NOTE TO USERS

This reproduction is the best copy available.

UMI®

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

ÉTUDE DU MARQUAGE AXIAL ET ANALYSE DES ACCIDENTS DE DÉPASSEMENT SUR LES ROUTES À DEUX VOIES CONTIGUËS

HASSAN EL AMRI
DÉPARTEMENT DES GÉNIES CIVIL, GÉOLOGIQUE ET DES MINES
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE CIVIL)
Mai 2004

© Hassan El Amri, 2004.

Library and Archives Canada

Published Heritage Branch

395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Bibliothèque et Archives Canada

Direction du Patrimoine de l'édition

395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file Votre référence
ISBN: 0-612-97945-8
Our file Notre référence
ISBN: 0-612-97945-8

NOTICE:
The author has granted a non-exclusive license allowing Library and Archives Canada to reproduce, publish, archive, preserve, conserve, communicate to the public by telecommunication or on the Internet, loan, distribute and sell theses worldwide, for commercial or non-commercial purposes, in microform, paper, electronic and/or any other formats.

The author retains copyright ownership and moral rights in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

AVIS:
L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque et Archives Canada de reproduire, publier, archiver, sauvegarder, conserver, transmettre au public par télécommunication ou par l'Internet, prêter, distribuer et vendre des thèses partout dans le monde, à des fins commerciales ou autres, sur support microforme, papier, électronique et/ou autres formats.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms may have been removed from this thesis.

While these forms may be included in the document page count, their removal does not represent any loss of content from the thesis.

Conformément à la loi canadienne sur la protection de la vie privée, quelques formulaires secondaires ont été enlevés de cette thèse.

Bien que ces formulaires aient inclus dans la pagination, il n'y aura aucun contenu manquant.

Canada

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé:

ÉTUDE DU MARQUAGE AXIAL ET ANALYSE DES ACCIDENTS DE DÉPASSEMENT SUR LES ROUTES À DEUX VOIES CONTIGUËS

présenté par: EL AMRI Hassan

en vue de l'obtention du diplôme de: Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment acceptée par le jury d'examen constitué de:

M. CHAPLEAU Robert, Ph.D., président

M. BAASS Karsten, Ph.D., membre et directeur de recherche

M. THIBEAULT Jacques, M.ing., membre

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon directeur de recherche, le professeur Karsten G. Baass, pour son encadrement technique, ses conseils et son soutien durant toute la période que j'ai passée à l'école polytechnique.

Merci au professeur Robert Chapleau qui par son enseignement m'a permis de découvrir d'autres aspects du savoir faire dans le domaine du génie civil et de me doter d'outils d'une grande utilité.

Merci à MM. Patrick Barber, Jacques Thibeault, Jean-François Leclerc et Sylvain Haince du ministère des Transports du Québec pour leur collaboration et leur disponibilité.

Merci à mes collègues et amis MM. Mathieu Jacquot, Rolando Antonio Sarmiento et Joad Clement qui m'ont accompagné et soutenu tout au long de ma maîtrise et à tous mes proches amis, particulièrement ceux de la ville de Québec, Montréal et Marrakech.

Finalement, merci à ma chère et adorable famille.

RÉSUMÉ

Les manœuvres de dépassement sont indispensables pour le fonctionnement optimal des routes rurales à deux voies contiguës. Ces dernières demeurent le noyau dur du réseau routier du Québec. L'accomplissement d'une manœuvre de dépassement dans des conditions sécuritaires est tributaire de la faisabilité et la clarté de toutes les étapes qui constituent le scénario de cette manœuvre, et ce, dans toutes les situations envisageables. Le marquage axial est un élément fondamental qui régit ce scénario en délimitant les zones sécuritaires des zones non sécuritaires pour le dépassement.

La norme de la signalisation routière du Québec préconise une valeur de 100 m comme seuil minimal pour la longueur des zones de dépassement quelque soit la valeur de la vitesse affichée, alors que plusieurs études ont montré que la longueur minimale nécessaire pour l'accomplissement d'une manœuvre de dépassement est supérieure au dit seuil. Cette situation soulève des interrogations par rapport au niveau de sécurité offert pour l'accomplissement de la manœuvre de dépassement à l'intérieur de la zone définie et nous oriente ainsi vers un éventuel allongement de la longueur minimale de la zone de dépassement.

Un tel changement diminuera le nombre d'occasions de dépassement sur le réseau routier du Québec et par conséquent, pénalisera sa capacité. On s'interroge sur les aspects suivants :

1. quelle est la distribution actuelle des longueurs de zones de dépassement et de non-dépassement au Québec?
2. jusqu'à quel degré un changement de la longueur minimale de la zone de dépassement affectera le nombre d'occasions de dépasser ?
3. est-ce que le dépassement constitue actuellement une cause significative d'insécurité sur le réseau rural à deux voies contiguës ?

La réponse aux deux premières interrogations, qui constituent la première étape de cette étude, a nécessité:

- la compréhension des concepts du marquage axial ;
- l'étude des pratiques actuelles du design du marquage axial au Québec ;
- la reconstitution d'itinéraires à partir des sections de route consécutives selon la nomenclature du ministère des Transports du Québec pour des fins d'exploitation;
- l'élaboration des inventaires de zones de dépassement et de non-dépassement sur tout le réseau routier rural à deux voies contiguës ;
- la détermination de la distribution actuelle des zones de dépassement et de non-dépassement sur le réseau routier rural à deux voies contiguës ;
- la mesure de la perte du nombre de zones de dépassement et de non-dépassement en fonction de la variation de la longueur minimale de la zone de dépassement.

Les résultats de cette première étape ont permis de :

- ✓ dresser un état global du marquage axial sur le réseau routier du Québec et de mettre en évidence la distribution actuelle du nombre et de la longueur des zones de dépassement et de non-dépassement, ce qui a permis d'éclaircir certaines ambiguïtés associées aux pratiques en vigueur au Québec;
- ✓ illustrer la perte, en terme du nombre de zones de dépassement et de l'accroissement de la longueur des zones de non-dépassement, en fonction de l'allongement du seuil en question. En particulier, une perte de 28% du nombre total de zones de dépassement et un allongement de la longueur moyenne de zones de non-dépassement de 32% accompagnent l'allongement du seuil actuel de 100 m à 210 et 262 m respectivement pour les zones de 80 et 90 km/h .

Quant à la réponse à la troisième interrogation, qui a constitué la deuxième étape de cette étude, elle a nécessité l'analyse des accidents de dépassement survenus durant la période allant de 1997 à 2001.

Les objectifs escomptés étaient de :

- mesurer l'ampleur, la gravité et la densité des accidents de dépassement sur le réseau routier du Québec;
- explorer les relations entre les accidents de dépassement et les paramètres caractérisant la route et son fonctionnement,
- élaborer éventuellement un modèle de prédiction des accidents.

Cette deuxième étape a exigé :

- l'élaboration d'un processus d'identification des accidents de dépassement;
- validation de ce processus par un traitement manuel d'un échantillon de rapports d'accidents ;
- la fusion de plusieurs bases de données (accidents, marquage, pentes, etc.).

Les résultats de cette deuxième étape ont permis d'identifier tous les accidents de dépassement et de dresser un bilan illustrant l'ampleur et l'étendue de ce type d'accidents sur le réseau du Québec.

De plus, l'analyse descriptive nous a permis d'identifier les zones de concentration en terme de nombre et de gravité et de distinguer les accidents selon le degré de contribution de la manœuvre de dépassement.

En résumé, les résultats montrent que:

- ✓ le taux d'accidents de dépassement est de 2.3% par rapport à l'ensemble des accidents survenus sur les sections rurales à deux voies contiguës étudiées; ce taux est comparable aux résultats des études réalisées sur trois États des États-Unis ;
- ✓ La gravité de ce type d'accidents est la plus élevée en comparaison avec les autres types d'accidents, les accidents de dépassement ayant engendré des morts ou/et des blessés graves représentant 14%;
- ✓ Les accidents, dont la manœuvre de dépassement est le premier facteur contributif, représentent 51% de l'ensemble des accidents dont la manœuvre de dépassement est un des facteurs contributifs.

Cette analyse a permis aussi d'explorer les tendances des accidents de dépassement par rapport aux paramètres caractérisant la route et son fonctionnement. Les résultats suivants méritent d'être évoqués :

- ✓ forte implication des véhicules lourds : dans 46% des accidents au moins un véhicule lourd est impliqué et dans 9 %, 2 véhicules ou plus sont impliqués;
- ✓ pas de concentration particulière d'accidents pour les zones de dépassement d'une longueur avoisinant 100 m. De ce résultat, nous ne pouvons pas nous prononcer sur l'ampleur par rapport au risque, étant donné que nous ne disposons pas du nombre de dépassements réellement effectués par zone, qui représente le facteur d'exposition au risque.
- ✓ Dispersion importante des segments où on a enregistré des accidents de dépassement : 68% des segments ont zéro accident. De plus, le nombre d'accidents est jugé faible pour illustrer des effets combinés des paramètres explicatifs sur les accidents de dépassement. Ce résultat provient de l'étude de corrélation effectuée et qui n'a pas révélé des effets apparents.

Enfin, nous estimons que les résultats de l'étude du marquage serviront comme référence pour les gestionnaires du réseau routier du Québec pour d'une part la quantification de la perte de zones de dépassement par rapport à un changement éventuel des prescriptions de la norme au sujet de la longueur minimale de la zone de dépassement et d'autre part la localisation des zones de dépassement qui seront abandonnées pour l'estimation des aménagements qui en résultent.

Nous pensons aussi que les scénarios de dépassement utilisés pour la détermination de la distance de visibilité pour le design du tracé routier et du marquage axial devraient prendre en considération les véhicules lourds comme véhicule dépassant et dépassé au lieu du véhicule automobile, l'unique type actuellement considéré comme véhicule dépassant, dépassé et circulant dans la direction opposée. Cette constatation émane de la forte implication des véhicules lourds dans les accidents de dépassement.

ABSTRACT

Center-line passing maneuvers are essential for the optimal operation of rural roads with two opposing lanes of traffic. This category of roads represents a major part of Quebec's road network.

In order to safely conduct a center-line passing maneuver, all stages of this maneuver must be satisfactorily clear of on-coming traffic.
Center-line markings are a fundamental element which govern this manuever by differentiating the passing zones from the no-passing zones.

One hundred meters (100 m) is the standard used to govern these maneuvers. This is the minimal threshold for the length of a center-line passing zone, regardless of the speed limit. However, several studies have shown that the minimal length necessary for safely conducting this maneuver is greater than the designated standard.

This discrepency generates questions about the safety level of the standard designated for center-line passing manuevers, thus suggesting the need to possibly lenghten the minimal standard for the passing zone.

However, such a change will decrease the number of passing opportunites on Quebec's network of rural roads. Consequently, the capacity of traffic loads and efficiency of traffic flow will be compromised. In order to determine the optimal balance between safety and efficiency, the following questions must be addressed:

- What is the current distribution of passing vs non-passing zones?
- To what degree will a change in the minimal length of passing zones change the amount of actual center-line passing maneuvers?
- Does the center-line passing manuever significantly decrease saftey on Quebec's rural network of two-way roads?

The responses to the first two questions, which constitute the first stage of this study, require:

- Understanding the center-line marking concepts;
- Analysis of the current practices of the center-line marking design in Quebec;
- Reconstitution of the itineraries from consecutive sections of roads according to the nomenclature of the Ministry for Transport of Quebec for exploitation;
- Development of the inventories of passing and no passing zones of two-way roads in rural road networks;
- Determination of the current distribution of passing and no-passing zones on two-way roads in rural road networks;
- Measurement of the loss of passing and no-passing zones according to the variation in the minimal length of the passing zone.

The results of the first stage enabled:

- ✓ An assessment of center-line markings on the rural road network of Quebec to be drawn and the current distribution of the number and length of the passing and no-passing zones to be highlighted, thus giving an answer to certain ambiguities associated with the practices of center-line marking design in Quebec;
- ✓ The loss of the number of passing zones and the increase in length of no-passing zones according to the variation in the minimal length of the passing zone to be illustrated. Specifically, a 28% loss of the total number of passing zones coupled with a lengthining of the no-passing zones is a consequence of the lengthining of the passing zone threshold from 100 m to 210 and 262 m respectively for the 80 and 90 km/h zones.

The third question, which constitutes the second stage of this study, requires the analysis of center-line passing accidents occuring during the time period of 1997 to 2001.

The objectives were:

- To measure the magnitude, gravity, and density of the passing accidents on Quebec's rural road network;

- To explore the relationships between the passing acidents and the parameters characterizing the road and its operation;
- To develop, if possible, a statistical model to illustrate, predect, and understand the impact of a center-line passing crash.

The second stage required:

- Development of an identification process to determine center-line passing accidents;
- Validation of this process by manually reviewing a sample of accident reports;
- Fusion of several data bases (crash, marking, slopes, etc.).

The results of this second stage identified all the passing related accidents and illustrated the magnitude and extent of this type of crash on Quebec's network of roads. Moreover, the descriptive analysis enabled the identification of center-line passing accident concentration zones in terms of number and gravity. Additionally, accidents were distinguished based upon the contribution of the degree to which the center-line passing maneuver played a role.

In summary, the results show:

- ✓ The center-line passing accident rate is 2.3% compared to the total number of accidents occuring on two-way, rural roads. This rate is comparable to the results of similar studies carried out in three states of the United States;
- ✓ The gravity of this type of accident is highest in comparison with other types of accidents. 14% of center-line passing accidents have generated severe injuries and/or deaths.
- ✓ Accidents, in which the passing maneuver is the first contributing factor, account for 51% of all accidents in which the passing maneuver is a contributing factor.

This analysis will also enhance understanding of the tendencies of passing accidents compared to the parameters characterizing the road and its operation.

The following results require inclusion:

- ✓ Height implications of heavy vehicles: in 46% of passing accidents, at least one heavy vehicle is involved. In nine percent, two or more heavy vehicles are involved;
- ✓ No particular concentration of passing accidents was found in zones with approximate lenghts of 100 m. Because of this, no analysis can be made concerning the magnitude compared to risk. Additionally, further analysis is complicated due to the lack of data quantifing the number of actual passing maneuvers in these zones, which represents the factor of risk exposure;
- ✓ A significant dispersion of the segments where passing accidents were recorded: 68% of the segments have a zero accident rate. Moreover, the number of accidents is too small to accurately illustrate combined effects of the explanatory parameters on the passing accidents. This result comes from the study of correlation, which did not reveal apparent effects.

Lastly, the results of the center-line marking study will serve as a reference for Quebec's road network managers in quantifying the loss of passing zones compared to a possible regulation change of the minimal length passing zone standard.

We suggest also that any passing maneuver scenario used to determine sight distance for road layout and center-line marking design should take into account heavy vehicles acting as both the passing and passed vehicle, as opposed to only considering cars in these scenarios. This consideration is mandated from the height implications of the heavy vehicles involved in passing accidents.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS ..... **IV**

RÉSUMÉ ..... **V**

ABSTRACT ..... **IX**

TABLE DES MATIÈRES ..... **XIII**

LISTE DES FIGURES ..... **XVIII**

LISTE DES TABLEAUX ..... **XX**

LISTE DES ABRÉVIATIONS ..... **XXIII**

LISTE DES ANNEXES ..... **XXIV**

INTRODUCTION **1**

CHAPITRE 1 REVUE DE LITTERATURE SUR LE MARQUAGE AXIAL **4**

1.1 La définition du concept du marquage axial et les règles de fonctionnement 5

1.2 Les règles de détermination des zones d'interdiction de dépassement 12

1.2.1 Les valeurs de référence de la distance minimale de visibilité pour le dépassement 13

1.2.2 La visibilité effectivement offerte par la route et les méthodes de mesures. 15

1.2.2.1 Dispositions du conducteur et de l'objet cible pour la mesure de la distance de visibilité 15

1.2.2.2 Les méthodes de mesures de distance de visibilité 17

1.3 Les règles de détermination des zones de dépassement 21

1.3.1 Les zones de non-dépassement 21

1.3.2 Les zones de dépassement 21

1.4 Les concepts de délimitation des zones de dépassement et non-dépassement 24
1.4.1 La configuration d'Amérique du Nord 25
1.4.2 La configuration européenne 26
1.5 Les mesures d'accompagnement du marquage axial 28
1.6 Conclusion de la revue de littérature sur le marquage axial 29

CHAPITRE 2 MÉTHODOLOGIE DE TRAITEMENT ET DONNÉES SUR LE MARQUAGE AXIAL 30

2.1 Méthodologie 30
2.2 Les données 31
2.2.1 Processus de sélection des routes à traiter 32
2.2.2 Argumentation des critères de sélection 33

CHAPITRE 3 RÉSULTATS DU TRAITEMENT DE DONNÉES SUR LE MARQUAGE AXIAL 34

3.1 Description du réseau du Québec 34
3.1.1 Règles de base 34
3.1.2 Composition du réseau routier du Québec 35
3.1.3 Densité géographique du réseau routier 35
3.2 Description du réseau routier à deux voies contiguës 37
3.3 Les routes retenues pour le traitement 38
3.3.1 Première sélection 38
3.3.2 Deuxième sélection 40
3.4 Traitement des données 41
3.4.1 Méthode de traitement 41
3.4.2 Résultats du premier niveau de traitement (synthèse globale) 43
3.4.3 Résultats du deuxième niveau du traitement (analyse détaillée) 47
3.4.3.1 Inventaire des zones de dépassement et de non-dépassement 48
3.4.3.2 Les zones de dépassement et de non-dépassement à caractère rural 51
3.5 Récapitulation des résultats 53

CHAPITRE 4 VALIDATION DU PROCESSUS DE TRAITEMENT DES DONNÉES SUR LE MARQUAGE AXIAL 56

4.1 Composition du réseau traité 56
4.2 Résultats du traitement 57
4.2.1.1 Inventaire des zones de dépassement 57
4.2.2 Indicateurs des zones de dépassement et de non-dépassement 59
4.3 Résultats de l'analyse comparative 59
4.3.1 Premier niveau de comparaison : Indicateurs de dépassement et non-dépassement par km 59
4.3.2 Deuxième niveau de comparaison : nombre total des zones de dépassement et non-dépassement par classe de longueur 59
4.3.3 Troisième niveau de comparaison 61
4.4 Conclusion de l'analyse comparative 63

CHAPITRE 5 ÉVALUATION DES RÉSULTATS SUR LE MARQUAGE AXIAL 64

5.1 Réponses aux questions soulevées dans le Chapitre 1 64
5.2 Évaluation par rapport aux prescriptions de la norme de signalisation routière du Québec 67
5.3 Évaluation par rapport aux deux objectifs principaux 69
5.3.1 Distribution actuelle des zones de dépassement et de non-dépassement 69
5.3.2 Variation des configurations des zones de dépassement et de non-dépassement en fonction de l'allongement du seuil 70

CHAPITRE 6 REVUE DE LITTÉRATURE SUR LES ACCIDENTS DE DÉPASSEMENT 75

6.1 Les études antérieures 76
6.1.1 Le dépassement et le risque d'insécurité 76
6.1.1.1 Ampleur des accidents de circulation 77

6.1.1.2 Ampleur des accidents liés aux dépassements 80
6.1.2 Les paramètres explicatifs de l'occurrence des accidents 83
6.1.2.1 Les paramètres caractérisant de la route et ses dépendances 83
6.1.2.2 Les paramètres relatifs au fonctionnement de la route (circulation) 90
6.1.3 Les modèles de prédiction d'accidents. 91
6.2 Conclusion de la revue de littérature sur les accidents 92

CHAPITRE 7 PLAN, CHAMPS D'ÉTUDE ET DONNÉES SUR LES ACCIDENTS 94

7.1 Plan d'étude 94
7.2 Champs d'étude 94

CHAPITRE 8 ÉLABORATION D'UN PROCESSUS D'IDENTIFICATION DES ACCIDENTS DE DÉPASSEMENT 96

8.1 Le rapport d'accident adopté par le Québec 96
8.2 Critères d'identification d'un accident de dépassement 98
8.3 Argumentation du choix des critères de sélection 98
8.4 Processus de sélection de l'accident de dépassement 100
8.5 Validation du processus d'identification des accidents de dépassement 102

CHAPITRE 9 ANALYSE DESCRIPTIVE DES ACCIDENTS DE DÉPASSEMENT 103

9.1 Résultats de l'application du processus d'identification des accidents de dépassement 103
9.2 Ampleur des accidents de dépassement sur les routes à deux voies contiguës . 106
9.3 Analyse des facteurs associés à la manœuvre de dépassement et des types de véhicules impliqués 108
9.3.1 Facteurs associés à la manœuvre de dépassement à l'occurrence de l'accident 108
9.3.2 Les types de véhicules impliqués 110

9.3.2.1 Type de véhicules impliqués 111
9.3.2.2 Type de véhicule dépassant 113
9.4 Analyse de la densité des accidents par localisation 116
9.4.1 Nombre d'accidents par section 116
9.4.2 Nombre d'accidents survenus dans une même zone 117
9.5 Illustration graphique 119
9.6 Conclusion de l'analyse descriptive 124

CHAPITRE 10 ANALYSE DES TENDANCES ET TENTATIVE DE MODÉLISATION DES ACCIDENTS DE DÉPASSEMENT 125

10.1 Les tendances 126
10.1.1 Le débit du trafic 126
10.1.2 La densité des zones de non-dépassement 129
10.1.3 La longueur de la zone de dépassement 131
10.1.4 Pourcentage des véhicules lourds 133
10.1.5 Commentaires 134
10.2 Tentative de modélisation : Méthode et résultats 135
10.2.1 Sections étudiées 135
10.2.2 Reconstitution des segments 136
10.2.3 Facteur d'exposition et taux d'accidents 140
10.2.4 Sélection des variables explicatives 141
10.2.5 Étude de corrélation 144
10.2.6 Niveaux d'insécurité au dépassement 147
10.2.6.1 Présentation de la méthode 147
10.2.6.2 Application de la méthode pour les accidents de dépassement 149

CONCLUSIONS 150

BIBLIOGRAPHIE 154

ANNEXES 160

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 Les zones résultantes de l'application du marquage axial sur un segment de route 24
Figure 1-2 Illustration des concepts de la courte et de la longue zone 26
Figure 1-3 Illustration du concept de longue zone et du concept européen..... 27
Figure 2-1 Processus de sélection des routes à traiter 32
Figure 3-1 Répartition des routes dont le numéro est supérieur à 1000 par classe de longueur 39
Figure 3-2 Répartition des routes numérotées de 100 et à 399 par classe de longueur. 39
Figure 3-3 Distribution des routes en fonction de la proportion des sections à voies séparées..... 41
Figure 3-4 Schéma de principe de traitement de données 42
Figure 3-5 Répartition du nombre des zones de dépassement et de non-dépassement par classe de longueur..... 53
Figure 4-1Comparaison du nombre de dépassement par classe de longueur..... 60
Figure 4-2 Comparaison du nombre de non-dépassement par classe de longueur..... 60
Figure 5-1 Nombre cumulé de zones de dépassement..... 69
Figure 5-2 Perte en nombre de zones de dépassement en fonction de nouveaux seuils (Pas=1m)..... 73
Figure 6-1 Taux de mortalité pour 100 000 habitants 78
Figure 6-2 Taux de mortalité pour 100 Millions véhicule kilomètre (2000)..... 79
Figure 8-1 Processus de sélection..... 101
Figure 9-1 Répartition temporelle des accidents de dépassement hors intersection ... 106
Figure 9-2 Répartition des accidents de dépassement par type de comportement..... 109
Figure 9-3 Répartition des accidents en fonction du type de véhicules impliqués 112
Figure 9-4 Répartition des accidents en fonction du type du véhicule dépassant..... 114
Figure 9-5 Répartition du nombre d'accidents par section 116
Figure 9-6 Illustration graphique des accidents de dépassement par section..... 120

Figure 9-7 : Illustration graphique des accidents de dépassement par section sur certaines régions de forte concentration d'accidents 121
Figure 9-8 Illustration graphique des accidents de dépassement par zone de concentration..... 122
Figure 10-1 Nombre d'accidents de dépassement en fonction du DJMA 127
Figure 10-2 Risque relatif en fonction du DJMA..... 128
Figure 10-3 Nombre d'accidents en fonction de la densité des zones de non-dépassement..... 130
Figure 10-4 Nombre d'accidents en fonction de la densité des zones de non-dépassement par rapport au nombre total de zones (sur 5 km)..... 131
Figure 10-5 Nombre d'accidents en fonction de la longueur de la zone de dépassement..... 132
Figure 10-6 Nombre d'accidents en fonction du pourcentage des véhicules lourds... 133
Figure 10-7 Distribution des débits du trafic et des longueurs des segments étudiés. 138
Figure 10-8 Répartition du nombre d'accidents en fonction des segments étudiés 138
Figure 10-9 Proportion des segments de zéro accident par classe de débit du trafic .. 139

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1 Mode d'utilisation d'une ligne simple continue 6
Tableau 1-2 Mode d'utilisation d'une ligne double continue 8
Tableau 1-3 La distance de visibilité minimale nécessaire pour dépassement du modèle de Baass 13
Tableau 1-4 Comparaison entre les valeurs de la distance de visibilité pour dépassement exigées par les normes étudiées (pour le marquage) 14
Tableau 1-5 Dispositions du conducteur et de l'objet cible adoptées par les normes étudiées pour la mesure de la distance de visibilité pour dépassement 16
Tableau 1-6 La distance minimale nécessaire pour effectuer un dépassement d'après le modèle de Baass 23
Tableau 1-7 Les panneaux de signalisation utilisés pour le renforcement du marquage axial 28
Tableau 3-1 Composition du réseau routier du Québec 35
Tableau 3-2 Répartition du réseau par direction territoriale 36
Tableau 3-3 Réseau non autoroutier du Québec 37
Tableau 3-4 Réseau routier à voies contiguës du Québec 37
Tableau 3-5 Réseau des routes totalement et partiellement contiguës du Québec 40
Tableau 3-6 Composition du réseau numéroté de 100 à 399 44
Tableau 3-7 État de surface des routes numérotées de 100 à 399 44
Tableau 3-8 Largeur de la chaussée des routes numérotées de 100 à 399 45
Tableau 3-9 Nombre de voies des routes numérotées de 100 à 399 45
Tableau 3-10 La part des sections ayant des surlargeurs sur les routes numérotées de 100 à 399 46
Tableau 3-11 Répartition des sections marquées sur les routes numérotées de 100 à 399 46
Tableau 3-12 Répartition par type de marquage appliqué sur les routes numérotées de 100 à 399 47

Tableau 3-13 Récapitulation des zones de dépassement et de non-dépassement par sens de circulation et par classe de longueur 49
Tableau 3-14 Récapitulation des zones de dépassement et de non-dépassement dont la vitesse affichée égale ou supérieure à 80 km/h 52
Tableau 3-15 Indicateurs de zones de dépassement et de non-dépassement 54
Tableau 4-1 Les segments des routes de l' ATNQ choisis pour l'analyse comparative 57
Tableau 4-2 Récapitulation des zones de dépassement et de non-dépassement des segments des routes l'ATNQ dont la vitesse affichée est 90 km/h 58
Tableau 4-3 Indicateurs de zones de dépassement et de non-dépassement des segments de l'ATNQ 59
Tableau 4-4 Extrait de la route 109 61
Tableau 4-5 Extrait de la route 111 62
Tableau 5-1 Nombre de zone de dépassement en fonction de classe de longueurs 68
Tableau 5-2 Comparaisons des indicateurs en appliquant des seuils à partir du modèle de Baass 70
Tableau 5-3 Perte en nombre de zones de dépassement en fonction de nouveaux seuils 72
Tableau 6-1 Nombre d'accidents de dépassement enregistrés dans trois États des États-Unis 82
Tableau 6-2 Répartition des accidents de dépassement en fonction de la gravité enregistrés dans trois États des États-Unis 82
Tableau 6-3 Paramètres dont l'impact sur la sécurité a été analysé par des études antérieures 84
Tableau 8-1 Catégorisation des variables de la base de données des accidents du MTQ 97
Tableau 8-2 Variables retenues pour le premier niveau de sélection 99
Tableau 9-1 La composition de l'échantillon avant et après la phase de présélection 104

Tableau 9-2 Résultats de l'application du processus d'identification 105
Tableau 9-3 La gravité des accidents de dépassement 107
Tableau 9-4 Le risque relatif par type de véhicules impliqués..... 115
Tableau 9-5 Nombre de zones où on a enregistré plus d'un accident de dépassement 117
Tableau 9-6 Sections ayant plus qu'une zone de concentration d'accidents 118
Tableau 10-1 Composition des ensembles qui seront analysés..... 140
Tableau 10-2 Moyenne et écart type des variables explicatives 142
Tableau 10-3 Corrélations entre les variables explicatives..... 143
Tableau 10-4 Résultats de corrélations entre les taux d'accidents et les variables explicatives 145

LISTE DES ABRÉVIATIONS

Accident grave	Accident ayant engendré des morts ou/et des blessés graves
ATNQ	Abitibi-Témiscamingue–Nord-du-Québec
BD-ATNQ-INV	Base de données émanant de la BD du Système 12 des investigations faites par la DT de l'ATNQ pour le cas pour le cas du réseau de l'Abitibi-Témiscamingue–Nord-du-Québec.
BD-ATNQ-S12	Base de données émanant de la BD du Système 12 pour le cas pour le cas du réseau de l'Abitibi-Témiscamingue–Nord-du-Québec.
BG	Blessé grave.
BL	Blessé léger.
DM	Dommage matériel.
DJMA	Débit journalier moyen annuel.
DT	Direction territoriale du ministère des Transports du Québec.
FHWA	Federal Highway Administration.
GPS	Global Positioning System.
IHSDM	Interactive Highway Safety Model.
MTQ	Ministère des Transports du Québec.
MUTCD	Manual on Uniform Traffic Control Device.
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration.
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques.
RTS	route-tronçon-section (numérotaion du MTQ).
SAAQ	La Société de l'assurance automobile du Québec.
TAD	Tourne à droite.
TAG	Tourne à gauche.
TRB	Transportation Research Board.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A : Les diagrammes A-23, A-24, A-25 et A-26 (concept européen de marquage axial).....160

ANNEXE B : La disposition de l'œil et de la cible stipulée par la norme du Québec pour la mesure de la distance de visibilité.....162

ANNEXE C : Exemple de profil de visibilité disponible.....165

ANNEXE D : Aperçu sur la structure des données émanant du Système12.....166

ANNEXE E : Procédé de fusion des sous-bases de données relatives au marquage et caractéristiques de la chaussée.....168

ANNEXE F : Mode de traitement détaillé pour distinguer les zones de dépassement de celles de non-dépassement.....172

ANNEXE G : Extrait du rapport d'accident du Québec.....176

ANNEXE H : Description de certaines variables de la base de données des accidents.....177

ANNEXE I : Densité des accidents de dépassement par section.....184

ANNEXE J : Accidents de dépassement survenus dans une même zone.....186

INTRODUCTION

Sur les routes rurales à deux voies contiguës, les valeurs minimales de la distance de visibilité adoptées pour la délimitation des zones de dépassement et de non-dépassement sont différentes de celles normalement utilisées pour le design de la route.

De plus, il a été démontré par plusieurs études que la distance minimale nécessaire pour l'accomplissement d'une manœuvre de dépassement, dans les conditions normales de conduite, est supérieure au seuil minimal exigé par les normes actuelles de la signalisation routière en Amérique du Nord. Le modèle de Baass (1999), qui a été réalisé pour le contexte du Québec, recommande des seuils de longueur minimale des zones de dépassement supérieurs à 100 m, valeur préconisée par la norme de la signalisation routière du Québec (Ministère des Transports du Québec [MTQ] 1999).

Cette configuration oblige le véhicule dépassant, dans les zones de dépassement de faible longueur, à se rabattre sur la ligne continue. Cette situation soulève des interrogations concernant l'insécurité engendrée par l'existence de telles zones ainsi que l'ambiguïté réglementaire qui découle de leurs utilisations. On s'oriente alors vers un éventuel allongement de la longueur minimale de la zone de dépassement.

Avant de se prononcer sur l'adoption d'une telle solution, il est primordial de :

1. déterminer la distribution actuelle des longueurs de zones de dépassement et de non-dépassement au Québec ;
2. examiner jusqu'à quel degré un changement de la longueur minimale de la zone de dépassement affectera le nombre d'occasions de dépasser ;
3. analyser si le dépassement constitue actuellement une cause significative d'insécurité sur le réseau rural à deux voies contiguës du Québec.

La réponse à ces trois interrogations fait l'objet de la présente étude. À cet effet, deux thématiques ont été définies pour traiter les trois interrogations en question.

La première thématique concerne l'étude du marquage axial à travers laquelle nous tenterons de répondre aux deux premières interrogations par :

- une synthèse critique des pratiques du marquage axial adoptées au Québec et dans d'autres pays, en analysant les concepts du marquage, les règles de fonctionnement et les méthodes d'implantation;
- la reconstitution d'itinéraires à partir des sections de route consécutives selon la nomenclature du ministère des Transports du Québec ;
- l'élaboration des inventaires de zones de dépassement et de non-dépassement sur tout le réseau routier rural à deux voies contiguës ;
- la réalisation d'une analyse statistique et comparative des résultats et leur validation ;
- la détermination de la distribution actuelle des zones de dépassement et de non-dépassement sur le réseau routier rural à deux voies contiguës ;
- la mesure de l'effet sur le nombre de zones de dépassement et de non-dépassement de la variation de la longueur minimale de la zone de dépassement.

La deuxième thématique consiste en une analyse des accidents de dépassement en vue de répondre à la troisième interrogation. Cette analyse nécessite :

- l'élaboration d'un processus d'identification des accidents de dépassement ;
- la validation de ce processus par un traitement manuel d'un échantillon de rapports d'accidents ;
- la fusion de plusieurs bases de données (accidents, marquage, pentes, etc.).
- la mesure de l'ampleur, de gravité et de densité des accidents de dépassement sur le réseau routier du Québec ;
- l'exploration des relations entre les accidents de dépassement et les paramètres caractérisant la route et son fonctionnement,
- l'élaboration éventuelle d'un modèle de prédiction des accidents de dépassement.

Pour faciliter la compréhension et la présentation, les deux thématiques formant la présente étude ont été traitées séparément. Par conséquent, une méthodologie, une revue de la littérature et une analyse spécifiques au traitement de chaque thématique sont présentées dans la présente étude.

Les cinq premiers chapitres traitent la première thématique alors que les derniers chapitres traitent la deuxième thématique.

CHAPITRE 1 REVUE DE LITTERATURE SUR LE MARQUAGE AXIAL

La majorité des pays utilisent des configurations et procédés de réalisation du marquage axial pour les routes rurales à deux voies contiguës identiques. Une divergence en ce qui concerne le procédé de délimitation des zones de dépassement et de non-dépassememt ainsi que la signification de certains types de marques peut cependant être notée, particulièrement entre les pays d'Amérique du Nord et d'Europe.

L'objectif de cette revue de littérature est d'établir un bilan comparatif sur les concepts du marquage axial ainsi que les méthodes utilisées pour la délimitation des zones de dépassement et de non-dépassement.

Les concepts et les méthodes qui seront décrites concernent certains pays d'Europe, les États-Unis, le Canada et le Québec. Elles seront présentées comme suit :

- la définition du concept du marquage axial et les règles de fonctionnement ;
- les règles de détermination des zones de non-dépassement;
- les règles de détermination des zones de dépassement ;
- les concepts d'implantation des zones de dépassement et non-dépassement;
- les mesures d'accompagnement.

Les documents sources sont les normes, les manuels d'utilisation du marquage routier et les codes de la sécurité routière pour le cas des États-Unis, du Canada et du Québec. En ce qui concerne les pays d'Europe, la signalisation est régie par la convention de Vienne de 1968 qui a été ratifiée par 47 pays. Cette convention a été, par la suite, modifiée et complétée par le protocole de Genève du 1er mars 1973 sur les marques routières. Ce protocole a été ratifié et est entré en vigueur pour 19 pays européens.

1.1 La définition du concept du marquage axial et les règles de fonctionnement

Toutes les normes se rejoignent sur la forme, l'aspect et l'importance des marques axiales, à savoir la ligne continue et la ligne discontinue.

À ce sujet, nous citons les définitions comme prescrites par la norme de la signalisation routière du Québec (MTQ 1999) :

« La ligne axiale sépare la chaussée en deux parties, chacune étant affectée à un sens de circulation. Elle est de couleur jaune et peut être continue ou discontinue. Lorsque continue, la ligne axiale peut être constituée d'une ligne ou de deux lignes parallèles ».

À contrario, les règles d'utilisation et de fonctionnement divergent ou présentent des ambiguïtés d'une norme à l'autre.

Dans le Tableau 1-1, nous présentons le mode d'utilisation attribué aux marques axiales pour chacune des normes précitées. À noter que dans ce qui suit, les dispositions particulières de circulation et les exceptions suivantes ne seront pas traitées :

- Véhicules d'urgence,
- Tourne à gauche pour accéder aux propriétés privées.

a) Ligne simple continue

Tableau 1-1 Mode d'utilisation d'une ligne simple continue

<table>
<tr><td rowspan="2">NORME/
DOCUMENT
OFFICIEL</td><td colspan="3">MARQUAGE AXIAL PAR UNE LIGNE SIMPLE CONTINUE</td></tr>
<tr><td>Signification
par rapport aux documents
officiels</td><td>Franchir pour
entamer un
dépassement (*)
Interdit/ permis</td><td>Franchir pour
compléter un
dépassement (*)
Interdit/ permis</td></tr>
<tr><td>Europe
(Convention de Vienne 1968)
(Protocole de Genève 1973)</td><td>« Signifie qu'il est interdit à tout véhicule de la franchir ou de la chevaucher »</td><td colspan="2">Interdit</td></tr>
<tr><td rowspan="3">États-Unis
(Federal Highway Administration [FHWA] 2000)</td><td>N'est pas indiqué</td><td colspan="2">N'est pas indiqué
Dépendant de la réglementation de chaque État</td></tr>
<tr><td>Cas de l'état de New Jersey</td><td colspan="2">Interdit
(Walford 1977)</td></tr>
<tr><td>Cas de l'état d'Illinois</td><td>Interdit</td><td>Permis
(National Committee on Uniform Traffic Laws and Ordinances [NCUTLO] 1987)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Canada
Manuel Canadien de la signalisation routière (Association du Transport de Canada [ATC] 1998)</td><td rowspan="2">N'est pas indiqué

Cas de la Colombie - Britannique</td><td colspan="2">N'est pas indiqué
Dépendant de la réglementation de chaque province</td></tr>
<tr><td colspan="2">Permis
«Ligne jaune simple – Les véhicules circulant dans les deux sens peuvent dépasser quand la voie est libre»</td></tr>
<tr><td>Québec
Normes de signalisation routière (MTQ 1999)
Code de la sécurité routière
(MTQ 1989)</td><td>« Le conducteur d'un véhicule routier ne peut franchir : - une ligne continue simple»
Code de la sécurité routière, (MTQ 1989)</td><td>Interdit</td><td>N'est pas indiqué</td></tr>
</table>

(*) Les dispositions particulières et les exceptions ne sont pas traitées.

Le Tableau 1-1 indique une divergence importante entre les différentes normes examinées sur l'utilisation de la ligne simple jaune continue.

Commentaires

Nous expliquons les orientations des manuels de la signalisation routière du Canada et des États-Unis de ne plus faire apparaître la ligne simple continue jaune comme mode du marquage axial sur les routes à deux voies contiguës par :

- La difficulté d'unifier le mode de fonctionnement de ce type de marquage, vu les divergences constatées au niveau des normes de signalisation des provinces et des États;
- Le désir éventuel de suspendre ou réduire l'utilisation de la ligne simple continue sur les routes rurales à deux voies contiguës pour remédier à cette divergence.

Cette constatation nous amène à s'interroger sur la part et l'importance du réseau rural du Québec marqué par une ligne simple continue.

b) Ligne double continue

Tableau 1-2 Mode d'utilisation d'une ligne double continue

NORME/ DOCUMENT OFFICIEL	MARQUAGE AXIAL PAR UNE LIGNE DOUBLE CONTINUE		
	Signification par rapport aux documents officiels	Franchir pour entamer un dépassement (*) Interdit/ permis	Franchir pour compléter un dépassement (*) Interdit/ permis
Europe (Convention de Vienne 1968) (Protocole de Genève 1973)	« Signifie qu'il est interdit à tout véhicule de la franchir ou de la chevaucher »	Interdit	
États unis (FHWA 2000)	« Crossing the centerline markings for passing is prohibited for traveling in either direction »	Interdit	N'est pas indiqué (*)
Canada Manuel Canadien de la signalisation routière (ATC 1998)	« Les voies de sens opposés peuvent être séparées par une ligne jaune double continue lorsque le dépassement interdit s'appliquent aux deux sens»	Interdit	N'est pas indiqué (*)
Québec Normes de la signalisation routière (MTQ 1999) Code de la sécurité routière (MTQ 1989)	« Le conducteur d'un véhicule routier ne peut franchir : - une ligne continue double»	Interdit	N'est pas indiqué (*)

(*) On peut conclure à travers les caractéristiques géométriques spécifiées par les manuels et les normes de ces pays que cette manœuvre a un caractère d'interdiction, étant donné que la visibilité n'est pas suffisante (volet qui sera traité plus tard). Notre revue de littérature nous a montré que les États-Unis l'ont interdit depuis 1968 suite à la réunion du comité national de l'uniformisation de la réglementation du trafic (Valkenburg 1971), mais 5 états permettent encore cette manœuvre (TTI 1980).

Commentaires

Nous expliquons l'ambiguïté qui accompagne le franchissement des deux lignes continues pour compléter une manœuvre de dépassement par l'insécurité qui pourrait être engendrée par une éventuelle interdiction. Autrement dit, étant donné que le dépassement reste permis jusqu'au commencement de la ligne continue, le conducteur, effectuant un dépassement, pourrait se retrouver dans l'obligation de revenir sur la voie de droite en franchissant la ligne double continue, mais l'interdiction formelle de le faire pourrait créer chez lui une confusion, et éventuellement un risque d'accident.

À ce sujet, les interrogations suivantes s'imposent pour le cas du réseau du Québec :

- ⇨ Est-ce que les normes de la signalisation actuelles localisent l'endroit à partir duquel le dépassement ne pourrait être complété que dans la zone interdite?
- ⇨ Est-ce que le mode de signalisation actuel offre la possibilité de délimiter une zone de transition et d'informer l'usager de l'approche de la zone d'interdiction?

c) Ligne simple discontinue

Tous les pays précités donnent la même définition à la ligne discontinue. Nous citons la définition stipulée par la norme de la signalisation routière du Québec (MTQ 1999) :
« Une ligne axiale continue indique que le dépassement est interdit; discontinue, la ligne indique que le dépassement est autorisé lorsque la circulation en sens inverse le permet».

La convention de Vienne de (1968) ajoute néanmoins un autre rôle à la ligne discontinue:

> « a) Une marque longitudinale consistant en une ligne discontinue apposée sur la surface de la chaussée n'a pas de signification d'interdiction, mais est destinée:
>
> i) Soit à délimiter les voies en vue de guider la circulation;

> ii) Soit à annoncer l'approche d'une ligne continue, et l'interdiction notifiée par celle-ci, ou l'approche d'un autre passage présentant un risque particulier.
> b) Le rapport entre la longueur de l'intervalle entre traits et la longueur du trait sera nettement plus faible dans les lignes discontinues qui sont utilisées pour les buts visés à l'alinéa a, ii) du présent paragraphe que dans celles qui sont utilisées pour les buts visés à l'alinéa a, i) dudit paragraphe».

Le protocole de Genève (1973) qui a complété et modifié la dite convention a bien spécifié les critères d'utilisation et la conception de la partie de la ligne discontinue destinée à avertir de l'approche d'une zone interdite :

> «Toute ligne continue devrait être précédée d'une ligne d'avertissement conformément à l'alinéa a) ii) du paragraphe 2 de l'article 26 de la Convention, sur une distance d'au moins 100 m (333 pieds) sur les routes à grandes vitesses, et d'au moins 50 m (166 pieds) sur les routes où la vitesse n'est pas supérieure à 60 km/h. Cette ligne d'avertissement peut être complétée ou remplacée par des flèches de rabattement.
> Les diagrammes A-23 et A-24 montrent des exemples de ces flèches. Lorsque plus de deux flèches sont utilisées, la distance entre les flèches successives devrait diminuer à mesure qu'approche l'endroit dangereux (diagrammes A-25 et A-26)».

Les diagrammes A-23, A-24, A-25 et A-26 ci-dessus mentionnés figurent dans l'annexe A du présent rapport.

Commentaires

Cette définition de la ligne discontinue vient appuyer toutes les interrogations soulevées sur les manœuvres de dépassement à l'approche d'une zone d'interdiction.
Selon les pratiques européennes, la ligne discontinue change d'allure à l'approche de la ligne continue et devient une ligne d'avertissement. Ce fonctionnement a été instauré dans l'objectif d'informer le conducteur que :

- ⇨ La ligne continue est proche, et il est temps de retourner à la voie de droite pour le véhicule dépassant;

⇨ Entreprendre le dépassement à partir de cette zone est dangereux, et il ne pourrait être complété que dans la zone interdite.

d) <u>Ligne mixte</u>

Le marquage par une ligne double, composée par une ligne continue et une autre discontinue, reflète les conditions de dépassement qui peuvent être favorables ou défavorables d'une direction à l'autre. Les normes traitent généralement le caractère d'interdiction ou de permission d'entamer un dépassement de la même manière pour ce mode de marquage. Nous citons ici la définition stipulée par la norme du Québec (MTQ 1999):

«Lorsque sur un chemin public à 2 voies, le dépassement est interdit dans un sens seulement, la ligne axiale est constituée d'une ligne continue sur toute la longueur de la zone où le dépassement est interdit, placée à droite d'une ligne discontinue».

