

SEUIL D'ELARGISSEMENT DES ROUTES ETROITES

Mr. RMILI Abdenbi
Chef de la Division Technique
(D.R.C.R)
RABAT

SOMMAIRE

INTRODUCTION

A - Présentation du réseau des routes étroites

- 1 - Consistance et état des routes étroites
 - 1.1 - Consistance
 - 1.2 - Etat des routes étroites
 - 1.3 - Structure des routes étroites
2. Dégradation des routes étroites
- 3- Impact des routes étroites pour l'utilisateur et la collectivité

B - Stratégie d'élargissement des routes étroites

- 1- Généralités
- 2- Etudes antérieures
- 3- Nouvelle stratégie d'élargissement des routes étroites
 - 3.1 - Définition de cas-types
 - 3.2 - Structure de chaussée
 - 3.3 - Données relatives au trafic
 - 3.4 - Choix de la politique d'entretien
 - 3.5 - Sur coûts de l'étranglement de chaussée
 - 3.6 - Calcul des coûts d'élargissement
 - 3.7 - Détermination des seuils économiques d'élargissement.

CONCLUSION

INTRODUCTION

Les très faibles trafics qui prévalaient lors de la création du réseau routier marocain associés à des ressources limitées, avaient conduit les décideurs à opter pour une stratégie évolutive de la largeur des chaussées, en réalisation des routes à un seul couloir de circulation de 3 ou 4 mètres de largeur.

Malgré le développement du volume du trafic, l'augmentation de la vitesse des véhicules et l'accroissement du nombre de poids lourds de plus en plus encombrants, la largeur des routes ainsi construites n'a à quelques exceptions près pas évolué.

Actuellement 68 % du réseau routier marocain est constitué de routes dont la largeur de la chaussée est inférieure à 6 mètres.

Vu les contraintes que gèrent ces routes étroites, la Direction des Routes et de la Circulation Routière au MAROC a lancé une étude de stratégie pour élaborer des standards de largeur de chaussées optimisant l'ensemble des interprétations qui se produisent entre l'infrastructure, l'exploitant et les usagers dans une perspective à long terme.

La présente communication présente les différentes étapes de la dite étude et les résultats qui en découlent.

A- PRESENTATION DU RESEAU DES ROUTES ETROITES

1 - consistance et état des routes étroites

1.1 - Consistance

Le réseau des routes étroites est constitué de voies revêtues sur lesquelles les usagers sont contraints d'utiliser l'accotement lors des dépassements et croisements effectués à la vitesse de référence que permettent les caractéristiques géométriques du tracé.

Un inventaire effectué en 1991 a permis de recenser ces routes et a montré que 68 % du réseau routier a une largeur de chaussée inférieure à 6 m, sur un réseau inventorié de 27134 Km. La répartition des largeurs de chaussée est comme suit:

Largeur de chaussée (m)	Longueur (Km)	% réseau
<3,5	3775	13,9
3,5 à 4,5	11167	41,2
4,5 à 5,5	3465	12,8
5,5 à 6,5	5747	21,2
> 6,5	2980	11
	27134	100,1

On constate que plus de 40 % du réseau revêtu a une largeur de chaussée comprise entre 3,5 et 4,5 mètres: cette caractéristique provient de ce que la chaussée de 4 m de largeur a répondu et répond encore à une norme de la Direction des Routes.

La classe de 5,5 à 6,5 m de largeur, qui représente 21,2 % du réseau bitumé de rase campagne correspond elle aussi à la norme de 6 m de la Direction des Routes. Les deux autres classes de largeurs inférieures à 3,5m et comprise entre 4,5 et 5,5 m représentent chacune un peu plus de 10 % du réseau.

1.2 Etat des routes étroites

Si on exploite la BDR en croisant les unis de chaussée mesurés et les largeurs on arrive au tableau ci dessous:

RESEAU ROUTIER REVETU DE RASE CAMPAGNE

UNI (BI) par largeur de chaussée

(longueurs en kilomètres)

Largeur UNI	< 3,5 m	3,5 - 4,5 m	4,5 - 5,5 m	5,5 - 6,5	> 6,5 m	TOTAL	%
< 2000	199	543	52	769	1319	2882	10,6
2000 - 2500	80	699	151	736	329	1995	7,4
2500-3000	204	1155	156	720	229	2564	9,4
3000-4000	1112	3168	1337	1728	391	7736	28,5
4000-5000	1375	2914	898	901	333	6421	23,7
5500-7000	186	445	121	64	36	852	3,1
> 7000	50	22	4	2	0	78	0,3
NR	569	2221	646	827	343	4606	17,0
TOTAL	3775	11167	3465	5747	2980	27134	100,0

Les routes de faible largeur sont dans un état légèrement plus dégradé que celui de la moyenne nationale et nettement plus dégradé que celui de 6 m et plus.

