Département fédéral des transports, des communications
et de l'énergie
Office fédéral des routes

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système de gestion des chaussées

Vorstudie zu einer Forschungsarbeit über das Management der Fahrbahnerhaltung

Office des routes cantonales
Service des ponts et chaussées, Neuchâtel
Dr. Mukhtar Hussain-Khan, Jean-Daniel Burnat et Bernard Collaud

Mandat de recherche N° 30/84 sur proposition de la VSS Union des professionnels suisses de la route

Novembre 1993

Table des matières

Page

Résumé 1
Zusammenfassung 2
Summary 3

1. **Introduction**
   1.1 Mandat 5
   1.2 Remarques préliminaires 5

2. **Base d'un système de gestion des chaussées SGC**
   2.1 Définition des objectifs 7
   2.2 Eléments d'un système de gestion des chaussées 8
   2.3 Banque des données routières (BDR) 9

3. **Types de systèmes de gestion informatisés des chaussées**
   3.1 Généralités 21
   3.2 Systèmes basés sur l'évaluation des priorités 21
   3.3 Systèmes comportant la notion d'optimisation 29

4. **Description de quelques SGC existants**
   4.1 Généralités 37
   4.2 Exemples du Canada 37
   4.3 Exemples des Etats-Unis 38

5. **Enquête auprès des administrations et des instituts**
   5.1 But de l'enquête 41
   5.2 Explications concernant le formulaire d'enquête 41
   5.3 Analyse des réponses au questionnaire 44
   5.4 Synthèse des résultats 51
   5.5 Conclusions 52

6. **Exemple d'un système de gestion informatisé basé sur l'évaluation des priorités dans le canton de Neuchâtel (SGC-NE)**
   6.1 Généralités 53
   6.2 Concept de base du système de gestion de l'entretien des chaussées à Neuchâtel (SGC -NE) 57
   6.3 Gestion des données 58
   6.4 L'évaluation des projets 61
   6.5 Elaboration du programme d'entretien 65
   6.6 Répartition des projets suivant les budgets 69
   6.7 Présentation des travaux proposés ou retenus en fonction des budgets 69
   6.8 Présentation succincte du prototype de système informatisé de gestion des chaussées du Service des ponts et chaussées de Neuchâtel (SPCH-NE) 74

7. **Conclusions et recommandations** 79

Bibliographie 83

Annexes E : Résultats de l'enquête auprès des services des routes, laboratoires et instituts spécialisés. 85
EP : Exemple d'un système de gestion informatisé basé sur l'évaluation des priorités. 139

Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie
Office fédéral des routes

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système de gestion des chaussées

Office des routes cantonales, Service des ponts et chaussées, Neuchâtel
Dr. Mukhtar Hussain-Khan, Jean-Daniel Burnat et Bernard Collaud

Mandat de recherche N° 30/84 sur proposition de la VSS, Union des professionnels suisses de la route

Résumé

Le maintien du patrimoine routier est l'une des tâches prioritaires d'un Etat. La gestion des chaussées proprement dite qui constituent une grande partie de ce patrimoine suscite, depuis la crise pétrolière de 1973, un intérêt certain des administrations routières. Les limitations des crédits de maintenance ont conduit, dès 1979, un groupe de travail intercantonal à s'occuper des moyens informatiques pour aider à résoudre les tâches complexes de la gestion.

C'est ainsi qu'une proposition de trois mandats de recherche parallèles dans ce domaine a été faite à l'Office fédéral des routes en 1984 par les instituts des hautes écoles EPFL et EPFZ et par le Service des ponts et chaussées, à Neuchâtel.

La présente étude se situe dans ce contexte et apporte les informations sur l'état des connaissances actuelles dans le domaine du système de gestion des chaussées (SGC), désigné dans les pays anglo-saxons par le terme "Pavement Management System (PMS)". Elle recense également les besoins des administrations routières suisses.

Elle présente, avec des exemples à l'appui, les deux types de SGC : le premier est basé sur la méthode de priorité et le second comporte la notion d'optimisation. C'est le premier type de SGC, dont un prototype est employé depuis 1985 dans le canton de Neuchâtel, qui est recommandé aux administrations souhaitant débuter dans ce domaine.

Le SGC-NE a été amélioré dans le cadre du présent mandat. Il est décrit dans ce rapport, qui résume également les bases fondamentales d'une Banque des données routières (BDR), nécessaire pour le fonctionnement du système.

Novembre 1993

Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement
Bundesamt für Strassenbau

Vorstudie zu einer Forschungsarbeit über das Management der Fahrbahnerhaltung

Amt für die Kantonalen Strassen, Tiefbauamt, Neuenburg
Dr. Mukhtar Hussain-Khan, Jean-Daniel Burnat und Bernard Collaud

Forschungsauftrag Nr. 30/84 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS)

Zusammenfassung

Die Strassenerhaltung ist eine vordringliche Aufgabe des Staates. Die Fahrbahnerhaltung bildet dazu einen wesentlichen Bestandteil und stösst als Folge der Erdölkrise des Jahres 1973 auf das besondere Interesse der Strassenverwaltungen. Die Kreditbeschränkungen für Erhaltungsmassnahmen führten ab 1979 dazu, dass eine interkantonale Arbeitsgruppe sich mit den Informatikmitteln auseinanderzusetzen begann, um die komplexen Aufgaben des Managements zu unterstützen.

So stellten die Institute der Hochschulen ETHZ und EPFL sowie das Tiefbauamt Neuenburg beim Bundesamt für Strassenbau im Jahre 1984 drei parallel laufende Forschungsgesuche.

Die vorliegende Studie ist in diesem Zusammenhang zu sehen; sie bringt Informationen zum aktuellen Stand der Kenntnisse auf dem Gebiet des Managements der Fahrbahnerhaltung (MFE, englisch "Pavement Management System, PMS") und zeigt eine Bestandesaufnahme der Bedürfnisse der schweizerischen Strassenverwaltungen.

Sie stellt an Beispielen die beiden Arten des MFE vor: das erste stützt sich auf die Methode der Erarbeitung von Prioritäten, während das zweite auf dem Begriff der Optimierung aufbaut. Der Kanton Neuenburg verwendet seit 1985 einen Prototyp der ersten Art eines MFE, welches denjenigen Verwaltungen empfohlen werden kann, die auf diesem Gebiet ihre ersten Schritte tun wollen.

Das Neuenburger MFE wurde im Rahmen dieses Forschungsauftrages verbessert. Es wird im vorliegenden Bericht, welcher auch die für das Funktionieren des Systems nötigen Grundlagen einer Strassendatenbank zusammenfasst, beschrieben.

November 1993

Federal Department of Transport, Communications and Energy
Swiss Federal Highways Office

Preliminary investigation on research of a Pavement Management System

Cantonal Roads Office, Department of Roads and Bridges, Neuchâtel
Dr. Mukhtar Hussain-Khan, Jean-Daniel Burnat and Bernard Collaud

Research mandate N° 30/84 proposed by the Association of Swiss Road and Trafic Engineers (VSS)

Summary

The maintenance of the Highway Network is one of the prime tasks of any state. The management of pavements which constitutes the major part of road capital has created, since the oil crisis of 1973, a certain interest of the Highway Authorities. The cuts in maintenance funds have led, since 1979, an intercantonal working group to use electronic data processing to solve the complicated problems of management.

Consequently in 1984, a proposition for three parallel research mandates in this field was made to the Swiss Federal Highways Office by the two Federal Institutes of Technology of Lausanne and Zurich and the Department of Roads and Bridges of the canton of Neuchâtel.

This report is a part of the above mentioned and it presents the effective state of the art of Pavement Management Systems (PMS). It also examines the needs of the various Swiss Highway Authorities in this field.

It presents, giving examples, the two types of PMS : the first based on the notion of priority, and the second on optimisation. It is this first type of PMS, a prototype of which is used in the canton of Neuchâtel since 1985, which is advised to authorities wishing to start up in this field.

The PMS-Neuchâtel has been improved during this mandate. It is briefly described in this report which sums up also the fundamental principles of a Road Data Bank (RDB), necessary for the operation of a PMS.

November 1993

1. INTRODUCTION

1.1 Mandat

En juillet 1984, une demande de crédit a été adressée à la Commission fédérale pour la recherche routière conjointement par les trois instances suivantes :

- Office des routes cantonales (ORC), Service des ponts et chaussées, Neuchâtel
  Etude d'un système informatisé de gestion des chaussées,

- Laboratoire des voies de circulation (LAVOC), Ecole polytechnique fédérale de Lausanne :
  Etude des méthodes d'auscultation et d'observation des chaussées,

- Institut für Verkehrsplannung, Transporttechnik, Strassen-und Eisenbahnbau (IVT), Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich :
  Développement de modèles de comportement pour les systèmes de gestion de l'entretien.

Dans la demande, il a été précisé que la conduite simultanée de ces trois études était nécessaire afin de mettre au point un système de gestion informatisé des chaussées (SGC).

En janvier 1985, l'Office fédéral des routes (OFR) a donné le mandat au LAVOC (N° 15/84), mais a demandé à l'ORC d'exécuter tout d'abord une étude exploratoire préalable au travail de recherche dans le domaine précité. La demande de l'IVT a été acceptée (mandat N° 31/84) mais les travaux ont débuté seulement en 1987 pour des raisons de limitation des crédits.

L'étude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système de gestion des chaussées, qui fait l'objet du présent rapport, devait traiter notamment des points suivants :

- état de connaissance dans le domaine du système de gestion des chaussées,

- recensement des besoins des administrations routières suisses dans ce domaine,

- présentation d'un système de gestion simplifié qui pourra être utilisé en Suisse dans une première étape,

- direction à donner à la suite de la recherche dans ce domaine.

1.2 Remarques préliminaires

L'importance croissante des tâches liées à la maintenance des chaussées a conduit, dès 1979, un groupe de travail intercantonal de Suisse à s'occuper tout d'abord de l'organisation des données routières sur support informatique, dans le but de mettre sur pied un outil d'aide à la gestion.

En tenant compte des travaux de ce groupe, le canton de Neuchâtel a mis en place, dès 1981, une Banque des données routières (BDR). En effet, il s'agit d'un prototype de la BDR développé par le LAVOC de l'EPFL, en collaboration avec l'ORC, à Neuchâtel. Ce prototype a été amélioré au cours des années par l'ORC et sert effectivement, dès 1985, d'aide à la planification et à la gestion des travaux de gros entretien du réseau routier neuchâtelois.

Encouragé par les résultats de ces premières expériences et désirant élaborer les bases d'un système de gestion informatisé complet adapté aux conditions suisses, l'ORC a sollicité la collaboration des instituts compétents des deux écoles polytechniques pour établir une demande conjointe des crédits de recherche cités dans le paragraphe précédent. Il est clair que l'ORC devait disposer des résultats de recherche du LAVOC et de l'IVT pour en tenir compte dans ses travaux sur le système de gestion proprement dit.

Le rapport du LAVOC sur les méthodes d'auscultation et d'observation des chaussées a été publié en novembre 1988. La première partie du rapport de l'IVT, portant sur l'analyse des modèles de comportement pour les déformations permanentes (orniérage) a été publiée en juillet 1990.

Les travaux de l'étude exploratoire, qui font l'objet du présent rapport, ont été essentiellement effectués dans les années 1985 à 1987. Ils ne tiennent pas compte des résultats des études du LAVOC et de l'IVT. Par contre, les conclusions de la présente étude concernant la direction à donner à la suite de la recherche en cours dans ce domaine sont influencées par ces résultats.

La rédaction finale du présent rapport a été retardé à cause des travaux de développement, dans le cadre d'un deuxième mandat, d'un système de gestion informatisé, ainsi que de la charge assumée par les auteurs dans l'établissement des normes relatives à la BDR. Toutefois, ce retard a permis d'actualiser les informations dans ce domaine.

2. BASES D'UN SYSTEME DE GESTION DES CHAUSSEES

2.1 Définition des objectifs

L'objectif global d'un système de gestion des chaussées (SGC) est défini dans un rapport de l'OCDE [1]. Il vise à la meilleure utilisation possible des ressources disponibles pour l'entretien des chaussées afin que le bénéfice soit le maximum pour la société.

Pour atteindre l'objectif global précité, un SGC doit pouvoir satisfaire aux besoins recensés à différents niveaux : ceux du législateur et de l'administrateur se rapportent au domaine de la politique routière et de son implémentation par l'établissement des directives et des stratégies d'entretien, ceux du personnel technique dirigeant qui a la charge de la planification et de la gestion au niveau du réseau et enfin ceux de l'équipe qui assure l'exécution au niveau du projet.

Lors de l'établissement des objectifs pour un SGC, il se peut que l'administration se limite à l'analyse au niveau du réseau uniquement [2]. Le système se borne alors à l'évaluation de l'état du réseau routier pour détecter les tronçons nécessitant des travaux d'entretien. Puis il recherche les solutions adéquates pour les besoins ainsi définis et il évalue ensuite les coûts pour établir les prévisions budgétaires.

Un SGC complet permet également l'analyse au niveau du projet. Les informations de base sont alors suffisamment détaillées afin d'établir les causes de dégradation de la chaussée et de proposer des solutions potentielles et retenir la solution qui serait optimale pour des conditions limites fixées.

Au niveau des objectifs, il est nécessaire de préciser si le SGC est limité aux préoccupations du propriétaire de la route uniquement ou s'il tient compte de façon directe ou indirecte du coût des usagers et des nuisances à l'environnement.

Un SGC doit viser une optimisation au niveau de la société et de ce fait le système des objectifs à tenir compte est celui défini par la norme SN 640 901 [3].

Enfin, l'étude de l'OCDE a démontré qu'à l'heure actuelle, il n'y a pas de consensus sur ce qui constitue un SGC complet. Dans certains pays, le processus englobe également le domaine de la construction pour tenter de faire une optimisation globale sur le plan de construction, entretien et exploitation.

Dans le présent rapport, nous nous limitons au domaine du gros entretien et du renouvellement dans le sens défini par l'Office fédéral des routes. Par ailleurs, seul le niveau du réseau sera traité.

Concrètement, un tel SGC doit pouvoir :

- définir l'état du réseau de manière objective,
- choisir les meilleures méthodes d'entretien,
- programmer les travaux d'entretien pour les crédits accordés,
- déterminer les crédits nécessaires pour assurer le niveau de service désiré,
- évaluer les effets d'un report des travaux d'entretien sur le coût incombant aux propriétaires de la route et aux usagers.

2.2 Eléments d'un système de gestion des chaussées

Les éléments d'un SGC sont :

a) Données

- données sur les caractéristiques géométriques (par exemple largeur de la chaussée), structurelles (par exemple type et épaisseur des couches de la superstructure) et fonctionnelles (par exemple coefficient de rugosité du revêtement) des routes composant le réseau,

- données concernant l'exploitation du réseau (trafic, accidents, etc) et l'environnement (en localité, hors localité, etc),

- données concernant les coûts des différents types des travaux d'entretien des chaussées ainsi que les coûts des usagers de la route (entretien de véhicules, exploitation de véhicules et temps des occupants de véhicules),

- données concernant les lois de dégradation des différentes caractéristiques des chaussées telles que l'orniérage, la rugosité, etc.

b) Evaluation des besoins d'entretien

- évaluation de l'état des chaussées actuel et futur à l'aide des lois de dégradation,

- analyse de l'état des chaussées pour déterminer les tronçons nécessitant des travaux d'entretien en fonction des critères fixés selon la stratégie d'entretien (préventif ou curatif).

c) Elaboration du programme d'entretien :

- inventaire des solutions d'entretien envisageables et leurs coûts,
- évaluation des coûts des usagers et de l'impact sur les riverains des chaussées en fonction des solutions d'entretien envisagées,
- choix des solutions avec ou sans optimisation économique soit pour maintenir un niveau de service du réseau fixé au préalable, soit pour obtenir le meilleur niveau de service selon une contrainte budgétaire donnée.

d) Etablissement des budgets et mise en oeuvre :

- élaboration des budgets annuels et pluriannuels,
- évaluation des conséquences budgétaires sur l'état du réseau,
- planification des travaux d'entretien.

Une banque des données routières (BDR) est indispensable pour la mise en oeuvre d'un SGC. Elle doit comporter toutes les informations relatives au réseau ainsi que les données économiques et administratives citées plus haut.

2.3 Banque des données routières (BDR)

Une BDR est un système d'information comportant l'ensemble des données du domaine routier et les logiciels de traitement de celles-ci qui sont cohérents entre eux en ce qui concerne le système de repérage et la définition des données.

Une BDR doit fournir des informations fiables, mises à jour régulièrement, à toute personne chargée de la construction, de l'entretien et de l'exploitation d'un réseau routier.
Une BDR est mise en place progressivement en fonction des objectifs spécifiques tout en prévoyant dans ses concepts de base que d'autres objectifs puissent y être introduits ultérieurement.

Elle doit être capable d'absorber des nouveaux types de données en tout temps.

Les objectifs d'une BDR peuvent être résumés comme suit :

- décrire les caractéristiques d'un réseau routier à n'importe quel lieu ou tronçon de route et ceci pour une date ou une période donnée,

- mettre à disposition des utilisateurs toute information nécessaire à la gestion du patrimoine routier.

Le choix d'un système de repérage de base dans l'espace revêt une grande importance pour la constitution d'une BDR et dépend, selon l'étude de l'OCDE [1], des objectifs que l'on veut atteindre à l'aide d'une BDR.

Dès le début des études sur la BDR [2], il apparaît que le repérage très grossier du type "tronçon d'une route" et très fin du type "coordonnées géographiques" ne convient pas parce que le premier ne permet pas de localiser, par exemple, un événement ponctuel tel que le lieu d'un accident et que le deuxième n'est pas praticable par le personnel d'entretien et d'exploitation tant qu'un instrument simple et rapide pour la détermination des coordonnées sur place ne sera pas inventé et mis à disposition de ce personnel.

Les trois principaux types de système de repérage qui peuvent être pris en considération sont :

- le réseau est divisé en routes, un lieu est repéré par le kilomètre de la route,

- le réseau est divisé en sections définies par des noeuds qui sont les points caractéristiques tels que carrefours, limites administratives, etc. Un lieu est repéré par rapport au noeud amont le plus proche,

- le réseau est divisé en routes jalonnées de points de repères, placés si possible à intervalles réguliers, par exemple le kilomètre. Un lieu est repéré par rapport au point de repère le plus proche.

Pour des raisons décrites ailleurs [4], la troisième solution a été proposée et retenue dans la norme SN 640 910 [5].

La BDR peut contenir des informations se rapportant au système de repérage de base ou à un autre système secondaire ou même à des informations indépendantes de ces systèmes dans l'espace. Pour ce dernier cas, on peut citer une liste générale des types de revêtements.

Pour toute information relevée sur le terrain, il est nécessaire de l'attacher au système de repérage de base. Par contre, les résultats obtenus suite à l'analyse et la modélisation synthétique de certaines informations, qui représentent en effet une vue de l'utilisateur des données de base, peuvent être rattachés à un système secondaire.

La figure 2.1 montre, à titre d'exemple, un itinéraire de déneigement qui est repéré dans le système secondaire composé de noeuds du réseau et des tronçons. Les noeuds du réseau étant repérés dans le système de base, le système secondaire est en fait rattaché à celui-ci permettant ainsi d'assurer la cohérence des données dans les deux systèmes.

Toute information dans la BDR est obligatoirement repérée dans le temps. Ce repérage peut être de deux types :

1. information se rapportant à un moment déterminé, par exemple le moment de l'accident,

2. information se rapportant à un espace de temps déterminé, par exemple la durée pendant laquelle un type de revêtement se trouve à un lieu donné d'une route.

Grâce au système de repérage dans l'espace et dans le temps, on peut déterminer pour chaque lieu du domaine routier :

- l'état des informations actuelles,
- l'état des informations à une date antérieure.

La structure des données dans une BDR doit rester dans un cadre général fixé qui peut être, à titre d'exemple, celle du canton de Neuchâtel (BDR-NE) :

- N° de la route,

- début et fin de validité de repérage dans l'espace,

- début et fin de validité de repérage dans le temps,

- valeur et qualification éventuelle du paramètre principal (type d'objet d'information), par exemple largeur de la chaussée, mesurée sur place ou évaluée selon un plan,

- valeurs et qualifications éventuelles des sous-paramètres, par exemple largeur voie droite, largeur voie gauche, mesurées sur place ou évaluées selon un plan,

- commentaire alphanumérique éventuel.

L'exemple du prototype de la BDR-NE [6] montre qu'en gardant une structure identique des données pour tous les paramètres on peut simplifier le logiciel d'exploitation.

Quant aux données routières proprement dites, la norme SN 640 909 [7] les répartit dans les chapitres suivants :

Itinéraire de déneigement défini à partir des tronçons

Tronçons d'un réseau constituant un système de repérage secondaire dans l'espace

Noeuds permettant de définir des tronçons

Noeuds du réseau repérés dans le système de repérage de base

PR = Point de repère

Système de repérage de base dans l'espace des données routières

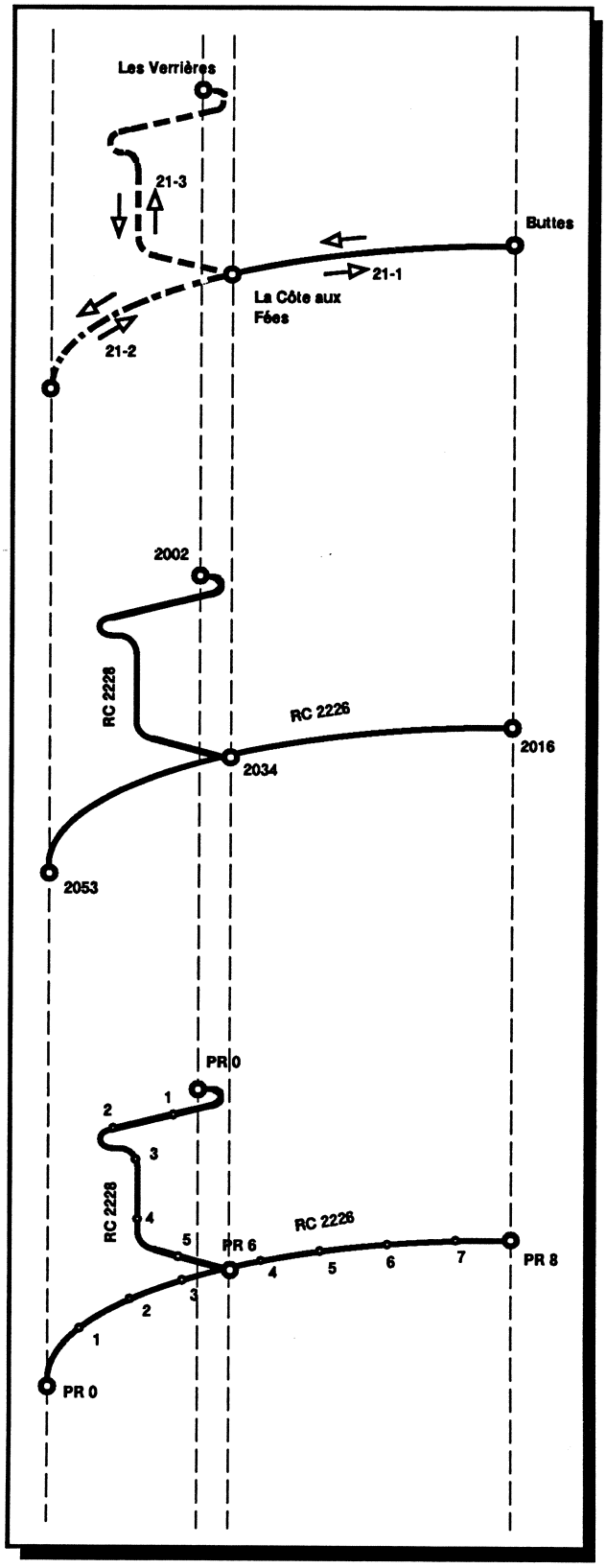


Fig 2.1 Exemple d'un itnéraire de déneigement repéré dans un système de repérage secondaire (celui du réseau)

1. Système de repérages de base et secondaire (réseaux)
2. Description de la route y compris l'infrastructure et la superstructure
3. Les événements sur la route (trafic, accidents, etc)
4. Entretien courant
5. Gros entretien
6. Contrôle et relevé de l'état des chaussées et des ouvrages
7. Données relatives aux modèles et aux simulations

Dans le prototype de la BDR-NE, les données suivantes sont introduites pour l'ensemble du réseau routier :

- coordonnées nationales des axes de maintenance des routes,
- coordonnées nationales et niveau de certains points caractéristiques tels que les points de repère, les noeuds d'interconnexion des routes et des limites administratives et de gestion,
- largeur des chaussées,
- type de revêtement de la couche de roulement,
- déflexion caractéristique (déflectographe La Croix),
- planéité longitudinale (viagraphe et partiellement APL et ARAN),
- tarif journalier moyen annuel (TJM),
- vitesse limite autorisée
- accidents de la circulation,
- transports publics,
- glissance (skiddomètre),
- orniérage (relevé manuel et partiellement ARAN),
- historique des travaux de revêtement,
- tronçons d'observation,
- tronçons proposés pour les travaux d'entretien et coûts.

Les données de la BDR-NE sont réparties en quatre groupes :

- données définissant les routes et leurs axes de maintenance ainsi que les limites administratives de gestion et les noeuds d'interconnexion,
- données concernant les définitions des paramètres (largeur de la chaussée, profondeur des ornières, etc),
- données par paramètre de l'ensemble des routes constituant le réseau,
- remarques ou précisions éventuelles, sous forme de texte limité à 80 colonnes, pour une donnée quelconque du groupe précédent.

En ce qui concerne la valeur d'un paramètre tel que la largeur de la chaussée, elle reste souvent valable sur une certaine longueur de la route et pour une certaine durée. Dans le tableau des données par paramètre, on tire parti de cette caractéristique en admettant que la valeur donnée d'un paramètre, à un endroit le long de l'axe de maintenance de la route, reste valable jusqu'à ce qu'elle soit modifiée par une nouvelle valeur à un autre point de cet axe. De cette manière, le nombre d'enregistrements est limité.

A titre d'exemple, le tableau 2.1 montre le cas d'un paramètre principal qui donne la largeur de la chaussée en cm. Les deux sous-paramètres précisent la largeur par voie, respectivement le nombre de voies. La qualification de la valeur principale est le type de revêtement de la chaussée, qui est donné sous forme d'un indice de texte normalisé. Les données de ce tableau correspondent au schéma de la figure 2.2.

La saisie des données est réalisée par secteur (exemples trafic et accidents, auscultation des chaussées, etc) sous la responsabilité du service ou de l'organisation concerné. Avant l'introduction dans la BDR, les documents sous forme graphique (figure 2.3) établis à partir des données saisies, permettent de réaliser un contrôle.

Pour les données recueillies par les appareils automatiques à grand rendement tels que déflectographe La Croix, le transfert d'information dans la BDR est réalisé à l'aide des supports informatiques.

La BDR-NE permet de faire quelques traitements standard tels que tri satisfaisant une ou plusieurs conditions, obtention des longueurs et des surfaces des tronçons de routes satisfaisant le tri, etc.

La sortie des résultats de tri ou autres données recherchées dans la BDR peut se présenter sous forme de tableau, de diagrammes ou de plans.

A titre d'exemple, la figure 2.4 montre un diagramme pour une route qui donne les valeurs de quatre paramètres (trafic TJM, accidents avec nombre de véhicules impliqués, qualité antidérapante selon skiddomètre et profondeur des ornières). De même, la figure 2.5 montre la carte du réseau routier cantonal neuchâtelois avec tronçons ayant un taux d'accident entre 3.1 et 4 millions de véhicules kilomètres parcourus.

Tableau 2.1 : Exemple des données concernant le paramètre "Largeur de chaussée"

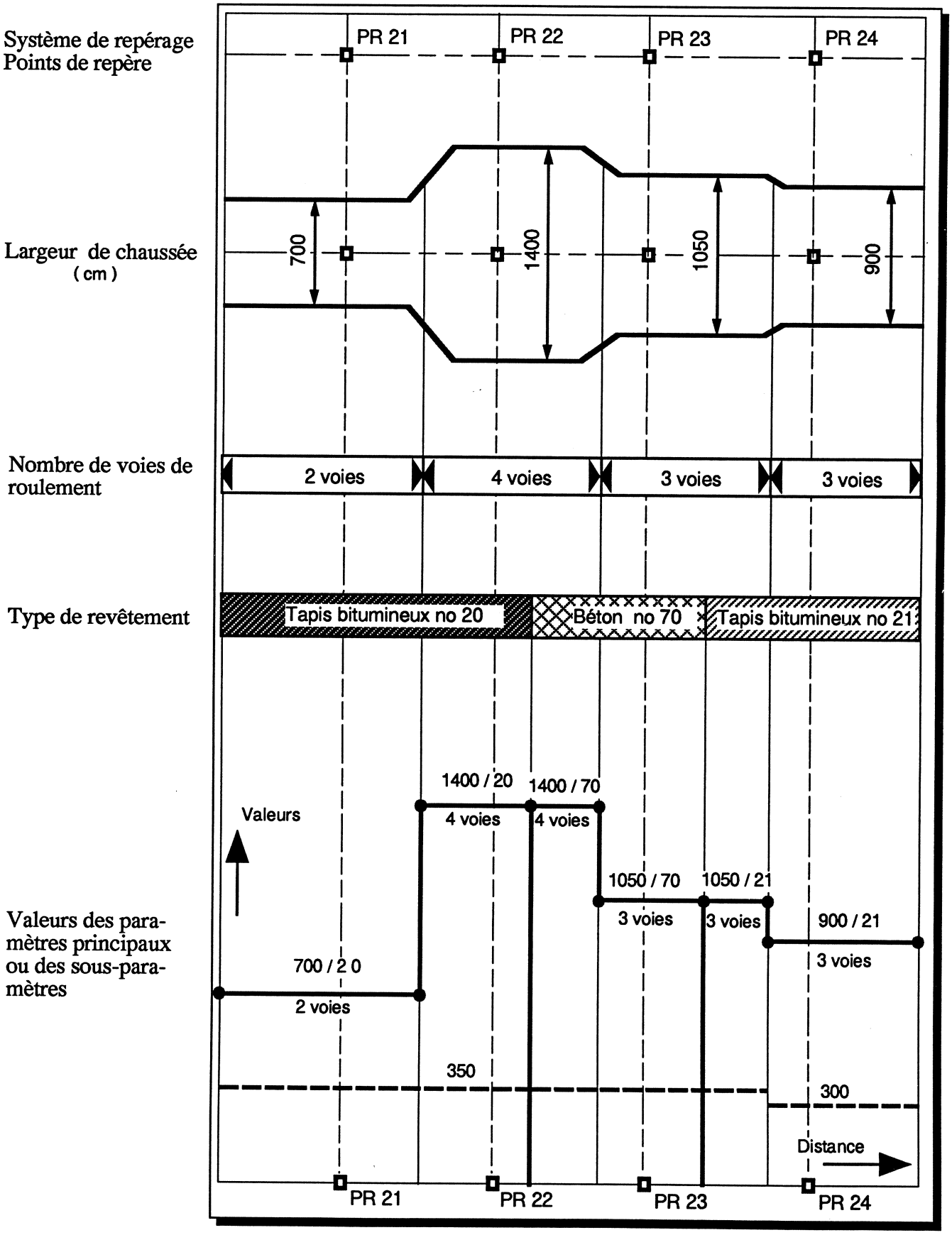
Exemple de données pour le paramètre "Largeur de chaussée"

No Rte	Validité dans l'espace Début		Fin		Validité dans le temps Début	Fin	Valeur princi. Larg. totale	ITN Texte Normalisé	S.-Par1 Larg. voie	T	S.-Par2 Nb. voies	T	C
1003	20	500	21	800	24.06.86	00.00.00	700	20	350	2	2	0	1
Campagne de mesures 1986 par CAMEROUTE													
1003	21	800	22	200	24.06.86	00.00.00	1400	20	350	2	4	0	0
1003	22	200	22	750	24.06.86	00.00.00	1400	70	350	2	4	0	0
1003	22	750	23	350	24.06.86	00.00.00	1050	70	350	2	3	0	0
1003	23	350	23	700	24.06.86	00.00.00	1050	21	350	2	3	0	0
1003	23	700	24	200	24.06.86	00.00.00	900	21	300	2	3	0	0

Extrait d'une table de "Texte Normalisé"

ITN Texte Normalisé	Texte normalisé
10	Enduits superficiels ES
11	ES avec goudron
12	...
...	
20	Tapis bitumineux
21	TAB 6, VSS (Fuseau 41)
...	...
70	Revêtement Béton
71	...
...	

Fig. 2.2 Schéma de représentation des données concernant le paramètre " Largeur de chaussée "



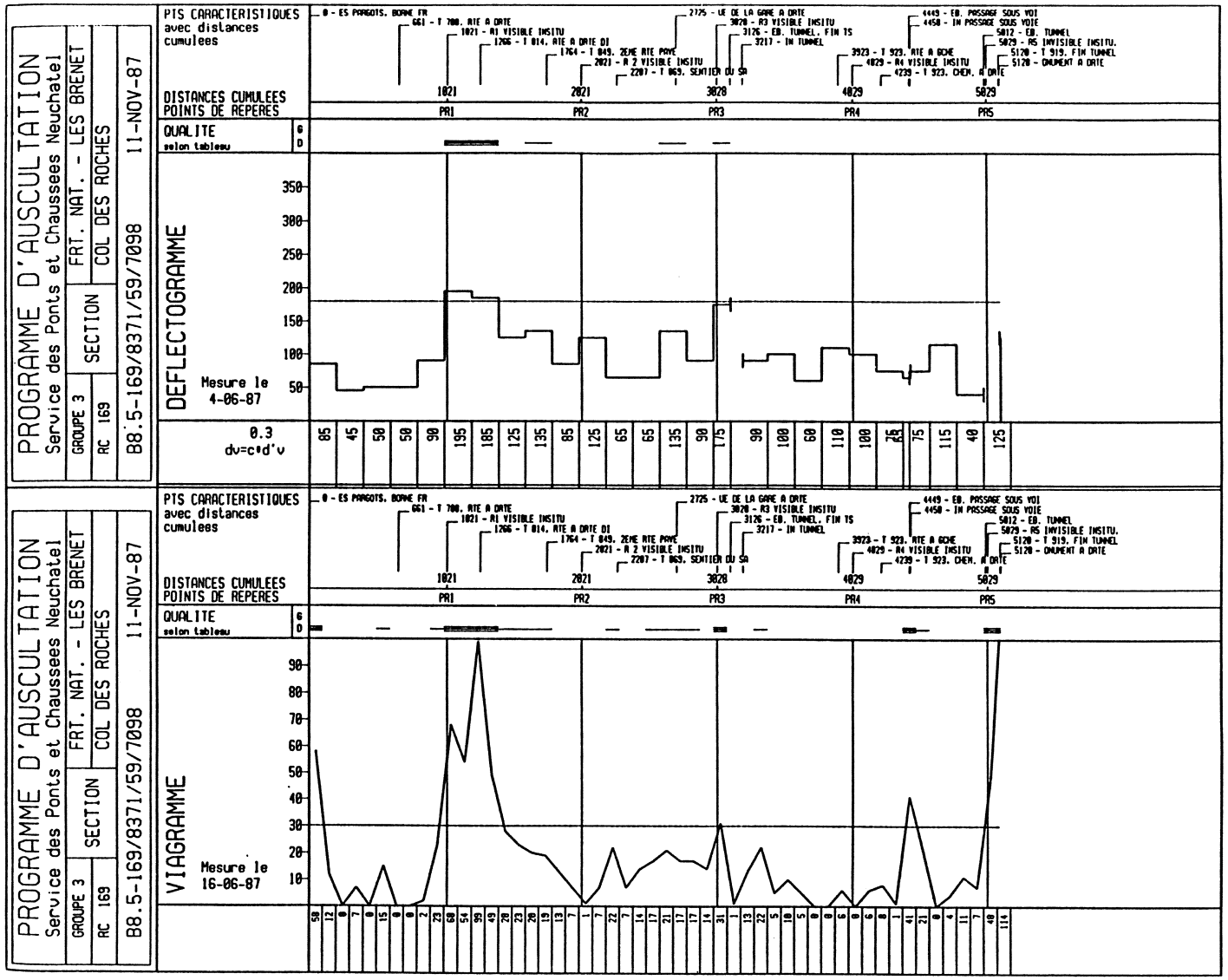


Fig. 2.3 Exemple de sortie graphique de contrôle de saisie des données du déflectogramme et du Viagramme.

