

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

COMME EXIGENCE PARTIELLE
À L'OBTENTION DE LA
MAÎTRISE EN GÉNIE DE LA CONSTRUCTION
M. Ing.

PAR
CLYDE CREVIER

LES AMÉNAGEMENTS EN MODÉRATION DE LA CIRCULATION,
ÉTUDE ET APPLICATIONS

MONTRÉAL, LE 26 AVRIL 2007

CE MÉMOIRE A ÉTÉ ÉVALUÉ
PAR UN JURY COMPOSÉ DE :

Mme Michèle St-Jacques, directrice de mémoire
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Gabriel J. Assaf, président du jury
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Patrick Barber, membre du jury
Ministère des Transports du Québec

IL A FAIT L'OBJET D'UNE SOUTENANCE DEVANT JURY ET PUBLIC
LE 29 MARS 2007
À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

LES AMÉNAGEMENTS EN MODÉRATION DE LA CIRCULATION, ÉTUDE ET APPLICATIONS

Clyde Crevier

SOMMAIRE

Né au début des années 1960 en Hollande, le concept à la base des techniques de modération de la circulation (TMC) s'est rapidement développé dans plusieurs pays d'Europe et en Australie. L'application des TMC a mené à des gains considérables en sécurité. Aujourd'hui, la Suède, le Royaume-Uni, la Finlande, les Pays-Bas, l'Australie et la Norvège présentent les meilleurs bilans routiers devant le Québec, la Suisse et le Canada.

Au Québec, l'amélioration de la convivialité et de la sécurité du réseau routier par l'utilisation des TMC demeure peu répandue et mal répertoriée. De ce fait, les publications locales sont quasi inexistantes. Les rares publications rapportent pour la plupart des études de site où quelques dispositifs ont été appliqués. Un manque de documentation persiste et affecte le niveau de connaissance des professionnels envers les TMC.

Le présent mémoire définit les TMC, les enjeux et les défis y étant reliés. Il permet aux professionnels de connaître plusieurs dispositifs (38) reliés aux TMC, leurs contextes d'utilisation, leurs avantages, leurs inconvénients, leurs coûts et les caractéristiques géométriques de certains dispositifs. Pouvant servir à titre de lignes directrices, ce mémoire s'utilise avec une bonne connaissance de la sécurité, de la conception et de l'aménagement routiers.

En plus de présenter quelques applications auxquelles l'auteur a personnellement contribué, ce mémoire dévoile une nouvelle méthode identifiant les dispositifs en TMC les plus aptes à être utilisés en fonction du type de site, des études effectuées, des causes possibles et de la problématique identifiée. Bien que la méthode propose concrètement l'application de dispositifs dans différents contextes, la réussite d'un aménagement repose sur son adaptation au milieu et le jugement des professionnels.

TRAFFIC CALMING, STUDY AND APPLICATIONS

Clyde Crevier

ABSTRACT

In the early 1960's in Holland, was the birth of the traffic calming concept. Australia quickly developed this concept and many European countries as well. Where applied, traffic calming led to considerable safety gains. Today, Sweden, the United Kingdom, Finland, the Netherlands, Australia and Norway present a better road safety assessment than Quebec, Switzerland and Canada.

In Quebec, the improvement of road network safety using traffic calming remains inadequate and inaccurately indexed. Local publications are almost non-existent. Amongst the few publications available, most report site studies where only a few devices were applied without an overview of the concept. The lack of publications affects the level of professional knowledge on traffic calming techniques.

This thesis presents traffic calming, the risks and the challenges. This document introduces several traffic moderation devices (38), the extent of their use, the advantages, the disadvantages, the costs and the geometrical characteristics of certain devices. Useful as guidelines, this document must be used with a good knowledge of road design and safety.

In addition to presenting some applications to which the author personally contributed, this thesis reveals a new method identifying the traffic moderation devices that are most likely to be used according to the type of site, the studies carried out, the possible causes and the identified problem. Although the method concretely proposes the application of devices in various contexts, a conscientious adaptation of the devices to particular road conditions remains essential.

REMERCIEMENTS

Cette recherche n'aurait pu être réalisée sans le support de l'École de technologie supérieure, du Fond de recherche sur la nature et les technologies du Québec et l'Association des Transports du Canada.

Mes plus sincères remerciements sont adressés aux personnes suivantes qui ont contribué au développement de ce mémoire dont : Michèle St-Jacques, directrice de mémoire, Arnaud Houdmont de l'Institut Belge pour la Sécurité Routière, Bertrand Bordeleau de la Société de l'assurance automobile du Québec et l'équipe de la Direction territoriale Mauricie-Centre-du-Québec du ministère des Transports du Québec.

J'adresse des remerciements spéciaux à toutes les personnes qui m'ont appuyé dans ma démarche dont : Francine Crevier, Mélanie Crevier, Véronique Desbiens, Denis Dufresne, Nathalie Fournier, Isabelle Labonté et René Noiseux. Merci de votre inconditionnel appui et de votre précieuse collaboration.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
SOMMAIRE	i
ABSTRACT	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
LISTE DES TABLEAUX	x
LISTE DES FIGURES	xi
LISTE DES GRAPHIQUES.....	xiv
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES	xv
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 DÉFINITION DU CONCEPT ET ENJEUX	3
1.1 Définition.....	3
1.2 Origine des TMC	4
1.3 Problématiques.....	7
1.3.1 Mobilité extrême.....	7
1.3.2 Conception surdimensionnée.....	9
1.4 Objectifs.....	12
1.5 Niveaux d'application.....	19
1.5.1 Niveau I.....	19
1.5.2 Niveau II	19
1.5.3 Niveau III.....	19
1.6 Mesures complémentaires.....	20
1.6.1 Éléments de sécurité et connaissance du réseau	20
1.6.2 Environnement routier et paysage	20
1.6.3 Éclairage	21
1.6.4 Transport actif.....	22
1.6.5 Travaux routiers.....	23
1.6.6 Sensibilisation, publicité et éducation	23
1.6.7 Réglementation et application	24
1.6.8 Attentes des usagers.....	25
CHAPITRE 2 DÉFIS RELIÉS AUX TECHNIQUES DE MODÉRATION DE LA CIRCULATION	26
2.1 Niveau de connaissance	26
2.2 Publications.....	27
2.3 Normalisation.....	28

2.4	Rôle des concepteurs	28
2.5	Réticence du milieu professionnel.....	29
2.6	Réticence de la population.....	30
2.7	Processus d'implantation	30
CHAPITRE 3 CONTEXTE D'UTILISATION		
ET IMPACTS DES AMÉNAGEMENTS		33
3.1	Déviations verticales.....	34
3.1.1	Bandes d'alerte transversales.....	35
3.1.2	Dos d'âne	38
3.1.3	Dos d'âne allongé	41
3.1.4	Coussins berlinois	45
3.1.5	Intersection surélevée et plateaux ralentisseurs	48
3.2	Aménagements pour piétons.....	51
3.2.1	Passages pour piétons	51
3.2.2	Passage piéton texturé.....	54
3.2.3	Passage piéton surélevé	55
3.2.4	Prolongement de trottoir	57
3.3	Déviations latérales.....	60
3.3.1	Avancées	60
3.3.2	Chicanes.....	64
3.3.3	Îlots plantés ralentisseurs	68
3.3.4	Îlots bombés franchissables	72
3.3.5	Îlot circulaire.....	74
3.3.6	Giratoire	78
3.3.7	Stationnement sur rue	84
3.4	Entraves	88
3.4.1	Terre-plein central et refuge pour piétons.....	89
3.4.2	Terre-plein continu en carrefour	94
3.4.3	Avancée à mi-chaussée	97
3.4.4	Îlot de canalisation et îlot de tourne-à-droite	99
3.4.5	Impasse	102
3.4.6	Terre-plein diagonal.....	105
3.5	Signalisation.....	108
3.5.1	Accès ou Virage interdit	108
3.5.2	Arrêt	109
3.5.3	Cédez le passage	110
3.5.4	Sens unique	111
3.5.5	Vitesse maximale.....	112
3.5.6	Panneaux à message variable et indicateur de vitesse pratiquée	112
3.5.7	Cinémomètre photographique.....	114
3.5.8	Marquage transversal	116
3.5.9	Entrée de ville et effet de porte	117
3.6	Autres mesures.....	118

3.6.1	Marques particulières.....	118
3.6.2	Carrefours à feux	119
3.6.3	Les feux « rouge intégral »	120
3.6.4	Les « feux espagnols ».....	120
3.6.5	Les feux de type « Barnes Dance ».....	120
3.6.6	Traverses dénivelées	122
3.6.7	Zones avancées pour cyclistes	123
3.6.8	Traitements d'un secteur	124
CHAPITRE 4 CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES DE CERTAINS AMÉNAGEMENTS		
4.1	Succession de dispositifs	127
4.2	Déviations verticales.....	128
4.2.1	Bandes d'alerte transversales.....	128
4.2.2	Dos d'âne allongé	133
4.2.3	Coussins berlinois	135
4.2.4	Intersection surélevée et plateau ralentisseur.....	138
4.3	Aménagements pour piétons.....	138
4.3.1	Passage piéton surélevé	139
4.3.2	Prolongement de trottoir	140
4.4	Déviations horizontales.....	141
4.4.1	Avancées	142
4.4.2	Chicanes.....	144
4.4.3	Îlots plantés ralentisseurs	145
4.4.4	Îlots bombés franchissables	146
4.4.5	Îlot circulaire.....	147
4.4.6	Giratoire	149
4.4.7	Stationnement sur rue	151
4.5	Entraves	152
4.5.1	Terre-plein central et refuge pour piétons.....	152
4.5.2	Terre-plein continu en carrefour	153
4.5.3	Avancée à mi-chaussée	153
4.5.4	Îlots de canalisation et îlots de tourne-à-droite.....	154
4.5.5	Impasses.....	155
4.5.6	Terre-plein diagonal.....	156
CHAPITRE 5 RENTABILITÉ DES AMÉNAGEMENTS EN MODÉRATION DE LA CIRCULATION		
CHAPITRE 6 APPLICATION DES DISPOSITIFS ET AMÉNAGEMENT		
6.1	Intersection de la route 139 et du chemin Tourville, Drummondville, Secteur St-Nicéphore.....	166
6.1.1	Description du site	167
6.1.2	Sécurité	167
6.1.3	Problématiques.....	168

6.1.4	Recommandations.....	169
6.2	Intersection du chemin Saint-Albert et du 4 ^e Rang, Warwick.....	172
6.2.1	Description du site	172
6.2.2	Sécurité	173
6.2.3	Problématiques.....	173
6.2.4	Recommandations.....	174
6.3	Traversée d'une agglomération sur la route 122, Saint-Cyrille-de-Wendover.....	178
6.3.1	Description du site	179
6.3.2	Sécurité	180
6.3.3	Problématiques.....	180
6.3.4	Recommandations.....	183
CHAPITRE 7 CHOIX DES DISPOSITIFS		188
7.1	Méthode Procéta	188
7.1.1	Niveau 1 : Problématique	189
7.1.2	Niveau 2 : Cause possible.....	190
7.1.3	Niveau 3 : Études et analyses recommandées	191
7.1.4	Niveau 4 : Type de site	192
7.1.5	Niveau 5 : Améliorations possibles en utilisant des TMC et autres améliorations possibles.....	193
7.2	Tableaux.....	194
CHAPITRE 8 DISCUSSION		214
8.1	Développement du concept.....	214
8.2	Utilisation.....	215
8.2.1	Déviations verticales.....	215
8.2.2	Aménagements pour piétons.....	216
8.2.3	Déviations latérales.....	216
8.2.4	Entraves	217
8.2.5	Signalisation.....	218
8.2.6	Autres mesures.....	218
8.3	Efficacité et incommodité des dispositifs	219
8.3.1	Vitesse.....	221
8.3.2	Débits.....	221
8.3.3	Sécurité	222
8.3.4	Accessibilité.....	222
8.3.5	Entretien.....	222
8.3.6	Compatibilité avec les véhicules lourds et le transport en commun.....	223
8.4	Coûts	223
8.5	Caractéristiques géométriques	225
8.6	Choix des dispositifs avec la méthode Procéta.....	225
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....		226
ANNEXE 1 Niveaux d'application.....		230

ANNEXE 2	Exemple de publicités sur la sécurité routière	232
ANNEXE 3	Image du portail Internet du projet « Tatouceinture ».....	237
ANNEXE 4	Tâche de conduite	239
ANNEXE 5	Processus type d'étude d'aménagement de rues conviviales selon l'ATC	241
ANNEXE 6	Éléments que doit contenir une expertise pour être soumise à l'autorité cantonale en Suisse	243
ANNEXE 7	Principes de gestion de la circulation locale de la ville d'Ottawa	245
ANNEXE 8	Articles sur l'implantation de terrasses dans les aires de stationnement sur rue.....	252
ANNEXE 9	Points de conflits de différents types de carrefour.....	254
ANNEXE 10	Schéma d'aménagement en îlogrammes.....	256
ANNEXE 11	Quelques panneaux d'interdiction d'accès	263
ANNEXE 12	Panneau à message variable couplé à un radar à Bemidji Lake (États-Unis)	265
ANNEXE 13	Panneau à message variable couplé à un radar dans l'état du Maine (États-Unis)	267
ANNEXE 14	Résultats types de l'application des TMC à un secteur défini	269
ANNEXE 15	Longueurs de séquence recommandées au Québec.....	271
ANNEXE 16	Autres conceptions pour les bandes d'alerte transversales	273
ANNEXE 17	Principales recommandations de l'ATC pour une avancée de trottoir.....	278
ANNEXE 18	Principales recommandations de l'ATC pour une chicane.....	280
ANNEXE 19	Principales recommandations de l'ATC pour un îlot circulaire	282
ANNEXE 20	Principales recommandations du Massachusetts Highway Department pour un îlot circulaire	284
ANNEXE 21	Localisation des panneaux dans un carrefour giratoire	286
ANNEXE 22	Dessins normalisés du MTQ sur le stationnement sur rue en parallèle	288
ANNEXE 23	Principales recommandations du Massachusetts Highway Department pour le stationnement sur rue	291
ANNEXE 24	Principales recommandations de l'ATC pour un terre-plein continu en carrefour	293

ANNEXE 25 Principales recommandations de l'ATC pour une avancée à mi-chaussée	295
ANNEXE 26 Principales recommandations de l'ATC pour des îlots de canalisation et de tourne-à-droite	298
ANNEXE 27 Principales dimensions pour la conception d'impasses.....	301
ANNEXE 28 Principales recommandations de l'ATC et du Massachusetts Highway Department pour la conception d'un terre-plein diagonal	305
ANNEXE 29 Intersection de la route 139 et du chemin Tourville, Drummondville, Secteur St-Nicéphore.....	308
ANNEXE 30 Intersection du chemin Saint-Albert et du 4 ^e Rang, Warwick.....	318
ANNEXE 31 Traversée d'une agglomération sur la route 122, Saint-Cyrille-de-Wendover.....	336
ANNEXE 32 Tableaux « Accident pattern, Probable cause and Safety Enhancement » du FHWA	353
ANNEXE 33 Tableaux des patrons d'accidents du MTQ	359
BIBLIOGRAPHIE.....	369
AUTRES RÉFÉRENCES CONSULTÉES	382

LISTE DES TABLEAUX

	Page	
Tableau I	Largeurs de chaussée recommandées au Québec en fonction du type de route, du débit de véhicules et du milieu	10
Tableau II	Largeurs de chaussée recommandées en Europe en fonction du type de véhicules.....	11
Tableau III	Estimation suédoise du nombre d'accidents par million de kilomètres marchés.....	17
Tableau IV	Longueur recommandée d'une séquence en fonction de la vitesse de roulement souhaitée et de la durée de traversée.....	128
Tableau V	Plages de dimensions pour la conception de bandes d'alerte transversales.....	130
Tableau VI	Espacement des ralentisseurs en fonction de la vitesse pratiquée au 85 ^e centile	135
Tableau VII	Dimensions recommandées pour les déplacements latéraux de l'axe routier en fonction du type de véhicule.....	145
Tableau VIII	Rayons minimaux selon l'angle, la catégorie de route et le type de véhicule	147
Tableau IX	Principales caractéristiques de différents types de giratoires	150
Tableau X	Économie réalisée en passant du transport motorisé au transport actif	161
Tableau XI	Coût des accidents sur les routes affichées à 50 km/h et moins entre 1990 et 1999 au Québec.....	161
Tableau XII	Économie potentielle produite par une réduction de 40 % des accidents sur les routes affichées à 50 km/h et moins pour une période de 10 ans.....	162
Tableau XIII	Collisions avec cyclistes ou piétons.....	195
Tableau XIV	Collisions à angle entre véhicules.....	198
Tableau XV	Collisions arrière entre véhicules.....	201
Tableau XVI	Collisions frontales ou latérales entre véhicules.....	203
Tableau XVII	Débits élevés, niveau sonore élevé, manque de convivialité	205
Tableau XVIII	Pertes de contrôle.....	208
Tableau XIX	Vitesses excessives, vitesses incompatibles avec le milieu.....	212
Tableau XX	Tableau synthèse des principaux dispositifs.....	220