1-3 Structure des routes étroites

La plupart des routes marocaines étroites sont des routes comportant un revêtement superficiel généralement bicouche, surmonté parfois d'enduits d'entretien, monocouche, bicouche, ou sandwich qui lui ont été apportés au cours de sa vie.

Certaines ont cependant une couche de roulement en enrobé bitumineux de 5 cm minimum d'épaisseur et parfois plus. Elles ne représentent que 3.7% du linéaire des chaussées de largeur inférieure ou égale à 5 m.

2- Dégradation des routes étroites

Dès que la chaussée revêtue est étroite, c'est à dire de largeur inférieure ou égale à 5,5 m, on constate que le croisement ou le dépassement des véhicules exige l'utilisation de l'accotement. Ceci cause des dégâts aux accotements et aux rives.

Si on part d'un accotement neuf, ou convenablement rénové, dont la surface est exactement au même niveau que celui de la chaussée, on constate que l'accotement, sur une largeur de l'ordre de 50 cm à partir du bord du revêtement est soumis à une usure de la part du trafic et a des rejets de matériaux vers l'extérieur de la route. La vitesse de dégradation dépend du trafic et de la qualité du matériau qui constitue l'accotement.

Ces phénomènes de dégradation de l'accotement le long du revêtement résulte d'actions complexes:

1- efforts d'arrachements dûs à la circulation lors des décélérations et accélérations des véhicules croisant ou doublant.

2- ébranlement de la rive de la chaussée par le choc de la roue, lorsqu'après une certaine phase de dégradation, une marche d'escalier s'est créée entre revêtement et accotement:

3- érosion et transport des matériaux par l'eau de ruissellement:

4- imbibition par l'eau stagnante, en période de pluie, des nids de poules initiés par la circulation.

3- Impact des routes étroites pour l'usager et la collectivité

L'obligation pour les usagers de circuler sur les accotements lors des croisements et dépassements, entraîne surcoût des dépenses d'exploitation des véhicules qui se répercute sur l'économie par un renchérissement du coût des transports vers les zones rurales les plus défavorisées.

Pour l'usager ce surcoût est engendré par:

- une consommation accrue du carburant,
- une usure accélérée du matériel et des pneumatiques,
- une perte de temps par les ralentissements imposés lors des croisement et dépassements.

Pour la collectivité, elles grèvent considérablement les frais de maintenance du réseau routier, en raison de:

- l'accélération de la dégradation de la chaussée à voie unique
- l'érosion des bords de chaussée,
- la dégradation des accotements.

Les dépenses consenties pour l'entretien des accotements sont passées de 12 millions de DH en 1989 à 43 millions de DH en 1991.

B - STRATEGIE D'ELARGISSEMENT DES ROUTES ETROITES

1 - Généralités

Comme dans toute étude d'économie routière, les stratégies retenues visent à minimiser le coût total pour la collectivité des postes suivants:

- investissement
- coût d'entretien
- coût d'exploitation des véhicules (coûts de circulation, accident, temps passé).

Une remarque doit cependant être faite dès l'origine d'une telle étude: l'optimum économique pour la collectivité correspond le plus souvent à des dépenses d'investissement et d'entretien, qui dépassent les possibilités financières des budgets du pays concerné. Pour aboutir à des stratégies réalistes et à des programmes d'investissement accessibles il faut tenir compte des budgets annuels d'entretien possibles et du financement maximum du programme d'investissement. En d'autres termes toute la méthodologie de l'étude doit comporter la recherche d'optimum sous contrainte budgétaire: toute autre approche conduirait à des conclusions irréalistes et sans aucune utilité pour l'administration.

2- Etudes antérieures des stratégies d'élargissement

L'option "élargissement ou non élargissement des routes étroites" est un problème très délicat. Elle a fait au Maroc plusieurs fois l'objet d'études spécifiques appliquées à une route bien définie et a donné lieu à l'étude d'un échantillon du réseau routier qui a abouti en 1980 à un "guide de décision pour l'élargissement des routes à rénover".

3 - Nouvelle stratégie d'élargissement des routes étroites

La DRCR a souhaité approfondir cette étude et aboutir à des règles aussi simples et claires que possible pour évaluer l'intérêt des élargissements de chaussées étroites.

Pour asseoir cette étude sur une base solide; il était intéressant de considérer le problème dans sa totalité, c'est à dire toute la complexité.

La complexité de l'étude provient d'abord de ce que l'on considère l'ensemble du réseau et que l'on doit commencer par répartir les routes de ce réseau en types homogènes qui puissent de façon significative être traité de la même façon que la route standard qui définit le type.