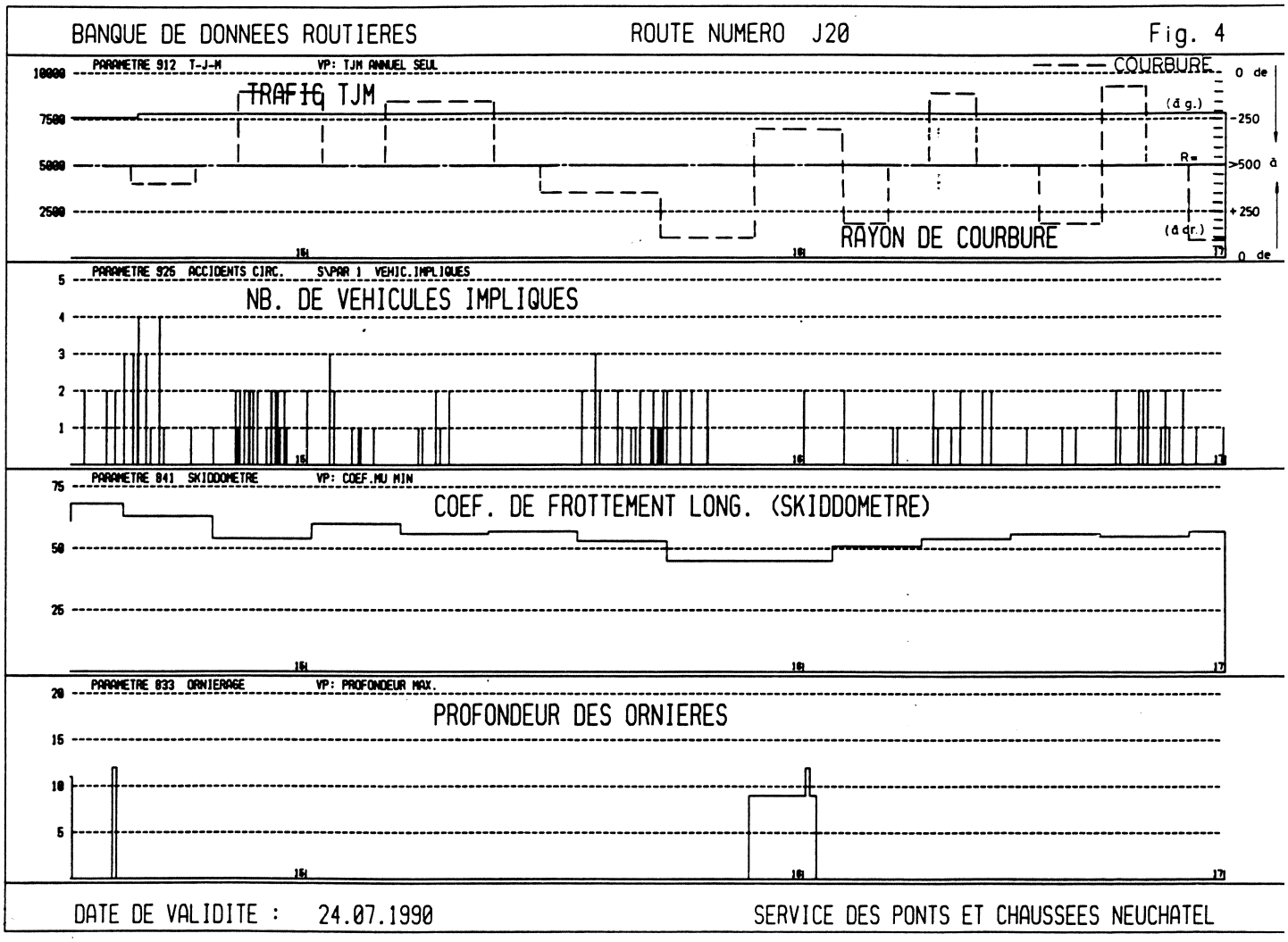


Fig. 2.4 Exemple de comparaison des données de quelques paramètres intéressant la sécurité routière pour un tronçon de route (J20 : PR 14 + 500 au PR 17).

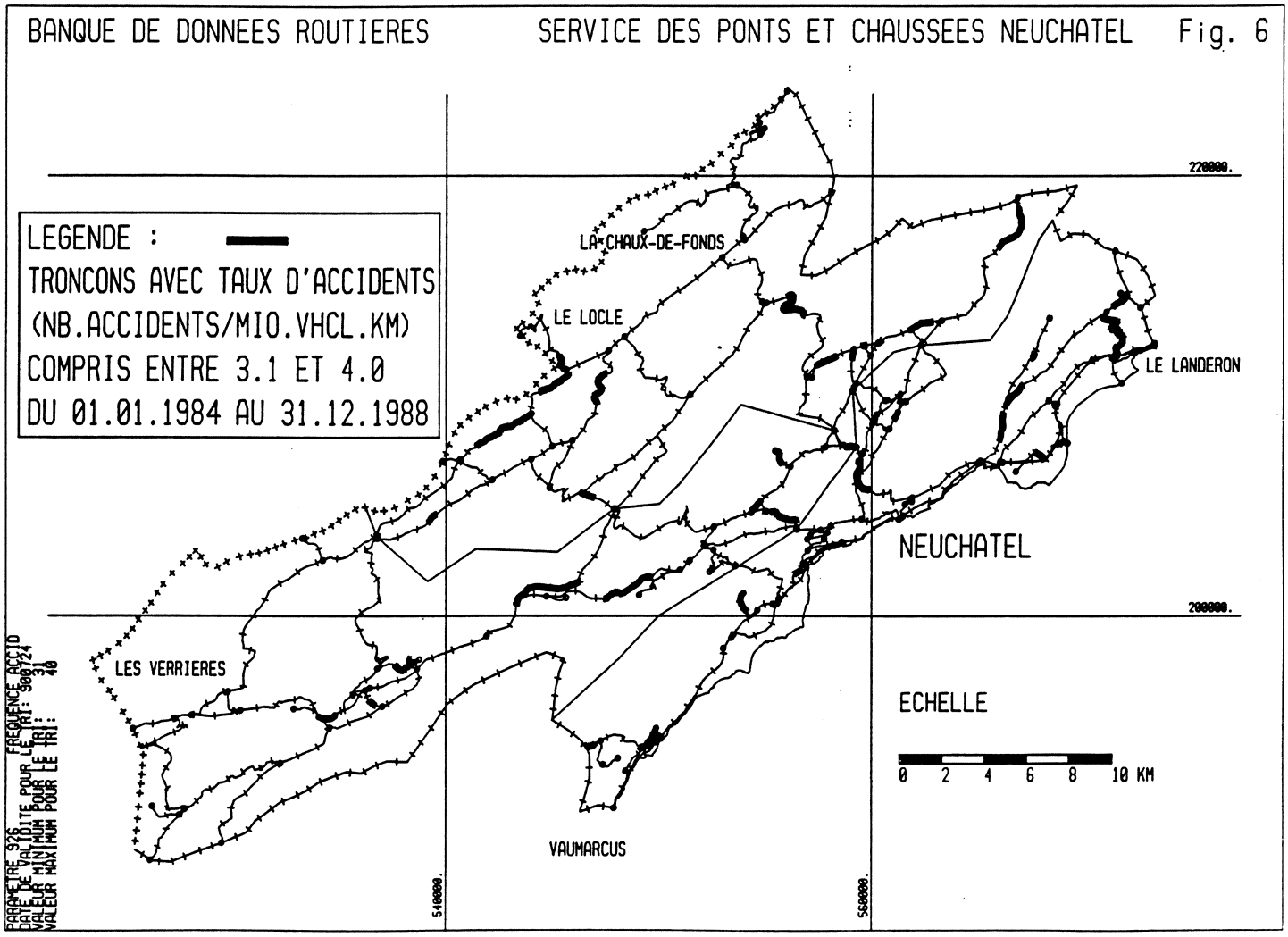


Fig. 2.5 Carte synoptique du réseau routier montrant les tronçons de route avec taux d'accidents Ur compris entre 3.1 et 4.0.

Dans le cadre des deux mandats de recherche VSS N° 21/81 et N° 15/84 [8 et 9], le LAVOC a développé deux versions de la BDR, dont la première est à la base du prototype de la BDR-NE. Dans la version 2.00 de la BDR-LAVOC, un point de repère d'un réseau est absolument unique et il n'est pas lié à un tronçon ou un itinéraire.

En effet, ces deux derniers éléments sont créés par une succession ordonnée des points de repères puis des tronçons. Les versions 1.00 et 2.00 BDR-LAVOC ainsi que le prototype BDR-NE sont élaborés dans le langage de programmation FORTRAN 77.

Les possibilités actuelles dans le domaine de base de données relationnelles (SGBDR) permettent de concevoir une BDR dans un système de gestion du type ORACLE. C'est le cas de la BDR en cours d'élaboration pour l'Office fédéral des routes sous le titre STRADA [10]. Les avantages d'une BDR élaborée en utilisant un SGBDR sont les suivants :

- le modèle relationnel est simple car les données se trouvent sous forme de tableaux à deux dimensions,
- il permet d'éliminer pratiquement la redondance,
- il permet facilement l'extension des données.

L'échange des données entre les BDR des cantons et celles de la Confédération sera assuré grâce au système de repérage de base dans l'espace et à l'homogénéité de la structure des données. Les normes sur le catalogue des données routières en cours d'élaboration permettront la réalisation effective des BDR compatibles entre elles.

Pour la BDR du canton de Neuchâtel, comportant environ 455 km de routes cantonales, y compris la N5, le volume des données et du logiciel d'exploitation représente 30 MB. Le coût annuel d'exploitation de la BDR-NE, y compris les frais d'acquisition des données est de l'ordre de Fr. 150'000,-.

Dès 1977, une BDR a été progressivement mise en place en France [11] et en 1984 on comptait déjà 85 départements dans lesquels les données sur les routes nationales ont été informatisées. La différence essentielle avec la BDR du canton de Neuchâtel et la BDR française réside dans le fait que, pour cette dernière, chaque paramètre a une structure différente.

Aux Etats-Unis, les BDR sont caractérisées par un repérage par tronçon délimités de façon permanente [12]. Cette simplification est justifiée par un nombre limité des paramètres utilisés pour la gestion des chaussées.

3. TYPES DE SYSTEMES DE GESTION INFORMATISES DES CHAUSSEES

3.1 Généralités

Les premiers systèmes de gestion des chaussées ont été conçus dans les années 70, lorsque l'importance croissante de l'ensemble des activités de construction et d'entretien des chaussées était reconnue [13] à [15]. Le développement dans ce domaine est considérable et on peut classer l'ensemble des SGC en trois grandes catégories suivantes :

- systèmes basés sur l'évaluation des priorités en tenant compte d'un ou de plusieurs paramètres caractérisant l'état de la chaussée et éventuellement d'autres éléments économiques à un moment donné, donc valables pour la planification annuelle, ou de courte durée, ne dépassant pas quelques années,

- systèmes comportant la notion d'optimisation des ressources pour une durée déterminée et ainsi valables pour la planification pluriannuelle,

- systèmes experts appliqués à la gestion des chaussées.

Dans les paragraphes suivants, nous allons décrire brièvement les deux premiers types de systèmes afin de faire ressortir les principes fondamentaux de ceux-ci. Le troisième type de système est encore à ses débuts et ne sera pas traité dans la présente étude.

3.2 Systèmes basés sur l'évaluation des priorités

Ces systèmes s'approchent le plus de la méthode de gestion pratiquée actuellement, à laquelle ils apportent une plus grande objectivité et uniformité. Les responsables de l'entretien et de l'exploitation d'un réseau routier sont amenés à faire des choix en fonction d'un certain nombre de critères. Ils évaluent ainsi des priorités.

Dans les SGC basés sur ce même principe, les critères d'évaluation sont appliqués de façon systématique pour l'ensemble du réseau d'où une uniformité de traitement et une objectivité accrue.

L'analyse des besoins est réalisé en prenant en considération un certain nombre de paramètres relatifs :

- à la sécurité routière,
- à la pérennité de la chaussée,
- au confort des usagers.

Par un système de notation et des coefficients de pondération qui tiennent compte de l'importance relative de chaque catégorie de paramètre, une note globale de priorité est obtenue [16].

Indice actuel de confort des usagers de la route (Present rideability index) utilisé dans l'Etat de New-York

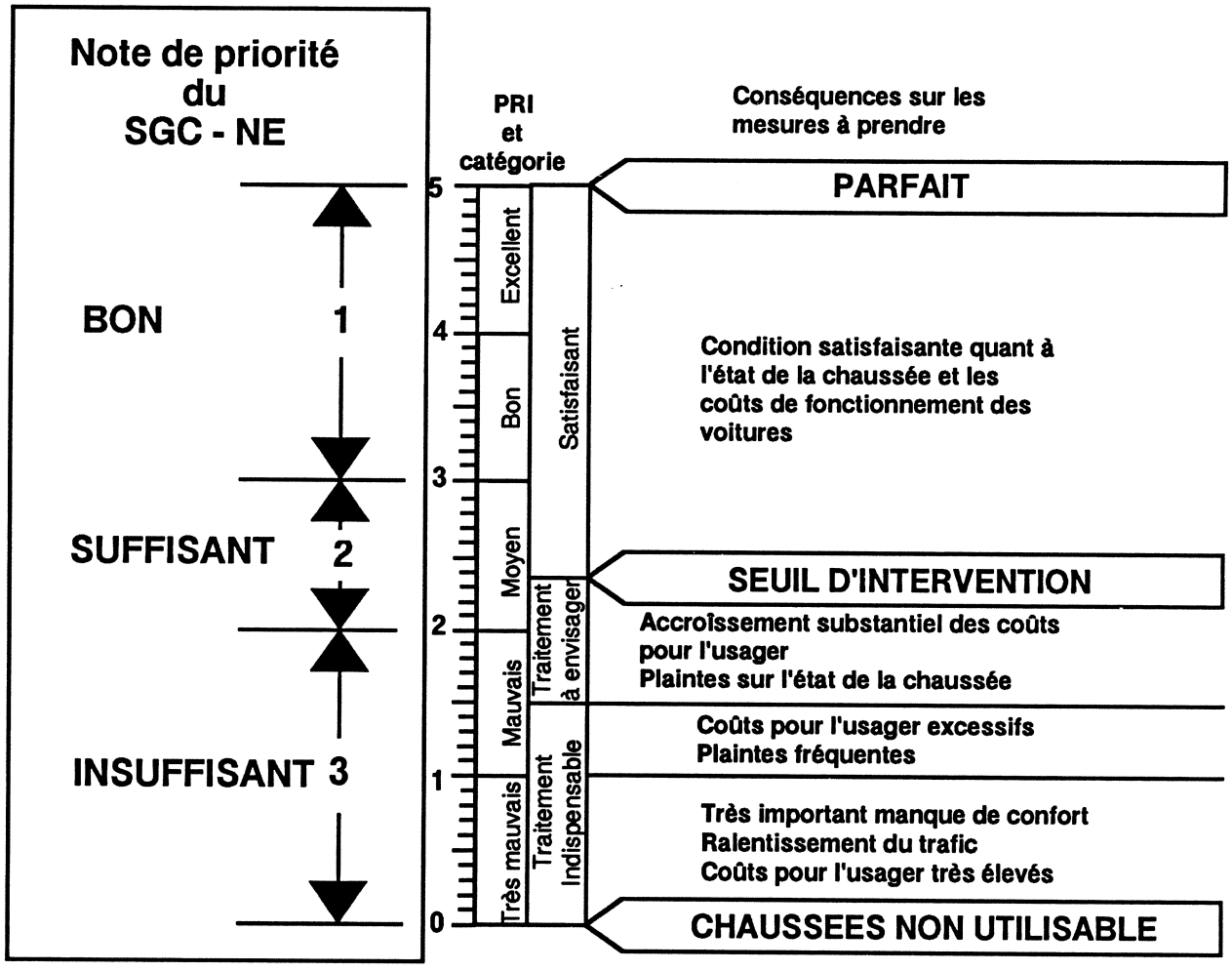


Fig. 3.1 Exemple de classification d'un paramètre tel que confort des usagers en cinq catégories et du système de notation quand à l'évolution des priorités [1]

Pour chaque paramètre, tel que confort des usagers, l'état de la chaussée peut être classé en trois catégories : bon, suffisant ou insuffisant ou en cinq catégories comme le montre la figure 3.1 [1] qui est la solution utilisée aux Etats-Unis. La note de priorité pour un paramètre donné croît avec l'état de dégradation.

Le paramètre économique est implicitement pris en considération par le biais de ces coefficients de pondération et ceci uniquement au niveau du réseau. Ceux-ci sont évalués à l'aide de l'étude coût-avantage de quelques échantillons de tronçon représentatif du réseau routier.

Au niveau du projet, c'est l'expérience du gestionnaire qui est mise à contribution pour le choix de la stratégie d'entretien et de la solution envisagée. Un tel système est développé au chapitre 5.

Nous résumons ci-après quelques exemples d'un tel système.

En Belgique [17], les critères d'évaluation des paramètres sont les suivants :

- rugosité de la chaussée mesurée à l'aide de l'appareil SCRIM
- profil en long de la chaussée à l'aide de l'appareil APL
- profondeur des ornières à l'aide d'un véhicule muni d'un essieu à deux pneus larges roulant sur les bords des ornières et sept petites roues permettant de détecter et d'enregistrer la profondeur de l'ornière maximale
- déflexion caractéristique mesurée à l'aide du déflectographe Lacroix permettant d'analyser la portance et de déterminer la durée de vie résiduelle de la chaussée.

Ces mesures donnent des résultats en différentes échelles des valeurs. Pour pouvoir déterminer un indice global de l'état de la chaussée, les résultats de ces mesures sont ramenés à une échelle d'appréciation unique donnée dans le tableau 3.1.

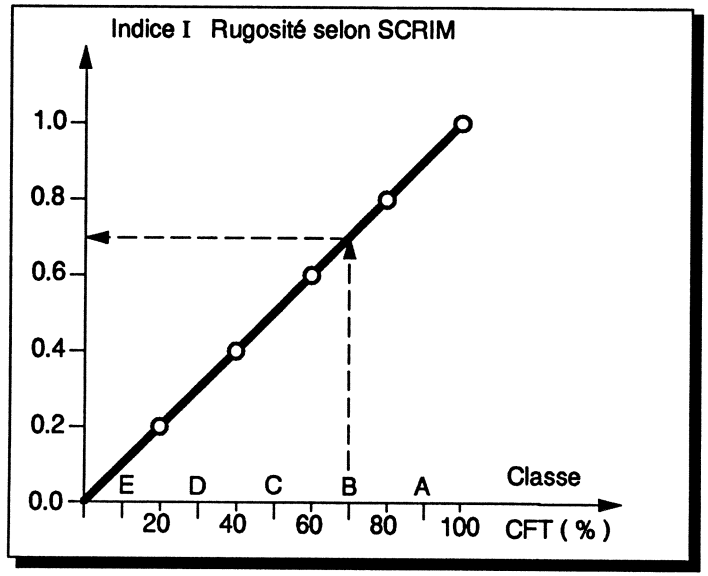
La transformation des résultats des mesures dans les indices individuels suivant est faite selon les graphiques de la figure 3.2 :

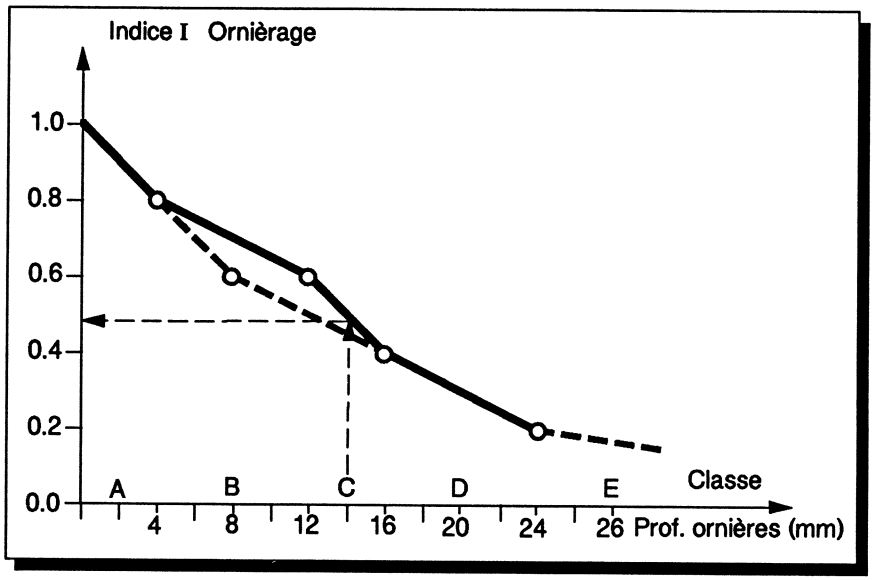
I glis = Indice de glissance selon le résultat de mesure du coefficient de frottement transversal (CFT), par exemple : *I glis* = 0,7 pour CFT de 70%

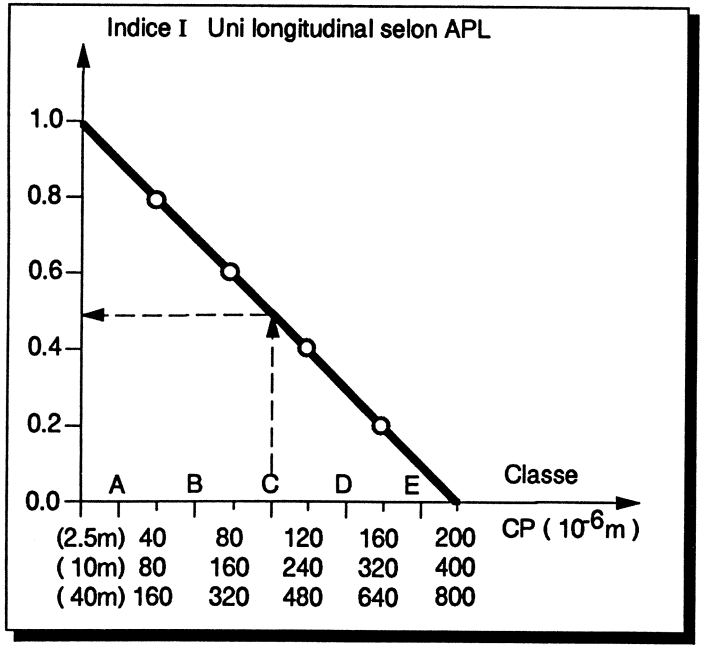
I uni = Indice d'uni longitudinal selon résultat de mesure de l'appareil APL, par exemple : *I uni* = 0,5 pour CP de 200 (longueur d'onde -> = 10 m)

I orn = Indice d'orniérage, par exemple I orn = 0,5 pour la profondeur des ornières de 14 mm

I dur = Indice de vie résiduelle, par exemple I dur = 0,7 pour une durée de vie résiduelle de 14 ans.







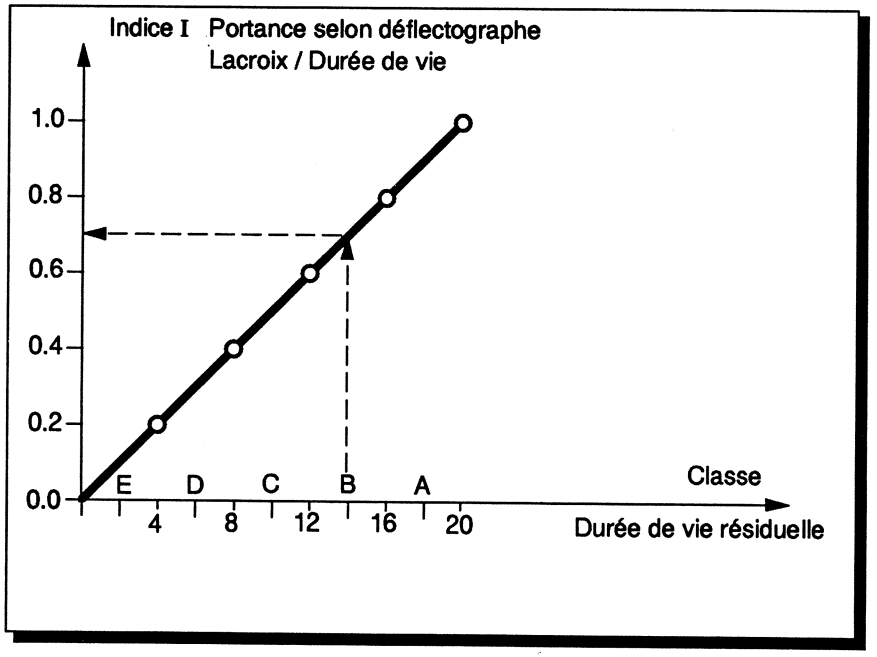


Fig. 3.2 Transformation des indices d'évaluation de l'état de chaussée en Belgique [19]

Tableau 3.1 Echelle d'appréciation des indices d'évaluation de l'état des chaussées en Belgique [17]

Classe	Valeur de l'indice	Qualification
A	1 - 0.8	Très bon
B	0.8 - 0.6	Bon
C	0.6 - 0.4	Moyen
D	0.4 - 0.2	insuffisant
E	0.2 - 0.0	Très mauvais

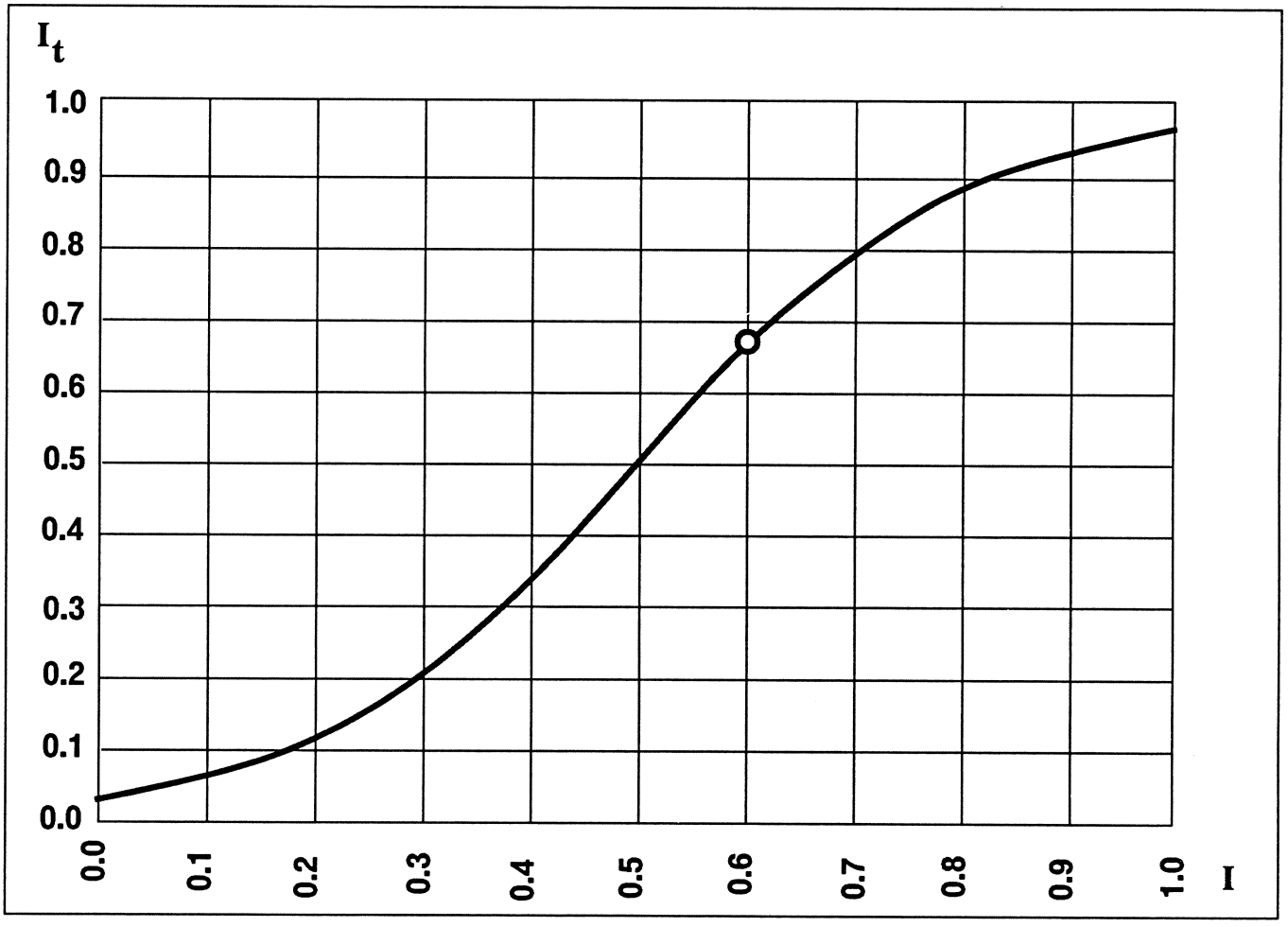


Fig. 3.3 Fonction de transformation d'indice individuel (I), afin d'accentuer la variation autour de la valeur critique 0.6 [17]

Afin d'accentuer la variation de l'indice individuel autour de la valeur critique de 0,6 (classe C), une deuxième transformation de l'indice individuel est faite selon la formule

$$I_t = \frac{1}{1+2^{(5-10I)}} \qquad (3.1)$$

La figure 3.3 montre la variation de It en fonction de I. A partir des indices individuels transformés on détermine les deux indices globaux pour évaluer les priorités selon les critères suivants :

Sécurité des usagers

Indice de sécurité *Is* = 0.5 *I glis* + 0,25 *I uni* + 0,25 *I orn*

L'indice *I uni* est également pondéré pour les longueurs d'onde λ de la manière suivante :

λ = 2.5 m	coefficient de pondération	p = 5/12
λ = 10 m		p = 4/12
λ = 40 m		p = 3/12

Pérennité de la chaussée

Indice de portance Igc = 0.5 I dur + 0.25 I uni + 0.25 I orn. L'indice Iuni est pondéré dans le cas de la manière suivante :

λ = 2.5 m	coeffifient de pondération	p = 3/12
λ = 10 m		p = 4/12
λ = 40 m		p = 5/12

On peut remarquer que dans l'évaluation globale de la priorité (*Is* + *Igr*) tous les indices mesurés (*I glis*, *I uni*, *I orn* et *I dur*) interviennent avec le même poids (0,5).

Parmi les méthodes des priorités utilisées aux Etats-Unis, nous en résumons ici deux. L'une pratiquée dans l'Etat de Floride [18] est basée sur les deux paramètres suivants :

- évaluation visuelle de l'état de surface de la chaussée du point de vue de la fissuration, l'orniérage et le rhabillage permettant de donner une note Nd de 0 à 100 de l'état de dégradation moyenne des tronçons de 100 pieds (30,5 m);

- confort routier déterminé à partir de l'appareil à grand rendement "Mays" et donnant une note Nc de 0 à 100.

La note globale de l'état de la chaussée Ng est obtenue par la formule suivante :

$$Ng = \sqrt{Nd.Nc} \qquad (3.2)$$

La note Ng = 100 correspond à l'état parfait. Tous les tronçons de routes ayant une note Ng inférieure à 60 sont considérés comme "état déficient". Ces tronçons font alors partie de la liste des travaux de renouvellement de couche de surface. Grâce à l'étude de 80 sections d'observation de 30,5 m, la loi de dégradation de la note Ng en fonction de l'état initial relevé a été établie pour les chaussées souples à revêtement bitumineux. Cette loi est donnée dans le tableau 3.2. L'analyse pluriannuelle portant sur une période de 15 ans permet d'évaluer le programme de renouvellement de couche d'usure dans les six districts de l'Etat de Floride. Le logiciel de calcul détermine soit l'évolution moyenne de l'état du réseau dans le cas où l'investissement annuel est donné, soit pour un état moyen des chaussées à maintenir pour la période considérée (c'est-à-dire aucun tronçon à note Ng inférieure à 60). Il donne les montants annuels des investissements.