LISTE DES FIGURES

	Page	
Figure 1	Avenue de Longwy à Messancy en Belgique, avant et après l'essor du transport motorisé.....	8
Figure 2	Équilibre entre l'accessibilité et la mobilité en fonction du type de route	13
Figure 3	Configurations possibles en traversée d'agglomération	14
Figure 4	Comparaison des distances d'arrêt en fonction de la vitesse.....	16
Figure 5	Évolution du champ de vision en fonction de la vitesse.....	18
Figure 6	Éclairage d'une traverse pour piétons en Belgique	22
Figure 7	Différence entre les BAT et les rainures d'accotements.....	35
Figure 8	Dos d'âne amovible utilisé comme dispositif unique sur une rue résidentielle à Saint-Cyrille-de-Wendover, Québec	39
Figure 9	Propriété riveraine endommagée par le contournement d'un dos d'âne à Saint-Cyrille-de-Wendover, Québec.....	40
Figure 10	Dos d'âne allongé en Pennsylvanie, États-Unis	41
Figure 11	Coussin berlinois placé en amont d'une traverse texturée pour piétons en Suède.....	46
Figure 12	Intersection surélevée à Anglet, France.....	49
Figure 13	Passage piéton surélevé précédé d'une surface texturée à Singapour	52
Figure 14	Prolongement de trottoir dans une intersection en Belgique	58
Figure 15	Avancée en section de route à Barcarès, France.....	61
Figure 16	Chicane en France.....	65
Figure 17	Chicane avec îlot bombé franchissable à Bacarès, France	68
Figure 18	Îlot planté ralentisseur dans une courbe prononcée à Spokane Valley, États-Unis	69
Figure 19	Îlot planté ralentisseur servant de refuge pour piétons, Îles des Sœurs, Québec	71
Figure 20	Bande franchissable dans le carrefour giratoire du Mont-Tremblant, Québec.....	72
Figure 21	Îlot circulaire à Austin, Texas, États-Unis.....	75

Figure 22	Illustration d'un carrefour giratoire ceinturé de pistes multifonctionnelles	79
Figure 23	Anneau complètement franchissable à Rezé, France.....	81
Figure 24	Refuge pour piétons à une intersection en Angleterre	90
Figure 25	Aménagement paysager d'un terre-plein central à Drummondville, Québec	92
Figure 26	Refuge amovible pour piétons à Mahnomen, États-Unis	93
Figure 27	Terre-plein continu dans une intersection en « T » à Drummondville, Québec	95
Figure 28	Avancée à mi-chaussée de type sortie seulement à Austin, États-Unis	97
Figure 29	Schématisation de différents îlots de canalisation	100
Figure 30	Quartier conçu avec de nombreuses impasses à Vancouver, Canada	103
Figure 31	Schématisation d'un terre-plein diagonal	106
Figure 32	Modification proposée au panneau de passage pour piétons.....	111
Figure 33	Marquage à illusion optique à Dourdan, France.....	116
Figure 34	Inscription sur la chaussée du mot : « Ralentissez » à Drummondville, Québec	119
Figure 35	L'intersection Shibuya à Tokyo, Japon	121
Figure 36	Zone avancée pour cyclistes ou sas pour vélos en Belgique	123
Figure 37	Panneau d'indication de zone avancée pour cyclistes	124
Figure 38	Principaux paramètres de conception des bandes d'alerte transversales	129
Figure 39	Disposition des bandes d'alerte transversales à l'approche d'une intersection.....	132
Figure 40	Profils possibles pour les pentes d'un dos d'âne allongé.....	134
Figure 41	Dimensions d'un coussin berlinois	136
Figure 42	Dimensions en mètres recommandées par le comté de Kent pour les coussins berlinois.....	137
Figure 43	Disposition des coussins berlinois en fonction des mouvements à une intersection	137
Figure 44	Dimension des passages surélevés pour piétons.....	139
Figure 45	Transitions pour l'aménagement d'un trottoir continu.....	140

Figure 46	Trottoir traversant en Belgique	141
Figure 47	Dimensions des avancées.....	142
Figure 48	Avancées symétriques et en diagonale aux intersections	143
Figure 49	Déplacement latéral de l'axe routier.....	144
Figure 50	Dimensions des îlots plantés ralentisseurs.....	146
Figure 51	Dimensions d'un îlot circulaire.....	148
Figure 52	Schématisation de différents types d'impasses.....	156
Figure 53	Emplacement géographique de la région administrative du Centre-du-Québec.....	164
Figure 54	Emplacement des études de sécurité.....	165
Figure 55	Localisation de l'intersection entre la route 139 et le chemin Tourville.....	166
Figure 56	Vue du carrefour peu lisible à une distance de 300 m sur la route 139	169
Figure 57	Chemin Tourville à 100 m de l'intersection	170
Figure 58	Aménagement proposé vu à partir de l'approche secondaire	171
Figure 59	Approche sud du Chemin St-Albert.....	173
Figure 60	Bandes d'alertes transversales réalisées par fraisage.....	175
Figure 61	Îlots en marquage avec texture intégrée implantés à l'intersection	175
Figure 62	Localisation de la route 122 à Saint-Cyrille-de-Wendover	178
Figure 63	Élargissement de la chaussée coïncidant avec la zone scolaire	179
Figure 64	Virage en voie inverse d'un véhicule lourd	181
Figure 65	Stationnement non canalisé	182
Figure 66	Affichage et installations aériennes	183
Figure 67	Aménagement proposé devant l'aréna et le parc	185
Figure 68	Aménagement proposé dans la zone scolaire	186
Figure 69	Noyau villageois avant et après l'enfouissement des installations aériennes	187

LISTE DES GRAPHIQUES

	Page
Graphique 1 Débits maximaux moyens en fonction de la vitesse pratiquée	15
Graphique 2 Coût des accidents routiers en Australie en 1996	159
Graphique 3 Coût de l'insécurité routière au Québec 2000.....	159
Graphique 4 Coût des principaux dispositifs.....	224

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES

AQTR	Association québécoise du transport et des routes
ATC	Association des Transports du Canada
BAT	Bandes d'alerte transversales
CERTU	Centre d'études sur les réseaux de transport et l'urbanisme
CETE	Centre d'études techniques de l'équipement
CETUR	Centre d'études des transports urbains
CH	Capital humain (méthode de calcul)
DAP	Disposition à payer (méthode de calcul)
DJMA	Débit journalier moyen annuel (véh/j)
EBC	Enrobés bitumineux colorés
ÉTS	École de technologie supérieure
FHWA	Federal Highway Administration
FQRNT	Fond de recherche sur la nature et les technologies du Québec
IBSR	Institut belge pour la sécurité routière
ITE	Institute of Transportation Engineers
MTQ	Ministère des Transports du Québec
PMV	Panneau à message variable
SAAQ	Société de l'assurance automobile du Québec
SCHL	Société canadienne d'hypothèques et de logement
SETRA	Service d'études techniques des routes et autoroutes
SUL	Sens unique limité
TMC	Techniques de modération de la circulation

INTRODUCTION

Considérant les réseaux routiers, les quartiers à l'intérieur des villes sont trop souvent bruyants, pollués et même dangereux. Selon Burrington et Heart (1998), les politiques de transport en sont en majorité responsables. Au cours des dernières décennies, les gouvernements d'ici et d'ailleurs ont favorisé les voitures plutôt que les quartiers et le transport motorisé plutôt que les autres modes de transport (Burrington et Heart, 1998).

Puisque des artères importantes traversent maintenant les villes dans des milieux résidentiels, un désir croissant s'installe chez la population de rendre les quartiers plus conviviaux et plus sécuritaires, notamment pour les enfants. Les citoyens veulent rééquilibrer l'espace public, voire l'espace du public, où le mot « public » ne désigne plus seulement celui motorisé. Les gens réclament l'espace envahi par tout ce qui est muni d'un tuyau d'échappement. « Ce n'est plus à l'être humain de s'adapter au trafic routier, mais au trafic routier de s'adapter à lui » (Association Transports et Environnement et Via Sicura, 2006a).

Au Québec, « les principaux problèmes soulevés par les municipalités en matière de sécurité routière sont la vitesse, le partage de la rue avec les piétons, les cyclistes et les patineurs, le transport lourd, l'entretien hivernal et les nouvelles technologies » (Ministère des Transports du Québec et Société de l'assurance automobile du Québec, 2001). La vitesse est le problème qui préoccupe le plus la population. Les municipalités reçoivent beaucoup de plaintes à ce sujet et s'entendent sur l'importance de mettre en œuvre des mesures concrètes contribuant à diminuer la vitesse (Ministère des Transports du Québec et Société de l'assurance automobile du Québec, 2001).

Pourquoi la vitesse est-elle inappropriée? L'organisation du territoire y détermine notre comportement (Burrington et Heart, 1998). Ainsi, la vitesse que pratiquent les usagers est influencée par l'environnement qu'ils traversent. Souvent, les largeurs de chaussées sont surdimensionnées et l'aménagement des abords de route est mal adapté au milieu

traversé. Que ce soit en milieu urbain ou en traversée d'agglomération, la vitesse et la sécurité des usagers peuvent être améliorées.

Les techniques de modération de la circulation (TMC) s'appuient sur l'environnement routier et les contraintes de conduite pour influencer la vitesse et le débit des véhicules. Ce faisant, une amélioration du niveau de sécurité et une diminution des impacts négatifs engendrés par le transport motorisé se manifestent.

L'accroissement constant du nombre de véhicules, la pratique de vitesses élevées, la dégradation des milieux de vie et la sécurité des usagers soulignent l'importance d'aménager l'espace public en fonction de restreindre ces désagréments. À cet effet, l'utilisation des TMC soulève plusieurs questions tandis que les TMC elles-mêmes demeurent un concept mal défini pour plusieurs. Quels sont les enjeux et les défis reliés à l'application des TMC? Quels dispositifs peuvent être utilisés afin de réduire les vitesses ou les débits de circulation? Quels sont les avantages et les inconvénients de l'application de ces dispositifs? Comment les concevoir? Sont-ils réellement efficaces et rentables pour la société? Ce mémoire répond à ces questions en plus de présenter quelques exemples concrets de l'application des TMC et de proposer une nouvelle méthode permettant d'associer les meilleurs dispositifs pour l'amélioration d'une problématique bien définie.

CHAPITRE 1

DÉFINITION DU CONCEPT ET ENJEUX

Le terme « techniques de modération de la circulation » (TMC), sous son appellation anglaise « traffic calming », a souvent été utilisé pour définir différents traitements dans la conception des réseaux routiers. Le présent chapitre définit clairement le sujet du mémoire. Après l’élaboration des principales problématiques du réseau routier pouvant être contrôlées par les TMC, les objectifs, les origines, les niveaux d’application et les mesures complémentaires aux TMC sont présentés.

1.1 Définition

Pour déterminer exactement le sujet de ce mémoire, voici la définition de l’Association des Transports du Canada (ATC) inspirée de celle de l’Institute of Transportation Engineers (ITE) :

« Les techniques de modération de la circulation sont une combinaison de mesures surtout physiques qui réduisent les effets négatifs de l’usage des véhicules automobiles, modifient le comportement des conducteurs et améliorent les conditions pour les autres usagers de la rue. » (Association des Transports du Canada, 1998)

Les TMC peuvent aller des changements mineurs à la reconstruction (Litman, 1999). Elles imposent donc une connaissance globale du milieu, du réseau et de ses usagers.

Le Certu (2006), faisant référence au décret de 1990 sur les règles en matière de modération et de modulation de la vitesse, élabore sur les aspects réglementaires des TMC : « Plus qu’une simple mesure réglementaire, c’est un CONCEPT qui définit le lien entre la limitation de vitesse, l’aménagement de la voirie et la fonction sociale de la rue, dans un objectif de sécurité pour tous les modes de déplacements. » Comme

mentionné précédemment, l'usager adapte sa vitesse en fonction de l'environnement. Ainsi, la limitation de vitesse doit être cohérente avec l'aménagement du milieu traversé.

1.2 Origine des TMC

Plusieurs origines sont portées aux techniques de modération de la circulation. Toutefois, la ville de Delft en Hollande semble être à l'origine du concept. Dans les années 1960, les citoyens de Delft ont transformé les rues en cours aménagées avec des tables, des bancs et des stationnements de façon à rendre les rues plus étroites et éliminer les véhicules empruntant ces rues résidentielles comme raccourcis (Daniel et coll., 2005).

Dans les années 1970, les employés municipaux de Delft ont construit un dos d'âne d'une élévation de 80 centimètres à l'embouchure d'une allée. Étrangement, le dispositif a immédiatement suscité la réaction d'un membre du conseil municipal qui s'est plaint d'avoir presque brisé les bouteilles de bière présentes à l'arrière de son véhicule en franchissant cet obstacle (Schlabbach, 1997).

En 1976, le code de la route néerlandais intégrait le concept d'aménagement de cours urbaines et son utilisation s'est depuis si bien multipliée, qu'en 1983, plus de 2700 cours urbaines avaient été implantées aux Pays-Bas (Loiseau, 1989). Les rues locales à faibles débits de circulation étaient devenues des aires récréatives où les enfants pouvaient s'amuser en toute sécurité malgré le passage occasionnel de véhicules motorisés. Par contre, l'ampleur de ce genre d'aménagement demandait des investissements substantiels que peu de gouvernements étaient en mesure de débourser. Ainsi, le concept de cour urbaine a été délaissé au profit d'aménagements moins coûteux comme les zones 30 (Couture, 1993).

Les zones 30 constituent un périmètre urbain bien délimité où la vitesse est limitée à 30 km/h pour tous les types de véhicules.

« Ce type d'aménagement de la voirie, en obligeant les véhicules à circuler à une vitesse très modérée, est destiné à rendre plus sûrs les déplacements des piétons et à favoriser la mixité du trafic entre cyclistes, automobilistes, transports en communs. Il s'accompagne de dispositifs physiques destinés à « casser » la vitesse des véhicules motorisés. » (Encyclopédie Wikipedia, 2007)

En 1984, le programme interministériel français « Ville plus sûre, quartiers sans accidents » est lancé. Ce programme avait comme objectifs d'organiser les déplacements motorisés en fonction de la vie urbaine, d'influencer le comportement des conducteurs par l'aménagement du milieu traversé, de sensibiliser la population, les professionnels et les autorités tout en favorisant le développement local. Divers aménagements ont été mis en place dans 43 projets différents qui ont mené à un gain général en sécurité de 52 %¹ (CERTU, 1994).

« Le concept de « zone 30 », qui a été introduit dans la réglementation française en novembre 1990 à l'occasion de l'abaissement général de la vitesse en milieu urbain à 50 km/h, constitue un outil essentiel pour la mise en œuvre d'une politique locale de sécurité routière ... » (CETUR, 1992).

Le concept s'applique généralement dans les quartiers résidentiels, les quartiers commerciaux et les rues où la fonction locale domine. Dans tous les cas, les milieux perturbés par le bruit, l'insécurité perçue ou réelle, les besoins des habitants et les endroits où la voiture dégrade les conditions de vie et l'environnement sont à prioriser (CETUR, 1992).

« Les zones 30 ont fait l'objet de nombreux programmes de recherches et d'expérimentation à l'étranger [...] afin d'évaluer leurs effets par rapport

¹ Évaluation de la baisse moyenne du nombre d'accidents sur les 43 projets réalisés.

aux objectifs fixés. Il est important de noter que dans plusieurs cas les quartiers traités comptaient plus de 100 ha et intégraient, outre de vastes zones 30, des artères principales où la vitesse limitée restait à 50 km/h. » (CETUR, 1992).

D'ailleurs, une étude allemande dans Hambourg a démontré une diminution générale entre 3 km/h et 4 km/h de la vitesse dans la zone traitée. En plus de l'augmentation de l'esthétisme du milieu, plusieurs autres améliorations sont notables :

- diminution moyenne de 10 % des accidents;
- diminution moyenne de 15 % des accidents mortels;
- diminution moyenne de 17 % des accidents avec piétons;
- diminution moyenne du niveau de bruit entre 4 dB(A) et 5 dB(A);
- diminution moyenne de 10 % à 30 % de la pollution atmosphérique (CETUR, 1992).