Le choix à faire exige de considérer:

- un assez grand nombre de types pour que toutes les routes d'un même type ne s'éloignent pas trop de la route standard qui les représente,
- un nombre suffisamment réduit de types pour que les calculs soient abordables,

La complexité de l'étude vient ensuite et surtout de ce que les deux catégories d'opérations, d'investissement et d'entretien s'y trouvent largement imbriquées, alors que les contraintes financières qui pèsent sur les deux catégories d'opérations sont complètement différentes.

Les seuils économiques d'élargissement des routes étroites ont été déterminés à la suite d'une analyse coût-avantage qui compare les dépenses d'investissement engendrées par l'élargissement de la chaussée au standard de 6 ou 7m aux bénéfices retirés par l'utilisateur et la collectivité, tout au long de la durée de vie de la chaussée.

L'analyse a été faite en respectant les opérations chronologiques suivantes:

- 1- Définition des cas types
- 2 - Caractéristiques des chaussées
- 3 - Etude des données relatives au trafic
- 4 - Choix de la politique d'entretien la plus adaptée
- 5 - Estimation des sur-coûts de circulation dus à l'étroitesse de chaussée (dits coûts exogènes)
- 6 - Calcul des coûts d'élargissement
- 7 - Détermination des seuils économiques d'élargissement à l'aide du modèle HDM

3.1- Définition de cas types

Les cas types sont des routes étroites susceptibles d'élargissement représentatives du réseau marocain qui serviront à classer les routes existantes.

Les critères de différenciation des routes sont:

- la largeur de chaussée actuelle (3 m, 4 m, 5 m et 6 m)
- la largeur de la plateforme
- le type de relief
- la zone climatique
- la qualité du sol support

On recense ainsi 18 cas-types différents de route actuelle qui ont fait l'objet d'un calcul d'un ou de plusieurs seuils d'élargissement.

3-2 - Structure de chaussée

Les structures de chaussées de cas-types de routes étroites, de la route non revêtue simulant l'accotement et de la route élargie sont prises en compte par HDM à l'aide de l'indice structurel et du CBR du sol support.

Pour déterminer les structures de chaussée des cas-types, on suppose que celles-ci ont été dimensionnées à l'aide de structures types datant d'avant 1980. Cette hypothèse prend en compte les différences de structure par zone climatique. Les deux structures types de chaussée sont:

- en zone non aride : 12 cm de pierre cassée sur 15 cm de blocage,
- en zone aride : 15 cm de pierre cassée.

On a fait l'hypothèse supplémentaire que les routes ont été renforcées avec 150 mm de GNB et un enduit superficiel dans les cas suivants:

- routes sur sols tirseux (cas particulier de la zone non aride en secteur plat),
- routes à fort trafic (cas particulier de la zone non aride et secteur plat)

Les chaussées sont élargies:

- de 3m à 6m
- de 4 m à 6 m
- de 5m à 6m
- de 6m à 7 m

L'élargissement est étudié dans les conditions suivantes:

- la route est élargie sans renforcement
- l'élargissement est réalisé sans épaulement
- l'enduit superficiel est un enduit bicouche.

L'élargissement sans renforcement consiste à élargir la chaussée en conservant une structure identique pour l'élargissement.

3.3 - Données relatives au trafic

A partir de comptages visuels de trafic, trois structures moyennes de trafic ont été établies:

- structure faible : 17 % assimilée à 15 % de poids lourds
- structure moyenne: 27 % assimilée à 30 % de poids lourds
- structure forte: 39 % assimilée à 40 % de poids lourds

La structure de trafic est donnée par catégorie de véhicule dans le tableau suivant:

CATEGORIE	STRUCTURE	STRUCTURE	STRUCTURE
	FAIBLE	FORTE	MOYENNE
VL	56,6 %	40,0 %	46,6 %
G/P	28,4 %	20,0 %	23,4 %
CLG (PTC < 8t)	6,0 %	16,0 %	12 %
CLD	5,3 %	14,1 %	10,5 %
EA	2,2 %	5,9 %	4,5 %
AT	1,5 %	4,0 %	3 %

Pour les routes de chaussée 3 m et 4 m le trafic se partage entre la route revêtue (chaussée) et la route non revêtue (accotement).

La proportion des véhicules utilisant l'accotement correspond à la somme des proportions des temps passés à doubler et à croiser.

$$PA = \frac{Q_{tc} + 0,14Q_{td}}{H} = \frac{Q_{tc} + 0,14Q_{td}}{H}$$

avec td: Trafic horaire

tc: temps moyen de croisement sur accotement td: temps moyen de dépassement sur accotement

H: symbole de l'heure (3600 sec si tc et td sont en secondes).