Note globale de l'état de la chaussée	Taux annuel de dégradation; réduction de nb. de points par an
100 à 90	4.10
89 à 80	2.05
79 à 70	2.32
69 à 60	2.43
59 à 50	2.89
49 à 40	3.23
39 à 30	3.56
29 à 20	4.07
19 à 10	4.28
09 à 00	3.77

Tableau 3.2 Loi de dégradation des chaussées de l'Etat de Floride [18]

SGC
Système des objectifs

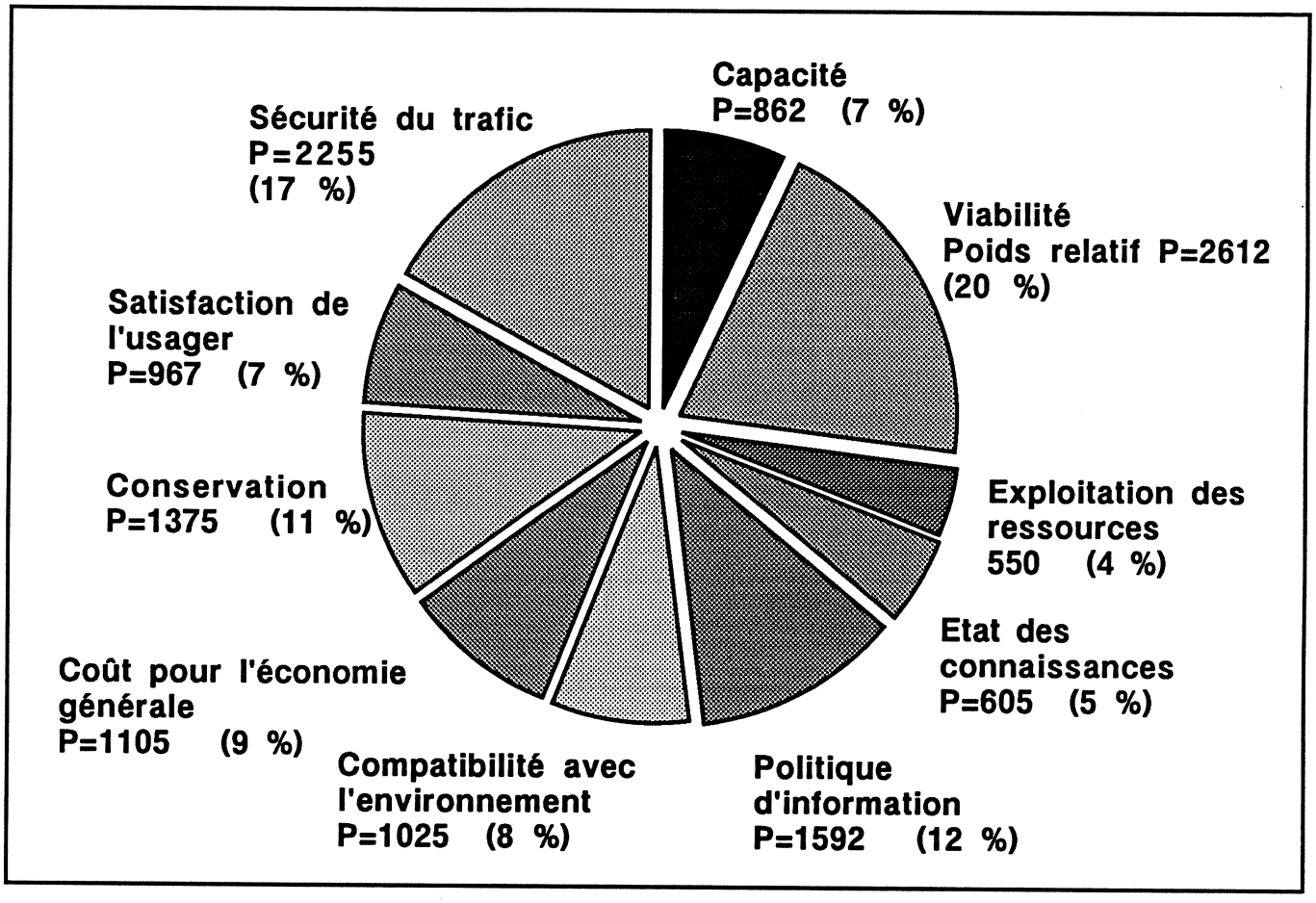


Figure 3.4 Poids relatifs des objectifs principaux d'un SGE.
Proposition pour l'évaluation des priorités des travaux de gros entretien [20]

L'autre exemple de ce type de méthode est celui développé par l'Institut des transports du Texas [19]. Celui-ci a pour but d'estimer le coût des travaux d'entretien et de renouvellement des chaussées souples à tapis bitumineux pour une courte durée de 3 à 5 ans. L'évaluation de l'état des chaussées dans ce cas est également basée sur les deux paramètres cités pour l'Etat de Floride. Le système d'évaluation des besoins tient aussi compte des lois de dégradation connues dans le cas précédent. De surplus, il fait intervenir d'autres paramètres tels que l'étendue des dégradations, le type de chaussée et le volume du trafic. Pour l'évaluation du programme des travaux de maintenance, la méthode tient compte d'une liste de 13 types de travaux de maintenance partant du remplissage des fissures jusqu'au rabotage et pose d'une couche de roulement et des arbres de décision correspondant aux différents types de chaussées, de l'état de dégradation et du volume du trafic. Ces éléments déterminés avec l'aide des responsables du service d'entretien permettent d'établir des programmes des travaux de courte durée (1 à 3 ans).

En Suisse, les travaux de recherche entrepris dans le cadre des mandats confiés par l'OFR ont permis d'achever le développement en cours dans le canton de Neuchâtel de la méthode des priorités décrite dans le chapitre 5, ainsi que d'élaborer un concept du système de gestion de l'entretien (SGE) englobant, en plus des chaussées, tous les éléments de la maintenance routière [20]. Il serait trop long de présenter ici même un résumé de ces travaux qui auraient pour but principal d'établir un concept global pour la SGE en Suisse. Notons qu'ils ont permis d'établir un système des objectifs pour l'ensemble des activités d'une administration routière. Par ailleurs, une méthode d'évaluation des priorités est proposée en tenant compte d'un grand nombre de paramètres. Les poids relatifs de ces paramètres sont donnés dans le diagramme de la figure 3.4. Il y a lieu de remarquer que les objectifs tels que politique d'information (poids relatif de 12 %), coût pour l'économie globale (poids relatif de 9 %), compatibilité avec l'environnement (poids relatif de 8 %) et état des connaissances (poids relatif de 3 %) sont difficiles à quantifier pour une mesure de gros entretien.

3.3 Systèmes comportant la notion d'optimisation

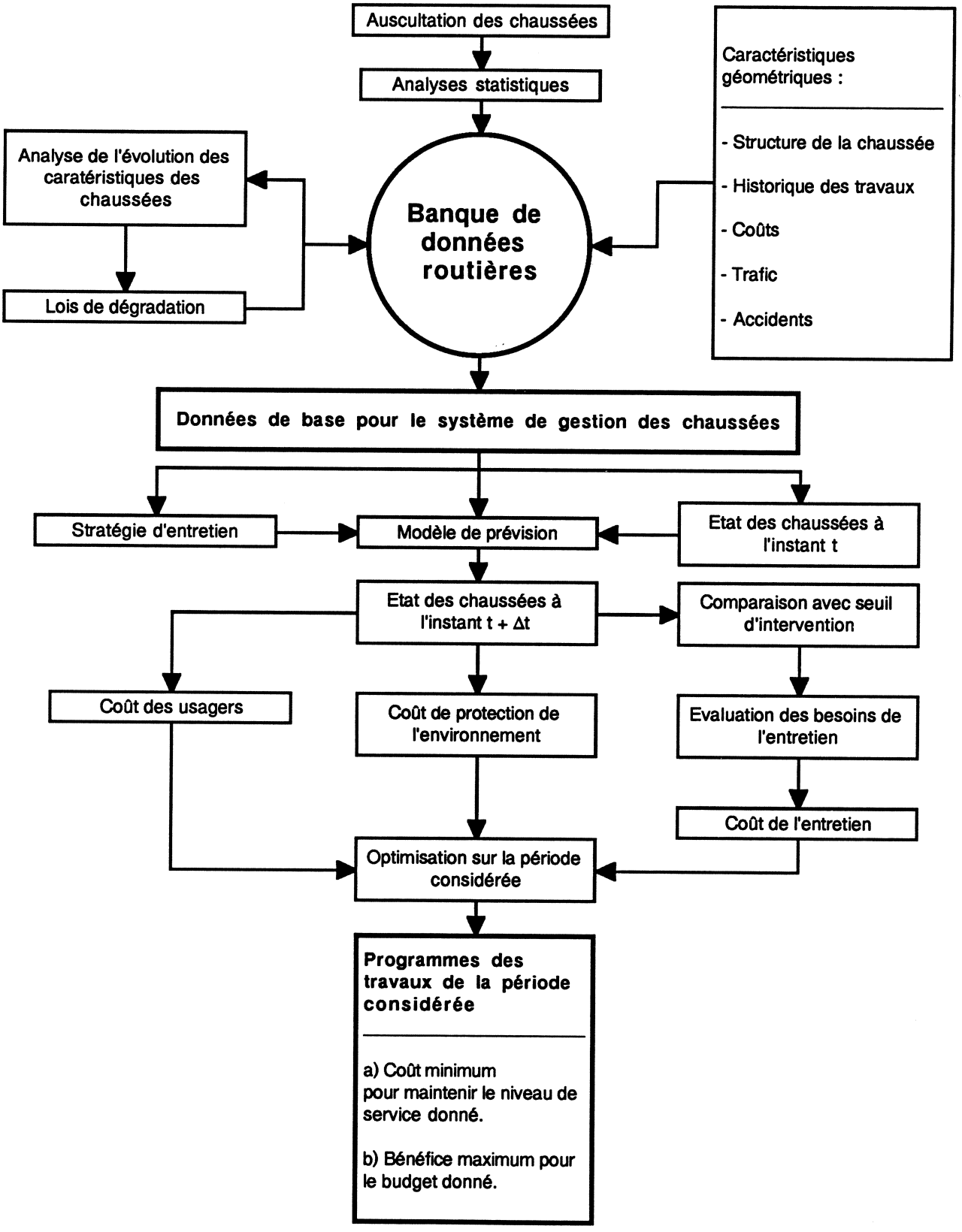
Le principe de tels systèmes est présenté par le schéma de la figure 3.5. Il comporte tous les éléments d'un SGC complet cités dans le paragraphe 2.2. Les compléments principaux au système simplifié du paragraphe précédent sont la prise en considération du coût des usagers et éventuellement de l'impact sur l'environnement ainsi que l'optimisation.

Le coût de l'usager comporte plusieurs éléments, tels que le coût de fonctionnement des véhicules, le temps de parcours et les coûts des accidents.

Peu d'informations sont disponibles en ce qui concerne la relation entre l'état de la chaussée et le coût des usagers ainsi que le coût indirect provenant de l'impact sur l'environnement.

L'indice d'état de la chaussée ainsi que son évolution dans le temps deviennent des paramètres importants pour un système comportant la notion d'optimisation.

Fig. 3.5 Schéma de base d'un système de gestion des chaussées d'un réseau



Il y a deux types généraux d'indices d'état des chaussées :

- le type I qualifie les valeurs d'un seul paramètre de l'état de la chaussée, par exemple l'uni longitudinal, la dégradation superficielle, la déflexion, etc;

- le type II représente une combinaison d'au moins deux paramètres individuels d'état de la chaussée. L'indice global de "viabilité" ou de "servicibilité" est déterminé à partir des valeurs des indices individuels. A titre d'exemple, on peut citer les indices suivants :

- PSI (Present Servicibility Index) - indice actuel de viabilité bien connu et très répandu aux Etats-Unis,

- PQI (Pavement Quality Index) - indice de qualité de la chaussée utilisé dans la province d'Alberta. Il regroupe le SAI (Structural Adequacy Index) - indice de suffisance structurelle, le RCI (Riding Comfort Index) - indice de confort routier, et le VCI (Visual Condition Index) - indice visuel de l'état de la chaussée,

- PCR (Pavement Condition Rating) - note représentant l'état de la chaussée dans l'Etat d'Ohio et la province d'Ontario,

- PRI (Present Rideability Index) - indice actuel du confort routier utilisé dans l'Etat de New York,

- FI (Final Index) - indice final utilisé dans l'Etat d'Idaho regroupant un indice structural (SI) et un indice de dégradation,

- DP (Damage Points) - points de dégradation utilisés en Suède et regroupant l'uni longitudinal, la profondeur d'ornière et le pourcentage de revêtement fissuré,

- MCI (Maintenance Control Index) - indice de maintenance utilisé au Japon et regroupant la profondeur des ornières et le taux de fissuration du revêtement.

L'avantage des indices du type II est de classer les chaussées dans un ordre de priorité au niveau des besoins de l'entretien à l'aide d'une seule notation. Ses principaux inconvénients sont les suivants :

- le confort routier, c'est-à-dire l'uni longitudinal, a un poids prépondérant par rapport aux autres paramètres,

- la pondération des notes individuelles pour obtenir la note globale est difficile à déterminer,

- la note globale peut représenter des situations totalement différentes étant donné que les notes individuelles des paramètres peuvent se compenser entre elles.

En ce qui concerne le comportement d'un paramètre individuel ou d'un indice global de l'état de la chaussée en fonction du temps, on peut admettre en général [1] une courbe du type de la figure 3.6. On peut désigner pour chaque paramètre le seuil d'alerte et celui d'intervention. Entre ces deux valeurs, les travaux d'entretien constituent une action de prévention. Après le seuil d'intervention, il s'agit d'entretien curatif.

Les valeurs brutes mesurées d'un paramètre, tel que l'uni longitudinal par exemple, ou celles évaluées d'un indice global tel que PSI, peuvent être classées en cinq catégories : excellent, bon, suffisant, insuffisant, mauvais (cf. figure 3.1).

Le seuil d'alerte à partir duquel il faut surveiller l'évolution de la valeur du paramètre concerné se situe à la limite bon - suffisant. On peut envisager dès lors des traitements préventifs. Le seuil d'intervention se situe à la limite suffisant - insuffisant. La limite supérieure d'excellent représente la valeur correspondant à une chaussée neuve parfaite et la limite inférieure du mauvais correspond à une chaussée non utilisable.

Les modèles de dégradation utilisés dans les calculs d'optimisation sont de trois catégories [1] :

- modèles théoriques; ils sont fondés sur l'analyse des contraintes et déformations de la chaussée et concernent uniquement l'aspect structurel. De ce fait, ils sont peu utilisés dans les SGC,

- modèles empiriques; établis sur la base des observations, ils forment la majorité des cas [21],

- modèles basées sur des enquêtes; comme leur nom l'indique, ces modèles sont établis en consultant des ingénieurs expérimentés dans le domaine de la maintenance routière.

L'état de la chaussée ainsi que les prévisions de son comportement dans le temps, permettent de définir les besoins au niveau de l'entretien et des coûts des travaux qu'on peut envisager. Pour un certain nombre de besoins les solutions peuvent être de coût et de durée de vie différents. Sur le plan du coût des usagers également, elles représentant des sommes différentes.

Par ailleurs, les contraintes budgétaires ne permettent pas toujours de satisfaire à tous les besoins recensés. C'est pourquoi un processus d'optimisation est utilisé pour établir le programme annuel et pluriannuel des travaux.

Plusieurs solutions de coûts et de durée de vie différents sont possibles pour satisfaire aux besoins de l'entretien. Par ailleurs, ces solutions peuvent être combinées de différentes manières en fonction de la stratégie de l'entretien. La figure 3.7 montre deux stratégies à titre d'exemple. Dans le premier cas, les travaux sont effectués à un certain seuil d'alerte tandis que, dans le deuxième cas, on ne les effectue que lorsque le seuil d'intervention est atteint [1].

Le coût des travaux d'entretien à la période t2 peut être deux à trois fois plus élevé que si les travaux avaient eu lieu à t1.

Fig. 3. 6 Evolution type d'un paramètre indiquant l'état de la chaussée [1]

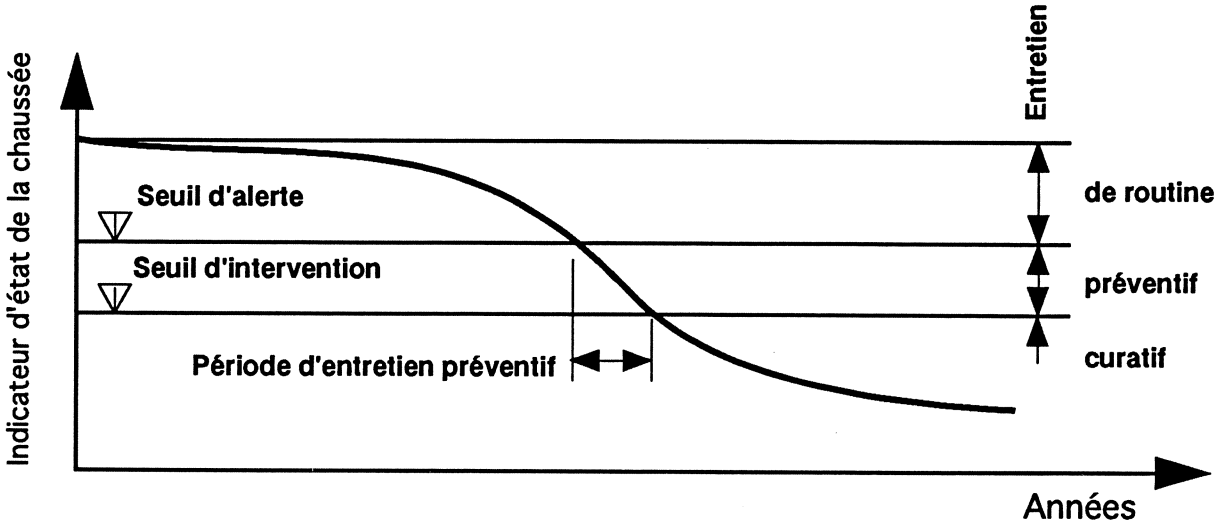
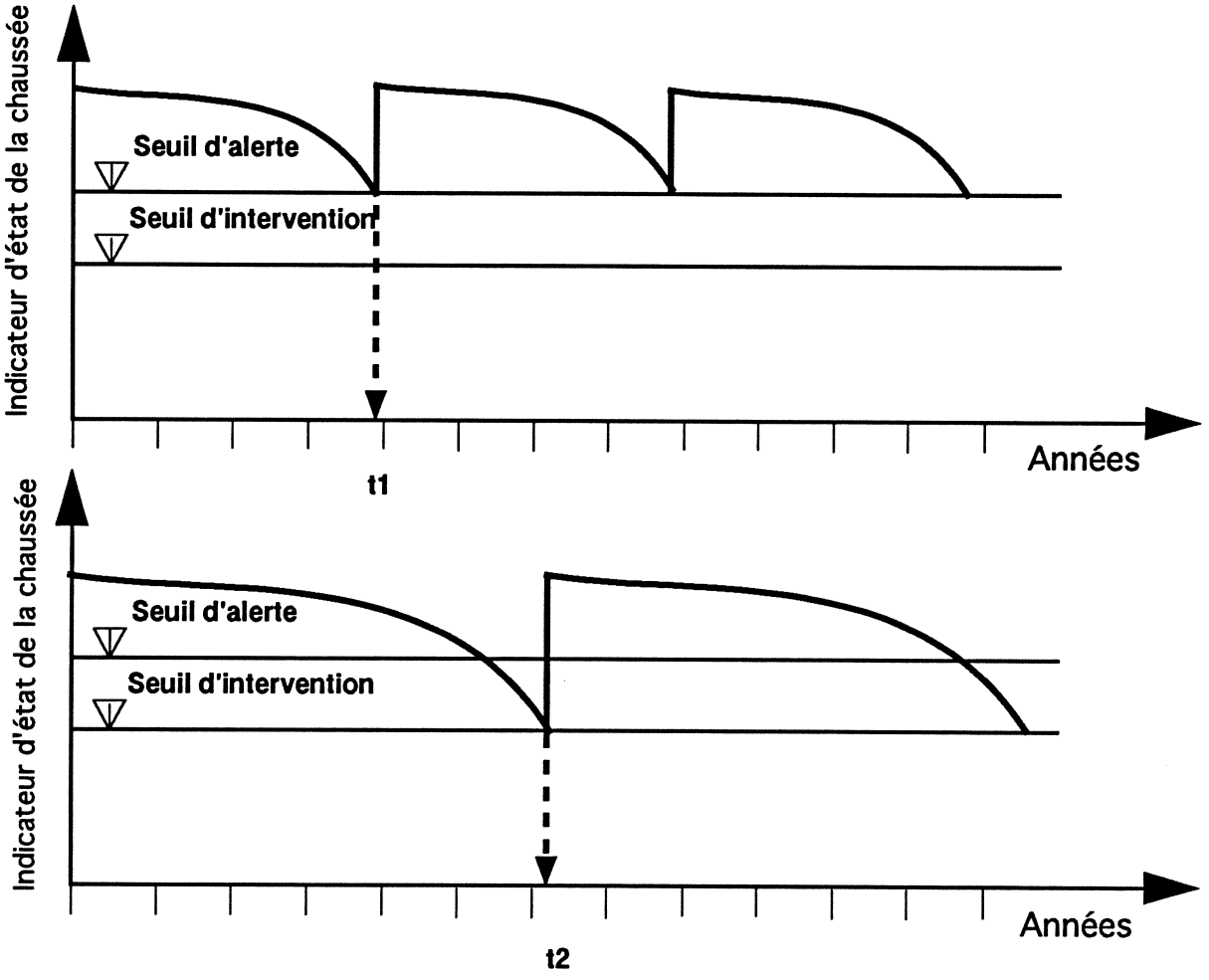


Fig. 3.7 Exemples de deux stratégies d'entretien différentes [1]



En déterminant les coûts globaux de ces deux stratégies possibles pour les tronçons de routes recensés par l'analyse précédente, et ceci pour une période donnée de 10 à 20 ans, il est possible de faire une optimisation.

Pour permettre la comparaison des coûts intervenant à des périodes différentes, on ramène ces coûts à des coûts équivalents à une date de référence unique, en général la date actuelle. On applique le coût d'opportunité du capital à ces coûts et leur nouvelle valeur est dite valeur actualisée. Par définition, le coût d'opportunité du capital est la valeur de "a" pour laquelle les unités monétaires (1+a) seront perçues après un an comme équivalent à une unité actuelle.

Les coûts sont ainsi actualisés par la formule suivante :

$$C_a = \frac{C_n}{(1+a)^n} \qquad (3.3)$$

où C_a = coût actualisé, C_n = coût de l'année n, a = taux d'actualisation

Avec a = 5 %, un investissement de Fr. 100,- fait après 10, respectivement 20 ans, ne représente qu'un coût actualisé de Fr. 61,40 respectivement Fr. 37,70.

On observe que les événements survenus après 20 ans ont un poids relativement faible. C'est pourquoi, une période d'analyse de 10 à 20 ans est suffisante pour les calculs d'optimisation.

Dans la mesure où les conséquences ont été examinées quant aux coûts, une stratégie de gestion routière est considérée préférable à une autre, si la valeur actuelle de tous les coûts de la première stratégie est inférieure à la valeur actuelle de tous les coûts de la seconde.

Dans les systèmes avec optimisation, on peut distinguer deux types d'approche très différents :

a) Programmes permettant la comparaison de stratégies alternatives :

Dans cette approche, on envisage systématiquement une large gamme de stratégies formalisées par des valeurs seuils déclenchant des opérations d'entretien; pour chacune de ces stratégies, le modèle simule l'évolution de l'état du réseau étudié et décrit les conséquences de cette évolution sur les opérations d'entretien qui seront nécessaires et sur les coûts de l'usager.
Il est ensuite possible d'effectuer la comparaison économique des stratégies étudiées par rapport à l'une d'elle choisie comme référence, sur la base d'indicateurs significatifs (état du réseau, coûts, quantités de matériaux consommés, main d'oeuvre nécessaire, etc).

b) Programme comportant un processus interne d'optimisation :

Ce mode d'analyse suppose que parmi les paramètres économiques considérés, l'un deux joue un rôle prépondérant dans la décision; c'est ce paramètre que l'on tente de minimiser (recherche d'un coût minimum qui peut intégrer ou non les coûts et l'usager) ou de maximiser (satisfaction de l'usager par exemple vue à travers l'état moyen du réseau). Cette optimisation peut être effectuée sous contrainte (budgétaire, disponibilité des matériaux, de la main d'oeuvre, etc).

Le risque d'une telle approche est de faire apparaître la solution comme unique et choisie en fonction d'un seul critère, alors que d'autres solutions très proches de la solution optimale pourraient être jugées plus intéressantes en considérant l'ensemble des paramètres de décision.

Il y a lieu de noter enfin que les études de sensibilité sont nécessaires lorsqu'on emploie des systèmes de gestion avec optimisation.

4. DESCRIPTION DE QUELQUES SGC EXISTANTS

4.1 Généralités

Quelques SGC comportant la notion d'optimisation sont décrits brièvement dans ce chapitre. Ils s'agit des exemples provenant de l'Amérique du Nord.

Ces SGC sont basés sur l'évaluation de l'état des chaussées à l'aide des appareils à grand rendement. Ils ont été développés à la suite de la crise pétrolière de 1973 et évoluent toujours en fonction des expériences réalisées et notamment en ce qui concerne la prise en compte du coût des usagers et ceux de l'économie en général.

4.2 Exemples du Canada

Deux provinces, Alberta [22] et Ontario [13,15] ont chacune un système bien documenté et un résumé succinct de ces deux systèmes est donné dans ce chapitre. Ces systèmes doivent permettre une approche coordonnée à tous les niveaux : législatif, administratif et technique, pour gérer de façon optimale le patrimoine routier.

L'état de la chaussée quantifié par un indice (PQI) est évalué en fonction :

- d'une inspection visuelle permettant de déterminer la valeur d'un indice (VCI),
- de la planéité longitudinale caractérisant le confort routier (RCI),
- de la portance (SAI).

Les paramètres de sécurité tels que l'adhérence et la profondeur des ornières ne posent pas de problèmes pour les réseaux routiers considérés.

Trois modèles de base de dégradation sont utilisés pour estimer l'évolution des valeurs de VCI, RCI et SAI et, par conséquent, celle de l'indice global de l'état de la chaussée (PQI), en fonction du trafic et des effets d'environnement.

Les modèles de dégradation permettent d'extrapoler l'évolution de l'état des chaussées du réseau dans le temps. En appliquant ensuite les valeurs limites des indices du confort routier (RCI) et de l'indice global (PQI), on déterminera pour la durée de l'analyse la liste des tronçons qui nécessitent des travaux de réfection.

L'analyse coût-bénéfice est ensuite faite en tenant compte :

- de 5 à 10 possibilités de remise en état telles que recharge, rabotage, rabotage suivi de recharge, etc,
- de diverses stratégies d'entretien qui déterminent les périodes d'intervention pour la durée de l'analyse considérée.

Enfin, l'optimisation est réalisée en utilisant la technique de programmation linéaire et en actualisant les coûts d'investissement et d'entretien pour la période d'analyse, qui est admise de 25 ans en Alberta.

Le SGC donne, pour l'ensemble du réseau aménagé, des programmes décennaux de deux types :

- ceux du coût minimum pour maintenir le réseau routier à un niveau de service donné,

- ceux d'un coût budgétaire fixé pour obtenir un bénéfice maximal au niveau de l'état de service de la chaussée.

L'optimisation sur le plan du réseau étant ainsi réalisée, les tronçons à remettre en état sont alors désignés pour un examen plus en détail des différentes solutions possibles à l'aide d'une analyse coût-bénéfice réalisée au niveau du projet individuel.

Un SGC élaboré au Canada est également disponible en Suisse sous la désignation VIAPMS. Il comporte tous les éléments d'un SGC comprenant l'optimisation décrite dans le chapitre 3.3. Des essais d'emploi de ce système pour une partie du réseau routier du canton de Neuchâtel ont débuté en 1993 dans le cadre d'un projet pilote. Il est prévu également d'analyser les paramètres d'orniérage et de portance pour une optimisation sur le plan du réseau dans le cadre de la poursuite des travaux de recherche dans ce domaine sous le mandat OFR N° 27/86.

4.3 Exemples des Etats-Unis

Dès le milieu des années septante, certains Etats (Arizona, Washington, Floride) ont senti le besoin de mettre sur pied un système d'évaluation de l'état de leur réseau et de sa gestion en vue d'obtenir la meilleure utilisation des fonds publics. C'est en effet le manque des moyens financiers pour l'entretien des chaussées qui a conduit à cette nécessité.

Les systèmes de gestion des chaussées ont pour but de coordonner et contrôler toutes les activités en relation avec les chaussées, afin d'employer au mieux les fonds mis à disposition pour maintenir le réseau à long terme dans un état de service acceptable. Ceci conduit à tenir compte des informations sur le comportement des chaussées, l'entretien, la remise en état et les coûts y relatifs. Le système englobe ainsi les tâches de planification, de choix des matériaux et de types de remise en état, des études, de la direction des travaux, de la construction, de l'entretien et des travaux de renforcement.

Le système de gestion est un outil qui permet aux responsables à tous les niveaux de disposer d'informations sur les stratégies optimales établies sur des bases clairement définies qui ont pour objectif de conserver la chaussée dans un état de service adéquat.

Les Etats fédéraux, en qualité de responsables de la construction et de l'exploitation du réseau routier national et principal, développent les systèmes de gestion des chaussées avec l'aide du gouvernement fédéral. Un aperçu du système de gestion utilisé par l'Etat de Washington est donné ci-après.

L'Etat de Washington [23] gère un réseau d'environ 11'000 km (6'900 miles). Lors de l'élaboration du système permettant de maîtriser ce problème, il a été décidé que celui-ci engloberait un grand nombre de tâches de l'administration routière.

Les données relatives à la chaussée sont mémorisées dans un fichier central. Il comporte des renseignements sur l'état de la chaussée, de la planéité longitudinale, de la glissance, de l'historique des travaux et du trafic.

L'état de la chaussée est évalué par une inspection visuelle pour détecter la présence des bourrelets, du faïençage, des fissures transversales et des travaux de reflâchage. La planéité longitudinale est mesurée par "Cox Ride Meter" et la glissance par "K.J. Law Model 1270 Surface Friction Tester".

Un indexe global de l'état de la chaussée (R = Combined Pavement Rating) est évalué en fonction de l'uni et de la glissance. L'évolution de cet indexe en fonction du temps est estimée selon une formule exponentielle empirique :

$$R = 100 - m A^{B}$$

où A = l'âge
m = coeff. de pente de la courbe
B = constante déterminant la forme de la courbe.

Les deux constantes m et B peuvent être ajustées sur chaque position du réseau en fonction des observations réellement effectuées. Les variantes de remise en état sont considérées dès que la valeur de "R" est inférieure à une valeur de référence. Les travaux de remise en état sont obligatoires lorsque cette valeur est inférieure à un seuil d'intervention. Pour chaque stratégie d'entretien, le coût total est évalué en tenant compte du coût des usagers. Le choix de la solution optimale est ensuite réalisé.

5. ENQUETE AUPRES DES ADMINISTRATIONS ET DES INSTITUTS

5.1 But de l'enquête

Cette enquête, réalisée sous forme d'un questionnaire de 3 pages, a été adressée aux responsables de l'entretien des chaussées de différentes instances en Suisse (cantons, OFR, EPFZ, EPFL, etc). Elle devrait permettre de dégager une hiérarchie dans l'importance relative des paramètres et éléments qu'il conviendrait de considérer dans un système informatisé de gestion des chaussées (SGC). Ainsi, le développement d'un premier modèle de SGC pourrait s'appuyer sur un minimum de paramètres et éléments qui auraient obtenu l'approbation d'une majorité de responsables de l'entretien des chaussées.

Cette enquête a été effectuée en 1986, analysée et décrite dans ce rapport dès 1987; lors de la mise au net finale en décembre 1993 quelques compléments ont été rajoutés pour tenir compte de nouveaux éléments, comme par exemple la parution des normes sur la gestion de l'entretien N° 640 900 à 640 930.

5.2 Explications concernant le formulaire d'enquête

Pour le détail du formulaire : cf. annexe E1.

Cinq chapitres forment l'ossature de cette enquête :

1 Le premier chapitre sert à l'identification du service et du réseau concernés, il contient deux rubriques pour les situer et une troisième indicative.

11 Nom du service, institution, canton
12 Longueur totale du réseau routier et longueur du réseau national
13 Personne de contact.

2 Le deuxième chapitre propose une liste de paramètres à prendre en considération dans l'évaluation des priorités des travaux d'entretien. Il contient 7 sous-chapitres avec 29 rubriques, dont 7 réservées pour des propositions complémentaires.

21 Paramètres concernant la sécurité routière

211 Taux d'accidents
212 Glissance
213 Profondeur des ornières
214 Géométrie routière (courbure, pente, dévers, visibilité)
215 Autre proposition.

22 Paramètres concernant la pérennité de la chaussée

221 Fissuration
222 Drainage
223 Déflexion
224 Module de déformation des couches de fondation
225 Age de la superstructure sans la couche de roulement
226 Autre proposition

23 Paramètres concernant le confort des usagers

231 Irrégularité du profil en long (coef. viagraphe)
232 Confort routier (mesure de réaction dynamique à l'aide d'analyseur de profil en long)
233 Evacuation des eaux de surface de la chaussée
234 Age de la couche de roulement
235 Autre proposition.

24 Trafic

241 Trafic total
242 Trafic poids lourds
243 Autre proposition

25 Appréciation du responsable de l'entretien de la chaussée (voyer-chef)

251 Aspect visuel
252 Degré d'urgence
253 Autre proposition

26 Paramètres relatifs à l'environnement

261 Nuisances sonores
262 Pollution atmosphérique
263 Autre proposition

27 Application des seuils d'intervention

271 Glissance
272 Profondeur des ornières
273 Confort routier
274 Autre proposition

Dans le formulaire d'enquête, une note de 0 à 3 est attribuée à chaque rubrique par le répondeur de manière à exprimer sa pondération dans le choix des paramètres à considérer en priorité (3 = priorité maximale).

3 Le troisième chapitre traite des éléments jugés nécessaires ou pas dans un système de gestion informatisé.

31 Méthode d'évaluation des priorités sans optimisation

311 Basée uniquement sur les paramètres du paragraphe 2
312 Basée sur les paramètres précités ainsi que les coûts des solutions possibles

32 Méthode d'évaluation des priorités avec optimisation

321 Basée sur un système simplifié tenant compte des paramètres techniques et d'évaluation des coûts annuels
322 Basée sur une actualisation des coûts sur une période de 5 à 10 ans

33 Coûts à prendre en considération

331 Coûts du propriétaire de la route
332 Coûts du propriétaire et des usagers de la route
333 Autre proposition

34 Possibilités des travaux à prendre en considération

341 Coût d'une solution pour remédier à un défaut constaté
342 Plusieurs solutions pour remédier à un défaut constaté

35 Répartition géographique et par nature des travaux

351 Répartition géographique
352 Répartition par nature des travaux
353 Autre répartition

36 Critères d'établissement du programme annuel ou multiannuel des travaux

361 Programmes respectant des disponibilités financières données
362 Programmes respectant les niveaux de service donnés pour déterminer les besoins financiers
363 Autre proposition

Dans le formulaire d'enquête, seul "non" (0) ou "oui" (1) peut être répondu à chaque rubrique.

Le système de notation proposé : 0-3 pour les paramètres et 0 ou 1 pour les éléments permet ainsi un classement des réponses, selon des bases d'appréciation identiques.

Même si les éléments et nombre de paramètres proposés dans les différentes rubriques paraissent restrictifs, ce sont en partie ceux habituellement connus et pris en compte dans la gestion actuelle de l'entretien des chaussées, tant en Suisse que dans d'autres pays européens.