Ces réalisations prouvent l'efficacité des TMC appliquées sur l'ensemble d'un secteur, tant au niveau de la sécurité qu'au niveau de la qualité de vie des résidants.

En 1997, le programme Vision Zéro a été adopté par le parlement suédois. Le concept de modération de la circulation constitue un des éléments de base pour l'atteinte des objectifs du programme (Johansson et coll., 2003).

Lorsque appliquées à une zone bien définie comme les zones à vitesse limitée en Suisse, les TMC visent trois objectifs selon l'Association Transports et Environnement (Association Transports et Environnement et Via Sicura, 2006b). Ces zones modèrent la circulation, améliorent la sécurité et améliorent la qualité de l'habitat.

Les zones 30 ont été implantées dans plus de 700 quartiers en Suisse. Une vaste étude menée sur 11 zones dans des villes de plus de 10 000 habitants et sur 20 zones dans des municipalités de moins de 10 000 habitants a été effectuée pour connaître l'effet des zones affichées à 30 km/h. Les accidents ont été réduits de l'ordre de 15 %, et ce, autant

en milieu urbain que rural. La sévérité des accidents a baissé d'approximativement 27 % tout comme le nombre de victimes. Cette baisse du nombre de victimes est répartie entre le milieu urbain qui a enregistré une baisse de 15 % et le milieu rural qui a bénéficié d'une importante baisse de 45 % (Lindenmann, 2005). La vitesse a également subi une baisse de 6 km/h au 85^e centile et de 7 km/h au 50^e centile. Une fois de plus, l'efficacité du concept est prouvée.

1.3 Problématiques

Les TMC atténuent deux problématiques qui se sont développées depuis l'apparition du transport motorisé. En effet, le transport motorisé a tellement pris d'ampleur qu'il a mené à un besoin extrême de mobilité. Ce besoin démesuré a lui-même entraîné la seconde problématique : une conception qui alloue trop d'espace à la voiture.

1.3.1 Mobilité extrême

Au cours de leur développement, les villes ont alimenté le besoin en mobilité et la dépendance à l'automobile. Newman et Kenworthy (1999) font référence au trafic en le comparant, non pas à un liquide qui s'écoule où il est dirigé, mais bien à un gaz qui accroît son volume pour occuper tout l'espace disponible. D'ailleurs, avant l'implantation d'aménagements, le réseau artériel avoisinant doit être vérifié puisque les débordements sur ce dernier font en sorte que la circulation de transit emprunte les quartiers résidentiels comme raccourci (Drdul et Skene, 1994).

Le développement et l'aménagement de l'espace public n'ont favorisé qu'un seul moyen de transport : le transport motorisé. Même pour de courts trajets, les rues sont devenues peu à peu des routes octroyant peu d'aisance aux modes de transport actifs qui rassemblent les piétons, les patineurs et les cyclistes (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). Ainsi, l'insécurité perçue et réelle décourage les usagers d'affronter les

parcours quotidiens sans leur automobile. De plus, ce contexte limite la pratique des activités physiques comme le vélo et la marche. La figure 1 présente l’avenue de Longwy à Messancy, Belgique, avant et après l’essor du transport motorisé.

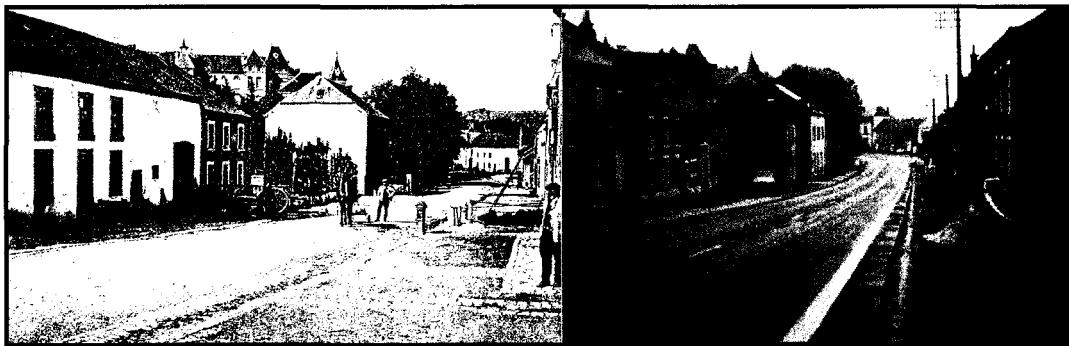


Figure 1 Avenue de Longwy à Messancy en Belgique, avant et après l’essor du transport motorisé
(Source : Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004)

« L’aménagement de l’espace public doit assurer les conditions nécessaires à la mobilité pour tous, quels que soient l’âge, les capacités physiques ou le mode de déplacement. » (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). Au Canada, des études révèlent que 82 % des Canadiens aimeraient marcher davantage (Environics, 1998; Institut canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie, 1997) et que 66 % souhaiteraient voyager plus à vélo (Environics, 1998; Institut canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie, 1995).

Une étude menée dans l’état de Washington a démontré que dans les villes ayant un réseau pédestre avec une bonne connectivité, les déplacements entre les quartiers résidentiels et les secteurs commerciaux se faisaient trois fois plus en vélo et à pied que dans les villes ayant des réseaux pédestres peu développés (Moudon et coll., 1996).

Dans un contexte où l’embonpoint gagne de plus en plus la population, les TMC permettent de contribuer à renverser la tendance en favorisant les transports actifs et en freinant l’essor de la voiture.

1.3.2 Conception surdimensionnée

Par le passé, les routes du Québec et d’ailleurs ont eu une propension à être surdimensionnées puisque les gestionnaires croyaient que l’élargissement de l’infrastructure routière augmentait le niveau de sécurité (Couture, 1993).

En 1988, la théorie de la compensation du risque fait son apparition grâce au Néerlandais Van Tourembourg (CETUR, 1988). Ce dernier soumet l’idée que l’usager « adapte sa conduite en fonction de son jugement face au degré de difficulté qu’il rencontre » (Couture, 1993). Lorsque l’automobiliste se sent confortable et adopte une certaine confiance en relation avec le milieu, il est porté à augmenter sa vitesse. Au contraire, si l’aménagement des infrastructures routières suscite l’attention du conducteur, il adopte un comportement plus prudent.

Aujourd’hui, la théorie décrite par Van Touremberg est adoptée par tous les intervenants en sécurité routière. La vitesse pratiquée est étroitement liée avec la largeur de chaussée disponible, la largeur d’emprise visuelle, les longs alignements droits, etc. Le surdimensionnement des axes routiers est à proscrire.

Une étude de 20 000 rapports d’accidents dans la ville de Longmont au Colorado (États-Unis) a démontré une relation entre le taux d’accidents et la largeur de chaussée (Swift et Swift and Associates, 1998). L’analyse démontre que le taux d’accidents sur une chaussée de 11 mètres de largeur (36 pieds) est près de quatre fois plus grand que sur une chaussée de 7,3 mètres (24 pieds).

D'autres études rapportent que divers pays comme l'Australie et le Royaume-Uni recommandent des surfaces de chaussée plus étroites, des courbes horizontales plus prononcées et une implantation plus répandue des TMC comparativement aux guides américains (Ewing, 1994). Au Québec, les Normes sur les Ouvrages routiers (Ministère des Transports du Québec, 2006a) proposent des largeurs de chaussée entre 7,0 mètres et 13,4 mètres pour une route à chaussées contiguës excluant les autoroutes en milieu urbain. Le tableau I présente les largeurs de chaussée recommandées en relation avec le milieu, la classification fonctionnelle et le débit de circulation.

Tableau I

Largeurs de chaussée recommandées au Québec
en fonction du type de route, du débit de véhicules et du milieu

Type de route	DJMA (véh/j)	Milieu	
		Rural	Urbain
Nationale	>2000	13,4	8,0 à 9,0
	500-2000	12,0	8,0 à 9,0
	<500	10,6	8,0 à 9,0
Régionale	>2000	12,0	8,0 à 9,0
	500-2000	10,6	8,0 à 9,0
	<500	9,0	8,0 à 9,0
Collectrice	>2000	10,6	7,0 à 7,4
	500-2000	9,0	7,0 à 7,4
	<500	8,0	7,0 à 7,4
Locale	>2000	10,6	7,0 à 7,4
	500-2000	9,0	7,0 à 7,4
	<500	8,0	7,0 à 7,4

(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec, 2006a)

Pour sa part, la référence « Ville plus sûre, quartiers sans accidents » (CETUR, 1990) propose des largeurs de chaussée beaucoup plus étroites. En milieu urbain, les largeurs inscrites au tableau II sont proposées.

Tableau II

Largeurs de chaussée recommandées en Europe
en fonction du type de véhicules

Type de croisement considéré	Largeur (m)	Vitesse de croisement
Véhicules lourds et de promenade	4,8	Ralenti
Deux véhicules de promenade	5,5	50-60 km/h
Deux véhicules lourds	5,5	Ralenti

(Source : Adaptation de CETUR, 1990)

Le Cetur (1990) considère que le croisement de deux véhicules lourds constitue un événement occasionnel. À ces largeurs, une attention particulière doit être portée aux éléments en bordure de route comme les lampadaires et le mobilier urbain. De plus, la présence de puisards en drainage fermé peut rendre le déplacement inconfortable.

Au Québec, la largeur maximale d'un véhicule est de 2,6 mètres et les accessoires (câbles, chaînes, courroies, sangles, lumières, boîtes de rangement), excluant les rétroviseurs, peuvent dépasser de 100 millimètres de chaque côté (Ministère des Transports du Québec, 2005). Pour leur part, les rétroviseurs peuvent dépasser le véhicule de 200 millimètres de chaque côté (Gouvernement du Manitoba, 1988), ce qui porte la largeur hors tout d'un véhicule à 3,0 mètres. Ainsi, une largeur minimale de 7,0 mètres comme prescrite par la norme québécoise s'avère une largeur minimale permettant le croisement de deux véhicules lourds avec une largeur libre de 1,0 mètre pour dégager les bordures ou trottoirs et espacer les deux véhicules. Le croisement des

véhicules se fait au ralenti. Cependant, en milieu résidentiel, la chaussée peut être plus étroite puisque le croisement de deux véhicules lourds reste exceptionnel.

Lorsque le concepteur choisit la largeur de la chaussée, ce dernier doit non seulement le faire en fonction de la classification fonctionnelle de la route, mais il doit adapter son dimensionnement au milieu traversé. Une tendance à élargir sans motif les routes peut amener les conducteurs à adopter une vitesse plus élevée non adaptée au milieu traversé. Cette problématique est bien présente dans les agglomérations du Québec traversées par des routes classées régionales ou nationales. C'est alors que les TMC peuvent atténuer les impacts négatifs des conceptions surdimensionnées sur la vitesse par différents aménagements.

1.4 Objectifs

Les TMC convoitent des objectifs beaucoup plus nobles qu'une simple diminution de la vitesse. « Le but de la modération de la circulation est de rétablir l'utilité première des rues qui est d'assurer la mobilité et l'accessibilité, selon différentes pondérations, en fonction de l'emplacement spécifique et de la classification de la rue » (Association des Transports du Canada, 1998).

La figure 2 schématise la problématique actuelle où la fonction de mobilité (en gris) persiste sur les routes locales. En effet, le réseau local doit normalement être dédié à l'accessibilité (en vert) du milieu contrairement aux artères où la fonction de mobilité prédomine. L'empietètement de la mobilité sur l'accessibilité engendre des vitesses plus élevées, des débits plus importants et des problèmes reliés à la quiétude du milieu.

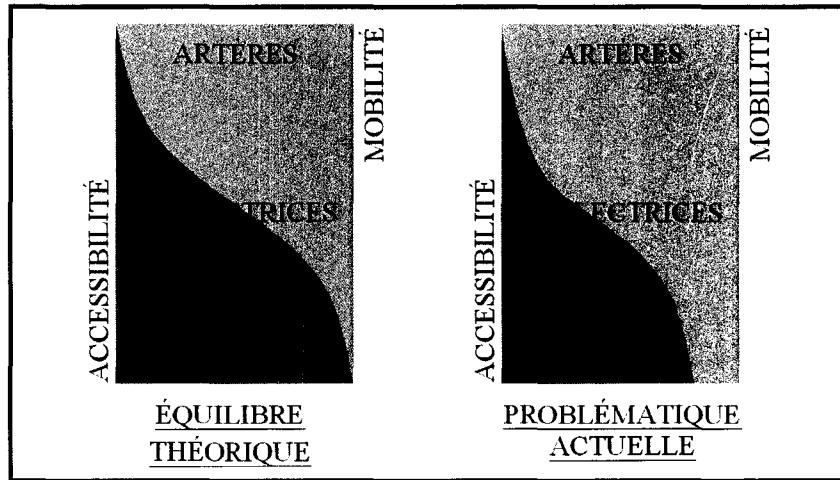


Figure 2 Équilibre entre l'accessibilité et la mobilité en fonction du type de route

(Source : Adaptation de Ewing, 1994)

Sachant qu'« un trafic de transit est profondément perturbé par un trafic local [et vice versa], et que ces mélanges de circulation posent de gros problèmes de sécurité » (Dubois-Taine, 1990), les TMC ont pour but d'éliminer la circulation de transit et de rétablir l'accès aux propriétés riveraines dans une tranquillité propre au milieu résidentiel. Pour y parvenir, la majorité des dispositifs visent à réduire la vitesse des véhicules de sorte à dissuader les usagers d'emprunter ces quartiers comme raccourcis. Ce faisant, les quartiers deviennent plus conviviaux et plus sécuritaires.

Sur des routes de plus grandes importances, le problème demeure le même alors que des routes régionales et nationales traversent des agglomérations sans changement significatif de leur largeur carrossable et de leur environnement. Les routes importantes traversant les villes et villages ne tiennent pas compte du milieu traversé, des résidants et de la circulation locale. Cela fait en sorte que les voyageurs en transit pratiquent des vitesses nettement supérieures à celles affichées et engendrent des problèmes de sécurité (Mertner et Jorgensen, 1998). La route est problématique et favorise souvent le transit au détriment de la population locale, de l'accessibilité du milieu et de la convivialité. La

figure 3 représente les différentes configurations possibles de la route en traversée d'agglomération.