Habituellement, le conducteur qui dépasse, se trouvant dans la voie de gauche, est obligé de franchir la ligne continue limitant cette voie pour compléter son dépassement. La norme du Québec n'a pas clairement formulé cette dérogation du caractère d'interdiction de franchir une ligne continue lors d'une telle manœuvre. Cette dernière engendre une problématique lorsqu'on se réfère à l'article 326.1 du code de la sécurité routière (MTQ 1989) :

> «Le conducteur d'un véhicule routier ne peut franchir aucune des lignes de démarcation de voie suivantes:
> 1° une ligne continue simple;
> 2° une ligne continue double;
> 3° **une ligne double formée d'une ligne discontinue et d'une ligne continue située du côté de la voie où circule le véhicule routier**».

La convention de Vienne de 1968 quant à elle, a évoqué cette dérogation :

> « Lorsqu'une marque longitudinale consiste en une ligne continue accolée sur la surface de la chaussée à une ligne discontinue, les conducteurs ne doivent tenir compte que de la ligne qui est située de leur

> côté. Cette disposition **n'empêche pas** les conducteurs qui ont effectué un dépassement autorisé de reprendre leur place normale sur la chaussée».

1.2 Les règles de détermination des zones d'interdiction de dépassement

Pour toutes les normes étudiées, les règles de détermination des zones d'interdiction de dépassement sont fondées principalement sur la distance de visibilité minimale nécessaire pour effectuer une manœuvre de dépassement. Cela suppose que les autres conditions de circulation sont satisfaisantes.

Nous citons les prescriptions de la norme du Québec (MTQ 1999) à ce sujet:

« La détermination de ces zones est fonction de la vitesse maximale autorisée et de la distance minimale de visibilité nécessaire au dépassement».

Cette distance de visibilité minimale est la distance de visibilité sécuritaire nécessaire pour effectuer une manœuvre de dépassement. Par les valeurs adoptées, les normes tentent de s'approcher des conditions réelles de dépassement et non des conditions défavorables généralement prises en compte lors de la conception de la route, d'où la différence entre les deux normes constatée par l'étude effectuée par Baass (1996). Cela se justifie par le fait que les conditions défavorables exigent des distances de visibilité assez grandes, ce qui pénalise négativement la capacité de la route et restreint son utilisation. D'autant plus que ces conditions défavorables ne se présentent pas toujours.

Par ailleurs, il y a lieu de mentionner une pratique opposée à ce qui précède. En effet, les manœuvres de dépassement sont autorisées dans des zones montagneuses de l'État de la Virginie, où la visibilité pour dépassement n'est pas suffisante. Le marquage axial appliqué à ces endroits est une ligne discontinue renforcée par un panneau indiquant l'expression « Dépassez avec précaution » (Garber et al 1984) .

Cette pratique est jugée particulière et conflictuelle avec les règles du marquage et de la conduite dans la majorité des pays en particulier le Québec. Par conséquent, elle ne sera pas prise en compte dans la suite de la présente étude.

1.2.1 Les valeurs de référence de la distance minimale de visibilité pour le dépassement

La détermination de la distance minimale de visibilité pour le dépassement est tributaire de la compréhension de tout le mécanisme des manœuvres de dépassement. Les normes, qui exigent des valeurs minimales de référence à respecter, ne mentionnent pas les considérations ayant été prises en compte pour la détermination de ces seuils.

Tous les chercheurs, ayant traité ce sujet, reconnaissent la complexité des manœuvres, vu le nombre important des paramètres qui entrent en jeu (règles de conduite exigées par les normes et les codes de sécurité, les dimensions du véhicule, la circulation, le comportement de l'usager, etc.).

La littérature à ce sujet est riche de recherches ayant tenté de modéliser le dépassement. Notre référence est le modèle élaboré par Baass (1999) pour le contexte du Québec, applicable pour la conception des routes et le design du marquage axial:

Baass (1999) obtient les résultats représentés par le Tableau 1-3.

Tableau 1-3 La distance de visibilité minimale nécessaire pour dépassement du modèle de Baass

VITESSE (du véhicule dépassant) (km/h)	DISTANCE DE VISIBILITÉ MINIMALE (m)
50	152
60	206
70	267
80	334
90	407
100	487
110	573

Les hypothèses sous-jacentes à ce modèle sont :

- Le modèle considère seulement le dépassement retardé, cas le plus sécuritaire (le dépassement retardé représente le cas où le conducteur effectue le dépassement après avoir suivi le véhicule qui le précède alors que le dépassement lancé concerne le cas où le véhicule effectue le dépassement sans ralentissement) ;
- La vitesse figurant dans le Tableau 1-3 représente la vitesse du véhicule dépassant;
- Le véhicule dépassé est une voiture particulière et non un camion lourd ou long;
- Le véhicule dépassé roule plus lentement que la vitesse du véhicule dépassant (15km/h).
- Le véhicule opposé roule à la vitesse du véhicule dépassant –10km/h.

Nous présentons ci-après, à titre indicatif, une comparaison entre les valeurs exigées par les normes étudiées, illustrée par le Tableau 1-4.

À noter qu'à l'exception de la norme du Québec qui considère la vitesse affichée, toutes les autres normes considèrent comme vitesse de référence pour la conception du marquage la vitesse la plus élevée entre la vitesse du 85^{e} centiles et la vitesse affichée.

Tableau 1-4 Comparaison entre les valeurs de la distance de visibilité pour dépassement exigées par les normes étudiées (pour le marquage)

Vitesse de référence max($V_{affichée}$, $V85^{e}$ $_{centiles}$) (km/h)	Distance de Visibilité de dépassement minimale pour le marquage (m)			Vitesse affichée	Distance de Visibilité de dépassement minimale pour le marquage (m)
	Modèle de Baass (marquage et conception de routes)	Canada	MUTCD 2000		Québec
60	206	200	180	60	200
70	267	240	210	70	250
80	334	275	245	80	300
90	407	330	280	90	350
100	487	400	320	100	400

L'étude de Baass (1996) conclut que :

« La norme québécoise correspond aux normes nord-américaines en ce qui a trait aux distances de visibilité de dépassement souhaitables ».

1.2.2 La visibilité effectivement offerte par la route et les méthodes de mesures

Malgré qu'on dispose généralement des valeurs des distances de visibilité déterminées lors du design des routes, la mesure de la distance de visibilité de dépassement offerte effectivement par la route (visibilité disponible) demeure une opération indépendante et nécessaire. Ceci s'explique par les contraintes qui surgissent pendant ou après la réalisation de la route et qui peuvent éventuellement changer ponctuellement ou plus largement l'environnement immédiat de la route, et par conséquent la valeur de la distance de visibilité.

S'ajoute à cela l'ensemble des routes existantes dont on ne dispose pas de l'historique technique de réalisation.

Plusieurs méthodes sont utilisées pour la mesure de la visibilité offerte. Les modes opératoires de toutes ces méthodes se basent généralement sur la disposition du conducteur et de la cible ainsi que les limites du champ ciblé.

Sur ce point, il y a lieu précisément de signaler la divergence constatée entre les différentes normes. Dans ce qui suit, nous allons présenter:

- La définition de la distance de visibilité pour le dépassement en fonction de la disposition du conducteur et de l'objet cible, définition qui est adoptée par chaque norme étudiée;
- Une description brève des méthodes de mesure.

1.2.2.1 Dispositions du conducteur et de l'objet cible pour la mesure de la distance de visibilité

La distance de visibilité est la distance à laquelle un objet placé sur la chaussée à une hauteur H2 au-dessus de la chaussée peut être vu par un observateur placé sur la chaussée et dont l'œil est situé à une hauteur de H1 au-dessus de la chaussée.

Le Tableau 1-5 présente les hauteurs adoptées par les différentes normes ainsi que la limite du champ visuel.

Tableau 1-5 Dispositions du conducteur et de l'objet cible adoptées par les normes étudiées pour la mesure de la distance de visibilité pour dépassement

Norme/ Document officiel	Hauteur Œil conducteur H1(m)	Hauteur de la cible H2(m)	Limite du champ visuel (*)
Europe (Convention de Vienne 1968)	1.00 à 1.20	1.00 à 1.20	Ne spécifie pas clairement cet aspect
France (*) (Ministère des Transports Français [MTF] 1997)	1.00	1.00	Lors des mesures de distance de visibilité, il arrive que les obstacles latéraux gênant la visibilité soient constitués par des «masques variables», dus à l'état de la végétation suivant les saisons. Dans de tels cas; on doit retenir comme mesure de la distance de visibilité celle qui correspond à la situation la plus fréquente.
États-Unis (FHWA 2000)	1.07	1.07	Tangente de ligne du talus ou à toute autre obstruction qui entrave la visibilité.
Canada Manuel Canadien de la signalisation routière (ATC 1998)	1.15	1.15	Ne spécifie pas clairement cet aspect (le schéma joint au dit manuel illustre que la ligne visée doit être tangente aux obstacles latéraux)
Québec (**) Normes de la signalisation routière (MTQ 1999)	1.05	1.05	- Virage à gauche : tangente au bord de l'accotement; - Virage à droite : tangente au bord de la chaussée;

(*) Comme la convention de Vienne ne spécifie pas clairement cet aspect, il a été jugé utile d'incorporer la méthode adoptée par un pays européen pour des fins de comparaison.

(**) L'annexe B illustre la disposition de la hauteur de l'œil et de la cible comme stipulée par la norme du Québec (MTQ 1999).

Commentaires

La méthode de mesure de la distance de visibilité adoptée par le Québec tient compte d'une ligne de visée limitée par le bord de l'accotement et de la chaussée respectivement pour le cas d'un virage à gauche et à droite. Le choix du bord de l'accotement est justifiable par rapport au contexte hivernal prédominant et dont les bancs de neige entravent parfois la visibilité. Quant au choix du bord de la chaussée pour un virage à droite, la norme de Québec (MTQ 1999) ne spécifie pas la raison de ce choix. Hassan et al (1995) expliquent ce choix par le fait que dans le cas d'un virage à droite, la ligne de vision est parfois entravée par des véhicules circulant sur la voie de droite.

Aussi, la fréquence, la répartition et la durabilité de l'occurrence de ces obstacles temporaires sont géographiquement distinctes, ce qui nous amène à poser la question suivante:

⇨ Quel serait l'impact sur le fonctionnement du réseau si ce facteur hivernal est géographiquement pris en considération ?

1.2.2.2 Les méthodes de mesures de distance de visibilité

Cinq méthodes existent pour mesurer la distance de visibilité, ces méthodes sont regroupées en deux catégories :

La 1 ère catégorie regroupe les méthodes permettant de mesurer la distance de visibilité disponible :

- La méthode de mesure à partir des plans de design de la route;
- La méthode à deux véhicules;
- La méthode utilisant les techniques de système intelligent (GPS).

La 2e catégorie regroupe les méthodes permettant de localiser les endroits où la distance de visibilité requise pour dépasser n'est plus disponible :

- La méthode de deux personnes ou « en marchant »;

- La méthode à deux véhicules;
- La méthode à un véhicule.

La méthode la plus répandue est celle de deux véhicules, néanmoins, les autres méthodes fournissent une alternative viable selon le contexte et la précision désirée.

1.2.2.2.1 Méthodes permettant de mesurer la distance de visibilité disponible

L'objectif de ces méthodes est la mesure de la distance de visibilité disponible le long de la route pour construire un profil de visibilité à partir duquel il sera facile de déterminer les zones dont la visibilité disponible n'est pas suffisante pour le dépassement. L'annexe C illustre un exemple de ce genre de profil.

1.2.2.2.1.1 Méthode de mesure à partir des plans de design de la route

Cette méthode reste tributaire de la disponibilité des plans ainsi de leur conformité avec l'environnement réel de la route. C'est la méthode qui est décrite entre autres par (American Association of State Highway and Transportation Officials [AASHTO] 2001).

1.2.2.2.1.2 Méthode à deux véhicules

Cette méthode est la plus appropriée. Comme son nom l'indique, la méthode utilise deux véhicules équipés de radios bidirectionnelles et d'instruments de mesure de la distance (odomètre).

Pour commencer, les deux véhicules A et B se placent à un point de chaînage donné et remettent leur odomètre à zéro. Par la suite, le véhicule B disposant de la cible à H2 m de hauteur s'éloigne de A jusqu'au moment où juste la cible du véhicule B disparaît du champ de vision de l'observateur installé au véhicule A dont la hauteur de l'œil est à H1 m. La distance donnée par l'odomètre du véhicule B correspond à la distance de visibilité pour dépassement disponible au point où est situé le véhicule A. Cette opération est répétée en repositionnant le véhicule A au niveau du deuxième point où on désire mesurer la distance de visibilité et en répétant le processus.

La précision des résultats sur un itinéraire donné est plus importante si la distance entre les points de mesures est faible (Véhicule A).

1.2.2.2.1.3 Méthode utilisant la technologie du système intelligent

Cette méthode emploie les systèmes de positionnement globaux ou d'autres procédures de pointe, entre autres nous citons la télémétrie (ou lunette de visée) et la caméra.
Ces procédés permettent de mesurer avec précision les distances de visibilité. Ils exigent deux conducteurs et deux véhicules ainsi qu'un mode opératoire spécifique.
Ce système est jugé sûr, rapide et précis, mais demeure à expérimenter.

1.2.2.2.2 Méthodes permettant de localiser les endroits où la distance de visibilité requise pour dépasser n'est plus disponible

Ces méthodes servent à déterminer le début et la fin des zones de non dépassement.

1.2.2.2.2.1 Méthode à deux personnes

La méthode à deux personnes, également connue sous le nom de méthode «en marchant», est la méthode la plus précise, pourtant la plus longue. Deux personnes, employant une radio bidirectionnelle, marchent le long de l'axe de la chaussée en maintenant entre eux une distance correspondant à la distance de visibilité minimale de dépassement exigée par la norme. Cette distance peut être maintenue par une corde, une chaîne ou un fil tendu. La hauteur de l'œil est repérée par une cible portée par chaque personne.

Un avantage de cette technique est celui que la mesure peut être réalisée pour les voies opposées. Les inconvénients de cette technique résident à la fois en sa lenteur ainsi qu'en l'insécurité qui l'accompagne.

1.2.2.2.2.2 Méthode à deux véhicules

Cette méthode, qui est utilisée aussi pour le premier cas relatif à la détermination de la visibilité disponible, a été détaillée ci-dessus. La différence de procédé avec le cas où on détermine seulement les endroits où la distance de visibilité requise n'est pas suffisante réside dans le fait que dans ce dernier cas on maintient constamment entre les deux véhicules une distance correspondant à la distance de visibilité minimale de dépassement exigée par la norme. Cette distance peut être contrôlée par les odomètres des véhicules et une communication par radios bidirectionnelles. Le début de la zone de non dépassement correspond au point où le véhicule A perd de sa vision le véhicule B et la fin de la zone est le point à partir duquel le véhicule A commence à repérer le véhicule B.

1.2.2.2.2.3 Méthode à un véhicule

Cette méthode nécessite seulement un conducteur et un véhicule équipé d'un odomètre. Le conducteur se déplace lentement sur la route. Quand il atteint approximativement le point où le champ de vision s'ouvre, c'est-à-dire où la visibilité est plus grande que la distance requise, il s'arrête et place une marque de peinture du côté droit de la chaussée. Ce point représente la fin de la zone d'interdiction de dépassement dans cette direction.

Le conducteur remet ensuite l'odomètre à zéro, parcourt la distance de dépassement exigée, et place une autre marque de peinture du côté gauche de la chaussée. Ceci représente le commencement de la zone de dépassement dans la direction opposée.

Le même procédé sera réalisé dans le sens opposé et permettra ainsi de délimiter les deux zones de non-dépassement dans les deux directions.

Notons que cette méthode assume une hauteur de l'obstacle de zéro. Il n'y a pas de manière d'ajuster la hauteur des objets. Par contre, comme un objet d'une hauteur H2 sera vu à une plus grande distance, la méthode est jugée conservatrice.

1.3 Les règles de détermination des zones de dépassement

Dans le processus d'implantation du marquage axial, la délimitation des zones de non-dépassement doit être réalisée avant celle des zones de dépassement.

1.3.1 Les zones de non-dépassement

La délimitation des zones de non-dépassement revêt une grande importance pour la sécurité de l'usager. Pour toutes les normes étudiées, ces zones sont les segments de routes où la distance de visibilité de dépassement mesurée est inférieure à la distance minimale exigée par la norme. En conséquence, le marquage associé est une ligne continue sur la totalité de la zone.

Certaines normes exigent une longueur minimale du marquage axial pour ces zones de non-dépassement:

- 20 m pour les pays d'Europe ;
- Pour les États-Unis, aucune valeur n'a été spécifiée par le MUTCD (FHWA 2000);
- 100 m pour le Canada ;
- Pour le Québec, aucune valeur n'a été spécifiée par la norme de la signalisation routière;

1.3.2 Les zones de dépassement

Contrairement aux zones de non-dépassement, la zone de dépassement est associée aussi à la manœuvre de dépassement qui pourrait avoir lieu. En conséquence, la zone doit :

- Offrir une visibilité de dépassement suffisante;
- Permettre l'accomplissement sécuritaire de la manœuvre de dépassement.

La première condition indique qu'il s'agit des zones situées entre les zones où la visibilité pour dépassement n'est pas suffisante, condition commune à toutes les normes précitées. Les valeurs exigées sont établies en fonction de la vitesse.

Quant à la deuxième condition, elle se traduit par les interrogations suivantes :

- Est-ce que ces zones (respectant la première condition, c.à.d. visibilité suffisante pour dépassement) sont assez longues pour qu'une manœuvre de dépassement soit accomplie ?
- Est-ce que cette dernière situation est satisfaite en tout point de cette zone?

La réponse à ces deux dernières interrogations exige la connaissance de la distance nécessaire pour l'accomplissement d'une manœuvre de dépassement (au moins la distance correspondant au temps passé par le conducteur dépassant dans la voie de gauche).

Notre revue de littérature montre que la détermination de cette valeur est le résultat d'une analyse profonde du mécanisme de dépassement. Comme déjà spécifié, ce mécanisme revêt une grande complexité en raison du nombre important de paramètres qui rentrent en jeu, et une synthèse de la majorité des recherches ayant abordées ce thème a été réalisée par Baass (1999). Le modèle résultant donne les valeurs de la distance nécessaire pour accomplir une manœuvre de dépassement en fonction de la vitesse du véhicule dépassant. Le dépassement considéré est un dépassement retardé. Les hypothèses prises en compte sont celles précisées au paragraphe 1.2.1 .

Tableau 1-6 La distance minimale nécessaire pour effectuer un dépassement d'après le modèle de Baass

VITESSE (km/h)	DISTANCE NÉCESSAIRE POUR EFFECTUER UN DÉPASSEMENT (m) (correspond au temps passé dans la voie de gauche)
50	88
60	123
70	164
80	210
90	262
100	320
110	384

Quant aux normes, elles ne précisent pas cette deuxième condition. La norme du Québec MTQ fait référence seulement à un seuil minimal de la longueur de la zone de dépassement de 100 m quelque soit la vitesse affichée. Ce seuil est jugé faible en comparaison avec les valeurs avancées par le modèle de Baass. Comme préalablement cité, cette situation soulève des interrogations par rapport au niveau de sécurité offert pour l'accomplissement de la manœuvre de dépassement à l'intérieur de la zone définie et engendre une confusion quant à l'utilisation des zones de telles longueurs.

1.4 Les concepts de délimitation des zones de dépassement et non-dépassement

À travers notre revue de littérature, nous distinguons deux configurations :

- La configuration appliquée en Amérique du Nord;
- La configuration appliquée en Europe;

Sur la Figure 1-1, nous allons essayer de comprendre chacune des deux configurations :

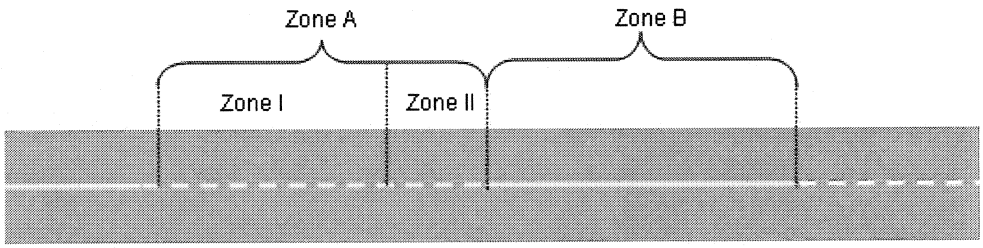


Figure 1-1 Les zones résultantes de l'application du marquage axial sur un segment de route

Zone A : Zone où la distance de visibilité pour dépassement est suffisante, c.-à-d. supérieure au minimum exigé par la norme;

Zone B : Zone où la distance de visibilité pour dépassement est insuffisante, c.-à-d. inférieure au minimum exigé par la norme;

Zone I : Zone à partir de laquelle un dépassement peut être achevé dans la Zone A dans les conditions usuelles de conduite;

Zone II : Zone d'achèvement de la manœuvre de dépassement (appelée aussi zone de transition vers la zone d'interdiction ou zone tampon). Si le conducteur commence un dépassement dans cette zone, il est obligé de l'achever dans la zone interdite dans les conditions normales de conduite.

1.4.1 La configuration d'Amérique du Nord

La configuration en Amérique du Nord distingue deux concepts (TTI,1980) :

- ⇨ Le concept de zone courte ;
- ⇨ Le concept de zone longue.

Le concept de la zone courte considère que :

- Le dépassement est permis dans la totalité de la zone A;
- La zone A doit être marquée par une ligne discontinue dont le rapport entre la longueur de l'intervalle entre traits et la longueur du trait est uniforme;
- La zone de transition vers la zone d'interdiction (zone II) n'est pas délimitée ou distinguée par un marquage différent. Le conducteur a la responsabilité de percevoir cette transition en s'approchant de la ligne continue, et éventuellement à travers des panneaux renforçant la signalisation;
- La zone A doit avoir une longueur minimale de 120 m d'après le MUCTD, et 100 d'après les normes du Canada et du Québec.

Quant au concept de la zone longue, il considère que :

- La zone A qui correspond à la zone où la visibilité est suffisante est une zone où le dépassement est permis en partie (zone I);
- La zone I doit être marquée par une ligne discontinue dont le rapport entre la longueur de l'intervalle entre traits et la longueur du trait est uniforme;
- La zone II est marquée par une ligne continue, le conducteur peut franchir cette ligne pour achever son dépassement.

Le marquage selon les deux concepts est illustré par la Figure 1-2.

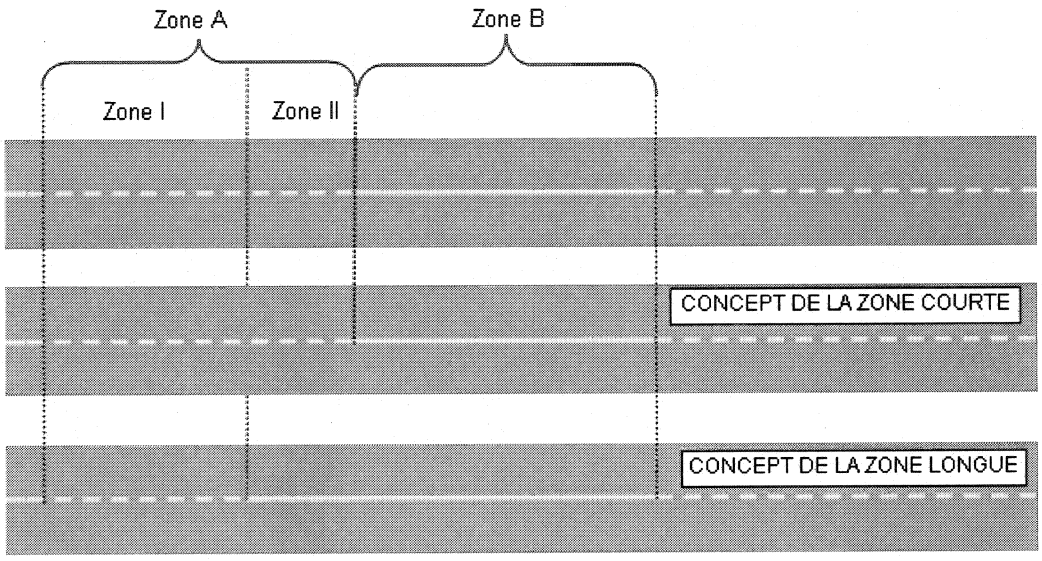


Figure 1-2 Illustration des concepts de la courte et de la longue zone

1.4.2 La configuration européenne

La configuration européenne est basée sur le concept de la zone courte (Protocole de Genève 1973), la différence constatée touche seulement la zone de transition (Zone II) :

- La zone II est marquée en ligne discontinue dont le rapport entre la longueur de l'intervalle entre traits et la longueur du trait est nettement plus faible comparativement au rapport de la zone I.
- La longueur de la zone II doit excéder 100 m pour les vitesses dépassant 60 km/h, et 50 m pour les vitesses inférieures à 60 km/h;
- Le marquage de la zone II peut être renforcé par des flèches dont les dimensions et la disposition sont mentionnées en annexe A.

La Figure 1-3 illustre le concept européen et le concept de la zone longue.

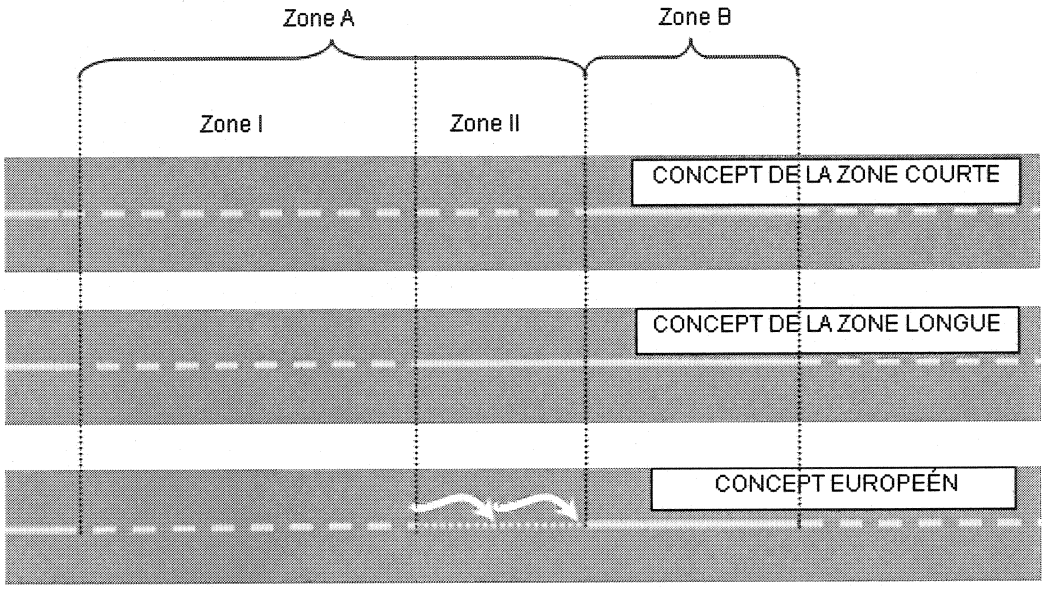


Figure 1-3 Illustration du concept de longue zone et du concept européen

Le marquage de la zone II peut être complété ou remplacé par des flèches de rabattement.

Commentaires

En se référant à la récente norme de la signalisation routière du Québec (MTQ 1999), l'instruction générale de la signalisation routière du Québec (MTQ 1979) et du guide des opérations de signalisation (MTQ 1986), aucune référence n'est avancée sur le concept du marquage adopté. Cependant, les plans d'implantation du marquage présentés par les mêmes normes prescrivent que le début des lignes continues coïncide avec le commencement de la chute de la visibilité sous le seuil fixé par la norme. Cette configuration correspond à celle du concept de la zone courte (même constatation si on se réfère au MUTCD et au Manuel canadien de la signalisation routière).

Toutefois, cette constatation ne peut pas s'appliquer sur tout le réseau du Québec, vu qu'on ne dispose pas de la certitude que les routes ou les parties des routes, dont le

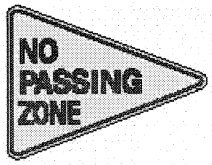
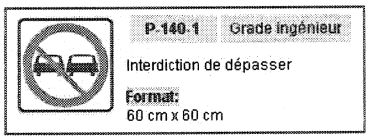
marquage a été anciennement implanté, ont été marquées selon le concept de la zone courte.

1.5 Les mesures d'accompagnement du marquage axial

Les normes étudiées recommandent l'utilisation de panneaux de signalisation comme mesures de renforcement du marquage axial, pour repérer rapidement le début de la ligne continue.

Le Tableau 1-7 indique le type de ces panneaux et leur mode d'emploi :

Tableau 1-7 Les panneaux de signalisation utilisés pour le renforcement du marquage axial

NORME	PANNEAU D'INTERDICTION		
	Obligation de son installation	Lieu d'installation	Type
Etats-Unis (FHWA 2000)	non	Le panneau R4-1 est installé au début ou dans la zone d'interdiction. S'il s'avère nécessaire de mettre un panneau dans le côté gauche de la circulation, le panneau W14-3 peut être utilisé à cet effet.	 R4-1 600 x 750 mm  W14-3
Québec (MTQ 1999)	Pas de spécification au sujet de panneaux d'interdiction sauf pour des cas particuliers à l'approche d'une section de chemin public en construction ou en réparation, à l'approche d'un échangeur d'autoroute etc., le panneau P-140-1 est prescrit : 		

Des mesures d'efficacité, basées sur des entrevues avec certains conducteurs, ont été réalisées par le (MTQ 1999a) sur l'implantation d'un panneau d'interdiction au début d'une zone d'interdiction de dépassement du côté gauche de la route (le site expérimental choisi est l'autoroute 55). Le panneau ayant été conçu pour ces fins est un panneau triangulaire indiquant le début de la zone d'interdiction de dépassement.

Les résultats n'ont pas permis de se prononcer clairement sur la plus-value de l'implantation de ce type de panneau.

Commentaire

Nous pensons que la non-obligation qui accompagne l'installation des panneaux d'interdiction de dépasser, montre qu'ils ne peuvent pas atteindre le rôle joué par le marquage axial et demeurent seulement un moyen de renforcement de celui-ci, du fait que :

- ✓ l'attention du conducteur se dirige généralement en premier vers le marquage avant les autres dispositifs de signalisation, en particulier lorsque le conducteur envisage de faire un dépassement;
- ✓ les panneaux sont souvent sujets à des aléas qui pourraient les déstabiliser et par conséquent, nuire ou faire disparaître le message qui leur est associé.

1.6 Conclusion de la revue de littérature sur le marquage axial

Notre revue de littérature nous a permis de comprendre les concepts de marquage et les modes de son utilisation pour la délimitation des zones de dépassement et non-dépassement au Québec et dans d'autres pays. Cependant, certains aspects demeurent non clairs et s'ajoutent aux deux interrogations objet de la présente étude.

Par conséquent, nous considérons qu'une détermination détaillée de la configuration des zones de dépassement est nécessaire pour répondre à toutes ces interrogations.

CHAPITRE 2 MÉTHODOLOGIE DE TRAITEMENT ET DONNÉES SUR LE MARQUAGE AXIAL

2.1 Méthodologie

La méthodologie adoptée pour atteindre les deux premiers objectifs de cette étude consiste en:

⇨ la détermination des zones de dépassement et de non-dépassement sur les routes rurales à deux voies contiguës. À cet effet, nous allons procéder comme suit:

- fusion des bases de données du marquage, vitesse, nombre de voies et nature de la surface de la chaussée ;
- reconstitution des itinéraires par fusion des sections consécutives ;
- restructuration du marquage par fusion des marques de même signification par rapport à la permission ou non de dépasser;
- élaboration des inventaires de zones de dépassement et de non-dépassement;
- validation des résultats avec des relevés effectués plus récemment sur des sections du réseau de l'Abitibi-Témiscamingue–Nord-du-Québec (ATNQ);

⇨ l'évaluation des résultats obtenus, par :

- une analyse globale de la distribution des zones de dépassement et de non-dépassement du réseau routier rural à deux voies contiguës;
- une détermination de l'évolution de l'état des zones de dépassement et de non-dépassement en fonction de la variation de la longueur minimale de la zone de dépassement.

2.2 Les données

Le principe du traitement est d'aboutir à une description quantitative des zones de dépassement et de non-dépassement en se basant sur le marquage attribué (ligne simple continue, simple discontinue, etc.). Les données, qui seront utilisées, émanent de la base de données du MTQ appelée Système 12 qui est actualisée d'une façon périodique par les différentes directions territoriales du MTQ.

Cette base de données englobe les différentes caractéristiques des routes, et particulièrement les données nécessaires au maintien et à l'entretien du réseau : le marquage, largeur et nombre de voies, localisation territoriale des sections, état et dimensions des accotements, etc. Chacune de ces caractéristiques est répertoriée dans une sous-base ayant une structure spécifique.

Pour des fins de validation, le traitement envisagé sera effectué en parallèle sur une deuxième base de données du marquage qui nous été transmise par la DT de l'Abitibi-Témiscamingue–Nord-du-Québec. Ces données concernent la majorité des axes routiers de cette direction.

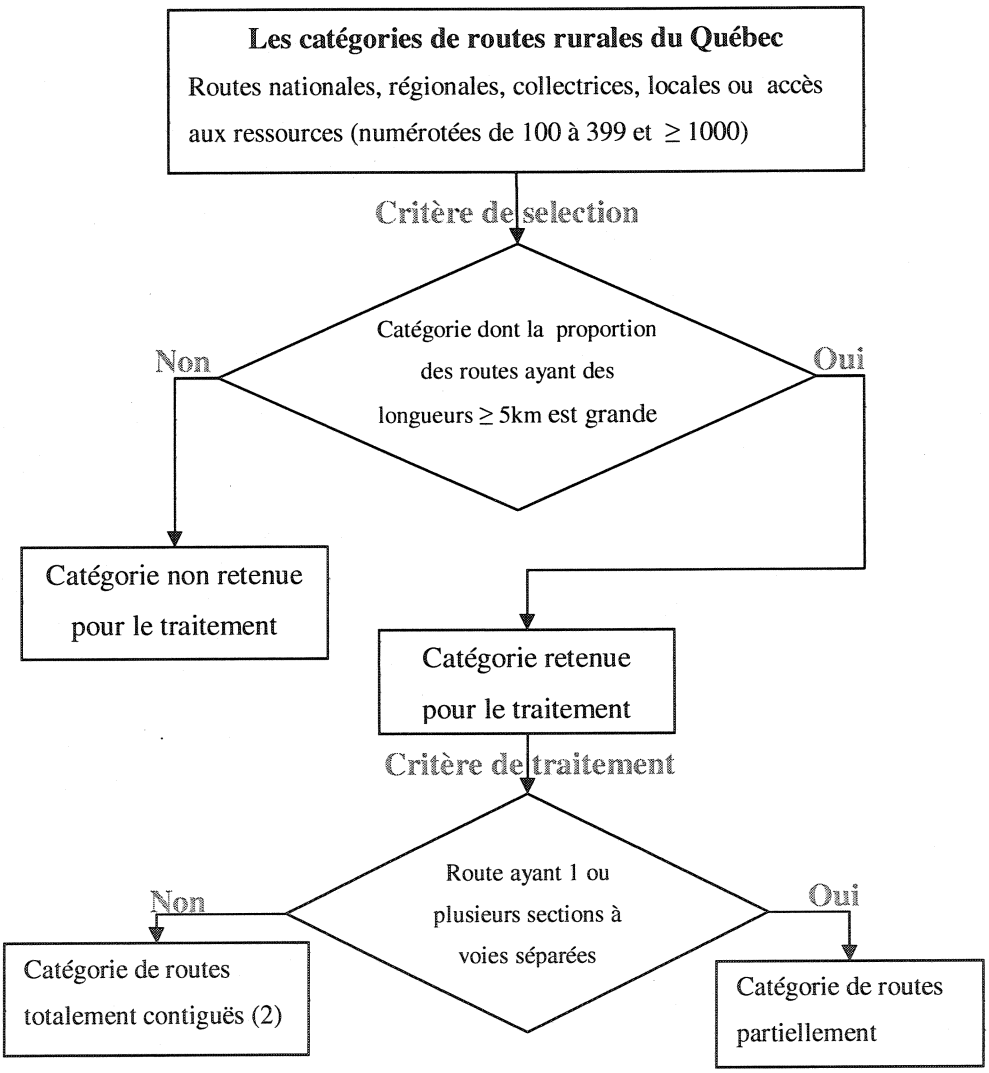
Notre analyse préliminaire de la base de données du Système 12 a fait ressortir qu'une route peut être:

- à voies contiguës sur tout son itinéraire, d'où la notion de route totalement contiguë;
- mixte, c-à-d des segments sont à voies contiguës alors que d'autres sont à voies séparées, d'où la notion de route partiellement contiguë.

De plus, nous avons remarqué que les longueurs des routes peuvent permettre des itinéraires de grande ou de faible distance. Par conséquent, et en relation avec les objectifs de la présente étude, nous avons élaboré un processus de sélection basé sur deux critères pour le choix des routes à analyser.

2.2.1 Processus de sélection des routes à traiter

La Figure 2-1 illustre le processus de sélection des routes qui seront traitées.



Les routes appartenant aux ensembles (1) et (2) seront traitées séparément.

Figure 2-1 Processus de sélection des routes à traiter

2.2.2 Argumentation des critères de sélection

Le contexte global de l'étude est l'analyse des manœuvres de dépassement. Généralement, ces manœuvres ne se manifestent que dans des itinéraires de moyennes ou grandes distances, d'où le choix du 1er critère (critère de sélection) qui oriente le choix d'échantillon vers la catégorie des routes ayant des longueurs relativement grandes (supérieures à 5 km).

Le deuxième critère (critère de traitement), qui distingue les routes ayant des sections à voies séparées (partiellement contiguës) de celles ayant des sections contiguës sur tout l'itinéraire (totalement contiguës), facilitera le traitement des données relatives à chacune des deux catégories.

CHAPITRE 3 RÉSULTATS DU TRAITEMENT DE DONNÉES SUR LE MARQUAGE AXIAL

3.1 Description du réseau du Québec

3.1.1 Règles de base

La hiérarchisation du réseau du Québec est comparable à celle adoptée par la plupart des pays. Quant à la numérotation, elle a été instaurée selon le contexte nord américain, en prenant comme référence le fleuve Saint-Laurent.

Chaque segment homogène de la route est identifié par le terme « section» et un code dit « RTS : Route-Tronçon-Section ». On associe à chaque section un système de chaînage spécifique. Celui-ci commence avec 0+000 au début de chaque section et se termine avec la fin de la section.

Les principaux critères d'identification des sections selon le MTQ sont:

- Le rôle de la section (fait-elle partie de l'itinéraire?, d'un carrefour?, d'une bretelle?, d'une piste cyclable?, etc.);
- La structure des voies (route à voies contiguës ou séparées).

Le premier critère nous a permis de distinguer deux types de sections :

- Les sections qui forment l'itinéraire de la route;
- Les sections que nous nous permettons de nommer « sections adjacentes », qui n'appartiennent pas à l'itinéraire proprement dit, mais qui ont d'autres rôles : bretelle, piste cyclable, accès à un abri, etc.

Le deuxième critère montre que, lorsqu'il s'agit de routes à voies séparées, la section « RTS » désigne un segment homogène uniquement dans un sens de circulation.

À la lumière de ce qui précède, nous pouvons alors distinguer les deux notions de longueur fréquemment utilisées dans les rapports et les bases de données du MTQ :

- La longueur d'itinéraire d'une route est la distance exacte de parcours entre le début et la fin de la route;
- La longueur pondérée est la longueur totale des sections de la route.

3.1.2 Composition du réseau routier du Québec

Le Tableau 3-1 présente la composition du réseau routier du Québec selon la hiérarchisation en vigueur.

Tableau 3-1 Composition du réseau routier du Québec

Classe de route	Longueur pondérée (km)
Autoroutes	4 972.80
Nationales	9 721.70
Régionales	5 635.70
Collectrices	7 756.80
Accès aux ressources	1 390.10
Total	29 477.10

Source : le rapport annuel de gestion 2001-2002 du MTQ.

Le réseau autoroutier ne représente que 17% de l'ensemble du réseau, ce qui montre que les autres catégories demeurent encore importantes.

3.1.3 Densité géographique du réseau routier

La densité géographique est un indice important pour mesurer la desserte. Le Tableau 3-2 vient confirmer que les routes nationales, régionales et collectrices constituent le noyau de l'infrastructure routière du Québec.

Tableau 3-2 Répartition du réseau par direction territoriale

Région selon le territoire qui relève des DT	Part du réseau non autoroutier (%)	Densité (m/km^2)
Abitibi-Témiscamingue–Nord-du-Québec	100%	3
Bas-Saint-Laurent–Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	94%	80
Chaudière-Appalaches	81%	154
Côte-Nord	31%	2
Estrie	84%	160
Laurentides–Lanaudière	93%	128
Laval–Mille-Îles	23%	146
Mauricie–Centre-du-Québec	71%	42
Est-de-la-Montérégie	69%	247
Ouest-de-la-Montérégie	75%	248
Île-de-Montréal	3%	7
Outaouais	89%	41
Québec	71%	58
Saguenay–Lac-Saint-Jean–Chibougamau	99%	13

Onze des quatorze régions sont servies principalement par le réseau non autoroutier à un taux dépassant 69%, et ce taux est très proche de 100% pour la région de l'Abitibi-Témiscamingue–Nord-du-Québec et celle du Saguenay–Lac-Saint-Jean–Chibougamau.

3.2 Description du réseau routier à deux voies contiguës

La base de données traitée (Système 12) englobe les routes relevant des compétences du ministère des Transports du Québec et celles dont l'exploitation a été déléguée aux municipalités.

Le réseau autoroutier est numéroté de 0 à 99 et de 400 à 999. La totalité des routes nationales et régionales sont numérotée de 100 à 399. Quant aux routes dont le numéro est supérieur à 1000, elles sont constituées principalement des accès aux ressources et des routes dont l'exploitation a été déléguée aux municipalités

Le réseau non autoroutier figurant dans cette base (toutes juridictions confondues) est présenté par le Tableau 3-3.

Tableau 3-3 Réseau non autoroutier du Québec

	RÉSEAU NON AUTOROUTIER		
	Routes numérotées de de 100 à 399	Routes dont le numéro est supérieur à 1000	Total
Nombre de routes	174	11 986	12 160
Nombre de sections	5 236	18 238	23 474
Longueur totale (km)	19 534	50 363	69 897

Quant au réseau à voies contiguës, sa description est donnée par le Tableau 3-4.

Tableau 3-4 Réseau routier à voies contiguës du Québec

	RÉSEAU NON AUTOROUTIER À VOIES CONTIGUËS (EN ÉLIMINANT LES SECTIONS ADJACENTES *)		
	Routes numérotées de 100 à 399	Routes dont le numéro est supérieur à 1000	Total
Nombre de routes	174	11 957	12 131
Nombre de sections	3 647	17 853	21 500
Longueur totale (km)	18 250	50 193	68 443
Longueur moyenne/route (km)	104.9	4.2	

(*) voir le paragraphe 3.1.1 définissant les sections adjacentes.

La valeur de la longueur moyenne pour chaque catégorie de routes nous oriente déjà sur le premier critère de sélection de la base de données qui sera traitée. Les routes appartenant à la catégorie ayant une longueur moyenne de 4,2 km sont loin d'être représentatives pour une étude des manœuvres de dépassement alors que la deuxième catégorie, composée de routes numérotées de 100 à 399, représente des itinéraires susceptibles d'être une bonne base de données pour le traitement souhaité, car la longueur moyenne par route est de 104.9 km.

3.3 Les routes retenues pour le traitement

Le résultat de la sélection des routes, conformément aux deux critères définis dans le chapitre I.3, est comme suit :

3.3.1 Première sélection

Cette première sélection consiste à choisir la catégorie des routes ayant des longueurs suffisamment grandes pour permettre des éventuels dépassements. Les deux catégories comparées sont :

- les routes numérotées de 100 à 399, cette catégorie englobe la totalité des routes nationales et régionales ainsi que d'autres types de routes;
- les routes dont le numéro est supérieur à 1000.

Les deux figures suivantes justifient notre choix de la catégorie des routes numérotées de 100 à 399.