4 Ce chapitre suggère "d'autres propositions" qui n'auraient pas été exprimées dans les deux chapitres précédents, à donner ou expliciter par le répondeur.

5 Le dernier chapitre demande plus de renseignements sur le système de gestion appliqué dans le réseau du répondeur ainsi que sur les moyens d'auscultation utilisés.

5 Annexes (éventuellement sur feuilles à part)

51 Description succincte du système actuel de gestion utilisée pour votre réseau
52 Description succincte des appareils à grand rendement utilisés pour l'auscultation de votre réseau.

5.3 Analyse des réponses au questionnaire

5.3.1 Présentation des résultats

Pour obtenir une comparaison globale des réponses reçues des 30 organisations (cf. annexe E2), toutes les valeurs des notations de chaque rubrique des chapitres 1, 2 et 3 ont été reportées dans des tableaux et traitées avec un système de gestion de base des données (DBASE III) sur un IBM PC AT.

Ces différents résultats (cf. l'ensemble des annexes E) et les copies de chaque questionnaire et document sont regroupés dans le volume :

"Résultats complets de l'enquête auprès des services des routes, de laboratoires et instituts spécialisés (rapport N° b 8.6-8590/85/-8004a)", du 16 juin 1987,

disponible sur demande au Service des ponts et chaussées à Neuchâtel.

En ce qui concerne les systèmes actuels de gestion des chaussées (chapitre 5), les réponses sont aussi regroupées dans les annexes E de ce rapport, sauf le trop volumineux dossier de Bâle-Campagne.

5.3.2 Traitement des chapitres 2 et 3

De manière à donner une importance hiérarchisée aux rubriques de ces deux chapitres, nous avons utilisé les facilités de DBASE III pour calculer des notes moyennes, simples et pondérées, et effectuer des classements par ordre des chapitres ou des notes décroissantes (cf. annexes E3 à E5).

Bâle Ville n'étant pas intéressée par un SGC, n'a notifié aucune rubrique. Aussi, nous n'avons pas pris en compte les notes nulles de son formulaire.

Les moyennes simples sont donc calculées pour 29 réseaux, soit 29 notes par rubrique.

Les moyennes pondérées tiennent compte pour chaque formulaire d'un facteur de pondération F déterminé par le rapport entre la longueur du réseau considéré et la longueur totale de 23 réseaux cantonaux. La pondération des notes de l'OFR, de l'EPFZ et des 4 BAR est considérée égale à celle d'un réseau cantonal de longueur moyenne. Ces facteurs de pondération sont :

a) OFR, EPFZ, 4 BAR : F = 1/29 (total 6/29)

b) réseaux cantonaux :
F = 23/29 x (long. réseau considéré/long. totale des réseaux).

5.3.3 Analyse des paramètres à prendre en considération pour un SGC

De manière à considérer l'essentiel (aussi le plus plébiscité), les rubriques du chapitre 2 sont reclassées en 3 groupes en fonction des moyennes obtenues.

A) indispensable pour un	SGC	note moyenne > = 2,0
B) souhaitable pour un	SGC	(1,4 = < note moyenne < 2,0)
C) pas à considérer pour un	SGC	(note moyenne < 1,4).

La liste du regroupement de ces paramètres est donnée dans le classement général des rubriques du chapitre 3 par ordre décroissant (cf. annexe E5). Les rubriques concernant les seuils (groupe D) et d'autres propositions (groupe E) n'ont pas été considérées à ce stade.

Ainsi globalement, si l'on tient compte de la moyenne des moyennes simples et pondérées, on peut observer dans ce groupe A l'importance primordiale des paramètres, relevant de l'appréciation du responsable de l'entretien et des causes directes des dégradations, tels que :

- aspect visuel	(moyenne globale	2.65 / 251	rubrique)
- trafic poids lourds		(2,50 / 242)	

et celle des paramètres liés à l'état de surface :

- fissuration	(2,40 / 221)
- profondeur des ornières	(2,35 / 213)
- glissance	(2,30 / 212)

et puis quelques paramètres liés encore aux causes extérieures des dégradations, soit :

- trafic total	(2,30 / 241)	
- drainage	(2,25 / 222)	
- degré d'urgence	(2,25 / 252)	*(seulement indicateur,*
- taux d'accident	(2,05 / 211)	*non une cause).*

Dans le groupe B (souhaitable) apparaissent des paramètres presque tous liés à la structure, tels que :

- évacuation des eaux de surface	(1,95 / 233)
- déflexion	(1,90 / 223)
- âge de la couche de roulement	(1,75 / 234)
- âge de la superstructure	(1,70 / 225)
- géométrie routière	(1,60 / 214)
- irrégularité du profil en long	(1,40 / 231)

Enfin restent dans le groupe C, des paramètres qui ne seront pas considérés dans les premiers développements d'un SGC. Ce sont :

- module de déformation des couches de fondation,
- nuisances sonores,
- confort routier (mesures de réaction dynamique),
- pollution atmosphérique.

Ce classement est représenté dans le tableau 5.1 ci-après : "Classification décroissante des paramètres à prendre en compte pour l'établissement d'un SGC".

Quelques remarques aux rubriques "Autres propositions" groupe E (cf. annexe E6) sont intéressantes et signalées ci-dessous, malgré leur proximité des paramètres déjà annoncés dans le groupe A :

- trafic 2 roues et piétons	(trafic)
- pelage, nids de poules, etc	(aspect visuel)
- largeur de chaussée, nombre de voies	(géométrie).

Il faut considérer séparément le sous-chapitre "Application des seuils d'intervention" groupe D, car dans tout entretien de chaussée, des seuils d'intervention sont appliqués même implicitement. Dans un modèle de SGC, des seuils doivent intervenir à plusieurs niveaux, ne serait-ce par exemple que pour classifier des dégradations et proposer des solutions de réparation. De tels seuils devraient pouvoir être évolutifs, non seulement en fonction de l'évolution des connaissances, mais aussi selon un dynamisme à définir dans le SGC.

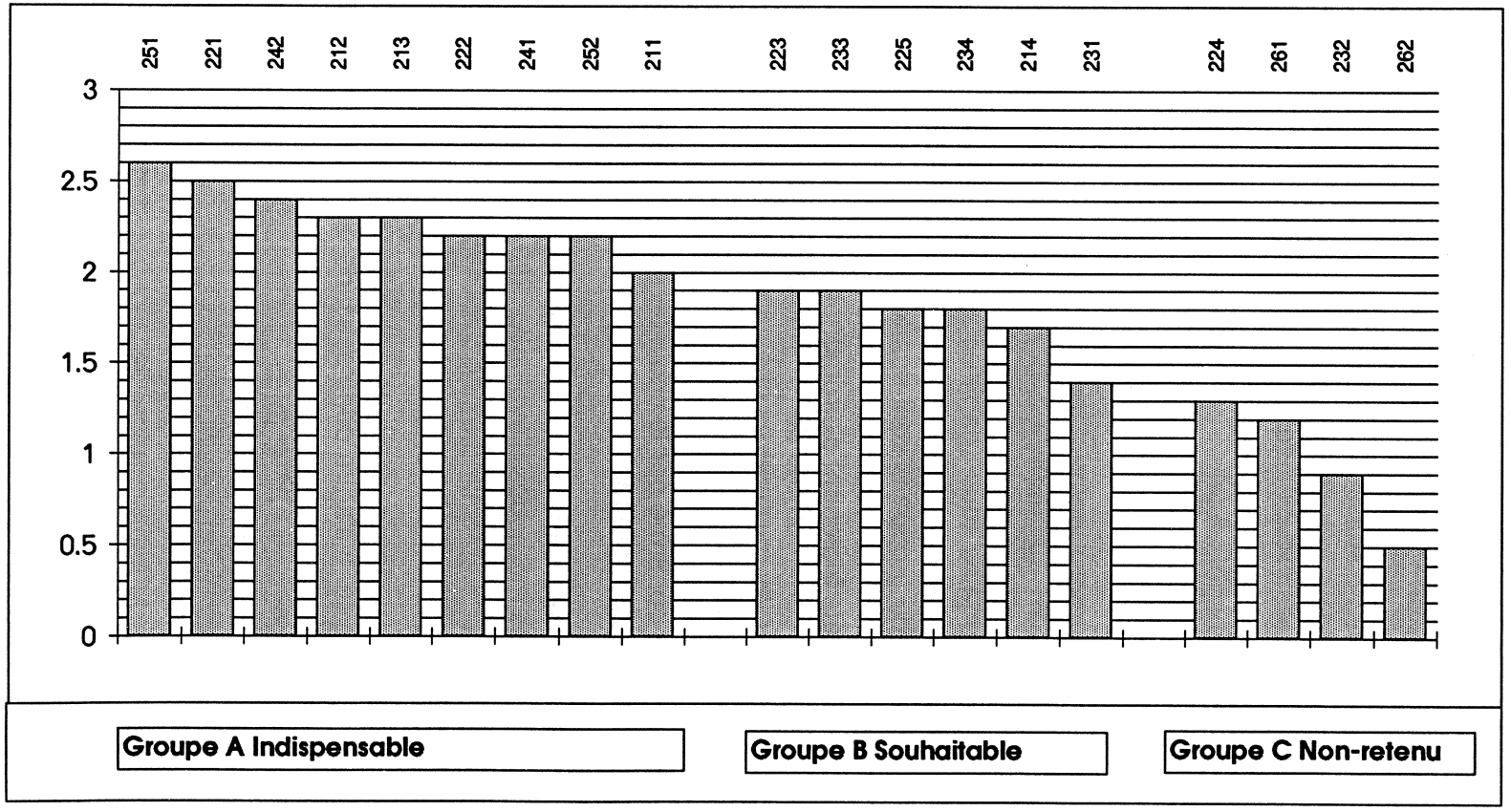
Le classement des paramètres concernés par les seuils d'intervention comme dans les 3 premiers groupes devient :

- profondeur des ornières	(2,5 / 272)	indispensable
- glissance	(2,3 / 271)	indispensable
- déflexion	(selon autre proposition)	souhaitable
- confort routier	" " "	non retenu.

Tableau 5.1
Résultats de l'enquête

Classification décroissante des paramètres à prendre en compte pour l'établissement d'un système de gestion des chaussées

Voir chapitre 5.2 ou formulaire d'enquête pour la légende des rubriques 211 à 262



Le classement est représenté dans le tableau 5.2 (voir page 49) par la "Classification décroissante des seuils d'intervention à prendre en compte pour l'établissement d'un SGC".

5.3.4 Analyse des éléments à prendre en compte dans un SGC

Une analyse d'abord globale permet le groupement des rubriques du chapitre 3 en 3 classes et de déterminer ainsi les éléments dont il faudrait tenir compte dans un SGC. Ces groupes sont :

A) indispensable à un	SGC	(note moyenne > = 0,6)
B) souhaitable à un	SGC	(0,3 = < note moyenne < 0,6)
C) pas à considérer dans un	SGC	(note moyenne < 0,3).

La liste du regroupement de ces éléments est donnée dans le classement général des rubriques du chapitre 3, par ordre décroissant (cf. annexe E5).

Comme certains sous-chapitres sont interdépendants, il est intéressant de considérer ces regroupements (A-B) pour chacun d'eux, étant entendu que les rubriques du groupe C sont écartées (cf. annexe E4).

Les résultats indiquent clairement que les premiers modèles de SGC devront être simples et tenir compte de méthodes d'évaluation des priorités sans optimisation, basées sur les paramètres cités au point 5.3.3, tout en tenant compte du coût des solutions possibles (312).

Ceci étant confirmé par le choix au sous-chapitre 34 de la rubrique : plusieurs solutions pour remédier à un défaut (342).

Toutefois, très rapidement les modèles suivants de SGC devront prendre en compte des méthodes d'évaluation des priorités avec optimisation, basées sur un système simplifié tenant compte des paramètres techniques et d'évaluation des coûts annuels (321).

En ce qui concerne les coûts des propriétaires de la route et des usagers, les avis sont partagés. Il s'agira donc aussi de débuter avec le premier seulement (331).

Les sous-chapitres 35 et 36 sont d'importance primordiale. Il faudra tenir compte des répartitions géographiques, par nature des travaux, et même par importance de route (autres propositions).

Enfin, dans le sous-chapitre 36, le choix des deux rubriques (361 et 362) est absolument logique puisqu'elles répondent en fait à deux phases de tout système de gestion : le budget des travaux et le programme des travaux.

Ce classement est représenté dans le tableau 5.3 (p. 50) par la "Classification décroissante des éléments à prendre en compte pour l'établissement d'un SGC".

Tableau 5.2
Résultats de l'enquête

Classification décroissante des seuils d'intervention à prendre en compte pour l'établissement d'un système de gestion des chaussées

Voir chapitre 5.2 ou formulaire d'enquête pour la légende des rubriques 271 à 273

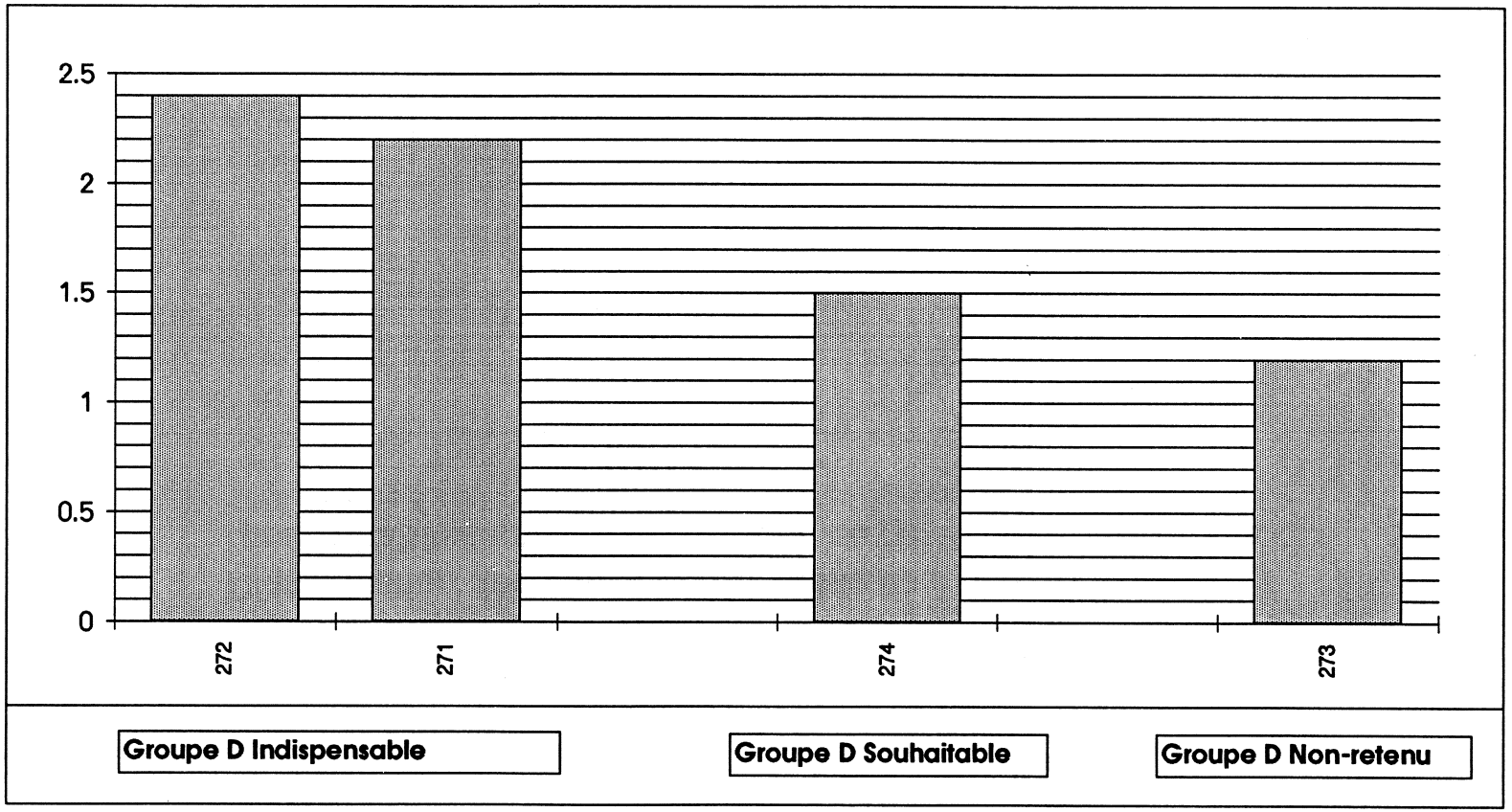
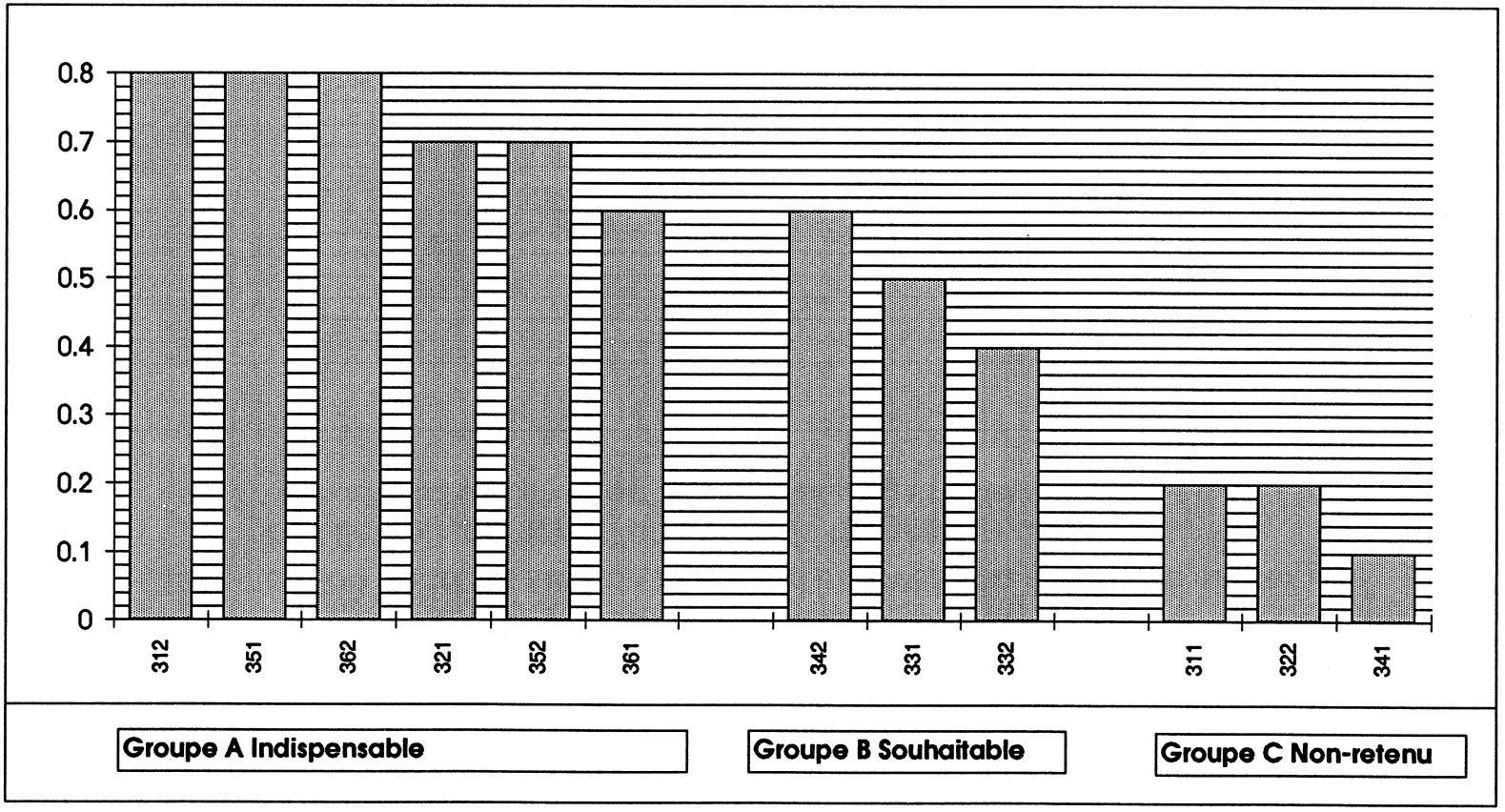


Tableau 5.3
Résultats de l'enquête

Classification décroissante des éléments à prendre en compte pour l'établissement d'un système de gestion des chaussées

Voir chapitre 5.2 ou formulaire d'enquête pour la légende des rubriques 311 à 362



5.4 Synthèse des résultats

5.4.1 Analyse des réponses aux questionnaires

En plus des rubriques quantifiables des chapitres 2 et 3, toutes les remarques ainsi que les descriptions succinctes des rubriques du chapitre 5 (cf. annexe E8) ont fait l'objet de lecture et analyses qui ont influencé dans certaines mesures les choix précités jusqu'ici.

Il est bien entendu que par souci de précision, il faudrait prendre en compte plus d'éléments et paramètres, mais la mise au point d'un modèle de SGC dans des délais raisonnables passe par certaines simplifications qui pourront faire l'objet de compléments ultérieurs.

5.4.2 Choix et classement hiérarchique des paramètres

Le classement proposé permet une sélection. On peut remarquer une importance primordiale pour des paramètres concernant l'aspect de la surface (relativement palpables par le responsable de l'entretien : aspect visuel, fissures, glissance, ornières) et des causes ou conséquences directes des dégradations (trafics lourd et total, accidents).

Logiquement, l'aspect structurel passe en second plan (portance, âge, superstructure, géométrie).

5.4.3 Choix des éléments à prendre en compte dans un SGC

Dans le classement établi, il faut remarquer que les principales rubriques proposées, figurent dans le groupe A, donc indispensables à l'élaboration d'un SGC. On peut toutefois noter le peu d'intérêt actuel quant à l'actualisation des coûts sur 5 - 10 ans.

Le choix des éléments se dégageant pour la mise au point d'un premier modèle de SGC peut être résumé comme suit :

- sans optimisation, basés sur les paramètres du point 5.3.3 et tenant compte des coûts des solutions,
- répartition d'abord géographique,
- respect des niveaux de service pour déterminer les besoins financiers.

5.5 Conclusions

Les résultats de cette enquête montrent l'intérêt général pour le développement d'un système informatisé de gestion de l'entretien des chaussées pour autant qu'il réponde d'abord aux problèmes résolus par des méthodes appliquées actuellement.

Il devra être basé d'abord sur l'observation de paramètres connus concernant l'état de surface (aspect visuel, fissuration, etc) et les causes ou conséquences directes des dégradations (trafic lourd, drainage, accidents). On pourrait aussi parler d'appréciation humaine (aspect visuel et degré d'urgence) pourtant pas facilement et unanimement quantifiable.

Pour tenir compte des différents éléments d'une manière progressive, le modèle de SGC devra être évolutif, mais surtout sobre dans ses premières ambitions.

6. EXEMPLE D'UN SYSTEME DE GESTION INFORMATISE BASE SUR L'EVALUATION DES PRIORITES DANS LE CANTON DE NEUCHATEL (SGC-NE)

6.1 Généralités

Après la mise en place d'une BDR, le nouvel objectif à atteindre est la planification des travaux de gros entretien et de petites corrections routières. Pour ce faire, il faut s'appuyer sur une évaluation objective de l'état de la chaussée en fonction des résultats des observations visuelles et des appareils à grand rendement, tels que déflectographe, viagraphe et skiddomètre ainsi qu'ARAN (ornière, confort longitudinal, aspect visuel, etc).

Comme les demandes concernant les travaux d'entretien dépassent largement les possibilités financières des montants budgétaires accordés annuellement, une méthode d'évaluation globale en fonction des paramètres techniques et des taux d'accidents de la circulation est utilisée afin de déterminer les priorités.

La figure 6.1 montre pour une période de 7 ans l'écart important entre les travaux d'entretien proposés annuellement et ceux finalement retenus dans les limites du budget. On constate que le report des travaux d'une année à l'autre conduit à une augmentation du volume des demandes pour la période considérée.

Toutefois, une exception est à remarquer pour l'année 1989, qui est la conséquence du fait qu'une partie des projets de renforcement des routes faisant partie initialement des demandes de l'année 1988 a été admise, par décision politique du Conseil d'Etat au vu de la dégradation de l'état des routes, dans le programme des travaux de la neuvième étape d'amélioration des routes cantonales financé par un crédit d'investissement octroyé par le Grand Conseil et le peuple neuchâtelois.

Ce graphique montre bien la faible part réalisable des travaux d'entretien annuellement en fonction d'un budget limité, qui de 1987 à 1991 n'augmentait que très légèrement ne compensant ainsi qu'une partie du renchérissement. Malheureusement depuis 1991, le budget se resserre pour retomber au niveau 1987 creusant ainsi encore plus l'écart entre les besoins d'entretien et ceux réalisables. Bien entendu ceci se traduit par un état du réseau se dégradant, notamment en ce qui concerne le confort routier.

C'est pourquoi, il est indispensable d'utiliser une méthode prenant en compte l'état du réseau dans son ensemble par l'analyse comparative de chaque tronçon proposé afin de les classifier entre eux de manière à ne retenir que ceux dont l'état global nécessite un entretien ne pouvant plus être reporté.

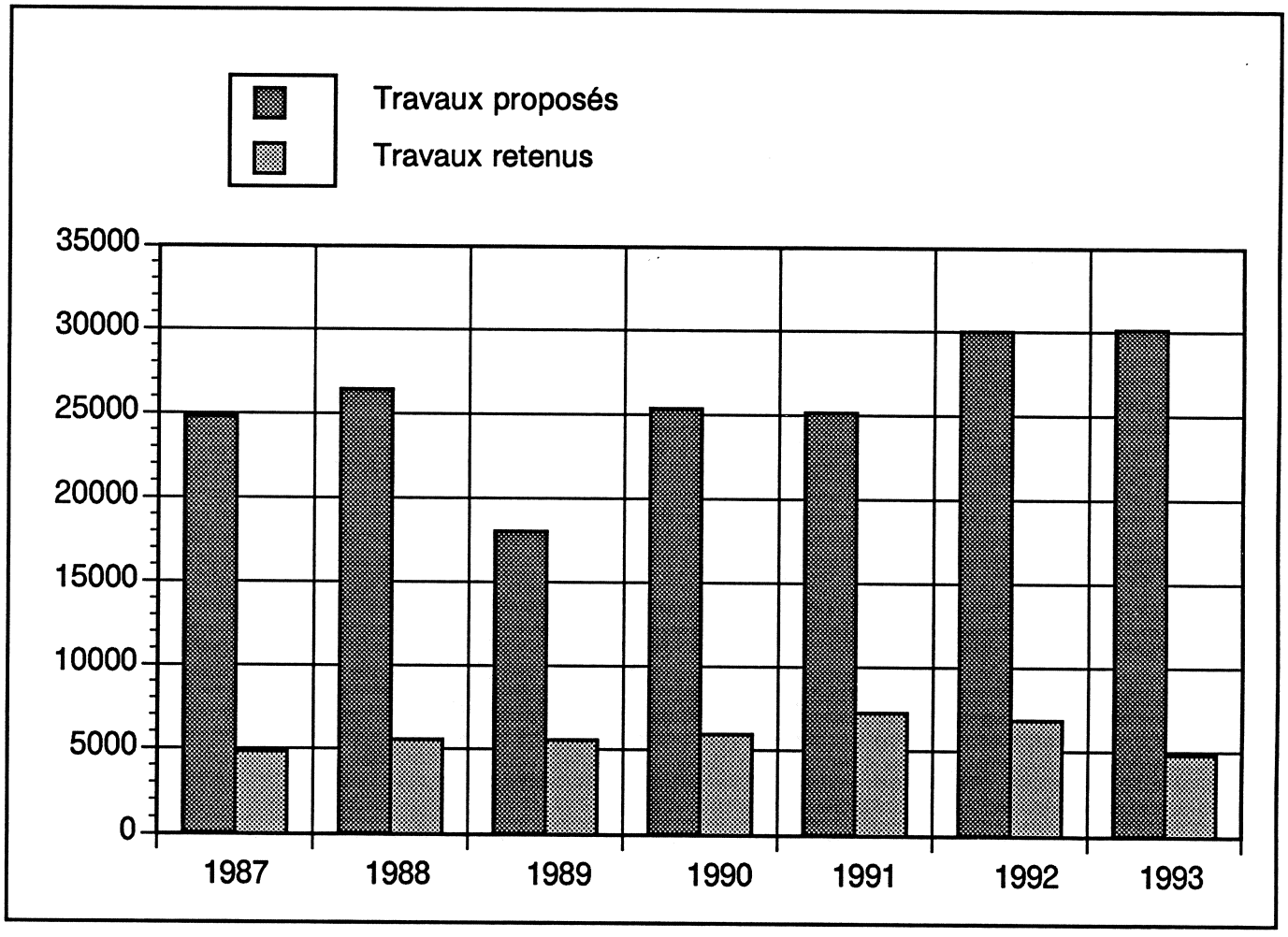


Fig. 6.1 Ecarts entre les travaux proposés et ceux retenus pour les routes cantonales Neuchâteloise pour la période de 1987 - 1993.

Réseau Routier cantonal Neuchâtelois

Organigramme du système de gestion de l'entretien des chaussées selon la méthode des priorités

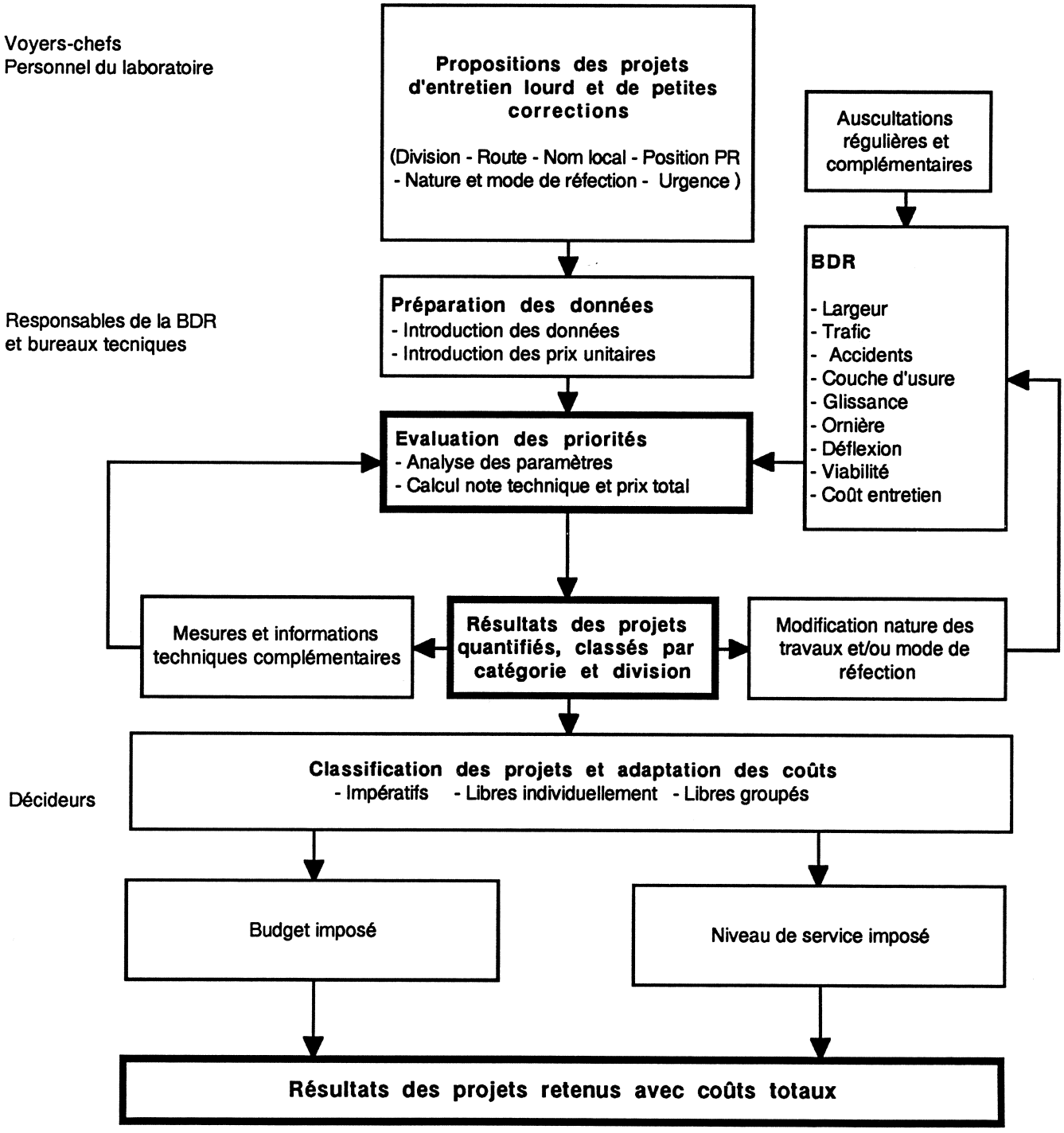


Fig. 6.2 Organigramme de la gestion de l'entretien des chaussées selon la méthode des priorités

Organigramme du système de base de la gestion des chaussées

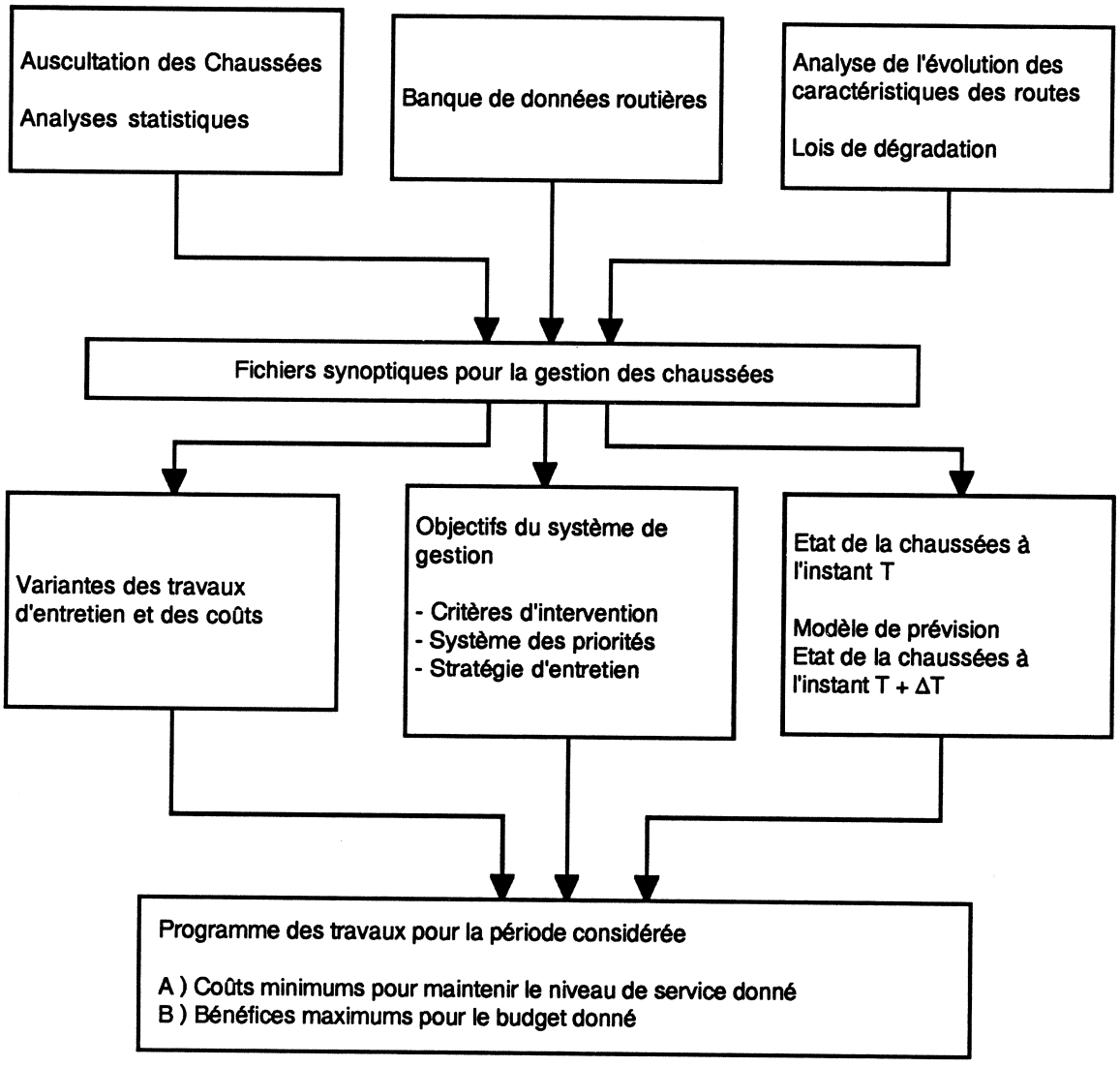


Fig. 6.3 Schéma de base du système de gestion des chaussées d'un réseau

La méthode des priorités, dont l'organigramme est donné à la figure 6.2, est une solution simplifiée d'un système de base général de la gestion des chaussées pour lequel le schéma de base est présenté à la figure 6.3. En effet, les lois de dégradation des chaussées ne sont pas encore bien connues, de sorte qu'il est difficile d'établir un programme pluriannuel en tenant compte de l'évolution des caractéristiques des chaussées dans l'avenir.

