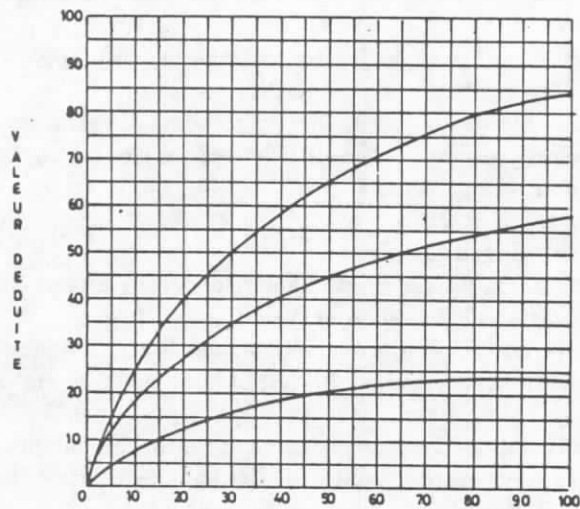
CALCUL DE LA VALEUR DEDUITE

exemple de degradation : fissure

a) chaussee souple



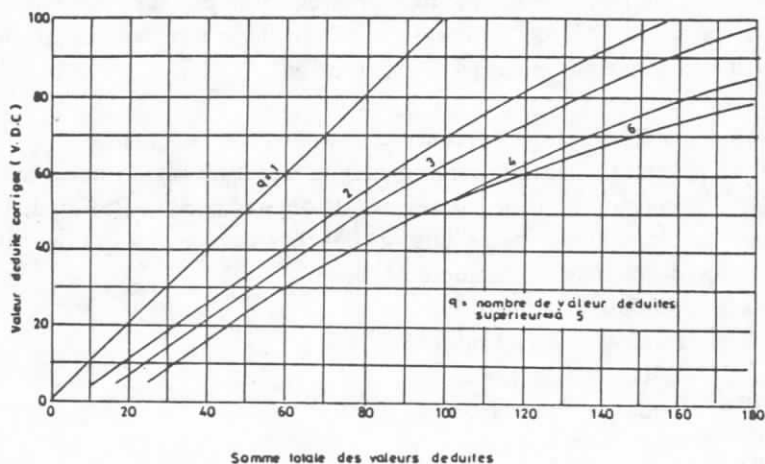
b) chaussée rigide



DENSITE DE DEGRADATION EN :

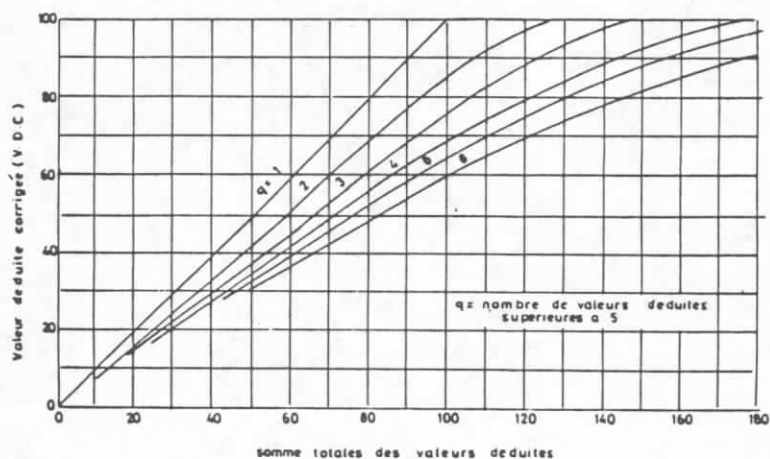
CHAUSSEE SOUPLE

Correction des valeurs deduites



CHAUSSEE RIGIDE

Correction des valeurs deduites



III/ PROGRAMMATION DES BESOINS A LONG TERME

La programmation des besoins à long terme est l'objectif principal de tout travail de suivi.

Par "besoin", il faut entendre toute intervention effectuée sur une chaussée suite à une diminution de son niveau de service. Il s'agit donc non seulement de travaux, mais aussi d'investigations du type "Auscultation".

A/ Evolution de l'I.S. dans le temps, courbes de référence.

A partir de relevés de dégradations successifs effectués sur un nombre important de chaussées aéronautiques, il est intéressant de déterminer l'évolution de l'indice de service dans le temps et de tracer quatre "courbes de référence" correspondant à quatre familles de chaussées distinctes.