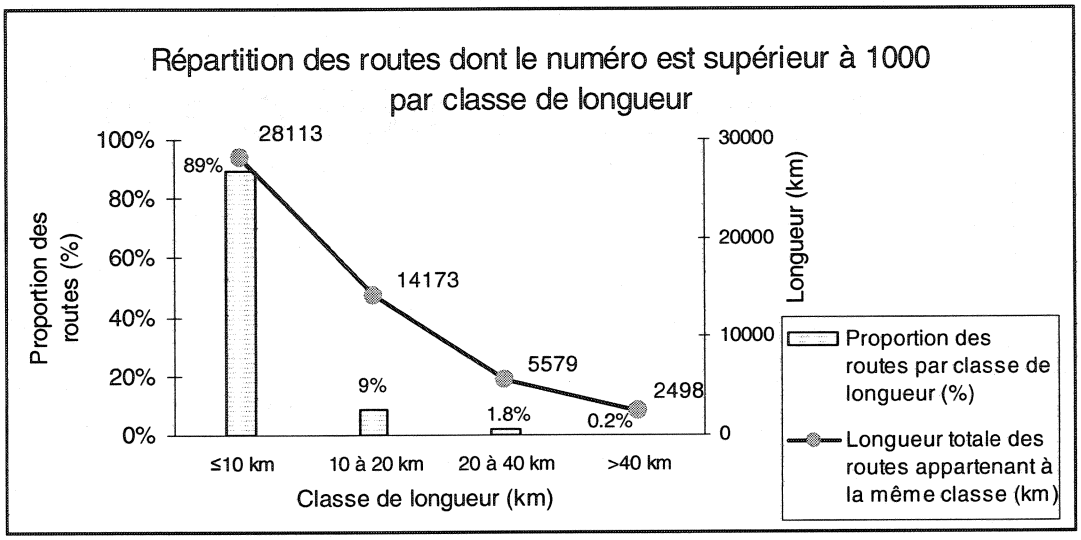


Figure 3-1 Répartition des routes dont le numéro est supérieur à 1000 par classe de longueur

Dans le cas des routes dont le numéro est supérieur à 1000, seulement 2% ont une longueur supérieure à 20 km.

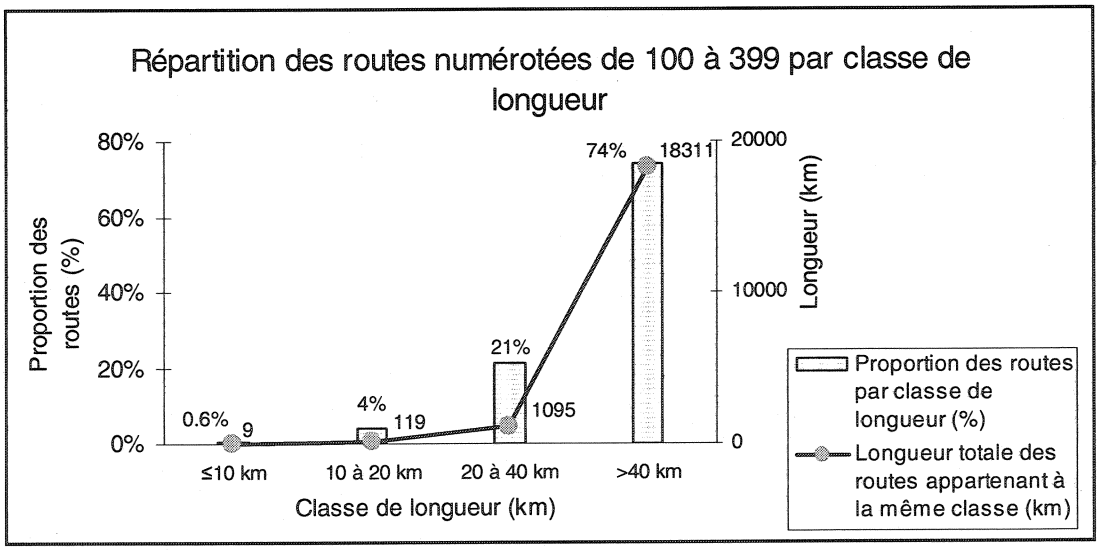


Figure 3-2 Répartition des routes numérotées de 100 et à 399 par classe de longueur

Pour le cas des routes numérotées de 100 à 399, plus de 95% ont une longueur supérieure à 20 km. En conséquence, cette catégorie est celle choisie pour les traitements envisagés.

3.3.2 Deuxième sélection

Le Tableau 3-5 indique le résultat de la deuxième sélection, qui consiste à séparer les routes résultat de la première sélection, c.-à-d. les routes numérotées de 100 à 399, en deux catégories :

- Les routes totalement contiguës;
- Les routes partiellement contiguës.

Les routes totalement contiguës sont définies comme étant des routes à voies contiguës sur tout l'itinéraire, quant aux routes partiellement contiguës, elles représentent des routes qui sont constituées de segments à voies contiguës et des segments à voies séparées.

Cette distinction a été réalisée pour faciliter les traitements de données.

Tableau 3-5 Réseau des routes totalement et partiellement contiguës du Québec

	TOTALEMENT CONTIGUËS	PARTIELLEMENT CONTIGUËS	TOTAL
Nombre de routes de 100 à 399	126	48	174
Nombre de sections séparées	0	672	672
Nombre de sections contiguës	1 809	1 838	3 647
Longueur des sections séparées (km)	0	1 159	1 159
Longueur des sections contiguës (km)	9 361	8 889	18 250
Longueur totale (pondérée) (km)	9 361	10 048	19 409

Les sections adjacentes sont exclues du traitement (voir le paragraphe 3.1.1 définissant les sections adjacentes).

Pour la catégorie des routes partiellement contiguës, la part pour chaque route des sections à voies séparées est donnée par la Figure 3-3.

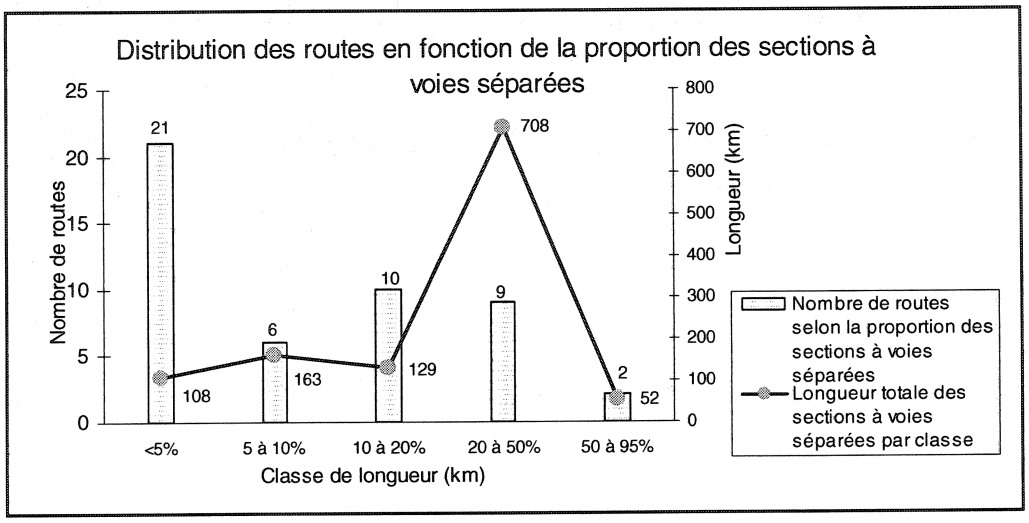


Figure 3-3 Distribution des routes en fonction de la proportion des sections à voies séparées

Dans la suite, le traitement et l'analyse des données seront effectués séparément pour chacune des deux catégories précitées, à savoir :

- Les routes totalement contiguës ;
- Les routes partiellement contiguës.

3.4 Traitement des données

3.4.1 Méthode de traitement

La base de données du Système 12 décrit les différentes caractéristiques de la route et de ses dépendances : localisation des sections, marquage, nombre et largeur des voies, accotements, etc. Chacune de ces caractéristiques est répertoriée séparément dans une sous-base indépendante. Un aperçu sur la composition du Système 12 fait l'objet de l'annexe D.

L'exploitation de cette base a été effectuée pour chacune des deux catégories de routes selon le schéma de la Figure 3-4.

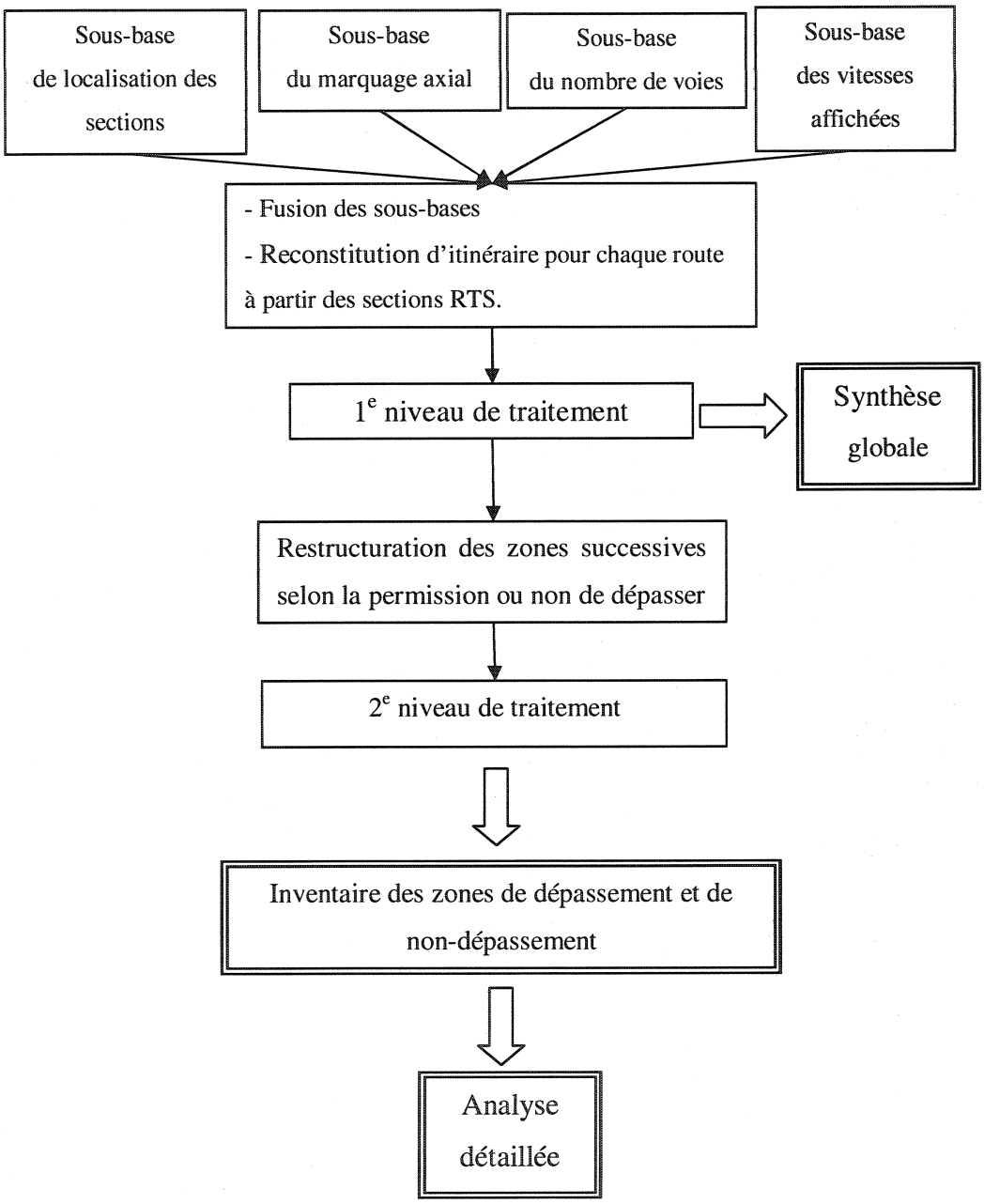


Figure 3-4 Schéma de principe de traitement de données

La première étape consiste à présenter une synthèse globale du marquage sur les routes numérotées de 100 à 399. Quant à la deuxième étape, elle consiste à analyser les zones de dépassement et de non-dépassement.

3.4.2 Résultats du premier niveau de traitement (synthèse globale)

La fusion des sous-bases a été réalisée moyennant un algorithme informatique, qui a été rédigé spécifiquement pour ce projet, ce qui nous a permis d'aboutir à une base de données englobant à la fois la localisation, les caractéristiques des voies ainsi que le marquage correspondant. Le procédé de fusion des sous-bases de données est joint en annexe E.

Parmi les difficultés rencontrées à ce stade, nous citons les cas suivants :

- des sections dont le marquage ne débute pas au niveau de l'origine de la section;
- des sections qui ne sont pas marquées en totalité;
- des sections dont le marquage se termine avant la fin de la section.

Le choix retenu pour tous ces cas consiste à les incorporer dans la base de données globale pour maintenir un traitement sur l'intégralité des itinéraires, tout en leur attribuant un code de marquage nul. Ce procédé nous permettra de les distinguer dans toutes les phases de traitement.

Notons aussi que certaines sections contiguës sont aménagées avec des surlargeurs soit du côté droit, du côté gauche ou des deux côtés. Ces zones pourraient être des voies de virage, des voies de dépassement, etc.

Le traitement réalisé distingue aussi ce type de sections, bien que notre étude concerne seulement les routes à 2 voies contiguës, et ce pour les raisons suivantes :

- ✓ ces sections sont situées généralement au sein de l'itinéraire, et leur exclusion du traitement pourrait fausser nos analyses qui sont basées sur un traitement de la route en entier;
- ✓ ces zones pourraient être des voies de dépassement ou des voies de virage, et leur localisation est d'une grande utilité lors de l'étude de ce genre d'aménagement.

Nous présentons dans la suite une synthèse des résultats de cette première étape de traitement. Les tableaux suivants décrivent ces résultats.

Tableau 3-6 Composition du réseau numéroté de 100 à 399

	ROUTES TOTALEMENT CONTIGUËS	ROUTES PARTIELLEMENT CONTIGUËS		TOTAL DES SECTIONS CONTIGUES	
		Sections contiguës	Sections séparées	Total	Taux par rapport à l'ensemble
Nombre de routes	126	48		174	-
Longueur totale (km)	9 361	8 889	1 159	18 250	94%
Nombre de sections	1 809	1838	672	3 647	84%

Ce tableau indique qu'en terme de longueur, la part des sections contiguës représente 94% par rapport à l'ensemble des routes numérotées de 100 à 399.

Tableau 3-7 État de surface des routes numérotées de 100 à 399

ÉTAT DE TRAITEMENT DE SURFACE	LONGUEUR (km)		
	Routes totalement contiguës	Routes partiellement contiguës	Total
Béton	3	8	11
Bitume	8 907	9 558	18 465
Graveleux et autres	451	483	934
Total	9 361	10 048	19 409

La part des zones dont l'état de surface est non traité (graveleux et autres) est de 5% par rapport à l'ensemble des routes.

Tableau 3-8 Largeur de la chaussée des routes numérotées de 100 à 399

LARGEUR DE LA CHAUSSÉE	ROUTES TOTALEMENT CONTIGUËS	ROUTES PARTIELLEMENT CONTIGUËS		TOTAL DES SECTIONS CONTIGUËS	
	Longueur (km)	Longueur des sections contiguës (km)	Longueur des sections séparées (km)	Longueur (km)	Taux
Inférieure à 6 m	253	116	44	369	2%
6 à 8 m	8 137	6 723	610	14860	81%
Supérieure à 8m	971	2 050	510	3021	17%
Total	9 361	8 889	1 159	18250	

Les sections à voies contiguës dont la largeur de voies est comprise entre 6 et 8 m couvrent 81 % de l'ensemble des routes à voies contiguës numérotées de 100 à 399.

Tableau 3-9 Nombre de voies des routes numérotées de 100 à 399

NOMBRE DE VOIES	ROUTES TOTALEMENT CONTIGUËS	ROUTES PARTIELLEMENT CONTIGUËS		TOTAL SECTIONS CONTIGUËS	
	Longueur (km)	Longueur des sections contiguës (km)	Longueur des sections séparées (km)	Longueur (km)	Taux
1	1	4	-	5	0.03%
2	8747	7741	762	16488	90.34%
3	303	582	244	885	4.85%
Plus grand ou égal à 4	310	563	116	873	4.78%
Total	9361	8889	1159	18250	

Les sections à 2 voies contiguës représentent 90 % de l'ensemble des routes à voies contiguës numérotées de 100 à 399.

Tableau 3-10 La part des sections ayant des surlargeurs sur les routes numérotées de 100 à 399

SUR LARGEUR SELON LE SENS CROISSANT DU CHAÎNAGE	ROUTES TOTALEMENT CONTIGUËS	ROUTES PARTIELLEMENT CONTIGUËS		TOTAL SECTIONS CONTIGUËS	
	Longueur (km)	Longueur des sections contiguës (km)	Longueur des sections séparées (km)	Longueur (km)	Taux
Pas de surlargeur	9 099	8 274	1 044	18 417	94.9%
Surlargeur du côté droit	101	200	41	342	1.8%
Surlargeur du côté gauche	90	206	46	342	1.8%
Surlargeur des 2 côtés	71	209	28	308	1.6%
Total	9 361	8 889	1 159	19 409	

La part de toutes les zones surélargies représente 5%.

Tableau 3-11 Répartition des sections marquées sur les routes numérotées de 100 à 399

	ROUTES TOTALEMENT CONTIGUËS	ROUTES PARTIELLEMENT CONTIGUËS	TOTAL DES SECTIONS CONTIGUËS
Nombre de routes	126	48	174
Nombre de sections	1 809	2 510	4 319
Nombre de sections contiguës	1 809	1 838	3 647
Nombre de sections séparées	-	672	-
Longueur des sections contiguës	9 361	8 889	18 250
Longueur des sections à voies séparées	-	1 159	-
Longueur du marquage axial jaune (sections contiguës)	8 261	7 074	15 335
Longueur du marquage en blanc	155	2 963	1 847
Longueur non revêtue/non marquée	915	1 373	2 288
Longueur marquage en double	12	33	45
Longueur des zones surélargies	173	409	582
Longueur totale sans le marquage en blanc	9 361	10 048	18 250

La part du marquage axial jaune représente plus de 15 300 km soit 84% de la longueur totale des sections à voies contiguës.

Il y a lieu de préciser que le marquage axial jaune (sections contiguës) indiqué dans le tableau n'englobe pas le marquage des sections à voies séparées et celles ayant des surlargeurs.

Tableau 3-12 Répartition par type de marquage appliqué sur les routes numérotées de 100 à 399

TYPE DE MARQUAGE	ROUTES TOTALEMENT CONTIGUËS	ROUTES PARTIELLEMENT CONTIGUËS		TOTAL DES SECTIONS CONTIGUËS	
Longueur (km)		Sections à voies contiguës	Sections à voies séparées	Longueur (km)	Taux par rapport au total marqué en jaune
Ligne simple continue jaune	194	151	N'est pas considéré	345	2%
Ligne double disc. droite jaune	1 175	925		2 100	14%
Ligne double disc. gauche jaune	1 151	961		2 112	14%
Ligne double continue jaune	4 466	4 042		8 509	55%
Ligne simple discontinue jaune	1 275	994		2 269	15%
Total marquage jaune	8 261	7 074		15 335	

La ligne jaune continue dans chaque sens de circulation compte une longueur totale de 11 000 km soit 72% du total marqué en jaune.

3.4.3 Résultats du deuxième niveau du traitement (analyse détaillée)

Ce traitement, qui vise à schématiser l'itinéraire de chaque route en fonction de zones de dépassement ou de non-dépassement, a été aussi effectué à l'aide d'un deuxième algorithme informatique. Le mode de traitement effectué fait l'objet de l'annexe F.

Nous présentons dans la suite :

- Le résultat du traitement sous forme d'inventaire de zones de dépassement et de non-dépassement;
- La distinction des zones à caractère rural appartenant aux routes numérotées de 100 à 399.

Parmi les difficultés rencontrées pendant cette phase, nous citons particulièrement le cas des zones dont le code du marquage axial jaune indique deux ou trois types de marques généralement incompatibles. À titre d'exemple, le code de ligne jaune double

discontinue de droite et celle discontinue de gauche sont parfois affectées à la même zone. Malgré la proportion de ces zones jugée faible, nous les avons maintenues dans toutes les phases de traitement de cette étape, toute en les distinguant par un code spécifique.

3.4.3.1 Inventaire des zones de dépassement et de non-dépassement

Le résultat de traitement a fait ressortir pour chacune des routes numérotées de 100 à 399 deux schémas d'itinéraires (chaque itinéraire correspond à un sens de circulation) composés principalement de zones :

- ✓ de dépassement;
- ✓ de non-dépassement;
- ✓ non marquées (état de surface graveleux ou débit inférieur au seuil préconisé par la norme);
- ✓ surélargies;
- ✓ dont le marquage est incompatible.

Le nombre et la répartition des longueurs des zones de dépassement et de non-dépassement sont récapitulés dans le Tableau 3-13.

Tableau 3-13 Récapitulation des zones de dépassement et de non-dépassement par sens de circulation et par classe de longueur

Longueur de la zone (m)	Sens croissant du chaînage				Sens décroissant du chaînage			
	Nombre de zones de dépassement	Nombre de zones de non dépassement	Nombre de zones dont le marquage est incompatible	Zones sur élargies	Nombre de zones de dépassement	Nombre de zones de non dépassement	Nombre de zones dont le marquage est incompatible	Zones sur élargies
De 1 à 29	34	202	17	57	33	197	19	54
De 30 à 49	19	186	28	51	14	182	27	47
De 50 à 79	41	281	15	88	44	309	17	106
De 80 à 99	54	160	11	82	53	184	11	72
De 100 à 124	119	223	12	83	128	226	12	63
De 125 à 164	350	435	12	117	325	464	9	123
De 165 à 209	778	538	6	140	720	536	6	134
De 210 à 259	946	530	8	126	976	517	9	122
De 260 à 319	1011	723	2	117	1054	749	2	104
De 320 à 379	787	695	7	60	769	687	6	58
De 380 à 999	2950	3554	19	167	2897	3473	22	158
De 1000 à 1999	738	1929	7	89	775	1885	6	101
De 2000 à 4999	185	1104	4	50	178	1096	5	48
≥5000	15	260	0	7	16	269	0	9
Total	8 027	10 820	148	1 234	7 982	10774	151	1 199
Longueur correspondante (km)	4 369	10 965	45	582	4 391	10 934	49	576

Les premières constatations nous conduisent à nous interroger sur les zones de dépassement dont la longueur est inférieure à 100m. Selon la norme du Québec, des zones de dépassement d'une telle longueur ne peuvent exister, alors qu'elles représentent 1.8% du nombre total pour chaque sens de circulation. Certaines valeurs, particulièrement celles qui sont inférieures à 50 m, pourraient être les conséquences d'erreurs dans la saisie des données ou des inadéquations au niveau des limites de sections.
La validation demeure alors nécessaire pour la bonne conduite de cette analyse. Cette validation fera l'objet du prochain chapitre.

Nous considérons que la légère différence constatée entre les longueurs du marquage des zones dans le sens croissant et décroissant du chaînage est fondée sur les prescriptions de la norme de la signalisation routière du Québec (MTQ1999). Cette norme stipule que le champ de vision pour la mesure de la distance de visibilité pour dépassement est limité respectivement par le bord de l'accotement pour un virage à gauche et par le bord de la chaussée pour un virage à droite. En conséquence, la longueur du marquage devient tributaire du nombre de virages à droite et à gauche existant selon le sens de la circulation.

Les inventaires de zones obtenus présente chaque route sur la totalité de son itinéraire, y compris les zones urbaines et semi-urbaines. Comme l'objet de notre étude est l'évaluation des zones à caractère rural, le paragraphe qui suit tente de les identifier.

3.4.3.2 Les zones de dépassement et de non-dépassement à caractère rural

3.4.3.2.1 Principe du traitement

Extraire les zones à caractère urbain et semi-urbain ainsi que les zones situées au niveau d'intersections n'est guère possible si on se réfère aux sous-bases de données du Système 12, lesquelles ne délimitent pas ces zones avec un chaînage précis.

Le critère de la vitesse affichée est donc jugé être un bon indicateur nous permettant de distinguer la majorité de ces zones à caractère rural. En effet, les zones à caractère rural sont celles dont la vitesse affichée est égale ou supérieure à 80 km/h. Les zones de vitesse affichée 70 km/h ou moins pourraient être à caractère semi-urbain ou urbain.

3.4.3.2.2 Les résultats de traitement

Les zones rurales à deux voies contiguës dont la vitesse affichée est supérieure ou égale à 80 km/h sont présentées dans le Tableau 3-14.

Tableau 3-14 Récapitulation des zones de dépassement et de non-dépassement dont la vitesse affichée égale ou supérieure à 80 km/h

Longueur de la zone (m)	MARQUAGE DANS LES DEUX SENS DE CIRCULATION (Zones rurales à deux voies contiguës)			
	Nombre de zones de dépassement	Nombre de zones de non-dépassement	Nombre de zones dont le marquage est incompatible	Zones sur élargies
De 1 à 29	41	144	7	27
De 30 à 49	21	139	5	14
De 50 à 79	58	187	4	30
De 80 à 99	72	128	0	17
De 100 à 124	181	226	5	20
De 125 à 164	532	549	3	28
De 165 à 209	1268	744	1	30
De 210 à 259	1653	766	4	16
De 260 à 319	1753	1147	0	24
De 320 à 379	1345	1089	0	13
De 380 à 999	4966	5550	9	42
De 1000 à 1999	1253	2723	3	15
De 2000 à 4999	287	1292	2	8
≥5000	26	202	0	1
Total	13456	14886	43	285
Longueur correspondante (km)	7311	13661	30	120

Les zones de dépassement et de non-dépassement à caractère rural à deux voies contiguës (vitesse affichée de 80 km/h sur toute la zone) représentent une longueur totale de 21 000 km dans les deux sens de circulation soit environ 10 050 km par sens.

Par ailleurs, il y a lieu de préciser qu'un marquage incompatible des zones (paragraphe 3.4.3) est trouvé sur un linéaire de 30 km sur les 2 sens. Ces zones représentent 0.1% par rapport au linéaire total du marquage dans les deux directions (en excluant les zones surélargies, les zones non marquées et les zones non-revêtues). Comme ce taux est jugé faible, nous concluons que les résultats sont représentatifs des routes rurales à deux voies contigues numérotées de 100 à 399 en se basant sur les données du marquage émanant du Système12. La validation de ces données demeure toutefois nécessaire pour la bonne conduite de cette analyse.

3.5 Récapitulation des résultats

Le graphique suivant illustre la répartition des zones de dépassement et de non dépassement en fonction de la longueur de la zone.

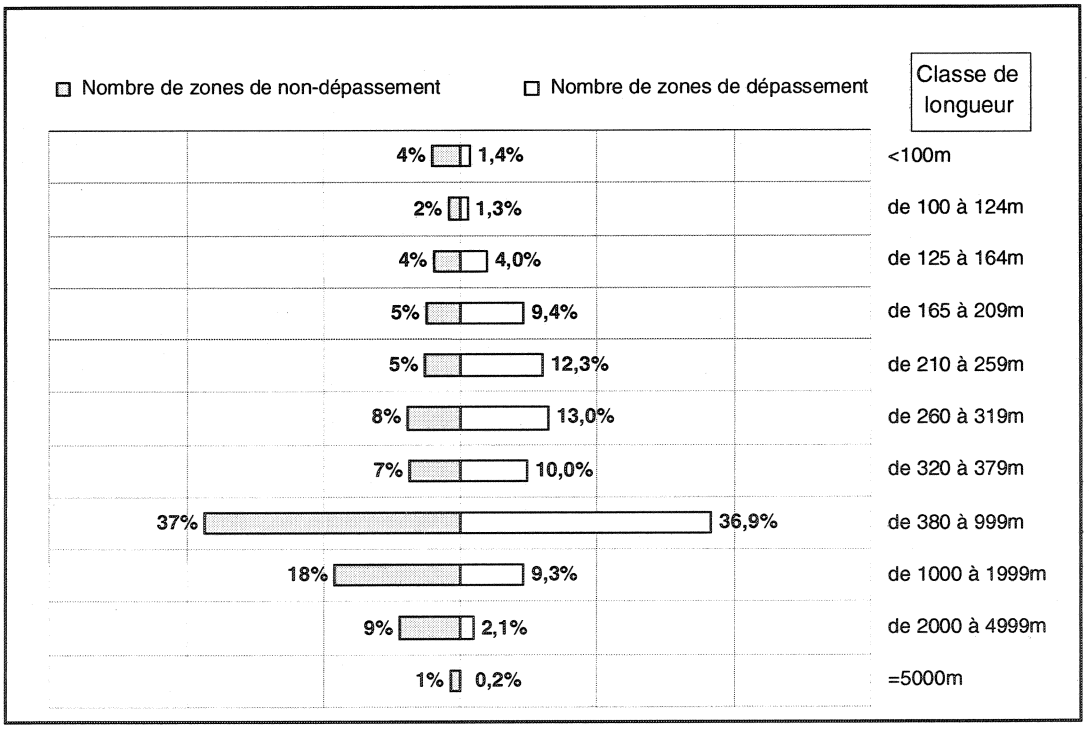


Figure 3-5 Répartition du nombre des zones de dépassement et de non-dépassement par classe de longueur

Les deux indicateurs utilisés pour l'analyse sont le nombre de zones de dépassement par kilomètre et le nombre de zones de non-dépassement par kilomètre. Ce dernier a été utilisé comme indicateur dans l'étude de Woods (1979), la seule référence recensée sur ce sujet. Cette étude confirme que le nombre précis de zones de non-dépassement n'est pas documenté à travers les États-Unis. Toutefois, elle présente d'une part les valeurs déduites d'investigations faites en Virginie et d'autre part des sondages réalisés par la FHWA dans quatre états ainsi que des observations sur des échantillons de routes effectués sur 28 états. Les valeurs avancées par l'étude sont :

	Nombre de zones de non-dépassement /km	Observations
Virginie	1.2	Le nombre de zones de non-dépassement serait de 1116408 si on extrapolait le taux de la Virginie à l'ensemble des États-Unis. Cette valeur a été jugée élevée vu la géographie relativement montagneuse de la Virginie.
Etats-Unis	0.9	Cette valeur a été déduite à partir du nombre moyen de zones de non-dépassement avancé par l'étude, soit 835000 zones pour l'ensemble des États-Unis.

Pour le cas les sections à deux voies contiguës des routes du Québec numérotées de 100 à 399 dont la vitesse affichée est égale ou supérieure à 80km/h, cet indicateur est donné par le Tableau 3-15.

Tableau 3-15 Indicateurs de zones de dépassement et de non-dépassement

	dépassement	non-dépassement
Longueur marquée (km) (zones de dépassement + zones de non-dépassement)	20 972	
Nombre de zones	13 456	14 886
Longueur totale des zones (km)	7 311	13 661
Longueur de zone /longueur marquée	35%	65%
Nombre de zones par km	0.64	0.71

L'interprétation de ces indicateurs reste tributaire de la validation de ces résultats. Cette validation fera l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE 4 VALIDATION DU PROCESSUS DE TRAITEMENT DES DONNÉES SUR LE MARQUAGE AXIAL

L'objectif de ce chapitre est de réaliser une vérification des données émanant du Système 12 en procédant à une comparaison des données résultats des investigations sur le marquage faites récemment par la DT de l'Abitibi-Témiscamingue–Nord-du-Québec (ATNQ) avec celles extraites du Système 12 pour les mêmes segments de routes, et ce dans le but de se prononcer sur la validité des résultats du Chapitre 3 .
L'argumentation du choix du cas du réseau de la DT de l'ATNQ émane d'une part de la disponibilité des données récentes du marquage par itinéraire et d'autre part l'importance du réseau à deux voies contiguës dans cette région.

À noter que dans la suite :

- La base de données des investigations faites par la DT de l'Abitibi-Témiscamingue–Nord-du-Québec sera notée BD-ATNQ-INV ;
- La base de données du Système 12 pour le cas du réseau de l'Abitibi-Témiscamingue–Nord-du-Québec sera notée BD-ATNQ-S12.

4.1 Composition du réseau traité

Le réseau objet de l'analyse comparative est composé des segments suivants :

NOMBRE DE ROUTES CONCERNÉES	7
Nombre de segments choisis	13
Nombre de sections correspondantes	96
Longueur en m (BD-ATNQ-INV)	790158
Longueur en m (BD-ATNQ-S12)	790 191

La différence entre la longueur totale des segments choisis provenant des deux bases de données est négligeable. Elle est de 33 m, soit une erreur relative de 0.004%

Les segments de routes considérés représentent des itinéraires continus et dont le début de chaque segment coïncide avec le début du chaînage de la section « RTS » correspondante.

La liste de ces segments est indiquée par le Tableau 4-1.

Tableau 4-1 Les segments des routes de l' ATNQ choisis pour l'analyse comparative

Route	Segment	Nombre de sections	Longueur (m)	
			BD-ATNQ-INV	BD-ATNQ-S12
109	109	13	147 155	147 151
388	388	3	22 460	22 456
393	393	8	42 975	42 990
101	101 A	2	22 660	22 655
	101 B	9	73 260	73 251
	101 C	8	76 697	76 701
	101 D	2	10 280	10 287
111	111 A	6	56 131	56 136
	111 B	11	68 830	68 858
113	113 A	6	36 820	36 831
	113 B	16	152 150	152 140
117	117 A	8	53 360	53 360
	117 B	4	27 380	27 375
	Total	96	790 158	790 191

Les segments de route étudiés ont des longueurs variant de 10 à 152 km.

4.2 Résultats du traitement

4.2.1.1 Inventaire des zones de dépassement

Nous présentons ci-après seulement les résultats des traitements effectués sur les segments de la BD-ATNQ-INV et la BD-ATNQ-S12 identifiés au Tableau 4-1, étant donné que la méthode utilisée a été déjà détaillée dans le Chapitre 3 . Le marquage objet de cette analyse comparative est celui relevé dans le sens croissant du chaînage.

Tableau 4-2 Récapitulation des zones de dépassement et de non-dépassement des segments des routes l'ATNQ dont la vitesse affichée est 90 km/h

Zone (m)	NOMBRE DE ZONES DE DÉPASSEMENT		NOMBRE DE ZONES DE NON-DÉPASSEMENT	
	BD-ATNQ-INV	BD-ATNQ-S12	BD-ATNQ-INV	BD-ATNQ-S12
de 1 à 29	0	0	0	1
de 30 à 49	0	1	2	2
de 50 à 79	1	5	2	1
de 80 à 99	0	2	2	1
de 100 à 124	3	14	3	3
de 125 à 164	17	22	22	11
de 165 à 209	42	45	9	18
de 210 à 259	64	47	35	32
de 260 à 319	78	82	62	57
de 320 à 379	60	58	43	43
de 380 à 999	233	219	244	240
de 1000 à 1999	57	57	125	118
de 2000 à 2499	5	4	17	19
de 2500 à 4999	4	4	14	25
≥5000	0	0	0	0
Total	564	560	580	571
Longueur correspondante (km)	304	295	452	476

Les zones de vitesse 90 km/h ont une longueur totale de 756 km. Ces segments représentent 7.5% de l'ensemble des zones rurales à deux contiguës numérotées de 100 à 399 (objet du Chapitre 3).

4.2.2 Indicateurs des zones de dépassement et de non-dépassement

Les indicateurs de zones de dépassement et de non-dépassement par kilomètre sont indiqués par Tableau 4-3.

Tableau 4-3 Indicateurs de zones de dépassement et de non-dépassement des segments de l'ATNQ

	ZONE DE DÉPASSEMENT		ZONE DE NON-DÉPASSEMENT	
	BD-ATNQ-INV	BD-ATNQ-S12	BD-ATNQ-INV	BD-ATNQ-S12
Nombre de zones	564	560	580	571
Longueur totale des zones (km)	304	295	452	476
Longueur de zone /longueur marquée	40%	38%	60%	62%
Nombre de zones par km	0.75	0.73	0.77	0.74

4.3 Résultats de l'analyse comparative

La comparaison des résultats obtenus a été effectuée selon les 3 niveaux suivants:

4.3.1 Premier niveau de comparaison : Indicateurs de dépassement et non-dépassement par km

La comparaison des indicateurs trouvés a montré que l'erreur relative est de :

- 2.6% pour l'indicateur de zones de dépassement par km;
- 3.5% pour l'indicateur de zones de non-dépassement par km;

4.3.2 Deuxième niveau de comparaison : nombre total des zones de dépassement et non-dépassement par classe de longueur

Les deux figures suivantes illustrent le nombre de zones de dépassement et de non-dépassement par classe de longueur :

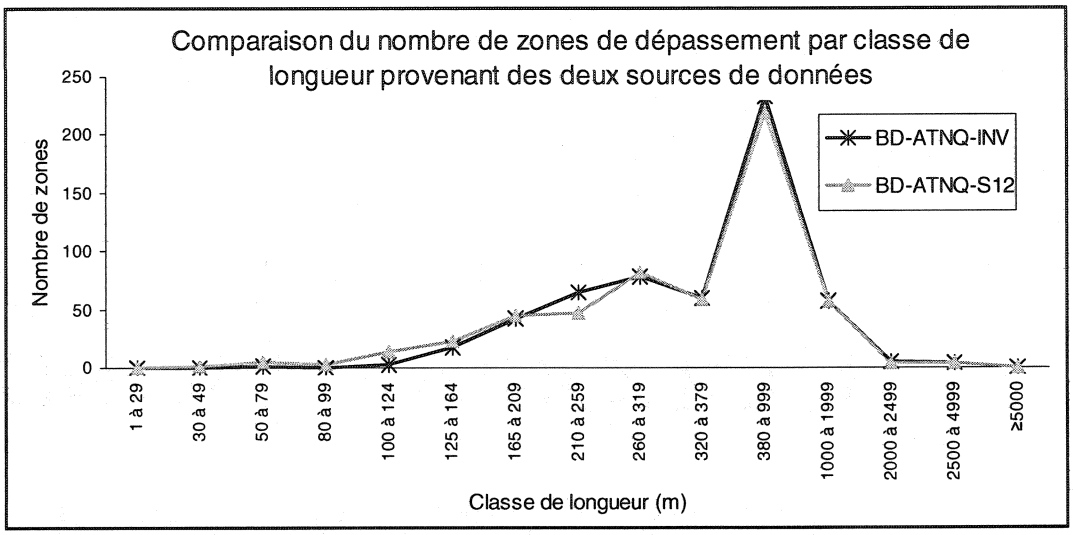


Figure 4-1Comparaison du nombre de dépassement par classe de longueur

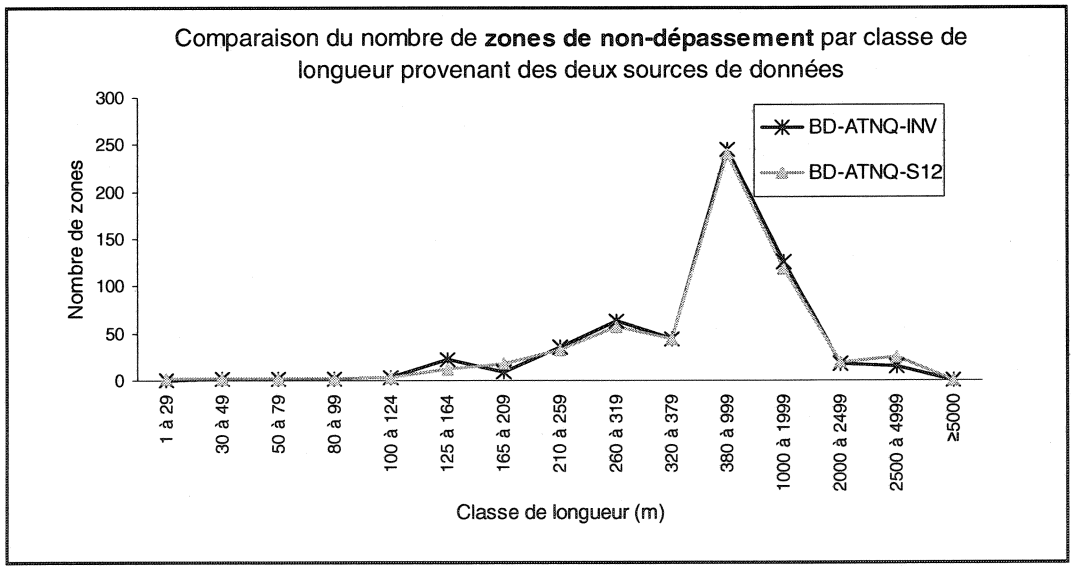


Figure 4-2 Comparaison du nombre de non-dépassement par classe de longueur

Les deux figures montrent que les zones de dépassement et de non-dépassement par classe de longueur, déduites de la BD-ATNQ-INV et la BD-ATNQ-S12, tendent à coïncider. Afin de mesurer la conformité, il est primordial de procéder par un test statistique. Le test le plus approprié à ce cas de figure est celui de Student.

Ce test montre que la différence n'est pas significative pour un degré de confiance de 95%.

4.3.3 Troisième niveau de comparaison

Le troisième niveau de comparaison est le niveau le plus fin. Cette comparaison consiste à superposer les segments des deux bases de données étudiées et déceler les différences ou la conformité. Les résultats indiquent parfois:

- un petit décalage au niveau du début du segment et qui s'amplifie au fur et à mesure que le chaînage augmente;
- des différences au niveau de la longueur des zones.

Nous présentons à titre d'exemple des extraits de 2 segments étudiés:

Tableau 4-4 Extrait de la route 109

SEGMENT 109					
BD-ATNQ-INV			BD-ATNQ-S12		
Chaînage début	Chaînage fin	Long. de zone de dépassement (m)	Chaînage Début	Chaînage fin	Long de zone de dépassement (m)
0	260	0	0	59	59
260	2040	1780	59	347	0
2040	2290	0	347	2129	1782
2290	2540	250	2129	2386	0
2540	2710	0	2386	2617	231
2710	3920	1210	2617	2786	0
3920	4710	0	2786	4000	1214
4710	5620	910	4000	4802	0
5620	6150	0	4802	5704	902
6150	6350	200	5704	6231	0
6350	6610	0	6231	6427	196

Les décalages et les différences de longueurs des zones des deux bases sont apparents.

Tableau 4-5 Extrait de la route 111

SEGMENT 111A					
BD-ATNQ-INV			BD-ATNQ-S12		
Chaînage Début	Chaînage Fin	Long de zone de dépassement en m	Chaînage Début	Chaînage Fin	Long de zone de dépassement en m
0	920	0	0	916	0
920	1660	740	916	1411	495
1660	2740	0	1411	1693	0
2740	3070	330	1693	1830	137
3070	3380	0	1830	2741	0
3380	3600	220	2741	3072	331
3600	3780	0	3072	3385	0
3780	4040	260	3385	3610	225
4040	4380	0	3610	3780	0
4380	4590	210	3780	4042	262
4590	4840	0	4042	4391	0
4840	5090	250	4391	4597	206
5090	5720	0	4597	4835	0
5720	6220	500	4835	5086	251
			5086	5714	0
			5714	6216	502

On y constate également un décalage au niveau des chaînages et des différences de longueurs entre les zones de dépassements correspondants.

Commentaires

Ce niveau de comparaison révèle des différences et des décalages plus ou moins grands entre la base de données du Système 12 et les investigations effectuées par la DT sur des segments de l'ATNQ, ce qui nous amène à nous interroger sur la fiabilité des données émanant du Système 12 lorsqu'il s'agit d'effectuer des analyses nécessitant de localiser avec précision le marquage axial.

4.4 Conclusion de l'analyse comparative

Les résultats des trois niveaux de comparaison traduisent le mode d'exploitation des données émanant du « Système 12 ». En effet, pour des analyses d'ordre général (relatives à un ensemble de sections ou de routes : cas de la présente étude), les données du Système 12 sont fiables avec un degré de confiance de 95%. Cependant, lorsqu'il s'agit d'une analyse spécifique, touchant à des détails d'un segment de route donné, il est essentiel d'effectuer des vérifications sur les lieux.

CHAPITRE 5 ÉVALUATION DES RÉSULTATS SUR LE MARQUAGE AXIAL

Le but principal de ce chapitre est d'évaluer globalement l'état du marquage routier sur les routes rurales à deux voies contiguës du Québec, de tenter de répondre aux interrogations soulevées dans les chapitres antérieurs relatifs aux pratiques du marquage, et enfin de mesurer l'impact d'un éventuel changement de la longueur minimale de la zone de dépassement.

Les évaluations seront effectuées par rapport aux aspects suivants :

- Les questions soulevées dans le chapitre I.2, revue de littérature;
- Les prescriptions de la norme de signalisation routière du Québec;
- Les objectifs principaux de cette étude.

5.1 Réponses aux questions soulevées dans le Chapitre 1

À la lumière des résultats obtenus, nous allons tenter de répondre aux questions soulevées dans le Chapitre 1 .

Quelles sont la part et l'importance du réseau routier rural du Québec marqué par une ligne simple continue ?

Il s'agit d'une différence de réglementation contradictoire constatée sur la signification du marquage par une ligne simple continue jaune. En effet, contrairement à la réglementation du Québec qui interdit le dépassement sur une ligne simple continue jaune, celle de la Colombie britannique et celles de certains États des États-Unis l'autorisent. Cela engendre une problématique d'insécurité pour les gens qui se déplacent entre les provinces de réglementation différente. Pour les routes du Québec, qui sont généralement fréquentées par un trafic émanant d'autres provinces et états, on s'interroge ici sur la part du réseau marquée avec une ligne simple continue jaune.

Selon les données du Système 12, la part du réseau marqué par une ligne axiale simple jaune continue est de :

RÉSEAU À VOIES CONTIGUËS (Source : Base de données du Système12)	
Longueur des sections à deux voies contiguës (km)	16 300
Longueur marquée (marquage axial en jaune) (km)	15 300
Longueur marquage jaune simple continu (km)	345
Taux	2.25 %

Le taux de 2.25 % est jugé important si on se réfère à la longueur correspondante qui est de 345 km.

Est-ce que le mode actuel de signalisation offre la possibilité de délimiter les zones à partir desquelles le dépassement ne pourrait être complété que dans la zone interdite et d'informer l'usager de l'approche d'une zone d'interdiction?