6.2 Concept de base du système de gestion de l'entretien des chaussées à Neuchâtel (SGC-NE)

Les bases du SGC-NE se répartissent en 4 parties :

- les données
- l'évaluation des projets
- l'élaboration des programmes d'entretien
- la répartition des projets suivant les budgets.

6.2.1 Données

- Evaluation générale de l'état du réseau par deux inspections annuelles sur l'ensemble des routes, par l'ingénieur en chef, le chef du bureau de l'entretien et les voyers-chefs.

- Auscultation régulière de tout le réseau ou de certains tronçons d'observation (selon les paramètres) et introduction des résultats dans la BDR (déflexion - planéité longitudinale - rugosité - ornières).

- Propositions par les voyers-chefs d'un certain nombre de projets d'entretien lourd, selon leurs connaissances et vision du terrain, comprenant la localisation détaillée ainsi qu'un mode de réfection et un degré d'urgence (note de 1 à 3).

6.2.2 Evaluation des projets

- Avec la BDR, évaluation des priorités techniques relatives à chaque projet, selon 3 groupes de critères: sécurité, pérennité et autre. Ces groupes sont mis en évidence par différents paramètres (taux d'accident - rugosité - ornières,déflexion - urgence, planéité longitudinale - trafic).

6.2.3 Elaboration des programmes d'entretien

- Analyse et confirmation ou modification des modes de réfection proposés par les voyers-chefs, par l'ingénieur en chef et ses collaborateurs spécialisés dans l'entretien. Demandes complémentaires d'auscultation, limitées aux tronçons considérés, dont les résultats seront intégrés à la BDR.

6.2.4 Répartition des projets suivant les budgets

- Choix optimal des projets pour le programme des travaux de l'année suivante par l'ingénieur en chef, selon son expérience, ses connaissances générales du réseau, les besoins du service, le budget, les priorités techniques ainsi qu'une répartition équitable des investissements. L'ingénieur en chef a la possibilité d'effectuer ses sélections d'une manière conventionnelle ou en utilisant un système complémentaire d'aide à la gestion implanté sur un ordinateur PC. Dans ce système, les choix peuvent être imposés par le décideur (totalement ou partiellement) ou sélectionnés par la machine en fonction du budget et de la priorité technique ou d'un niveau technique à fixer.

6.3 Gestion des données

6.3.1 Principes

L'inspection annuelle du réseau ainsi que l'auscultation régulière par des moyens à grand rendement donnent une bonne connaissance de l'état des chaussées aux responsables de l'entretien. Ces nombreuses données régulièrement enregistrées dans la BDR permettent de rechercher les états particuliers du réseau où par exemple certaines caractéristiques techniques sont insuffisantes. Ainsi, les voyers-chefs chargés de présenter les demandes d'entretien pour les travaux annuels peuvent le faire, non seulement en connaissance du terrain mais aussi en fonction de renseignements spécifiques extraits de la BDR, par exemple :

- l'âge et le type de revêtement
- le taux d'accidents
  etc.

De plus, chaque année, la liste des projets d'entretien non réalisés mais demandés et accumulés les années précédentes peuvent aussi leur être transmise. Ainsi, les propositions des travaux d'entretien se répartissent suivant les catégories de travaux ci-après :

- Travaux d'entretien de la superstructure :
  - entretien courant de génie civil
  - tapis
  - renforcements
  - reconstructions
  - traitements superficiels

- Travaux de petites constructions
- Travaux de mise au gabarit
- Travaux de trottoir
- Travaux d'aménagements divers
- Travaux d'entretien d'ouvrages d'art.

Le SGC-NE décrit ci-après traite avant tout les travaux d'entretien de la superstructure. Les autres catégories telles que petites corrections, mise au gabarit, trottoir, aménagements divers sont inventoriées selon les propositions des voyers-chefs avant tout pour des questions budgétaires générales. Ils sont toutefois évalués techniquement en ce qui concerne l'état de la chaussée.

De même, les travaux d'entretien des ouvrages d'art (O.A.)sont projetés par l'ingénieur responsable des O.A. Ils sont aussi pris en compte dans le système principalement au niveau de la répartition du budget, mais ils ne sont évalués techniquement qu'au niveau de la chaussée qu'ils supportent. Pour l'instant, le système de gestion de l'entretien des O.A. est totalement indépendant car il est avant tout dépendant de l'état des structures des ouvrages.

6.3.2 Propositions des voyers-chefs

Chaque voyer-chef est responsable d'une division d'entretien, dont la longueur du réseau est d'environ 150 km. Le canton de Neuchâtel compte 3 divisions d'entretien pour les routes cantonales, soit environ 430 km, et une quatrième division pour la route nationale N5 d'une longueur de quelque 25 km.

Les voyers-chefs présentent leurs propositions d'entretien en août ou septembre de chaque année, classifiées par catégories d'entretien (cf. § 6.3.1).

Chaque projet est défini selon les rubriques suivantes .

a) Catégorie d'entretien (nature des travaux)
b) N° de la route
c) Repérage du début des travaux
d) Repérage de la fin des travaux
e) Titre des travaux (en général nom local)
f) Surface des travaux selon l'estimation du voyer-chef
g) Degré d'urgence des travaux
h) Type d'entretien, en général en fonction de a)
i) Prix (éventuel).

Les rubriques a, h et i sont indicatives et pourront être modifiées ou confirmées suivant les résultats d'analyse de l'état du tronçon et éventuellement d'autres considérations plus générales.

La surface des travaux donnée par le voyer-chef avec sa proposition de projet d'entretien permet de cibler la surface réelle à entretenir dans le cas où elle est différente de celle obtenue de la BDR. En effet, pour cette dernière, la surface correspond au produit de la largeur totale de la chaussée par la longueur du projet découlant du système de repérage (c et d).

La figure 6.4 montre une liste des projets proposés par le voyer-chef.

Figure 6.4 Exemple de propositions de projets faites par le voyer-chef de la division II

Route		Repèrage				Titre		Surface	Type d'entretien	Urgence
Tapis										
RC	J 10	8 +	175 -	9 +	502	La prise-Milord - Le pont-de-la-Roche	m2	9600	AB 11S	3
RC	J 10	18 +	569 -	19 +	151	Village de travers	m2	4900	AB 11S	3
RC	J 10	19 +	151 -	19 +	918	Travers - Le pont du Crêt-de-l'Anneau	m2	7600	Remix	3
RC	149	15 +	222 -	17 +	238	Les Sagnettes - Le bois-de-l'Halle	m2	11100	AB 11	2
RC	171	2 +	887 -	3 +	807	La barricade militaire - Le Haut-de-la-Côte	m2	6000	AB 11	1
RC	2232	0 +	894 -	2 +	320	Fleurier - Môtiers (Entrée Ouest)	m2	8500	AB 11	2
Renforcement										
RC	2225	9 +	270 -	10 +	836	Bémont - Les Taillières	m2	9400	HMT 16S	3
Renforcement - Elargissement										
RC	170	20 +	419 -	22 +	262	Les Grattes - L'Engolieu	m2	11300	HMT 16S	2
Elargissement										
RC	2225	11 +	685 -	12 +	784	Les Taillières - Les Varrodes (Travaux par cantonniers)	m2	1069		3
Construction Trottoir										
RC	173	1 +	260 -	1 +	593	Rochefort Sud - Haut-de-la Luche	m2	333		2
Traitement Superficiel										
RC	2271	0 +	0 -	2 +	871	Haut-de-la Luche	m2	16000		3

6.4 L'évaluation des projets

6.4.1 Paramètres considérés dans la note de priorité globale

L'évaluation des projets est réalisée automatiquement par un traitement extrayant pour chaque projet toutes les informations nécessaires contenues dans la BDR-NE, ceci tout en les combinant et pondérant de manière à en établir une note de priorité globale.

Les paramètres techniques utilisés pour l'évaluation des priorités sont :

- paramètres représentatifs de la sécurité routière
  - taux d'accidents
  - rugosité de la chaussée (coefficient de frottement longitudinal)
  - orniérage,

- paramètres caractérisant la pérennité
  - appréciation visuelle de l'état de la chaussée par le voyer-chef et classification des propositions en degré d'urgence,
  - déflexion caractéristique selon déflectographe La Croix (portance de la chaussée),

- autres paramètres caractérisant l'importance de la route et son confort
  - TJM annuel,
  - coefficient viagraphe.

La figure 6.5 montre l'importance relative des paramètres définissant la note de priorité globale.

6.4.2 Notations et pondérations des paramètres pour l'élaboration de la note priorité globale

Les voyers-chefs sont amenés à classer leurs propositions en 3 catégories, notamment en fonction de l'état visuel de la chaussée. Ces catégories sont données dans le tableau 6.1.

Le taux d'accidents, de blessés et de tués par tronçon de route donné sert d'indicateur des tronçons dangereux. Les tronçons sont répartis en 4 catégories en fonction de ces taux; elles sont données dans le tableau 6.2.

En ce qui concerne la rugosité du revêtement, les tronçons sont répartis en trois catégories en fonction de la valeur du coefficient de frottement longitudinal "μ" évalué par un appareil Skiddomètre. Le tableau 6.3 donne les valeurs limites en fonction de la vitesse.

Selon les normes VSS N° SN 640 521a, la profondeur des ornières (T) ou la hauteur d'eau (t) dans les ornières est répartie également en 3 catégories qui sont explicitées dans le tableau 6.4.

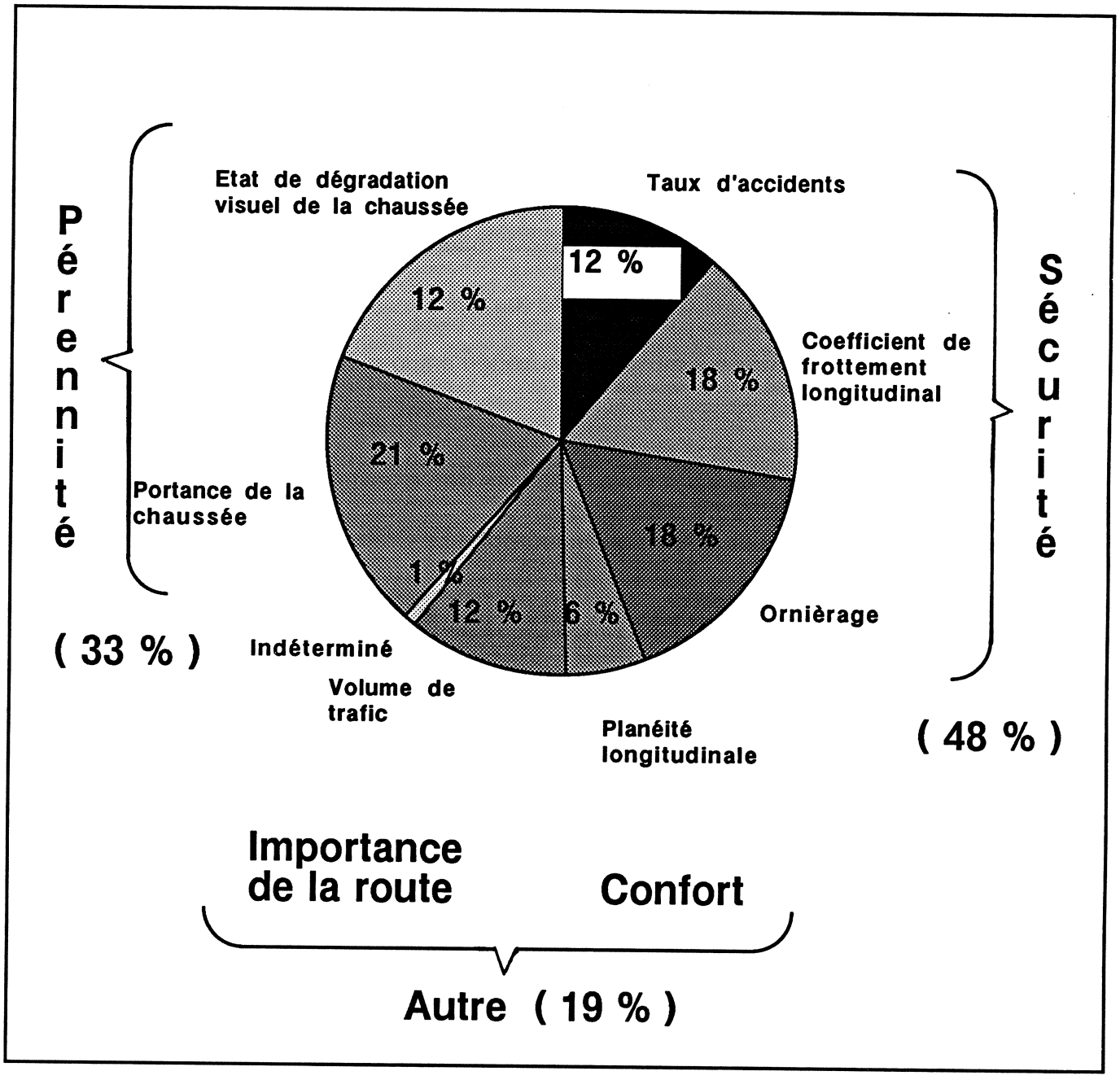


Fig. 6.5 Importance relative des paramètres définissant la note de priorité globale

Urgence des travaux selon l'état visuel	
Rubrique	**Catégorie**
Travaux souhaités mais reportables	1
Travaux nécessaires à réaliser dans 1 ou 2 ans	2
Travaux urgents à réaliser dans 1 année	3

Tableau 6.1 Définition des catégories en fonction de l'appréciation visuelle du voyer-chef

Ur	Taux d'accidentés Vr		
Taux d'accidents	Taux de blessés	Taux de tués	
Nombre d'accidents par million de vhc x km	Nombre de blessés par 100 millions de vhc x km	Nombre de tués par 100 millions de vhc x km	Catégorie
< 1	< 10	< 3	1
1 à 2	40 à 100	3 à 7	2
> 2	> 100	> 7	3
Catégorie maximale lorsqu'il y a taux d'accidents > 2 cumulé avec un taux élevé de blessés ou de tués			4

Tableau 6.2 Définition des catégories du critère de sécurité

Vitesse limite Vz km/h	Coefficient de frottement longitudinal		
	Bon	Suffisant	Insuffisant
<= 60	> 0.56	0.56 - 0.48	< 0.48
61 - 100	> 0.47	0.47 - 0.39	< 0.39
> 100	> 0.40	0.40 - 0.32	< 0.32

Tableau 6.3 Définition des catégories en fonction du coefficient de frottement "μ" (Skiddomètre, roue bloquée, chaussée mouillée)

Vitesse de projet VA km/h	Variable t =eau T=ornière	Ornièrage transversal Profondeur d'eau ou d'ornièreen mm		
		Bon	Suffisant	Insuffisant
< 80	t	< 4	4 - 8	> 8
	T	< 6	6 - 10	> 10
> 80	t	< 2	2 - 4	> 4
	T	< 4	4 - 6	> 6

Tableau 6.4 Définition des catégories en fonction de la profondeur des ornières "T" ou de la hauteur d'eau dans les ornières "t"

Depuis 1967, les chaussées sont auscultées à l'aide du déflectographe La Croix qui mesure la déformation, en 1/100 de mm, de la chaussée sous un essieu de 13 to. Le tableau 6.5 donne les critères de classification des tronçons en trois catégories en fonction des valeurs de la déflexion caractéristique et du coefficient du viagraphe déterminé à partir des relevés du profil en long effectué par l'appareil viagraphe.

Les trois catégories des paramètres tels que rugosité, orniérage, déflexion et viagraphe étant "bon, suffisant, insuffisant", on leur attribuera pour le calcul de la note de priorité les points correspondant : "1, 2, 3".

Pour tenir compte de l'importance du trafic, les tronçons de routes sont répartis en 6 catégories en fonction de la valeur du TJM annuel défini selon le tableau 6.6.

Selon les valeurs caractéristiques des paramètres précités, ceux-ci sont quantifiés en 3, 4 ou 6 catégories et pourront recevoir ainsi une note allant de 1 à 6. Les valeurs supérieures de ces notes caractérisent l'état défavorable de la chaussée, un taux élevé des accidents, un volume important du trafic, ou enfin une appréciation de la grande urgence des travaux demandés par le voyer-chef.

La priorité d'un projet proposé par le voyer-chef est évaluée en fonction d'une note globale obtenue en appliquant des coefficients de pondération aux notes individuelles par paramètre. Le détail des notes et des facteurs de pondération est présenté dans le tableau 6.7

Toutes les propositions concernant les travaux du gros entretien sont évaluées de cette manière. Le tableau 6.8 donne un résumé des données résultantes pour un projet avec des titres explicatifs pour chaque rubrique.

En finalité, il résulte une suite de tableaux d'ensemble qui résument la situation actuelle pour tous les projets d'entretien, classés par type de travaux et par division d'entretien. Sont données des indications au niveau du genre de revêtement existant avec son année de pose, ainsi que les notes pour chaque paramètre considéré et enfin la note de priorité globale y compris le coût des travaux. Un exemple de ce tableau avec une liste de plusieurs projets est donné dans l'annexe EP2 (p. 144).

6.5 Elaboration du programme d'entretien

Le programme annuel est fixé sur la base d'une discussion avec les voyers-chefs en prenant en considération des priorités déterminées selon les paragraphes précédents. L'organigramme déjà présenté à la figure 6.2 résume l'ensemble du système pour l'élaboration du programme annuel.

Pour faciliter la tâche de programmation informatique, les résultats d'évaluation des projets sont transférés depuis l'ordinateur central (VAX) où réside la BDR sur un ordinateur personnel (PC).

Trafic journalier moyen de poids lourds	Comportement structurel de la chaussées déflexion dv en 1/100 mm			Confort coefficient du viagraphe Cv		
	Bon	Suffisant	Insuffisant	Bon	Suffisant	Insuffisant
0 - 30	< 220	220 - 330	> 330	0 - 15	> 15 - 30	> 30
30 - 100	< 170	170 - 250	> 250	0 - 15	> 15 - 30	> 30
100 - 300	< 130	130 - 180	> 180	0 - 15	> 15 - 30	> 30
300 - 1000	< 90	90 - 130	> 130	0 - 10	> 10 - 20	> 20
1000 - 3000	< 65	65 - 95	> 95	0 - 5	> 5 - 15	> 15
> 3000	< 50	50 - 80	> 80	0 - 5	> 5 - 15	> 15

Tableau 6.5 Définition des catégories en fonction des valeurs de la déflexion caractéristique "dv" et du coefficient du viagraphe "Cv".

Trafic journalier moyen annuel TJM	Catégorie
< 500	1
> 500 - 1000	2
> 1000 - 3000	3
> 3000 - 10000	4
> 10000 - 30000	5
> 30000	6

Tableau 6.6 Définition des catégories en fonction du trafic

Classe	Paramètres	Points selon catégorie	Facteur de pondération	Valeur maximale de la note	Note maximal par classe
Sécurité	Taux d'accidents	1 à 4	3	12	
	Coefficient de frottement longitudinal	1 à 3	6	18	
	Profondeur des ornières "T" ou hauteur d'eau "t"	1 à 3	6	18	48
Pérennité	Appréciation du voyer-chef	1 à 3	4	12	
	Comportement structurel	1 à 3	7	21	33
Autres	Confort	1 à 3	2	6	
	Importance du trafic	1 à 3	2	12	18
	Note globale de priorité				99

Tableau 6.7 Définition de la note globale de priorité

Republique et Canton de Neuchatel
Departement des Travaux Publics
b15.1-1985//06

Service des Ponts et Chaussees
Office des Routes Cantonales
Neuchatel,le 10.11.86

ROUTES CANTONALES

Programme des travaux budgetaires d'entretien et de corrections de l'annee 1987

Liste des travaux proposes et retenus pour la division No 1

ANNEXE 1 TYPE DE TRAVAUX : TAPIS

Page no 1

ORDRE No	ROUTE No	OBJET No	Designation du troncon et de la situation	REVET EXIST annee	SURBDR SURVOY m2	TRAFIC vh/j note	TAU_A n/mov note	RUGOS 100mu note	ORNIE mm note	DEFLEX qualit note	PLANE quali note	APPRE VOYER note	NOTE TOTAL pond	PRIX UNIT fr/m2	COUT 1000 franc
2	5		EVITEMENT DE BEVAIX		16885	9500	0.54	0	12	0	2	3			
			PR 8+ 0m.a PR 9+ 600m.L= 1593m			4	3	1	3	1	2	3	64		
			30 TAB 10 grenu L= 200m	79											
			15 avec bitume ameliore,aL= 1313m	76											
			30 TAB 10 grenu L= 80m	79											
			PROJ.VOYER :TAB10S (OU MICROPHALTE)		15600									25	390

No ORDRE
No OBJET
No ROUTE
TITRE DU PROJET
REPERAGE
REVETEMENT EXISTANT
REVETEMENT EXISTANT
REVETEMENT EXISTANT
SOLUTION PROPOSEE
ANNEE POSE DU REVETEMENT
SURFACE CALCULEE BDR
SURFACE ESTIMEE
TRAFIC
TAU ACCIDENTS
ADHERENCE
ORNIERAGE
DEFLEXION
CONFORT LONGITUDINAL
DEGRE D'URGENCE
NOTE TOTALE PONDEREE
PRIX UNITAIRE FR/M2
MONTANT FR*1000

Tableau 6.8: Résumé des données relatif à un projet d'entretien tirées de la BDR

Un logiciel établi sur le PC permet de classer les projets par nature des travaux, par division d'entretien et par ordre décroissant de la note. Un exemple de ce classement pour les travaux de tapis des divisions 1, 2 et 3 est donné dans l'annexe EP3 (p. 145). De ce fait, on a une bonne idée de la priorité d'intervention (note la plus élevée), du coût des projets ainsi que du coût total.

A ce niveau, il est tout à fait possible de modifier le genre de réfection proposée et bien entendu le prix au m2 correspondant. En effet, selon les états de chaque paramètre et de leur note correspondante, la solution proposée initialement par le voyer-chef n'est peut être pas optimale. Par exemple, dans le cas où la catégorie de la déflexion serait insuffisante, un tapis TAB10S de 35 mm à 25,- Fr./m2 pourrait être remplacé par une solution de renforcement avec un HMT16S de 50 mm à 35,- Fr./m2.

6.6 Répartition des projets suivant les budgets

A l'aide d'un menu général, on peut choisir de réaliser un certain nombre de projets ou d'exclure d'autres. En précisant les budgets par nature des travaux, on obtient des propositions du programme annuel.

La figure 6.6 montre, à titre d'exemple, la classification des projets de la division d'entretien I pour le renouvellement de la couche d'usure, qui sont donnés dans un ordre décroissant de la note de priorité. Elle montre également le coût des projets et ceux retenus dans le programme annuel.

La figure 6.7 montre la comparaison du coût des travaux proposés et retenus en 1987. Les travaux proposés et ceux retenus sont localisés sur la carte de la figure 6.8. On observe que le montant des travaux proposés était de 25 millions de francs et que le programme retenu représentait un coût total de 4,8 millions de francs.

6.7 Présentation des travaux proposés ou retenus en fonction des budgets

Les moyens informatiques actuels permettent facilement de récupérer des données résultant de traitements divers et de les présenter, au travers de tableurs, sous forme de diagrammes divers.

La figure 6.9 montre la répartition globale des dépenses pour tous les travaux d'entretien des routes cantonales du canton de Neuchâtel budgétés pour l'année 1993. Les particularités de gestion des diverses catégories ont été en partie explicitées au chapitre 6.3.1. Sur ce graphique, le montant total des entretiens en cours et nouveaux pour l'année 1993 s'élève à Fr. 4'846'000,- alors que la part des entretiens nouveaux n'est que de Fr. 2'471'000,-.

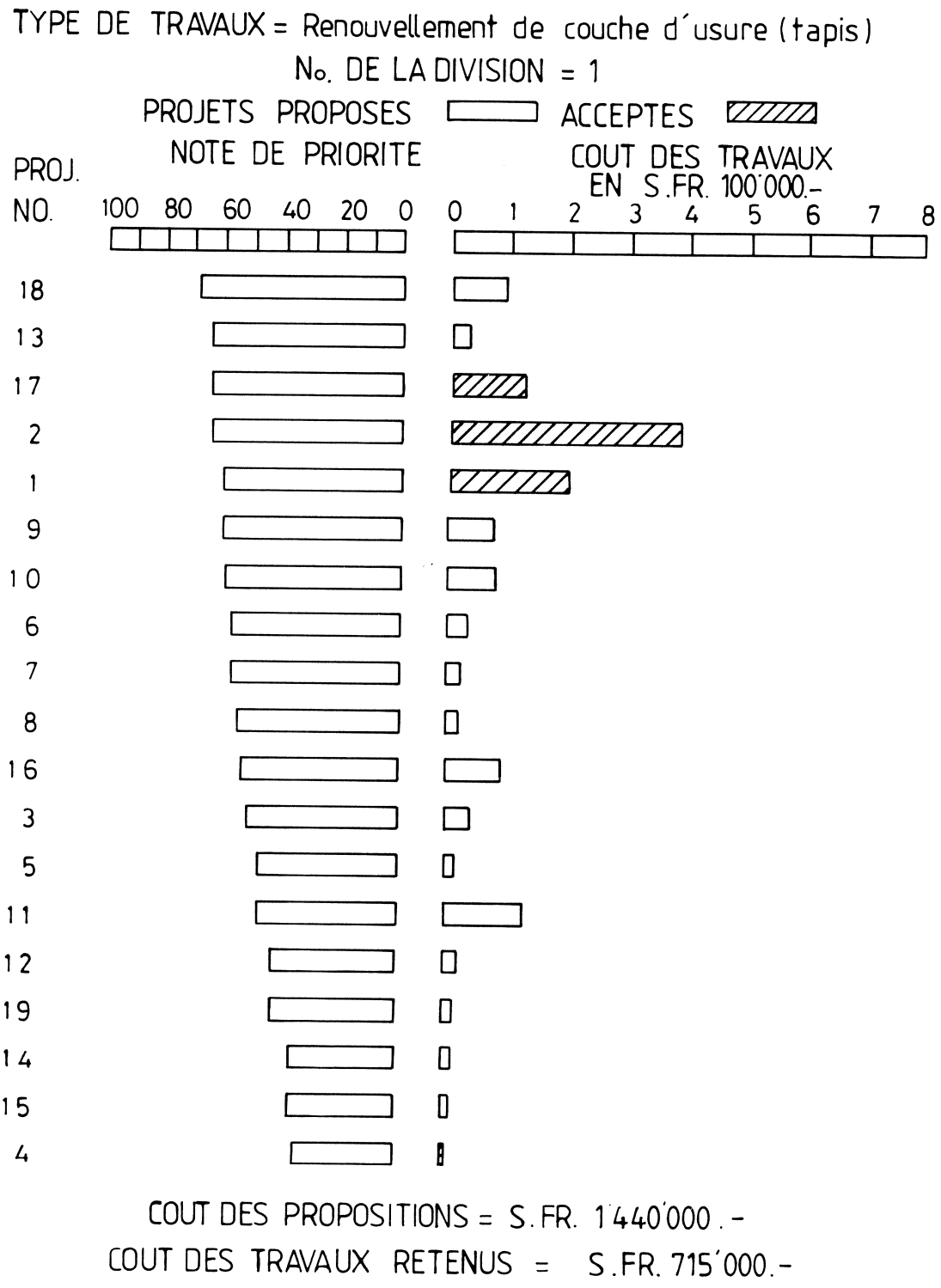


Fig. 6.6 Exemple de classification des projets d'une division et d'un type de travaux en fonction de la note de priorité

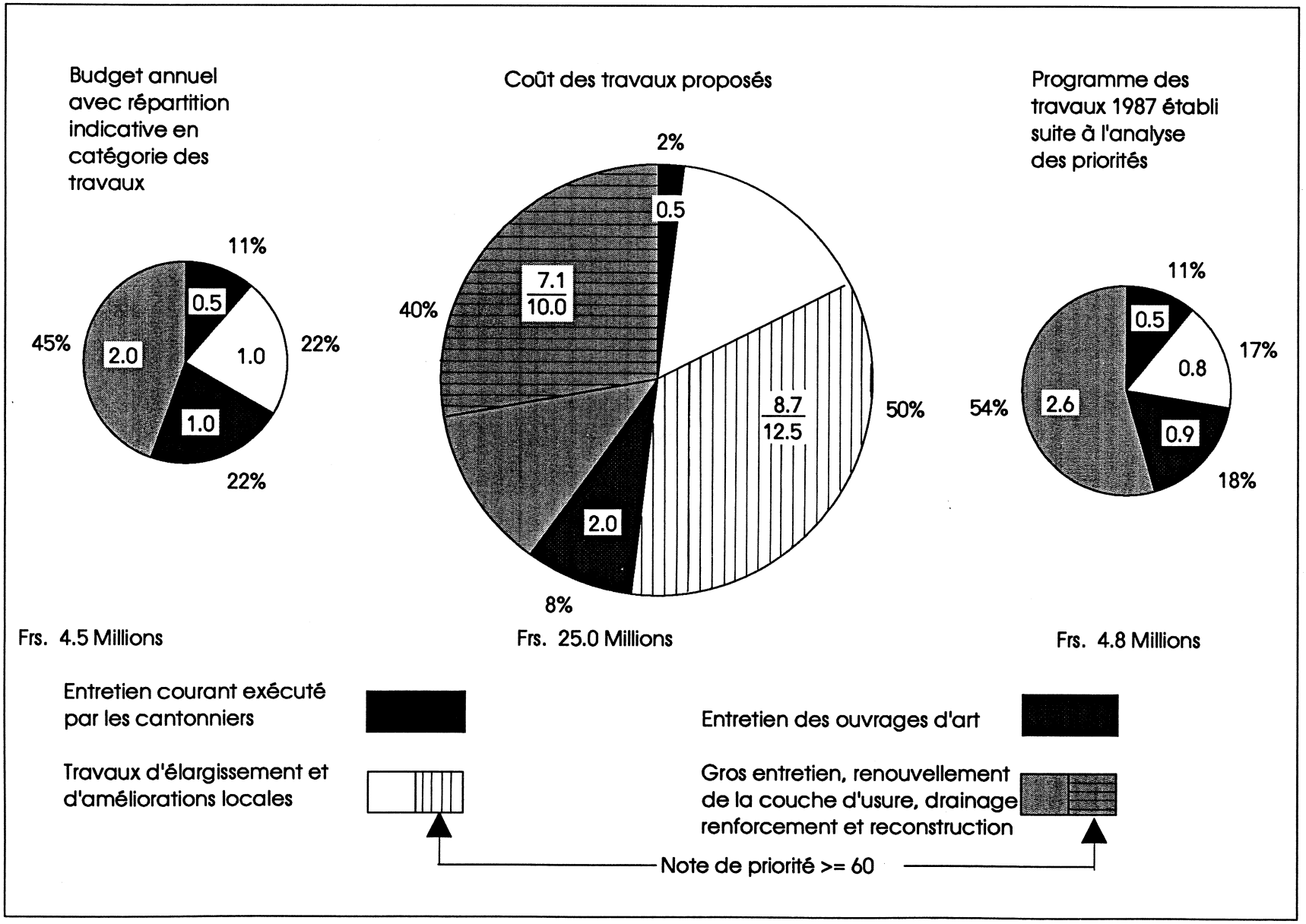


Fig. 6.7 Comparaison du coût des travaux proposés avec le budget et le programme retenu par catégorie de travaux