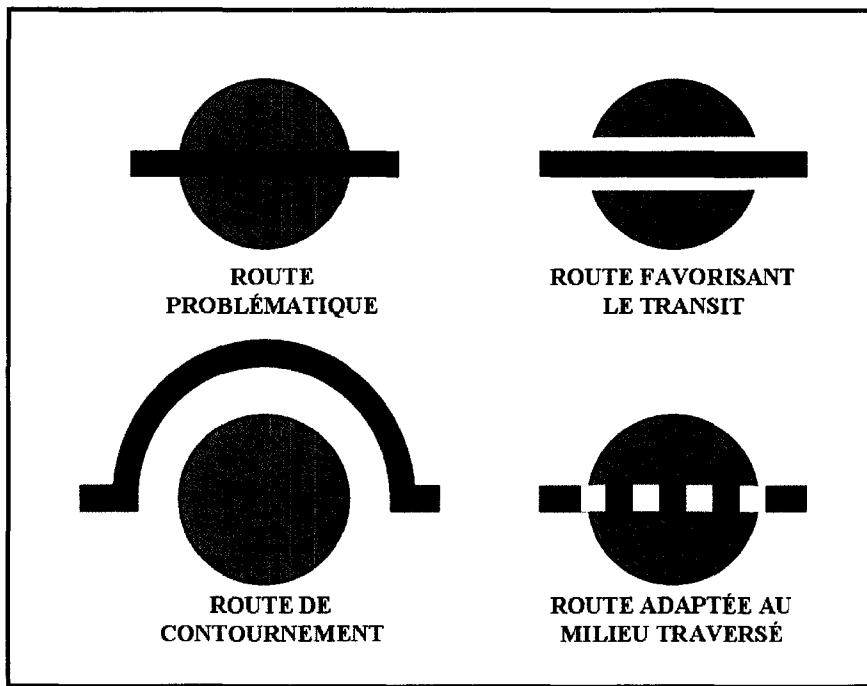


Figure 3 Configurations possibles en traversée d'agglomération

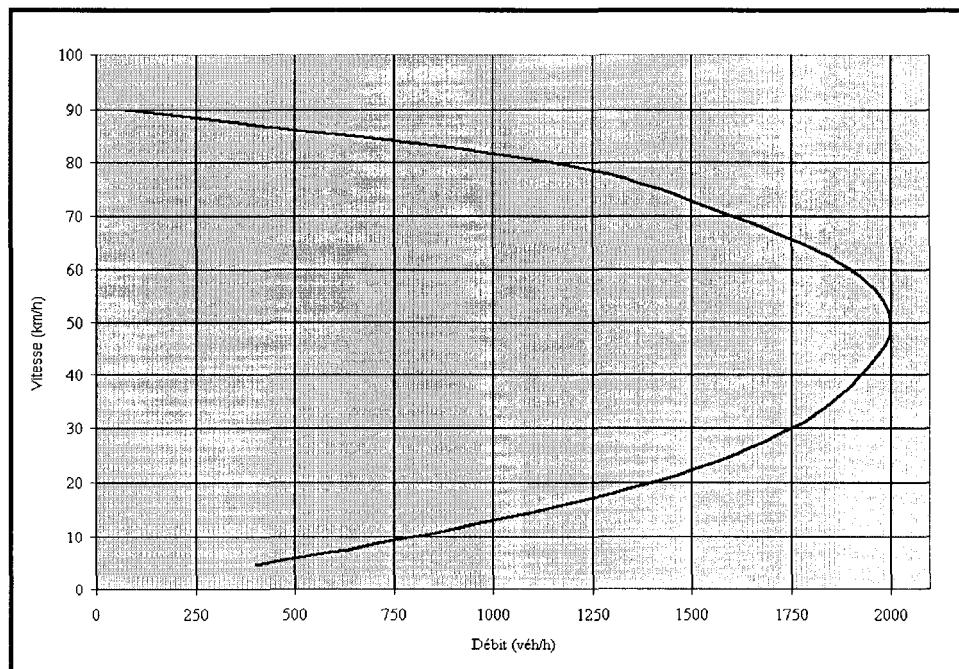
(Source : Adaptation de Lecours et coll., 2003)

Pour échapper à la problématique, une route de contournement peut être construite afin que le trafic de transit ne soit plus en conflit avec l'agglomération. Toutefois, les communautés ne souhaitent pas toujours le contournement de leur municipalité de peur de perdre une visibilité et une baisse de l'activité économique (Leden et coll., 2006). Ce désir politique va à l'encontre des bénéfices en matière de sécurité créés par le contournement.

Les TMC permettent d'adapter la route au milieu traversé. Puisque ce sont principalement les carrefours qui déterminent la capacité de la route, l'écoulement de la circulation n'est pas nécessairement en fonction d'une largeur constante ou de la

continuité de la chaussée (CETUR, 1990). Cela permet alors de mettre en place des dispositifs pour modérer la circulation en section de route.

Le graphique 1 présente les débits maximaux moyens observés en agglomération en fonction de la vitesse pratiquée. Le débit maximal est atteint pour des vitesses de près de 50 km/h (Syndicat mixte des Transports pour le Rhône et l'Agglomération Lyonnaise, 2006). À cette vitesse, l'anticipation des différents événements sur la route (traversée de piétons, sortie de véhicules, feux de circulation) et la distance réduite entre les véhicules, permettent de gagner en fluidité et en capacité (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). De plus, des vitesses comprises entre 30 km/h et 60 km/h influencent peu la capacité d'écoulement qui est conservée au-delà de 1750 véhicules par heure. Contrairement à la croyance populaire, les TMC sont donc en parfaite harmonie avec la fluidité et la capacité du réseau routier.



Graphique 1 Débits maximaux moyens en fonction de la vitesse pratiquée

(Source : adaptation de CERTU, 2003; Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004)

En plus d'améliorer la fluidité de la circulation, le maintien d'une vitesse légèrement inférieure contribue à diminuer la gravité des accidents. « La vitesse est l'une des causes principales des accidents et de la gravité de ceux-ci. L'énergie qui se libère lors de l'impact (énergie cinétique) est proportionnelle à la masse du véhicule et au carré de la vitesse » (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \quad (1.1)$$

Au cours des dernières années, les fourgonnettes et les véhicules utilitaires se sont multipliés sur les routes. La masse des véhicules ayant tendance à augmenter, la réduction de la vitesse des véhicules permet de contrer l'augmentation de l'énergie libérée lors d'un impact. La figure 4 démontre l'importance de la vitesse dans les distances de réaction, de freinage et d'arrêt.

Vitesse	Distance de réaction (temps de réaction 1s)	Distance de freinage (temps sec)	Distance d'arrêt
20 km/h	5m	3m	8m
30 km/h	8m	5m	13m
40 km/h	11m	8m	19m
50 km/h	14m	12m	26m

La distance d'arrêt (distances de réaction et de freinage) augmente plus que proportionnellement à la vitesse. Un véhicule roulant initialement à 20 km/h peut s'arrêter après 8 m, tandis qu'un véhicule roulant à 40 km/h n'a même pas encore commencé à freiner après 8 m!

Figure 4 Comparaison des distances d'arrêt en fonction de la vitesse

(Source : Association Transports et Environnement et Fonds de Sécurité Routière, 2002b)

Lorsqu'un véhicule évolue à une vitesse inférieure à 25 km/h, un piéton a une possibilité de 10 % de perdre la vie dans un accident. Cette probabilité augmente à environ 50 % pour une vitesse de 50 km/h et à au moins 90 % pour une vitesse supérieure à 70 km/h.

Pour leur part, les cyclistes ont une probabilité de 4 % de perdre la vie lors d'un impact pour une vitesse des véhicules inférieure à 40 km/h et d'environ 38 % pour une vitesse supérieure à 65 km/h (Johansson et coll., 2003).

Les accidents impliquant des piétons ou des cyclistes avec un véhicule automobile infligent de graves blessures. Désirant s'attaquer à ce problème, les autorités tentent de réduire les vitesses et les débits dans les quartiers résidentiels et les zones scolaires. Un des objectifs des TMC est de créer des environnements routiers pour que les jeunes puissent utiliser les rues à des fins récréatives (Preston, 1994). Des études suédoises ont démontré (tableau III) que les enfants et les personnes âgées ont respectivement 3 fois et 22 fois plus de probabilités que les adultes d'être tués dans un accident lorsqu'ils marchent (Johansson et coll., 2003) .

Tableau III

Estimation suédoise du nombre d'accidents par million de kilomètres marchés

Âge du piéton	Accident mortel	Accident causant des blessures graves
Enfant (moins de 13 ans)	0,015	Donnée non disponible
Adulte (15 à 44 ans)	0,005	0,11
Personne âgée (plus de 64 ans)	0,11	0,58

(Source : adaptation de Johansson et coll., 2003)

Les TMC contribuent à favoriser la marche et le vélo comme moyens de transports. La marche et le vélo sont des modes de transports ne produisant pas de bruit et ne polluant pas l'air. De plus, ils sont les plus économiques, tant pour l'usager que pour la durabilité des infrastructures (Pucher et Dijkstra, 2000). Ainsi, il est rentable pour la société de favoriser ces modes de transports sans compter les bénéfices sur la santé des individus.

La sécurité des piétons et des cyclistes est influencée par la capacité des automobilistes à les apercevoir ou à les éviter. Lorsque la vitesse augmente, le champ de vision diminue. À une très faible vitesse, le champ de vision se rapproche de 180 degrés tandis qu'à une vitesse de 100 km/h, il est de 90 degrés (figure 5). En milieu urbain, la vitesse doit être relativement faible afin de permettre d'anticiper tous les événements en provenance des abords de route (Société de l'assurance automobile du Québec, 2006a). Des vitesses élevées, en milieu urbain ou en traverse d'agglomération, augmentent le risque de ne pas voir un enfant s'apprêtant à traverser la rue, un véhicule reculant d'un accès privé ou s'insérant dans la circulation.

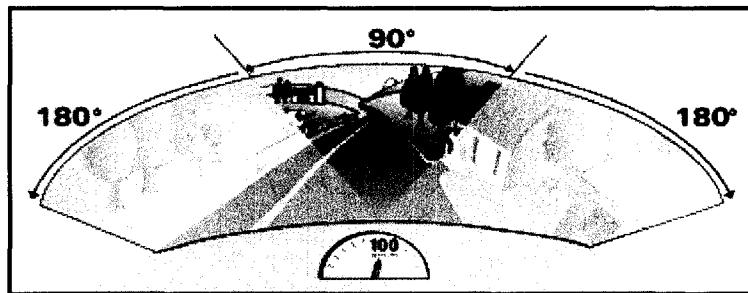


Figure 5 Évolution du champ de vision en fonction de la vitesse

(Source : Société de l'assurance automobile du Québec, 2006a)

La modération de la circulation rétablit une certaine équité sociale. De manière générale et sans offense, les personnes désavantagées économiquement, physiquement ou socialement sont moins portées à utiliser le transport motorisé, marchent et circulent à vélo davantage et vivent en milieu urbain (Litman, 1999). Les techniques de modération de la circulation améliorent la qualité de vie de ces citoyens en transférant la responsabilité sur les usagers du transport motorisé et en minimisant les impacts de ce dernier.

1.5 Niveaux d'application

Les TMC peuvent s'appliquer à différentes échelles, allant du dispositif unique à l'aménagement complet d'un secteur défini. Brindle (1997) rapporte que lors de la 15^e Australian Road Research Conference (à Darwin en 1990), les professionnels présents ont défini trois niveaux d'application des techniques de modération de la circulation. Cette section présente les trois niveaux et un résumé est disponible à l'annexe 1.

1.5.1 Niveau I

Le niveau I correspond aux résultats d'actions pour limiter la vitesse de la circulation et ramener les impacts de cette dernière acceptables pour le milieu local. Ce niveau d'intervention s'applique à l'échelle d'une rue ou d'un quartier résidentiel. À ce niveau, les débits de circulation, le niveau de service et la capacité du réseau ne constituent point des objectifs du projet.

1.5.2 Niveau II

Le second niveau s'apparente au niveau I, mais appliqué sur des routes locales, des routes artérielles ou à un centre urbain. Les débits, le niveau de service et la capacité du réseau peuvent alors devenir des objectifs du projet de réaménagement.

1.5.3 Niveau III

Le niveau III regroupe l'ensemble des actions ayant pour but de réduire les impacts de la circulation motorisée à l'échelle d'une ville. Ce niveau est sans doute le plus difficile à réaliser, mais il englobe une approche intégrée qui assure le succès de l'exercice. L'appui de la politique locale est nécessaire et la concertation des citoyens peut s'étendre sur de longues périodes.

Les niveaux reflètent l'étendue de l'application des TMC. Les dispositifs utilisés par les TMC doivent souvent être jumelés à d'autres mesures pour devenir totalement efficaces et sécuritaires.

1.6 Mesures complémentaires

Plus le niveau d'application des TMC s'élève, plus les éléments à prendre en considération sont nombreux. Cette section présente différents éléments faisant partie intégrante du concept et devant faire l'objet d'une réflexion lors de l'élaboration des aménagements.

1.6.1 Éléments de sécurité et connaissance du réseau

La modération de la circulation n'est réalisable que lorsqu'une bonne connaissance du réseau et une hiérarchisation claire de ce dernier sont bien établies. Ces prémisses sont considérées pour l'application des aménagements modérateurs de la circulation.

Les aménagements modérateurs de la circulation nécessitent le traitement des approches en considérant les distances de visibilité, la lisibilité du site, l'historique des accidents et plusieurs autres éléments. Les Normes sur les Ouvrages routiers du Québec (Ministère des Transports du Québec, 2006a), les références citées dans le présent document et certaines formations offertes par l'Association québécoise du transport et des routes (AQTR) peuvent soutenir les professionnels dans la conception de routes sécuritaires.

1.6.2 Environnement routier et paysage

Le traitement des perspectives visuelles, les scènes visuelles, l'art urbain, l'harmonie des dimensions de la chaussée avec le milieu construit et le choix des végétaux interviennent dans la conception et la mise en œuvre d'aménagements modérateurs de la circulation.

Ces aspects de l'ouvrage doivent être traités par les professionnels du domaine (architecte, architecte du paysage, urbaniste, etc.).

Les dispositifs font appel au traitement des abords de route. Plusieurs possibilités ayant trait aux limites latérales s'offrent aux concepteurs. Plus précisément, le choix d'intégrer des bordures hautes, des bordures basses, des trottoirs, du marquage longitudinal, des glissières et autres dispositifs latéraux doit être fait par les concepteurs tout en considérant la fonctionnalité et l'esthétisme de l'élément. Le livre « Savoir-Faire et Techniques » tiré de l'expérience « Ville plus sûre, quartiers sans accidents » (CETUR, 1990) traite des éléments de bordure tandis que l'information, sur les dispositifs de retenues et autres, est disponible dans les Normes sur les Ouvrages routiers (Ministère des Transports du Québec, 2006a).

1.6.3 Éclairage

Bien que l'éclairage des dispositifs ou des aménagements soit primordial, les caractéristiques de ce dernier ne sont pas définies dans le présent document. L'éclairage est un sujet en soi. Trop souvent, il ne fait pas partie de l'étude avant-projet et il est appliqué de manière fonctionnelle au moment de tracer les plans de construction. Les concepteurs auraient pourtant intérêt à utiliser l'éclairage de façon esthétique afin de mettre en valeur les espaces et d'améliorer la sécurité. De plus, l'éclairage peut servir pour le balisage des traverses de piétons, des rues, des parcs, etc. (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). L'éclairage constitue donc un élément important des aménagements en sécurité routière et sa conception doit être intégrée aux projets (figure 6).



Figure 6 Éclairage d'une traverse pour piétons en Belgique

(Source : Ministère wallon de l'Équipement et des Transports, 2006)

1.6.4 Transport actif

Les piétons, les patineurs, les personnes à mobilité réduite, les personnes avec un handicap visuel et/ou auditif, les personnes âgées et les cyclistes exigent tous des attentions particulières lors de la conception. Puisque le transport actif demeure au cœur des TMC et que tout individu, sans égard à son statut social, financier ou autre, a le droit à la mobilité, les aménagements doivent s'adapter au milieu et à ses occupants. Pour les personnes ayant un handicap visuel, le gouvernement de la Nouvelle-Zélande a produit un document intéressant disponible en ligne : *Guidelines for facilities for blind and vision-impaired pedestrians* (Land Transport Safety Authority, 2003).

Le réseau cyclable est un élément important à considérer dans l'amélioration de la convivialité des aménagements routiers. Le traitement des voies cyclables constitue un sujet en soi et leur conception est largement documentée. Notamment, le chapitre 15 du premier tome des Normes sur les Ouvrages routiers fixe les exigences du Québec par rapport à l'aménagement des voies cyclables (Ministère des Transports du Québec, 2006a).

1.6.5 Travaux routiers

Lors de travaux routiers, et plus précisément lors de la réfection d'une route, les concepteurs ont tendance à reproduire les aménagements précédents sans nécessairement évaluer les performances de ces derniers au niveau de la sécurité routière. « Un revêtement neuf est souvent synonyme de vitesse supérieure et donc de nouvelle nuisance » (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). Ainsi, les aménagements doivent être remis en question et des solutions pour améliorer la convivialité de la route doivent être analysées. Les travaux sont l'occasion d'intégrer des dispositifs de modération de la circulation en minimisant les investissements initiaux.

De plus, certains dispositifs des TMC peuvent s'utiliser pendant la construction. Par exemple, les bandes d'alerte transversales peuvent alerter le conducteur à l'approche d'un chantier de construction. Toutefois, le présent document ne traite pas des dispositifs temporaires (balises de construction, glissières de type New-Jersey, signalisation de travaux, amortisseurs d'impact, etc.) utilisés couramment sur les chantiers routiers. Par contre, jumelées à ces éléments, les TMC peuvent améliorer la sécurité sur les chantiers.

1.6.6 Sensibilisation, publicité et éducation

Au niveau social, il demeure important d'informer les résidants et tous les usagers des aménagements suggérés. En engageant le public dans le processus d'implantation, leur connaissance des raisons et des impacts des aménagements est assurée et les conflits d'opinions sont grandement diminués (Schlabbach, 1997). De plus, les citoyens doivent être informés du comportement à adopter à la rencontre des dispositifs. Schalbbach (1997) exprime cette nécessité comme suit : « Les gens ont besoin de modes d'emploi non seulement pour les rasoirs et les appareils de cuisson, mais également pour les véhicules et les routes ».

La publicité sur la sécurité routière semble peu répandue au Québec. Les efforts sont surtout canalisés sur les publicités télévisées alors que de nombreux autres moyens s'offrent aux autorités afin de sensibiliser davantage les usagers à la sécurité routière. Des exemples de publicités sont présentés à l'annexe 2.