On considère qu'un véhicule roulant à moitié sur chaussée et à moitié sur accotement a des coûts d'exploitation identiques à ceux d'une circulation totale sur accotement.

Un véhicule empruntant l'accotement, même partiellement, pour doubler ou croiser est donc comptabilisé intégralement dans la circulation sur route non revêtue.

La structure de trafic sur accotement est différente de celle sur la chaussée. Elle dépend:

- du pourcentage de poids lourds dans le trafic (tous les PL empruntent l'accotement alors qu'une partie de VL y circule suivant la largeur de la chaussée);

- du temps de roulement des véhicules sur l'accotement (les PL roulent plus longtemps sur l'accotement que les VL).

La structure de trafic sur accotement est modifiée selon le rapport $T_m(PL)/T_m \text{ total}$. La structure de trafic sur accotement est donc donnée par:

* Pour la structure faible:

- 19 % de PL pour une chaussée de 3 m;
- 56 % de PL pour une chaussée de 4 m.

* Pour la structure forte:

- 48 % de PL pour une chaussée de 3 m;
- 68 % de PL pour une chaussée de 4 m

3.4 - Choix de la politique d 'entretien:

3.4.1- Entretien des accotements:

Les politiques suivantes ont été simulées:

- . RP = reprofilage périodique avec rechargement si la dénivelée dépasse 50 mm;
- . EP = emploi partiel ou point à temps par matériaux granulaires sur accotement;

- RC = ne rien faire et recharger si la dénivelée dépasse 50 mm;

Le choix d'une dénivelée de 50 mm pour le déclenchement du rechargement correspond à la limite du supportable par l'utilisateur et aussi au minimum nécessaire pour une mise en oeuvre correcte des matériaux. C'est un compromis qui est généralement choisi par la DRCR.

Parmi les trois politiques simulées, on constate que:

- la solution RC est la moins coûteuse pour le gestionnaire mais la plus coûteuse pour la collectivité avec des coûts totaux dépassant d'un minimum de 30 % ceux la politique la plus intéressante globalement (RP).

- la solution EP est intermédiaire en coût pour le gestionnaire comme pour la collectivité. Les coûts sont supérieurs de 10 à 25 % dans la plage de trafic de 250 à 1000 Véh/j à ceux de RP. Cette solution n'a d'ailleurs pas la préférence des gestionnaires d'un réseau. Elle consisterait à maintenir constamment opérationnelle une brigade de point à temps pour matériaux granulaires.

- la solution RP est celle qui convient le mieux à la collectivité pour les trafics de 250 Véh/j à 1000 Véh/j. Elle est adaptée d'autre part aux structures d'entretien du réseau mises en place par le gestionnaire.

Cette dernière solution s'impose clairement, la difficulté réside dans la détermination de la périodicité des opérations de reprofilage.

La périodicité choisie est de 350 j en zone non aride et 450 jours en zone aride.

3.4.2 - Entretien de la chaussée

Les politiques suivantes ont été simulées:

- 8 politiques pour la route étroite,

- *ne pas entretenir et reconstruire si l'uni est $>$ ou $=$ 5500

- *entretenir par point à temps, jusqu'à reconstruction si l'uni est ≥ 5500
- *entretenir par point à temps et enduit monocouche tous les X années (4 périodicités sont testées = 8, 9, 10 et 12)
- *entretenir par point à temps et enduit monocouche si l'uni = 3500.
- *entretenir par point à temps et reprofilage d'une épaisseur de 30 mm (hors épaisseur monocouche) par grave émulsion accompagnée d'un enduit monocouche si l'uni est = 4000.

- 9 politiques pour la route étroite les huit de la route étroite plus:

- * entretenir par point à temps et tapis d'enrobés de 50 mm si l'uni est ≥ 4000 .

L'analyse est conduite en deux temps. La première phase consiste à extraire les politiques dont le coût au gestionnaire est inférieur ou égale à la contrainte budgétaire (plus 20 % pour tenir compte des possibilités de variation de budget).

La deuxième phase consiste à classer les politiques retenues par ordre croissant de coût pour la collectivité. La politique retenue est celle qui donne le moindre coût à la collectivité tout en satisfaisant aux contraintes financières.

Deux politiques se trouvent réellement en concurrence au niveau de trafic concernées par les routes étroites:

- l'entretien par point à temps seul puis un renforcement si l'uni excède 5500
- l'entretien par revêtement périodique (monocouche ou bicouche) accompagné du point à temps et d'un renforcement si l'uni excède 5500

Choix de la politique par cas-type

L'évolution des chaussées est dépendante de deux facteurs principaux: l'agressivité du trafic et la structure de chaussée. Les résultats des politiques d'entretien simulées par HDM sont fonction de deux données clefs: le volume de trafic rapporté au nombre de voies et l'indice structurel.