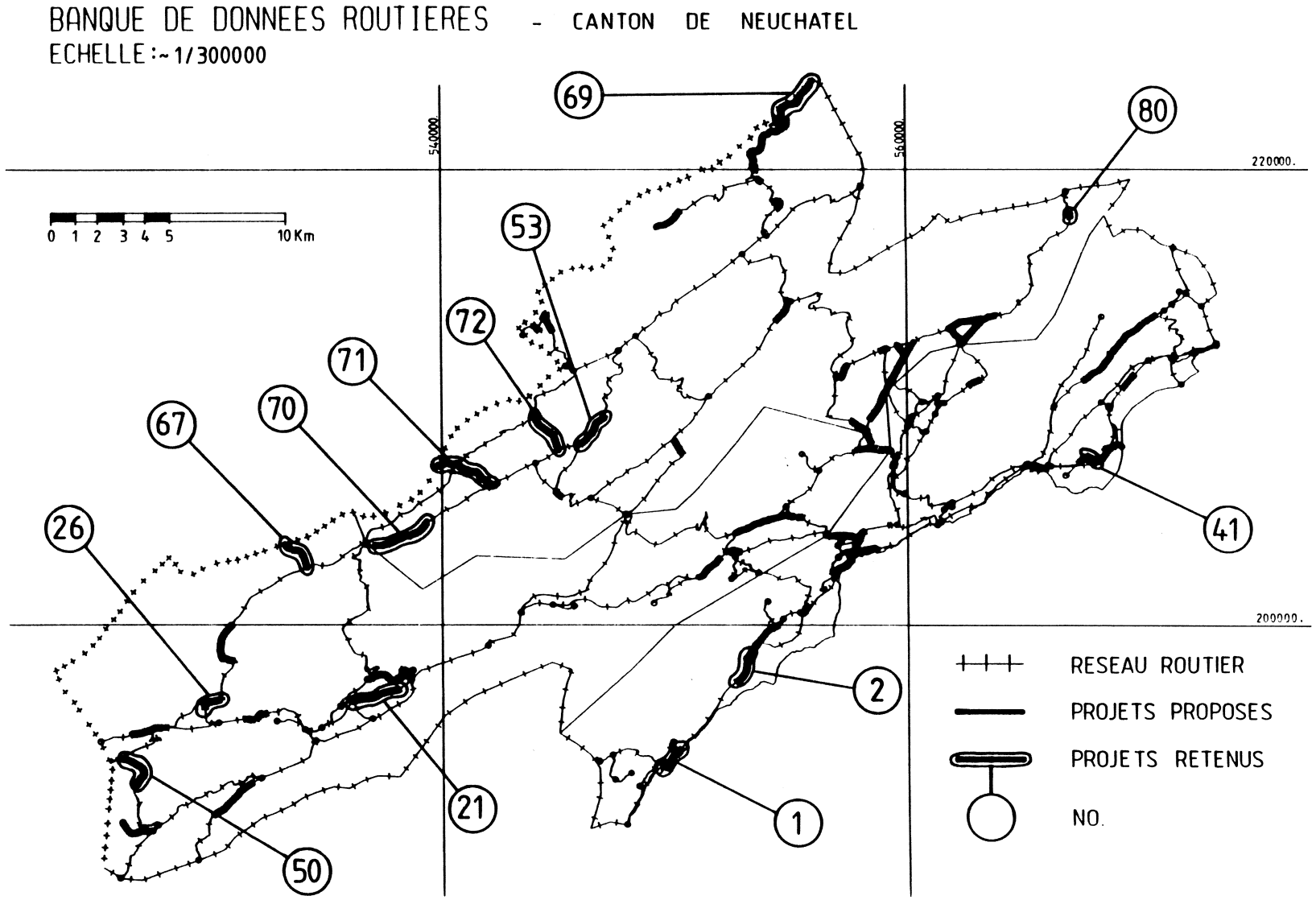


Fig. 6.8 Projets de gros entretien et de petites corrections proposés et acceptés

Budget année 1993

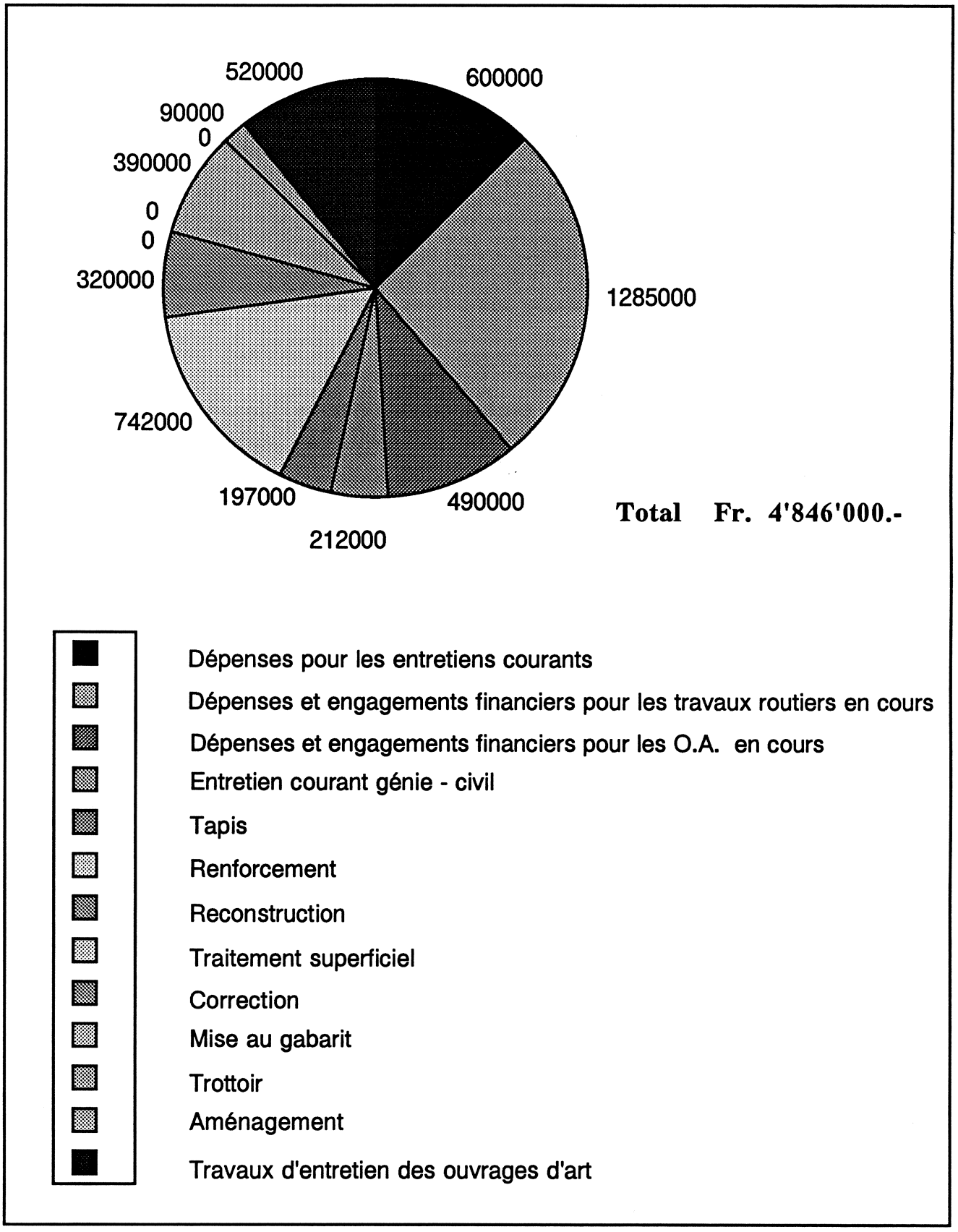


Fig. 6.9 Répartition des dépenses pour tous les travaux d'entretien des routes cantonales

La figure 6.10 montre la répartition des nouveaux travaux proposés pour 1993 selon leur type d'entretien et leur distribution en 2 groupes de notes de priorité globale. Le montant total, ici sans les dépenses en cours, s'élève à Fr. 27'737'000,-. On peut remarquer un certain nombre de projets présentant des notes < 60.

La figure 6.11 montre la répartition des nouveaux travaux retenus pour 1993 classés comme ceux de la figure 6.10. Par contre, le montant total des travaux budgétés ne s'élève qu'à Fr. 2'471'000,-. On peut toutefois remarquer que les travaux retenus ne concernent que des projets ayant une note de priorité globale > 60.

6.8 Présentation succincte du prototype de système informatisé de gestion des chaussées du service des ponts et chaussées de Neuchâtel (SPCH-NE)

6.8.1 Remarques

Le prototype explicité ci-après fonctionne depuis 1987 au SPCH-NE et c'est dans cette forme que son concept est décrit dans les paragraphes précédents de ce chapitre 6, ainsi que dans les annexes EP en fin de ce recueil.

L'évolution très rapide des moyens informatiques (hardware et logiciels) implique une refonte du système. Ce prototype est donc à prendre à titre d'exemple. Il fait l'objet de 2 rapports plus détaillés qui peuvent être obtenus au service des ponts et chaussées de Neuchâtel.

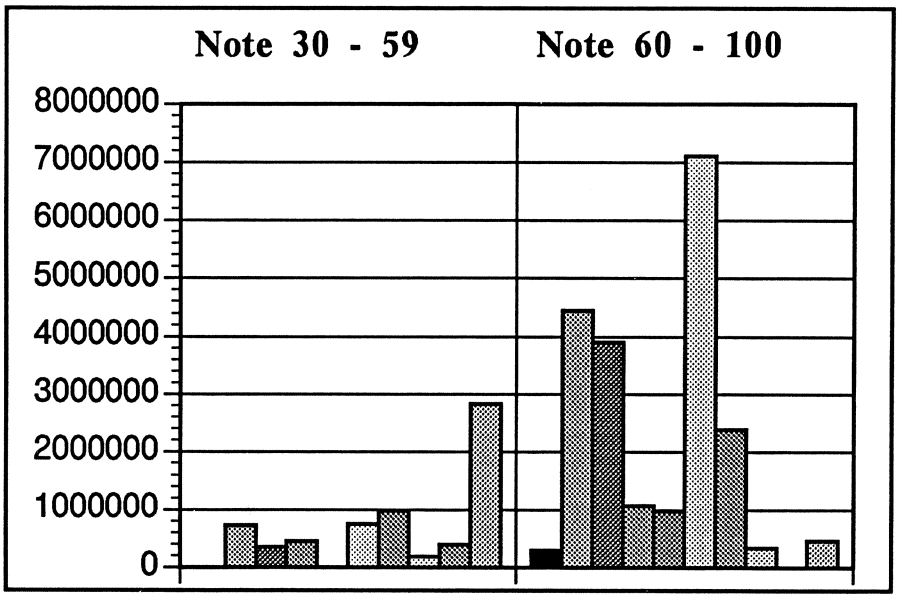
6.8.2 Etapes de l'utilisation du prototype

Les propositions des voyers-chefs sont introduites dans la BDR (cf. annexe EP1, p. 143) sous forme de deux fichiers, le premier contenant la localisation, le titre, etc, et le second les nature et mode de réfection ainsi que le prix au m2 (modifiable).

Après le traitement dans la BDR (sur VAX) évaluant les priorités en fonction de différents paramètres, sortie de tableaux par nature de travaux et divisions d'entretien (cf. annexe EP2, p. 144). Il faut relever que tous les projets ont un prix, ce qui permettra par la suite l'estimation du montant total en fonction des projets retenus.

Les résultats de ce traitement sont contenus dans la BDR, mais aussi transférés sur un PC IBM AT et à nouveau traités avec un logiciel écrit en DBASE III. A ce stade, seuls la localisation, la note et le coût du projet nous intéressant, toutes les autres valeurs ne seront plus imprimées, bien que toujours contenues en mémoire.

Répartition selon types de travaux et notes d'évaluation



Répartition selon types de travaux

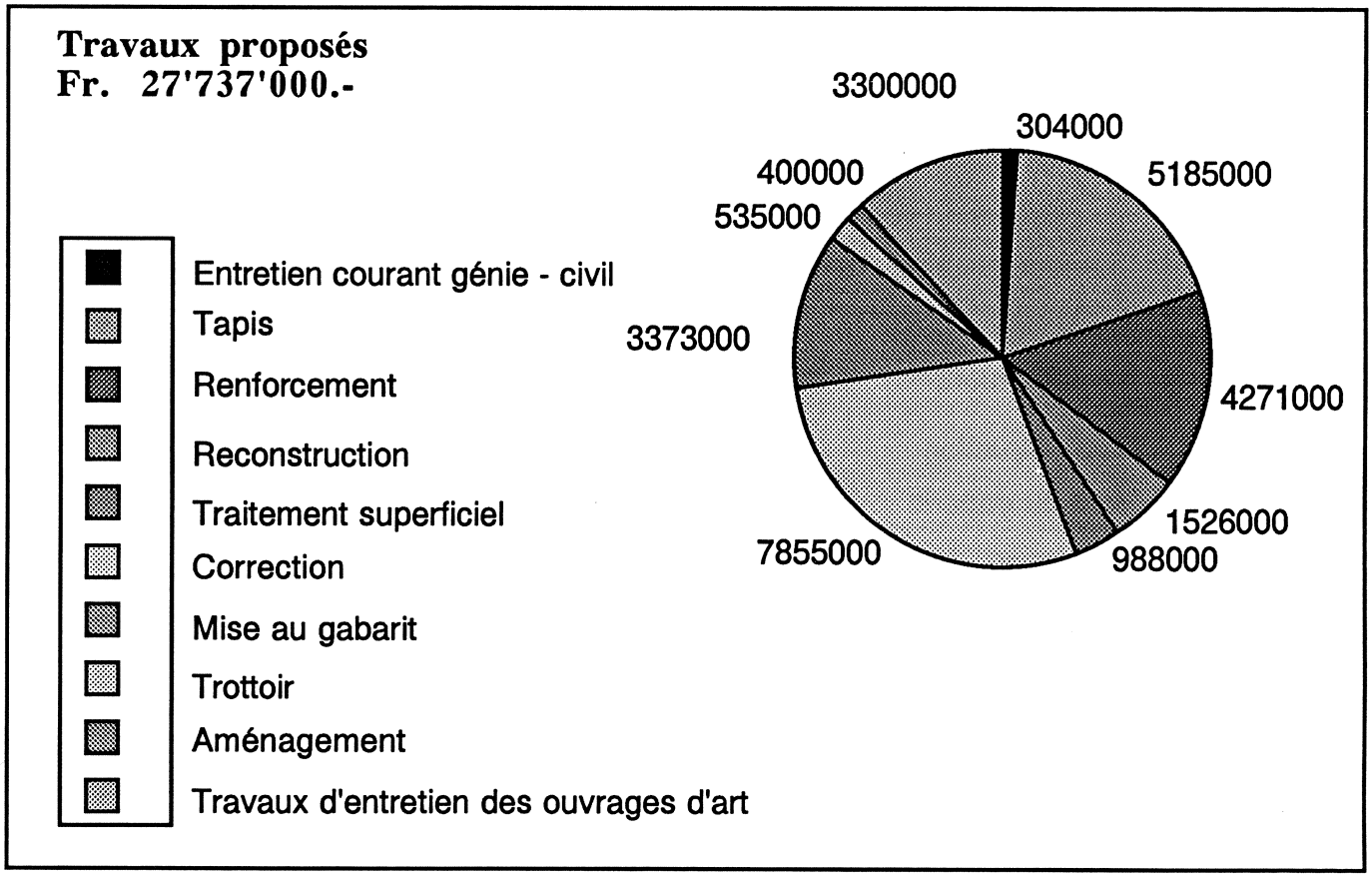
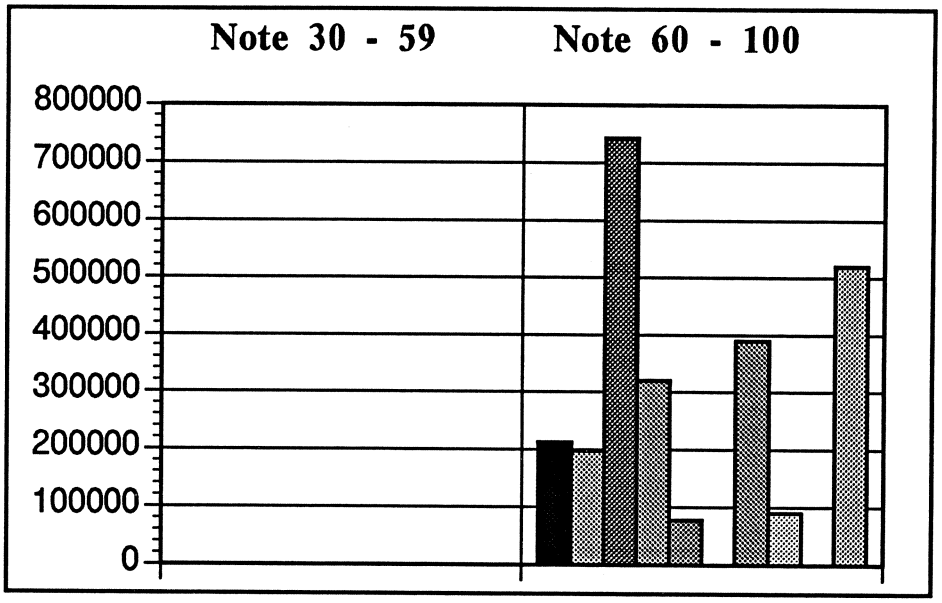


Fig. 6.10 Routes cantonales neuchâteloises, répartition des nouveaux travaux proposés pour 1993, selon leur type d'entretien et la distribution en deux groupes de la note de priorité globale

Répartition selon types de travaux et notes d'évaluation



Répartition selon types de travaux

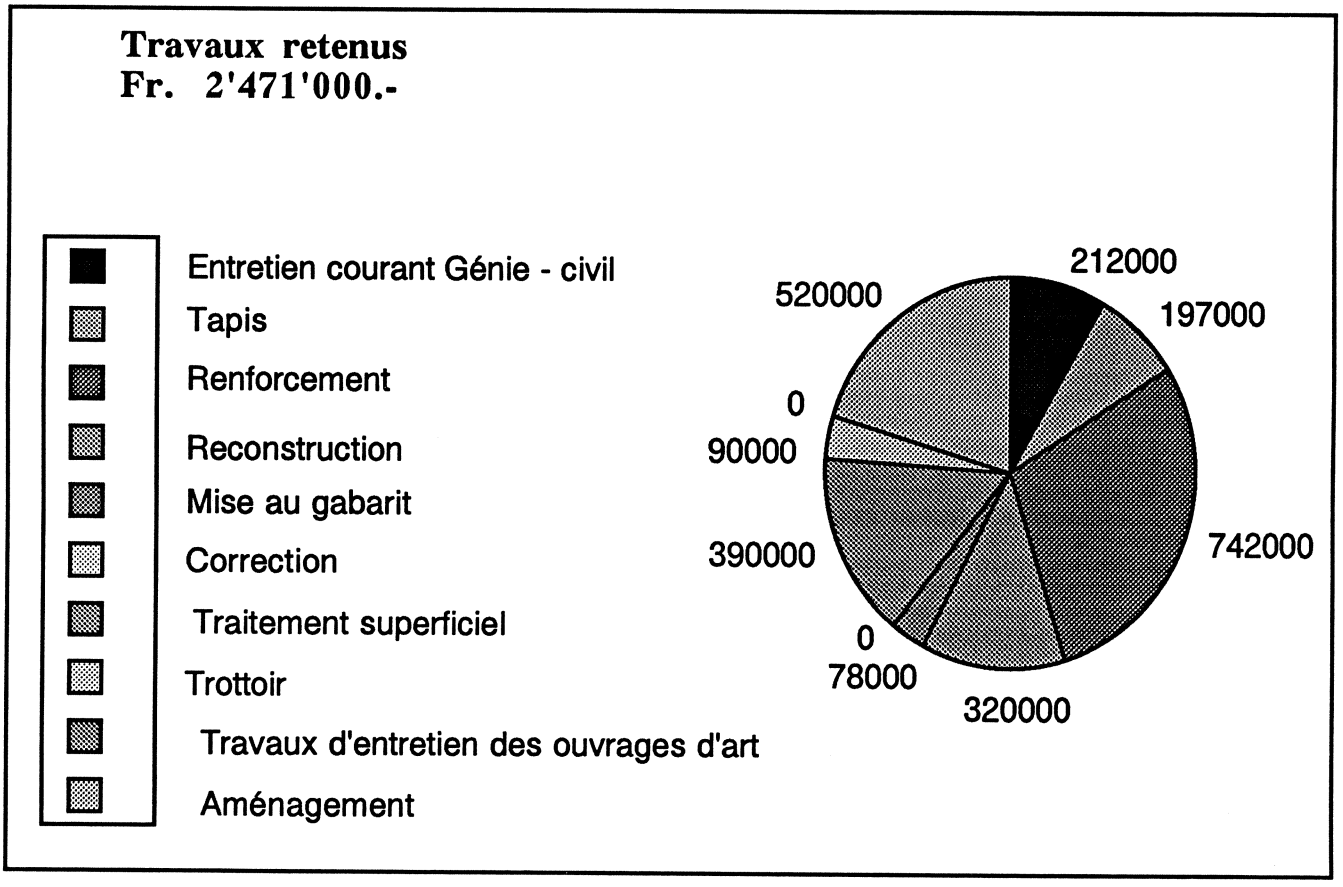


Fig. 6.11 Routes cantonales neuchâteloises, répartition des nouveau travaux retenus pour 1993, selon leur type d'entretien et la distribution en deux groupes de la note de priorité globale.

L'exécution du programme "Budget" sur le PC montre en première possibilité la liste de tous les projets retenus, classés par nature des travaux par division et par ordre décroissant de la note (cf. annexe EP3, p. 145). Ici on a une bonne idée de la priorité d'intervention (note la plus élevée) et du coût du projet ainsi que du coût total.

En fonction du menu général proposé et de la précédente liste, on peut choisir de réaliser (14-21-26-27) ou d'exclure (10-18-30-31) impérativement des projets. Tous les autres seront retenus dans les limites du budget dans l'ordre des notes les plus élevées (cf. annexe EP4, p. 146).

Après avoir épuisé les options 1-3 du menu général (la 4 ne permettant que des corrections d'orthographe ou de titres), la sélection 5 permet d'imposer un budget par nature de travaux et par division.

L'annexe EP5 (p. 147) montre les introductions successives des montants du budget pour chaque division (1-4) par nature (tapis). A chaque introduction d'un montant, le budget demandé est augmenté de ce montant, par contre le budget déjà alloué correspond à la totalité des montants des projets retenus impérativement (ici ils dépassent certains budgets) et des projets retenus selon les notes maximales dans les limites du budget imposé.

L'annexe EP6 (p. 148) montre les résultats de ces choix de projets en fonction de leur note de priorité, de leur réalisation ou exclusion impérative, et du budget.

On peut noter la prise en compte des projets suivants :

N° 14	note 36	mais réalisation impérative demandée
N° 13	note 65)	notes suffisantes et
N° 8	note 55)	dans la limite du budget

On peut constater aussi "l'élimination impérative" des projets ayant une note plus élevée que d'autres pris en considération dans les limites du budget :

N° 10	note 60	exclu impérativement
etc.		

6.8.3 Conclusion

En résumé, ce prototype proposé est un modèle montrant les possibilités de traiter une partie de la gestion de l'entretien des chaussées avec un système informatisé.

Malgré certaines codifications plus ou moins simples des différents paramètres techniques, la machine ne reste qu'une aide à la gestion, car elle laisse à tout moment l'intervention humaine possible quant au choix à prendre à plusieurs niveaux, qui sont :

- Propositions des projets par les voyers-chefs,

- Analyse des projets, modification des modes de réfection, des prix et impositions d'auscultations complémentaires,

- Imposition des budgets, choix de réalisation ou d'exclusion impérative des projets ou choix selon la note dans les limites du budget.

Enfin, le traitement proposé sur le VAX permet un classement technique des projets et le traitement sur le PC, exécutable itérativement, facilite la sélection des projets avec comme extrême: traitement entièrement automatique (selon note et budget) ou entièrement dirigé (imposé sans tenir compte de la note) dans la limite d'un budget. Enfin, une option simple permet en fixant la note correspondant à un niveau de service souhaité, d'obtenir le coût de l'entretien pour maintenir le réseau dans un certain état. Cela revient à établir le budget.

7. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Après avoir défini les bases d'un système de gestion des chaussées (SGC), qui se limite aux travaux de génie civil des chaussées relevant du "gros entretien" et du "renouvellement" dans la terminologie employée par l'Office fédéral des routes (OFR), le présent rapport résume tout d'abord les éléments fondamentaux d'une Banque des données routières (BDR) sans laquelle il est illusoire de mettre en place un SGC. Pour assurer une continuité et une pérennité d'une BDR, il est principalement recommandé qu'elle soit conforme aux normes [5, 7, 23] et qu'elle soit mise en place progressivement en fonction des objectifs spécifiques et des moyens en personnel et financiers à disposition. Rappelons que les relevés des données, ainsi que leurs saisies et mises à jour, représentent la plus grande partie du coût d'une BDR. De ce fait, il faut assurer une certaine qualité des données en priorité, en se limitant au strict minimum des paramètres (types d'objets d'informations) nécessaires pour atteindre l'objectif fixé, par exemple la gestion des chaussées.

Conformément au premier but du présent mandat d'étude préalable, le rapport résume l'état de connaissance dans le domaine du SGC en excluant toutefois les systèmes experts. Le chapitre 3 résume les bases et quelques exemples des deux types de SGC qui sont :

- systèmes basés sur l'évaluation des priorités,
- systèmes comportant la notion d'optimisation.

On observe que les systèmes du premier type sont utilisés pour établir les programmes des travaux à court terme de 1 à 3 ans, tandis que ceux du deuxième type sont employés pour une planification de moyen à long terme, soit de 10 à 20 ans.

Les systèmes avec le processus d'optimisation sont relativement complexes et font intervenir un très grand nombre de paramètres. Le chapitre 4 en résume 3, à titre d'exemple, pour illustrer tous les aspects d'un SGC complet.

Pour atteindre le deuxième but du présent mandat, une enquête a été réalisée auprès des administrations routières et des instituts des hautes écoles EPFZ et EPFL. Un questionnaire a été envoyé en 1986 et 29 réponses ont été analysées. Cette enquête avait pour but de dégager une hiérarchie dans l'importance relative des paramètres qu'il conviendra de considérer dans un système informatisé de gestion des chaussées. Dans la catégorie des paramètres jugés indispensables pour un SGC, on obtient dans l'ordre décroissant de notation les suivants : aspect visuel de la chaussée, trafic poids lourd, fissuration, profondeur des ornières, glissance, trafic total, drainage et les indicateurs tels que degré d'urgence désigné par le voyer-chef et le taux d'accidents. Les paramètres tels que déflexion de la chaussée, irrégularité du profil en long, ont été classés dans la catégorie souhaitable.

De cette enquête, résumée dans le chapitre 5, il se dégage les recommandations suivantes pour la mise en place d'un premier modèle de SGC :

- système utilisant la méthode de priorité sans optimisation,
- prise en compte de la répartition géographique des travaux,
- respect des niveaux de service pour déterminer les besoins financiers (budget annuel de gros entretien).

Les annexes E1 à E8 (p. 85 à 137) donnent de plus amples détails sur cette enquête.

Le chapitre 6 présente, à titre d'information, conformément au but du présent mandat, le SGC développé dans le canton de Neuchâtel qui est basé sur la méthode des priorités. Le SGC-NE est utilisé dès 1985 pour l'élaboration des programmes annuels des travaux de gros entretien des chaussées du réseau routier cantonal et de la N5. Les demandes concernant ces travaux dépassent largement les possibilités financières et le SGC-NE permet de faire des choix en fonction des données objectives. Le système a été amélioré au niveau de la présentation des résultats dans le cadre du présent mandat.

L'application de cet outil d'aide à la programmation a permis de pratiquer une stratégie d'entretien de façon cohérente et continue depuis plusieurs années. L'importance est donnée aux paramètres de sécurité du trafic et de la pérennité de la chaussée et le confort routier passe au second plan. Il est possible de faire ressortir les conséquences de cette stratégie lors de l'élaboration des rapports à l'intention des autorités politiques exécutive et législative. A titre d'exemple, le tableau ci-après présente l'évolution entre 1979-1986 des tronçons des routes cantonales neuchâteloises, non compris la N5, qui ont une portance insuffisante :

	Longueur en km	*Longueur de la route à portance insuffisante en pour-cent de la longueur totale auscultée*		
		1979	*1983*	*1986*
Routes principales	109	11 %	7 %	3 %
Autres routes	332	45 %	33 %	25 %

On observe donc que la situation du point de vue de la portance s'est améliorée pendant la période considérée grâce à la priorité donnée aux travaux de renforcement. Celle-ci fait partie de la stratégie d'entretien. Par contre, la situation s'est dégradée en ce qui concerne le confort routier [25].

Pour conclure, on peut dire que les trois mandats parallèles de recherche : N° 15/84 confié au LAVOC [8], N° 31/84 confié à IVT[21] et le présent N° 30/84 ont réussi à donner un aperçu général, respectivement des méthodes d'auscultation des chaussées, des lois de comportement d'un paramètre tel que l'orniérage et d'un SGC.

Nous recommandons aux administrations routières intéressées par la mise en place d'un SGC de commencer avec un système simple comportant des objectifs clairement définis, tels que décrits dans le chapitre 6.

Pour ce qui est du développement des méthodes plus sophistiquées comportant l'optimisation, il est recommandé de limiter initialement l'analyse à un nombre restreint de paramètres tels que l'orniérage, la portance et le trafic.

BIBLIOGRAPHIE

1. OCDE : Système de gestion des chaussées, Paris 1987.

2. Hussain-Khan M. : Gestion de l'entretien des routes cantonales neuchâteloises et de la route nationale 5, Route et Trafic N° 9, septembre 1983.

3. VSS : Norme SN 640 901, système des objectifs.

4. Hussain-Khan M. : Système de repérage de base dans l'espace pour données routières, Route et Trafic N° 12, décembre 1989.

5. VSS : Norme SN 640 910, système de repérage de base dans l'espace pour données routières.

6. Hussain-Khan M. : Banque de données routières, Route et Trafic N° 12, décembre 1989.

7. VSS : Norme SN 640 909, banque de données routières, bases.

8. Crottaz R. et Moussaly M. : Banque de données routières. Rapport de recherche OFR - VSS N° 21/81, 1984.

9. Pigois M., LAVOC : "Etudes des méthodes d'auscultation et d'observation des chaussées", mandat de recherche OFR - VSS N° 15/84, Rapport N° 166, novembre 1988.

10. Rosenthaler Ch. "Strada-DB" : Wo stehen wir heute ?, Route et Trafic N° 12, décembre 1989.

11. Sanzet G. : "La banque de données routières, constitution et exploitation", Travaux, septembre 1984.

12. Mannering F.L., Kilareski W.P., Luthy D.R. and Kurt S.A. : "Interactive Data Base for Pavement Management", Proceedings of North American Pavement Management Conference - Vol. 9, Toronto, 1985.

13. Association des routes et transports du Canada : Guide de gestion routière, Edition Agence d'Arc Inc, Montreal, 1977.

14. Epps J.A. et associés, "The Development of Maintenance Management. Tools for the Texas State Department of Highways and Public Transportation", Texas Transportation Institute, Texas, A. & M. University, Report 151-4F, 1976.

15. Haas R. et Roland W. Hudson : "Pavement Management System" MC Graw-Hill, 1978.

16. Hussain M. : "Pavement Management Based on a Ranking Method", North American Pavement Management Conference, Mars 1985, Ontario, Canada.

17. Lemlin M., Ghilaine E. et Veverke V. : "Strenghthening and Maintenance of the Belgian National Road Network - Decision Making Methodology", North American Pavement Management Conference, March 1985, Ontario, Canada.

18. Sklute S., Desai H.R. et Grimsley C.F. : "Resurfacing Program Consequence Analysis and Funding Allocations", North American Pavement Management Conference, March 1985, Ontario, Canada.

19. Scullion T. et Stein A. : "Predicting Maintenance and Rehabilitation Needs for the State of Texas", North American Pavement Management Conference, March 1985, Ontario, Canada.

20. Rafi A.A., "Management der Strassenerhaltung (MSE)", VSS, Rapport de recherche N° 234, mandats OFR-VSS, N° 31/88 et 27/90, janvier 1992.

21. Zuffrey J.D., Monsch D., Scazziga I., "Entwicklung von Verhaltensmodellen als Grundlage eines programmierten Erhaltungskonzeptes", Mandat de recherche OFR-VSS N° 31/84, Rapport N° 196, juillet 1990.

22. Karan M.A., Christian T.J., Cheetham A., Berdhal G., Haas R., "Development of Pavement Rehabilitation Needs and Priority Programming System in the Province of Alberta, R.T.A.C., septembre 1983.

23. Nelson T.L., Leclerc R.V., "Development and implantation of Washington States Pavement Management System, W.S. DOT, No WA-RD501, février 1983.

24. Hussain-Khan M., Normes sur catalogue des données routières, SN 640 940, SN 640 941, SN 640 942, Route et Trafic, janvier 1994.

25. Etat de Neuchâtel, Rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil à l'appui d'un décret portant octroi d'un crédit de 34'800'000 francs pour la neuvième étape de corrections et aménagements des routes cantonales et ouvrages pour piétons et cyclistes, août 1988.

République et canton de Neuchâtel

Département des Travaux publics
Service des ponts et chaussées
Office des routes cantonales

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

---

ANNEXES E

RESULTATS DE L'ENQUETE AUPRES DES SERVICES DES ROUTES, DES LABORATOIRES ET INSTITUTS SPECIALISES

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

---

TABLE DES MATIERES DES ANNEXES E

E1 FORMULAIRE D'ENQUETE VIERGE

E2 LISTE DES SERVICES, BUREAUX, OFFICES AYANT REPONDU A L'ENQUETE

E3 TOTAUX, MOYENNES, ET MOYENNES PONDEREES DES NOTATIONS AUX RUBRIQUES 2 ET 3

E4 CLASSEMENT DES CHAPITRES 2 ET 3 PAR SOUS CHAPITRE DANS L'ORDRE DECROISSANT DES MOYENNES SIMPLES ET PONDEREES

E5 CLASSEMENT GENERAL DES RUBRIQUES DES CHAPITRES 2 ET 3 DANS L'ORDRE DECROISSANT DES MOYENNES SIMPLES

E6 RECAPITULATION DES PRINCIPALES REMARQUES DES DIFFERENTES RUBRIQUES "AUTRES PROPOSITIONS"

E7 TABLEAU RECAPITULATIF DES NOTATIONS DE CHAQUE RUBRIQUE DES CHAPITRES 2 ET 3

E8 RECAPITULATION DES REPONSES AU CHAPITRE 5

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

---

ANNEXE E1

FORMULAIRE D'ENQUETE ORIGINAL

RECHERCHE DANS LE DOMAINE DE LA CONSTRUCTION ROUTIERE

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

ENQUETE AUPRES DES SERVICES DES ROUTES, DES LABORATOIRES ET INSTITUTS SPECIALISES

1. Identification

11 Service ou Institut .....

12 Etendue du réseau routier entretenu. ..... km de route, dont ..... km de route nationale.

13. Personne à contacter pour information complémentaire :
Nom : ..... No de téléphone .....

2. Paramètres à prendre en considération dans l'évaluation des priorités des travaux d'entretien

Priorité
0 = pas considéré
1 = souhaité
2 = nécessaire
3 = indispensable

21 Paramètres concernant la sécurité routière

211 Taux d'accidents ☐
212 Glissance ☐
213 Profondeur des ornières ☐
214 Géométrie routière (courbure, pente, dévers, visibilité) ☐
215 Autre proposition ..... ☐

22 Paramètres concernant la pérennité de la chaussée

221 Fissuration ☐
222 Drainage ☐
223 Déflexion ☐
224 Module de déformation des couches de fondation ☐
225 Age de la superstructure sans la couche de roulement ☐
226 Autre proposition ..... ☐

23 Paramètres concernant le confort des usagers

231 Irrégularité du profil en long (coef. viagraphe) ☐
232 Confort routier (Mesure de réaction dynamique à l'aide d'analyseur de profil en long) ☐
233 Evacuation des eaux de surface de la chaussée ☐
234 Age de la couche de roulement ☐
235 Autre proposition ..... ☐

./.