Il s'agit de zones à partir desquelles le conducteur qui commence un dépassement ne peut l'achever que dans la zone d'interdiction. Ces zones sont appelées zones de transition.

La norme de la signalisation routière du Québec (MTQ 1999) ne fait pas référence à ces zones et aucune signalisation verticale n'est prescrite pour renforcer la transition vers les zones d'interdiction. La délimitation et le marquage de ces zones selon la configuration stipulée par la convention de Vienne (1968), qui recommande un changement de marquage renforcé éventuellement par des flèches indiquant le retour à la voie de droite,

pourrait être une variante des solutions possibles. Toutefois, une étude spécifique devrait être réalisée à ce sujet, prenant en compte les aspects suivants :

- La justification d'une telle opération par une analyse des accidents et des conflits survenus dans ces zones;

- L'impact d'une telle délimitation sur la capacité des routes;
- L'étude du comportement de l'usager vis-à-vis de cette nouvelle signalisation.

Quel serait l'impact sur le fonctionnement du réseau si le facteur hivernal était géographiquement pris en considération ?

La norme de la signalisation routière restreint la ligne de visée pour la mesure de la distance de visibilité au bord de l'accotement et de la chaussée, respectivement pour le cas d'un virage à gauche et à droite.
Ces restrictions émanent notamment du contexte hivernal prédominant, car les bancs de neige entravent parfois la visibilité.
La fréquence, la répartition et la durabilité de l'occurrence de ces obstacles temporaires sont géographiquement distinctes, ce qui pénalise la capacité des routes dans beaucoup de régions.
Notre proposition à cet égard est de mener une étude spécifique qui comporte deux volets :

- Une étude météorologique et statistique qui analyse la fréquence, la répartition et la durabilité de l'occurrence des bancs de neige sur le réseau routier du Québec;
- Une étude d'impact d'un changement de réglementation en fonction de la répartition géographique de ces obstacles temporaires sur la capacité des routes.

5.2 Évaluation par rapport aux prescriptions de la norme de signalisation routière du Québec

Comme préalablement mentionné, deux paramètres sont déterminants pour l'implantation du marquage routier, conformément à la norme de la signalisation routière du Québec (MTQ 1999) :

- La distance de visibilité;
- La longueur minimale de la zone de dépassement.

L'évaluation du premier paramètre ne fait pas l'objet de cette étude. Cependant, il y a lieu de préciser qu'à ce jour, l'évaluation de ce paramètre ne peut se faire que par des mesures sur les lieux. De telles mesures exigent une durée considérable et le déploiement de moyens logistiques et de mesures d'accompagnement importants.

En ce qui concerne le deuxième aspect, la norme du Québec a fixé un seuil minimal de 100 m comme longueur minimale de la zone de dépassement. Le traitement effectué a fait ressortir les résultats présentés sur le Tableau 5-1 :

Tableau 5-1 Nombre de zone de dépassement en fonction de classe de longueurs

RÉSEAU RURAL À VOIES CONTIGUËS DONT LA VITESSE AFFICHÉE EST ÉGALE OU SUPÉRIEURE À 80 km/h (marquage dans les sens de circulation)	
Longueur (m)	Nombre de zones de dépassement
De 1 à 29	41
De 30 à 49	21
De 50 à 79	58
De 80 à 99	72
De 100 à 124	181
De 125 à 164	532
De 165 à 209	1268
De 210 à 259	1653
De 260 à 319	1753
De 320 à 379	1345
De 380 à 999	4966
De 1000 à 1999	1253
De 2000 à 4999	287
≥5000	26
Total	13 456
Longueur correspondante (km)	7 311

L'examen des résultats issus du Tableau 5-1 fait ressortir des zones de dépassement dont la longueur est inférieure au seuil minimal fixé par la norme qui est de 100 m. Ces zones problématiques représentent 1.4% du nombre total de zones de dépassement. Ce taux est jugé considérable, étant donné le risque d'insécurité de l'utilisation de telles zones pour des manœuvres de dépassement.

5.3 Évaluation par rapport aux deux objectifs principaux

5.3.1 Distribution actuelle des zones de dépassement et de non-dépassement

Le nombre total des zones de dépassement et de non-dépassement sur les routes rurales à deux voies contiguës (vitesse affichée supérieure ou égale à 80 km/h) dans les deux sens de circulation est respectivement 13 456 et 14 886. La répartition de ces zones par classe de longueur est illustrée par la Figure 3-5. Quant au nombre cumulé de zones de dépassement de longueurs inférieures à une valeur de référence, il est présenté par la Figure 5-1.

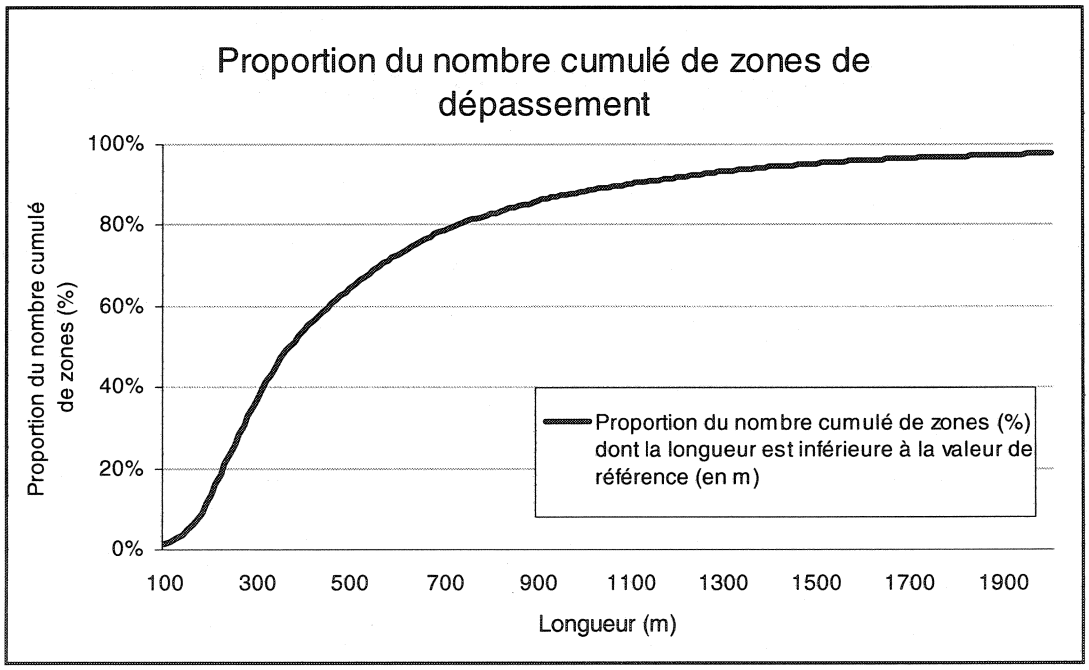


Figure 5-1 Nombre cumulé de zones de dépassement

Les zones de dépassement et de non-dépassement à caractère rural comptent une longueur totale de 21 000 km dans les deux sens de circulation soit environ 10 050 km par sens.

5.3.2 Variation des configurations des zones de dépassement et de non-dépassement en fonction de l'allongement du seuil

En ce qui concerne la deuxième interrogation de cette étude, relative à un rehaussement du seuil minimal de la longueur de zone de dépassement, nous avons appliqué dans un premier temps les seuils de Baass sur les zones de dépassement déduites de la base de données du Système 12 (zones de vitesses 80 et 90 km/h). La comparaison des deux états (état actuel, état en appliquant les seuils avancés par le modèle de Baass) donne une perte respective de 146 zones de dépassement sur les zones de vitesse 80 km/h, soit -30% et une perte de 3 664 pour les zones de vitesse 90 km/h, soit 28%.

La comparaison entre les deux états est présentée par le Tableau 5-2.

Tableau 5-2 Comparaisons des indicateurs en appliquant des seuils à partir du modèle de Baass

	État actuel Seuil est de 100 m	Allongement de la longueur minimale de la zone de dépassement à : - 262m (zones de vitesse 90km/h) - 210m (zones de vitesse 90km/h) (modèle de Baass)	Perte en nombre de zones	Perte en %
Nombre de zones de dépassement (zones de 80km/h)	488	342	-146	-30%
Nombre de zones de dépassement (zones de 90km/h)	12 968	9 304	-3664	-28%
Nombre de zones de dépassement par km	0.64	0.46	-0.18	-28%
Nombre de zones de non-dépassement	14 886	11 923	-2963	-20%
Nombre de zones de non-dépassement par km	0.71	0.57	-0.14	-20%
Longueur moyenne de zones de non-dépassement (m)	918	1 208	290	32%

Remarquons que le nombre de zones de non-dépassement diminue aussi, ce qui augmente la longueur moyenne de ces zones.

Les résultats obtenus montrent que le nombre de zones de dépassement existantes chute de 28 % et que la longueur moyenne des zones de non-dépassement augmente de 32 %. Nos réflexions à ce sujet sont les suivantes :

- Soit les pratiques effectives des usagers sortent du cadre réglementaire de la conduite, et par conséquent, du cadre de certaines hypothèses du modèle de Baass. Autrement dit, l'usager parvient à effectuer des manœuvres de dépassement à l'intérieure de la zone marquée pour dépassement, et ce malgré la courte distance de dépassement ;
- Soit les zones dont la longueur est inférieure au seuil avancé par le modèle ne sont pas réellement utilisées comme zones pour le dépassement et elles sont des sources potentielles de conflits et de danger ;
- Soit les deux cas de figures coexistent et par conséquent, on devrait chercher un compromis entre les 2 situations afin de s'approcher le mieux des conditions réelles de conduite, tout en optimisant d'une manière sécuritaire la capacité de la route.

La réponse à ces interrogations est tributaire de l'observation du comportement et des pratiques de l'usager au moment des manœuvres de dépassement dans ces zones problématiques.

Nous avons aussi examiné la variation du nombre de zones de dépassement et de non-dépassement par l'application de nouvelles valeurs de la longueur minimale des zones de dépassement (pas de 1m).

Le Tableau 5-3 présente un extrait des pertes en zones de dépassement par l'application de certains seuils.

Tableau 5-3 Perte en nombre de zones de dépassement en fonction de nouveaux seuils

Seuils pour zones 80 km/h et zones 90km/h (m)	Nombre de zones de				Longueur moyenne de zones de non-dépassement (m)	Nombre total de zones de dépassement éliminées	Variation du nombre de zones de dépassement	
	dépas-sement	non-dépas-sement	dépas-sement/km	non-dépas-sement/km			Taux	Taux cumulé
État actuel	13456	14886	0.64	0.71	918	-	-	-
100/100	13264	14773	0.63	0.70	926	-	-	100.0%
125/125	13083	14635	0.62	0.70	936	-181	-0.11%	98.6%
150/150	12804	14423	0.61	0.69	952	-460	-0.09%	96.5%
175/175	12355	14075	0.59	0.67	981	-909	-0.16%	93.1%
200/200	11638	13506	0.55	0.64	1032	-1626	-0.32%	87.7%
225/275	9228	11596	0.44	0.55	1251	-4036	-0.29%	69.6%
250/300	8525	11032	0.41	0.53	1333	-4739	-0.32%	64.3%

La Figure 5-2 illustre le nombre et la proportion des zones de dépassement en fonction de la variation de la valeur du seuil appliqué (le pas choisi entre deux seuils successifs est de +1 m).

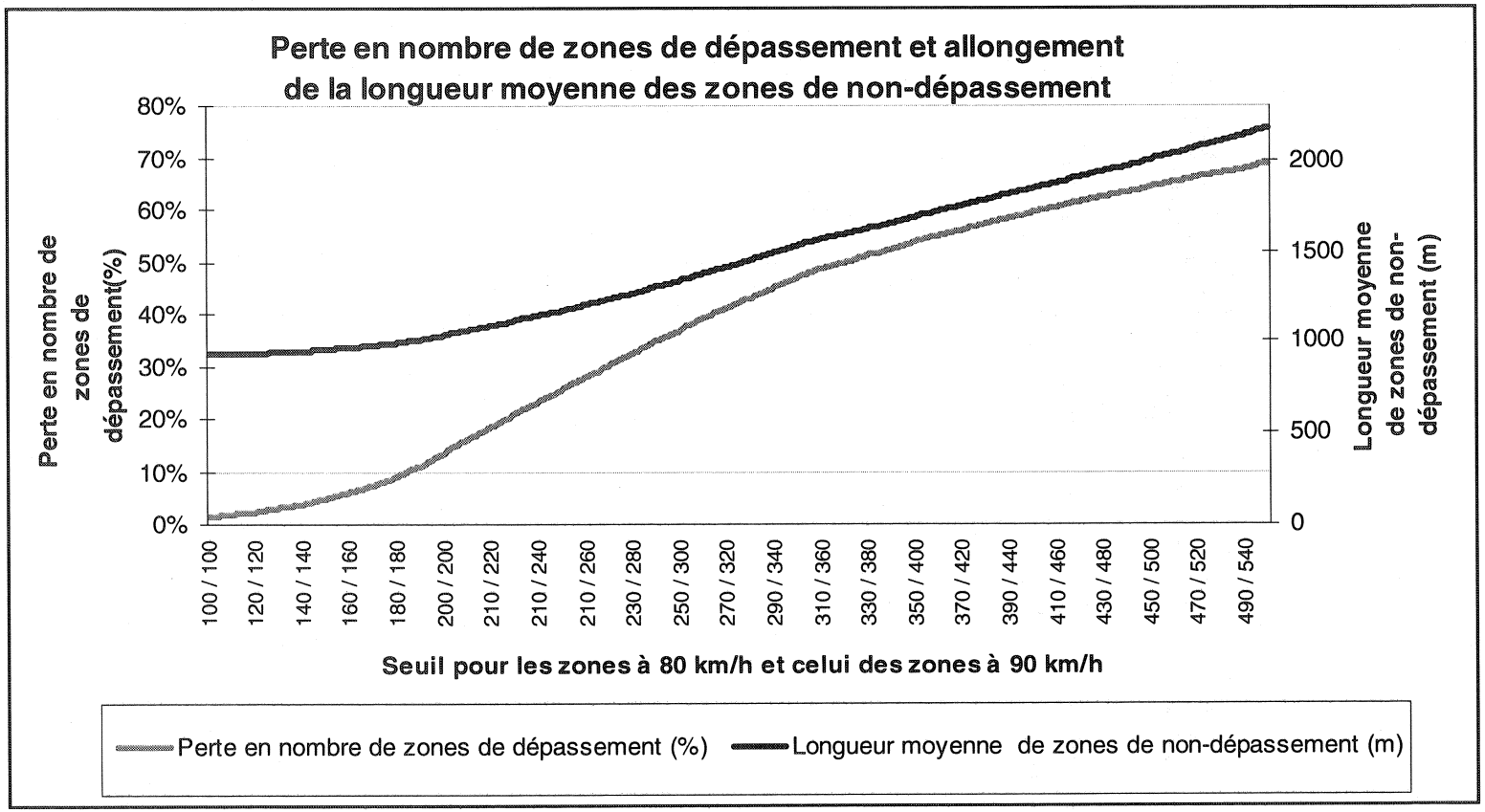


Figure 5-2 Perte en nombre de zones de dépassement en fonction de nouveaux seuils (Pas=1m)

Ces variations viennent confirmer qu'un changement de la longueur minimale de zones de dépassement génère une nouvelle configuration du marquage du réseau où le nombre de zones de dépassement et de non-dépassement diminue avec une augmentation relative de la longueur moyenne de zones de non-dépassement. Ces variations laissent penser que la capacité de la route diminue, du moins pour de grandes valeurs du seuil. Pour les valeurs légèrement supérieures à 100m, la confirmation de ladite supposition reste tributaire de la démonstration, que, dans l'état actuel, des dépassements sont réellement effectués dans les zones de dépassement de longueur inférieure aux seuils en question.

CHAPITRE 6 REVUE DE LITTÉRATURE SUR LES ACCIDENTS DE DÉPASSEMENT

Les accidents de dépassement sont les conséquences d'un dysfonctionnement lors de l'accomplissement de manœuvres de conduite permettant à un véhicule de dépasser ou de tenter de dépasser un autre. Ces manœuvres sont indispensables pour le fonctionnement optimal d'une route.

La réussite d'une manœuvre de dépassement est tributaire de la faisabilité et de la clarté du scénario de dépassement dans toutes les conditions envisageables. Les accidents demeurent des indicateurs déterminants qui témoignent des déficiences de ce scénario de conduite et dont l'analyse permet de dévoiler généralement les causes et ensuite d'avancer les améliorations éventuelles pour atteindre un meilleur niveau de service et de sécurité.

L'objet des cinq prochains chapitres est d'analyser les facteurs qui entrent en jeu dans la genèse des accidents de dépassement, d'examiner jusqu'à quel degré les routes rurales à deux voies contiguës du Québec sont sécuritaires vis-à-vis cette manœuvre et de mesurer l'ampleur de ce type d'accident. Ensuite, elle tentera de dresser les tendances des accidents de dépassement par rapport aux paramètres traduisant les conditions de dépassement dans le but d'élaborer éventuellement un modèle de prédiction de ce type d'accident.

Cette analyse, qui permettra d'évaluer les accidents de dépassement survenus sur le réseau routier à deux voies contiguës, constituera une référence pour les programmes d'amélioration de la sécurité routière au Québec par rapport à ce type d'accidents.

Les objectifs de cette analyse sont énumérés comme suit :

- ⇨ détermination d'un processus d'identification d'un accident de dépassement ;
- ⇨ étude descriptive des accidents liés au dépassement survenus sur le réseau rural à deux voies contiguës du Québec ;

- ⇨ détermination de l'ampleur et la gravité des accidents de dépassement;
- ⇨ détermination des relations éventuelles entre les accidents de dépassement et les paramètres caractérisant la route et son fonctionnement ;
- ⇨ élaboration éventuelle d'un modèle de prédiction des accidents, basé sur les conditions de dépassement.

Étant donné le nombre important de facteurs qui entrent en jeu lors d'une manœuvre de dépassement, la modélisation et l'évaluation de celle-ci soulèvent à ce jour plusieurs interrogations. Ceci explique les divergences encore constatées dans certaines pratiques associées à ce mécanisme, référence faite à la discordance existante entre les distances de visibilité de design de la route et celles adoptées pour le marquage dans la plupart des pays (Baass 1996). En conséquence, il n'existe pas aujourd'hui un modèle qui traduit entièrement le phénomène du dépassement. Nous pouvons alors déjà imaginer la rareté des modèles de prédiction des accidents liés au dépassement.

6.1 Les études antérieures

Malgré que peu de modèles mettent en relation les accidents et les conditions de dépassement, notre revue de littérature nous a permis d'identifier plusieurs aspects de ce problème. Nous avons regroupé ces aspects en trois thèmes, à savoir :

- Le dépassement et le risque d'insécurité ;
- Les paramètres explicatifs de l'occurrence des accidents ;
- Les modèles de prédiction d'accidents.

6.1.1 Le dépassement et le risque d'insécurité

Les accidents de la circulation dus aux manœuvres de dépassement, malgré leurs gravités, ont été toujours traités d'une manière secondaire. Ainsi, rares sont les études qui ont analysé et modélisé spécifiquement ce coté incontournable du fonctionnement de la route. Ceci s'explique par le nombre de ce type d'accident jugé généralement faible (Henrietta et Pisano 1992, Mohamedshah 1992).

Récemment, avec l'augmentation du trafic sur les routes et les efforts d'amélioration de la sécurité réalisés par rapport aux circonstances conduisant aux autres types d'accidents (sécurité aux intersections, alcool au volant, etc.), la compréhension des facteurs et des mécanismes qui influencent l'insécurité des manœuvres de dépassement, est devenue très importante pour compléter la compréhension globale de la sécurité routière.

Nous ne disposons que de peu de données sur les accidents de dépassement enregistrés dans les autres pays, ce qui nous ne permet pas d'effectuer une comparaison large. En conséquence, nous commencerons par montrer l'ampleur de l'ensemble des accidents de circulation, ensuite, nous présenterons les statistiques disponibles sur les accidents de dépassement ainsi que sur leur gravité.

6.1.1.1 Ampleur des accidents de circulation

Les accidents de circulation constituent un problème majeur pour toutes les nations. Ils représentent une cause importante de mortalité et de handicap physique. De plus, le coût humain et économique en est de toute première importance. Ceci paraît d'autant plus inacceptable si la route, et/ou ses dépendances, sont la cause de l'accident.

Les accidents de la circulation représentent dans certains pays la première cause de mortalité. Les deux figures ci-après illustrent une comparaison internationale sur les taux de décès par 100 000 habitants et par 100 millions véhicule-kilomètre, dus aux accidents de circulation enregistrés en 2000, ainsi que l'évolution de ces taux durant les dernières années pour le cas du Québec.

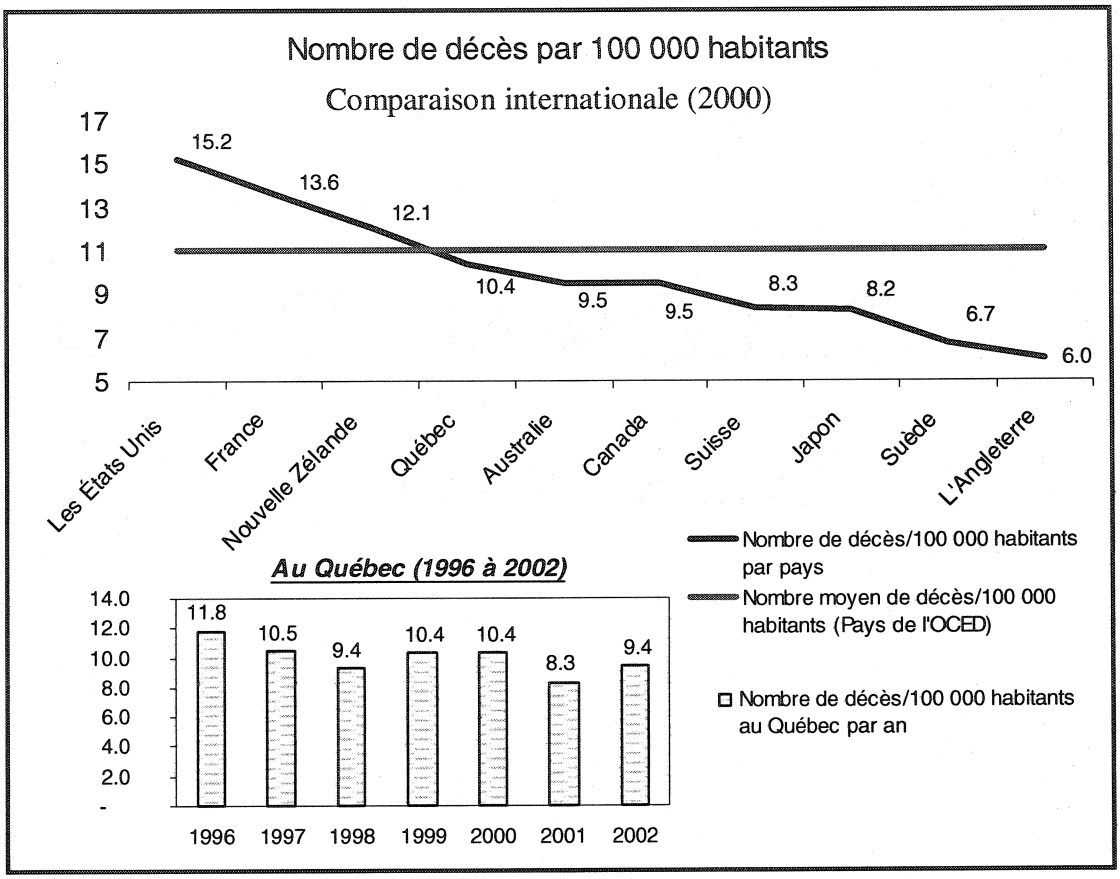


Figure 6-1 Taux de mortalité pour 100 000 habitants

Source : (Australian Transport Safety Bureau [ATSB] 2000, Société de l'assurance automobile du Québec [SAAQ] 2001)

Le nombre moyen de décès pour les pays de l'OCDE est donné à titre indicatif et ne peut être pris comme seuil de comparaison, étant donné que la majorité des pays ayant des politiques développées dans le secteur du transport et de la gestion du trafic ont un taux inférieur à la valeur moyenne de l'OCDE.

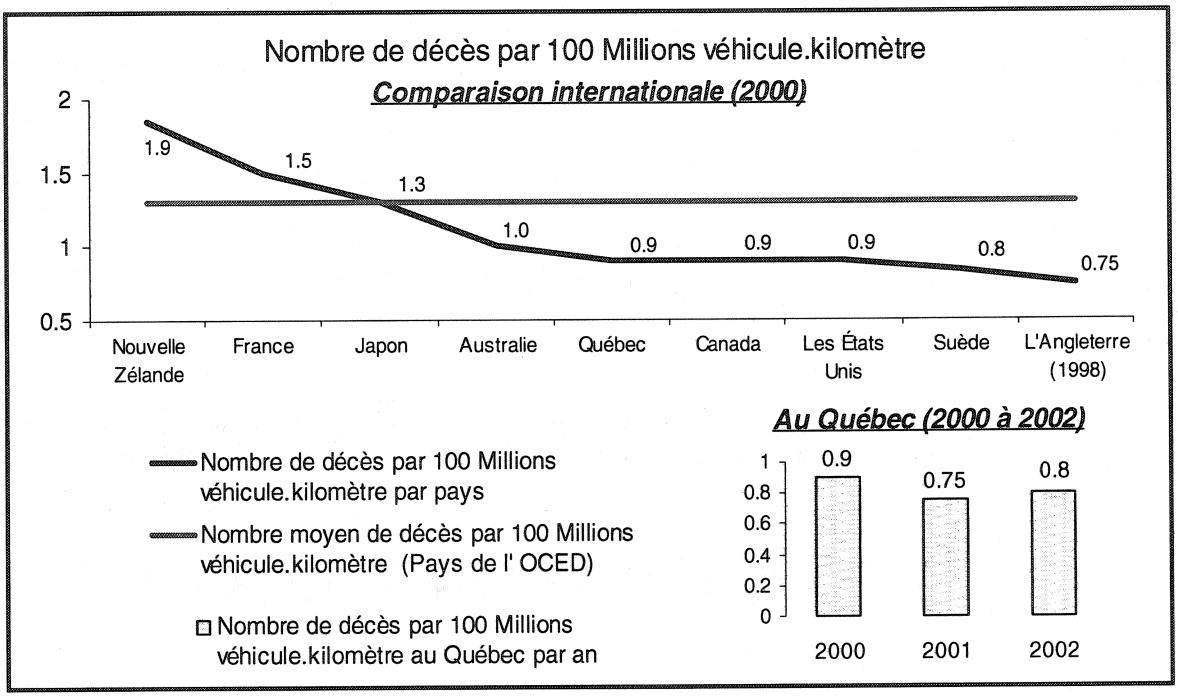


Figure 6-2 Taux de mortalité pour 100 Millions véhicule kilomètre (2000)

Source : (ATSB 2000, SAAQ 2001)

Commentaire :

Les résultats des comparaisons montrent que la situation de la sécurité sur les routes du Québec en 2000 est comparable à celle du Canada et des États-Unis et légèrement meilleure que celle de l'Australie et de la France. Cependant, elle demeure en position défavorable en comparaison avec d'autres pays ayant enregistré une nette amélioration de la sécurité sur les routes pendant la dernière décennie, référence faite à la Suède et à l'Angleterre.

Cette constatation confirme le besoin d'approfondir les recherches pour diminuer l'insécurité routière ou au moins d'égaler les résultats des pays ayant fait de nettes améliorations.

6.1.1.2 Ampleur des accidents liés aux dépassements

Généralement, la cause d'un accident de circulation peut être trouvée en investiguant ses circonstances. Ces investigations sont effectuées après l'événement « accident » sauf pour de rares cas où on dispose d'un témoignage rigoureux ou filmé. Cette situation nous dicte déjà la première problématique de cette étude, à savoir la définition claire d'un accident de dépassement. Celle-ci est d'une importance capitale pour la suite de l'étude.

6.1.1.2.1 Définition de l'accident de dépassement

Le rapport de l'accident retrace le scénario de l'accident et il décrit les mouvements des véhicules impliqués sous forme de symboles illustrés par des codes ou des variables. En conséquence, la définition de l'accident de dépassement est tributaire d'une compréhension profonde de tous les codes et variables figurant dans un rapport d'accident.

La plupart des recherches ayant analysé les accidents de dépassement n'ont pas explicité les mouvements et les configurations qui ont été pris comme référence pour distinguer un accident de dépassement.

Toutefois, l'étude menée par Henrietta et Pisano (1992) sur 5 États des États-Unis a tenté de définir un accident de dépassement selon la configuration du rapport d'accident adopté par les États-Unis. Le cheminement de cette étude consistait à :

- Étape 1 : Déceler les variables qui sont liées directement aux manœuvres de dépassement ;
- Étape 2 : Étudier les combinaisons possibles entre les autres variables dans le but d'analyser l'éventualité de lien avec la manœuvre ou la tentative de dépassement ;

- Étape 3 : Vérifier l'adéquation des variables et des combinaisons choisies avec les croquis retraçant l'accident sur un échantillon de rapports d'accident de dépassement.

La troisième étape est jugée importante, puisqu'elle a permis de valider les variables choisies préalablement comme variables liées directement aux manœuvres de dépassement.

6.1.1.2.2 Ampleur des accidents de dépassement

Dans la majorité des études statistiques et des manuels de la sécurité de la plupart des pays, l'ampleur des accidents de dépassement, si elle est évoquée, se traduit sommairement par un rapport reliant ce type d'accident avec l'ensemble des accidents enregistrés.

À titre de référence, nous citons le cas du réseau routier des États-Unis. Par rapport à l'ensemble des accidents, ceux de dépassement représentent :

- 1.38 % en 2001 (National Highway Traffic Safety Administration [NHTSA] 2001);
- 1.42 % en 2002 (NHTSA 2002).

Les accidents pris en compte concernent tout le réseau routier des États-Unis (routier et autoroutier, rural et urbain).

Ces taux ne reflètent pas la gravité de ce type d'accident, en particulier pour les routes à deux voies contiguës, objet de notre étude. L'étude de Mohamedshah (1992) a analysé cet aspect séparément pour trois États des États-Unis. Ladite analyse a fait ressortir les résultats suivants :

a) Nombre d'accidents

Le Tableau 6-1 indique le nombre d'accidents de dépassement enregistrés dans trois États des États-Unis.

Tableau 6-1 Nombre d'accidents de dépassement enregistrés dans trois États des États-Unis

(PÉRIODE 1985-1989)	ÉTAT A (*)	ÉTAT B (*)	ÉTAT C (*)
Nombre d'accidents disponibles (réseau rural à deux voies)	69 104	21 407	54 113
Linéaire total des routes à deux voies (km)	21 266	3 374	8 728
Nombre d'accidents de dépassement (**)	1 516	922	2 325
Taux	1.43 %	2.31 %	2.63 %

(**) Non inclus les accidents survenus en intersection (TAG, TAD,...) et ceux impliquant des piétons et des cyclistes.

(*) L'identification des États est celle de l'étude en question.

b) Gravité (réseau rural à deux voies)

Le **Tableau 6-2** compare la gravité des accidents de dépassement avec ceux de non-dépassement enregistrés dans trois États des États-Unis.

Tableau 6-2 Répartition des accidents de dépassement en fonction de la gravité enregistrés dans trois États des États-Unis

(PÉRIODE 1985-1989)	ÉTAT A		ÉTAT B		ÉTAT C	
	Accident de dépassement (%)	Accident de non-dépassement (%)	Accident de dépassement (%)	Accident de non-dépassement (%)	Accident de dépassement (%)	Accident de non-dépassement (%)
Mortels ou Blessures graves impliquant l'incapacité (incapacitating)	13.89	9.30	18.99	12.56	7.45	5.71
Blessures graves n'induisant pas l'incapacité	15.42	16.00	13.33	10.42	16.17	15.71
Blessés légers	15.52	15.02	11.31	7.36	16.46	14.89
Dommages matériels	55.17	59.67	56.36	69.65	59.92	63.69

c) **Commentaire**

Malgré que le nombre d'accidents de dépassement soit relativement faible, ne dépassant guère 3 % sur les routes rurales à deux voies contiguës, la gravité est plus importante en comparaison avec les accidents de non-dépassement (le nombre d'accidents de dépassement provoquant des morts ou/et des blessés graves est de 1.1 à 1.4 fois plus important que celui des accidents de non-dépassement).

6.1.2 Les paramètres explicatifs de l'occurrence des accidents

Étant donné qu'aucune des études examinées n'a tenté d'explorer spécifiquement les relations éventuelles entre les caractéristiques de la route et de son fonctionnement et les accidents de dépassement, nous allons présenter les résultats de notre revue de littérature par rapport à l'ensemble des accidents, ce qui nous permettra d'orienter les analyses que nous envisageons réaliser pour les accidents de dépassement sur les routes du Québec.

Les paramètres, traduisant le comportement du conducteur et l'état de véhicule, seront traités dans le cadre de la présente étude à titre descriptif seulement.

Dans la suite, nous allons présenter séparément :

- Les paramètres relatifs aux caractéristiques de la route et de ses dépendances ;
- Les paramètres relatifs au fonctionnement de la route (circulation).

6.1.2.1 Les paramètres caractérisant de la route et ses dépendances

Plusieurs études ont essayé de traduire les caractéristiques liées à la route et à ses dépendances sous forme de paramètres dont la variabilité aiderait à mesurer l'évolution du taux d'accident. L'étude réalisée par Roy Jorgensen et al. (1978) estime que plus de 33 paramètres doivent être pris en compte pour les routes rurales à deux voies contiguës.

Cette étude distingue les paramètres dont l'impact a été justifié par des études antérieures de ceux dont le lien avec la sécurité est jugé logique et dont le degré d'impact n'a pas été mis en question auparavant.

6.1.2.1.1 Les paramètres traités par des études antérieures

Le Tableau 6-3 indique les paramètres qui ont été analysés par des études antérieures à celle de Roy Jorgensen et al. (1978).

Tableau 6-3 Paramètres dont l'impact sur la sécurité a été analysé par des études antérieures

CATÉGORIE	PARAMÈTRE
La chaussée	Largeur de la voie ou chaussée
	Pente transversale
L'accotement	Largeur
	Type de la surface
Les bords de la route	Les accès
Le profil en long	La pente longitudinale en alignement
	La pente longitudinale en courbe
	Distance de visibilité (verticale et horizontale)
Le tracé en plan	le degré de courbure ou rayon de courbe
La signalisation	le marquage

6.1.2.1.1.1 Largeur de la voie ou chassée

Plusieurs recherches ont été menées pour mesurer l'effet de la largeur de la voie sur la sécurité.

La revue de littérature réalisée par Roy Jorgensen et al. (1978) fait référence à 8 études antérieures ayant analysé cet aspect. La majorité de ces études montrent une réduction du taux d'accident si la largeur de la voie augmente.

La revue de littérature, réalisée par l'OCDE (1990) sur des études antérieures (période de 30 ans), précise que les taux d'accidents de type « sortie de route » et « collision entre véhicules circulant dans des directions opposées » décroissent lorsque la largeur des voies augmente. D'autres types d'accidents comme les chocs arrière et latéraux ne

sont pas directement affectés par la largeur des voies. Elle ajoute que l'examen des effets de l'élargissement de la voie sur le comportement des conducteurs indique que les vitesses moyennes des conducteurs augmentent (d'une valeur estimée entre 1.5 et 3 km/h pour un élargissement de la voie de 0.30m). Cette revue de littérature fait référence à une étude qui suggère que « la largeur de la voie affecte la position du véhicule par rapport à l'axe de la voie ainsi que l'incidence des manœuvres mal assurées ».

L'étude de Baass (2000), ayant aussi analysé l'effet de la variation de ce paramètre sur le taux d'accidents, est parvenue à la même constatation, à savoir que le taux d'accidents diminue avec l'augmentation de la largeur de la chaussée.

Pour sa part, l'ATC (1999) présente un abaque permettant d'estimer le taux de réduction des accidents en fonction de l'élargissement souhaité et du DJMA. Les largeurs préconisées varient entre 3 et 3.7 m selon la vitesse et la catégorie de la route.

Commentaire

Les constations précitées nous renseignent sur l'importance de la largeur de la voie dans l'évaluation de la sécurité sur les routes à deux voies contiguës. Toutes les études évoquées ont examiné la relation entre ce paramètre et les accidents de la circulation, cette relation nous paraît plus évidente avec les accidents de dépassement étant donné que la manœuvre de dépassement utilise les deux voies de circulation.

Il est essentiel alors dans le cadre de cette étude :

- D'examiner l'effet de ce paramètre sur les manœuvres de dépassement ayant engendré des accidents ;
- De déterminer particulièrement les largeurs de la voie où la fréquence des accidents de dépassement est plus importante ;

6.1.2.1.1.2 La pente transversale de la chaussée

L'étude réalisée par Dart et Mann (1970) démontre que plus le profil en travers est plat plus le taux d'accidents est important. Cette conclusion est le résultat d'une analyse des accidents sur des pentes variant de 0 à 2.5 %.

Commentaire

Selon les normes de conception routière du Québec (MTQ 1994), la pente transversale en alignement est de 2 %, ce qui est une pente sécuritaire selon l'étude de Dart et Mann (1970).

6.1.2.1.1.3 La largeur d'accotement

Le lien entre la largeur de l'accotement et la sécurité sur les routes rurales a fait l'objet de plusieurs recherches.

La revue de littérature, réalisée par Roy Jorgensen et al. (1978), fait référence à 11 études antérieures ayant analysé cet aspect. Roy Jorgensen et al. concluent que, quand la largeur d'accotement augmente en alignement, le taux d'accidents diminue. La revue de littérature de l'OCDE (1990) a fait ressortir aussi plusieurs études et dont les résultats sont jugés très variés.

L'étude de Baass (2000), ayant aussi analysé l'effet de la variation de ce paramètre sur le taux d'accidents, constate que, de façon générale, plus les accotements sont larges plus le taux d'accidents est faible.

Pour sa part, l'ATC (1999) présente un abaque permettant d'estimer le taux de réduction des accidents en fonction de l'élargissement souhaité et du DJMA.

Commentaire

De même que la largeur de la voie, la largeur de l'accotement est d'une grande importance lors les manœuvres de dépassement sur les routes à deux voies contiguës. Par rapport à la variation de ce paramètre, nous allons tenter:

- d'examiner son effet sur les manœuvres de dépassement ayant engendré des accidents;

- de déterminer particulièrement les largeurs d'accotement où la fréquence des accidents de dépassement est plus importante ;

6.1.2.1.1.4 Le type de surface d'accotement

L'étude réalisée par Heimbach, Hunter et Chao (1974) a montré que les sections de route dont l'état de surface des accotements est revêtu ont un taux d'accident inférieur à celles dont l'état de surface des accotements est non revêtu.

Commentaire

L'effet de ce paramètre sur le taux d'accidents de dépassement sera analysé dans le cadre de cette étude. Toutefois la conduite de cette analyse reste tributaire de l'existence du type accotement revêtu dans le réseau routier à deux voies contiguës du Québec.

6.1.2.1.1.5 Les accès

La revue de littérature réalisée par Roy Jorgensen et al. (1978) fait référence à 5 études antérieures ayant analysé cet aspect. Ces études montrent que le taux d'accidents augmente avec le nombre d'accès aux propriétés privées, qui peuvent constituer des points de conflit.

BAASS (2002) a étudié la corrélation entre les indicateurs de sécurité et les densités d'accès au Québec et il a démontré que la densité des accès à un effet non négligeable sur la sécurité. On a ainsi estimé globalement que, sur l'ensemble du Québec, l'ajout d'un accès résidentiel par km augmentait en moyenne de près de 2.5 % le nombre d'accidents attribuables aux accès.

Commentaire

Comme notre étude s'intéresse spécifiquement aux accidents liés au dépassement, les accidents survenus en intersection ou dus à des situations de conflits à cause des accès aux propriétés privées ne seront pas traités dans le cadre de cette étude.

6.1.2.1.1.6 La pente longitudinale en alignement et en courbe

Sur les routes rurales à deux voies, il n'y a pas de variation significative du taux d'accident par rapport à la valeur de la pente longitudinale en alignement droit, d'après l'étude de Raff (1953). A contrario, la variation du taux d'accident en courbe n'est significative par rapport à un changement de pente longitudinale que pour des valeurs élevées du DJMA.

Commentaire

Le résultat de Raff (1953) indiquant que la variation de la pente longitudinale n'a pas d'influence sur les accidents concerne l'ensemble des accidents de la circulation en alignement. Or, la part des accidents de dépassement ne représente qu'un taux faible (Henrietta et Pisano 1992, Mohamedshah 1992), ce qui nous avise de la possibilité que ce paramètre ait un effet visible sur le taux d'accidents de dépassement, sans pour autant être significatif sur l'ensemble des accidents.

En conséquence, la présente étude traitera éventuellement l'effet de la pente longitudinale sur les accidents de dépassement.

6.1.2.1.1.7 La distance de visibilité

L'étude de Gupta, R.C. et Jain, R. (1973) indique, qu'en fonction du débit, la fréquence des restrictions par rapport à la distance de visibilité a un effet significatif sur le taux d'accidents sur les routes rurales à deux voies.

L'étude de Raff (1953) montre qu'avec l'augmentation de la fréquence des restrictions liées à la distance de visibilité, le taux d'accidents augmente sur les routes rurales en alignement. Dans l'étude de Raff, une restriction est définie comme étant une portion de route où la distance de visibilité est inférieure à 600 pi (183m) en terrain plat ou vallonné et à 400 pi (123m) pour un terrain montagneux.

Commentaire

Comme les distances de visibilité ne sont pas disponibles d'une façon continue pour les sections étudiées, nous allons tenter d'étudier l'influence de ce paramètre par rapport

d'une part au pourcentage de la visibilité disponible à 450m (valeur disponible) et d'autre part à la densité des zones de non-dépassement par km.

6.1.2.1.1.8 Le degré de courbure ou rayon de la courbe

La revue de littérature de Baass (1998) fait référence à plusieurs études antérieures ayant analysé cet aspect. Baass indique que le taux d'accidents diminue avec l'augmentation du rayon de la courbe.

Commentaire

Les courbes sont généralement des zones interdites pour le dépassement, nous allons donc analyser l'ampleur des accidents dus au dépassement en fonction du ratio du linéaire total des courbes par rapport à la longueur totale du segment étudié.

6.1.2.1.1.9 Le marquage de rive

La revue de littérature de l'OCDE (1990) fait référence à plusieurs études. Nous citons entre autres :

- La synthèse de la littérature réalisée par Transport Canada (1985) indique que le marquage de rive contribue à réduire significativement les taux d'accidents ;
- L'étude de la (FHWA 1981) qui a analysé des données relevées dans six États des États-Unis indique que l'addition d'un marquage latéral à des routes disposant déjà d'un marquage médian a résulté en une diminution de 12% des taux d'accidents de nuit et 16% pour les accidents mortels.

Commentaire

Au Québec, les lignes de rives sont requises sur presque toutes les routes de façon continue.

6.1.2.1.2 Les paramètres dont le lien avec la sécurité est jugé logique et dont le degré d'impact n'a pas été traité par des études antérieures

Les paramètres qui n'ont pas été analysés par des études antérieures et dont le lien avec la sécurité est jugé logique d'après Roy Jorgensen et al. (1978) sont nombreux. Nous citons, entre autres, la pente transversale des accotements, le dévers, l'éclairage, et le marquage axial.

Particulièrement, le marquage axial est d'une importance capitale pour l'accomplissement de la manœuvre de dépassement. Son inadéquation avec les autres aspects de la circulation pourrait contribuer à des conflits ou à des accidents.

Commentaire

Les accidents de dépassement seront analysés notamment en fonction du marquage axial. Cependant, les autres paramètres appartenant à cette catégorie seront analysés selon la disponibilité des données.

6.1.2.2 Les paramètres relatifs au fonctionnement de la route (circulation)

La vitesse et le débit sont les deux paramètres déterminants de la circulation, qui caractérisent le fonctionnement de la route. L'effet de la variation de la vitesse ne sera pas envisageable dans le cadre de cette étude. En effet, notre étude s'intéresse particulièrement aux routes rurales à deux voies contiguës et généralement les manœuvres de dépassement ne se manifestent qu'avec des vitesses élevées, par conséquent les sections étudiées sont celles dont la vitesse affichée est supérieure ou égale à 80 km/h.

Le paramètre débit du trafic (DJMA) et le pourcentage des camions sont des indices importants et essentiels dans l'analyse des relations entre les paramètres précités et les taux d'accidents. D'ailleurs, la majorité des études précitées utilise le DJMA comme indicateur lors de l'analyse de la variation du paramètre étudié.

6.1.3 Les modèles de prédiction d'accidents.

La majorité des approches d'analyse des accidents routiers portent à penser que la plus grande partie des dysfonctionnements qui engendrent l'occurrence d'accidents sont dus généralement à des inadéquations de certaines caractéristiques de la route ou de son environnement par rapport à la manœuvre de conduite, qui devrait être sûre. En conséquence, si ces inadéquations peuvent être repérées au préalable, une correction, telle qu'une reprise de conception, peut être effectuée.

Dans cette optique, les modèles de prédiction sont développés pour servir à dévoiler les inadéquations en question. Ces modèles recherchent généralement la combinaison de différentes variables qui traduit les scénarios les plus fréquemment recensés dans l'occurrence des accidents.