Les politiques d'entretien préconisées sont donc fonction de trois critères seulement:

- niveau de trafic
- indice structurel global
- largeur de chaussée

Des cas-types testés pour la politique d'entretien, on peut en tirer des généralités pour l'ensemble des cas-types utilisés pour le calcul des seuils économiques. Les principes généraux du choix de la politique d'entretien pour les cas-types sont:

- pour un trafic supérieur à 2000 véh/j (si le cas se produit), le point à temps accompagné d'un renforcement est recommandé dans tous les cas. Le renforcement peut-être différé par reprofilage ou enrobés.

- pour des trafics inférieurs, on choisira entre un revêtement périodique ou le point à temps, chacun accompagné d'un renforcement .

- si le point à temps est préconisé pour un indice structurel et une largeur de chaussée, on le préconisera aussi:

- * à largeur égale, pour des indices structurels inférieurs:
- * à indice égal, pour des largeurs inférieures.

La périodicité de mise en oeuvre d'un revêtement diminue avec le trafic (au trafic le plus faible, on appliquera la périodicité la plus grande :12 ans).

Ces principes simples conjugués avec les calculs économiques faits sur les cas types ont permis de dresser la table des politiques d'entretien.

POLITIQUES D'ENTRETIEN PRECONISEES

LARGEUR DE CHAUSSEE	NIVEAU DE TRAFIC ET INDICE STRUCTUREL											
	0 A 500 Véh/j			500 A 1000 Véh/j			1000 A 2000 Véh/j			supérieur à 2000 Véh/j		
	SN1	SN2	SN3	SN1	SN2	SN3	SN1	SN2	SN3	SN1	SN2	SN3
3 m	PT	PT	M12	PT	PT	M10	PT	PT	PT			
4 m	PT	PT	M12	PT	PT	M10	PT	PT	PT	PT		
5 m	M12	M12	M12	PT	M10	M10	PT	PT	B10	PT	PT	
6 m et plus	M10	M12	M12	PT	M10	M10	PT	B10	B10	PT	PT ENR	PT ENR

Légende:

SN1 = indice structurel inférieur à 2,00

SN2 = indice structurel compris contre 2,00 à 2,40

SN3 = indice structurel supérieur à 2,40

PT = point à temps et renforcement

MX = monocouche tous les X ans programmé et renforcement

BX = bicouche tous les X ans programmé et renforcement;

L'indice structurel est global, il comprend l'indice de la chaussée et celui de l'apport du sol support.

3.5 Surcoûts de l'étroitesse de chaussée:

L'utilisation du modèle route non revêtue d'HDM pour simuler la circulation sur accotement permet de prendre en compte l'aspect majeur du coût de l'étroitesse de chaussée. Néanmoins il demeure trois aspects de route étroite qui ont des implications économiques et qui ne peuvent pas être pris en compte par HDM de manière endogène:

- la diminution du taux d'accidents sur route élargie (gains en sécurité):
- les surcoûts des croisements sur route étroite (solicitation supplémentaire des véhicules et pertes de temps):
- les surcoûts d'entretien dûs à la dégradation particulière des bords de chaussées.

Ces surcoûts de la route étroite sont estimés ci-après. Ils sont intégrés de manière exogène à HDM.

- SURCOUT RELATIF AUX TAUX D 'ACCIDENTS:

L'étude accidents montre que les avantages économiques de l'élargissement dus à la diminution du taux d'accidents ne sont pas probants pour des élargissements du 3m, 4m ou 5m à 6m. Par contre, on constate une amélioration en sécurité routière pour un élargissement de 6m à 7m.

L'avantage économique en gain de sécurité n'est pris en compte que dans ce cas.

Il est estimé par une diminution du taux de blessé de 20 pour 10 8 véh/km. En estimant le coût de l'accident à 220 000 DH le gain est de 0,02 DH/véh/km.

- SURCOUT RELATIF AU CYCLE ACCELERATION / DECELERATION

On évalue l'impact des ralentissements puis accélérations pour rattrapage de la vitesse dus aux croisements par augmentation fictive du parcours.

Le dépassement n'est pas pris en compte car le cycle accélération décélération existe sur la route élargie. On suppose qu'il est semblable, donc que cela ne génère pas le coût ou d'avantages particuliers pour la route étroite.

Par cette méthode, le surcoût s'exprime par un allongement fictif du ~/// linéaire auquel s'applique le coût normal d'exploitation des véhicules.