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL
DÉPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES
OFFICE DES ROUTES CANTONALES

HS/BR/CG b 8.6/8590

Neuchâtel, le 23 mai 1986

STRASSENBAUFORSCHUNG

AUFTRAG Nr. 30/84 : 6105.2

Vorstudie im Hinblick auf eine Untersuchung bezüglich eines EDV-mässig geführten Management für die Strassenerhaltung

---

RUNDFRAGE BEI TIEFBAUAEMTEN, LABORATORIEN UND SPEZIALISIERTEN INSTITUTEN

1. Identifikation

11 Amt oder Institut

12 Länge des unterhaltenen Strassennetzes. .....km Strassen, davon ..... km Nationalstrassen.

13 Verbindungsperson für zusätzliche Information :

Name : ..... Tel.-Nr. .....

2. Massgebende Parameter unter Berücksichtigung der Prioritäten der Strassenerhaltungsarbeiten

Priorität

0 = unnötig 2 = notwendig
1 = wünschbar 3 = unerlässlich

21 Verkehrssicherheit

211 Unfallstatistik ☐

212 Glätte (VSS), Rutschgefährlichkeit, Griffigkeit ☐

213 Spurrinnentiefe ☐

214 Strassengeometrie (Kurven, Längsneigung, Quergefälle, Sichtverhältnisse) ☐

215 Anderes..... ☐

22 Substanzerhaltung der Strasse (Fahrbahn)

221 Rissbildung ☐

222 Entwässerung ☐

223 Deflektion (VSS), Durchbiegung, Tragfähigkeit ☐

224 Verformungsmodul der Fundationsschicht ☐

225 Alter des Oberbaus (ohne Deckschicht) ☐

226 Anderes..... ☐

23 Komfort für den Strassenbenützer

231 Unregelmässigkeit des Längenprofils (Ebenheitsmessgerät Koeffizient - Viagraph) ☐

232 Strassenkomfort (Messung der dynamischen Reaktion aufgrund der Auswertung des Längenprofils ☐

233 Fahrbahnentwässerung ☐

234 Alter der Deckschicht ☐

235 Anderes..... ☐

./.

Priorité

24 Trafic

241 Trafic total ☐

242 Trafic poids lourds ☐

243 Autre proposition ..... ☐

25 Appréciation du responsable de l'entretien de la chaussée (voyer-chef)

251 Aspect visuel ☐

252 Degré d'urgence ☐

253 Autre proposition ..... ☐

26 Paramètres relatifs à l'environnement

261 Nuisances sonores ☐

262 Pollution atmosphérique ☐

263 Autre proposition ..... ☐

27 Application des seuils d'intervention

271 Glissance ☐

272 Profondeur des ornières ☐

273 Confort routier ☐

274 Autre proposition ..... ☐

3. Eléments d'un système de gestion informatisé — Réponse : oui = 1, non = 0

31 Méthode d'évaluation des priorités sans optimisation

311 Basée uniquement sur les paramètres du paragraphe 2 ☐

312 Basée sur les paramètres précités ainsi que les coûts des solutions possibles. ☐

32 Méthode d'évaluation des priorités avec optimisation

321 Basée sur un système simplifié tenant compte des paramètres techniques et d'évaluation des coûts annuels. ☐

322 Basée sur une actualisation des coûts sur une période de 5 à 10 ans. ☐

33 Coûts à prendre en considération

331 Coûts du propriétaire de la route ☐

332 Coûts du propriétaire et des usagers de la route ☐

333 Autre proposition ..... ☐

34 Possibilités des travaux à prendre en considération

341 Coût d'une solution pour remédier à un défaut constaté ☐

342 Plusieurs solutions pour remédier à un défaut constaté ☐

./.

		Priorität
24	Verkehr	
	241 Gesamtverkehr	☐
	242 Schwerverkehr	☐
	243 Anderes.....	☐
25	Bewertung durch den für die Strassenunterhaltung verantwortlichen Strassenverwalter (VSS)	
	251 Von Auge beobachteter Zustand	☐
	252 Dringlichkeitsgrad	☐
	253 Anderes	☐
26	Umwelt	
	261 Lärmimmissionen	☐
	262 Luftverschmutzung	☐
	263 Anderes	☐
27	Eingriff-Grenzwerte	
	271 Glätte, Griffigkeit	☐
	272 Spurrinnentiefe	☐
	273 Strassenkomfort	☐
	274 Anderes.....	☐

Antwort : ja = 1
nein = 0

3. Elemente eines EDV-mässig geführten Managements der Strassenunterhaltung

31	Methode zur Prioritätenabschätzung ohne Optimierung	
	311 Ausschliesslich aufgrund der Parameter gemäss Absatz 2	☐
	312 Aufgrund obenerwähnter Parameter und der Kosten der möglichen Lösungen	☐
32	Methode zur Prioritätenabschätzung mit Optimierung	
	321 Aufgrund eines vereinfachten Systems, unter Berücksichtigung der technischen Parameter und der geschätzten Jahreskosten	☐
	322 Aufgrund einer Aktualisierung der Kosten für einen Zeitraum von 5 bis 10 Jahren	☐
33	Massgebende Kosten	
	331 Kosten zu Lasten des Strasseneigentümers	☐
	332 Kosten zu Lasten des Strasseneigentümers und des Strassenbenützers	☐
	333 Anderes.....	☐
34	Zu berücksichtigende Ausführungsmöglichkeiten	
	341 Kosten einer einzigen Lösung für die Behebung eines festgestellten Mangels	☐
	342 Mehrere Lösungen für die Behebung eines festgestellten Mangels	☐

./.

Réponse : oui = 1
non = 0

35 Répartition géographique et par nature des travaux

351 Répartition géographique ☐

352 Répartition par nature des travaux ☐

353 Autre répartition ..... ☐

36 Critères d'établissement du programme annuel ou multiannuel des travaux

361 Programmes respectant des disponibilités financières données ☐

362 Programmes respectant les niveaux de service donnés pour déterminer les besoins financiers ☐

363 Autre proposition ..... ☐

4. Autres propositions (à remettre éventuellement sur une feuille à part)

5. Annexes (éventuellement sur feuilles à part)

51 Description succincte du système actuel de gestion utilisée pour votre réseau.

52 Description succincte des appareils à grand rendement utilisés pour l'auscultation de votre réseau.

6. Renseignements

Pour toutes questions concernant cette enquête, prière de contacter M. Jean-Daniel Burnat, ingénieur-technicien, Office des routes cantonales, Neuchâtel. (Téléphone : 038/ 22.35.59)

Les résultats de cette enquête seront résumés dans le rapport concernant le mandat de recherche précité, qui vous sera communiqué ultérieurement.

Nous vous remercions de votre collaboration et vous prions de nous retourner ce document rempli à l'adresse suivante :

Office des routes cantonales
13, rue Pourtalès
Case postale 1332
2001 Neuchâtel

Lieu ..... date ..... Signature :

.....

17.3.86 HS/BR/AS b 8.6/8590

Antwort : ja = 1
nein = 0

35 Zuordnung nach Geographie und nach Art der Arbeiter

351 Geographische Zuordnung ☐

352 Zuordnung nach Art der Arbeiten ☐

353 Andere Zuordnung ☐

36 Erstellungskriterien des Jahres-, resp. mehrjahres Bauprogrammes

361 Programme nach vorgegebenen Finanzierungsmöglichkeiten ☐

362 Programme nach vorgegebenem Betriebsstandard zur Bestimmung des Finanzbedarfs ☐

363 Anderes..... ☐

4. Andere Vorschläge (eventuell auf separatem Blatt)

5. Beilagen (eventuell auf separaten Blättern)

51 Kurze Beschreibung des heutigen Management-Systems Ihres Strassennetzes

52 Kurze Beschreibung der Hochleistungsgeräte, die bei Ihnen für die Erfahrung des Zustandes Ihres Strassennetzes verwendet werden.

6. Auskünfte

Für weitere Informationen werden sie gebeten, mit Herrn Jean-Daniel Burnat, ingénieur-technicien, Office des routes cantonales, Neuchâtel, Kontakt aufzunehmen (Tel. : 038/22.35.59).

Die zusammengefassten Ergebnisse dieser Umfrage, werden Ihnen später, im Bericht des obgenanntes Forschungsauftrages, mitgeteilt werden.

Wir danken Ihnen für Ihre Mitarbeit und bitten Sie uns dieses ausgefüllte Dokument an die folgende Adresse zurückschicken.

Office des routes cantonales
13, rue Pourtalès
Case postale 1332
2001 N e u c h â t e l

Ort ..... Datum ..... Unterschrift :

.....

Uebersetzung durch Monsieur F. Guenot,
OFR/Berne, le 17.4.86
Korrekturen durch Herrn W. Dinkel,
TBA - BL/Liestal

23.5.86 HS/BR/CG b 8.6/8590

Département des Travaux publics
Service des ponts et chaussées
Office des routes cantonales

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

---

ANNEXE E2

LISTE DES SERVICES, BUREAUX, OFFICES
AYANT REPONDU A L'ENQUETE

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
NEUCHATEL
MANDAT No 30/84 : 6105.2

No_ENQ	SERVICE OU INSTITUT	RESPONSABLE DE L'INFORMATION	LONG. RESEAU RTES. CANT.	LONG. RESEAU RTES. NAT.
1	IVT EPFZ Zürich	SCAZZIGA	0,0	0,0
2	Service des Ponts et Chaussées du Canton du Jura	HENNEMANN Maurice	440,0	47,0
3	Ufficio Strade Nazionali	FERRARI Luciano	0,0	130,0
4	Voirie et Nettoiement Canton - DTP Genve	HAEGLER J.-B.	300,0	12,0
5	Département des Ponts et Chaussées Fribourg	SCHMID	630,0	0,0
6	Service des Routes VD	THOENI Jacques	2300,0	0,0
7	Bureau des Autoroutes Fribourg	GIANOLINI Rocco	0,0	66,4
8	Tiefbauamt des Kantons Zürich Strasseninspektorat	LINSI P.	1539,0	155,0
9	Kanton Schaffhausen	WINZELER Eugen	265,0	191,0
10	Tiefbauamt Kt. Zug	SCHWEGLER H.	172,0	26,0
11	Kantonsingenieurbüro Nidwalden	GUT Martin	98,7	25,8
12	Kantonales Tiefbauamt Solothurn	FREUDIGER + NICOLET	657,0	34,0
13	Strasseninspektorat des Kantons St. Gallen	PFISTER	710,0	130,0
14	Baudepartement Kanton Schwyz	WEBER Hans	284,0	74,0
15	Dépt. des Travaux Publics / Service entretien des routes / Valais	GASPOZ Bernard	2310,0	65,0
16	Kantonales Tiefbauamt von Appenzell A.Rh.	BRUDERER F.	231,0	0,0
17	Kantonales Hoch-und Tiefbauamt Glarus	?	130,0	17,0
18	Office Fédéral des Routes (OFR)	GUENOT F.	0,0	0,0
19	Baudepartement Basel-Stadt Tiefbauamt	MULLER Fritz	312,0	5,0
20	Bureau des autoroutes du Canton de Vaud	GRAF Blaise	0,0	155,0
21	Tiefbauamt Basel-Land/Liestal	DINKEL Walter	430,0	30,0
22	Dipartimento delle pubbliche costruzioni	PIAZZINI Guelfo	1250,0	140,0
23	Kanton Aargau, Aarg. Baudepartement Abteilung Tiefbau	H. OTTO, Chef Strassenunterhalt	1230,0	80,0
24	Kantonales Tiefbauamt Luzern	Kantonsingenieur oder Strasseninspektor H. BORGHI	548,0	56,0

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
NEUCHATEL
MANDAT No 30/84 : 6105.2

No_ENQ	SERVICE OU INSTITUT	RESPONSABLE DE L'INFORMATION	LONG. RESEAU RTES. CANT.	LONG. RESEAU RTES. NAT.
25	Kantonales Tiefbauamt Graubünden	B. CLAVADETSCHER	1600,0127,0	
26	Ville de Neuchâtel, Travaux publics	COURSIER Marcel	89,3	0,0
27	Autobahnamt des Kantons Bern	SCHATZMANN	0,0	155,0
28	Tiefbauamt des Kantons Thurgau	J. LAMPE	840,0	28,0
29	Tiefbauamt Obwalden Abt. Strassenbau	BURCH Joseph / DILLIER Urs	95,0	19,0
30	Ponts et Chaussées Neuchâtel	MM. HUSSAIN /BURNAT	440,0	15,0
*** Total ***			16901.0	1783,2

République et canton de Neuchâtel

Département des Travaux publics
Service des ponts et chaussées
Office des routes cantonales

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

---

ANNEXE E3

TOTAUX, MOYENNES, ET MOYENNES PONDEREES
DES NOTATIONS AUX RUBRIQUES 2 ET 3

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
NEUCHATEL
MANDAT No 30/84 : 6105.2

TOTAUX ET MOYENNES DES DONNEES

	Tot.	Moy. Simple	Moy. Pond.
** CHAPITRE 2			
** SOUS-CHAPITRE 20			
200 Paramètres à prendre en considération dans l'évaluation des priorités			
** SOUS-CHAPITRE 21			
210 Paramètres concernant la sécurité routière			
211 Taux d'accidents	58	2.0	2.1
212 Glissance	67	2.3	2.3
213 Profondeur des ornières	68	2.3	2.4
214 Géométrie routière (courbure, pente, dévers, visibilité)	48	1.7	1.5
215 Autre proposition	17	0.6	0.4
** SOUS-CHAPITRE 22			
220 Paramètres concernant la pérennité de la chaussée			
221 Fissuration	72	2.5	2.3
222 Drainage	65	2.2	2.3
223 Déflexion	56	1.9	1.9
224 Module de déformation des couches de fondation	38	1.3	1.2
225 Age de la superstructure sans la couche de roulement	52	1.8	1.6
226 Autre proposition	10	0.3	0.2
** SOUS-CHAPITRE 23			
230 Paramètres concernant le confort des usagers			
231 Irrégularité du profil en long (coef.viagraphe)	40	1.4	1.4
232 Confort routier (Mesure de réaction dynamique)	25	0.9	0.6
233 Evacuation des eaux de surface de la chaussée	55	1.9	2.0
234 Age de la couche de roulement	52	1.8	1.7
235 Autre proposition	4	0.1	0.1
** SOUS-CHAPITRE 24			
240 Trafic			
241 Trafic total	65	2.2	2.4
242 Trafic poids lourds	71	2.4	2.6
243 Autre proposition	10	0.3	0.3

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
NEUCHATEL
MANDAT No 30/84 : 6105.2

TOTAUX ET MOYENNES DES DONNEES

	Tot.	Moy. Simple	Moy. Pond.
** SOUS-CHAPITRE 25			
250 Appréciation du responsable de l'entretien de la chaussée (voyer-chef)			
251 Aspect visuel	76	2.6	2.7
252 Degré d'urgence	65	2.2	2.3
253 Autre proposition	8	0.3	0.2
** SOUS-CHAPITRE 26			
260 Paramètres relatifs à l'environnement			
261 Nuisances sonores	36	1.2	1.2
262 Pollution atmosphérique	15	0.5	0.5
263 Autre proposition	4	0.1	0.1
** SOUS-CHAPITRE 27			
270 Application des seuils d'intervention			
271 Glissance	65	2.2	2.4
272 Profondeur des ornières	69	2.4	2.6
273 Confort routier	34	1.2	1.1
274 Autre proposition	20	0.7	0.6

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
NEUCHATEL
MANDAT No 30/84 : 6105.2

TOTAUX ET MOYENNES DES DONNEES

	Tot.	Moy. Simple	Moy. Pond.
** CHAPITRE 3			
** SOUS-CHAPITRE 30			
300 Elements d'un système de gestion informatisé			
** SOUS-CHAPITRE 31			
310 Méthode d'évaluation des priorités sans optimisation			
311 Basée uniquement sur les paramètres du paragraphe 2	5	0.2	0.2
312 Basée sur les paramètres précités ainsi que les coûts des solutions	24	0.8	0.8
** SOUS-CHAPITRE 32			
320 Méthode d'évaluation des priorités avec optimisation			
321 Basée sur un syst. tenant compte des param. techn. et d'éval. coûts/an	20	0.7	0.7
322 Basée sur une actualisation des coûts sur une période de 5 à 10 ans	7	0.2	0.2
** SOUS-CHAPITRE 33			
330 Coûts à prendre en considération			
331 Coûts du propriétaire de la route	15	0.5	0.5
332 Coûts du propriétaire et des usagers de la route	13	0.4	0.4
333 Autre proposition	4	0.1	0.1
** SOUS-CHAPITRE 34			
340 Possibilités des travaux à prendre en considération			
341 Coût d'une solution pour remédier à un défaut constaté	4	0.1	0.2
342 Plusieurs solutions pour remédier à un défaut constaté	17	0.6	0.5
** SOUS-CHAPITRE 35			
350 Répartion géographique et par nature des travaux			
351 Répartition géographique	24	0.8	0.8
352 Répartition par nature des travaux	19	0.7	0.7
353 Autre répartition	9	0.3	0.3
** SOUS-CHAPITRE 36			
360 Critères d'établissement du prog. annuel ou multiannuel des travaux			
361 Programmes respectant des disponibilités financières données	16	0.6	0.6
362 Prog. respectant les niv. de serv. pour déterminer les besoins financ.	22	0.8	0.8
363 Autre proposition	5	0.2	0.2

Département des Travaux publics
Service des ponts et chaussées
Office des routes cantonales

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

---

ANNEXE E4

CLASSEMENT DES CHAPITRES 2 ET 3 PAR
SOUS CHAPITRE
ORDRE DECROISSANT DES MOYENNES SIMPLES ET
PONDEREES

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
NEUCHATEL
MANDAT No 30/84 : 6105.2
RUBRIQUES PAR ORDRE DECROISSANT DES
MOYENNES / SOUS-CHAPITRE

		Tot.	Moy. Simple	Moy. Pond.**	Group.
CHAPITRE 2					
** SOUS-CHAPITRE 20					
	l'évaluation des priorités				
** SOUS-CHAPITRE 21					
	212 Glissance	67	2.3	2.3	A
	213 Profondeur des ornières	68	2.3	2.4	A
	211 Taux d'accidents	58	2.0	2.1	A
	214 Géométrie routière (courbure, pente, dévers, visibilité)	48	1.7	1.5	B
	215 Autre proposition	17	0.6	0.4	E
** SOUS-CHAPITRE 22					
	221 Fissuration	72	2.5	2.3	A
	222 Drainage	65	2.2	2.3	A
	223 Déflexion	56	1.9	1.9	B
	225 Age de la superstructure sans la couche de roulement	52	1.8	1.6	B
	224 Module de déformation des couches de fondation	38	1.3	1.2	C
	226 Autre proposition	10	0.3	0.2	E
** SOUS-CHAPITRE 23					
	233 Evacuation des eaux de surface de la chaussée	55	1.9	2.0	B
	234 Age de la couche de roulement	52	1.8	1.7	B
	231 Irrégularité du profil en long (coef.viagraphe)	40	1.4	1.4	B
	232 Confort routier (Mesure de réaction dynamique)	25	0.9	0.6	C
	235 Autre proposition	4	0.1	0.1	E
** SOUS-CHAPITRE 24					
	242 Trafic poids lourds	71	2.4	2.6	A
	241 Trafic total	65	2.2	2.4	A
	243 Autre proposition	10	0.3	0.3	E
** SOUS-CHAPITRE 25					
	251 Aspect visuel	76	2.6	2.7	A
	252 Degré d'urgence	65	2.2	2.3	A
	253 Autre proposition chaussée (voyer-chef)	8	0.3	0.2	E
** SOUS-CHAPITRE 26					
	261 Nuisances sonores	36	1.2	1.2	C
	262 Pollution atmosphérique	15	0.5	0.5	C
	263 Autre proposition	4	0.1	0.1	E
** SOUS-CHAPITRE 27					
	272 Profondeur des ornières	69	2.4	2.6	D
	271 Glissance	65	2.2	2.4	D
	273 Confort routier	34	1.2	1.1	D
	274 Autre proposition	20	0.7	0.6	D

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
NEUCHATEL
MANDAT No 30/84 : 6105.2
RUBRIQUES PAR ORDRE DECROISSANT DES
MOYENNES / SOUS-CHAPITRE

		Tot.	Moy. Simple	Moy. Pond.	Group.
** CHAPITRE 3					
** SOUS-CHAPITRE 31					
	312 Basée sur les paramètres précités ainsi que les coûts des solutions	24	0.8	0.8	A
	311 Basée uniquement sur les paramètres du paragraphe 2	5	0.2	0.2	C
** SOUS-CHAPITRE 32					
	321 Basée sur un syst. tenant compte des . param. techn. et d'éval. coûts/an	20	0.7	0.7	A
	322 Basée sur une actualisation des coûts sur une période de 5 à 10 ans	7	0.2	0.2	C
** SOUS-CHAPITRE 33					
	331 Coûts du propriétaire de la route	15	0.5	0.5	B
	332 Coûts du propriétaire et des usagers de la route	13	0.4	0.4	B
	333 Autre proposition	4	0.1	0.1	E
** SOUS-CHAPITRE 34					
	342 Plusieurs solutions pour remédier à un défaut constaté	17	0.6	0.5	B
	341 Coût d'une solution pour remédier à un défaut constaté	4	0.1	0.2	C
** SOUS-CHAPITRE 35					
	351 Répartition géographique	24	0.8	0.8	A
	352 Répartition par nature des travaux	19	0.7	0.7	A
	353 Autre répartition	9	0.3	0.3	E
** SOUS-CHAPITRE 36					
	362 Prog. respectant les niv. de serv. pour détermine les besoins financ.	22	0.8	0.8	A
	361 Programmes respectant des disponibilités financières données	16	0.6	0.6	A
	363 Autre proposition	5	0.2	0.2	E

République et canton de Neuchâtel

Département des Travaux publics
Service des ponts et chaussées
Office des routes cantonales

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

---

ANNEXE E5

CLASSEMENT GENERAL DES RUBRIQUES DES
CHAPITRES 2 ET 3
ORDRE DECROISSANT DES MOYENNES SIMPLES

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
NEUCHATEL
MANDAT No 30/84 : 6105.2
RUBRIQUES PAR ORDRE DECROISSANT DE LA MOYENNE

		Tot.	Moy. Simple	Moy. Pond.
** CHAPITRE 2				
** GROUPE : A				
	251 Aspect visuel	76	2.6	2.7
	221 Fissuration	72	2.5	2.3
	242 Trafic poids lourds	71	2.4	2.6
	212 Glissance	67	2.3	2.3
	213 Profondeur des ornières	68	2.3	2.4
	222 Drainage	65	2.2	2.3
	241 Trafic total	65	2.2	2.4
	252 Degré d'urgence	65	2.2	2.3
	211 Taux d'accidents	58	2.0	2.1
** GROUPE : B				
	223 Déflexion	56	1.9	1.9
	233 Evacuation des eaux de surface de la chaussée	55	1.9	2.0
	225 Age de la superstructure sans la couche de roulement	52	1.8	1.6
	234 Age de la couche de roulement	52	1.8	1.7
	214 Géométrie routière (courbure, pente, dévers, visibilité)	48	1.7	1.5
	231 Irrégularité du profil en long (coef.viagraphe)	40	1.4	1.4
** GROUPE : C				
	224 Module de déformation des couches de fondation	38	1.3	1.2
	261 Nuisances sonores	36	1.2	1.2
	232 Confort routier (Mesure de réaction dynamique)	25	0.9	0.6
	262 Pollution atmosphérique	15	0.5	0.5
** GROUPE : D				
	272 Profondeur des ornières	69	2.4	2.6
	271 Glissance	65	2.2	2.4
	273 Confort routier	34	1.2	1.1
	274 Autre proposition	20	0.7	0.6
** GROUPE : E				
	215 Autre proposition	17	0.6	0.4
	226 Autre proposition	10	0.3	0.2
	243 Autre proposition	10	0.3	0.3
	253 Autre proposition	8	0.3	0.2
	235 Autre proposition	4	0.1	0.1
	263 Autre proposition	4	0.1	0.1

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
NEUCHATEL
MANDAT No 30/84 : 6105.2
RUBRIQUES PAR ORDRE DECROISSANT DE LA MOYENNE

		Tot.	Moy. Simple	Moy. Pond.
** CHAPITRE 3				
** GROUPE : A				
	312 Basée sur les paramètres précités ainsi que les coûts des solutions	24	0.8	0.8
	351 Répartition géographique	24	0.8	0.8
	362 Prog. respectant les niv. de serv. pour déterminer les besoins financ.	22	0.8	0.8
	321 Basée sur un syst. tenant compte des param. techn. et d'éval. coûts/an	20	0.7	0.7
	352 Répartition par nature des travaux	19	0.7	0.7
	361 Programmes respectant des disponibilités financières données	16	0.6	0.6
** GROUPE : B				
	342 Plusieurs solutions pour remédier à un défaut constaté	17	0.6	0.5
	331 Coûts du propriétaire de la route	15	0.5	0.5
	332 Coûts du propriétaire et des usagers de la route	13	0.4	0.4
** GROUPE : C				
	311 Basée uniquement sur les paramètres du paragraphe 2	5	0.2	0.2
	322 Basée sur une actualisation des coûts sur une période de 5 à 10 ans	7	0.2	0.2
	341 Coût d'une solution pour remédier à un défaut constaté	4	0.1	0.2
** GROUPE : E				
	353 Autre répartition	9	0.3	0.3
	363 Autre proposition	5	0.2	0.2
	333 Autre proposition	4	0.1	0.1

Département des Travaux publics
Service des ponts et chaussées
Office des routes cantonales

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

---

ANNEXE E6

RECAPITULATION DES PRINCIPALES REMARQUES DES DIFFERENTES RUBRIQUES
" AUTRES PROPOSITIONS "

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
NEUCHATEL
MANDAT No 30/84 : 6105.2

AUTRES PROPOSITIONS PAR THEME

NO_OPT AUTRES PROPOSITIONS	NO_ENQ
** THEME 210	
210 Largeur de chaussée-trottoirs-pistes/bande cyclable	2
210 Profondeur d'eau ou combinaison ornière-dévers	4
210 Beschränkungen, Signalisation, Einmündungen, Breiten Fahr-,Nebenfahrbahnen	8
210 Signalisation, Leithilfen	9
210 Werkleitungen	11
210 Classe et No de route, Nb voies, largeurs etc., Kilomètrage, sect.,év. écl.	8
210 Klima (Frost, Niederschläge) Querschnitt der Strasse	21
210 Taux de blessés et de morts	30
** THEME 220	
220 Etat de surface en surplus de la seule fissuration	1
220 Alter, Zustand Werkleitungen	8
220 Kernbohrungen	11
220 Aufbau des Oberbaues	21
220 Pellage, nids de poule caractérisant l'état visuel de la chaussée	30
** THEME 230	
230 APL (Petites longueurs d'onde facteur de sécurité en égard aux résonances)	4
230 Anzahl der Flickstellen Unebenheiten des Strassenränder	9
230 Caract. couche de roulement, rugosité, infl. niv. sonore et vibrations	30
** THEME 240	
240 Trafic 2 roues léger	4
240 Radfahrer, Fussgänger, Landwirtsh Verkehr	8
240 Zweiradverkehr	12
240 Contrôle des charges d'essieux, profils caractéristiques	18
240 DTV, MSV, ?, ?	21
** THEME 250	
250 Arbeiten Dritter (Werke), Zufahrten	8
250 Finanzielle Moghlichkeiten	16
250 ?	17
250 Comparaison degré d'urgence voyer-chef/degré urgence calculé théoriquement	18
250 Automatische Aufnahmen	21
** THEME 260	
260 ?	17
260 Wie ?, / Grenzwerte	21
** THEME 270	
270 Déflexion ou portance	4
270 Deflektion/Tragfähigkeit, Risse	8
270 Limites variables/dialogue avec l'ordinateur	18
270 Portance (Déflexion)	20
270 Tragfähigkeitabminderung / Abminderung des Haftfestigkeit / Risse Bildung	21
270 Rissbildung	29
270 Déflexion	30
** THEME 330	
330 Kapitalisierte Kosten Strasseneigentürmer	8
330 Wie 332 plus Kosten Dritte	21

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
NEUCHATEL
MANDAT No 30/84 : 6105.2

AUTRES PROPOSITIONS PAR THEME

NO_OPT AUTRES PROPOSITIONS	NO_ENQ
** THEME 350	
350 Importance de la route	1
350 Par classe de route	4
350 Nach Strassen -Kategorie	8
350 Géographique et par Nature	15
350 Nach Erhaltungsmassnahme (Bauliches Unterhalt, ? ,?	21
350 Par importance de route	30
** THEME 360	
360 Cumul coûts solution choisie en fonction d'une hiérarchisation du réseau	18
360 362 permet d'établir le budget et 361 le programme des travaux	30

Département des Travaux publics
Service des ponts et chaussées
Office des routes cantonales

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

---

ANNEXE E7

TABLEAU RECAPITULATIF DES NOTATIONS DE CHAQUE RUBRIQUE
CHAPITRE 2 ET 3

200	Paramètres à prendre en considération dans l'évaluation des priorités
210	Parametres concernant la sécurité routière
211 A1	Taux d'accidents
212 A2	Glissance
213 A3	Profondeur des ornières
214 A4	Géométrie routière (courbure, pente, dévers, visibilité)
215 A5	Autre proposition
220	Paramètres concernant la pérennité de la chaussée
221 B1	Fissuration
222 B2	Drainage
223 B3	Déflexion
224 B4	Module de déformation des couches de fondation
225 B5	Age de la superstructure sans la couche de roulement
226 B6	Autre proposition
230	Paramètres concernant le confort des usagers
231 C1	Irrégularité du profil en long (coef.viagraphe)
232 C2	Confort routier (Mesure de réaction dynamique)
233 C3	Evacuation des eaux de surface de la chaussée
234 C4	Age de la couche de roulement
235 C5	Autre proposition
240	Trafic
241 D1	Trafic total
242 D2	Trafic poids lourds
243 D3	Autre proposition
250	Appréciation du responsable de l'entretien de la chaussée (voyer-chef)
251 E1	Aspect visuel
252 E2	Degré d'urgence
253 E3	Autre proposition
260	Paramètres relatifs à l'environnement
261 F1	Nuisances sonores
262 F2	Pollution atmosphérique
263 F3	Autre proposition
270	Application des seuils d'intervention
271 G1	Glissance
272 G2	Profondeur des ornières
273 G3	Confort routier
274 G4	Autre proposition
300	Elements d'un système de gestion informatisé
310	Méthode d'évaluation des priorités sans optimisation
311 H1	Basée uniquement sur les paramètres du paragraphe 2
312 H2	Basée sur les paramètres précités ainsi que les coûts des solutions
320	Méthode d'évaluation des priorités avec optimisation
321 I1	Basée sur un syst. tenant compte des param. techn. et d'éval. coûts/an
322 I2	Basée sur une actualisation des coûts sur une période de 5 à 10 ans
330	Coûts à prendre en considération
331 J1	Coûts du propriétaire de la route
332 J2	Coûts du propriétaire et des usagers de la route
333 J3	Autre proposition
340	Possibilités des travaux à prendre en considération
341 K1	Coût d'une solution pour remédier à un défaut constaté
342 K2	Plusieurs solutions pour remédier à un défaut constaté
350	Répartion géographique et par nature des travaux
351 L1	Répartition géographique
352 L2	Répartition par nature des travaux
353 L3	Autre répartition
360	Critères d'établissement du prog. annuel ou multiannuel des travaux
361 M1	Programmes respectant des disponibilités financières données
362 M2	Prog. respectant les niv. de serv. pour déterminer les besoins financ.
363 M3	Autre proposition

No	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3	G1	G2	G3	G4	H1	H2	I1	I2	J1	J2	J3	K1	K2	L1	L2	L3	M1	M2	M3
1	3	2	2	1	0	2	2	1	1	2	1	3	3	2	1	0	2	3	0	2	2	0	1	0	0	3	3	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
2	2	2	3	2	2	3	3	3	1	2	0	1	1	1	3	0	3	1	0	3	2	0	0	0	0	2	2	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
3	2	2	1	1	0	2	2	1	1	2	0	2	0	3	0	0	2	3	0	3	2	0	0	0	0	2	2	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
4	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	0	2	2	3	1	3	2	3	1	3	2	0	1	0	0	3	3	2	3	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
5	2	2	3	1	0	3	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0	3	3	0	3	3	0	0	0	0	2	3	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
6	2	2	3	2	0	3	3	2	1	1	0	1	0	2	0	0	3	3	0	3	2	0	1	1	0	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
7	1	3	3	2	0	3	3	2	3	1	0	2	1	3	1	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	3	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
8	3	2	2	1	1	2	2	2	0	2	1	2	0	1	3	0	3	3	1	3	3	1	2	2	0	3	3	2	3	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
9	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
10	3	2	2	3	0	3	3	2	1	2	0	1	1	2	3	0	3	3	0	3	2	0	3	1	0	2	3	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
11	1	2	2	1	2	3	2	2	1	2	2	1	1	2	2	0	2	2	0	3	2	0	1	0	0	2	2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
12	1	2	2	2	0	2	2	1	1	0	0	1	1	2	1	0	2	2	2	2	2	0	2	1	0	2	2	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0
13	2	2	1	1	0	2	2	1	1	2	0	1	1	2	2	0	2	2	0	3	2	0	1	1	0	2	2	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0
14	2	2	2	1	0	2	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	2	1	0	3	2	0	2	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
15	3	2	2	1	0	1	2	2	1	1	0	1	0	3	2	0	3	3	0	2	2	0	2	0	0	2	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
16	1	2	2	2	0	3	2	3	3	3	0	1	1	2	3	0	2	2	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
17	2	2	1	1	0	2	3	1	1	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	1	1	1	1	1	1	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	0	3	3	0	3	3	3	3	3	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	3	3	3	1	0	2	3	3	1	1	0	3	3	3	1	0	2	3	0	3	1	0	2	0	0	3	3	2	3	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0
21	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
22	2	3	2	1	0	2	2	2	3	1	0	1	0	1	1	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	3	3	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
23	1	3	3	2	0	3	2	3	1	2	0	1	1	2	3	0	2	3	0	3	3	0	2	0	0	3	3	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
24	1	3	3	3	0	3	1	2	2	3	0	1	1	2	3	0	2	3	0	3	3	0	1	1	0	3	3	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
25	2	3	3	1	0	3	3	1	0	2	0	1	0	2	3	0	3	3	0	3	3	0	1	0	0	3	3	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
26	1	2	3	1	0	3	0	2	1	2	0	0	2	0	2	0	1	3	0	1	1	0	1	0	0	2	3	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
27	1	2	3	2	0	2	2	2	2	2	0	1	1	1	1	0	1	1	0	3	3	0	0	0	0	3	3	2	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0
28	3	2	2	1	0	2	3	2	1	1	0	2	1	2	3	0	3	3	0	3	2	0	2	1	0	3	2	2	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
29	2	2	2	2	0	3	2	1	1	3	0	1	1	2	2	0	2	2	0	3	3	0	2	1	0	3	3	1	2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
30	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	2	0	0	3	3	2	3	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0

République et canton de Neuchâtel

Département des Travaux publics
Service des ponts et chaussées
Office des routes cantonales

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

---

ANNEXE E8

RECAPITULATION DES REPONSES AU CHAPITRE 5

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

THEME	PROPOSITION	NO ENQ
52	Skiddometer Iseth + Winkelmesser Iseth (Enregistreur d'angle) Misura portanza (déflexion) con app. Sacr	3
51	Relevé des données par sections constantes de 200 ml avec repérage des mesures à l'aide des routes transversales	4
52	Déflectographe Viagraphe Skiddomètre	4
51	Voir texte ci après	
52	Voir texte ci après	5
51	Pas de système de gestion	7
52	Le réseau RN est contrôlé par : Déflectographe, Viagraphe (SACR) Système Moiré du prof. Pflug	7
51	Konventionnell : visuell, unterstützt durch gezielte Messungen und Berechnungen im Einzelfall	8
52	Skiddometer der ETHZ; (Aufnahme Fahrzeug "Dracos" 1 Mal versuchsweise)	8
51	Voir texte ci après	9
51	Visuelle Kontrollen, Deflektionsmessungen, Spurrinnen	10
52	Messgerät für Deflektionen: TA Kt, Zürich	10
51	Bewertung nach 251 /252/ 211 /221 /226 /234	11
52	Keine	11
51	(ungefähr analog Artikel H. Otto ins VSS Zeitschrift 1/86)	13
52	Deflectograph, SRT Pendel, Spazialgeräte IVT ETHZ	13
51	Voir texte ci après	15
52	Voir texte ci après	15
51	Voir texte ci après	18
51	Voir texte ci après	19
51	Voir texte ci après	20
52	Voir texte ci après	20
51	Voir texte ci après	21

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

THEME	PROPOSITION	NO ENQ
52	Ebenheit + Griffigkeit (ISETH) PSI (Otto Graf Institut Stuttgard) Déflexion (SACR + EPFL) Querprofile (EPFL)	22
51	Visuell + Ermittlung Tragfähigkeit	24
52	Keine eigenen	24
51	Utilisation d'un fichier des chaussées qui vient en appui d'une appréciation visuelle de la fissuration, l'orniérage, la glissance	26
52	Aucun Appareil	26
51	Vgl. Strasse un Verkehr 8/75, p. 338 339 (Beilage) (Voir texte ci après)	27
52	Keine ausser konventionelle gelegentlich Messung der Spurrinnentiefe mit Laser	27
51	Nachführung von Uebersichtskarten aufgrund der Festellungen an Ort	28
52	Keine Gerät, Einsatz IVT/ETHZ oder SACR für Ebenheit, Griffigkeit, Spurrinnen und Deflektion	28
51	Abt. Unterhaltsdienst > Ordentlicher Str. Unterhalt Abt. Strassenbau > Projektierung und Bauleitung baulicher Str. U	29
52	Defl. VSS, Kernbohrungen, (keine Eigenen Geräte, Prüfung durch Dritte)	29

DEPARTEMENT DES PONTS & CHAUSSEES FRIBOURG
SERVICE CONSTRUCTION ET ENTRETIEN

Feuille annexe à la recherche dans le domaine de la construction routière

4. Autres propositions

Pos. 322 : En fonction de la charge de travail, nous pourrions nous rabattre sur la pos.321 pour obtenir toutes les données.