La littérature est riche de modèles de prédiction d'accidents élaborés avec l'objectif d'atteindre un niveau de représentativité appréciable qui pourrait ouvrir la voie à des améliorations de la sécurité sur le réseau routier étudié.

Alors que, les modèles élaborés pour les accidents routiers sont nombreux, aucun n'a été développé spécifiquement pour les accidents de dépassement. Cette situation sera expliquée dans la suite de ce rapport, après la prise de connaissance de la spécificité et l'ampleur de ce type d'accidents.

Comme l'objet du dernier chapitre de la présente étude est une tentative de modélisation des accidents de dépassement, nous avons jugé utile de présenter un aperçu sur les différents modèles conçus pour tous les types d'accidents. Ceci nous aiderait éventuellement à établir la méthodologie qui sera adoptée dans la suite.

La régression multi variables a été largement utilisée pour la modélisation des accidents. Plusieurs études ont tenté de montrer que l'occurrence des accidents peut être modélisée par une distribution de Poisson ou une négative binomiale, nous citons, entre autres, Nicholson et Wong (1993). L'approche la plus récente, dite « Empirique Bayésienne » introduite par Hauer (1997), est basée sur l'historique d'accidents de

l'échantillon étudié. Quant à Persaud et Dziblik (2000), ils ont tenté de combiner la méthode bayésienne avec la régression multi variables.

Dans ce contexte, il y a lieu de préciser qu'un projet récemment présenté par le FHWA intitulé «IHSDM : Interactive Highway Safety Model» est destiné à évaluer la conception et le fonctionnement des routes à deux voies contiguës et intègre, parmi d'autres modules, un module d'évaluation de la sécurité routière.

Le module de sécurité de l'IHSDM est fondé sur une approche combinant des éléments de chacune des méthodes usuellement utilisées à savoir :

- Les données historiques d'accidents ;
- Les prévisions des modèles statistiques basés sur l'analyse de régression ;
- Les résultats des études « avant-après » ;
- Les jugements d'experts faits par les ingénieurs expérimentés.

La structure de ce module est constituée d'un modèle de base, déterminé à partir d'une régression multi variables (régression basée sur une distribution négative binomiale). Celui-ci est ensuit, ajusté par différents facteurs qui prennent en considération chacune des autres méthodes précitées. Notons que, dans ce module, le dépassement n'est pris en compte que par rapport à l'existence ou non des voies de dépassement.

6.2 Conclusion de la revue de littérature sur les accidents

Cette deuxième revue de littérature nous a fait paraître les aspects suivants :

- ✓ L'importance capitale de la définition de l'accident de dépassement et du choix des critères de sélection.
- ✓ L'ampleur des accidents de dépassement est jugée faible si on considère le nombre de ce type d'accidents. Toutefois, le degré de gravité est plus élevé par rapport aux autres types d'accidents.
- ✓ Aucune, des études examinées, n'a analysé spécifiquement les relations possibles entre les paramètres caractérisant la route et son fonctionnement et les accidents de dépassement.

- ✓ Aucun modèle n'a été conçu spécifiquement pour la prédiction des accidents de dépassement.

Il reste donc à déterminer l'ampleur et la gravité des accidents de dépassement pour le contexte des routes rurales à deux voies contiguës du Québec, à évaluer et à comparer les résultats par rapport aux constatations précitées et enfin à tenter d'explorer les relations possibles entre les accidents et les facteurs caractérisant la route et son fonctionnement.

CHAPITRE 7 PLAN, CHAMPS D'ÉTUDE ET DONNÉES SUR LES ACCIDENTS

7.1 Plan d'étude

En relation avec les objectifs précités, nous avons élaboré notre plan d'étude, qui sera composé de trois thèmes. Ces thèmes seront traités séparément et feront l'objet des trois prochains chapitres, respectivement intitulés :

- élaboration d'un processus d'identification des accidents de dépassement ;
- l'analyse descriptive des accidents de dépassement ;
- analyse des tendances des accidents de dépassement et tentative d'élaboration d'un modèle de prédiction.

La méthodologie adoptée pour le traitement de chaque thème sera explicitée au niveau du chapitre correspondant.

7.2 Champs d'étude

La présente étude traite spécifiquement les accidents de dépassement sur les routes rurales à deux voies contiguës du Québec. Les routes qui seront analysées sont :

- ✓ les routes numérotées de 100 à 399, étant donné que d'une part les routes nationales, régionales et la majorité des routes collectrices appartiennent à cette catégorie, et d'autre part les données nécessaires qui sont disponibles pour l'analyse;

- ✓ pour le cas des routes constituées à la fois de sections à voies contiguës et séparées, seuls les accidents enregistrés sur les sections à deux voies contiguës seront pris en compte dans le cadre de cette étude ;
- ✓ seules les zones dont la vitesse affichée est égale ou supérieure à 80 km/h seront considérées comme à caractère rural.

Les données exploitées dans le cadre de cette analyse émanent de la banque de données du MTQ. On distingue :

- les données sur les accidents de la circulation survenus sur le réseau du MTQ : ces données concernent la période allant de 1997 à 2001 ;
- les données sur le marquage, les caractéristiques du profil en travers et le type de revêtements de la chaussée et des accotements sont extraites de la base de données du Système 12;
- les données sur les débits du trafic (DJMA) ;
- les données sur les vitesses affichées ;
- les données sur la capacité, courbe et pente.

CHAPITRE 8 ÉLABORATION D'UN PROCESSUS D'IDENTIFICATION DES ACCIDENTS DE DÉPASSEMENT

La pratique associée à la gestion du trafic et de la circulation routière a fait que le scénario d'un accident de circulation est reporté sous forme d'un rapport d'accident. En conséquence, ledit rapport constitue le seul outil à la disposition de tous les intervenants dans le domaine de la sécurité routière. Ce rapport est aussi la source des bases de données d'accidents.

Notre définition de l'accident de dépassement passe alors par les étapes suivantes :

- une analyse du rapport d'accident de la circulation adoptée par le Québec ;
- choix et argumentation des critères d'identification d'un accident de dépassement ;
- description du processus de sélection de l'accident de dépassement ;
- validation du processus de sélection.

8.1 Le rapport d'accident adopté par le Québec

Au Québec, le rapport d'accident des véhicules routiers est régi par l'article 173 du Code de la sécurité routière (MTQ 1989), qui oblige l'agent de la paix qui se rend sur les lieux d'un accident de véhicules routiers, d'en faire rapport à la SAAQ. La forme et les directives de la rédaction de ce rapport sont stipulées par le guide de rédaction du rapport d'accident mis en vigueur par la SAAQ (1991).

Le rapport d'accident est composé de 100 variables (annexe G) qui traduisent l'événement « accident ». La structure de la base de données des accidents du MTQ réduit le nombre de variables à 57. Cela s'explique respectivement par le croquis de l'accident qui ne peut être mis sur un support numérique et la confidentialité qui accompagne certaines informations (informations personnelles sur les personnes impliquées à titre d'exemple). En douze groupes, nous avons ventilé ces variables, le Tableau 8-1 illustre le nombre et la description de variables de chaque catégorie.

Tableau 8-1 Catégorisation des variables de la base de données des accidents du MTQ

Catégorie		Nombre de variables	Description
Numéro	Intitulé		
1	Localisation de l'accident et le statut de la route	11	La route, la section et sa longueur, le côté de la chaussée, le chaînage, la classe fonctionnelle, catégorie et statut de la route, ainsi que la précision de localisation.
2	Caractéristiques de l'intersection si elle est proche du lieu d'accident	7	Nom, numéro, classe, type et vitesse à l'intersection ainsi que la distance de l'intersection au lieu d'accident.
3	Les dommages corporels et matériels	7	Nombre des victimes et des véhicules impliqués et nature des dommages.
4	Date de l'accident	6	Année, mois, jour et heure de l'accident
5	Références administratives	11	Codes de références, de municipalité, etc.
6	Caractéristiques de la chaussée	3	Nombre de voies, type de surface et nature de la chaussée
7	Code d'impact et mouvements des véhicules impliqués et sens du mouvement.	4	Traduit le mouvement et la direction des véhicules juste avant l'impact
8	Genre d'accident	1	Collision avec véhicule, objet fixe ou sans collision
9	Localisation et environnement	2	- L'endroit de l'accident (terre-plein central, tunnel, en intersection, centre commercial, accotement, etc.) - Environnement (école, résidentiel, rural, forestier, etc.)
10	Vitesse autorisée	1	Vitesse affichée
11	Facteurs contributifs	2	Facteurs ayant contribués à l'occurrence de l'accident
12	Types de véhicules impliqués et âges des conducteurs	2	Type de chacun des véhicules impliqués ainsi que l'âge des conducteurs
Total		57	

La description de variables appartenant aux catégories 6 à 11 fait l'objet de l'annexe H.

8.2 Critères d'identification d'un accident de dépassement

L'analyse des différentes variables de la base des données du MTQ a fait ressortir quatre niveaux de sélection nécessaires pour l'identification d'un accident de dépassement :

- niveau 1 : sélection des accidents survenus en sections de routes contiguës dans les zones à caractère rural (vitesse affichée égale ou supérieure à 80 km/h) ;
- niveau 2 : sélection des accidents survenus sur les routes rurales à deux voies contiguës ;
- niveau 3 : sélection des accidents survenus sur les routes rurales à deux voies contiguës hors intersection ;
- niveau 4 : sélection des accidents de dépassement survenus sur les routes rurales à deux voies contiguës hors intersection.

8.3 Argumentation du choix des critères de sélection

Selon le niveau de sélection, l'analyse de l'ensemble des variables a fait apparaître un certain nombre de variables jugées appropriées pour la sélection recherchée.

Le Tableau 8-2 identifie les variables en question et argumente leur choix :

Tableau 8-2 Variables retenues pour le premier niveau de sélection

Niveau	Variable	Catégorie	Description de la variable	Argumentation du choix de la variable	Remarques
1	Vitesse autorisée	10	La vitesse affichée	Distinguer les zones à caractère rural des zones semi-urbaine et urbaine (vitesse ≥ 80 km/h).	
2	Nombre de voies	6	Nombre de voies de la chaussée.	L'étude concerne spécifiquement les routes à deux voies contiguës.	
3	Distance de l'intersection	2	Distance de l'intersection au lieu de l'accident	Les accidents survenus à l'intersection ou à son voisinage immédiat ne seront pas traités dans le cadre de cette étude.	Les accidents qui sont survenus à une distance inférieure à 100m d'une intersection sont écartés du traitement.
	Localisation	9	Localise l'endroit de l'accident.		
4	Code d'impact (CI) & mouvement des véhicules (MV)	7	Ces 2 variables donnent le mouvement du ou des véhicules impliqués. Nous avons distingué trois 3 cas.	- le cas 1 correspondant à un impact qui se produit lorsqu'un véhicule frôle l'autre en le dépassant par la gauche ou par la droite. Ces collisions sont considérées comme des accidents de dépassement et ne subiront aucune autre sélection; - le cas 2 correspond à des collisions survenues à partir de directions qui se croisent. Ce type d'accident est écarté (accès aux propriétés privés); - Le 3^{e} cas correspond au reliquat des accidents, qui sont susceptibles d'être des accidents de dépassement (ces accidents subiront la prochaine sélection).	- Les collisions correspondant au cas 3 seront analysées selon les facteurs contributifs à l'accident. - Les sections RTS, ayant des accidents pour lesquels les variables de sélection CI et MV ne sont pas précisées, sont retranchées de notre échantillon de base (*).
	Facteurs contributifs	11	Cette variable donne les différents facteurs ayant contribué à l'accident	55 cas sont présentés. 2 seuls sont jugés liés aux manœuvres de dépassement (voir structure du rapport d'accident et description des variables en annexes G et H) : Dépassement interdit ou dangereux.	

*) Une présélection est effectuée en retranchant de l'échantillon de base les sections où on a enregistré des accidents pour lesquels les variables de type CI et MV ne sont pas précisées. Le but de cette opération est d'apporter une cohérence sur les analyses qui seront effectuées à la base des résultats de ce processus.

8.4 Processus de sélection de l'accident de dépassement

La méthodologie de sélection de l'accident de dépassement est un processus basé sur les variables précitées selon le niveau de sélection correspondant : le schéma ci-après illustre le processus en question.

Cette opération doit être effectuée après une phase de présélection (le même processus est utilisé pour la phase de présélection).

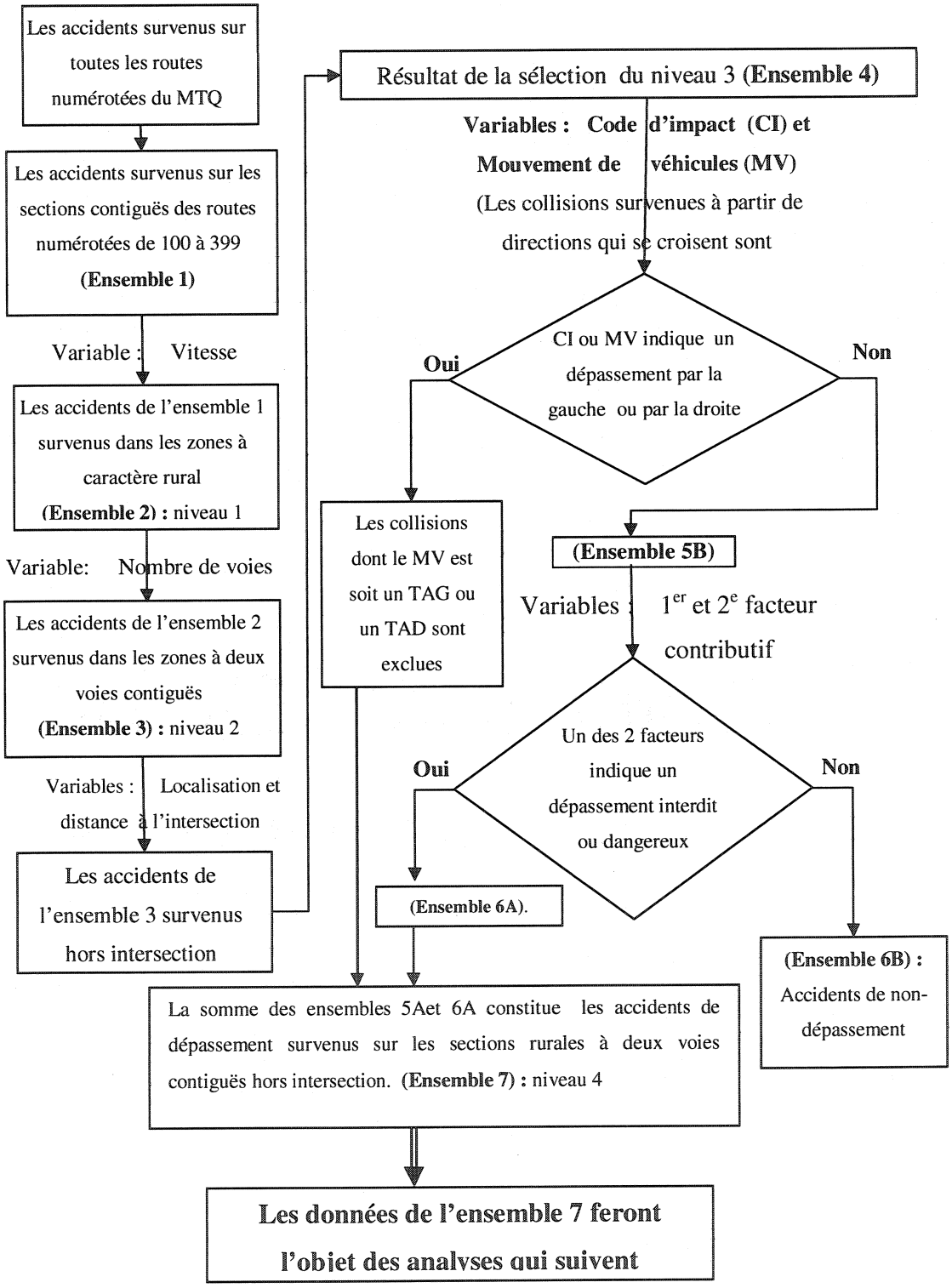


Figure 8-1 Processus de sélection

8.5 Validation du processus d'identification des accidents de dépassement

La validation du processus d'identification des accidents de dépassement a été réalisée moyennant une vérification d'un certain nombre de rapports d'accidents choisis aléatoirement. En effet, 98 rapports ont été mis à notre disposition par le MTQ. L'examen manuel du contenu de ces rapports et particulièrement les croquis et les commentaires qui illustrent les scénarios des accidents en question a fait ressortir les résultats suivants :

	Accidents de dépassement	Accidents de non-dépassement
Ensemble des rapports	98	
Résultat du processus d'identification	23	75
Résultat du traitement manuel	20	78

Sur l'ensemble des rapports analysés, 3 accidents de non-dépassement sont répertoriés comme des accidents de dépassement par le processus de traitement. Les codes décrivant l'impact et les mouvements de véhicules indiquent qu'il s'agissait d'un dépassement dans les trois cas, alors que les commentaires ou les croquis indiquent que d'autres mouvements sont aussi associés. En effet :

- Dans deux de ces trois accidents, un mouvement de tourne-à-gauche d'un des véhicules impliqués a été aussi constaté ;
- Dans le troisième accident, les codes indiquent un dépassement, alors que le commentaire indique un dérapage vers la voie de gauche dû à la visibilité réduite.

Ces cas confirment les imperfections qui peuvent accompagner la transcription des scénarios d'accidents sous forme de codes dans la rédaction même du rapport d'accident. Toutefois, pour le cas du processus de sélection que nous proposons, les résultats sont satisfaisants (l'erreur relative sur les 98 rapports examinés est environ de 3%).

CHAPITRE 9 ANALYSE DESCRIPTIVE DES ACCIDENTS DE DÉPASSEMENT

L'objet de l'analyse descriptive est de faire le point sur l'importance et l'ampleur des accidents de dépassement, de déterminer éventuellement les scénarios les plus fréquents engendrant ce type d'accidents, et enfin de les mettre dans leur contexte géographique. À cet effet, nous présentons :

- les résultats de l'application du processus d'identification des accidents de dépassement sur la base de données des accidents du MTQ;
- un aperçu sur l'ampleur des accidents de dépassement ;
- une analyse des facteurs associés à la manœuvre de dépassement et des types de véhicules impliqués ;
- une analyse de la densité de ces accidents par localisation ;
- une illustration graphique.

9.1 Résultats de l'application du processus d'identification des accidents de dépassement

La première application du processus d'identification sur la base de données des accidents survenus sur les routes numérotées de 100 à 399 a été effectuée pour déterminer les accidents dont les variables de sélection ne sont pas précisées. En effet, cette opération a fait ressortir un ensemble d'accidents dont les sections « RTS » correspondantes représentent respectivement 1.8 % et 2.3 % en terme du nombre d'une part, et de la longueur d'autre part, par rapport à l'ensemble des sections du réseau étudié.

Pour remédier à cette situation et en vue de parvenir à des analyses cohérentes, nous avons décidé de soustraire les sections « RTS » résultats de la phase de présélection de notre échantillon de base. De cette façon, tous les accidents survenus sur les sections retenues pour l'analyse sont dûment renseignés, ce qui apporte une conformité à nos

analyses. Le Tableau 9-1 indique la composition de notre échantillon avant et après la phase de présélection.

Tableau 9-1 La composition de l'échantillon avant et après la phase de présélection

Ensemble	Description	Nombre de sections	Longueur correspondante (km)
Initial	Toutes les sections à voies contiguës des routes numérotées de 100 à 399 où on a enregistré des accidents (1997 à 2001)	3 199	16 739
	Toutes les sections rurales à deux voies contiguës numérotées de 100 à 399	2 665	15 637
Présélection	Sections soustraites (ensemble SS)	47	361
Final	Toutes les sections à voies contiguës des routes numérotées de 100 à 399. (les sections de l'ensemble SS sont soustraites)	3 152 (98.5 %)	16 378 (97.8 %)
	Toutes les sections rurales à deux voies contiguës des routes numérotées de 100 à 399. (les sections de l'ensemble SS sont soustraites)	2 618 (98.2%)	15 276 (97.7 %)

Sur cette nouvelle base de données, nous avons appliqué de nouveau le processus d'identification des accidents de dépassement, les résultats de ce traitement sont présentés par le Tableau 9-2.

Tableau 9-2 Résultats de l'application du processus d'identification

Niveau de sélection	Description	Nombre de sections	Longueur des sections concernées (km)	Nombre total des accidents	Nombre de blessés légers	Nombre de blessés graves	Nombre de morts
Sections à voies contiguës		3 152	16 378	154 124	46 838	8 670	1 607
Première et Deuxième	Les zones rurales à deux voies contiguës	2 618	15 276	63 794	22 877	4 993	1 092
Troisième	Les zones rurales à deux voies contiguës hors intersection	2 433	14 964	39 613	12 766	2 984	747
Quatrième	Les zones rurales à deux voies contiguës hors intersection **« Accidents de dépassement »**	861	6 524	1 491	727	267	87

Commentaire

Par rapport à notre échantillon de base, qui compte 63 794 accidents sur un linéaire de 15 276 km de routes rurales à deux voies contiguës, le nombre d'accidents de dépassement hors intersection n'est que 1 491 accidents, soit un taux de 2.3 %. Ce résultat rejoint celui de Henrietta et Pisano (1992) et de Mohamedshah (1992) qui donne respectivement 1.43 %, 2.31 % et 2.63% pour les 3 États des État-Unis étudiés. Les deux études de référence ont été également effectuées pour une période de 5 ans.

À titre indicatif, la **Figure 9-1** illustre la répartition annuelle des accidents de dépassement du Québec:

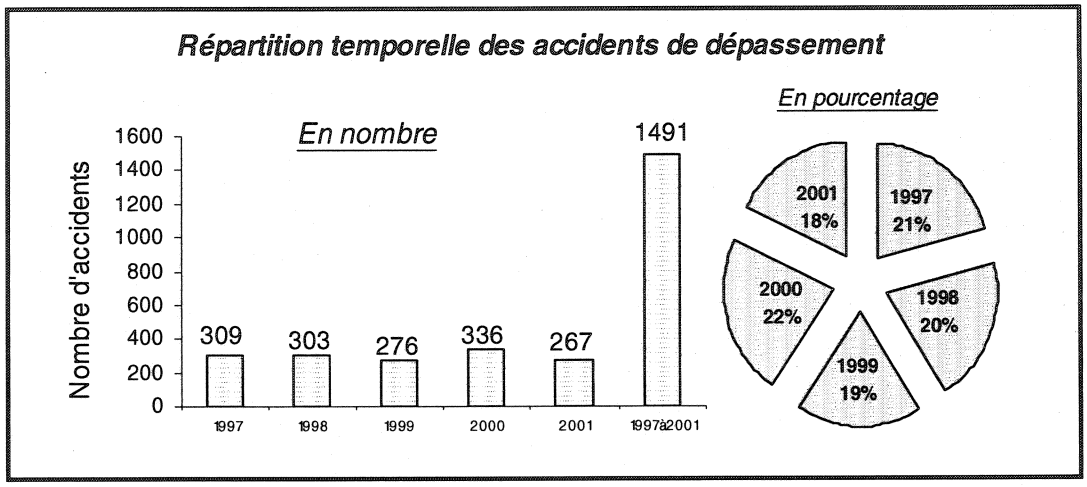


Figure 9-1 Répartition temporelle des accidents de dépassement hors intersection

Étant donné le nombre annuel d'accidents de dépassement jugé relativement faible, les analyses qui suivent seront effectuées pour l'ensemble des accidents de dépassement survenus pendant toute la période de 5 ans allant de 1997 à 2001.

9.2 Ampleur des accidents de dépassement sur les routes à deux voies contiguës

L'analyse de la gravité des accidents de dépassement se traduit par un indice qui représente la proportion des accidents ayant provoqué des blessés graves ou/et des morts (accidents graves). Cet indice sera comparé avec celui des accidents de non-dépassement.

La même comparaison a été effectuée par rapport à la gravité des accidents:

- survenus sur toutes les routes rurales à deux voies contiguës ;
- survenus sur toutes les routes rurales à deux voies contiguës hors intersection ;
- survenus sur toutes les routes rurales à deux voies contiguës en intersection ;
- de non-dépassement survenus sur les mêmes sections où on a enregistré les accidents de dépassement.

Le Tableau 9-3 illustre cette comparaison.

Tableau 9-3 La gravité des accidents de dépassement

	Nombre d'accidents	Nombre moyen des véhicules impliqués	Proportion d'accidents ayant provoqué des morts ou/et des BG
Tous les accidents survenus sur les sections contiguës	154 124	1.64	5%
Tous les accidents survenus sur les sections rurales à deux voies contiguës	63 794	1.40	7%
Tous les accidents survenus sur les sections rurales à deux voies contiguës en intersection	24 181	1.47	7%
Tous les accidents survenus sur les sections rurales à deux voies contiguës hors intersection	39 613	1.35	7%
Tous les accidents survenus sur les sections où on a enregistré des accidents de dépassement (hors intersection)	23 296	1.39	7%
Accidents survenus sur les sections où on n'a pas enregistré des accidents de dépassement (hors intersection)	16 317	1.29	6%
Accidents de non-dépassement survenus sur les mêmes sections où on a pas enregistré des accidents de dépassement (hors intersection)	21 805	1.36	7%
Accidents de dépassement (hors intersection)	1 491	1.80	14%

La gravité des accidents de dépassement est la plus élevée par rapport à l'ensemble des accidents (14 % des accidents de dépassement ont engendré des morts ou/et des blessés graves).

Commentaire

La part des accidents de dépassement ne dépasse pas respectivement 2.3 % par rapport à l'ensemble des accidents survenus sur les sections rurales à deux voies contiguës étudiées et 3.8% par rapport à ceux enregistrés hors intersection. Quant à leur gravité, elle est la plus élevée par rapport aux autres types d'accidents. À noter, le nombre moyen des véhicules impliqués par accident est plus élevé pour les accidents de dépassement (1.80 véhicules par accident).

9.3 Analyse des facteurs associés à la manœuvre de dépassement et des types de véhicules impliqués

En vue d'aboutir à une bonne description des accidents de dépassement, nous avons analysé les volets suivants :

- Les facteurs contributifs à l'occurrence de l'accident autres que la manœuvre de dépassement (facteurs associés) ;
- Les types de véhicules impliqués.

9.3.1 Facteurs associés à la manœuvre de dépassement à l'occurrence de l'accident

On distingue cinq catégories de facteurs associés à la manœuvre de dépassement, ayant contribué à l'occurrence de l'accident (SAAQ 1991).
Le tableau ci-après indique la description de chaque catégorie.

Catégorie	Description
1 : État de ou des usagers	Facultés affaiblies/alcool/médicaments/ drogues/Fatigue/ sommeil ou malaise soudaine/ Inattention ou distraction/Défaut physique/Visibilité obstruée, éblouissement
2 : Manœuvres dangereuses autres que le dépassement	Excédait la vitesse permise/ Lenteur indue/Suivait de trop près/ Conduisait du mauvais côté de la voie/ N'a pas cédé le passage/ Stationné incorrectement ou dans un endroit dangereux/ Omis d'allumer ses phares ou d'en diminuer l'intensité/ Négligence du piéton/Négligence du cycliste
3 : État de véhicule(s)	Freins défectueux/Crevaison/ Direction défectueuse/Phares ou feux défectueux…etc
4 : Infrastructure	Mauvais état de la chaussée/Tracé de la route inadéquat/Signalisation inadéquate/Éclairage insuffisant
5 : Facteurs externes	Conditions météorologiques/Animaux sur la route/Obstacles temporaires sur la route

La Figure 9-2 indique la contribution de chaque catégorie dans l'occurrence des accidents de dépassement, c'est-à-dire le nombre total des accidents dans lesquels cette catégorie a contribué par rapport au nombre total des accidents de dépassement.

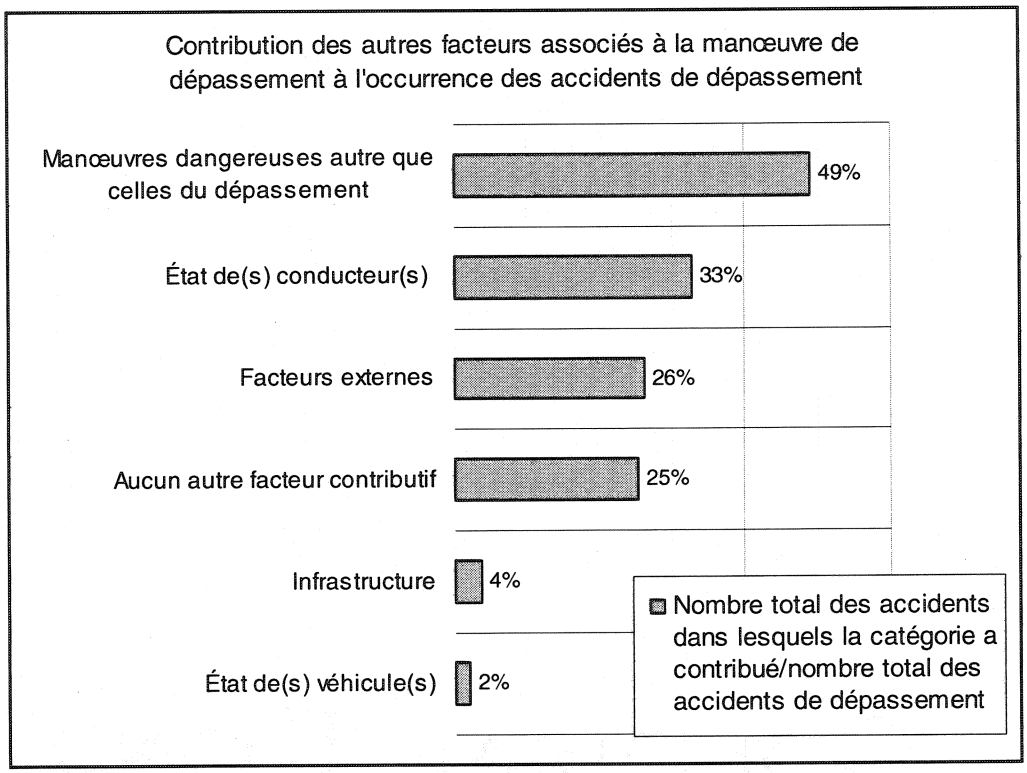


Figure 9-2 Répartition des accidents de dépassement par type de comportement

Étant donné que plusieurs facteurs contribuent en même temps à la genèse de l'accident, il est quasi impossible de se prononcer sur le degré de contribution de chacun. Cependant, il y a lieu de préciser que d'une part 25% de ces accidents sont liés entièrement et uniquement à la manœuvre du dépassement et d'autre part dans 33% de ces accidents, un ou plusieurs conducteurs impliqués sont dans des états non conformes pour la conduite.

Ces éléments rendent plus complexe la détermination de la contribution effective de la manœuvre de dépassement dans le déclenchement de l'accident.

Par ailleurs, la base de données du MTQ distingue, parmi tous les facteurs contributifs, un facteur considéré comme le premier facteur contributif de l'accident. Par rapport à

ce facteur, 50.5% des accidents recensés ont, comme premier facteur contributif, la manœuvre de dépassement (les 25% précités sont, bien entendu, inclus dans cet ensemble).

Pour des fins de conformité, nous allons donc effectuer toutes les analyses par rapport aux deux ensembles suivants :

- ⇨ Accidents recensés dont la manœuvre de dépassement représente un des facteurs contributifs ;
- ⇨ Accidents recensés dont la manœuvre de dépassement est le premier facteur contributif.

Cette démarche nous permettra de comprendre les tendances par rapport aux accidents de ces deux ensembles et d'examiner jusqu'à quel degré la contribution de la manœuvre de dépassement fait diverger les résultats.

Dans les analyses qui suivront, nous allons présenter les résultats des tendances qui concernent l'ensemble des accidents de dépassement (la manœuvre de dépassement est un facteur contributif).

Par contre, les tendances concernant les accidents du deuxième ensemble (la manœuvre de dépassement est le premier facteur contributif) ne seront évoquées que lorsqu'elles montrent des différences apparentes.

9.3.2 Les types de véhicules impliqués

Plusieurs types de véhicules sont contraints d'emprunter le réseau rural à deux voies contiguës. De plus, chaque type possède différentes caractéristiques en terme de forme et de performance vis-à-vis de la mobilité (entre autres les manœuvres de dépassement). Cette situation élargit, en conséquence, le nombre de scénarios possibles.

L'analyse effectuée à ce niveau repose sur les aspects suivants :

- Une analyse des accidents de dépassement selon le type de véhicules impliqués ;

- Une analyse des accidents par rapport au type de véhicule dépassant.

Les types de véhicules impliqués dans les accidents de dépassement ont été catégorisés comme suit :

Catégorie	Type de véhicules
1	Automobile
2	Autobus/Autobus scolaire/Taxi/Minibus
3	Tracteur routier/Camion léger/Camion (autre que léger)
4	Véhicule d'urgence
5	Véhicule de loisir
6	Motocyclette/Cyclomoteur/Bicyclette
7	Véhicule servant au transport de matières dangereuses
8	Véhicule d'équipement/Véhicule-outil
9	Autres
10	Non précisé

9.3.2.1 Type de véhicules impliqués

La Figure 9-3 illustre le degré d'implication de chaque type de véhicules dans les accidents de dépassement ainsi que la répartition en fonction du nombre de véhicules de même type impliqués dans le même accident.

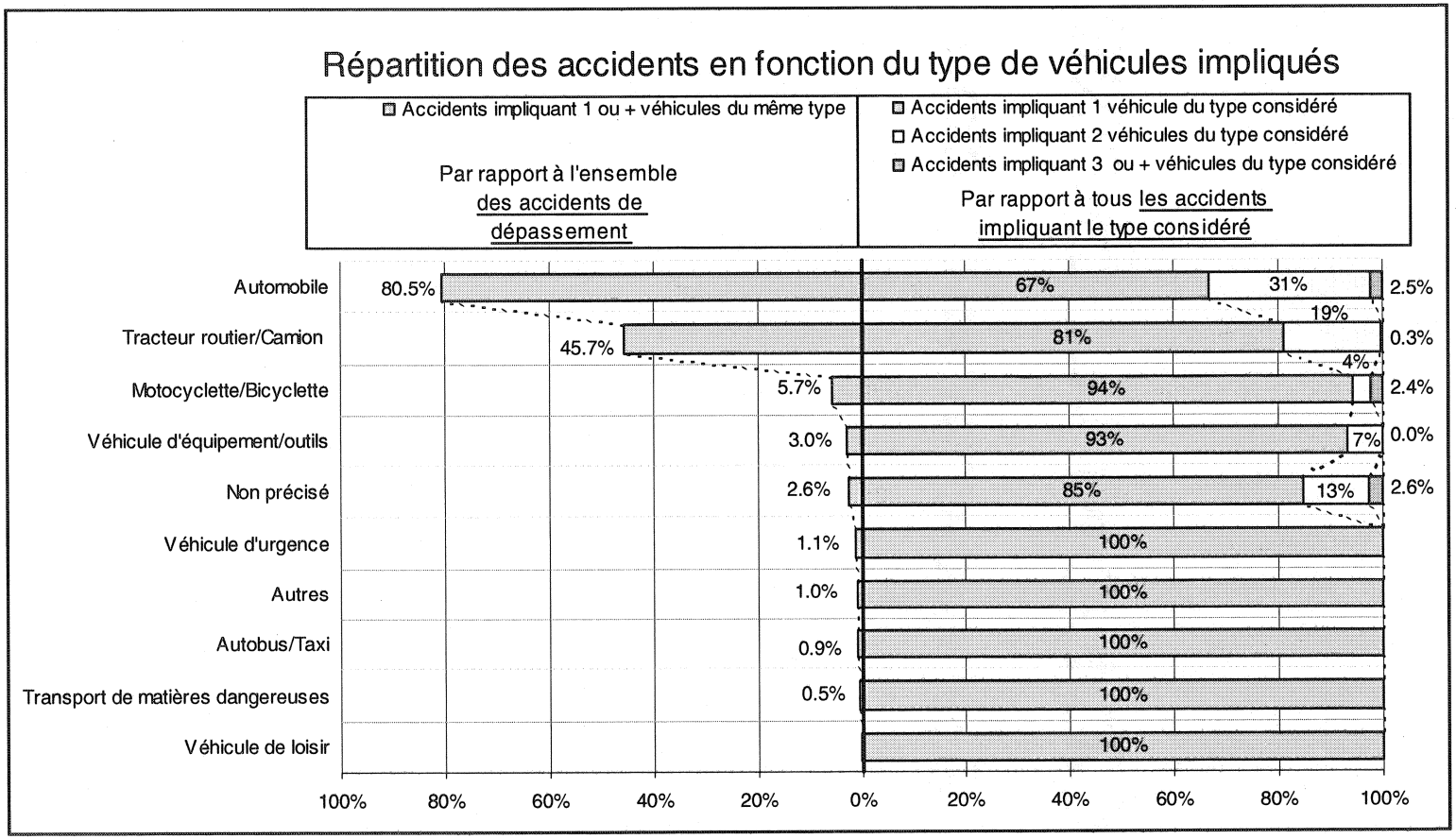


Figure 9-3 Répartition des accidents en fonction du type de véhicules impliqués

À titre indicatif, les véhicules de type automobile sont impliqués dans 1200 accidents de dépassement soit 80.5% de l'ensemble des accidents de dépassement. Parmi les 1200 accidents, on compte :

- 30 accidents dans lesquels 3 automobiles ou plus sont impliquées, soit 2.5%;
- 371 accidents dans lesquels 2 automobiles sont impliquées, soit 31%;
- et 799 accidents dans lesquels 1 automobile est impliquée, soit 66.5%;

La Figure 9-3 montre aussi que 46% des accidents de dépassement impliquent un ou plusieurs véhicules de type camion ou tracteur routier. D'autant plus, 19% de ces accidents impliquent 2 ou plus véhicules de ce type.

Nous signalons ici que le même traitement, effectué sur l'ensemble des accidents dont le premier facteur contributif est la manœuvre de dépassement, donne une implication proportionnelle des véhicules lourds. En effet, dans 45% des accidents de cet ensemble, 1 ou plusieurs véhicules lourds sont impliqués. Cette constatation vient confirmer la forte implication de ce type de véhicules dans les accidents de dépassement et la nécessité de prendre ce type de véhicules en considération dans la conception des routes et le design des zones de dépassements.

9.3.2.2 Type de véhicule dépassant

Un autre aspect, qui mérite d'être analysé, est celui du type de véhicule impliqué dans l'accident comme étant le véhicule dépassant. Le résultat de ce recueil est présenté par la Figure 9-4.

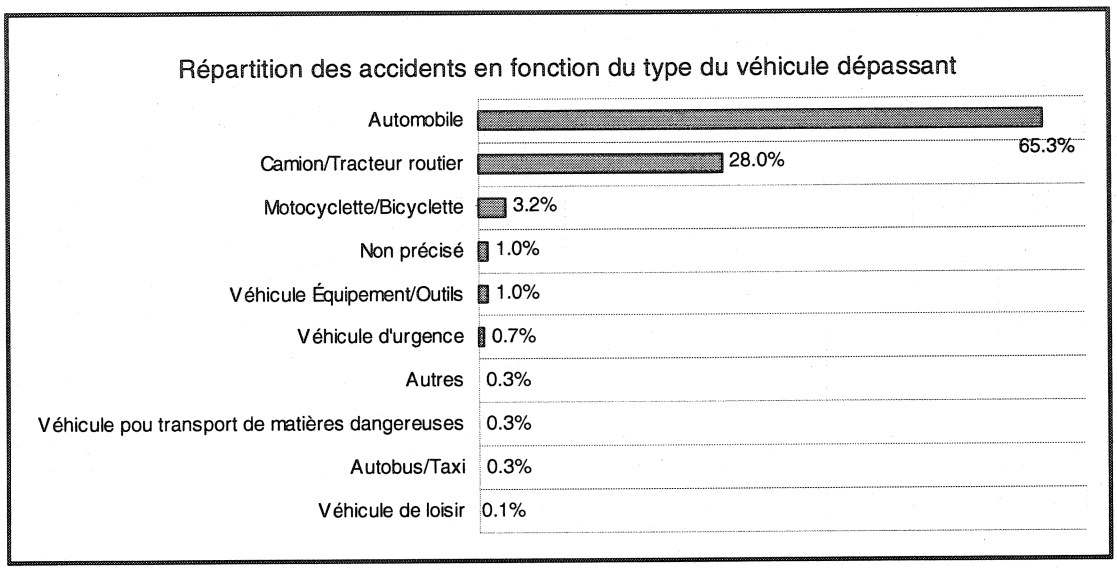


Figure 9-4 Répartition des accidents en fonction du type du véhicule dépassant

Les véhicules de type camion ou tracteur routier sont impliqués, comme étant véhicule dépassant, dans 28% des accidents de dépassement recensés (ce taux est de 27% si on considère l'ensemble des accidents dont le premier facteur contributif est la manœuvre de dépassement). Ce résultat vient consolider celui du paragraphe précédant, qui fait référence aussi à la forte implication de ce type de véhicule dans les accidents de dépassement. Cette analyse remet aussi en question le scénario généralement utilisé par les normes du design du tracé routier et du marquage axial. Ce scénario considère uniquement le type automobile comme véhicule dépassant, dépassé et circulant dans la direction opposée.

Nous avons aussi tenté de déterminer le risque relatif pour les types de véhicules impliqués en se basant sur le nombre de véhicules en circulation sur le réseau routier.

Le risque relatif est défini, pour un type de véhicule donné, comme étant le ratio du nombre d'accidents impliquant ce type de véhicule comme véhicule dépassant/nombre total d'accidents et le nombre total de véhicules de ce type en circulation/ nombre total des véhicules en circulation.

Les types considérés sont ceux appartenant à la catégorie 1, 2 et 3 (paragraphe 9.3.2). Ainsi le nombre total d'accidents pris comme référence est la somme du nombre d'accidents impliquant les véhicules des trois catégories.
Le Tableau 9-4 présente le risque relatif à chaque catégorie.

Tableau 9-4 Le risque relatif par type de véhicules impliqués

Catégorie	Type de véhicules	% accidents (*)	Nombre de véhicules en circulation en 1999 (SAAQ 2001a)	% du nombre de véhicules en circulation/ nombre total	Risque relatif
1	Automobile	69,8%	2 728 593	69,9%	0,999
2	Tracteur routier/Camion léger/Camion (autre que léger)	29,9%	1 153 210	29,5%	1,013
3	Autobus/Autobus scolaire/Taxi/Minibus	0,3%	24 522	0,6%	0,511
	Total	100,0%	3 906 325	100,0%	

(*) le taux a été recalculé par rapport au nombre total d'accidents impliquant les types de véhicules des trois catégories.

Les résultats montrent que le risque relatif pour le type véhicules lourds est légèrement supérieur à celui calculé pour les véhicules automobiles. Ce qui confirme toutes les constatations précitées.

9.4 Analyse de la densité des accidents par localisation

Dans le but d'analyser la densité des accidents de dépassement par localisation, nous avons élaboré deux classifications, en fonction:

- du nombre d'accidents par section (*);
- du nombre d'accidents survenus dans une même zone (**)

(*) La notion de section est celle du MTQ;

(**) La zone étant définie comme le lieu de concentration d'accidents, sa délimitation sera effectuée par la suite.

9.4.1 Nombre d'accidents par section

Cette décomposition par section « RTS » représente un indice important qui pourrait nous renseigner sur les sections où la fréquence des accidents de dépassement est importante. La Figure 9-5 ci-après indique ladite décomposition.

Les sections où on a enregistré les accidents de dépassements sont en nombre de 861, de longueur totale de 6 524 km et une longueur moyenne de 7,6 km.

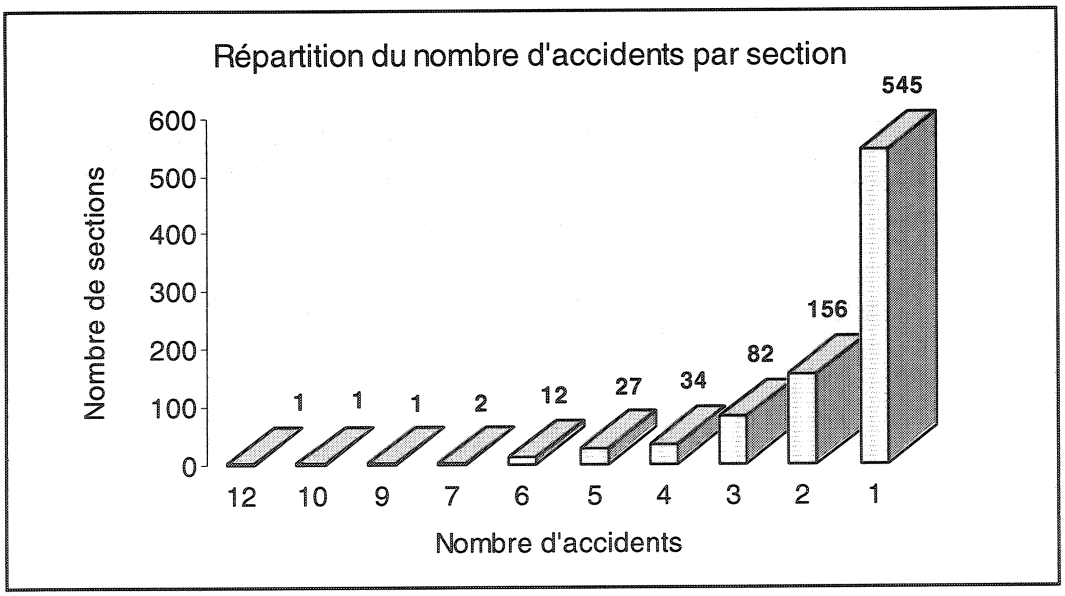


Figure 9-5 Répartition du nombre d'accidents par section

Nous remarquons alors qu'il y a des sections de grandes concentrations d'accidents de dépassement (plus de 5 accidents). Étant donné que les longueurs de sections étudiées sont relativement grandes (longueur moyenne est de 7.6 km), l'interprétation sera plus indicative si nous disposons de la fréquence de ce type d'accidents survenus dans une zone de courte distance. Ce qui nous permettra de localiser les zones à risque. Le paragraphe qui suit oriente l'analyse vers cet aspect.