Il est fait l'hypothèse que l'allongement fictif à chaque croisement correspond au linéaire parcouru à la vitesse moyenne pendant un temps supplémentaire de fonctionnement du véhicule occasionné par le croisement. Le linéaire supplémentaire parcouru est fonction du temps de croisement donc de la largeur de chaussée. On obtient les allongements relatifs du linéaire par largeur de chaussée:

$$\begin{aligned} DD(3m) &= TMJA \times 10^{-5} \\ DD(4m) &= 3,0 \times TMJA \times 10^{-5} \\ DD(5m) &= 1,6 \times TMJA \times 10^{-5} \end{aligned}$$

- SURCOUT D'ENTRETIEN DES RIVES DE CHAUSSEE

Le surcoût d'entretien des rives de chaussée peut être estimé de deux manières:

- par le volume total de matériaux arrachés et remplacés;
- par la surface maximum de chaussée qui est concernée par la dégradation des rives.

Pour un coût économique de 45 DH par m² de réparation, le surcoût d'entretien des bords de rive varie de 4500 à 7200 DH:Km/an soit 18 à 29 % des coûts d'entretien totaux (25000 DH/Km)

Pour l'ensemble des routes étroites de 3 m et 4 m le surcoût d'entretien est considéré égal à 15% du coût d'entretien total.

3.6- Calcul des coûts d'élargissement

Les coûts d'élargissement sont estimés pour chaque cas-type. Un cas-type est décrit par un profil en travers ou sont représentées la chaussée et la plateforme avant et après élargissement. Ces profils en travers de base servent aux métrés pour la réalisation de la chaussée.

Les coûts unitaires sont des coûts financiers.

L'actualisation des coûts unitaires est faite à l'aide des Index spécifiques publiés par le Ministère des Travaux Publics. Les calculs des coûts d'élargissement sont effectués sur un quantitatif correspondant à un Km de route à élargir. Le coût obtenu est traduit en coût économique par le facteur 0,75 (la part des taxes et droits sur le coût financier est estimé à 25%)

Les coûts d'élargissement sont estimés dans 56 cas.

3.7 -Détermination des seuils économiques d'élargissement

3.7.1- Estimation des avantages de l'élargissement

Les avantages procurés par une opération d'élargissement proviennent de:

- la diminution des coûts d'exploitation des véhicules
- la diminution des coûts d'entretien routier

Coût d'exploitation des véhicules

Les coûts d'exploitation des véhicules sont estimés avec HDM pour les coûts de circulation courants (fonctionnement et amortissement des véhicules, temps des usagers- chauffeurs) sur:

- chaussée étroite,
- accotement,
- route élargie.

Les coûts d'exploitation particuliers spécifiques aux routes étroites sont estimés de manière exogène:

- surcoûts dûs aux croisements (solicitation supplémentaire des véhicules et retard du temps de parcours);
- surcoûts dus à l'aspect accidentogène des chaussées étroites (fait mis en évidence seulement pour un élargissement de 6 m à 7 m).

Coût d'entretien routier

Les coûts d'entretien routier sont estimés à l'aide d'HDM pour ce qui concerne:

- l' entretien de la chaussée étroite,
- l'entretien de l'accotement (pris en compte comme route non revêtue),
- l'entretien de la route élargie.

Les surcoûts dus à la dégradation accélérée des rives de la chaussée étroite ne peuvent pas être calculés par HDM, ils sont estimés de manière exogène.

La période d'analyse est de 20 ans. Afin de ne pas perturber les comparaisons entre coûts d'entretien routier:

- de la route étroite à l'autre,
- d'un cas par rapport à l'autre, une valeur de remise à niveau est prise en compte à l'année 20.

Cette valeur est fonction du coût de renforcement et de l'uni résiduel. Elle s'ajoute aux coûts annuels d'entretien cumulés sur 20 ans (sur chaussée comme sur accotement) pour donner le coût d'entretien global.

Les coûts d'entretien de la route représentent pour la route étroite (chaussée plus accotements) 2 % de l'ensemble (CEV + entretien). Cette proportion descend à 1 % pour la route élargie. Les coûts d'exploitation des véhicules sont donc largement prépondérants.

La différence de coûts entre route étroite et route élargie qui exprime, l'avantage de l'élargissement résulte suivant les trafics:

To (TMJA année 0)

- de la différence des coûts d'entretien
- des coûts exogènes (croisement-dépassement)
- de la différence des coûts de circulation sur chaussée
- du coût de circulation sur accotement

250	400	900
20 %	15 %	13
15 %	20 %	32 %
50 %	45 %	15 %
15 %	20 %	40 %

Avec l'augmentation du trafic on constate que les parts relatives des coûts exogènes et du coût de circulation sur accotement deviennent prépondérants.