D'autres autorités comme l'Institut Belge pour la Sécurité Routière misent entre autres sur l'éducation auprès des enfants pour les sensibiliser à la sécurité routière. Notamment, une campagne originale où l'enfant est invité à porter sa ceinture de sécurité le récompense en lui offrant le « Tatouceinture » : une peluche que l'enfant peut arborer fièrement sur sa ceinture de sécurité. Des secteurs et des horaires sont identifiés où le parent circule en voiture avec son enfant et ce dernier reçoit son « Tatouceinture » de la part des policiers lorsque sa ceinture est bouclée. La campagne est jumelée à des publicités télévisées et à une chanson entraînante sur les bienfaits du port de la ceinture de sécurité (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2006). Une image du portail Internet du projet « Tatouceinture » est présentée à l'annexe 3.

1.6.7 Réglementation et application

Les TMC soutenues par une réglementation efficace et une surveillance policière régulière sont encore plus efficaces. Certaines mesures comme les dos d'âne allongés et les trottoirs surélevés obligent l'usager à ralentir pour les franchir sous peine d'endommager son véhicule. Ces mesures sont dites autoexécutoires. Par contre, si elles ne sont pas suffisamment rapprochées, la frustration de certains usagers peut engendrer des comportements répréhensibles comme des accélérations brusques ou l'utilisation du klaxon. C'est alors que la surveillance et la réglementation viennent appuyer l'efficacité des TMC.

1.6.8 Attentes des usagers

Lors de la mise en place des TMC, comme lors de la conception de tout ouvrage routier, la conception doit être en harmonie avec les attentes des usagers. La visibilité des éléments routiers, la sensation de sécurité, les temps de réaction et la lisibilité de la trajectoire influencent directement la sécurité du réseau. La conduite est une tâche complexe que le conducteur doit assumer avec responsabilité. Les principaux éléments de cette tâche sont présentés à l'annexe 4. En contrepartie, le concepteur doit s'assurer de ne pas tromper le conducteur par l'implantation d'éléments inhabituels, mal définis ou peu visibles.

CHAPITRE 2

DÉFIS RELIÉS AUX TECHNIQUES DE MODÉRATION DE LA CIRCULATION

Les techniques de modération de la circulation (TMC) doivent relever des défis d'envergure. Le chapitre 2 présente les différents défis auxquels sont confrontés les TMC, soit le faible niveau de connaissance, le besoin de publications, l'absence de normalisation, la confusion dans le rôle des concepteurs, la réticence du milieu professionnel, la réticence de la population et un processus d'implantation long et rigoureux.

2.1 Niveau de connaissance

Lors d'un colloque tenu en 2001 et intitulé : *La sécurité routière en milieu municipal : vers une meilleure qualité de vie pour les citoyens* (Ministère des Transports du Québec et Société de l'assurance automobile du Québec, 2001), les participants ont convenu que « les solutions en matière d'aménagement des rues sont encore mal connues. » Un grand nombre de participants ont évoqué la nécessité d'obtenir plus d'informations sur les solutions d'aménagement. Ils ont également souligné une carence de ressources dans les municipalités du Québec d'autant plus marquée dans les petites municipalités.

Faisant probablement face à une problématique similaire, le gouvernement wallon a réservé, en 1994, des budgets pour le réaménagement aux abords des écoles et a invité les communes intéressées à augmenter la sécurité sur la route de l'école à présenter leur propre projet. Or, malgré un grand nombre de projets, plusieurs manquaient de vision globale et présentaient des aménagements peu esthétiques et orientés davantage vers les besoins de l'automobile et non vers ceux des piétons et des cyclistes (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). Cette expérience démontre la nécessité d'encadrer les

projets en sécurité routière dans un cadre plus global et d'étendre les connaissances, notamment en ce qui concerne les TMC.

2.2 Publications

Les publications dressant un portrait global des TMC sont peu nombreuses. En Australie, bien que plusieurs communautés bénéficient de plus de 20 ans d'expérience dans la création de rues locales plus conviviales, un manque de documentation persiste en ce qui concerne les TMC (Brindle, 1997). Au Québec, le besoin de poursuivre la publication de guides, de centraliser l'information et de mettre sur pied des formations pour les spécialistes du domaine s'impose. D'ailleurs, au colloque de 2001 sur la sécurité routière en milieu municipal, le manque de connaissances est revenu à plusieurs reprises comme sujet de discussion (Ministère des Transports du Québec et Société de l'assurance automobile du Québec, 2001).

Le ministère des Transports du Québec a produit une annexe au Guide de détermination des limites de vitesse sur les chemins du réseau routier municipal comportant au plus deux voies de circulation (Ministère des Transports du Québec, 1999). Cette annexe, vraisemblablement disponible au cours de l'année 2007 ou 2008, vise à sensibiliser les gestionnaires municipaux sur l'importance de la cueillette de données, de l'analyse et de l'implication du public dans le processus menant à la mise en oeuvre d'aménagements pour modérer la circulation. L'annexe fait mention d'environ quinze aménagements de modération de la circulation s'intégrant plus facilement aux conditions d'entretien hivernal du Québec. L'annexe ne détaille pas les aménagements, mais fait plutôt référence au Guide canadien d'aménagement de rues conviviales pour guider les concepteurs à ce sujet (Lemay, 2006). Le Guide canadien de l'Association des Transports du Canada constitue d'ailleurs la référence en TMC pour le Québec.

2.3 Normalisation

Les TMC ne sont pas perçues de la même façon par tous. Il en résulte une grande variance dans leur utilisation par les différentes municipalités qui tentent d'appliquer le principe. En 1993, la ville de Victoria en Colombie-Britannique procéda à une vaste enquête pour déterminer où en était la pratique des TMC dans les municipalités canadiennes. Les sondages révélaient que plus de 50 % des municipalités utilisaient les panneaux d'arrêt comme TMC, que moins de 20 % des municipalités impliquaient la communauté dans le processus d'implantation des TMC et que moins de 25 % des dispositifs implantés l'étaient en fonction des guides d'ingénierie disponibles, la plupart étant motivés par les pressions politiques et celles de la communauté (Skene et coll., 1997).

Il y a une hésitation à produire des normes concernant les TMC, car ces dernières pourraient restreindre l'innovation et le développement des « bonnes pratiques ». Ainsi, plusieurs spécialistes s'entendent pour dire que cela demeure une bonne chose (Brindle, 1997).

Les TMC ne constituent pas une science exacte. Les aménagements doivent être utilisés et adaptés au contexte et les succès enregistrés dans un quartier ne sont pas nécessairement transférables à un autre. Par contre, une norme sécurise les concepteurs qui peuvent s'appuyer sur une base concrète afin de défendre leurs recommandations auprès des décideurs.

2.4 Rôle des concepteurs

Les TMC sont un mélange d'art et de science (Litman, 1999). Les urbanistes, les ingénieurs et les architectes ont généralement été habitués à travailler par phases. Une fois les orientations d'un secteur fixées par les urbanistes, les architectes définissaient les aménagements tandis que les ingénieurs s'assuraient de la qualité et de la performance

des ouvrages. Or, le concept de modération de la circulation poursuit une « démarche de décloisonnement professionnel et institutionnel, et de participation. » (CETUR, 1990). En effet, les dispositifs et les aménagements adjacents ne peuvent être développés sans la collaboration étroite, créative et simultanée des différents professionnels impliqués dans le projet. Il en résulte une certaine confusion dans le rôle des intervenants qui se questionnent sur l'étendue de leurs tâches respectives.

2.5 Réticence du milieu professionnel

Le faible niveau de connaissances, le manque de publications, l'absence de normes et l'ambiguïté sur le rôle des concepteurs peuvent alimenter la réticence des professionnels à mettre de l'avant des solutions en lien avec les TMC.

Hunt et Ortwein (2004) soutiennent que les TMC sont limitées par quatre incontournables. Premièrement, elles représentent une mesure réactive et non proactive. Deuxièmement, les TMC tiennent compte en premier des véhicules, et ce, même dans un environnement piétonnier. Troisièmement, les TMC s'attaquent à la vitesse des véhicules sans nécessairement améliorer la visibilité ou éliminer la confusion chez tous les types d'usagers. Finalement, Hunt et Ortwein (2004) soulignent que les TMC font rarement partie de politiques régionales ou de programmes de développement économique.

Les constatations de Hunt et Ortwein freinent l'utilisation des TMC par les professionnels. Souvent interpellés pour corriger une situation où la vitesse, les débits ou la sécurité sont problématiques, les concepteurs favorisent des moyens traditionnels et moins controversés, souvent moins efficaces pour améliorer la situation. L'absence de politiques régionales et de programmes de développement économique jumelée à un manque d'informations sur les TMC contribue à limiter leur expansion.

2.6 Réticence de la population

Si les TMC sont mal connues par les professionnels, elles sont encore moins connues par la population. La population est souvent réticente à l'implantation de dispositifs affectant la circulation. En Australie comme ailleurs, des pressions politiques appuyées par différents groupes ont fait retirer certains dispositifs (Brindle, 1997). Pour cette raison, il devient primordial d'impliquer la communauté et toutes les parties prenantes dans le processus d'implantation. Par des mesures simples comme des visites de quartier, des lignes téléphoniques d'information et des comités de transports, il est possible de mesurer l'appui de la population et de faciliter la mise en œuvre des aménagements (Drdul et Skene, 1994).

Il devient utile d'impliquer la communauté puisqu'elle permet la considération de ses attentes, de connaître ce qui est recevable ou non, de prendre en compte ses priorités et de nouvelles informations et finalement, d'éviter plusieurs conflits (CETUR, 1990). Puisque les gens de la communauté n'abordent généralement pas les projets d'un œil professionnel, leur recherche de solutions dans un esprit créatif n'est pas bloquée par des contraintes législatives et administratives, de matériaux, de coûts, etc.

2.7 Processus d'implantation

L'implantation des TMC, surtout lorsque appliquées à un secteur étendu, doit faire l'objet d'un processus rigoureux.

« Au Canada, les pouvoirs publics fédéraux, provinciaux, territoriaux et municipaux se partagent la responsabilité des différentes mesures pour améliorer la sécurité routière. Ce partage se fait entre le ministère des Transports, le ministère de la Justice, le ministère de la Sécurité publique, la Société de l'assurance automobile du Québec, le gouvernement fédéral et les municipalités. » (Commission des transports et de l'environnement pour l'Assemblée nationale du Québec, 2005).

En ce qui concerne les municipalités, elles sont chargées de la gestion et de l'entretien de leur réseau, de la signalisation et des services policiers sur leur territoire respectif.

Les TMC s'appliquent principalement en milieu résidentiel ou commercial. Au Québec, ces milieux sont habituellement situés sur un territoire de juridiction municipale. En fonction des TMC, il n'existe aucune obligation des municipalités à fournir aux autorités compétentes un plan d'implantation des aménagements. Ainsi, certaines municipalités implantent des dispositifs hâtivement sans connaître les impacts reliés à leur aménagement puisqu'elles n'ont pas toujours les compétences en matière de TMC. D'ailleurs, le milieu municipal demande le soutien du MTQ et de la SAAQ afin de le guider par des orientations claires et cohérentes et par divers mécanismes permanents de partenariat (Ministère des Transports du Québec et Société de l'assurance automobile du Québec, 2001). Pour que cette collaboration entre les différents paliers de gouvernement se réalise, une volonté politique doit être soulevée. Or, dans le bilan du colloque : *La sécurité routière en milieu municipal : vers une meilleure qualité de vie pour les citoyens* (Ministère des Transports du Québec et Société de l'assurance automobile du Québec, 2001), un écart entre le discours des élus et leurs actions est ressenti par les parties prenantes en matière de sécurité routière. « Le discours prône la sécurité routière, qui n'est pas toujours la priorité dans les faits. » De plus, « il y a nécessité de faire preuve de courage politique pour mettre en œuvre des solutions (exemple : politique sur la gestion des accès, limites de vitesse). » (Ministère des Transports du Québec et Société de l'assurance automobile du Québec, 2001) Bref, l'avancement et l'évolution des TMC passent par un appui politique réel dans un processus rigoureux de mise en œuvre pour l'amélioration de la sécurité du public.

En Belgique, le Ministre des Affaires intérieures et de la Fonction publique s'exprime : « les réflexions en Chambre ne servent à rien si elles ne sont pas relayées par des actions concrètes et efficaces » (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). D'ailleurs, ce dernier a lancé, en 2004, un vaste programme d'information et de formation s'adressant

aux élus communaux et provinciaux, aux corps policiers, aux bureaux d'études, aux techniciens et à toutes les parties prenantes du domaine de la sécurité routière en incluant les simples citoyens et les mouvements associatifs (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

Le soutien offert aux villes et aux municipalités est d'autant plus important puisque les erreurs commises dans l'implantation des TMC contribuent à délaisser ces techniques pourtant efficaces. Par exemple, l'utilisation ponctuelle d'un dispositif comme un dos d'âne ou un panneau de vitesse est rarement la solution aux problèmes de sécurité. Souvent, l'aménagement doit être basé sur l'analyse du quartier et du réseau avoisinant (Elvik, 2001).

Une fois l'analyse réalisée et les dispositifs adéquats choisis, leur assemblage doit être planifié en considérant trois paramètres. L'aménagement doit être efficace en fonction des objectifs fixés (réduction de la vitesse, réduction des débits, augmentation de la convivialité, etc.), de la cohérence architecturale et des budgets disponibles (CETUR, 1990). Pour être davantage efficaces, les TMC s'appliquent sur l'ensemble d'un secteur. Cependant, l'étendue du secteur doit être bien définie. De plus, il demeure préférable de présenter des plans individuels pour chaque rue afin de mieux cerner les travaux à réaliser et de faciliter l'approbation des aménagements proposés par toutes les parties prenantes du projet (Ewing et Kooshian, 1997). L'application des mesures sur de grands secteurs en informant et en éduquant la communauté et ses dirigeants sur les bénéfices et impacts des aménagements assure la coopération de ces derniers (Drdul et Skene, 1994). L'Association des Transports du Canada propose un processus type d'étude d'aménagement de rues conviviales disponible à l'annexe 5. De plus, l'annexe 6 présente les éléments que doit contenir l'expertise lorsqu'une autorité cantonale de Suisse désire faire l'implantation de TMC. Finalement, l'annexe 7 présente les principes devant guider le processus de gestion de la circulation locale selon la ville d'Ottawa.

CHAPITRE 3

CONTEXTE D'UTILISATION ET IMPACTS DES AMÉNAGEMENTS

Afin d'atteindre leurs objectifs, les aménagements qu'utilisent les techniques de modération de la circulation (TMC) doivent être justement implantés. Ainsi, le milieu doit faire l'objet d'une analyse complète en fonction du type de circulation et de plusieurs autres facteurs. Une attention particulière doit être portée aux éléments suivants comme le mentionne le Guide canadien d'aménagement de rues conviviales (Association des Transports du Canada, 1998) :

- le climat, surtout les conditions hivernales;
- la topographie;
- le réseau des rues;
- les normes existantes de design de rue, notamment les normes de largeur;
- les conditions de stationnement sur rue;
- les entrées charretières près des intersections;
- les besoins des véhicules lourds et des véhicules de service, d'urgence et de transport en commun;
- les voies cyclables désignées;
- la classification et les caractéristiques des véhicules qui se déplacent dans la municipalité;
- la législation et les précédents juridiques.²

À cette liste, s'ajoutent :

- les zones scolaires;
- le type d'activités du milieu;
- les distances de visibilité;

² Liste intégrale du Guide canadien d'aménagement de rues conviviales, page 1-3.

- l'éclairage;
- la présence de motos, de véhicules tout terrain, de motoneiges, de cyclistes, de patineurs et de piétons;
- la présence de personnes à mobilité réduite, de personnes avec handicap visuel et/ou auditif, notamment à proximité des hôpitaux et centres d'hébergement;
- les demandes et plaintes de citoyens;
- les caractéristiques d'accidents (nombre, gravité, typologie);
- les caractéristiques de drainage;
- la capacité structurale de la chaussée;
- l'entretien;
- l'esthétique.

Les éléments présentés pour chaque dispositif sont ceux qui, à travers les références bibliographiques consultées, semblent faire l'unanimité d'un plus grand nombre d'auteurs. Ainsi, les avantages et inconvénients pour lesquels peu d'études ou peu d'information ont été retracées ne sont pas présentés. Souvent, ces éléments sont en lien avec l'environnement, le bruit, la qualité de l'air ou l'esthétique. Les dispositifs sont regroupés selon six catégories, soit les déviations verticales, les aménagements pour piétons, les déviations latérales et îlots, les entraves, la signalisation et les autres mesures.