La classification des sections, par rapport à la densité des accidents de dépassement (nombre d'accidents égal ou supérieur à 5) est jointe en annexe I.

9.4.2 Nombre d'accidents survenus dans une même zone

Pour entamer cette analyse, il est primordial de définir la notion de zone. Nous considérons deux accidents survenus dans la même zone lorsque la distance entre leurs lieux de localisation ne dépasse pas 320 m. Cette distance a été estimée à partir de la distance parcourue par le véhicule dépassant sur la voie de gauche qui est de 262 m Baass (1999) (distance nécessaire pour l'accomplissement d'un dépassement à une vitesse de 90 km/h), et ensuite de l'ajout d'une distance traduisant approximativement l'erreur maximale de localisation.

Le **Figure 9-5** indique le nombre d'accidents survenus dans la même zone.

Tableau 9-5 Nombre de zones où on a enregistré plus d'un accident de dépassement

Classe de longueur (Longueur maximale entre accidents)	Nombre de zones où on a enregistré:		
	2 accidents	3 accidents	4 accidents
<20m	32	1	
De 20 à 50m	5	1	1
De 50 à 100m	16		
De 100 à 200m	22	3	1
De 200 à 320m	38	3	2
Total	113	8	4

Les résultats de cette deuxième décomposition montrent l'existence de certaines zones où on a enregistré plus d'un accident (12 zones où on a enregistré 3 ou 4 accidents). Cette décomposition est aussi d'une grande utilité pour la suite de l'analyse vu qu'elle nous renseigne sur les zones où la fréquence d'accidents de dépassement est relativement élevée. La dite classification des zones est présentée en détail pour les zones de 3 et 4 accidents en annexe J.

Remarquons qu'on enregistre plus qu'une zone de concentration d'accidents sur onze sections. Particulièrement, la section 0011708051000C possède 4 zones de concentration d'accidents de dépassement. Le tableau suivant identifie les onze sections.

Tableau 9-6 Sections ayant plus qu'une zone de concentration d'accidents

Section	Nombre de zones de concentration d'accidents	Nombre de zones réparti selon le nombre d'accidents enregistrés dans la même zone	
		2 accidents	4 accidents
0011708051000C	4	4	
0010402131000C	2	2	
0011202055000C	2	2	
0011708160000C	2	2	
0013213020000C	2	2	
0013807241000C	2	2	
0014805051000C	2	2	
0017503081000C	2	2	
0034302023000C	2	1	1
0034802031000C	2	2	
0039301070000C	2	2	

9.5 Illustration graphique

Les accidents de dépassement, résultats du processus d'identification, ont été illustrés graphiquement sur le support cartographique du logiciel MapInfo pour examiner l'étendue de ces accidents sur tout le réseau routier à deux voies contiguës du Québec. La méthodologie utilisée à cet effet consiste à incorporer les accidents en question dans la base de données déjà existante dans ce support, laquelle représente tout le réseau routier du Québec.

La Figure 9-6 présente tous les accidents de dépassement survenus sur les sections dont la vitesse affichée est égale ou supérieure à 80 km/h, ainsi que le nombre correspondant d'accidents ayant engendré des blessés graves ou/et des morts. Ces derniers sont illustrés dans cette figure par un drapeau dont la taille est proportionnelle au nombre d'accidents.

La Figure 9-7 représente un extrait illustrant certaines régions de forte concentration d'accidents.

La Figure 9-8 présente les accidents de dépassement survenus dans les mêmes zones (nombre d'accidents supérieur ou égal à 2 par zone) ainsi que le nombre correspondant d'accidents ayant engendré des blessés graves ou/et des morts. Ces dernières sont représentées dans cette figure par des drapeaux dont la taille est proportionnelle au nombre d'accidents.

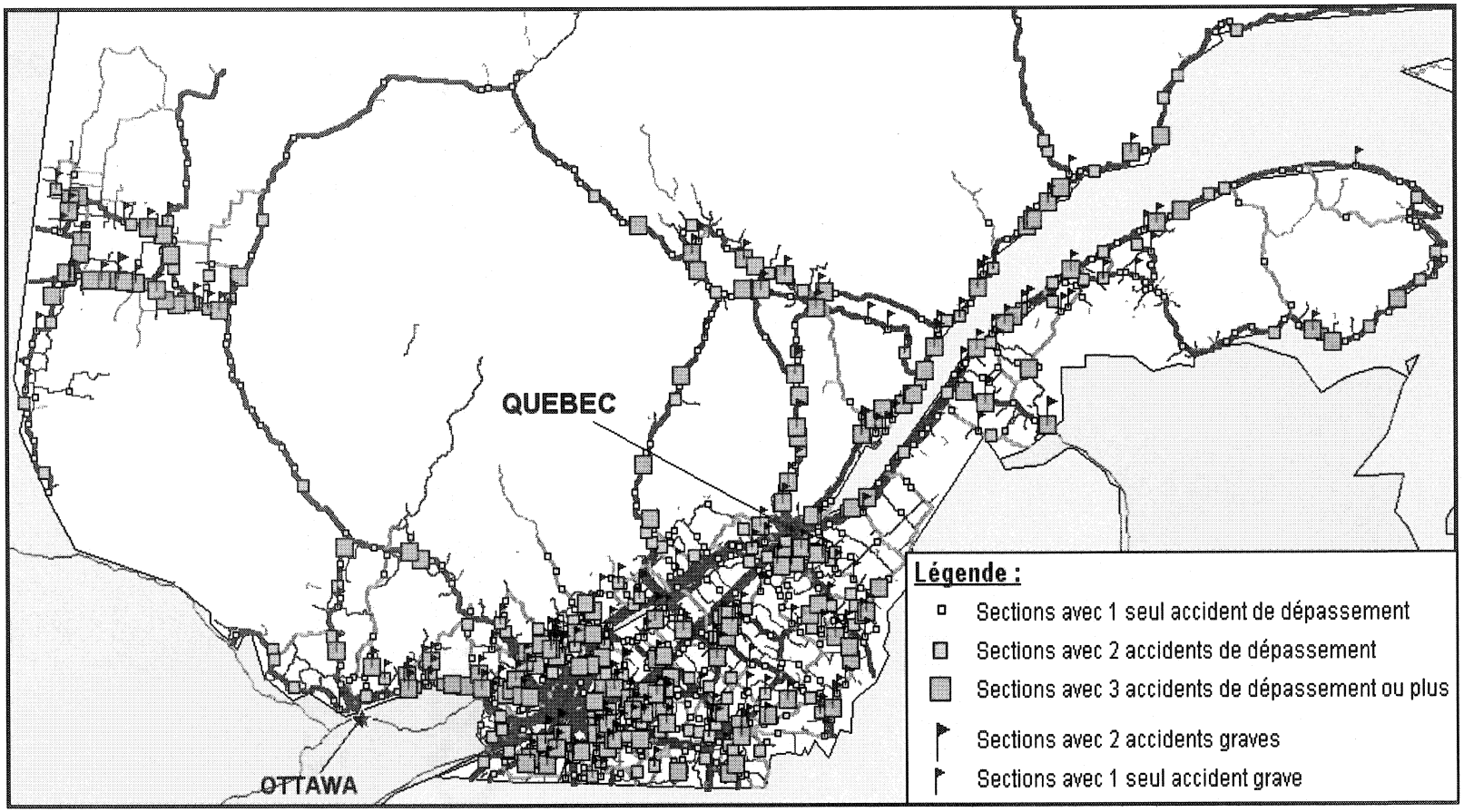


Figure 9-6 Illustration graphique des accidents de dépassement par section

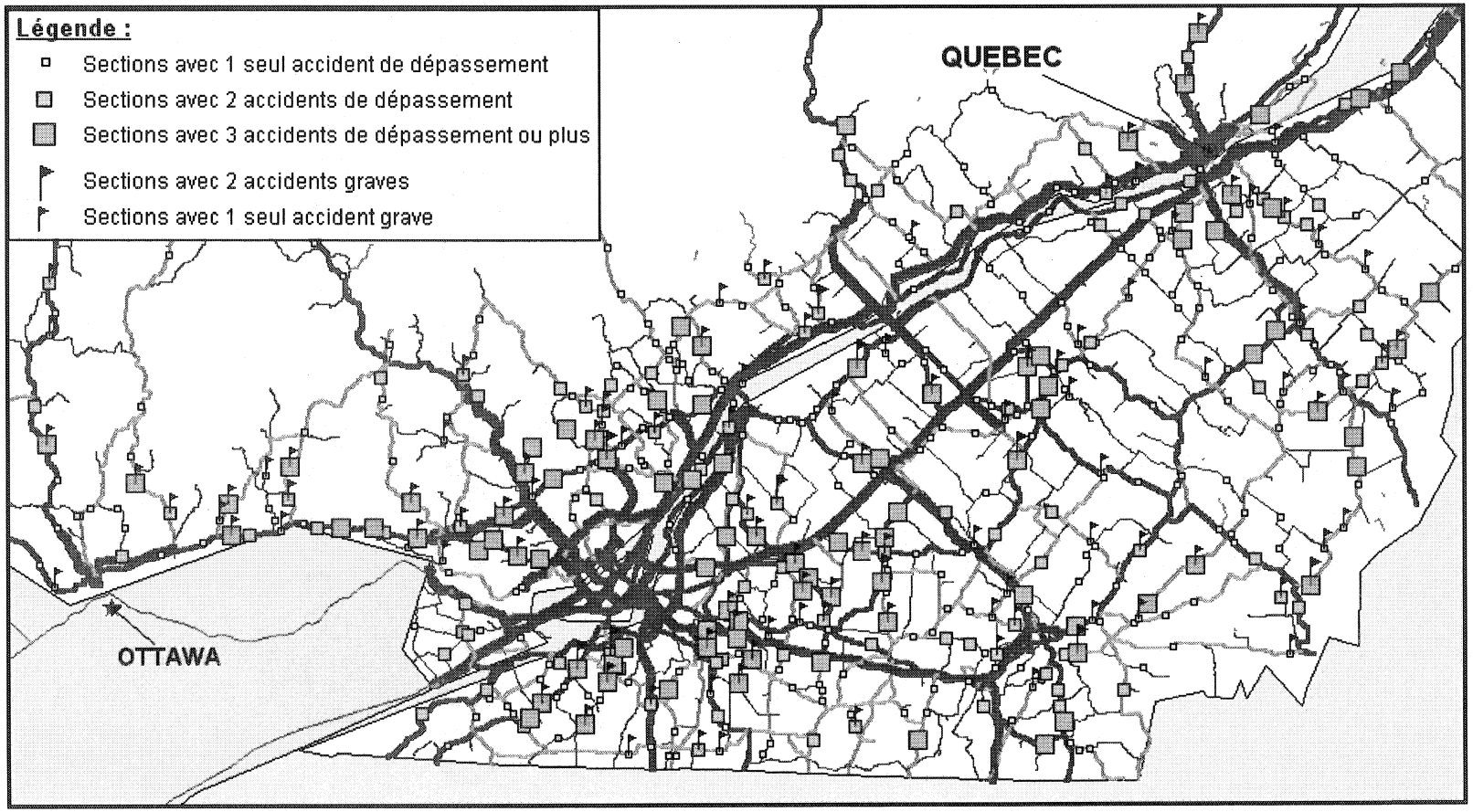


Figure 9-7 : Illustration graphique des accidents de dépassement par section sur certaines régions de forte concentration d'accidents

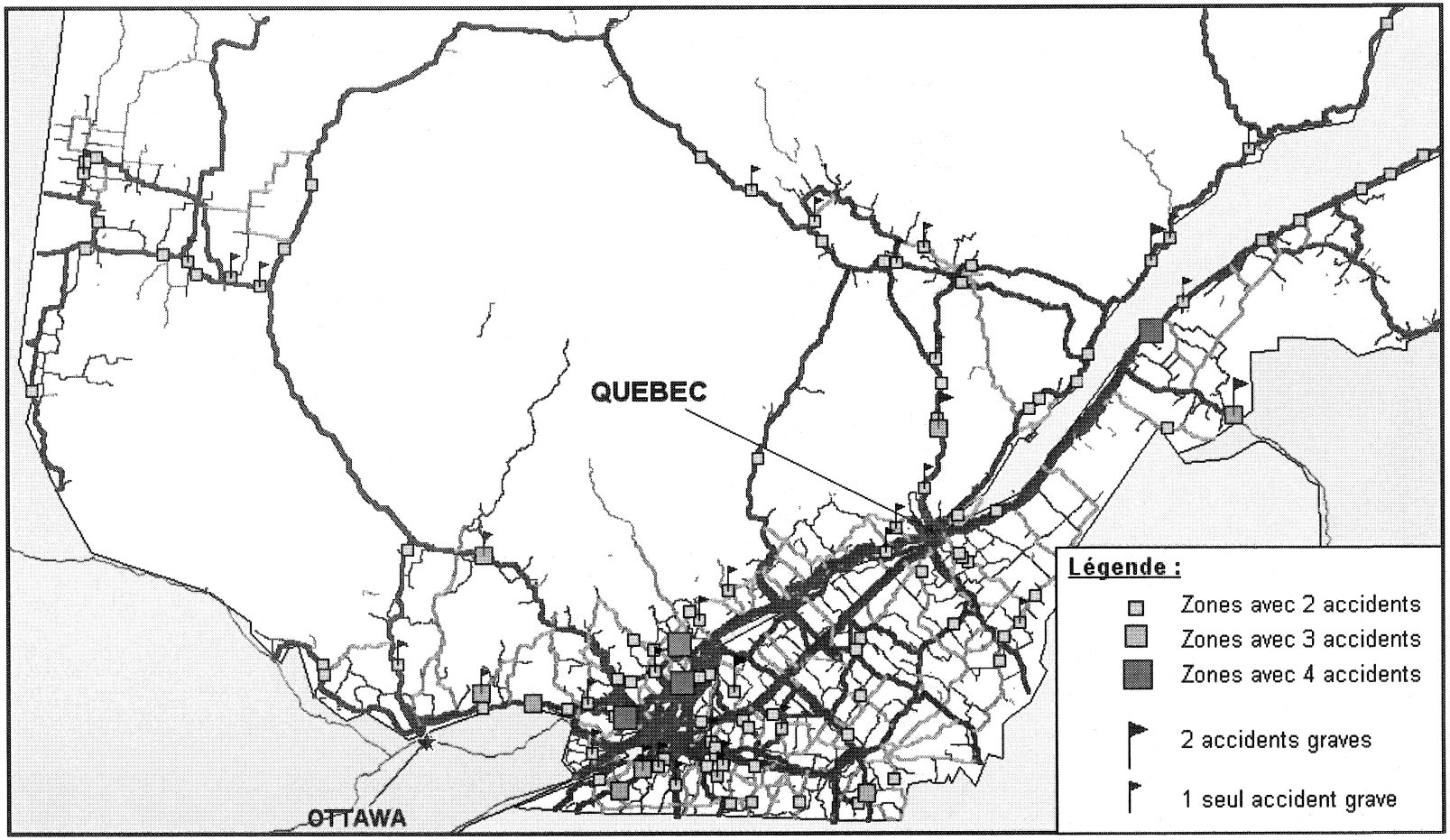


Figure 9-8 Illustration graphique des accidents de dépassement par zone de concentration

Commentaires

Les représentations graphiques nous renseignent sur la concentration géographique des accidents de dépassement par section et par zone ainsi que la localisation des accidents ayant engendré des blessés graves ou/et des morts. Les constatations qui en résultent sont les suivantes :

- ✓ La concentration de ce type d'accidents par section est plus importante dans les régions où la densité du réseau routier et le débit du trafic (DJMA) sont importants ; quant aux accidents graves, ils suivent la même répartition ;
- ✓ Sur certaines sections, on n'observe aucun accident de dépassement ;
- ✓ Certains accidents sont survenus sur des sections rapprochées. Cette situation nous incite à prendre en considération dans nos prochaines analyses aussi les caractéristiques des sections qui précèdent le lieu de l'accident ;

Malgré que la densité des zones de concentration de ce type d'accidents soit relativement plus élevée au voisinage des grands pôles économiques du Québec, la dispersion des zones est globalement élevée par rapport au nombre total d'accidents qui est jugé faible par rapport aux accidents de non-dépassement.

9.6 Conclusion de l'analyse descriptive

L'analyse descriptive nous a permis de montrer certaines particularités des accidents de dépassement survenus sur le réseau rural à deux voies contiguës du Québec par rapport à l'ampleur et la gravité de ce type d'accidents, aux types de véhicules impliqués, notamment la forte implication des véhicules lourds, ainsi que la répartition géographique des zones de concentration.

Cependant, il y a lieu de préciser que le degré de contribution de la manœuvre de dépassement dans le déclenchement de l'accident n'est pas suffisamment clair pour certains accidents pour pouvoir attribuer à la manœuvre de dépassement les résultats de nos analyses.

En conséquence, cette situation sera prise en compte dans la suite, en examinant en parallèle les résultats des analyses effectuées d'une part sur les accidents dont le dépassement est un facteur contributif, et d'autre part sur ceux dont le premier facteur contributif est la manœuvre de dépassement.

Ceci nous permettra de comprendre les tendances par rapport aux accidents de ces deux ensembles et d'examiner jusqu'à quel degré la contribution de la manœuvre de dépassement fait diverger les résultats.

Comme suite à cela, nous pourrons nous prononcer sur la possibilité d'aboutir à un modèle qui décrit l'effet combiné des différents paramètres caractérisant la route et son fonctionnement sur les accidents en question.

CHAPITRE 10 ANALYSE DES TENDANCES ET TENTATIVE DE MODÉLISATION DES ACCIDENTS DE DÉPASSEMENT

L'intérêt toujours croissant d'élaborer des modèles d'accidents est généralement dû aux besoins d'outils d'aide à la décision, et ce à des fins de compréhension, d'interventions ou de planification d'aménagements destinés à améliorer le niveau de service offert par la route.

Différentes méthodes sont utilisées pour l'élaboration de ces modèles dont le but principal est de prédire l'occurrence d'accidents sur un segment quelconque de la route en mettant en relation, outre les caractéristiques intrinsèques du réseau ou de l'échantillon étudié, les caractéristiques de la circulation.

Notre revue de littérature n'a fait ressortir aucun modèle conçu spécifiquement aux accidents de dépassement. Ceci s'explique essentiellement par le nombre d'accidents jugé faible par Henrietta et Pisano (1992) et aussi par la grande dispersion des accidents de dépassement sur tout le réseau. Malgré cette situation, et à des fins d'exploration, nous allons procéder à une tentative de modélisation des accidents de dépassement sur les routes rurales à deux voies contiguës du Québec. Notre critère d'évaluation sera le degré de représentativité du modèle et notamment son utilité.

Notre méthodologie repose sur les méthodes usuelles dans le domaine de la sécurité routière. Ces méthodes cherchent en général à identifier une relation entre un ensemble de variables « explicatives » avec une variable « à expliquer ». Cette relation doit rendre compte des effets combinés de différents facteurs.

Il convient ici de préciser que notre objectif est d'explorer les relations éventuelles à la base d'une approche non seulement quantitative, mais qui tient compte également de la compréhension que nous avons du sens physique de chaque variable.

Le cheminement de cette tentative de modélisation passe par les deux étapes suivantes :

- Exploration des tendances par rapport à chacune des variables explicatives, en considérant uniquement les zones où on a enregistré des accidents;
- Modélisation : Méthode et résultats, en considérant éventuellement l'ensemble du réseau, indépendamment des lieux d'accidents.

10.1 Les tendances

Il est particulièrement difficile d'évoquer tous les paramètres qui ont un impact sur les manœuvres de dépassement et qui peuvent éventuellement contribuer à ce type d'accident. Les situations sont diverses et particulières à chaque accident. Il n'en demeure pas moins que certains de ces paramètres sont à la base du dysfonctionnement des dites manœuvres et il est possible d'isoler quelques grandes tendances, même si celles-ci peuvent ne pas représenter une telle ou telle particularité spécifique.

Les variables descriptives sont nombreuses. Celles, dont l'importance a été préalablement évoquée dans le chapitre « revue de littérature » et dont les valeurs sont disponibles seront traitées dans ce chapitre.
Il est important de signaler aussi que nous commençons notre analyse, objet de ce paragraphe, par l'examen des tendances par rapport aux variables décrivant les zones où on a enregistré des accidents de dépassement. Cela orientera les analyses prévues pour l'ensemble du réseau routier.

10.1.1 Le débit du trafic

Le débit du trafic constitue un facteur important parfois favorable à l'évolution positive des manœuvres de dépassement. En effet, avec :

- Un faible débit, la constitution des pelotons est faible ce qui diminue la nécessité de s'engager dans des manœuvres de dépassement, et par conséquent le risque de collision liée à ladite manœuvre est moindre ;

- Un grand débit, la route tend vers la saturation, ce qui occasionne l'absence d'occasions de dépasser et, par conséquent, un faible risque d'accidents liés au dépassement ;
- Un débit intermédiaire, la demande de dépassement est relativement grande et par conséquent le risque d'avoir ce type d'accidents est plus important.

Pour la conformité d'analyse, nous avons attribué à chaque accident le DJMA corespondant à la date de l'accident. Le DJMA représente le trafic journalier moyen annuel sur les deux voies de circulation.

En groupant les accidents survenus dans des zones ayant le même DJMA, nous avons abouti à la tendance illustrée par la Figure 10-1.

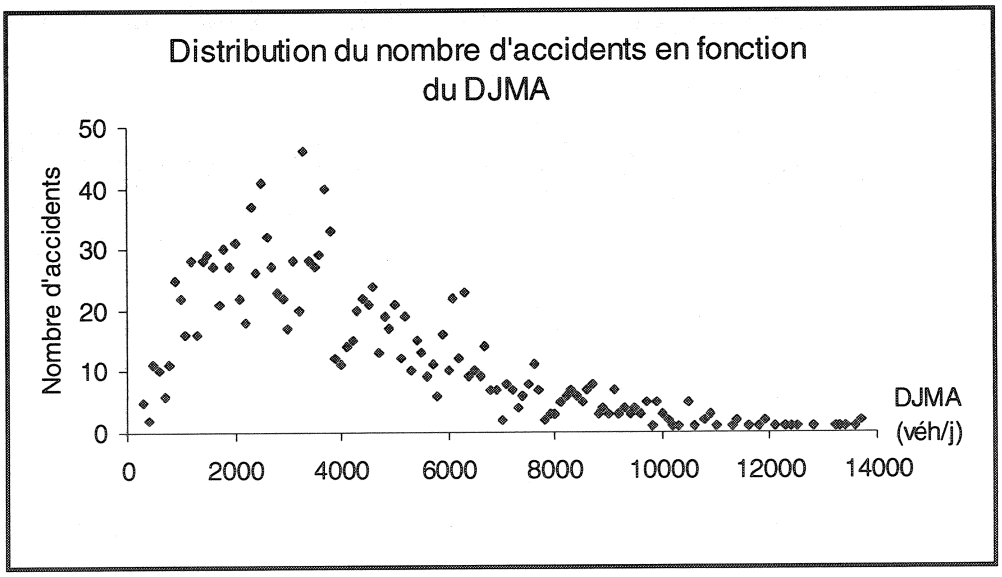


Figure 10-1 Nombre d'accidents de dépassement en fonction du DJMA

La première lecture de la tendance, obtenue par la Figure 10-1, laisse penser que celle-ci correspond à celle initialement avancée. En effet, avec un faible ou un fort DJMA le nombre d'accidents est faible, alors que pour des débits intermédiaires le nombre d'accidents est plus important.

Cette tendance pourrait s'expliquer aussi par le fait que les sections ayant des débits de cette catégorie sont plus fréquentes dans le réseau rural à deux voies contiguës du Québec ce qui amplifie la tendance observée dans la Figure 10-1. À cet effet, nous avons tenté de déterminer le risque relatif en se basant sur la répartition du débit du trafic sur le tout le réseau routier à deux voies contiguës du Québec.

Le risque relatif est défini, pour une classe de débit donné, comme étant le ratio du nombre d'accidents recensés dans cette classe/nombre total d'accidents et de la longueur totale des sections ayant un débit de cette classe/ longueur totale du réseau.

Les résultats sont présentés par la Figure 10-2.

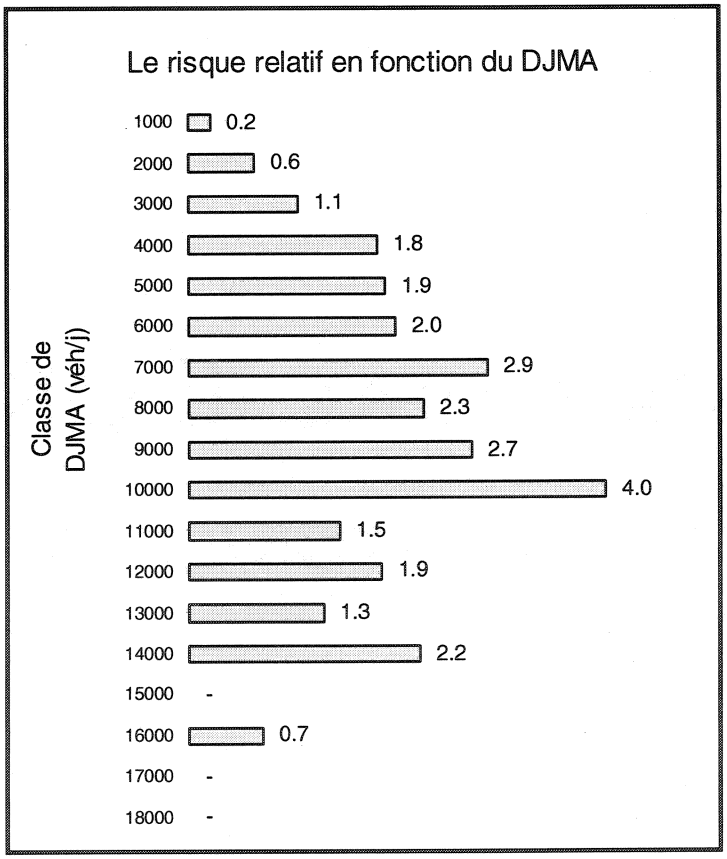


Figure 10-2 Risque relatif en fonction du DJMA

Nous constatons que le risque relatif est plus important particulièrement pour les classes de débit variant entre 4000 et 10000 véh/j. Cette situation confirme le fait que, sur les zones correspondantes, les tentatives dépassement sont plus élevées que sur les autres sections ayant des débits plus ou moins élevés.

10.1.2 La densité des zones de non-dépassement

Cet indicateur représente la densité des zones de non-dépassement par rapport à la longueur de la section étudiée. Dans le cas d'un accident de dépassement, ce paramètre doit refléter la densité des zones de non-dépassement sur le segment emprunté par le conducteur avant l'accident. Toutefois, il est quasi impossible de retracer le parcours des véhicules impliqués avant l'accident ou le chaînage correspondant au point d'entrée sur la section ou sur la route concernée.

Notre première réflexion à ce sujet consistait à considérer le nombre de zones de non-dépassement par rapport à la distance séparant le lieu d'accident au début de la route. Cependant, cette configuration suppose que le conducteur a effectivement parcouru toute la distance en question. Chose qui ne peut pas être appliquée sur tous les accidents recensés, et cela est d'autant plus justifié par la structure de l'itinéraire de la plupart des routes étudiées qui traversent plusieurs agglomérations et sont connectées à plusieurs routes.

Cette situation nous a amenés à considérer la densité par rapport à une distance de 5 km précédant le lieu de l'accident. Le choix de cette distance repose d'une part sur le fait que les accidents considérés sont survenus hors intersection et loin des accès aux propriétés privées et par conséquent la probabilité que le conducteur ait parcouru cette distance est relativement grande.

La variation du nombre d'accidents par rapport à ce paramètre est représentée par la Figure 10-3.

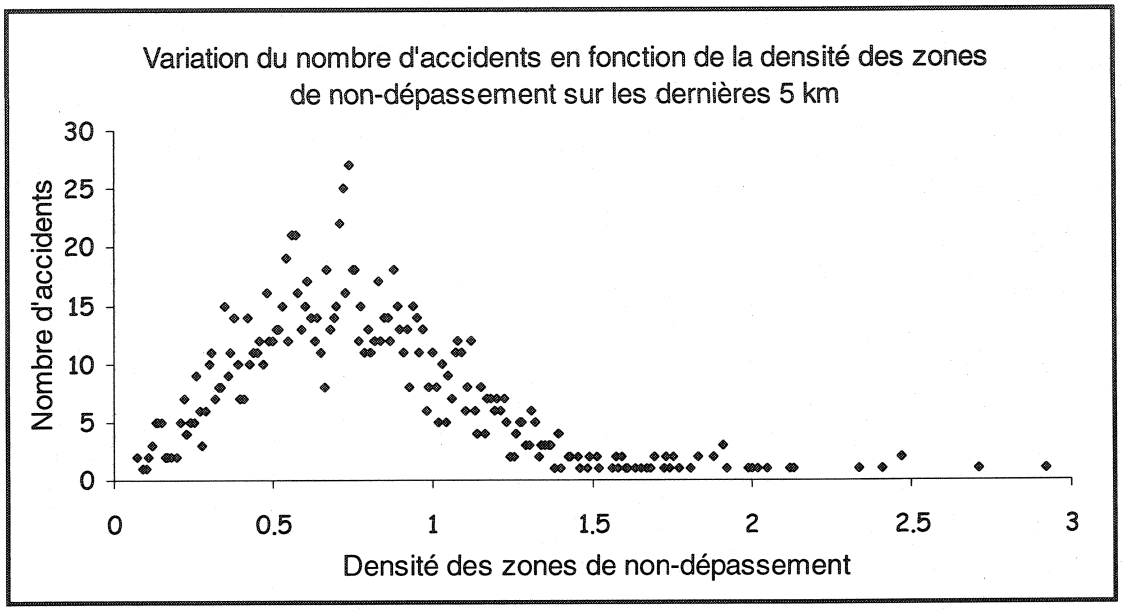


Figure 10-3 Nombre d'accidents en fonction de la densité des zones de non-dépassement

Cette tendance est semblable de celle constatée pour la variation du nombre des accidents par rapport au débit du trafic. En effet, on distingue trois types de tendances selon la valeur de la densité. Avec une faible densité de zones de non-dépassement, le nombre d'accidents est relativement faible. Ensuite, le nombre d'accidents croît avec la croissance de la densité pour atteindre des valeurs élevées pour des densités allant de 0.4 à 1. Ensuite, le nombre d'accidents chute avec l'augmentation de la densité.

La première situation se traduit par des faibles restrictions de dépasser. Dans la deuxième phase de variation, le nombre de zones de non-dépassement est comparable à celui des zones de dépassement, d'où le nombre important de tentatives de dépassement. Quant à la dernière, elle présente la situation où les restrictions de dépasser sont plus grandes.

Pour encore mettre en clair cette configuration, nous avons essayé d'examiner aussi la tendance des accidents en fonction de la variation de la densité des zones de non-dépassement par rapport au nombre total des zones empruntées sur les 5 derniers kilomètres. La Figure 10-4 présente cette tendance.

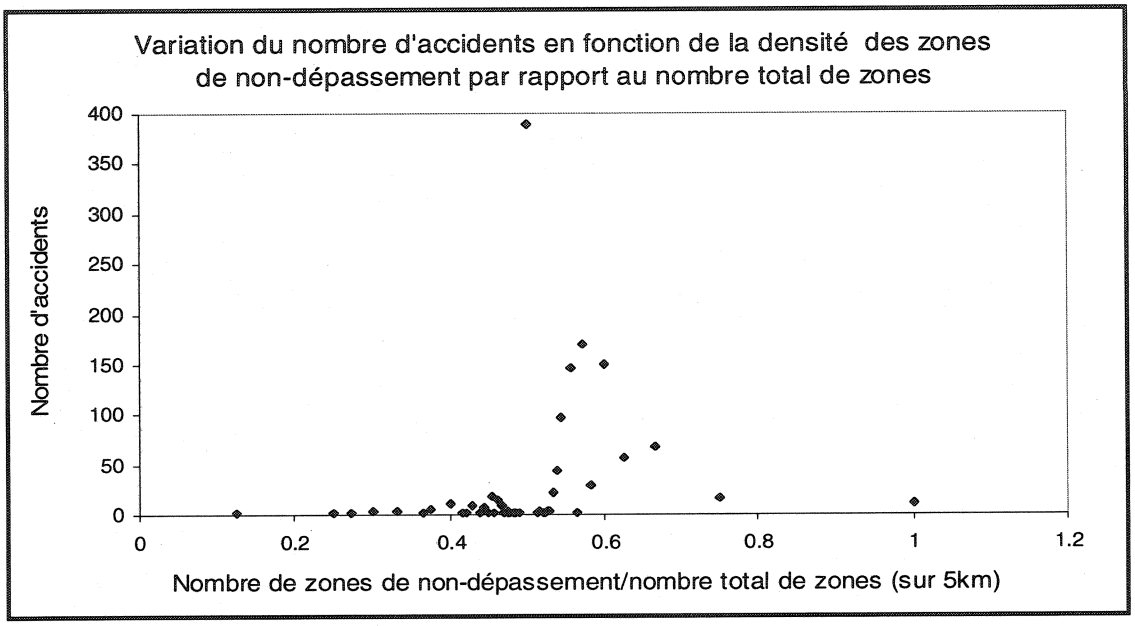


Figure 10-4 Nombre d'accidents en fonction de la densité des zones de non-dépassement par rapport au nombre total de zones (sur 5 km)

La tendance illustrée par la Figure 10-4 confirme ce qui a été déduit dans le paragraphe précédent. Le risque d'accidents est très apparent lorsque le nombre de zones de non-dépassement est comparable au nombre de zones de dépassement (le nombre d'accidents atteint 389 lorsque le nombre de zones de dépassement vaut le nombre de zones de non-dépassement).

10.1.3 La longueur de la zone de dépassement

Un autre paramètre jugé aussi important, qui a fait l'objet de plusieurs interrogations dans les premiers chapitres du présent rapport, est celui de la longueur de la zone de dépassement.

Ce facteur est d'une grande importance dans l'accomplissement d'une manœuvre de dépassement. Toutefois, à travers l'analyse des accidents de dépassement recensés, certains accidents sont survenus au sein de zones de non-dépassement, et leur prise en compte pourrait mettre en doute la conformité de la tendance recherchée. En conséquence, nous considérons pour cette analyse seulement les accidents survenus

dans les zones de dépassement ou au début d'une zone de non-dépassement. Les accidents considérés représentent 60 % de l'ensemble des accidents de dépassement dont les données sur le marquage sont disponibles.

Les résultats de cette analyse sont donnés pour illustrer la tendance globale, les détails devraient être interprétés avec une grande précaution. D'une part nous ne disposons pas de données retraçant le cheminement emprunté par le véhicule dépassant pour le superposer avec les zones de marquage, et d'autre part le lieu de l'accident pourrait ne pas correspondre au lieu exact de la collision.

La tendance est présentée par la Figure 10-5

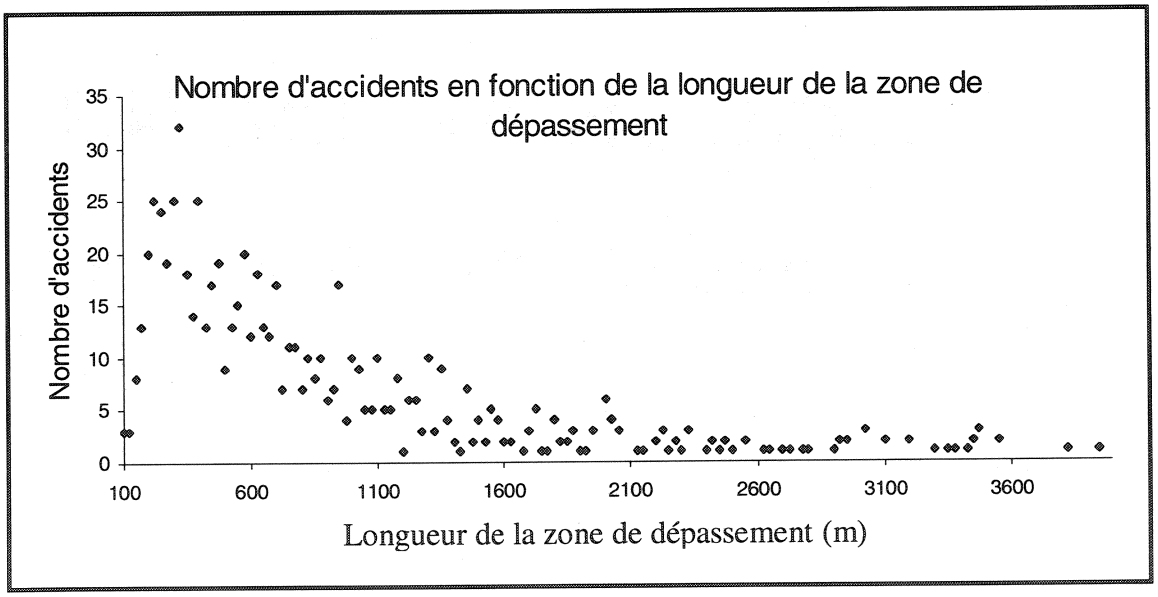


Figure 10-5 Nombre d'accidents en fonction de la longueur de la zone de dépassement

Nous constatons alors que 75% d'accidents sont enregistrés au sein ou à la fin de zones de dépassement de longueur inférieure à 1150m, d'autre part, le nombre d'accidents est plus important sur les zones de longueur de 175 à 750m.

Cette situation s'explique par l'abondance des zones de cette longueur (175 à 750m) sur le réseau rural à deux voies au Québec (plus de 80 % des zones de dépassement sont comprises entre 175 et 999m).

10.1.4 Pourcentage des véhicules lourds

Dans 46 % des accidents étudiés, un ou plusieurs véhicules lourds sont impliqués. L'analyse de l'effet du pourcentage des véhicules lourds sur le nombre d'accidents prend donc une grande importance. Malgré que les valeurs de ce paramètre ne soient pas disponibles que pour 53 % des accidents étudiés, nous avons tenté d'examiner la tendance en considérant cet ensemble.

La variation de ce paramètre par rapport au nombre d'accidents est présentée par la Figure 9-6.

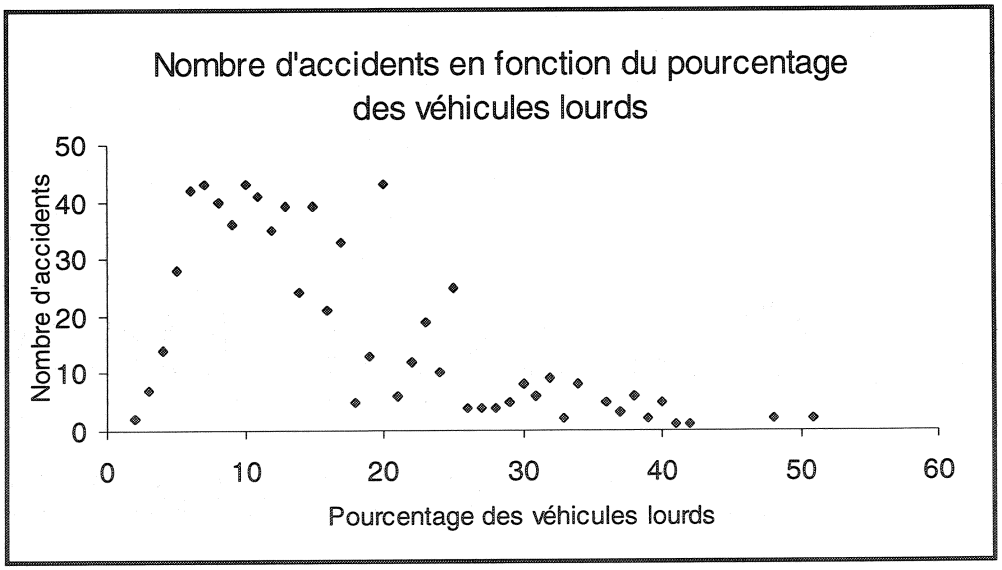


Figure 10-6 Nombre d'accidents en fonction du pourcentage des véhicules lourds

Nous constatons que la configuration illustrée par la Figure 10-6 ne donne pas la même tendance généralement perçue lors de l'analyse de l'ensemble des accidents survenus sur les routes rurales. En effet, la majorité des études ont montré que le nombre d'accidents augmente avec l'augmentation du pourcentage des véhicules lourds.

Nous pensons que de cette différence provient de la spécificité de ce type d'accidents où la manœuvre de dépassement est tributaire aux conditions qui la favorisent (référence faite au débit, densité et longueur des zones de non-dépassement, etc.).

10.1.5 Commentaires

L'analyse effectuée des accidents de dépassement, par rapport aux caractéristiques des zones où ces accidents sont survenus, illustre certaines tendances spécifiques à ce type d'accidents. Par ailleurs, nous constatons que l'approche adoptée, basée sur l'analyse des zones où les accidents sont survenus, n'est pas suffisante pour affermir les tendances obtenues. L'effet combiné de certains paramètres et l'exposition au risque doivent être pris en compte.

En effet, La manœuvre de dépassement est le résultat d'une interaction de plusieurs paramètres et dont le dysfonctionnement se manifeste aussi par rapport à l'exposition au risque CHAPMAN(1973). En conséquence, nous estimons que le recours à une analyse sur un ensemble de routes ou des sections de routes, choisies indépendamment du nombre d'accidents enregistrés, pourrait éventuellement mettre en clair les tendances.

10.2 Tentative de modélisation : Méthode et résultats

Pour cette tentative de modélisation, nous avons adopté une méthodologie basée sur une approche classique qui consiste à étudier un ensemble de segments de routes en mettant en relation la variable à expliquer N_{ACC} (Nombre d'accidents) avec les variables explicatives X_i à la recherche d'un modèle prédictif des accidents de dépassement, suivie d'une évaluation de la représentativité du modèle.

Cette méthodologie comporte les étapes suivantes :

- sélection des routes ou sections de routes à étudier selon la disponibilité des variables explicatives ;
- constitution des segments à étudier ;
- définition du facteur d'exposition et taux d'accidents ;
- sélection des variables explicatives ;
- étude de corrélation ;
- établissement des niveaux d'insécurité.

10.2.1 Sections étudiées

Pour une meilleure représentativité, la considération d'un échantillon de routes englobant tout le réseau rural à deux voies contiguës est souhaitable, toutefois, la non-disponibilité de certaines variables explicatives nous a obligés d'en considérer seulement une partie.

En plus des variables présentées dans le paragraphe 10.1, nous avons aussi voulu élargir le nombre des variables explicatives en incorporant les variables caractérisant le tracé de la route. Celles-ci émanent d'une base de données de MTQ dite « capacité, courbes et pentes ».

Les bases de données de MTQ sources de nos variables explicatives sont alors :

⇨ capacité, courbes et pentes ;

- ⇨ inventaires des zones de dépassement et de non-dépassement (résultats de l'étude du marquage dont les données émanent de la base de données « Système 12 ») ;
- ⇨ les débits de trafic ;
- ⇨ les vitesses affichées.

La fusion de toutes ces données dans la base « capacité, courbes et pentes » nous a permis d'avoir une seule base de données comprenant l'ensemble de variables précitées.

Le tableau suivant indique la composition de cet ensemble.

Ensemble	Longueur totale		Nombre d'accidents		Nombre de routes concernées	Remarques
	(km)	(%)	Nombre	(%)		
Toutes les routes rurales à deux voies contiguës du Québec numérotées de 100 à 399	16 300	100	1 491	100	174	
Ensemble A (échantillon considéré dans la suite)	10 366	64	1 006	67	146	Toutes les variables sont disponibles

Les difficultés rencontrées lors de la fusion des dites bases concernent essentiellement quelques incompatibilités des codes attribués aux RTS entre les bases de données. Pour une conformité d'analyse, ces cas ont été exclus.

À noter que la base de données résultante est composée de fractions continues de routes ou tronçons de routes. Ces fractions sont en nombre de 16 140 pour l'ensemble A et comptent une longueur totale de 10 360 km, soit 64 % du réseau rural à deux voies contiguës du Québec numéroté de 100 à 399.

10.2.2 Reconstitution des segments

Le besoin de reconstituer des segments à partir des fractions de routes émane d'une part du fait que la majorité des variables descriptives ne peuvent être significative que sur

une certaine longueur de la route (Resende et Benekohal (1997) recommandent que les longueurs des sections utilisées pour l'élaboration de modèles de prédiction d'accidents soient supérieures à 0.8 km) et d'autre part que le dysfonctionnement provient généralement des derniers événements vécus par le conducteur avant l'accident.

La reconstitution des segments était basée essentiellement sur les deux critères suivants :

- ⇨ les fractions de routes doivent appartenir à la même route et être disposées d'une manière successive et continue ;
- ⇨ les fractions doivent avoir le même débit du trafic.