3.7.2 - Méthode de calcul des seuils:

Le seuil de trafic justifiant l'élargissement économique (ou capacité économique) est atteint lorsque la somme des avantages actualisés de la route élargie par comparaison avec la route étroite est égale au coût d'élargissement.

Pour un trafic inférieur au seuil, la somme des avantages actualisés sur 20 ans est inférieure au coût d'élargissement, l'opération est déficitaire.

Pour un trafic supérieur, l'opération dégage un bénéfice.

L'investissement est effectué à l'année 0, les avantages sont actualisés par un taux de 12 %. Le seuil d'élargissement qui annule le bénéfice actualisé à 12% de l'opération est donc le trafic qui dégage un taux de rentabilité interne de 12%

Le calcul du seuil s'estime par cas-type en calculant l'ensemble des coûts (route étroite, route élargie, CEV, le coût d'entretien) pour un trafic de base et en reprenant le calcul en augmentant successivement le trafic jusqu'à l'obtention du seuil. Le trafic de base est 250 Véh/j à l'année 0. Les trafics sont généralement augmentés par pas de 50 Véh/j.

Les cas-types de base représentent des routes de 3, 4 et 5 m de largeur de chaussée, dont la largeur de la plateforme est de 6 ou 8 m et remplissant les critères suivants:

- Zone climatique non aride ou aride,
- Terrain plat, vallonné ou montagneux,
- Structure de trafic faible, moyenne ou forte,
- Elargissement de la plate-forme à 8 m,
- Sol de fondation sain,
- Etat initial de surface bon (UNI = 2.500 BI)

3.7.3 - Seuils d'élargissement par cas-type

Le calcul des seuils d'élargissement se fait par lecture du graphique où sont représentés les avantages actualisés de l'élargissement et le coût d'élargissement.

Les résultats sont représentés en annexe pour les 30 cas type d'élargissement de routes de largeur de chaussée actuelle 3 m, 4 m et 5 m.

3.7.4 - Analyse des résultats

Les seuils d'élargissement économiques s'étendent de 210 Véh/j à 990 Véh/j. Ils se situent donc dans les plages de trafic T3 et T2.

Les constats suivants peuvent être dressés, en fonction des critères pris en compte dans l'analyse.

Zone Non Aride et Zone Aride

Les avantages économiques de l'élargissement diffèrent peu de zone non aride à zone aride. En conséquence les écarts entre seuils trouvés correspondent essentiellement à une différence de coût d'élargissement. La structure de chaussée plus importante en ZNA qu'en ZA induit un coût d'élargissement supérieur, donc un seuil plus élevé.

Cette différence varie de 10 Véh/j à 100 Véh/j. Elle est de 60 Véh/j en moyenne.

Plat, Vallonné, Montagneux

Les écarts dus aux reliefs sont faibles si la plate-forme n'est pas élargie. Le seuil le plus bas est obtenu en secteur plat et est inférieur de 60 Véh/j au seuil en secteur montagneux.

L'élargissement de la plate-forme se traduit par des écarts de seuil plus conséquents de 250 à 400 Véh/j. On double pratiquement le seuil du secteur plat en passant en secteur montagneux.

Élargissement de Plate -forme

Pour un même relief, l'élargissement de plate-forme peut avoir un impact faible (augmentation de 80 à 110 Véh/j en secteur plat) ou très élevé (augmentation de 220 à 420 véh/j en secteur montagneux, soit un doublement).

Largeur de chaussée

En zone aride, les seuils d'élargissement sont identiques pour les chaussées de 3 m de 4 m. En zone non aride, on observe que ceux de la chaussée de 4 m sont légèrement inférieurs à ceux de la chaussée de 3 m. Ceci provient du fait que la diminution de 3 m à 4 m du coût d'élargissement est supérieure à la diminution des avantages.. En conséquence le seuil baisse.

Le cas illustre l'importance de la structure de chaussée, qui détermine la différence de coût d'élargissement de ZNA à ZA, dans l'évolution du seuil. Une structure de chaussée plus faible en ZNA se serait traduite par des seuils semblables pour des largeurs de chaussée de 3 m et 4 m.

Concernant la chaussée de 5 m, on constate que les seuils sont beaucoup plus élevés que ceux des chaussées de 3 m et 4 m. Malgré un coût d'élargissement réduit, les seuils sont élevés car les avantages économiques de l'élargissement de 5 m à 6 m sont très faibles (les accotements ne sont pas circulés et les coûts exogènes fortement réduits).

CONCLUSION

Cette étude approfondie de l'impact de l'élargissement des routes étroites sur l'usager et la collectivité a mis en évidence les avantages que l'Administration pourrait retirer d'une politique de modernisation du réseau routier.