- Chaussées souples à fort trafic
- Chaussées souples à trafic modéré
- Chaussées rigides à fort trafic
- Chaussées rigides à trafic modéré

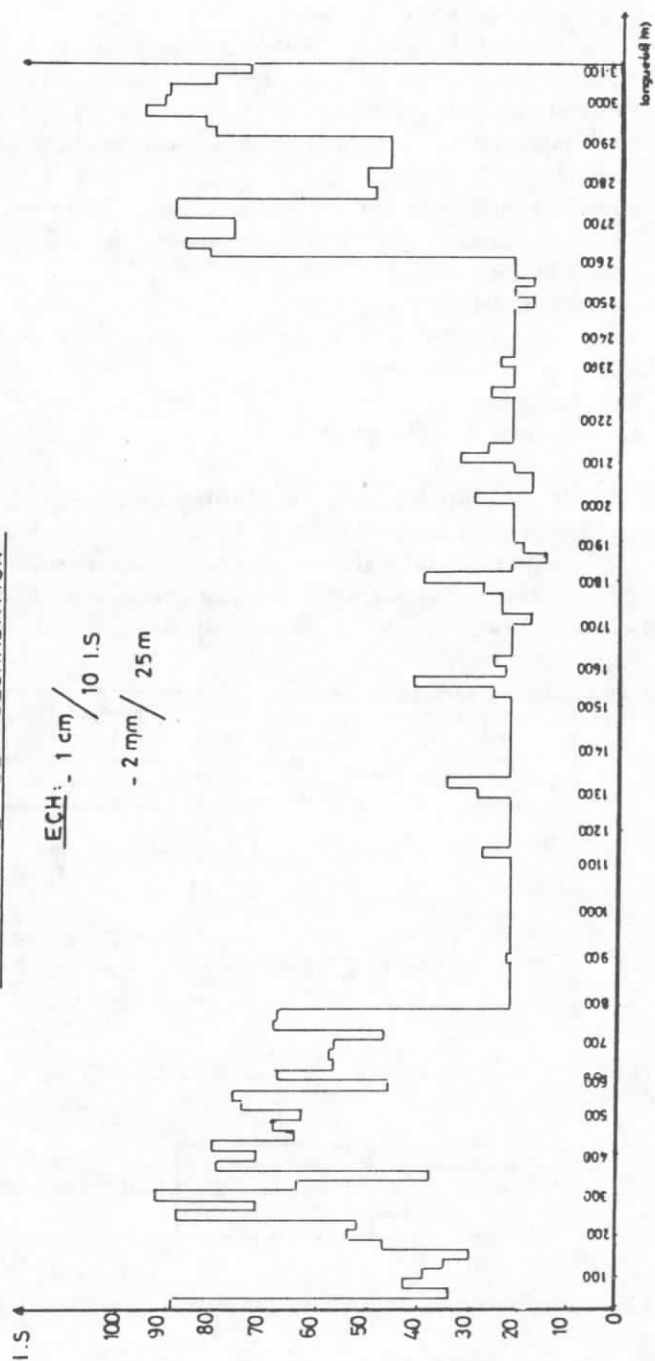
B/ Classification des travaux.

il conviendra de respecter la terminologie et la classification suivante établie principalement sur des considérations du coût des travaux à entreprendre :

AEROPORT DE MARRAKECH MENARA

piste 10 / 28

HISTOGRAMME DE DEGRADATION

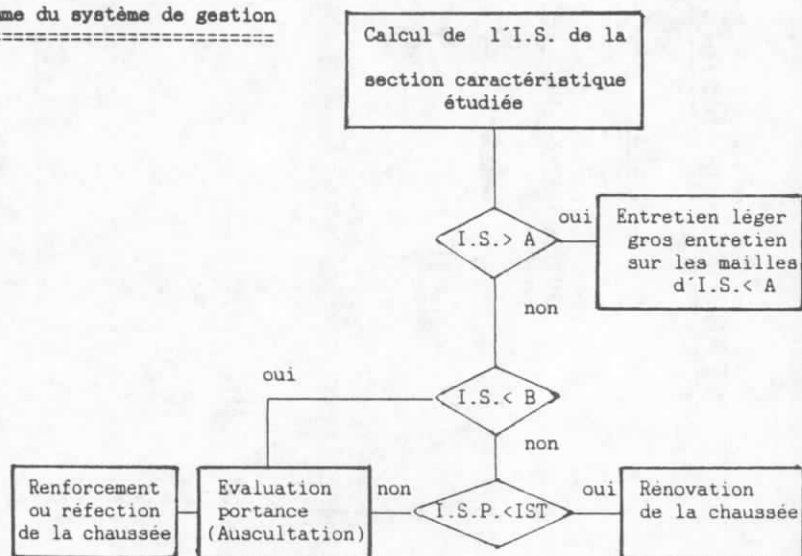


- Entretien léger :
 - . Garnissage de joints (préventif)
 - . Scellement de fissures-niveau de gravité "léger"
 - . Application d'un produit anti-kérosène (préventif)
 - . Réparations ponctuelles (curatif)
 - . Scellement de fissures (niveau de gravité "moyen" ou "élevé")
- Gros entretien :
 - . Grosses réparations sur chaussées souple (150 m²)
 - . Reconstruction de dalles (5% du nombre de dalles)
 - . Injection sous dalles
- Travaux d'investissement :
 - . Mise en oeuvre d'un tapis de béton bitumineux d'épaisseur inférieure ou égale à 6 cm (rénovation)
 - . Renforcement
 - . Reconstruction (réfection)