Cette opération nous a permis d'avoir un ensemble de 1873 segments (ensemble B) qui représentent 64% du réseau rural à deux voies contiguës et pour lesquels nous disposons de données sur les variables descriptives.

Les débits du trafic sont globalement compris entre 450 et 7 500 véhicules par jour (valeurs arrondies des 5^e et 95^e centiles) avec une médiane située à 2000 véhicules par jour.

La majorité des segments considérés ont une longueur comprise entre 1 000 et 13 000m (valeurs arrondies des 5^e et 95^e centiles), la médiane est située à 4 800m. Cette configuration concorde avec les conclusions de Resende et Benekohal (1997) qui recommandent des longueur de 0.8 km ou plus.

Les distributions du DJMA et de la longueur des segments sont présentées par la Figure 10-7.

Les nombres d'accidents de dépassement enregistrés s'étalent entre 0 accident, valeur observée pour 1269 des 1873 segments étudiés, et 12 accidents, valeur observée pour un seul segment. La répartition des segments en fonction du nombre d'accidents est illustrée par la Figure 10-8.

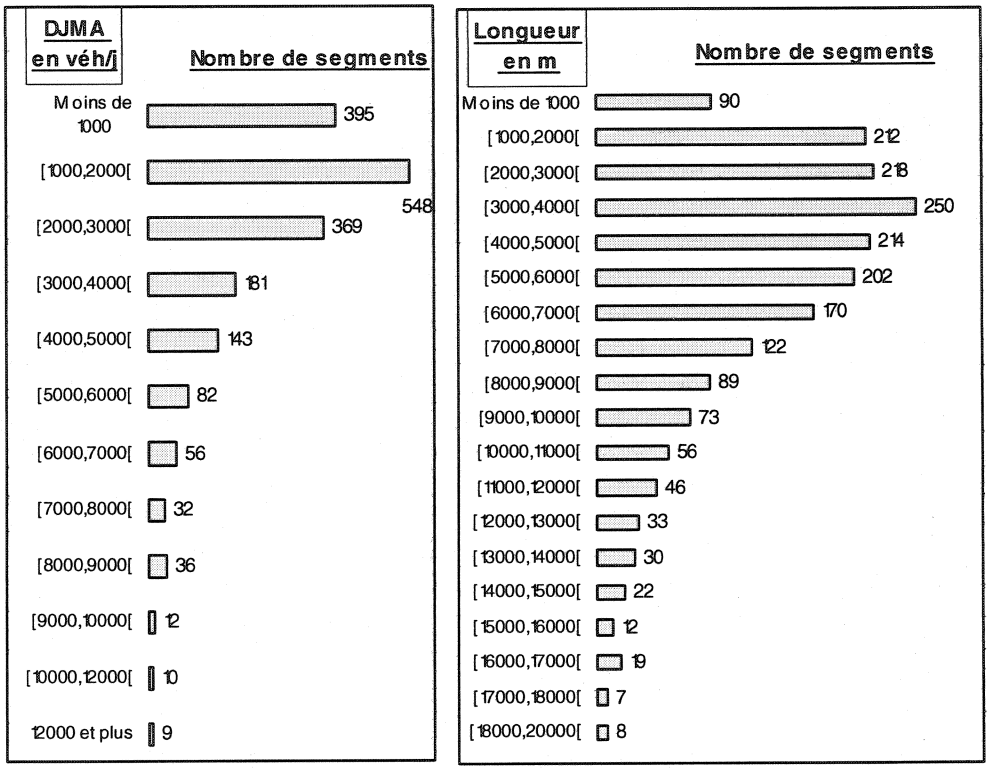


Figure 10-7 Distribution des débits du trafic et des longueurs des segments étudiés.

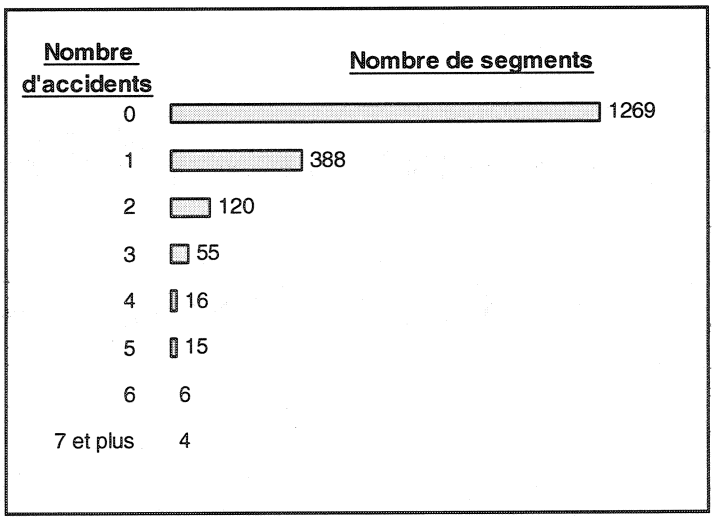


Figure 10-8 Répartition du nombre d'accidents en fonction des segments étudiés

Commentaires

Les segments ayant zéro accident représentent la majorité des segments de l'ensemble étudié (ensemble B), ce qui rendrait complexe l'interprétation des corrélations que nous envisageons entreprendre. La Figure 10-9 illustre la distribution des segments ayant zéro accident par classe du DJMA.

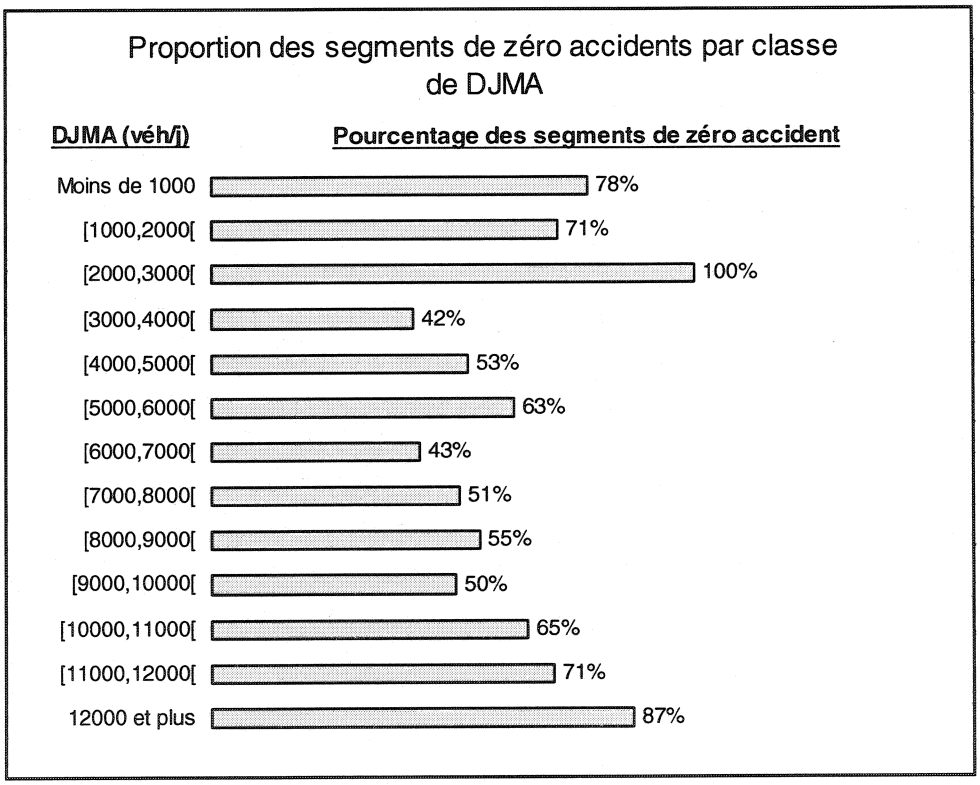


Figure 10-9 Proportion des segments de zéro accident par classe de débit du trafic

Remarquons que les classes de débits ayant les plus faibles proportions de segments de zéro accident ont un débit variant de 3000 à 10000 véhicules par jour.

Cette situation nous conduit à réaliser en parallèle les mêmes analyses sur des ensembles réduits représentant des segments cibles, ce qui pourrait nous aider à mieux

expliquer les résultats obtenus pour l'ensemble B. Les ensembles en question sont définis par le Tableau 10-1.

Tableau 10-1 Composition des ensembles qui seront analysés

Ensemble	Nombre de segments	Nombre d'accidents	Caractéristiques	Remarques
Ensemble B	1 873	1 006	Échantillon étudié	Échantillon de base
Ensemble C	1 873	604	Ensemble B en considérant seulement les accidents dont le premier facteur contributif est la manœuvre de dépassement	Cet ensemble est considéré pour comparer les résultats en fonction du degré de contribution de la manœuvre de dépassement à l'occurrence de l'accident
Ensemble D	5 86	540	Tous les segments de l'ensemble B ayant des débits variant de 3000 à 10000 véh/j	Dans cet intervalle de débit, la proportion des segments de zéro accident est relativement faible
Ensemble B1	604	1006	Tous les segments de l'ensemble B ayant 1 accident ou plus	Les segments ayant 0 accident représentent 68% de tout l'échantillon, nous allons décidé d'étudier cet ensemble sans les segments de 0 accident
Ensemble B2	216	618	Tous les segments de l'ensemble B ayant 2 accidents ou plus	Analyser les corrélations sur des ensembles réduits
Ensemble B3	96	378	Tous les segments de l'ensemble B ayant 3 accidents ou plus	

10.2.3 Facteur d'exposition et taux d'accidents

Le facteur d'exposition au risque est généralement exprimé par un nombre d'usagers présents ou circulants sur la route (CHAPMAN 1973). Autrement dit, l'exposition au risque représente le nombre de fois que l'usager devient vulnérable à l'accident. Pour

les routes rurales hors intersection, l'exposition au risque est conventionnellement le produit du DJMA et de la longueur du tronçon étudié pour tous les types d'accidents. La spécificité des accidents de dépassement impose une autre configuration dudit facteur. Ainsi, la revue de littérature effectuée par CHAPMAN (1973) fait référence au nombre de créneaux de dépassements sur un segment de route comme facteur d'exposition au risque pour ce type d'accidents.

À défaut de mesures sur les créneaux de dépassement, nous considérons le facteur de risque conventionnellement utilisé, soit :

$$Expo = \frac{DJMA \cdot 365 \cdot Long}{10^6}$$

Long désigne la longueur de la section en km.

Le taux d'accident considéré représente alors le nombre d'accidents par rapport à l'exposition au risque, exprimé en million de véhicules-km, soit :

$$\text{Taux}_{ACC} = \frac{N_{ACC}}{\text{Expo}}$$

Avec N_{ACC} : Nombre annuel d'accidents de dépassement ;

Expo : Facteur d'exposition.

10.2.4 Sélection des variables explicatives

Les variables considérées dans cette analyse sont :

- ⇨ Le DJMA (Véh/jour);
- ⇨ Pourcentage des camions (CAM);
- ⇨ Largeur de la chaussée en m (CHSE);
- ⇨ Largeur totale des deux accotements en m (ACCT);
- ⇨ Longueur totale de courbes horizontales par km (L_CRB);
- ⇨ Pourcentage de visibilité à 450m dans la courbe horizontale par km (VIS);
- ⇨ Longueur totale de courbes horizontales de rayon inférieur à 400 m par km (L_CRB400);

- ⇨ Longueur d'inclinaisons de déclivité égale ou supérieure à 4% par km (L_INSUP4).
- ⇨ Nombre de zones de non-dépassement par km (N_NP).
- ⇨ Longueur de zones de non-dépassement par km (L_NP).

Malgré que certaines variables soient interdépendantes, nous les avions considérées dans la suite de cette analyse en vue de choisir celle ayant le degré d'influence le plus élevé sur le taux d'accidents de dépassement.

Le Tableau 10-2 indique la moyenne et l'écart type des variables précitées.

Tableau 10-2 Moyenne et écart type des variables explicatives

VARIABLE	MOYENNE	ÉCART TYPE
Taux d'accidents de dépassement (Nacc/10^6Véh_KM)	0.0237	0.0589
Volume du trafic, DJMA (Véh/jour)	2 659	2 234
Pourcentage de camion (%)	14.1346	9.2690
Largeur de la chaussée (m)	7.0176	1.2798
Largeur des 2 accotements (m)	4.5258	1.5160
Longueur de courbes par km (km/km)	0.2558	0.1793
Longueur de courbes de rayon < 400 m par km (km/km)	0.3597	0.6784
Pourcentage de visibilité à 450m (%)	0.7939	0.1608
Longueur d'inclinaisons de déclivité égale ou supérieure à 4 % par km (Unité/km)	0.1624	0.1912
Nombre de zones de non-dépassement par km (Unité/km)	0.5166	0.2171
Longueur de zones de non-dépassement par km (km/km)	0.6026	0.2832

Le **Tableau 10-3** présente les corrélations entre les variables explicatives.

Tableau 10-3 Corrélations entre les variables explicatives

Variable		DJMA	CAM	CHSE	ACT	L_CRB	L_CRB400	VIS	L_INSUP4	N_NP	L_NP
Débit journalier moyen annuel	DJMA	1	-0.184	0.362	0.231	-0.080	-0.074	0.119	-0.178	0.103	-0.037
% camion	CAM	-0.184	1	0.090	0.160	-0.037	-0.036	0.034	0.039	0.030	0.062
Larg.de chaussée	CHSE	0.362	0.090	1	0.094	-0.141	-0.020	0.153	0.022	0.186	0.088
Larg.d'accotements	ACT	0.231	0.160	0.094	1	0.067	-0.218	-0.012	-0.125	0.053	0.007
Long. de courbes par km	L_CRB	-0.080	-0.037	-0.141	0.067	1	0.195	**-0.946**	0.073	-0.028	0.065
Long. de courbes de rayon < 400 m par km	L_CRB400	-0.074	-0.036	-0.020	-0.218	0.195	1	-0.248	0.107	-0.002	0.042
% de visibilité à 450m	VIS	0.119	0.034	0.153	-0.012	**-0.946**	-0.248	1	-0.111	0.017	-0.106
Long d'inclinaisons de déclivité ≥ à 4 % par km	L_INSUP4	-0.178	0.039	0.022	-0.125	0.073	0.107	-0.111	1	-0.058	0.064
Nbre de zones de non-dépassement par km	N_NP	0.103	143	0.186	0.053	-0.028	-0.002	0.017	-0.058	1	**0.743**
Long. de zones de non-dépassement par km	L_NP	-0.037	0.062	0.088	0.007	0.065	0.042	-0.106	0.064	**0.743**	1

Les résultats de corrélation entre les variables confirment la dépendance de certaines variables entre elles. Référence faite au pourcentage de visibilité à 450m qui dépend de la longueur des courbes (visibilité diminue si la longueur de courbes augmente) et au nombre avec la longueur de zones de dépassement par km.

10.2.5 Étude de corrélation

Comme déjà mentionné, notre analyse de corrélation va se porter sur les six ensembles présentés par le **Tableau 10-3**. Les résultats de corrélations entre le taux d'accidents et les variables indépendantes pour les six ensembles sont présentés par le Tableau 10-4.

Tableau 10-4 Résultats de corrélations entre les taux d'accidents et les variables explicatives

VARIABLES	TAUX D'ACCIDENTS DE DÉPASSEMENT					
	Ensemble B (échantillon de base)	**Ensemble C** (Accidents dont le premier facteur contributif est le dépassement)	**Ensemble D** (tous les segments avec un DJMA variant de 3000 à 10000 véh/j)	**Ensemble B1** (tous les segments de B sans les 0 accidents)	**Ensemble B2** (tous les segments de B ayant 2 accidents ou plus)	**Ensemble B3** (tous les segments de B ayant 3 accidents ou plus)
Débit journalier moyen annuel	-0.022	-0.011	-0.041	-0.296	-0.469	-0.467
Pourcentage de camions	-0.020	-0.014	0.034	-0.083	0.019	0.017
Largeur de chaussée (m)	-0.041	-0.024	-0.066	-0.124	-0.219	-0.283
Largeur d'accotements (m)	0.012	0.030	0.042	-0.162	-0.215	-0.219
Longueur de courbes par km	-0.028	0.017	0.04	-0.009	-0.037	0.049
Longueur de courbes de rayon < 400 m par km	-0.026	0.012	-0.141	0.211	0.139	0.075
% de visibilité à 450m	0.033	0.018	-0.029	0.002	0.014	-0.082
Longueur d'inclinaisons de déclivité ≥ à 4 % par km	0.011	0.012	-0.042	0.13	0.112	-0.053
Nombre de zones de non-dépassement par km	-0.010	0.002	-0.02	-0.05	-0.095	-0.044
Longueur de zones de non-dépassement par km	-0.005	0.014	-0.044	0.001	-0.094	0.006

Les résultats de corrélation ne montrent aucune relation apparente entre les taux d'accidents et les variables explicatives pour tous les segments de l'ensemble B, représentant l'échantillon étudié, ainsi de ceux des ensembles réduits C et D. Nous rappelons que les ensembles C et D représentent les segments de l'ensemble B où seuls les accidents dont le premier facteur contributif est le dépassement et l'ensemble D désigne les segments ayant un DJMA variant de 3000 à 10000 véh/j.

Nous jugeons, en conséquence, qu'un modèle créé à partir de la combinaison des variables descriptives extraites de l'ensemble B, C ou D ne peut prédire les accidents de dépassement quelque soit le degré de représentativité accordé au résultat. Bien entendu, la logique de cette interprétation provient d'une part des résultats de corrélations précités, jugés très faibles et d'autre part de la non-fiabilité des prédictions qui peuvent être générées par un tel modèle.

Nous avons pensé aussi que ce résultat émane probablement du fait que les segments comportant des accidents représentent une faible proportion de l'ensemble si les segments où on n'a pas enregistré des accidents de dépassement sont comptés, raison pour laquelle nous avons tenté d'analyser les corrélations en excluant les segments avec 0 accident.

À travers les résultats de corrélation déterminés pour les accidents de l'ensemble réduit B1 présentés aussi par le Tableau 10-4 (les segments de zéro accident sont exclus), certaines variables ont montré des effets apparents sur le taux d'accidents. Il s'agit :

1. du débit du trafic ;
2. de la largeur de la chaussée ;
3. de la largeur des deux accotements ;
4. de la longueur des courbes dont le rayon est inférieur à 400m par km;
5. de la longueur d'inclinaisons de déclivité égale ou supérieure à 4 % par km.

Cependant, la 4^{e} et la 5^{e} variables ont vu leur influence affaiblie lorsque nous avons analysé les corrélations à partir des valeurs des ensembles réduits B2 (segments avec 2 accidents et plus) et B3 (segments avec 3 accidents et plus). À contrario, les coefficients de corrélation des 3 premières variables ont pris des valeurs plus importantes, tout en restant trop faibles pour qu'on puisse leur accorder une représentativité suffisante.

En conclusion, l'étude de corrélation révèle qu'un modèle de prédiction élaboré à partir des variables précitées ne peut être significatif. La dispersion notable des segments où on a enregistré des accidents de dépassement et leur nombre faible par rapport aux segments avec zéro accident confirment cette conclusion. Toutefois, la corrélation constatée avec le débit du trafic (DJMA) spécifiquement pour les segments où on a enregistré des accidents, malgré qu'elle soit partiellement représentative, pourrait nous renseigner sur la possibilité de pouvoir disposer de niveaux d'insécurité par rapport à des valeurs de référence du DJMA.

10.2.6 Niveaux d'insécurité au dépassement

Établir des niveaux d'insécurité par rapport à un taux critique d'accidents est une méthode qui est aussi usuellement utilisée. Cette méthode est adoptée par le MTQ pour l'ensemble des accidents.

Dans ce qui suit, nous allons d'une part introduire le principe de cette méthode, ensuite, nous allons procéder à son application sur les accidents de dépassement.

10.2.6.1 Présentation de la méthode

Cette méthode a été introduite par Norden et al (1956) et elle permet d'établir un ordre de priorité des accidents par rapport à l'exposition au risque, exprimé en véhicule-

kilomètre, au niveau de chaque section de la route constituée de **m** véhicules-kilomètres.

Cette méthode suppose essentiellement que :

- ⇨ La probabilité qu'au moins un accident survienne sur chaque unité véhicule-kilomètre (λ) est la même;
- ⇨ Les unités véhicule-kilomètre sont statistiquement indépendantes ;
- ⇨ L'occurrence des accidents suit la distribution de Poisson (pour des faibles valeurs de λ et grande valeur de m).

Cette méthode définit des limites supérieures et inférieures au niveau de chaque section en fonction de λ et m correspondant.

Le principe repose sur l'application de la loi de Poisson, soit :

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda m}(\lambda m)^x}{x!}$$

avec P(x) est la probabilité d'avoir x accidents sur m véhicules-kilomètres;

les deux limites (taux critiques) sont définies par les formules suivantes (correspondant au niveau de confiance de 99% pour l'estimation de la moyenne):

$$\text{La limite supérieure} = \lambda + 2.576\sqrt{\frac{\lambda}{m}} + \frac{0.829}{m} + \frac{1}{2m}$$

$$\text{La limite inférieure} = \lambda - 2.576\sqrt{\frac{\lambda}{m}} + \frac{0.829}{m} - \frac{1}{2m}$$

Ces limites ont été déduites par approximation à partir de la loi normale, le dernier terme est une correction de cette approximation.

Le principe d'application de cette méthode consiste à déterminer pour chaque segment de la route étudiée des taux critiques en fonction de λ et m correspondant. Ensuite, les taux d'accidents survenus sur toute la route sont comparés aux taux critiques, particulièrement le taux critique supérieur. En conséquence, on établit un ordre de priorité qui permettra d'orienter l'intervention.

10.2.6.2 Application de la méthode pour les accidents de dépassement

Comme déjà mentionnée, l'application de la méthode des niveaux d'insécurité basée sur les taux critiques suppose que la distribution de l'occurrence des accidents peut être assimilée à celle de Poisson. Donc, il est judicieux de vérifier en premier cette condition.

3 routes ont été choisies à partir de l'ensemble étudié (ensemble B) pour effectuer ladite vérification. La route 132 étant la route où on a relevé le plus grand nombre d'accidents de dépassement et deux autres ont été choisies aléatoirement (la route 113 et 343). La segmentation des 3 routes en unités de x véhicule-kilomètre a toujours donné un faible nombre d'accidents quelque soit la valeur de x. Une tentative de constitution des classes en fonction du nombre d'accidents s'étant produits par unité de x véhicules-kilomètre a néanmoins été effectuée ; le nombre de ces classes ne dépasse pas trois, ce qui est statistiquement insuffisant pour assurer une clarté dans la représentativité recherchée. Ce résultat ne nous permet pas de nous prononcer sur le fait que les accidents de dépassement relèvent ou non du processus de Poisson.

Nous concluons alors que la dispersion des accidents de dépassement est très grande et leur nombre est relativement faible pour qu'ils nous permettent une modélisation basée sur des processus statistiques.

CONCLUSIONS

L'étude du marquage nous a permis de dresser un état global du marquage axial des routes rurales à deux voies contiguës du Québec, en mettant en évidence les concepts et les pratiques actuellement en vigueur au Québec, tout en essayant d'éclaircir certaines ambiguïtés qui leur sont associées.

De plus, l'analyse comparative réalisée nous a orientés sur le degré de fiabilité des données exploitées, émanant du Système 12 par rapport aux données des investigations récentes effectuées sur des segments de routes de l'Abitibi-Témiscamingue–Nord-du-Québec. Les résultats dont nous disposons ont permis de relever une compatibilité significative, avec un degré de confiance de 95 %. Tandis que pour des analyses plus fines, des investigations sur les lieux et/ou une actualisation du Système 12 s'avèrent nécessaires.
Quant à l'analyse quantitative et statistique réalisée, elle nous a aidés à évaluer plusieurs aspects et à répondre à plusieurs interrogations.

Étant donné que la norme de la signalisation routière (MTQ 1999) n'explique pas clairement l'origine du choix du seuil de 100 m imposé pour la longueur minimale des zones de dépassement, notre référence à ce sujet était l'étude de Baass(1999) qui donne un modèle de dépassement pour le contexte du Québec.

À travers la présente étude, nous avons tenté de mesurer l'impact sur le nombre de zones de dépassement en appliquant les résultats de ce modèle, dont les seuils proposés dépassent significativement la longueur minimale de 100 m exigée par la norme (210 m pour les zones de vitesses de 80km/h et 262 m pour celles de 90 km/h). La nouvelle configuration indique une chute importante du nombre de zones de dépassement de 28% et une augmentation de la longueur moyenne des zones de non-dépassement de 32%. Nous supposons qu'il existe une valeur optimale entre les seuils avancés par le

modèle de Baass et le seuil stipulé par la norme, qui représente réellement la distance nécessaire pour effectuer le dépassement. En conséquence, l'étude recommande une prise en compte des facteurs réels de conduite à travers des observations du comportement et des pratiques de l'usager au moment des manœuvres de dépassement.

Par ailleurs, l'étude présente la distribution des zones de dépassement et de non-dépassement par classe de longueur en fonction de la variation de la longueur minimale de la zone de dépassement (le pas de variation considéré est de 1m). Ceci permettra d'estimer le coût engendré par un changement des prescriptions de la norme par rapport à la valeur minimale de la longueur de la zone de dépassement.

Enfin, l'étude propose pour les aspects auxquels elle ne permet pas d'apporter une réponse claire des perspectives de recherche. Ainsi, les études suivantes sont recommandées :

- l'étude d'impact d'un changement de réglementation en fonction de la répartition géographique des obstacles de type bancs de neige sur la capacité des routes ;
- l'étude de la délimitation et du marquage des zones de transition vers des zones d'interdiction;
- l'étude de l'utilité d'exclure le marquage par une ligne simple continue jaune sur les routes à deux voies contiguës du Québec;
- l'évaluation de l'utilisation de la vitesse pratiquée (85e centiles) au lieu de la vitesse affichée pour le design du marquage axial.

Quant à l'analyse des accidents de dépassement, elle nous a permis d'une part d'élaborer un processus d'identification des accidents de dépassement survenus sur les routes rurales à deux voies contiguës et d'autre part de dresser un bilan illustrant l'ampleur et l'étendue de ce type d'accidents sur le réseau du Québec.

En résumé, les accidents de dépassement survenus sur les routes rurales à deux voies contiguës numérotées de 101 à 399 pendant la période allant de 1997 à 2001 se caractérisent par :

- ⇨ un taux respectivement de 2.3 % par rapport à l'ensemble des accidents survenus sur les sections à deux voies contiguës étudiées et de 3.8 % par rapport à ceux enregistrés hors intersection. Ces taux sont comparables aux résultats des études réalisées sur trois États des États-Unis ;
- ⇨ la gravité la plus élevée en comparaison avec les autres types d'accidents (les accidents ayant engendré des morts ou/et des blessés graves représentent 14%);

De plus, l'analyse descriptive de ce type d'accidents nous a permis d'identifier les zones de concentration en terme de nombre et de gravité et de distinguer les accidents selon le degré de contribution de la manœuvre de dépassement. Les accidents dont la manœuvre de dépassement est le premier facteur contributif représentent 51% de l'ensemble des accidents dont la manœuvre de dépassement est un des facteurs contributifs.

Cette analyse a permis aussi d'explorer les tendances des accidents de dépassement par rapport aux paramètres caractérisant la route et son fonctionnement. Les résultats suivants méritent d'être évoqués :

- forte implication des véhicules lourds : dans 46% des accidents au moins un véhicule lourd est impliqué et dans 9 %, 2 ou plusieurs véhicules lourds sont impliqués;
- pas de concentration particulière d'accidents pour les zones de dépassement d'une longueur avoisinant 100 m. De ce résultat, nous ne pouvons pas nous prononcer sur l'ampleur par rapport au risque, étant donné que nous ne disposons pas du nombre de dépassements réellement effectués par zone, qui représente le facteur d'exposition au risque.

- dispersion importante des segments où on a enregistré des accidents de dépassement : 68% des segments ont zéro accident. De plus, le nombre d'accidents est jugé faible pour illustrer des effets combinés des paramètres explicatifs sur les accidents de dépassement. Ce résultat provient de l'étude de corrélation effectuée qui n'a pas révélé des effets apparents.

Enfin, nous estimons que les résultats de l'étude du marquage serviront comme référence pour les gestionnaires du réseau routier du Québec pour d'une part la quantification de la perte de zones de dépassement par rapport à un changement éventuel des prescriptions de la norme au sujet de la longueur minimale de la zone de dépassement et d'autre part la localisation des zones de dépassement qui seront abandonnées pour l'estimation des aménagements qui en résultent.

Nous pensons aussi que les scénarios de dépassement utilisés pour la détermination de la distance de visibilité pour le design du tracé routier et du marquage axial devraient prendre en considération les véhicules lourds comme véhicule dépassant et dépassé au lieu du véhicule automobile, l'unique type actuellement considéré comme véhicule dépassant, dépassé et circulant dans la direction opposée. Cette constatation émane de la forte implication des véhicules lourds dans les accidents de dépassement.

BIBLIOGRAPHIE

AASHTO. 2001. American Association of State Highway and Transportation Officials. Geometric Highway Design». A policy on geometric design of highways and streets. 9th ed. Washington D.C. : American Association of State Highway Officials. 128-130.

ATC. 1999. Geometric design guide for canadian roads. Ottawa: Association du Transport de Canada . Part1. 2.2.2.1-2.2.2.4.

ATC. 1998. Manuel Canadien de la Signalisation Routière. 1th ed. Ottawa: Association du Transport de Canada. Rubrique Markings.

ATSB. 2000. International Road Safety Comparisons the 2000 report. In site de Australian Transport Safety Bureau. [En ligne]. http://www.atsb.gov.au/road/stats/pdf/benchmark_00.pdf . (Page consultée le 30 Octobre2003).

BAASS, K-G. 2002. Analyse et quantification des impacts sur la sécurité des conditions d'accès à la propriété riveraine sur les routes rurales et semi-rurales du Québec. Montréal: Ministère des Transports. 250 p.

BAASS, K-G. 2000. Les impacts des accotements et de la largeur des voies sur la sécurité routière. Montréal: Ministère des Transports. 56 p.

BAASS, K-G 1999. Révision des normes de distances de visibilité appliquées au marquage. Montréal : Ministère des Transports. 115 p. Rapport d'étape final C.D.T. P2410.

BAASS, K-G. 1998. L'effet des profils horizontal et vertical sur la sécurité routière. Montréal : Ministère des Transports. 188 p.

BAASS, K. G. (1996). Étude comparative des normes de distance de visibilité. Vol I. Montréal : Ministère des Transports. 120 p.

CHAPMAN.1973. The concept of exposure. Accidents Analysis and Prevention. 5. 95-110.

CONVENTION DE VIENNE. 1968. Convention de vienne sur la signalisation routière Conclue à Vienne le 8 Novembre 1968. In site du Conseil Fédéral Suisse. [En ligne]. http://www.admin.ch/ch/f/rs/i7/0.741.10.fr.pdf. (Page consultée le 20 Octobre 2003).

DART et MANN.1970. Relationship of Rural Highway Geometry to Accident Rates in Louisiana . Highway Research Board Record. 312. 1-16.

FHWA. 2000. Manual On Uniform Traffic Control Devices MUTCD 2000. Millennium Edition Washignton : Federal Highway Administration . 1100 pages.

FHWA. 1981. The 1982 highway safety stewardship report. Washington, DC : Federal Highway Administration, US Department of Transportation. 86 pages.

GARBER, N. J. et al. 1984. Passing Requirements for Two-Lane Highways in Mountainous Areas. Transportation Research Board TRB REC. 956. 33-36.

GUPTA, R.C. et JAIN, R. 1973. Effect of certains geometric design characteristics on Highways on accident rates for two lane, two-way in Connecticut. University of Connecticut, Connecticut department of transportation . 227pp.

HASSAN, Y. et al 1995. Sight Distance on Horizontal Alignments with Continuous Lateral Obstructions . Transportation Research Record TRB. 1500. 31-42.

HAUER, E. 1997. Observational Before-After Studies in Road Safety: Estimating the Effect of Highway and Traffic Engineering Measures on Road Safety. Oxford: Elsevier Science Ltd. 289 pages.

HEIMBACH, HUNTER et CHAO. 1974. Paved Highway Shoulders and accident experience. Transportation engineering Journal ASCE. 100:11. 889-907.

HENRIETTA ET PISANO 1992. An Investigation of Passing Accidents on Two-Lane, Two-Way Roads. Publics Roads. 56:9. 49-60.

MOHAMEDSHAH, Y-M. 1992. Investigation of Passing Accidents Using the HSIS Data Base. Public Roads. 56: 2. 61-66.

MTF. 1997. Généralités sur le marquage des points singuliers. Instruction Interministérielle Sur La Signalisation Routière. Paris : Ministère des Transports Français. 17-58.

MTQ. 1999. Signalisation routière. Québec : les publications du Québec. Normes des ouvrages routiers. t. V signalisation routière. Vol 2. Rubrique Marques sur la chaussée.

MTQ. 1999a. La compréhension de la signalisation de début de zone non dépassement par les usagers de l'autoroute 55. Québec : Ministère Des Transports du Québec. 31 pages.

MTQ. 1994. Conception routière : Normes – Ouvrages routiers, tome I . Québec : Les Publications du Québec. Rubrique : Profils en travers.

MTQ. 1989. Code de la sécurité routière. Québec : Éditeur Officiel Québec. chapitre C-24.2 ;

MTQ. 1986. Guide des opérations de signalisation. Québec : Ministère Des Transports du Québec. Rubrique du Marquage.

MTQ. 1979. Instruction Générale sur la Signalisation Routière du Québec. Québec: Ministère Des Transports Du Québec.

NCUTLO. 1987. Uniform Vehicule Code and Model Traffic Ordinance. Evanston, Illinois: National Committee on Uniform Traffic Laws and Ordinances. Chapitre 11 parag. 311 p 58-59.

NHTSA. 2001. Traffic Safety Facts 2001. DOT HS 809 484. In site de National Highway Traffic Safety Administration. [En ligne]. http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-30/NCSA/TSFAnn/TSF2001.pdf (Page Consultée le 30 Novembre 2003).

NHTSA. 2002. Traffic Safety Facts 2002. DOT HS 809 620. In site de National Highway Traffic Safety Administration. [En ligne]. http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-30/NCSA/TSFAnn/TSF2002EE.pdf (Page consultée le 30 Novembre 2003).

Nicholson, A et Wong,Y-W. 1993. Are accidents Poisson distributed. Accident Analysis & Prevention . 25: 1. 91-97.

NORDEN, M. et al. 1956. Application of Statistical Quality-Control Techniques to Analysis of Highway-Accident Data. Transportation Research Board. HRB Bulletin 117. 17-31.

OCDE. 1990. Adaptations du comportement aux changements dans le système de transports routiers. Paris : Adaptations . 77 pages.

PERSAUD,B & Dzibik, L. 1992. Relating Freeway Accidents to Traffic, Geometric and Operational Factors. Compendium of Technical Papers. ITE Annual Meeting. Washington : Institute of Transportation Engineers.

PROTOCOLE DE GENEVE. 1973. 1968. Protocole sur les marques routières, additionnel à l'accord européen complétant la Convention sur la signalisation routière ouverte à la signature à Vienne le 8 novembre 1968 . In site du Conseil Fédéral Suisse. [En ligne]. http://www.admin.ch/ch/f/rs/i7/0.741.201.2.fr.pdf . (Page consultée le 20 Octobre 2003).

RAFF, M-S. 1953. Interstate Highway accident study. Transportation Research Board. HRB. Bulletin74. 18-54.

RESENDE, P& BENEKOHAL, R. 1997. Effects of roadway section length on accident modeling. Traffic congestion and Traffic safety in the 21st Century Conference. Chicago: Urban Transportation Div., ASCE .1. 403-409

ROY JORGENSEN ET AL. 1978. Cost and Safety Effectiveness of Highway Design Elements. Transportation Research Board, NCHRP Report 197. 237 pages.

SAAQ. 2001a. Les véhicules en circulation, les titulaires de permis de conduite, les infractions et les accidents. In site de La Société de l'assurance automobile du Québec. [En ligne].

http://www.saaq.gouv.qc.ca/publications/dossiers_etudes/transplourd_section1.pdf (Page consultée le 19 janvier 2004).

SAAQ. 2001. Nombre de victimes décédées au Québec selon les catégories d'usagers, 1996-2001. In site de La Société de l'assurance automobile du Québec. [En ligne]. http://inforoute.saaq.gouv.qc.ca/prevention/bilan_routier_01/deces_usagers.html, (Page consultée le 30 Octobre 2003).

SAAQ. 1991. Guide de rédaction du rapport d'accident de véhicules routiers. Québec: Société de l'Assurance Automobile du Québec. 66 pages.

TRANSPORT Canada. 1985. Road safety and motor vehicule regulation directorate. Cost-effectiveness of roadway delineation as a counter measure for accidents involving impaired drivers. Ottawa : Transport Canada. Project 1264-27.

TTI (1980). No-Passing Zone Treatments for Special Geometric and Traffic Operational Situations. Texas Transportation Institute. Report on contract no. RF 3828-4. DOT-FH-11-9454. Final Report Task D. 86 pages.

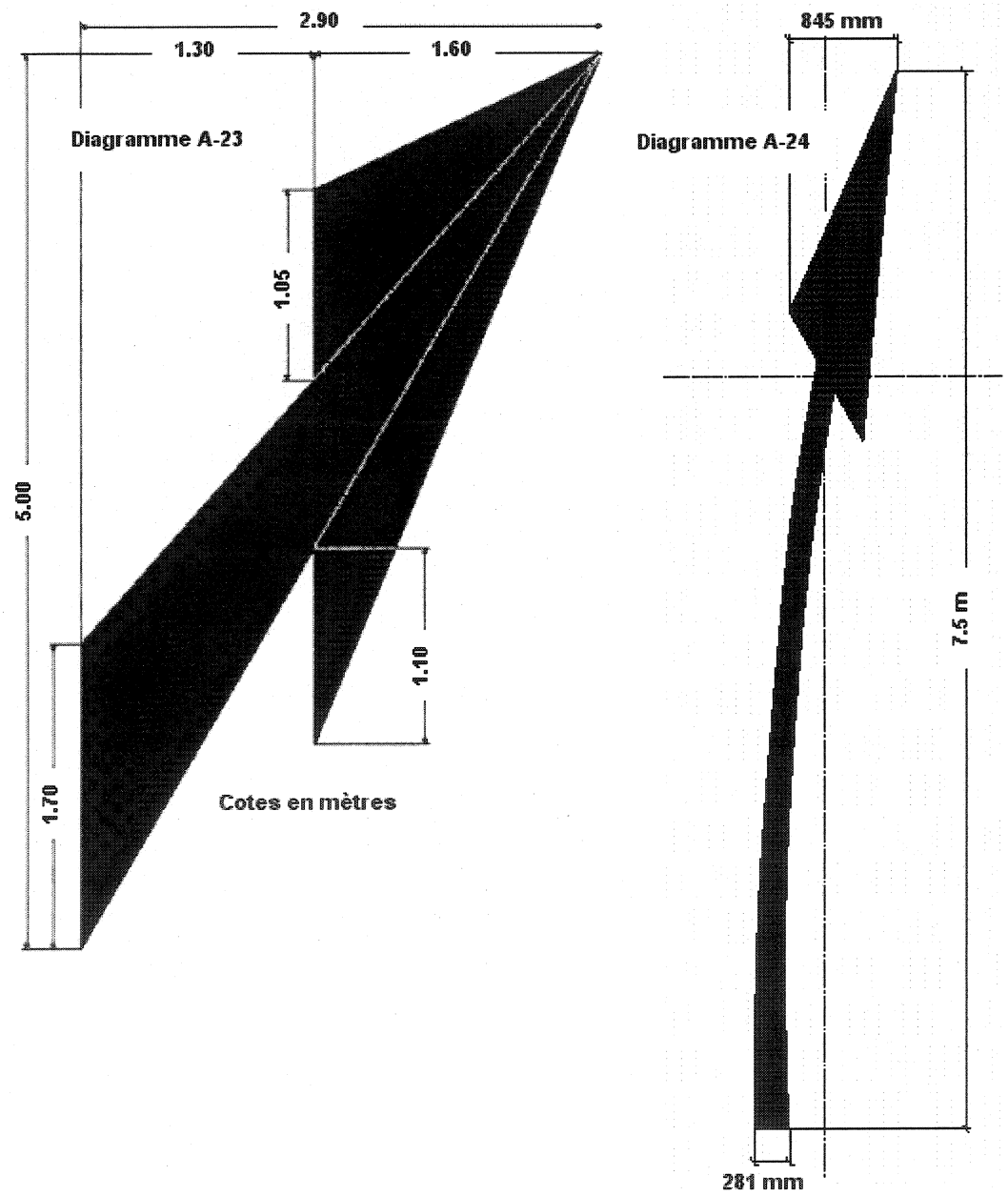
VALKENBURG, G. 1971. Criteria for No-Passing Zones. Transportation Research Board HRB REC. 366. 1-19.

WALDORF, R-J. 1977. No Passing Zones: Ways to Locate and Document Them. Traffic Engineering. 2. 29-34.

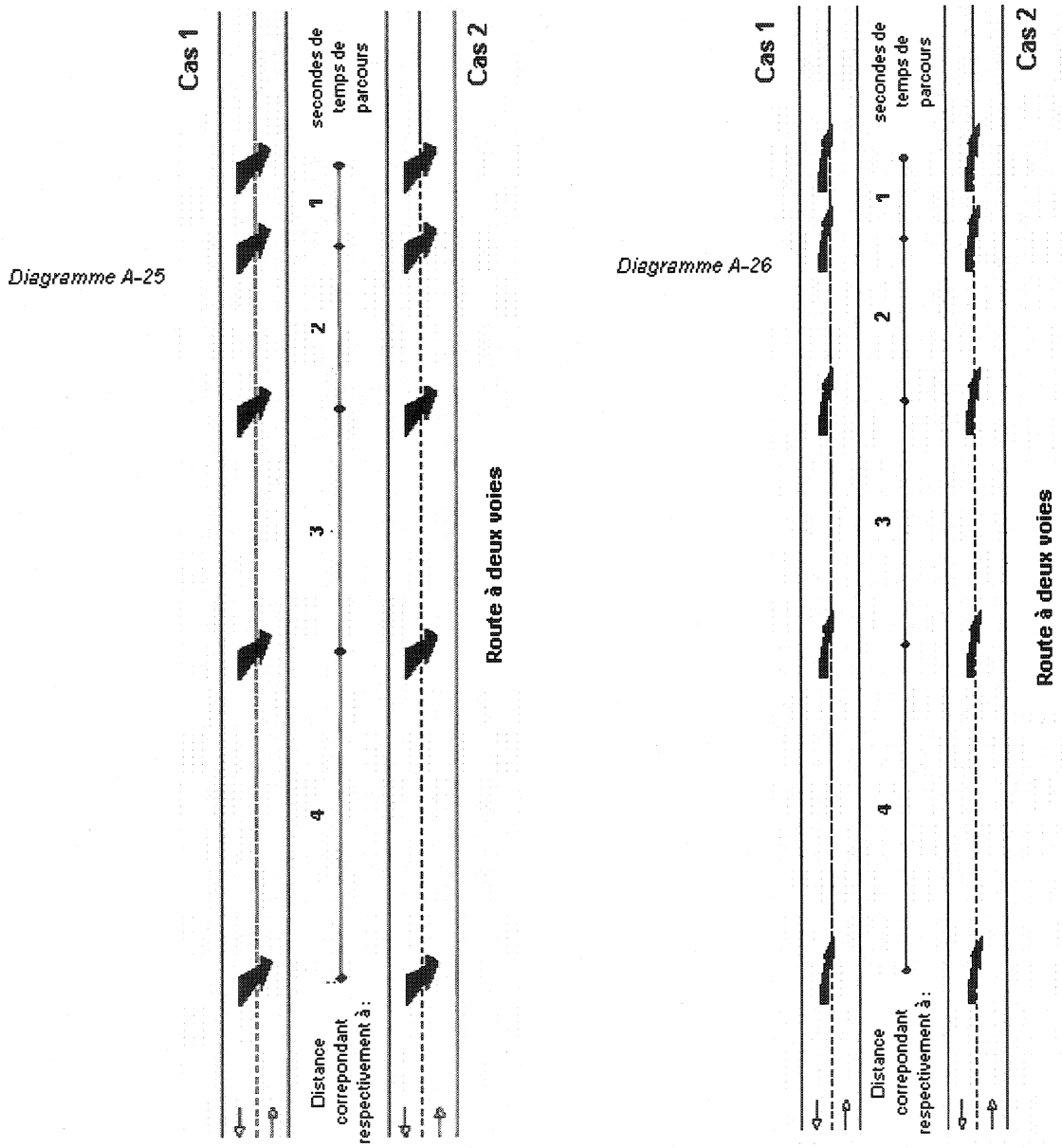
WOODS, D-L. 1979. Benefit-Cost Analysis of Advance Treatment for No-Passing Zones. Transportation Research Board TRB REC. 737 .55-58.