Elle a permis d'arrêter un premier programme cohérent d'élargissement de 700 Km de route. Ce programme a été évalué et sera mis en oeuvre dans les années à venir. Il porte essentiellement sur des routes dont l'état structurel nécessite une rénovation de la chaussée afin de profiter des économies d'échelle qui résultent du couplage de l'élargissement et du renforcement.

ANNEXE

SEUILS D'ELARGISSEMENT ECONOMIQUES

**TABLEAU RECAPITULATIF POUR LES ELARGISSEMENTS DE
CHAUSSEE DE 3 M, 4 M ET 5 M**

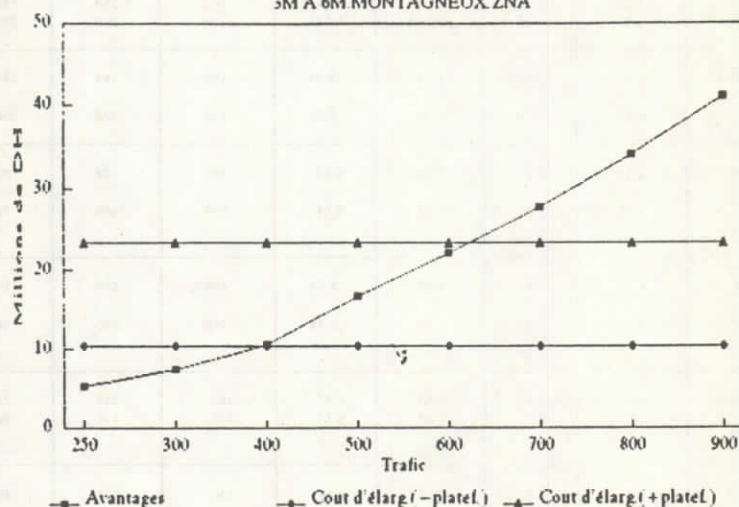
ZONE NON ARIDE

RELIEF	DESCRIPTION				SEUIL EN TMJA 1991 SELON L'HYPOT		
	CHAUSSEE AVANT	CHAUSSEE APRES	PLATEF. AVANT	PLATEF. APRES	FAIBLE	MOYENNE	FORTE
PLAT	3 M	6 M	8 M	8 M	340	350	290
	3 M	6 M	6 M	8 M	430	410	370
VALLONE	3 M	6 M	8 M	8 M	400	360	320
	3 M	6 M	6 M	8 M	570	510	450
MONTAGNEUX	3 M	6 M	8 M	8 M	430	400	320
	3 M	6 M	6 M	8 M	830	780	620
PLAT	4 M	6 M	8 M	8 M	320	280	230
	4 M	6 M	6 M	8 M	430	370	310
VALLONE	4 M	6 M	8 M	8 M	350	320	250
	4 M	6 M	6 M	8 M	520	480	380
MONTAGNEUX	4 M	6 M	8 M	8 M	390	380	300
	4 M	6 M	6 M	8 M	800	730	570
PLAT	5 M	6 M	8 M	8 M	900	800	800
VALLONE	5 M	6 M	8 M	8 M	930	840	830
MONTAGNEUX	5 M	6 M	8 M	8 M	990	880	830

ZONE ARIDE

DESCRIPTION					SEUIL EN TMJA 1991 SELON L'HYPOT		
RELIEF	CHAUSSÉE AVANT	CHAUSSÉE APRÈS	PLATEF. AVANT	PLATEF. APRÈS	FAIBLE	MOYENNE	FORTE
PLAT	3 M	6 M	8 M	8 M	260	250	210
	3 M	6 M	6 M	8 M	420	350	270
VALLONNE	3 M	6 M	8 M	8 M	280	260	230
	3 M	6 M	6 M	8 M	480	430	350
MONTAGNEUX	3 M	6 M	8 M	8 M	380	320	270
	3 M	6 M	6 M	8 M	880	680	500
PLAT	4 M	6 M	8 M	8 M	250	250	200
	4 M	6 M	6 M	8 M	390	330	280
VALLONNE	4 M	6 M	8 M	8 M	260	260	220
	4 M	6 M	6 M	8 M	470	400	360
MONTAGNEUX	4 M	6 M	8 M	8 M	330	320	250
	4 M	6 M	6 M	8 M	750	670	560
PLAT	5 M	6 M	8 M	8 M	830	730	700
VALLONNE	5 M	6 M	8 M	8 M	830	750	710
MONTAGNEUX	5 M	6 M	8 M	8 M	900	800	760

CAS 35 ET 31 FORTÉ 3M A 6M MONTAGNEUX ZNA



CAS 16 ET 12 FORTE

4M A 6M PLAT.ZNA