3.1 Déviations verticales

Les déviations verticales influencent la vitesse pratiquée en infligeant un mouvement vertical aux véhicules. Ce genre de dispositif doit être mis en évidence par différents traitements comme l'utilisation de matériaux différents, de marquage, d'éclairage et de signalisation.

3.1.1 Bandes d'alerte transversales

Les bandes d'alerte transversales (BAT) sont constituées de plots³, de barres ou de rainures «en relief placés sur la voie à des intervalles rapprochés et réguliers qui entraînent bruit et vibration dans un véhicule en mouvement» (Association des Transports du Canada, 1998).

Il ne faut pas confondre les BAT avec les rainures d'accotements (figure 7) bien que le mode d'action à la base des deux dispositifs soit le même (effet sonore et effet de vibration). En effet, les BAT se situent transversalement dans la voie de roulement tandis que les rainures d'accotements marquent la transition entre la voie de roulement et l'accotement afin d'alerter le conducteur qu'il a dévié de la trajectoire normale.⁴

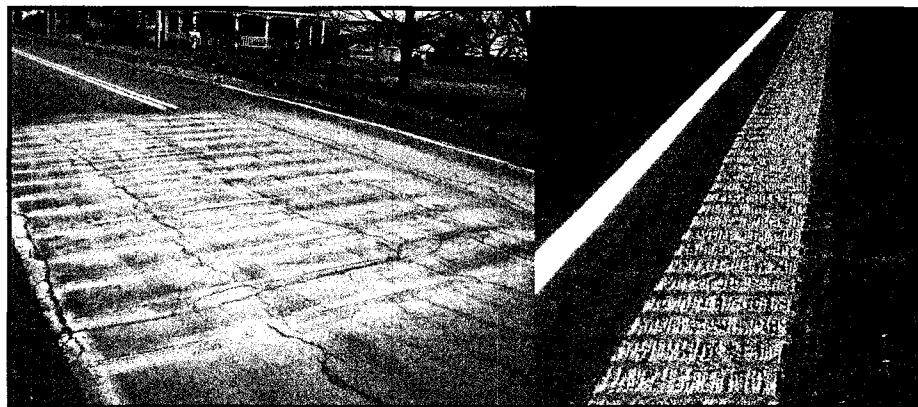


Figure 7 Différence entre les BAT et les rainures d'accotements

(Source : Adaptation de Washington State Department of Transportation, 2002)

³ Définition du mot «plot» : Pièce ayant la forme d'une demi sphère dont la surface plane est fixée sur la chaussée.

⁴ Le ministère des Transports du Québec évalue présentement la pertinence d'implanter des rainures d'accotements non seulement à droite des voies de circulation à haute vitesse, mais aussi à gauche et au centre des chaussées à voies contiguës, particulièrement les autoroutes (Leclerc, 2006).

3.1.1.1 Autres appellations

Les autres appellations utilisées pour signifier les bandes d’alerte transversales sont : les bandes rugueuses, les bandes sonores, les dispositifs d’alerte, les rainures transversales, les ralentisseurs sonores, « in-lane rumble strips », « rumble areas », « transverse rumble strips » et « travel-way rumble strips ».

3.1.1.2 Utilisation

Les bandes d’alerte transversales s’utilisent dans les conditions suivantes :
Classe fonctionnelle : locale à autoroute.

Vitesse : applicable à différentes vitesses selon le type d’application.

Débit : applicable à tous les débits.

Profil : applicable à tous les profils.

Les BAT servent à éveiller le conducteur et à attirer son attention sur la signalisation qui autrement se révèle inefficace (Association des Transports du Canada, 1998). Habituellement, les BAT sont utilisées à la fin des autoroutes, à l’approche des postes à péage et à l’approche des zones de construction (Kamyab et coll., 2002). Elles sont également utilisées pour des entrées d’agglomération, à l’approche d’arrêts avec une mauvaise visibilité, aux endroits où un nombre anormalement élevé d’accidents survient et aux sites pour lesquels les moyens couramment utilisés n’ont pas contribué à attirer l’attention des conducteurs sur l’environnement routier.

3.1.1.3 Avantages

En plus d’éveiller le conducteur, les BAT auraient un effet à la baisse d’environ 5 km/h sur la vitesse (Daniel et coll., 2005). Par contre, cette efficacité demeure controversée. Les lignes directrices sur les bonnes pratiques de conception et de mise en place de

bandes d'alerte transversales (Bahar et coll., 2005) recommandent de ne pas utiliser les BAT dans le but d'obtenir une réduction de vitesse.

Les BAT conservent leur efficacité au fil du temps même pour les conducteurs habitués (Bahar et coll., 2005).

3.1.1.4 Inconvénients

Les BAT sont inconfortables pour les vélos, les motocyclettes, les équipements agricoles et les autres moyens de transport qui ne sont pas équipés de suspension. Elles peuvent engendrer des comportements répréhensibles comme le franchissement à haute vitesse ou le contournement pour amoindrir ou éviter les vibrations du dispositif (CETE Normandie Centre et SETRA, 1986).

Le bruit émis lors du passage d'un véhicule peut faire augmenter le niveau sonore entre 6 décibels A et 7 décibels A. Pour cette raison, l'implantation de BAT à moins de 100 mètres d'un bâtiment habité n'est pas recommandée (CETE Normandie Centre et SETRA, 1986). Au Canada, la distance recommandée s'élève à 200 mètres (Bahar et coll., 2005). Lorsque cette distance ne peut être respectée, il demeure possible d'implanter le dispositif temporairement afin d'évaluer la nuisance acoustique en fonction de la tolérance des résidants locaux.

Les BAT doivent être réservées aux sites dangereux et « ne doivent pas être trop répandues afin de leur conserver une bonne crédibilité. Ainsi, elles ne doivent être que rarement répétées sur un même itinéraire. » (CETE Normandie Centre et SETRA, 1986).

La ville de Phoenix en Arizona a utilisé les BAT pour avertir les conducteurs à l'approche de traversées pour piétons. L'étude de 19 sites sur une période de 6 ans a

démontré une baisse des accidents avec piétons de 11 %. Par contre, la vitesse et le nombre total d'accidents n'ont pas subi de variations significatives (Cynecki et coll., 1993). Bahar et coll. (2005) mentionnent que « les résultats ne sont pas concluants quant à l'efficacité des BAT à réduire la vitesse et le nombre d'accidents aux passages piétonniers ».

Les BAT se remplissent rapidement de sable et de gravier. Elles demandent un entretien régulier pour conserver leur efficacité. Par contre, elles ne semblent pas nuire significativement au déneigement.

Le Guide canadien (Association des Transports du Canada, 1998) émet que 75 % des plots en céramique ou en plastique doivent être remplacés à tous les 6 mois. De plus, 50 % à 80 % des BAT auraient besoin d'être remplacées à tous les six mois. Au Québec, selon les débits de circulation et les vitesses pratiquées, le reprofilage des rainures doit être prévu aux 3 à 5 ans.

3.1.1.5 Coût

Le coût d'un dispositif constitué de onze jeux de bandes peut varier entre 5 000 \$ et 10 000 \$. Par contre, il serait « inutile de mettre en place plus de quatre jeux de bandes consécutifs, puisque l'effet des jeux supplémentaires est négligeable » (Bahar et coll., 2005). Le coût peut alors être maintenu sous les 5 000 \$.

3.1.2 Dos d'âne

Le dos d'âne correspond à une surélévation normalement arrondie de la chaussée sur une courte distance (entre 300 millimètres et 600 millimètres) qui induit un mouvement vertical brusque aux roues, à la suspension et au châssis d'un véhicule. Le dos d'âne peut faire partie intégrante de la chaussée ou être amovible.

3.1.2.1 Autres appellations

Les autres appellations utilisées pour désigner un dos d'âne sont : ralentisseur, bosse de ralentissement et « speed bump ».

3.1.2.2 Utilisation

Le dos d'âne est à proscrire sur les routes résidentielles. D'ailleurs, le présent document ne donne aucune suggestion par rapport à sa géométrie. Ce dispositif «dur» demeure davantage utilisé dans les aires de stationnement ou les rues privées bien que certaines municipalités les emploient dans d'autres circonstances (figure 8).

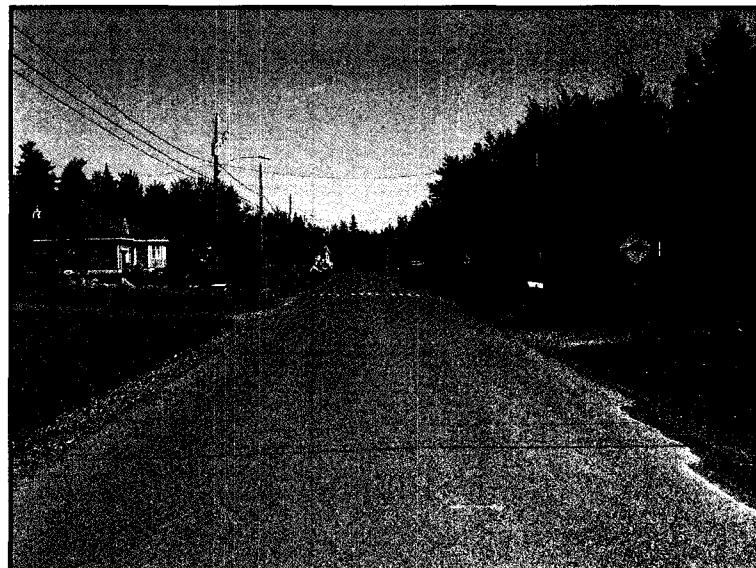


Figure 8 Dos d'âne amovible utilisé comme dispositif unique sur une rue résidentielle à Saint-Cyrille-de-Wendover, Québec

(Photographie : Clyde Crevier)

3.1.2.3 Avantages

Le dispositif amovible peut être enlevé en hiver pour faciliter le déneigement. Il peut être sectionné pour permettre le passage des deux roues et l'écoulement de surface. Son coût est relativement faible.

3.1.2.4 Inconvénients

Le dos d'âne constitue un aménagement abrupt pouvant endommager les véhicules qui les franchissent à une plus grande vitesse. Ce dispositif demande à être franchi à une vitesse faible : ce qui peut engendrer des comportements non désirés chez les conducteurs comme des accélérations rapides ou le contournement en passant sur les terrains riverains comme en témoigne la figure 9.

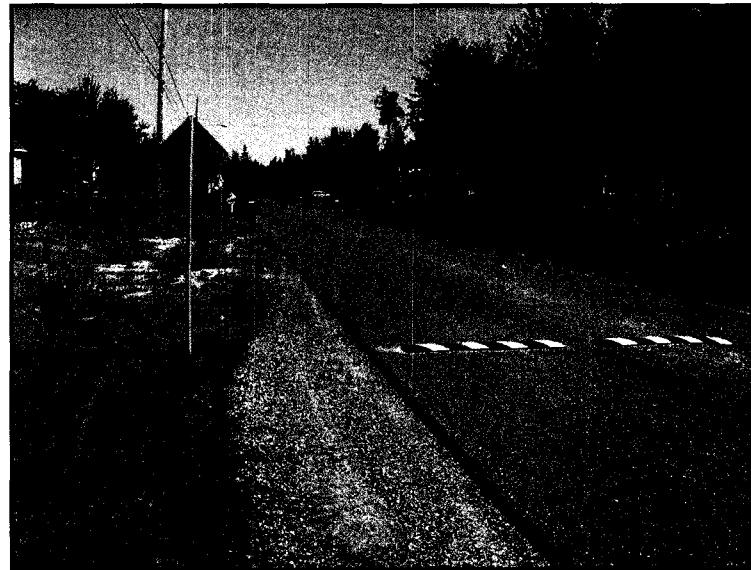


Figure 9 Propriété riveraine endommagée par le contournement d'un dos d'âne à Saint-Cyrille-de-Wendover, Québec

(Photographie : Clyde Crevier)

Le dispositif est désagréable pour le transport en commun, les véhicules lourds et le transport d'urgence. Si le dispositif n'est pas amovible, les opérateurs du déneigement doivent y porter une attention particulière.

3.1.2.5 Coût

En incluant la signalisation et le marquage, le coût d'un dos d'âne peut varier entre 1 000 \$ et 2 000 \$.

3.1.3 Dos d'âne allongé

Le dos d'âne allongé constitue, au même titre que le dos d'âne, une surélévation de la chaussée mais qui induit un mouvement vertical beaucoup plus progressif et confortable pour les usagers (figure 10).

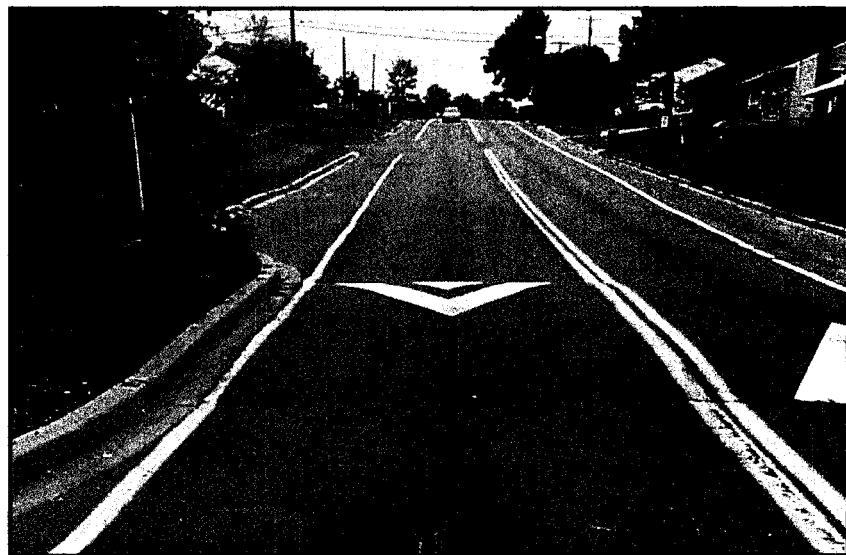


Figure 10 Dos d'âne allongé en Pennsylvanie, États-Unis

(Source : Ciekot, 2007)

3.1.3.1 Autres appellations

Les autres appellations utilisées pour désigner un dos d'âne allongé sont : ralentisseur, bosse de ralentissement et « speed hump ».

3.1.3.2 Utilisation

Les dos d'âne allongés s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle à collectrice.

Vitesse : ≤ 50 km/h.

Débit : fonctionnel même pour des débits de l'ordre de 800 véh/h à 1 000 véh/h.

Profil : urbain et rural (prévoir une bordure en milieu rural pour éviter le contournement).

Daniel et coll. (2005) rapporte que selon le guide de l'Institute of Transportation Engineers, les dos d'âne allongés peuvent être utilisés dans un projet réunissant les conditions suivantes :

- route locale;
- maximum de deux voies contiguës;
- largeur maximale pavée de 12,2 mètres (40 pieds);
- courbes de rayon minimal de 92 mètres (300 pieds);
- distances de visibilité d'arrêt et d'anticipation suffisantes;
- déclivité inférieure à 8 %;
- vitesse affichée de 50 km/h et moins (48 km/h pour 30 mph);
- pourcentage de véhicules lourds inférieur à 5 %;
- route ne se situant pas sur le trajet habituel des services d'urgences ou du transport en commun;
- projet appuyé par la majorité des résidants.

Son implantation en milieu rural doit être évitée puisqu'il favorise des phénomènes d'ondulation verticale inconfortables pour les convois agricoles articulés et les machineries munies, à l'avant ou à l'arrière, d'instruments en porte à faux (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

3.1.3.3 Avantages

Le dos d'âne allongé étant plus court qu'un plateau ralentisseur, il constitue un dispositif moins onéreux à implanter (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

La ville de Portland en Oregon (États-Unis) a implanté plus de 310 dos d'âne allongés et plus de 70 îlots circulaires dans un vaste programme de modération de la circulation entre 1985 et 1997. Ces mesures ont prouvé leur efficacité pour ralentir la circulation sans impact significatif sur la mobilité et le temps de parcours des usagers (Atkins et Coleman, 1997).

Dans le comté de Polk en Floride, cinq dos d'âne allongés ont été utilisés sur une section de 800 mètres. La vitesse pratiquée a baissé au 85^e centile entre 8 km/h et 19 km/h. Les auteurs insistent sur l'importance qu'ils ont accordée au recueil des données (débits, vitesse, enquête origine-destination) et à leur analyse (Ponnaluri et Groce, 2005). Similairement, des dos d'âne allongés de 12 pieds ont réduit la vitesse pratiquée au 85^e centile de 61 km/h à 47 km/h sur des routes en Angleterre (Walter, 1995).