ANNEXES

ANNEXE A : Les diagrammes A-23, A-24, A-25 et A-26
(concept européen de marquage axial)



Type de flèches de rabattement selon le concept Européen (diagrammes A23 et A24)



Utilisation des deux types de flèches de rabattement selon le concept Européen (diagrammes A25 et A26)

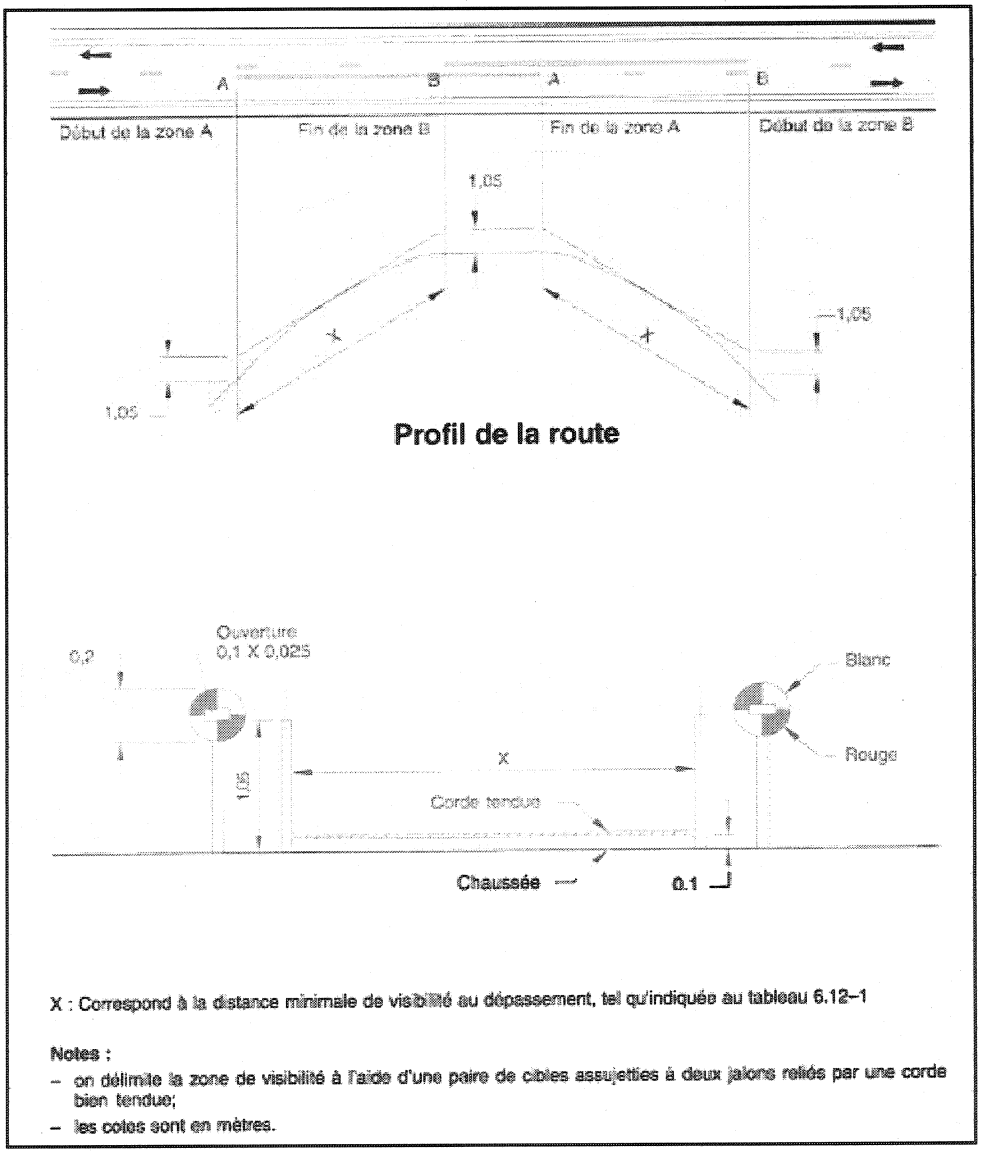
Le cas 1 : Les intervalles marqués constituant la ligne discontinue change d'allure à l'approche de la ligne continue;

Le cas 2 : Les intervalles marqués constituant la ligne discontinue sont de longueur constante;

ANNEXE B : La disposition de l'œil et de la cible stipulée par la norme du Québec pour la mesure de la distance de visibilité

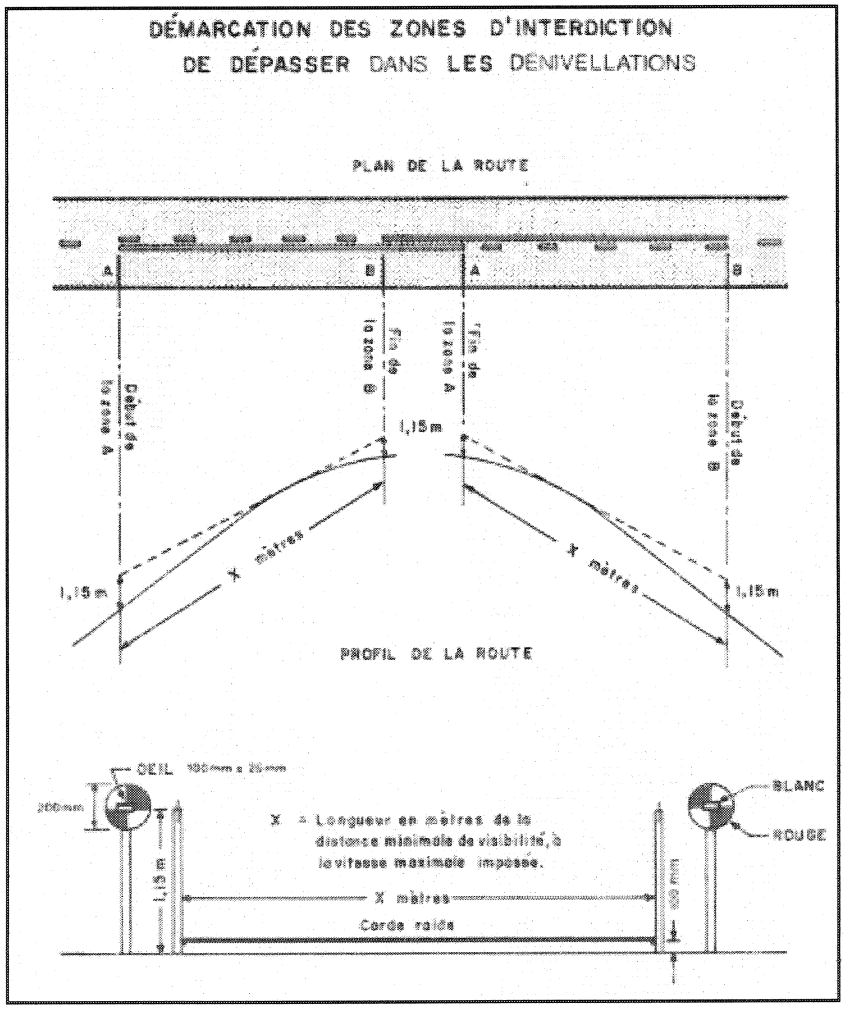
1- Hauteur de l'oeil et de la cible

Nous présentons ci-après les schémas illustrant la disposition de la hauteur de l'œil et de la cible. Les schémas sont extraits de la norme du Québec (MTQ 1999).



Disposition de l'œil et de la cible, norme du Québec (MTQ 1999)

Les hauteurs sont de 1.05 pour l'œil et la cible (MTQ 1999). La hauteur de la cible a été conduite à la baisse si on se réfère à l'instruction générale de la signalisation routière du Québec de 1979 qui a préconisé une hauteur de 1.15, voir la figure ci-dessous. Cette dernière valeur correspond à celle stipulée par les normes de conception routière (MTQ 1994) pour le design de la route.

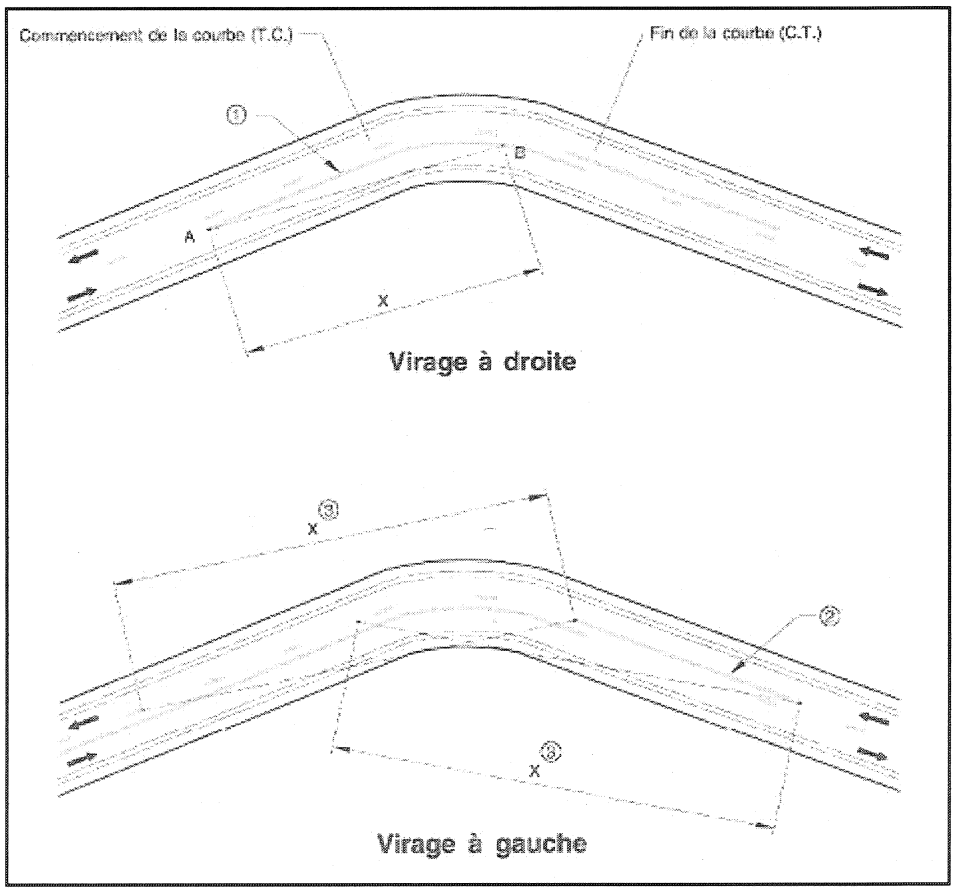


On obtient la longueur de la zone de visibilité à l'aide d'une paire de cibles assujetties à deux jalons reliés par une corde bien tendue.

Ligne de visée, extrait de l'instruction générale de la signalisation routière du Québec (MTQ 1979)

2- Le champs visuel

La ligne de visée est limitée à la fois par le bord de l'accotement et par le bord de la chaussée respectivement pour le cas d'un virage à gauche et à droite. Le choix du bord de l'accotement est justifiable par rapport au contexte hivernal prédominant et dont les bancs de neige entravent parfois la visibilité. Quant au choix du bord de la chaussée pour un virage à gauche, la norme de Québec (MTQ 1999) ne spécifie pas l'utilité de cette restriction.



Position de la ligne de visée, extrait de la norme du Québec (MTQ 1999)

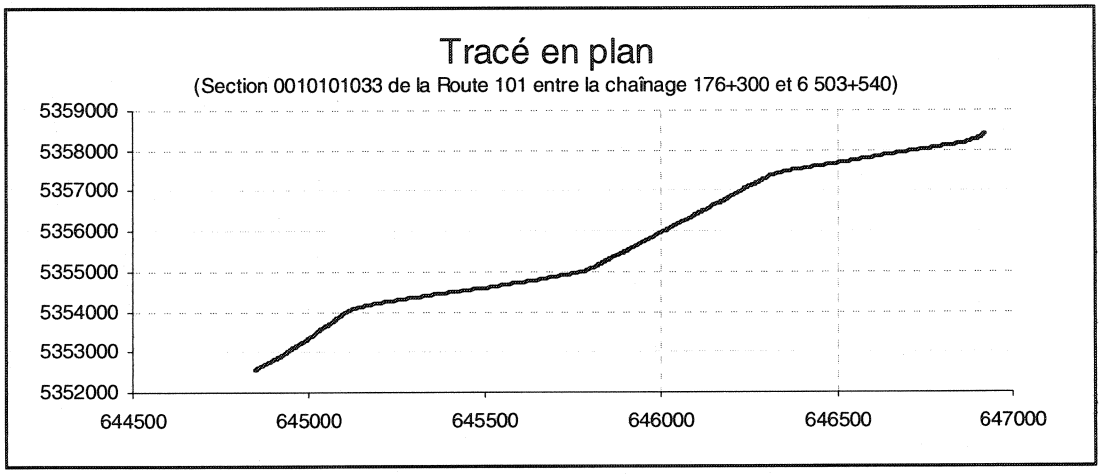
① La ligne continue doit s'étendre du point A à la fin de la courbe.

② La ligne continue doit s'étendre à l'endroit où la visibilité devient insuffisante (A) jusqu'à l'endroit où la visibilité redevient suffisante.

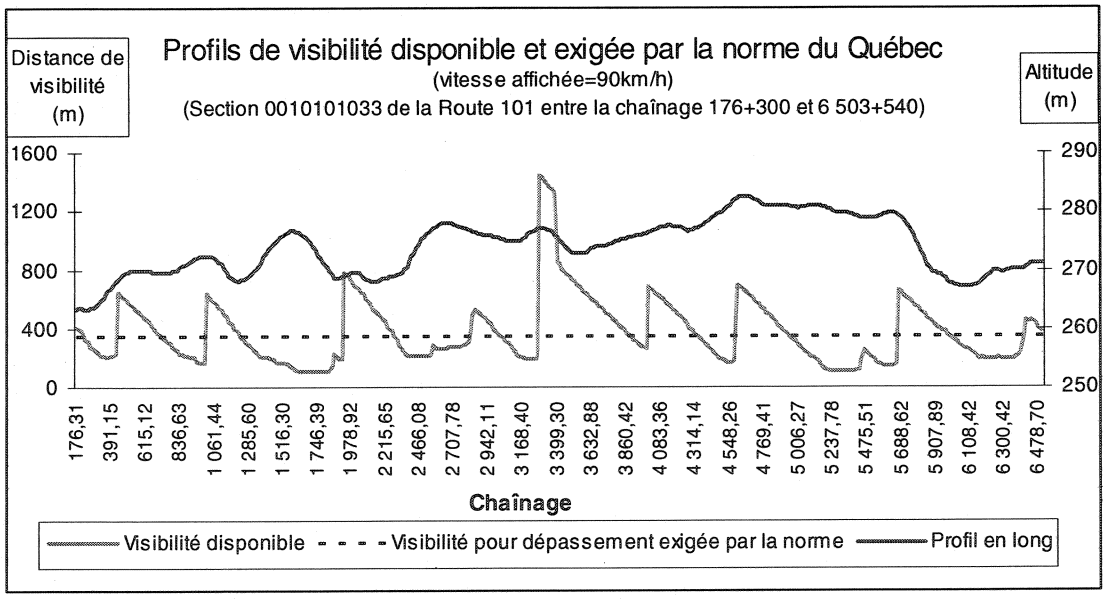
③ X : Correspond à la distance de visibilité au dépassement, tel qu'indiquée au tableau 6.12-1.

ANNEXE C : Exemple de profil de visibilité disponible

Pour bien illustrer le profil de visibilité, nous présentons aussi un exemple du tracé en plan et le profil en long de la section 033 de la route 101ainsi que la visibilité disponible en chaque point du tracé ainsi que celle préconisée par la norme pour dépassement.



Tracé en plan de la section 0010101033 entre les chaînages 176+300 et 6 503+540



Exemple de profils de visibilité disponible et celle préconisée par la norme pour dépassement (section 0010101033 entre les chaînages 176+300 et 6 503+540)

ANNEXE D : Aperçu sur la structure des données émanant du Système12

La base de données du MTQ dite Système 12 est structurée pour aider à l'exploitation et l'entretien du réseau routier du Québec. Cette structure forme un ensemble de sous-bases de données qui contiennent des informations spécifiques sur la route et de ses dépendances.
À titre d'exemple, nous citons :

1. Localisation.terr : représente une base de données indiquant la répartition territoriale de chaque section de route. Elle spécifie la municipalité concernée, la municipalité régionale de comte, sa juridiction, sa classification fonctionnelle et sa longueur réelle et par GPS si disponible;
2. CHSE : représente une base de données indiquant la largeur de la chaussée, nombre de voies et les surlargeurs, ainsi que le type revêtement de la chaussée;
3. ACCOT : représente une base de données indiquant la largeur et le type de surface des accotements;
4. MARQG-CTRE : donne les zones de sections marquées au centre avec le type du marquage appliqué en fonction de la couleur jaune ou blanche : ligne simple, continue, ligne double discontinue de droite, ligne double discontinue de côté gauche, ligne double continue, ligne simple discontinue;
5. MARQG-RIVE : donne les zones de sections marquées sur les rives soit à droite soit à gauche en fonction de la couleur du marquage .

Certaines données du Système 12 sont présentées sous forme de codes. Les tableaux suivants présentent la signification de ces codes.

Codes des surlargeurs de la chaussée

SURLARGEUR :	
D	Du côté droit
G	Du côté gauche
X	Des 2 cotés

Abréviations des types de marques

ABRÉVIATIONS DU MARQUAGE DE CENTRE	
LSCJ	Ligne simple continue jaune
LSCB	Ligne simple continue blanche
LDDDJ	Ligne double discontinue droite jaune
LDDDB	Ligne double discontinue droite blanche
LDDGJ	Ligne double discontinue gauche jaune
LDDGB	Ligne double discontinue gauche blanche
LDCJ	Ligne double continue jaune
LDCB	Ligne double continue blanche
LSDJ	Ligne simple discontinue jaune
LSDB	Ligne simple discontinue blanche

Codes de la juridiction de la route

CODE DE JURIDICTION :	
1	MTQ ET MTQ avant 1 avril 1993
2	MTQ ET MUNIC avant 1 avril 1993
3	MTQ ET MRN avant 1 avril 1993
4	MRN ET MUNIC avant 1 avril 1993
5	MUNIC ET MTQ avant 1 avril 1993
6	MUNIC ET MUNIC avant 1 avril 1993
7	Fédéral
Z	Autres

ANNEXE E : Procédé de fusion des sous-bases de données relatives au marquage et caractéristiques de la chaussée

Comme notre objectif principal pour le premier stade de traitement est d'aboutir à une seule base de données englobant tout les renseignements sur le réseau routier numéroté de 100 à 399, il était alors nécessaire de procéder à une fusion des sous-bases de données du Système 12.

Les sous-bases traitées à ce stade de traitement sont :

- la sous-base de localisation territoriale ;
- la sous-base du nombre de voies et de la chaussée ;
- la sous-base du marquage du centre ;

Trois étapes étaient nécessaires pour aboutir à la base globale :

- étape sélection ;
- étape conformité des données ;
- étape programmation et traitement.

1. Étape sélection

Cette étape nous a permis de sélectionner, au niveau des trois sous-bases, d'une part les données relatives aux routes numérotées de 100 à 399 et d'autre part de les distinguer en routes totalement contiguës (les routes composées de sections contiguës sur tout l'itinéraire) et partiellement contiguës (les routes composées de sections contiguës et séparées) pour faciliter le traitement.

Les sections adjacentes (définies au paragraphe 3.1.1 , sections qui n'appartiennent pas à l'itinéraire proprement dit, genre bretelle, piste cyclable...) ont été exclues du traitement.
À noter que les routes dont le numéro est supérieur à 1000 ont été aussi répertoriées et utilisées pour des fins de comparaison (voir paragraphe 3.3.1).

2. Étape de conformité des données

Cette étape est d'une importance cruciale, il s'agit de s'assurer que les codes de sections « RTS » et le chaînage total correspondant sur chacune des trois sous-bases ne présentent pas de divergences.

Les résultats de comparaison effectuée ont montré que la sous-base de localisation concorde avec la sous-base du nombre de voies et de la chaussée en terme de route, sections et chaînage.

Quant à la sous-base du marquage axial, les données concernent seulement les sections ou les parties de sections qui sont effectivement marquées, alors que les parties de sections non marquées ne figurent pas dans cette sous-base.

On distingue trois cas:

- des sections qui ne sont pas marquées en totalité ;
- des sections dont le marquage ne débute pas au niveau de l'origine de la section ;
- des sections dont le marquage se termine avant la fin de la section.

Cette situation ne peut satisfaire nos ambitions d'analyser le marquage sur les itinéraires au complet des routes numérotées de 100 à 399.

Le choix retenu pour ces trois cas consiste à les incorporer dans la sous-base du marquage, en lui attribuant un code de marquage nul.

Les résultats de cette étape de traitement nous ont permis d'avoir une compatibilité entre les trois sous-bases en terme des routes, sections et chaînages correspondants.

3. Étape de programmation et traitement.

Comme le nombre d'enregistrements des sous-bases de données est très grand, le recours au moyen de programmation est jugé nécessaire. Il s'agit d'une macro en code visual basic sous Excel qui a été élaborée pour effectuer le traitement.
Le traitement a été effectué pour 174 routes. 126 routes sont constituées uniquement de sections à voies contiguës et 48 routes sont constituées à la fois de sections à voies contiguës et à voies séparées.
Un extrait de la base globale, résultat de ce traitement, est donné par les deux tableaux ci-dessous.
Les code 1 et 0 attribués au type du marquage correspondent respectivement au cas où la zone est marquée ou non marquée. La signification des autres codes est donnée en annexe D.

Extrait de la section 25 tronçon 1 de la Route 101

Route N°	Index RTS	Chaînage début	Chaînage fin	Longueur zone (m)	LSCJ /	LDDDJ /:	LDDGJ :/	LDCJ //	LSDJ :	Largeur chaussée (m)	Nombre de voies	Sur largeur	État surface (code)	Marquage en blanc	Juridic	Classe fonctionnelle	MUNIC
00101	0010101025000C	0	406	406	0	0	0	1	0	6.7	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	406	513	107	0	1	0	0	0	6.7	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	513	524	11	0	1	0	0	0	7.3	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	524	720	196	0	0	0	0	1	7.3	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	720	1040	320	0	0	1	0	0	7.3	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	1040	1619	579	0	0	0	1	0	7.3	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	1619	2136	517	0	0	0	1	0	9.8	3	D	3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	2136	2704	568	0	0	0	1	0	10.5	3	D	3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	2704	2929	225	0	1	0	0	0	10.5	3	D	3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	2929	2930	1	0	1	0	0	0	6.6	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	2930	2944	14	0	1	0	0	0	7	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	2944	3091	147	0	0	0	1	0	7	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	3091	3245	154	0	0	1	0	0	7	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	3245	3674	429	0	0	0	1	0	7	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	3674	4015	341	0	0	1	0	0	7	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	4015	4389	374	0	0	0	1	0	7	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	4389	4704	315	0	1	0	0	0	7	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	4704	5012	308	0	0	0	0	1	7	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	5012	5377	365	0	0	1	0	0	7.3	2		3	0	1	27	8500500
00101	0010101025000C	5377	6000	623	0	0	0	1	0	7.3	2		3	0	1	27	8500500

Extrait de la section 11 tronçon 102 de la Route 391

Route N°	Index RTS	Chaînage début	Chaînage fin	Longueur zone (m)	LSCJ /	LDDDJ /:	LDDGJ :/	LDCJ //	LSDJ :	Largeur chaussée (m)	Nombre de voies	Sur largeur	État surface (code)	Marquage en blanc	Juridic	Classe fonctionnelle	MUNIC
00391	0039102011000C	3860	4120	260	0	0	1	0	0	6.7	2		4	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	4120	5060	940	0	0	0	1	0	6.7	2		4	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	5060	5285	225	0	1	0	0	0	6.7	2		4	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	5285	5475	190	0	0	0	0	1	6.7	2		4	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	5475	5540	65	0	0	1	0	0	6.7	2		4	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	5540	5720	180	0	0	1	0	0	6.7	2		3	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	5720	5736	16	0	0	0	1	0	6.7	2		3	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	5736	5778	42	0	0	0	1	0	6.7	2		3	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	5778	5824	46	0	0	0	1	0	10	3	D	3	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	5824	5866	42	0	0	0	1	0	10	3	D	3	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	5866	5931	65	0	0	0	1	0	13.5	4	X	3	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	5931	5950	19	0	0	0	1	0	13.5	4	X	3	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	5950	6096	146	0	0	0	1	0	10	3	G	3	0	1	41	8510500
00391	0039102011000C	6096	6138	42	0	0	0	1	0	6.7	2		3	0	1	41	8510500

ANNEXE F : Mode de traitement détaillé pour distinguer les zones de dépassement de celles de non-dépassement

Les résultats du traitement global sur les sous-bases du Système 12 (annexeE) nous ont permis d'aboutir à une base de données cohérente englobant toutes les caractéristiques de la route et les types du marquage appliqué.

L'objectif du traitement détaillé est de parvenir à établir un schéma itinéraire par route indiquant les zones de dépassement, les zones de non-dépassement et les zones non marquées.

Exemple :

La structure des données de la base globale du premier traitement :

Extrait de la base globale du premier traitement

Route N°	Index RTS	Chaînage RTS Début	Chaînage RTS Fin	Longeur zone (m)	LSCJ /	LDDDJ /:	LDDGJ :/	LDCJ //	LSDJ :
00101	0010101050000C	0	180	180	0	0	0	180	0
00101	0010101050000C	180	240	60	0	60	0	0	0
00101	0010101050000C	240	1240	1000	0	0	0	1000	0
00101	0010101050000C	1240	1900	660	0	0	0	660	0
00101	0010101050000C	1900	2140	240	0	240	0	0	0
00101	0010101050000C	2140	2200	60	0	0	0	0	60
00101	0010101050000C	2200	2480	280	0	0	280	0	0
00101	0010101050000C	2480	3430	950	0	0	0	950	0
00101	0010101050000C	3430	3750	320	0	320	0	0	0
00101	0010101050000C	3750	4150	400	0	0	400	0	0
00101	0010101050000C	4150	5279	1129	0	0	0	1129	0
00101	0010101050000C	5279	6090	811	0	0	0	811	0
00101	0010101050000C	6090	6180	90	0	90	0	0	0
00101	0010101050000C	6180	6410	230	0	0	0	230	0
00101	0010101050000C	6410	6920	510	0	0	0	510	0
00101	0010101050000C	6920	7180	260	0	260	0	0	0
00101	0010101050000C	7180	7480	300	0	0	300	0	0
00101	0010101050000C	7480	7650	170	0	0	0	170	0

La structure recherchée pour la même section (RTS):

ROUTE	RTS	Chaînage Route Début	Chaînage Route Fin	Longueur (m)	Zone Dépassement	Zone Non-dépassement	Zone non marquée
00101	0010101050000C	44781	44961	180		180	
00101	0010101050000C	44961	45021	60	60		
00101	0010101050000C	45021	46681	1660		1660	
00101	0010101050000C	46681	46981	300	300		
00101	0010101050000C	46981	48211	1230		1230	
00101	0010101050000C	48211	48531	320	320		
00101	0010101050000C	48531	50871	2340		2340	
00101	0010101050000C	50871	50961	90	90		
00101	0010101050000C	50961	51701	740		740	
00101	0010101050000C	51701	51961	260	260		
00101	0010101050000C	51961	52431	470		470	

Ce traitement a nécessité les étapes suivantes:

- l'analyse de la compatibilité des données;
- la préparation de la base pour le traitement détaillé;
- la détermination des zones;
- l'affection des vitesses.

1. L'analyse de la compatibilité des données

Notre première analyse de la base de données résultat du premier traitement a fait ressortir des zones dont le code du marquage axial jaune indique deux ou trois types de marques généralement incompatibles. À titre d'exemple, le code de ligne jaune double discontinue de droite et celle discontinue de gauche sont parfois affectées à la même zone.

Cela a été traité en distinguant ces zones du reste des zones traitées. Par conséquent, la structure finale de l'inventaire de zones recherché pour chaque itinéraire de route comportera les zones de dépassement et de non-dépassement et celles dont le marquage affecté est incompatible.

2. Préparation de la base pour le traitement détaillé

Il est primordial de préciser que pour aboutir à un schéma itinéraire illustrant les différentes zones recherchées, il était nécessaire d'affecter un chaînage global à toute la route qui réunit tous les chaînages des sections qui la constituent. Ceci se justifie par le fait qu'une zone de dépassement ou de non-dépassement peut s'étendre sur plus d'une section.

3. La détermination des zones

Ce traitement a été effectué à l'aide d'un algorithme informatique. Celui-ci a été rédigé pour nous permettre de passer de la base de données globale à des inventaires de zonage par itinéraire et par sens de circulation. Ces inventaires donnent les informations suivantes :

- Route;
- Section RTS où débute la zone;

- Chaînage de la RTS où débute la zone;
- Section RTS où se termine la zone;
- Chaînage de la RTS où se termine la zone;
- Longueur de la zone;
- Type de zone :
    - ✓ zone de dépassement;
    - ✓ zone de non-dépassement;
    - ✓ zone non-marquées
    - ✓ zone dont le marquage est incompatible;

4. L'affection des vitesses

L'affectation des vitesses affichées est une opération nécessaire pour distinguer les zones à caractère rural dans l'inventaire précité. Les vitesses affichées émanent d'une base de données qui nous a été remise par les services du MTQ.

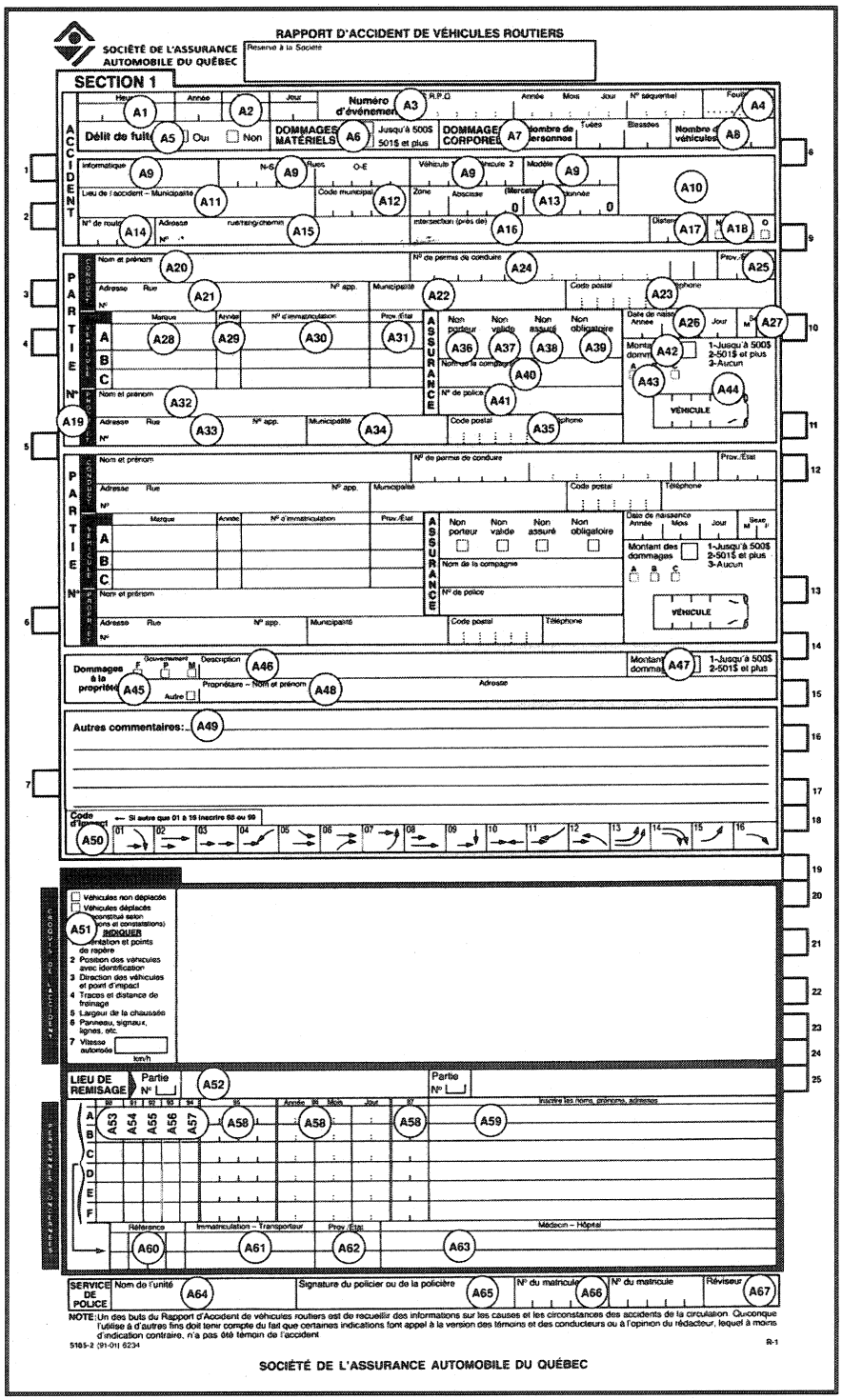
Par le critère de vitesse égale ou supérieure à 80 km/h avancé par l'étude, les zones à caractère rural sont les zones ayant cette vitesse sur l'intégralité de leur longueur.

Ce procédé exclut en conséquence le cas où:

- des zones ayant une vitesse affichée de 70 km/h et moins;
- deux vitesses succèdent dans la même zone et dont une est inférieure à 80 km/h.

Ce choix se justifie par le fait que les zones ayant une vitesse affichée de 70 km/h ou moins pourraient être à caractère semi-urbain ou urbain.

ANNEXE G : Extrait du rapport d'accident du Québec



RAPPORT D'ACCIDENT DE VÉHICULES ROUTIERS

SOCIÉTÉ DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC

Réservé à la Société

SECTION 1

ACCIDENT

Heure A1 — Année A2 — Jour — Numéro d'événement A3 — R.P.□ — Année Mois Jour — N° séquentiel A4 — Feuille

Délit de fuite A5 Oui Non — DOMMAGES MATÉRIELS A6 Jusqu'à 500$ 501$ et plus — DOMMAGE CORPOREL A7 Nombre de personnes Tuées Blessées — Nombre de véhicules A8

Informatique A9 — N-S A9 — Rues — O-E — Véhicule A9 — Véhicule 2 — Modèle A9

Lieu de l'accident – Municipalité A11 — Code municipal A12 — Zone — Abscisse — Mercator 0 — Ordonnée 0 — A10 — A13

N° de route A14 — Adresse — rue/rang-chemin A15 — intersection (près de) A16 — Distance A17 — M A18 O

PARTIE N° 1

Nom et prénom A20 — N° de permis de conduire A24 — Prov./É. A25

Adresse Rue A21 — N° app. — Municipalité A22 — Code postal A23 — Téléphone

Marque A28 — Année A29 — N° d'immatriculation A30 — Prov./État A31

ASSURANCE: Non porteur A36 — Non valide A37 — Non assuré A38 — Non obligatoire A39

Nom de la compagnie A40 — N° de police A41

Date de naissance Année A26 Jour — M A27 — Sexe F M

Montant des dommages A42 — 1-Jusqu'à 500$ 2-501$ et plus 3-Aucun

A43 — A44 — VÉHICULE

A19

PARTIE N° 2

Nom et prénom A32

Adresse Rue A33 — N° app. — Municipalité A34 — Code postal A35 — Téléphone

Dommages à la propriété A45 — (Gouvernement F P M) — Description A46 — Autre □

Propriétaire – Nom et prénom A48 — Adresse

Montant des dommages A47 — 1-Jusqu'à 500$ 2-501$ et plus

Autres commentaires: A49

Code d'événement A50 — ← Si autre que 01 à 19 inscrire 88 ou 99

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16

Véhicules non déplacés

Véhicules déplacés (construit selon croquis et constatations) INDIQUER A51

1 Intersection et points de repère
2 Position des véhicules avec identification
3 Direction des véhicules et point d'impact
4 Traces et distance de freinage
5 Largeur de la chaussée
6 Panneau, signaux, lignes, etc.
7 Vitesse automobile — km/h

LIEU DE REMISAGE — Partie N° — A52 — Partie N°

Inscrire les noms, prénoms, adresses

A — A53 A54 A55 A56 A57 — A58 — Année Mois Jour — A58 — A58 — A59

B C D E F

Référence A60 — Immatriculation – Transporteur A61 — Prov./État A62 — Médecin – Hôpital A63

SERVICE DE POLICE — Nom de l'unité A64 — Signature du policier ou de la policière A65 — N° du matricule A66 — N° du matricule — Réviseur A67

NOTE: Un des buts du Rapport d'Accident de véhicules routiers est de recueillir des informations sur les causes et les circonstances des accidents de la circulation. Quiconque l'utilise à d'autres fins doit tenir compte du fait que certaines indications font appel à la version des témoins et des conducteurs ou à l'opinion du rédacteur, lequel à moins d'indication contraire, n'a pas été témoin de l'accident

5165-2 (91-01) 6234 — R-1

SOCIÉTÉ DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC

ANNEXE H : Description de certaines variables de la base de données des accidents

Cette annexe décrit les variables des catégories 6 à 11 (voir paragraphe 8.1).

Catégorie 6

Cette catégorie est composée des 3 variables.

1. **Nombre de voies (1,2,3,4,...);**
2. **Type de surface (chaussée)**

Code état chaussée	Description
1	En bon état
2	En construction
3	En réparation
4	Trou, ornière, cahot
9	Autres
x	Non précisé

3. **Nature de la chaussée**

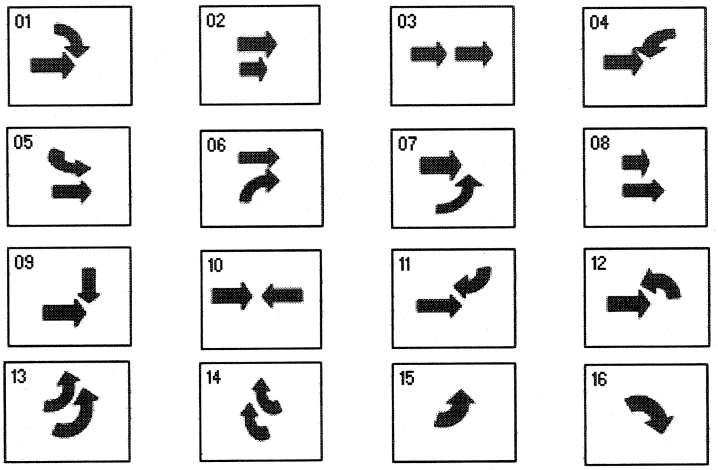
Code nature chaussée	Description
1	Asphalte
2	Béton
3	Gravier
4	Terre
9	Autres
x	Non précisée

Catégorie 7

Cette catégorie est composée de 2 variables.

1. Code d'impact

Les codes de cette variable déterminent le mouvement du ou des véhicules.



88	Pour tous les accidents impliquant un seul véhicule dont le code d'impact est différent des codes 15 ou 16
99	Pour tous les accidents impliquant plus d'un véhicule dont le code d'impact est différent des codes 1 à 14
X	Non précisé

2. Direction du mouvement

Code de la direction	Description
1 (N)	Le nord
2 (NE)	Le nord-est
3 (E)	L'est
4 (SE)	Le sud-est
5 (S)	Le sud
6 (SO)	Le sud-ouest
7 (O)	L'ouest
8 (NO)	Le Nord-Ouest
x	Non précisé

Catégorie 8

Cette catégorie comporte une seule variable:

Genre d'accident

Code genre accident	Description	Code genre accident	Description
1	Véhicule Routier	17	Remblai/talus/fossé
2	Piéton	18	Banc de neige
3	Train	19	Excavation/trou
4	Non motorisé	20	Puisard
5	Animal	21	Barricade/signalisation. Temporaire
6	Autres: collision	22	Autres
7	Lampadaire/poteau	23	Capotage
8	Borne fontaine	24	Submersion
9	Arbre	25	Feu/explosion
10	Garde-fou	26	Quitter chaussée
11	Poteau de signalisation	27	Autre sans collision
12	Édifice/mur	28	Non précisé
13	Bordure/trottoir	31	Obstacle temporaire
14	Clôture	32	Amortisseur d'impact
15	Pilier(pont,tunnel)	33	Autres: collisions ou objets fixes
16	Terre plein/îlot		

Catégorie 9

Cette catégorie est composée des 2 variables.

1. Localisation

Code de localisation	Description
21	Chaussée intersection
22	Chaussée entre intersections
23	Terre-plein central
24	Centre commercial
25	Terrain ou chemin privé
26	Passage à niveau
27	Tunnel/viaduc/pont
28	Trottoir
29	Accotement
99	Autre
XX	non précisée

2. Environnement

Code de localisation	Description
1	École
2	Résidentiel
3	Affaires
4	Industriel/Manufacturier
5	Rural
6	Forestier
7	Récréatif/Parc/Camping
8	Non précisé

Catégorie 10

Cette catégorie contient une seule variable: Vitesse autorisée

Code vitesse autorisée	Description
1	10 km/h.
2	20 km/h.
3	30 km/h.
4	50 km/h.
5	70 km/h.
6	80 km/h.
7	90 km/h.
8	100 km/h.
9	Autres
10	Non précisée
11	40 km/h.
12	60 km/h.
13	110 km/h.

Catégorie 11

Cette catégorie est composée des 2 variables, à savoir le premier et le deuxième facteur ayant contribué à l'accident. Les codes de ces deux variables sont les mêmes, distribués par catégorie.

A- État d'un ou des usagers de la route

Code facteur accident	Description
11	Rien à signaler
12	Facultés affaiblies/alcool
13	Facultés affaiblies/médicaments, drogues
14	Fatigue, sommeil ou malaise soudain
15	Inattention ou distraction
16	Défaut physique
17	Visibilité obstruée, éblouissement

B- comportement(manœuvres dangereuses) d'un ou des usagers de la route

Code facteur accident	Description
21	Rien à signaler
22	Excédait la vitesse permise
23	Conduite/vitesse imprudente
24	Lenteur indue
25	Non-respect d'un arrêt obligatoire
26	A passé sur un feu rouge
29	Suivait de trop près
30	Conduisait du mauvais côté de la voie
31	Circulait contrairement au sens unique

Code facteur accident	Description
32	Reculait illégalement
33	N'a pas cédé le passage
34	Stationné incorrectement ou dans un endroit dangereux
35	Omis d'allumer ses phares ou d'en diminuer l'intensité
36	Dépassement interdit
37	Dépassement dangereux
38	A dépassé ou croisé un autobus scolaire dont les feux clignotaient
39	Négligence du piéton
40	Négligence du cycliste

C- Le ou les véhicules

Code facteur accident	Description
51	Aucun défaut apparent
52	Freins défectueux
53	Crevaison
54	Direction défectueuse
55	Phares ou feux défectueux
56	Chargement non conforme
57	Attache de remorque défectueuse
58	Autres défauts mécaniques

D- L'infrastructure

Code facteur accident	Description
61	Rien à signaler
62	Mauvais état de la chassée
63	Tracé de la route inadéquat
64	Signalisation inadéquate
65	Éclairage insuffisant

E- Autres facteurs

Code facteur accident	Description
71	Rien à signaler
72	Conditions météorologiques
73	Animaux sur la route
74	Obstacles temporaires sur la route
75	Autres- à spécifier

ANNEXE I : Densité des accidents de dépassement par section

Nombre d'accidents supérieur ou égal à 5

Section (RTS)	Nombre total des accidents de dépassement	Nombre des accidents de dépassement graves
0011708051000C	12	1
0014805051000C	10	1
0013212110000C	9	1
0039301070000C	7	1
0013213020000C	7	1
0034302023000C	6	0
0020901141000C	6	1
0017503081000C	6	0
0017503060000C	6	2
0015503170000C	6	0
0014804140000C	6	1
0013891090000C	6	2
0013213180000C	6	1
0011708160000C	6	0
0011202055000C	6	0
0010801172000C	6	2
0010104033000C	6	0
0034802031000C	5	0
0034101020000C	5	0
0032301050000C	5	1
0024101170000C	5	1
0023502091000C	5	1
0020402060000C	5	0
0018501010000C	5	2
0017502251000C	5	1
0017001220000C	5	1
0016901221000C	5	0
0014806044000C	5	0

Nombre d'accidents supérieur ou égal à 5 (suite)

Section (RTS)	Nombre total des accidents de dépassement	Nombre des accidents de dépassement graves
0014805010000C	5	0
0014701090000C	5	0
0014101090000C	5	0
0013903051000C	5	0
0013892230000C	5	0
0013808011000C	5	0
0013807241000C	5	0
0013701140000C	5	1
0013701130000C	5	0
0013209140000C	5	0
0011709053000C	5	0
0011709032000C	5	1
0011708194000C	5	1
0011603080000C	5	0
0011602190000C	5	1
0011102030000C	5	1

Ces deux tableaux indiquent la classification des sections en fonction du nombre d'accidents de dépassement.

ANNEXE J : Accidents de dépassement survenus dans une même zone

Densité supérieure ou égale à 3

Section RTS	Chaînage	Nombre d'accidents	Nombre d'accidents ayant engendré des blessés graves ou/et des morts	DJMA en véh/j
0013212110000C	6322	4	0	6300
0014806044000C	3299	4	0	8200
0034101020000C	3507	4	0	7700
0034302023000C	930	4	0	8400
0011705060000C	8397	3	1	4500
0013801110000C	1831	3	0	2250
0013801170000C	860	3	1	8700
0014701090000C	1222	3	0	6000
0014805010000C	7061	3	0	5900
0017503050000C	3943	3	2	4800
0018501010000C	11861	3	2	5300
0031701031000C	6125	3	1	2210

Cette annexe présente la classification de zones de concentration des accidents de dépassement (nombre d'accidents égal ou supérieur à 3).

Il y a lieu de signaler que la section 0011708051000C possède 4 zones de concentration d'accidents de dépassement.