C/ Système de gestion à l'aide de l'indice de service

Ce système est basé sur la définition de deux seuils, l'un appelé seuil critique et noté A, l'autre appelé seuil d'alarme et noté B. Il va de soi que la définition de ces seuils dépend de la nature de l'aire étudiée (piste, voie de circulation ou aire de stationnement). L'organigramme suivant, illustre la démarche à adopter :

Organigramme du système de gestion



I.S. étant l'indice de service moyen calculé sur l'ensemble des mailles composant la chaussée étudiée.

I.S.P. = I.S. superficiel

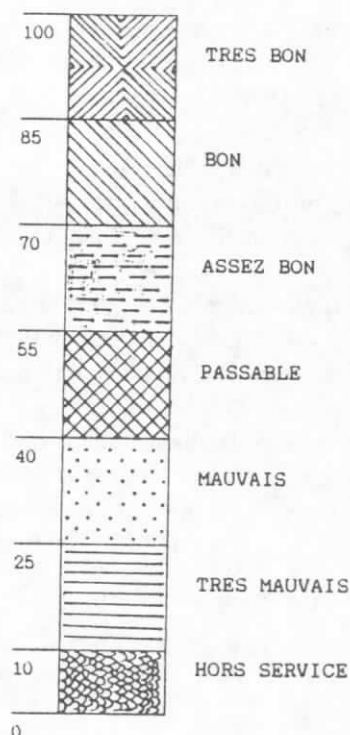
I.S.T. = I.S. structurel

La définition des seuils critique et d'alarme, résulte de l'expérience cumulée en matière d'entretien des aires de mouvement, on admet les valeurs suivantes, qui pourront être ajoutées et améliorées en fonction des résultats complémentaires :

Aire concernée	Seuil critique A	Seuil d'alarme B
Piste	65	50
Aire de stationnement et voie de circulation	60	45

d° - Résultats de la campagne d'évaluation 1988 :
Tableau récapitulatif :

Aérodrome	Ouvrage	IS global
Agadir-Inezgane	Piste	66
Fes-Sais	Piste	98
	Parking n° 1	97
	Parking n° 2	91
	Parking n° 3	89
	Parking n° 4	98
	Bretelle n° 3	96
	Bretelle n° 2	99
	Bretelle n° 1	91
Meknès-Bassatine	Piste	46
	Taxiway	91
	Bretelle	77
Marrakech-Menara	Piste	44
Oujda-Angads	Piste	63
	Bretelle prin.	65
Rabat-Salé	Ext.piste seuil	80
	Ext.piste seuil	58
	Parking n° 1	50
	Voie n° 1	66
	Voie n° 11	45
	Voie n° 2 bis	52



ECHELLE DE REFERENCE

IV/ LES DEVELOPPEMENTS POSSIBLES

A/ Estimation prévisionnelle du coût d'entretien.

Le but recherché est de définir, à partir d'un relevé visuel des dégradations effectuées à l'année N, le montant du coût prévisionnel des travaux d'entretien pour l'année N+1.

Les prix unitaires des réparations définies initialement pour chaque dégradation sont appliqués aux dégradations de niveau de gravité "élevé". Le coût prévisionnel global s'en déduit automatiquement, il représente la borne inférieure des dépenses d'entretien à consacrer à la chaussée en question.

B/ Stratégie d'entretien.

L'indice de service permet le développement de stratégies d'entretien, que ce soit au niveau local ou central.

L'enjeu est double :

- Définition des priorités sur le plan des interventions
- Etalement des investissements

C/ Détermination du coefficient d'équivalence.

Mise en évidence d'une relation directe entre l'I.S. structurel et le coefficient d'équivalence des couches traitées aux liants hydrocarbonés. Une appréciation périodique de l'indice de service structurel et de la portance des chaussées souples permettront d'établir un lien direct entre l'IST et le fonctionnement mécanique des couches constituant le corps de chaussée et par la-même, la détermination du coefficient d'équivalence de chaque couche.