À Salt Lake City, au Utah, l'efficacité des dos d'âne allongés et des plateaux ralentisseurs a été évaluée sur douze rues. Au 85^e centile, la vitesse a diminué à 15 sites sur une possibilité de 18 sites. La réduction moyenne a été de 5,4 km/h et était significative seulement dans un profil vertical relativement plat. Les sites ayant un ratio de plus de 50 % des conducteurs se conformant à la vitesse permise sont passés de

4 sites à 12 sites. Même si la baisse des accidents n'a pas été significative, les accidents avec blessés sont passés de 5 accidents à seulement 1 accident (Cottrell et coll., 2006).

Certaines administrations recommandent les dos d'âne allongés non pas pour faire diminuer la vitesse pratiquée, mais plutôt pour maintenir une vitesse déjà réduite par un autre dispositif (Kent County Council et Highways and Transportation, 1991). Les débits de circulation sont aussi influencés par l'implantation de dos d'âne allongés. Des réductions entre 10 % et 30 % sont prévisibles (Association des Transports du Canada, 1998). Par contre, la migration des débits vers des rues parallèles doit être surveillée.

3.1.3.4 Inconvénients

Le dispositif est inconfortable pour le transport en commun, les véhicules lourds et les véhicules d'urgence. Atkins et Coleman (1997) ont testé le retard qu'engendrent les dos d'âne allongés sur six types de camions du service de prévention des incendies de Portland. En moyenne, pour tous les types de véhicules, un dos d'âne allongé de 6,7 mètres engendre un retard de 9,2 secondes tandis qu'un dos d'âne allongé de 4,25 mètres engendre un retard de 9,4 secondes.

Sur sept sites à l'intérieur du périmètre urbain de la ville de Sydney (Australie), une étude sur les effets négatifs des dos d'âne a été menée (Hidas et coll., 1998). À l'origine, l'utilisation des dos d'âne se faisait seulement sur des rues secondaires ou résidentielles. Maintenant que leur utilisation en Australie a été élargie aux artères et aux autres routes avec des débits plus importants, l'étude s'est intéressée à connaître si les dos d'âne ont un impact sur l'espacement entre les véhicules. L'étude de Hidas et de ses collaborateurs a démontré que l'espacement entre les véhicules subit un changement significatif seulement pour des débits compris entre 500 véhicules et 900 véhicules par heure, et ce, uniquement à 10 mètres de part et d'autre du dispositif.

Toujours selon l'étude de Hidas et de ses collaborateurs (1998), la présence d'un dos d'âne diminue la capacité de la route d'environ 6 % pour des débits compris entre 400 véhicules et 800 véhicules par heure. Cette variation représente moins de 50 véhicules par heure en absolu.

L'étude a aussi démontré que lorsqu'une entrée charrière se situe près du dispositif, le délai pour s'insérer dans la circulation à partir de cette entrée peut augmenter d'environ 25 % à 10 mètres du dispositif et d'environ 15 % dans un rayon compris entre 50 mètres et 100 mètres du dispositif. Par contre, cette variation relative représente une valeur absolue inférieure à 3 secondes et se produit seulement pour des débits importants de l'ordre de 900 véhicules à 1 000 véhicules par heure (Hidas et coll., 1998).

Les dos d'âne allongés n'influencent pas significativement l'entretien normal d'une rue. Les opérateurs de charrues se familiarisent rapidement avec leur déneigement alors qu'ils ralentissent à leur approche ou soulèvent légèrement la lame de leur charrue pour ne pas l'endommager. Lors du balayage, quelques débris supplémentaires pourraient s'accumuler près du dos d'âne. Finalement, le marquage annuel du dispositif est à prévoir (Association des Transports du Canada, 1998).

3.1.3.5 Coût

Le coût d'un dos d'âne allongé varie entre 2500 \$ et 12 000\$. Il est sensible aux besoins de modification du drainage et à la largeur de la chaussée (Association des Transports du Canada, 1998).

3.1.4 Coussins berlinois

Le coussin berlinois est une surélévation de la chaussée localisée sur une aire rectangulaire ou ovalisée qui permet de dévier verticalement les véhicules pour lesquels sa géométrie a été conçue (figure 11).

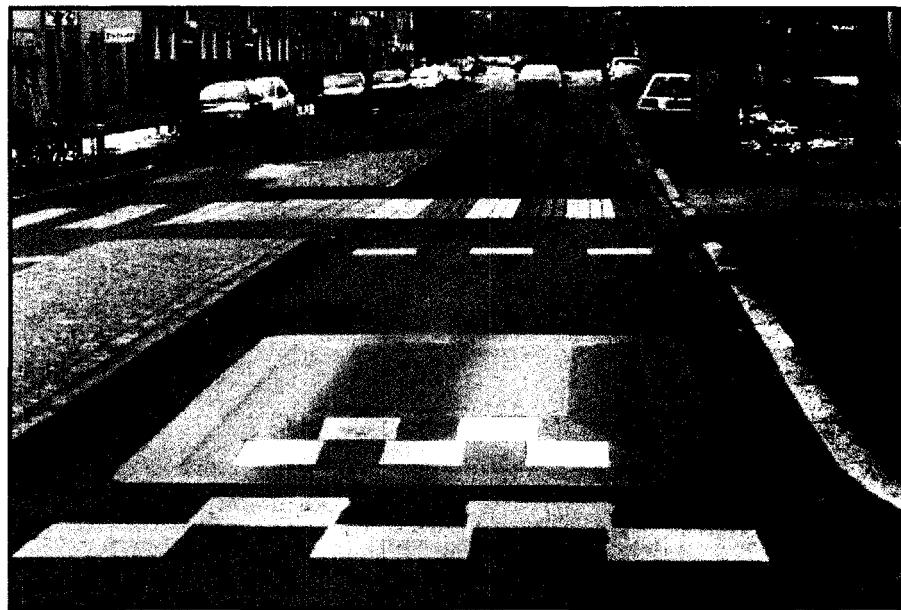


Figure 11 Coussin berlinois placé en amont d'une traverse texturée pour piétons en Suède

(Source : Johansson et coll., 2003)

3.1.4.1 Autres appellations

Le coussin berlinois est aussi simplement appelé coussin ou « speed cushions ».

3.1.4.2 Utilisation

Les coussins berlinois s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle à collectrice.

Vitesse : ≤ 50 km/h.

Débit : applicable à tous les débits.

Profil : urbain et rural (prévoir une bordure en milieu rural pour éviter le contournement).

Du fait que les coussins berlinois ne s'étendent pas sur toute la largeur de la chaussée, ils sont plus faciles à planter que les dos d'âne allongés et que les plateaux ralentisseurs.

Ils sont mieux adaptés en région agricole où la largeur entre les roues des tracteurs et autres équipements permet de franchir le dispositif sans créer un mouvement d'oscillation verticale. La largeur de l'essieu de ces véhicules étant plus importante que celle des véhicules de promenade, les roues passent de chaque côté du dispositif sans subir la déflexion verticale. Le dispositif demeure tout de même efficace pour ralentir les véhicules de plus gros gabarit puisque le conducteur doit se positionner dans un alignement adéquat afin de ne pas subir la déviation verticale produite par le coussin (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

En milieu urbain, le dispositif peut être installé sur les routes empruntées par le transport en commun où les dispositifs de type dos d'âne allongé deviennent inconfortables.

3.1.4.3 Avantages

Le coussin berlinois possède plusieurs avantages. Il permet un impact visuel réduit, permet le passage des vélos et des motocyclettes, permet d'économiser des coûts de construction en fonction de sa taille réduite et ne modifie pas les pentes d'écoulement de l'eau présente sur la chaussée. De plus, sa taille peut être adaptée pour ne pas affecter les véhicules d'urgence, les véhicules lourds et/ou les véhicules de transport en commun. Le dispositif est donc qualifié de sélectif (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

Les coussins berlinois interviennent sur la vitesse et les débits de façon similaire aux dos d'âne allongés. Le coussin peut être en caoutchouc et amovible en saison hivernale.

3.1.4.4 Inconvénients

Même si le dispositif est dit sélectif, « il ne peut être implanté sur un itinéraire de centre hospitalier ou de secours » (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

Pour être efficace, ce dispositif nécessite souvent des aménagements adjacents comme des avancées de trottoirs, des refuges pour piétons, des rétrécissements de la chaussée, du mobilier urbain et de l'éclairage. Ces aménagements ont pour but de dissuader l'usager d'éviter le dispositif par une manœuvre latérale (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

Ce dispositif ne permet pas d'assurer une liaison continue pour les piétons entre les trottoirs de part et d'autre de la chaussée (Association Transports et Environnement et Fonds de Sécurité Routière, 2002a).

Le coussin berlinois s'adapte moins bien aux conditions hivernales du Québec puisque la lame droite des camions de déneigement ne peut déloger la neige de chaque côté du dispositif. Cette problématique est similaire à l'orniérage important qui empêche le déneigement au droit des traces de roues des véhicules et formant parfois une surface glacée.

3.1.4.5 Coût

Dépendamment du type de revêtement, un coussin coûte entre 5 000 \$ et 10 000 \$. Par contre, les aménagements connexes peuvent en élever le coût d'implantation significativement (Coûts basés sur : Department of Transportation and Public Works - City of Austin - Texas, 2006; Paschenko, 2006).

3.1.5 Intersection surélevée et plateaux ralentisseurs

Ce dispositif est créé par une intersection ou section de route construite à un niveau supérieur que les chaussées adjacentes et bornée par une montée progressive du revêtement (figure 12).



Figure 12 Intersection surélevée à Anglet, France

(Photographie : Michèle St-Jacques)

3.1.5.1 Autres appellations

Les autres appellations pour désigner une intersection surélevée sont : carrefour surélevé et « raised intersection » tandis que le plateau surélevé est simplement appelé plateau ou « raised section ».

3.1.5.2 Utilisation

Les intersections surélevées et plateaux s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle à collectrice.

Vitesse : ≤ 50 km/h.

Débit : applicable à tous les débits (moins de 4 000 véhicules par jour (Austroads, 2004)).

Profil : urbain.

L'ATC (1998) et Austroads (2004) limitent l'utilisation des intersections surélevées pour un maximum de deux voies contiguës pour chaque approche dans un environnement éclairé. La largeur maximale est limitée puisque les pentes d'écoulement minimales de 1 % auraient pour effet de gonfler l'épaisseur d'enrobé nécessaire au centre de l'intersection. La dénivellation serait alors trop importante.

Comme pour les dos d'âne allongés, les intersections surélevées et les plateaux doivent être proscrits sur les trajets habituellement empruntés par les poids lourds et les véhicules d'urgence. Cependant, ils s'adaptent au transport en commun sur les routes affichées à 50 km/h et moins. Finalement, les intersections et les plateaux doivent disposer d'une bonne visibilité.

3.1.5.3 Avantages

« Le plateau peut être considéré comme un des moyens de ralentissement les plus efficaces. » (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). De plus, l'intersection surélevée définit les zones de traversée pour piétons et augmente leur visibilité.

Austroads (2004) soutient que les intersections et les plateaux surélevés réduisent la vitesse, les débits de circulation et le risque d'accident entre véhicules, mais n'aurait pas d'effet significatif sur la sécurité des piétons.

3.1.5.4 Inconvénients

En relation avec l'épaisseur supplémentaire d'enrobé, le plateau ou l'intersection surélevée peut se déformer dans les traces de roues des véhicules. Une attention particulière doit être portée au choix des matériaux (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

La longueur plus imposante du plateau ralentisseur et la dimension des intersections en augmentent les coûts d'implantation. Lorsque le plateau ou une intersection surélevée sont implantés sur une route existante, cela peut nuire au drainage.

Les intersections surélevées peuvent nuire aux véhicules lourds et au transport en commun lorsque ces derniers effectuent un virage à l'intersection (Association des Transports du Canada, 1998).

3.1.5.5 Coût

Le coût d'un plateau ralentisseur peut varier entre 5 000 \$ et 20 000 \$ (Austroads, 2004) tandis que le coût d'une intersection surélevée débute à environ 20 000 \$ et peut s'élever jusqu'à 75 000 \$ (Association des Transports du Canada, 1998).

3.2 Aménagements pour piétons

Bien que de nombreux autres aménagements favorisent le déplacement et la sécurité des piétons, le présent document regroupe dans cette catégorie seulement les passages piétons, les passages texturés ou surélevés et les prolongements de trottoir. Les refuges sont traités avec le terre-plein central dans la section « Entraves » puis les traverses dénivélées et les feux pour piétons sont traités séparément dans la section « Autres aménagements ».

3.2.1 Passages pour piétons

La présente section s'applique également aux passages piétons texturés et surélevés.

« Une traversée piétonne est un aménagement de la voie publique où la circulation doit accorder la priorité aux piétons qui traversent. Sur le passage pour piétons non protégé par des feux, le piéton a la priorité sur les automobilistes qui croisent sa route. » (Institut

Belge pour la Sécurité Routière, 2004). Le passage pour piéton peut comporter une surface texturée ou dessinée pour être en contraste avec la chaussée adjacente (Association des Transports du Canada, 1998). Le passage piéton peut également être surélevé afin d'obtenir un effet ralentisseur sur la circulation (figure 13).



Figure 13 Passage piéton surélevé précédé d'une surface texturée à Singapour

(Source : Encyclopédie Wikipedia : Auteur inconnu, 2007)

3.2.1.1 Autres appellations

Les autres appellations utilisées pour désigner un passage piéton sont : traverse, traversée, « crosswalks » et « zebra crossing ».

3.2.1.2 Utilisation

Les passages pour piétons s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle à collectrice.

Vitesse : ≤ 50 km/h.

Débit : applicable à tous les débits.

Profil : urbain.

Les passages pour piétons se sont révélés l'outil le plus utilisé au cours du programme « Ville plus sûre, quartiers sans accidents ». Ils « représentent le symbole même d'une vie locale réanimée, requalifiant la voie de circulation elle-même en espace public à part entière » (CETUR, 1990).

Les traverses sont implantées là où les débits de piétons le justifient. Il est important que les vitesses aux approches soient maîtrisées et que la visibilité du dispositif soit adéquate. Les passages pour piétons peuvent être utilisés aux carrefours ou en section. Sur les routes à voies multiples, les passages pour piétons sont préférablement gérés par des feux piétons afin d'assurer la sécurité de la traversée.

3.2.1.3 Avantages

Les passages pour piétons facilitent la traversée des piétons d'un côté à l'autre de la rue puisqu'ils leur donnent la priorité. Lorsque l'automobiliste voit une traverse, il est alerté de la présence possible de piétons.

Une traverse piétonne est favorable à l'aménagement d'avancées de trottoirs, aux refuges, à l'utilisation de textures différentes, à la surélévation, aux aménagements paysagers, au mobilier urbain et doit faire l'objet d'un éclairage adéquat. À l'extrême, un passage pour piétons peut être créé en continuant le trottoir qui interrompt alors la chaussée. Cet aménagement est traité plus loin dans ce document.

À l'intersection, surtout lorsque les débits piétons sont importants, il est possible de permettre la traversée en diagonale des piétons en utilisant les feux de circulation. Une phase libère l'intersection d'un seul coup et facilite par la suite le virage des véhicules. Les feux de type Barnes Dance sont traités dans la section « Autres aménagements ».

3.2.1.4 Inconvénients

L'implantation et l'aménagement des traverses piétonnes doivent refléter une certaine constance à l'échelle d'un secteur défini afin que l'usager reçoive un message clair et régulier (CETUR, 1990).

3.2.2 Passage piéton texturé

Il est possible de marquer la présence d'une traverse par un traitement de surface. Le passage piéton texturé est également défini sous les termes : passage avec revêtement dur, passage à traitement de surface et, en anglais, « textured crosswalks ».

« Le pavé de béton peut être appliqué sur des voies de circulation ou des espaces sans circulation. Il supporte le trafic lourd si l'épaisseur et le modèle de pose sont choisis en conséquence. » (Ministère des Transports du Québec, 1997). Le pavé de béton doit préféablement être utilisé sur des routes où la vitesse ne dépasse pas 60 km/h (Ministère des Transports du Québec, 1997).

Même si les pavés ne créent pas de problèmes de déneigement, des problèmes d'entretien majeurs peuvent se présenter en l'absence d'une solide fondation combinée au passage des véhicules lourds ou du transport en commun. De plus, une attention particulière doit être portée au niveau de la glissance de la surface, plus précisément aux abords des centres hospitaliers et des centres pour personnes âgées (Association des Transports du Canada, 1998).