Pos. 36 : Dans la mesure où la pos. 362 n'a pas obtenu les crédits, nous sommes obligés d'utiliser la pos.361.

5. Annexes

Pos. 51 : Appréciations visuelles par les contrôleurs (voyers) étayées sur les valeurs de déflexion et équiparées en urgence entre les différentes arrondissements par vision locale d'appréciation au niveau de la direction du département.
La récapitulation des travaux non retenus pour l'année en cours et rééxaminés les années suivantes de façon itérative.

Pos. 52 : Contrat SACR
Déflexion des routes principales tous les 2 ans et tous les 4 ans sur les routes secondaires.

Viagraphe tous les 4 ans sur les routes principales et secondaires.
Glissance : 50 km par an sur les routes principales.

Kanton Schaffhausen
Tiefbauamt

Schaffhausen, 16. Juni 1986 Wi/rm

Schaffhauser "Management-System" für den Strassenunterhalt (Punkt 51 der Umfrage vom 23. Mai 1986)

Allgemeines

Bis dato bestehen keine Schwierigkeiten, die anfallenden Unterhaltsarbeiten in bezug auf die Dringlichkeit oder der Auswahl der Massnahmen festzulegen. Das, abgesehen von einigen wenigen Ausnahmen, zumeist nur schwach frequentierte Netz bedarf vorwiegend einer Oberbauverstärkung. Für Spezialfälle und Hochleistungsstadtdurchfahrten könnten ausnahmsweise Spezialuntersuchungen angezeigt sein.

Im Moment bestehen mehr Schwierigkeiten, von der politischen Seite her genügend Mittel für den notwendigen Strassenunterhalt zugewiesen zu bekommen. Bei den Politikern nimmt die Tendenz zu, mangelhafte oder sogar frostgefährdete Strassen als für den Verkehr ausreichend zu bezeichnen!

Budgetierung

Vor der Budgetierung werden die als sanierungsbedürftig bezeichneten Strassen gesamthaft aufgenommen und nach Budgetpositionen zusammengestellt. Die sanierungsbedürftigen Strassenabschnitte ergeben sich aus:

a) laufender Kontrolle (visuell) des Strassennetzes durch die Strassenaufseher,

b) Kontrolle und Aufnahme der sanierungsbedürftigen Strassen durch den Chef des Strassenunterhaltes,

c) Begehren der Gemeinden für den Ausbau der Innerortsstrecken,

d) Prüfung der Unfallstatistiken der Polizeistellen und allfällige Berücksichtigung der relevanten Unfallstellen.

Aufgrund dieser Unterlagen erfolgt eine Abwägung und Einstufung der Dringlichkeiten der Begehren durch Kantonsingenieur und Chef Unterhalt, wobei auch die regionalen Bedürfnisse berücksichtigt werden:

Stufe 1	Antrag für kommendes Budget
Stufe 2	Antrag übernächstes Jahr
Stufe 3	Begehren angemeldet

DÉPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS DU CANTON DU VALAIS
CENTRE D'ENTRETIEN DE L'AUTOROUTE, INDIVIS – 1906 CHARRAT ANNEXE

Enquête concernant une recherche dans le domaine de la construction routière (système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées.

4. Autres propositions :

Des paramètres à prendre en considération pour l'entretien des ouvrages d'art devraient également être définis et faire l'objet d'un chapitre à part.

5. Annexes :

5.1 Description succincte du système actuel de gestion. Pour les routes cantonales, il n'y a aucun système de gestion. Le département des travaux publics a édicté des directives concernant la distinction entre les travaux d'entretien et les travaux de correction et de réfection. Pour les routes nationales, les directives de l'OFR fixent la limite entre l'entretien ordinaire et l'entretien courant.

5.2 Description succincte des appareils à grand rendement pour l'auscultation du réseau.

Routes cantonales : par le service des ponts et chaussées, de cas en cas et avec le concours d'entreprises privées (déflexion, orniérage, etc...)

Routes nationales : par le service des routes nationales du canton (sans expérience pratique, réseau nouveau).

Veuillez agréer, Messieurs, nos salutations distinguées.

Centre d'entretien de l'autoroute
Le Chef du Centre

Copies pour information :

- Service de l'entretien des routes, Sion
- Service des routes nationales, Sion

Questionnaire de l'Office des routes cantonales du canton de Neuchâtel

Remarques complémentaires de l'OFR

1) Pour les priorités on n'a gardé que 3 possibilités:
   0 = pas considéré, 1 = souhaité, 3 = indispensable.

2) Les questions suivies d'un * sont à comprendre avec l'adjonction suivante: A prévoir mais pas nécessairement à mesurer systématiquement à l'avance.

3) Les questions suivies de deux * (**) sont à comprendre avec l'adjonction suivante: L'utilisateur reçoit une liste des paramètres par tronçon / les priorités sont fixées sans avoir recours à l'informatique.

4) Concernant les ouvrages d'art, tels que ponts, tunnels et galeries, voir colonne no 1 de la "banque de données routières technique" de l'OFR.

5) La phrase figurant sous autre proposition à la question 363 est une traduction de l'allemand: Aufaddierung der Kosten der gewählten Lösung in einer vorhandenen Netzhierarchie.

OFR, F. Guenot
4.12.1986

B D R Anforderungen aus der Sicht der National- resp. Hauptstrassen

1. Netzerfassung (Lage u. Geometrie)	2. Zustandserfassung	3. Verkehrsgeschehen	4. Informatiksysteme
umfassend: . Trasse der Strasse . Anschlüsse . Grosse Kunstbauten . .	umfassend: . Oberbau Strasse . Unterbau Strasse . Kunstbauten evtl.	umfassend: . Verkehrsstatistik . Unfallstatistik .	umfassend: . Hardware . Software . Datentransfer
Parameter: . Strassennumerierung . Abschnitte . Kilometrierung . Spuren (Zahl u. Typ) . Geh- u. Radwege (bei HS) . Breite, Radien, Gefälle . Sichtverhältnisse . Beleuchtung . Inbetriebnahmedatum . Ausbauten, Sanierungen etc. . Kosten Erstellung . Kosten Ausbau, Sanierungen, etc.	Parameter: . Deflexion . Ebenheit (längs u. quer) . Griffigkeit . Risse evtl.	Verkehrsparameter: . gem. autom. Zählung . Anteil LKW . . . Unfallparameter: . Unfallursache . .	Anforderungen: Hardware: . Kompatibilität der Systeme . . Software: . moderne, benützerfreundliche Software (3. und 4. Generation) . Datentransfer: . Schnittstellen Sortierbegriffe . Netzhierarchie

B D R Exigences dans les domaines des routes nationales et principales

1.	2.	3.	4.
Recensement du réseau (Position et géométrie)	Recensement de l'état	Trafic	Système informatique
comprenant: - Tracé de la route - Carrefours - Grands ouvrages d'art	comprenant: - Superstructure route - Infrastructure route - Ouvrages d'art (évent.)	comprenant: - statistique trafic - statistique accidents	comprenant: - Hardware - Software - Transfert de données
Paramètres: - Numéro de route - Tronçons - Kilométrage - Voies (nombre et type) - Trottoirs et pistes cyclables (routes principales) - Largeurs, rayons, pentes - Conditions de visibilité - Eclairage - Date de la mise en service - Aménagements, assainissements, etc. - Coût de la réalisation - Coût de l'aménagement, de l'assainissement, etc.	Paramètres: - Déflexion - Planéité (longitudinale, transversale) - Adhérence - Fissuration (évent.)	Paramètres concernant le trafic - selon comptages automatiques - Pourcentage en poids-lourds Paramètres concernant les accidents: - Causes des accidents	Exigences: Hardware: - Compatibilité des systèmes Software: - moderne, encourageant l'utilisation (3ième et 4ième génération) Transfert de données: - Intersections - Triage - Hiérarchie des réseaux

TIEFBAUAMT BASEL-STADT

Münsterplatz 11
4001 Basel
Telephon 21 81 81

Office des routes cantonales
13, rue Pourtalès
Case postale
2001 Neuchâtel

27 JUIN 19
3293
B 8.6/8590

Unser Zeichen Mü/lh
Sachbearbeiter
Direktwahl Tel. 21 93 20
Ihr Zeichen

Basel, 25. Juni 1986

Rundfrage betreffend EDV-mässig geführtem Management der Strassenerhaltung

Sehr geehrte Herren

Unter Bezugnahme auf Ihre Anfrage vom 4. Juni 1986 erhalten Sie in der Beilage Ihren Fragebogen zurück.

Wir vertreten grundsätzlich die Auffassung, dass sich der Aufwand eines EDV-mässig geführten Managements der Strassenerhaltung in städtischen Verhältnissen nicht rechtfertigt. Im Gegensatz zu weiträumigen Ueberlandstrecken ist im Innerortsbereich dem zuständigen Unterhaltspersonal der Strassenzustand dank dem intensiv durchzuführenden betrieblichen Unterhalt hinreichend bekannt. Ausserdem ist zu bedenken, dass der Zeitpunkt für bauliche Unterhaltsmassnahmen in der Stadt primär durch Bauvorhaben Dritter (Werkleitungsbau), Korrektionen, Aenderungen des Verkehrsregimes oder politische Randbedingungen bestimmt wird. Schliesslich lässt das heterogen strukturierte Strassennetz eine auf Messwerte abgestützte Unterhaltsstrategie kaum zu.

Aus den genannten Gründen haben wir uns bisher mit den Belangen einer Datenbank für den Strassenzustand nicht näher auseinandergesetzt, weshalb wir auf die detaillierte Beantwortung Ihrer Fragen verzichtet haben.

Wir bitten Sie höflich um Verständnis und verbleiben

mit freundlichen Grüssen

Baudepartement Basel-Stadt
TIEFBAUAMT

Der Adjunkt des Kantonsingenieurs

Beilage erwähnt

BAR-Vaud Lausanne

Annexe à l'enquête de l'ORC-NE sur la gestion et l'entretien informatisés des chaussées

---

No 51 - SYSTEME ACTUEL

- Mesure avec appareils d'auscultation à grand rendement des grandeurs suivantes
  - Ornièrage transversal
  - Déflexion statique élastique retour
  - Rugosité (glissance)
  - Uni longitudinal (confort)

- Comparaison mesures / seuils d'intervention (critères)

- rapports d'inspection des voyers

- Prise en compte du taux d'accidents et du niveau du trafic

- Evaluation des coûts de réfection

- Choix des chantiers de réfection en fonction

  1) des éléments indiqués ci-dessus et
  2) du montant total des crédits accordés pour une année déterminée.

NO 52 - APPAREILS D'AUSCULTATION A GRAND RENDEMENT

- Ornièrage : Système du moiré routier de l'IMAC - EPFL

- Déflexion : Déflectographe Lacroix (SACR) - chaussées souples
  Vibraflect (vibreur léger) - IVT-ETHZ - chaussées en béton

- Rugosité (glissance) : skiddomètre (SACR ou IVT-ETHZ)

- Uni longitudinal (confort) : viagraphe (SACR)
  APL 72 (Ponts et Chaussées, France)

Lausanne, le 10.07.1986
BG/ac

MANAGEMENT DER STRASSENERHALTUNG IM KANTON BASEL-LANDSCHAFT

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
2.	DIE STRASSENERHALTUNG	2
2.1	Begriffe	3
3.	ORGANISATION	4
3.1	Modellmanagement	5
3.2	Organigramm der Abteilung Ausbau und Unterhalt des Tiefbauamtes Basel-Landschaft	7
3.2.1	Normalorganigramm der Kreise	8
3.2.2	Organigramm Signalisation	9
3.2.3	Organigramm Werkhof N2	10
3.3	Hilfsmittel	11
4.	ZIELSETZUNGEN UND ARBEITSBEREICHE DER GRUPPEN	12
5.	DATEN	12
5.1	Grundinformationen	13
5.2	Strassenzustand	13
5.3	Trassierung	14
5.4	Verkehr	14
5.5	Klima	15
5.6	Normen	15
5.7	Unter- und Oberbau	16
5.8	Erhaltungsgeschichte	16
5.9	Unfälle	17
5.10	Betriebliche Unterhaltsarbeiten	18
5.11	Markierungen und Signalisationen	18
5.12	Kunstbauten	19
6.	ERFASSUNG UND BEWERTUNG DES STRASSENZUSTANDES	19
6.1	Beobachten/Erfassen	19
6.1.1	Deflektion, Ebenheit, Griffigkeit	20
6.1.2	Spurrinnen	23
6.1.3	Risse	23
6.1.4	Zustand Kunstbauten	23
6.1.5	Unfälle	25
6.1.6	Verkehrsbelastung	26
6.2	Bewerten	26
6.2.1	Analyse der Schäden	26
6.2.2	Qualitätskriterien/Verhaltensmodelle	27
6.2.3	Vergleich, Schlussfolgerungen, Entscheid	28

Seite

7. ERHALTUNGSMASSNAHMEN 29

7.1 Planung 29
7.1.1 Bestimmung der Ziele 29
7.1.2 Massnahmeplanung 29
7.1.3 Mehrjahresprogramme 30
7.2 Bemessung/Entwurf 31
7.2.1 Betriebs- und gesamtwirtschaftliche Untersuchungen 31
7.2.2 Bestimmung der konkreten Erhaltungsmassnahmen 31
7.2.3 Festlegung des Bauverfahrens 33
7.2.4 Detailprojekt, Submission, Vergabe 34
7.3 Realisierung 35
7.3.1 Qualitätsüberprüfungen 35
7.3.2 Baudokumentation 36
7.3.3 Termin- und Kostenüberwachung 37
7.4 Kontrollen 37
7.4.1 Abnahme 37
7.4.2 Ueberwachung 38
7.4.3 Schlussprüfung 38
7.5 Rückkoppelung, Korrekturen 39

ANHANGVERZEICHNIS 40

République et canton de Neuchâtel

Département des Travaux publics
Service des ponts et chaussées
Office des routes cantonales

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

---

ANNEXES EP

EXEMPLE D'UN SYSTEME DE GESTION INFORMATISE BASE SUR L'EVALUATION DES PRIORITES

République et canton de Neuchâtel

Département des Travaux publics
Service des ponts et chaussées
Office des routes cantonales

MANDAT No 30/84 : 6105.2

Etude exploratoire préalable à un travail de recherche sur un système informatisé de gestion et d'entretien des chaussées

---

TABLE DES MATIERES DES ANNEXES EP

ORDINATEUR VAX

EP1 Propositions des voyers-chefs introduites dans BDR

EP2 Résultats des projets quantifiés par nature et division

ORDINATEUR IBM PC AT

EP3 Liste des projets par nature des travaux, par division et par ordre décroissant de la note

EP4 Budget et choix des réalisations

EP5 Composition du budget

EP6 Résultats des projets retenus avec coûts totaux

Fichier BDR731.TRI

```
731    5C  3    0861014      0 10000 24  211    00
RC 5 PATTUS-VERMEILLE-COMBAM.-CHEZ-LE-BART
731    5.   4 300     -1      0      0  0   00    00
731    5C  8    0861014      0 15600 24  311    00
RC 5 EVITEMENT DE BEVAIX
731    5.   9 600     -1      0      0  0   00    00
731    5C 14   30861014      0   750 29  311    00
RC 5 CARREFOUR TRANSAIR-CESCOLE
731    5.  14 150     -1      0      0  0   00    00
731    5C 25   70861015      0 12000 24  341    00
RC 5 HAUTERIVE(PANAMA)-S BLAISE(JOWA)
731    5.  26  22     -1      0      0  0   00    00
731   10C   6 280861015      0  8500 24  321    00
RC 10 LE PETIT-S-BERNARD-LA PRISE MILORD
731   10.   7 571     -1      0      0  0   00    00
731   10C  12 331861015      0 20500 24  321    00
RC 10 BOVERESSE - COUVET
731   10.  14 450     -1      0      0  0   00    00
731   10C  29 465861015      0  4800 24  221    00
RC 10 LE LONG MUR - LA NANTILLIERE
731   10.  30 174     -1      0      0  0   00    00
731  169C   1 900861003      0  5500 24  231    00
RC 169 LES BRENETS - FABRIQUE PAQUERETTES
731  169C   2 800861003      0  1500 24  331    00
RC 169 TROTTOIRS PAQUERETTES-TUNNEL CHATELARD
731  169.   3 200     -1      0      0  0   00    00
731  170C  20 465861015      0 20000 24  321    00
RC 170 LES GRATTES - MONTMOLLIN (PUITS PERDU)
731  170.  23 639     -1      0      0  0   00    00
731  170C  25 250861014      0  3500 24  311    00
RC 170 HT CHAPELLE-FOYER COTE
731  170C  25 750861014      0  3400 24  311    00
RC 5 FOYER COTE - CARREFOUR PHARMACIE
731  170.  26 300     -1      0      0  0   00    00
731  173C   6 584861014      0  1500 24  311    00
RC 173 DENIVELLE D'AREUSE
731  173.   6 784     -1      0      0  0   00    00
731  174C   1 650861014      0  6000 24  211    00
RC 174 LES BOURONNES-BUR. COMMUNAL. PESEUX
731  174.   2 351     -1      0      0  0   00    00
7311002C   0    0861014      0  1000 24  311    00
RC 1002 DENIVELLE D'AREUSE
7311002.   0 140     -1      0      0  0   00    00
7311002C   3    0861014      0  2100 22  211    00
RC 1002 JONCTION PERREUX CORTAILLOD-BEVAIX
7311002.   3 300     -1      0      0  0   00    00
```

Fichier CRITER.DAT

```
     5   1   1  24
     3
     0
     4
   300
PROJ. VOYER : TAB 10S (F46) REMIX
20
0
     5   1   1  24
     8
     0
     9
   600
PROJ. VOYER :TAB10S (OU MICROPHALTE)
25
0
  1002   1   1  22
     3
     0
     3
   300
PROJ. VOYER : TAB 10, VSS (F42),TA
22
0
  4031   1   1  22
     0
   100
     0
   190
PROJ. VOYER : TAB 10, VSS (F42),TA
22
0
  4033   1   1  22
     0
   100
     0
   210
PROJ. VOYER : TAB 10, VSS (F42),TA
22
```


SGC EPI

Republique et Canton de Neuchatel
Departement des Travaux Publics
b15.1-1985//06

Service des Ponts et Chaussees
Office des Routes Cantonales
Neuchatel, le 10.11.86

ROUTES CANTONALES

Programme des travaux budgetaires d'entretien et de corrections de l'annee 1987

Liste des travaux proposes et retenus pour la division No 1

ANNEXE 1 TYPE DE TRAVAUX : TAPIS

Page no 1

ORDRE No	ROUTE No	OBJET No	Designation du troncon et de la situation	REVET EXIST annee	SURBDR SURVOY m2	TRAFIC vh/j note	TAU_A n/mov note	RUGOS 100mu note	ORNIE mm note	DEFLEX apprec note	PLANE appre note	APPRE VOYER note	NOTE TOTAL pond	PRIX UNIT fr/m2	COUT 1000 franc
1	5		PATTUS-VERMEILLE-COMBAM.-CHEZ-LE-BA		9573	7700	3.32	0	0	2	3	2			
			PR 3+ 0m. a PR 4+ 300m. L= 1308m			4	4	1	1	2	3	2	60		
			22 TAB 10, VSS (F42), TAB L= 400m	77											
			24 TAB 10S (F46) L= 908m	78											
			PROJ. VOYER : TAB 10S (F46) REMIX		10000									20	200
2	5		EVITEMENT DE BEVAIX		16885	9500	0.54	0	12	0	2	3			
			PR 8+ 0m. a PR 9+ 600m. L= 1593m			4	3	1	3	1	2	3	64		
			30 TAB 10 grenu L= 200m	79											
			15 avec bitume ameliore, aL= 1313m	76											
			30 TAB 10 grenu L= 80m	79											
			PROJ. VOYER : TAB10S (OU MICROPHALTE)		15600									25	390
3	1002		JONCTION PERREUX CORTAILLOD-BEVAIX		1905	1890	13.53	0	0	1	3	2			
			PR 3+ 0m. a PR 3+ 300m. L= 300m			3	4	1	1	1	3	2	51		
			13 avec cutback L= 60m	74											
			33 MBB-Microbeton bituminL= 240m	67											
			PROJ. VOYER : TAB 10, VSS (F42), TA		2100									22	46
4	4031		JONCT. PERREUX BRET. YVERDON-CORTAILL		440	300	0.00	0	0	0	0	2			
			PR 0+ 100m. a PR 0+ 190m. L= 90m			1	1	1	1	1	1	2	34		
			PROJ. VOYER : TAB 10, VSS (F42), TA		550									22	12
5	4033		JONCT. PERREUX BRET. NEUCHATEL-BEVAIX		592	1500	9.96	0	0	0	0	2			
			PR 0+ 100m. a PR 0+ 210m. L= 110m			3	4	1	1	1	1	2	47		
			PROJ. VOYER : TAB 10, VSS (F42), TA		600									22	13

REPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHATEL
SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
OFFICE DES ROUTES CANTONALES
PROGRAMME D'ENTRETIEN DES VOYERS

No	No Route	RD	DPRD	RF	DPRF	No OBJET	Programme des travaux d'entretien Par Type de travaux et Division	Note	Prix au/m2	Surf. en/m2 selon voyer	Total de la demande 1000 Frs
** TYPE DE TRAVAUX TAPIS											
* Division 1											
18	1161	2	200	2	880	0000	MONTMIRAIL-THIELLE	69	28	3500	98
13	1003	5	270	5	442	0000	LE FORTIN-DEPOT SIGN. A VALANGIN	65	30	1000	30
17	1161	1	250	1	900	0000	CARREF.WAVRE-CARRE.LA TENE	65	24	5200	125
2	5	8	0	9	600	0000	EVITEMENT DE BEVAIX	64	25	15600	390
1	5	3	0	4	300	0000	PATTUS-VERMEILLE-COMBAM.-CHEZ-LE-BA	60	20	10000	200
9	170	25	250	25	750	0000	HT CHAPELLE-FOYER COTE	60	22	3500	77
10	170	25	750	26	300	0000	FOYER COTE - CARREFOUR PHARMACIE	60	24	3400	82
6	173	6	584	6	784	0000	DENIVELLE D'AREUSE	57	22	1500	33
7	1002	0	0	0	140	0000	DENIVELLE D'AREUSE	57	22	1000	22
8	5	14	30	14	150	0000	CARREFOUR TRANSAIR-CESCOLE	55	24	750	18
16	1161	0	750	1	250	0000	EST ETOILE MARIN-CARREF.WAVRE	53	26	3500	91
3	1002	3	0	3	300	0000	JONCTION PERREUX CORTAILLOD-BEVAIX	51	22	2100	46
5	4033	0	100	0	210	0000	JONCT.PERREUX BRET.NEUCHATEL-BEVAIX	47	22	600	13
11	174	1	650	2	351	0000	LES BOURONNES-BUR.COMMUNAL.PESEUX	47	22	6000	132
12	1115	0	860	0	960	0000	DENIVELLE CORCELLES-PESEUX	42	22	1000	22
19	2185	0	0	0	120	0000	CARREFOUR DU BREL-LA MAIGROGE	42	23	800	18
14	4272	0	0	0	200	0000	JONCT.VALANGIN SUD BRET.NTEL-1003	36	22	800	18
15	4273	0	0	0	180	0000	JONCT.VALANGIN SUD BRET.1003-NTEL	36	22	600	13
4	4031	0	100	0	190	0000	JONCT.PERREUX BRET.YVERDON-CORTAILL	34	22	550	12
* Subsubtotal *											1440
* Division 2											
25	170	20	465	23	639	0000	LES GRATTES - MONTMOLLIN (PUITS PER	81	30	20000	600
26	2225	2	128	2	979	0000	LES BAYARDS VILLAGE	79	30	4700	141
28	2234	0	0	2	571	0000	PRISE SECHE - COUVET	70	30	16500	495
21	10	12	331	14	450	0000	BOVERESSE - COUVET	62	30	20500	615
24	1256	1	50	1	700	0000	ROCHEFORT EST-LE CRET DU CIMETIERE	57	22	4200	92
20	10	6	280	7	571	0000	LE PETIT-S-BERNARD-LA PRISE MILORD	55	22	8500	187
29	2274	3	309	4	750	0000	BOTTES - VALANGIN	55	33	9500	314
22	10	29	465	30	174	0000	LE LONG MUR - LA NANTILLIERE	49	30	4800	144
27	2229	0	0	0	272	0000	LES BAYARDS VILLAGE	48	30	1500	45
23	1256	0	0	0	700	0000	LA NANTILLIERE - ROCHEFORT OUEST	47	30	4800	144
* Subsubtotal *											2777
* Division 3											
34	1003	13	230	13	860	0000	VILLAGE DOMBRESSON	72	30	6200	186
30	169	1	900	2	800	0000	LES BRENETS - FABRIQUE PAQUERETTES	68	33	5500	182
31	169	2	800	3	200	0000	TROTTOIRS PAQUERETTES-TUNNEL CHATEL	56	50	1500	75
33	1356	6	600	6	969	0000	DOMBRESSON VILLAGE	51	30	2800	84
32	1356	5	400	6	600	0000	ST-MARTIN - DOMBRESSON	47	30	7500	225
36	2371	0	0	0	594	0000	GARE CFF HTS GENEVEYS-FONTAINEMELON	47	30	3500	105
35	1003	15	0	15	1	0000	CENTRE D'ENTRETIEN ROUTIER VILLIERS	42	30	700	21
* Subsubtotal *											878

MENU GENERAL

```
BUDGET   MENU

1. REALISATION OU EXCLUSION IMPERATIVE
2. GROUPAGE DE PROJET
3. MODIFICATION DU PRIX AU M2
4. EDITER INFORMATION
5. IMPOSER BUDGET

0. FIN

select 0
```

OPTION 1.

```
No de projet :  12    FIN = CTRL End

Route        : 1115      Nom projet : DENIVELLE CORCELLES-PESEUX

Réalisation impérative : 0  0 = Non  1 = Oui
Exclusion impérative   : 0  0 = Non  1 = Oui

Pg Up = Projet précédent
Pg Dn = Projet suivant
FIN   = CTRL End
```

Résultat du choix
Réalisation ou Exclusion impérative

Enreg. N°	NO ROUTE	REA_IMPER	EXCLU_IMPE	GROUPE
1	1 5	0	0	0
2	2 5	0	0	0
3	3 1002	0	0	0
4	4 4031	0	0	0
5	5 4033	0	0	0
6	6 173	0	0	0
7	7 1002	0	0	0
8	8 5	0	0	0
9	9 170	0	0	0
10	10 170	0	1 ←	0
11	11 174	0	0	0
12	12 1115	0	0	0
13	13 1003	0	0	0
14	14 4272	1 ←	0	0
15	15 4273	0	0	0
16	16 1161	0	0	0
17	17 1161	0	0	0
18	18 1161	0	1 ←	0
19	19 2185	0	0	0
20	20 10	0	0	0
21	21 10	1 ←	0	0
22	22 10	0	0	0
23	23 1256	0	0	0
24	24 1256	0	0	0
25	25 170	0	0	0
26	26 2225	1 ←	0	0
27	27 2229	1 ←	0	0
28	28 2234	0	0	0
29	29 2274	0	0	0
30	30 169	0	1 ←	0
31	31 169	0	1 ←	0
32	32 1356	0	0	0
33	33 1356	0	0	0
34	34 1003	0	1	0
35	35 1003	0	0	0
36	36 2371	0	0	0

MENU GENERAL

```
BUDGET   MENU

1. REALISATION OU EXCLUSION IMPERATIVE
2. GROUPAGE DE PROJET
3. MODIFICATION DU PRIX AU M2
4. EDITER INFORMATION
5. IMPOSER BUDGET

0. FIN

select 0
```

OPTION 5.

Budget demandé : 2785000 Le budget déjà alloué se monte à : 4164000

TAPIS	Division :	1	Budget imposé :	985000
TAPIS	Division :	2	Budget imposé :	1300000
TAPIS	Division :	3	Budget imposé :	500000
TAPIS	Division :	4	Budget imposé :	0

} Montants introduits par le décideur

Page No. 4
18/06/87

P R O J E T S R E T E N U S

REPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHATEL
SERVICE DES PONTS ET CHAUSSEES
OFFICE DES ROUTES CANTONALES
PROGRAMME D'ENTRETIEN DES VOYERS

No	No Route	RD	DPRD	RF	DPRF	No OBJET	Programme des travaux d'entretien Par Type de travaux et Division	Note	Prix au/m2	Surf. en/m2 selon voyer	Total de la demande 1000 Frs
** TYPE DE TRAVAUX TAPIS											
* Division 1											
14	4272	0	0	0	200	0000	JONCT.VALANGIN SUD BRET.NTEL-1003	36	22	800	18
13	1003	5	270	5	442	0000	LE FORTIN-DEPOT SIGN. A VALANGIN	65	30	1000	30
17	1161	1	250	1	900	0000	CARREF.WAVRE-CARRE.LA TENE	65	24	5200	125
2	5	8	0	9	600	0000	EVITEMENT DE BEVAIX	64	25	15600	390
1	5	3	0	4	300	0000	PATTUS-VERMEILLE-COMBAM.-CHEZ-LE-BA	60	20	10000	200
9	170	25	250	25	750	0000	HT CHAPELLE-FOYER COTE	60	22	3500	77
6	173	6	584	6	784	0000	DENIVELLE D'AREUSE	57	22	1500	33
7	1002	0	0	0	140	0000	DENIVELLE D'AREUSE	57	22	1000	22
8	5	14	30	14	150	0000	CARREFOUR TRANSAIR-CESCOLE	55	24	750	18
* Sous-sous-total *											913
* Division 2											
26	2225	2	128	2	979	0000	LES BAYARDS VILLAGE	79	30	4700	141
21	10	12	331	14	450	0000	BOVERESSE - COUVET	62	30	20500	615
27	2229	0	0	0	272	0000	LES BAYARDS VILLAGE	48	30	1500	45
* Sous-sous-total *											801
* Division 3											
33	1356	6	600	6	969	0000	DOMBRESSON VILLAGE	51	30	2800	84
32	1356	5	400	6	600	0000	ST-MARTIN - DOMBRESSON	47	30	7500	225
36	2371	0	0	0	594	0000	GARE CFF HTS GENEVEYS-FONTAINEMELON	47	30	3500	105
35	1003	15	0	15	1	0000	CENTRE D'ENTRETIEN ROUTIER VILLIERS	42	30	700	21
* Sous-sous-total *											435
** Sous-total **											2149