La couleur de la surface peut être changée à même l'enrobé bitumineux. Les enrobés colorés sont aussi résistants que les enrobés couramment utilisés et ils présentent que des avantages.

« Selon les résultats obtenus lors des essais de caractérisation des granulats, de la résistance à l'orniérage et d'oxydation en laboratoire, les enrobés bitumineux colorés possèdent de bonnes qualités de maniabilité, de résistance à la déformation ainsi qu'au changement de couleur. C'est pourquoi, les EBC s'avèrent un choix judicieux pour permettre une meilleure cohabitation des différents usagers de la route. » (Bertrand, 2002).

Finalement, les passages texturés ne semblent avoir aucun effet sur la vitesse et les débits de circulation (Association des Transports du Canada, 1998).

3.2.3 Passage piéton surélevé

Un passage piéton surélevé est un passage piéton construit à un niveau supérieur que les chaussées adjacentes et borné par une montée progressive du revêtement.

3.2.3.1 Autres appellations

Les autres appellations pour désigner un passage piéton surélevé sont : passage surélevé, ralentisseur trapézoïdal, « raised crosswalks », « raised table » et « wombat crossing » en Australie.

3.2.3.2 Utilisation

Un passage piéton surélevé est habituellement mis en place pour procurer une traversée plus sécuritaire des piétons en diminuant la vitesse des véhicules et en augmentant la visibilité des piétons. Un passage piéton surélevé s'utilise sur des rues résidentielles locales et collectrices (normalement à deux voies contiguës) où la vitesse affichée est

inférieure ou égale à 50 km/h et sans limite de débit (Association des Transports du Canada, 1998).

3.2.3.3 Avantages

En Californie, en Floride, au Maryland, au Minnesota, en Caroline du Nord et au Utah, les conflits entre deux intersections (section de route) représentent 26,4 % des accidents entre véhicule et piéton (Stutts et coll., 1996). Les traverses surélevées peuvent produire un effet ralentisseur similaire à celui des dos d'âne allongés et limiter davantage la vitesse dans la zone de conflit avec les piétons (Association des Transports du Canada, 1998).

3.2.3.4 Inconvénients

Il ne faut pas confondre les dos d'âne allongés avec plateau (raised platforms) avec les passages pour piétons surélevés (zebra crossing) qui donnent pour leur part la priorité aux piétons. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'en Belgique, l'Arrêté royal du 9 octobre 1998 interdit d'implanter une traverse sur un dos d'âne (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). Systématiquement, un ralentisseur avec plateforme doit être muni d'un passage pour piétons. De plus, les enfants pourraient développer une confiance excessive envers le dispositif due à la continuité entre le trottoir et la traverse pour piétons (CETUR, 1990). Il demeure donc primordial d'uniformiser l'usage des traverses surélevées.

Une étude australienne a démontré que les dos d'âne avec plateau (sans obligation de céder le passage) diminuent les opportunités de traverser pour les piétons en augmentant le délai d'attente d'environ 3 secondes pour une vitesse de traversée normale et de 5 secondes pour une vitesse de traversée d'une personne à mobilité réduite (Hidas et coll., 1998).

Comme les dos d'âne allongés, les passages surélevés peuvent être inconfortables pour les camions, les autobus et les véhicules d'urgence. Ils sont donc à éviter sur les axes principaux de transports en commun et les voies d'accès des services d'urgence. Aussi, le traitement des rues adjacentes doit être envisagé pour éviter la migration des débits de circulation (Association des Transports du Canada, 1998).

3.2.3.5 Coût

Sans traitement particulier de surface, le coût d'une traverse pour piétons peut se limiter au marquage ponctuel et à la signalisation, soit entre 1 000 \$ et 2 000 \$.

Lorsqu'un pavé de béton ou des enrobés colorés marquent le passage pour piétons, les coûts initiaux sont plus importants et s'élèvent entre 50 \$ et 150 \$ le mètre carré (Association des Transports du Canada, 1998). Ainsi, une traversée peut atteindre 3 000 \$ à 5 000 \$.

Similairement aux dos d'âne allongés, l'implantation d'un passage surélevé varie entre 2 500 \$ et 12 000 \$.

3.2.4 Prolongement de trottoir

Ce dispositif est basé sur un principe simple : un trottoir qui traverse une rue doit demeurer un trottoir. Ainsi, le trottoir traverse l'intersection (figure 14). Ce dernier peut être abaissé au niveau de la chaussée comme dans le cas des accès résidentiels et commerciaux. Inversement, la chaussée peut être élevée au niveau du trottoir. Dans ce cas, le trottoir est dit « surélevé » (Association des Transports du Canada, 1998).



Figure 14 Prolongement de trottoir dans une intersection en Belgique

(Source : Association piétons & vélos à Buc, 2006)

3.2.4.1 Autres appellations

Les autres appellations utilisées pour désigner un prolongement de trottoir sont : trottoir abaissé, trottoir continu, trottoir franchissable, trottoir surélevé, trottoir traversant et « continuous sidewalks ».

3.2.4.2 Utilisation

Le prolongement de trottoir s'utilise dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle (parallèle aux routes locales collectrices ou artérielles).

Vitesse : ≤ 50 km/h.

Débit : applicable à tous les débits.

Profil : urbain.

Le trottoir continu délimite bien les extrémités d'un quartier résidentiel et offre un maximum de convivialité aux rues protégées (Institut Belge pour la Sécurité Routière,

2004). Le prolongement de trottoir marque avec un message clair la hiérarchie des routes.

3.2.4.3 Avantages

Un trottoir continu n'a pas réellement d'impact sur la route qu'il borde. Par contre, il invite le conducteur à adopter un comportement différent lorsqu'il franchit le trottoir. Évidemment, un trottoir surélevé a un impact plus important que celui abaissé.

Le trottoir continu marque la priorité piétonne. Il ralentit la circulation venant des rues perpendiculaires et offre une bonne convivialité aux rues protégées (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004; Virginia Department of Transportation - Traffic Engineering Division, 1997).

Un manque d'information concernant les effets sur la réduction des débits et sur l'augmentation de la sécurité persiste. Similairement aux dos d'âne allongés ou aux passages pour piétons surélevés, les trottoirs traversants devraient éliminer en partie la circulation de transit et améliorer la sécurité des piétons.

3.2.4.4 Inconvénients

Lorsque surélevé et muni d'une pente raide ou d'aucune pente, le prolongement de trottoir constitue un dispositif abrupt qui doit être aménagé de façon sécuritaire même pour de très faibles débits.

Le trottoir traversant « peut semer le doute dans l'esprit des enfants, car tout en étant sur un trottoir, ils ne peuvent s'y attarder inutilement » (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). Aussi, les personnes possédant un handicap visuel perdent le repère (perception de l'intersection) à moins que la texture du trottoir soit particulière (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

En étant surélevé, le trottoir traversant ralentit le déneigement et il est inconfortable pour le transport en commun et les véhicules lourds (Association des Transports du Canada, 1998).

3.2.4.5 Coût

Le coût de construction d'un trottoir traversant varie entre 5 000 \$ et 10 000 \$. Le coût est sensible à la longueur de chaussée traversée (Association des Transports du Canada, 1998).

3.3 Déviations latérales

En milieu résidentiel, les décrochements horizontaux doivent permettre le passage de véhicules utilitaires et celui des véhicules d'urgence. De ce fait, les déviations latérales deviennent habituellement moins efficaces pour réduire la vitesse des petits véhicules. Par contre, en délimitant les déviations par des éléments verticaux risquant d'endommager la carrosserie, l'effet de ralentissement est légèrement plus efficace (Association Transports et Environnement et Fonds de Sécurité Routière, 2002a).

3.3.1 Avancées

L'avancée (figure 15) est une « intrusion horizontale d'une bordure sur la chaussée ayant pour résultat de rétrécir un tronçon de voie » (Association des Transports du Canada, 1998).



Figure 15 Avancée en section de route à Barcarès, France

(Photographie : Michèle St-Jacques)

3.3.1.1 Autres appellations

En section de route, les avancées sont également désignées par les appellations suivantes : étranglement, rétrécissement, « choker », « kerb extension », « narrowings » et « neckdown ». En intersection, les appellations utilisées sont : oreilles, rayons avancés, « bulbouts », « corner bulges », « intersection narrowings », « knuckles », « nubs » et « safe crosses » (Ewing, 1999).

3.3.1.2 Utilisation

Les avancées s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle à collectrice, régionale et nationale en traversée d'agglomération.

Vitesse : ≤ 50 km/h.

Débit : applicable à tous les débits.

Profil : urbain.

Les zones commerciales, où l'activité piétonnière et le stationnement sont présents, sont plus propices à l'utilisation d'avancées que les quartiers résidentiels. Par exemple, les avancées sont utiles pour les zones scolaires, les arrêts d'autobus, la délimitation des stationnements et pour souligner la présence de traverses piétonnières. Les avancées peuvent également être utilisées pour les entrées d'agglomération.

3.3.1.3 Avantages

Les avancées de trottoirs aux angles d'un carrefour, aussi appelées « oreilles » à cause de leur forme arrondie, permettent de :

- mettre en valeur un carrefour;
- de réduire la largeur de la chaussée;
- de restreindre la largeur de dégagement visuel;
- de faciliter la traversée des piétons en diminuant la distance à parcourir;
- de réduire les rayons de virage;
- de délimiter et rendre impossible le stationnement à proximité des carrefours (CETUR, 1992).

En section, les avancées permettent d'augmenter la visibilité des piétons aux traverses piétonnières. Elles diminuent la distance à traverser pour les piétons et améliorent la visibilité des piétons pour les automobilistes. L'utilisation des avancées de trottoir a prouvé son efficacité pour améliorer la sécurité des piétons aux intersections.

En 1987, des avancées de trottoir ont été introduites en Angleterre dans le comté de Nottingham. L'aménagement a amélioré la visibilité des piétons et les accidents avec piétons sont passés en moyenne de 4 accidents à 1 accident par année. Depuis, d'autres

avancées de trottoir ont été implantées à Nottingham avec succès (S. J. Thompson et Heydon, 1991).

La construction d'avancées produit des réductions de vitesse. Selon plusieurs études ontariennes, la réduction varie entre 2 km/h et 6 km/h (Association des Transports du Canada, 1998). Plus la vitesse initiale est haute, plus l'effet semble marqué. D'autre part, les avancées ne semblent avoir aucun effet sur les débits de circulation (Austroads, 2004).

Les avancées permettent l'installation de mobilier urbain comme des bancs, des poubelles, des bacs floraux, des lampadaires, etc. En étant suffisamment longue, une avancée peut favoriser le commerce local en créant des espaces supplémentaires pour des terrasses de restaurants et cafés (Couture, 1993). À cet effet, les avancées peuvent être créées temporairement en bois ou avec d'autres matériaux. D'ailleurs, plusieurs municipalités québécoises louent l'espace public pour contribuer à la revitalisation de leur centre-ville par l'ajout de terrasses. Des articles sur l'implantation de terrasses dans les aires de stationnement sur rue sont disponibles à l'annexe 8.

3.3.1.4 Inconvénients

Lorsque les avancées sont ajoutées dans un carrefour existant, une attention particulière doit être portée au drainage.

Les avancées peuvent nuire au parcours des cyclistes (Couture, 1993). La majorité des gens y sont favorables lorsque les cyclistes ne sont pas obligés d'emprunter le passage étroit utilisé pour la circulation motorisée (Ewing, 1999).

En intersection, les avancées ralentissent les manœuvres de virage à droite des véhicules particuliers et des véhicules lourds; ce qui peut augmenter la congestion par débits importants.

Lors du déneigement, les différents éléments de l'avancée (pelouse, arbres et arbustes, bordures de béton) peuvent être endommagés par la machinerie (Association des Transports du Canada, 1998).

3.3.1.5 Coût

Bien que le coût varie grandement en fonction de la longueur de l'avancée, il peut être estimé entre 3 000 \$ et 10 000 \$ (Association des Transports du Canada, 1998). Les aires publiques créées par les avancées peuvent être louées aux commerces et fournir un revenu supplémentaire aux municipalités.

3.3.2 Chicanes

La chicane est constituée d'une série d'avancées disposées alternativement de part et d'autre de la chaussée afin d'obliger le conducteur à changer de direction et réduire sa vitesse (figure 16). Typiquement, la chicane est composée de trois avancées (Association des Transports du Canada, 1998). Elle peut également être créée par une combinaison d'avancées et d'îlots. Une chicane à une voie laisse passer en alternance les deux directions, tandis qu'une chicane à deux voies permet aux véhicules de se croiser à l'intérieur de la chicane.

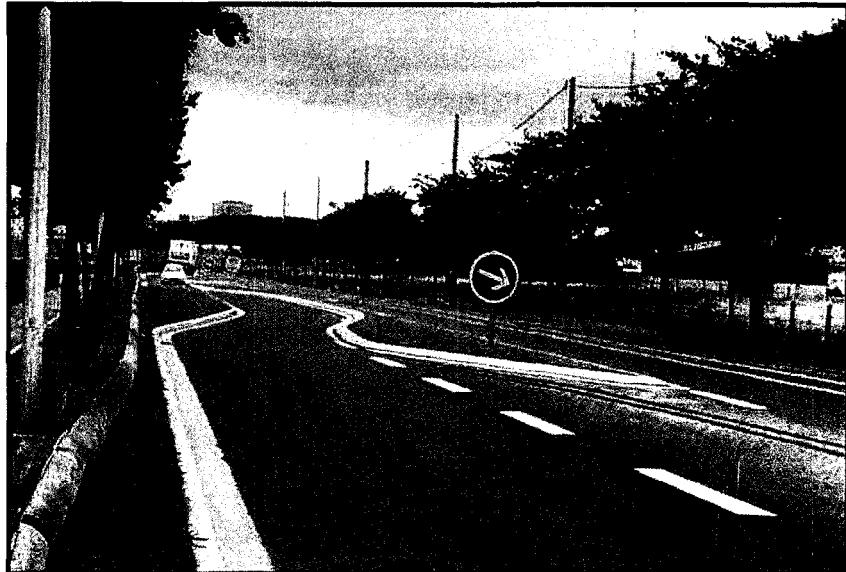


Figure 16 Chicane en France

(Photographie : Michèle St-Jacques)

3.3.2.1 Autres appellations

Les chicanes sont désignées par le terme « Slow point » en anglais.

3.3.2.2 Utilisation

Les chicanes s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle et locale (à une voie), collectrice, régionale ou nationale (à deux voies).

Vitesse : ≤ 50 km/h.

Débit : minimum de 750 véh/j balancés dans les deux directions (ATC, , 1998);
maximum de 4 000 véh/j (Kent County Council et Highways and Transportation, 1991);
maximum de 1 000 véh/j (Austroads, 2004).

Profil : urbain.

En milieu résidentiel, la chicane a pour but de réduire la vitesse des véhicules et de diminuer la circulation de transit. Sur les routes plus importantes, la chicane peut être utilisée pour réduire la vitesse, particulièrement à l'entrée d'agglomération et à l'approche de zones scolaires. Les débits pour lesquels une chicane peut être utilisée avec efficacité diffèrent d'une administration à l'autre. L'ATC (1998) soutient qu'un minimum de 750 véh/j est nécessaire afin que l'effet de la chicane demeure efficace sur les débits en transit. Austroads (2004) affirme qu'au-delà de 1 000 véh/j., les risques de congestion et de collision peuvent augmenter. Austroads (2004) déconseille les chicanes sur les trajets empruntés par le transport en commun.

3.3.2.3 Avantages

Les chicanes possèdent une forte influence sur les vitesses pratiquées et obligent l'intégration du dispositif dans des aménagements mettant en valeur les perspectives. Les chicanes à une voie permettent de réduire la vitesse pratiquée jusqu'à seulement 25 km/h à l'intérieur de la chicane et environ 45 km/h entre deux chicanes. Pour leur part, les chicanes à deux voies permettent des réductions de l'ordre de 10 km/h. Cette diminution permet d'atteindre des vitesses comprises entre 35 et 45 km/h selon les résultats observés à Nepean et Scarborough en Ontario (Association des Transports du Canada, 1998).

Les chicanes ont également un effet diminutif important sur les débits. À Seattle, le débit journalier est passé de 1 900 à 1 000 véh/j après l'installation d'une chicane à une voie. À Nepean en Ontario, une chicane à deux voies a fait passer les débits de 1150 à 900 véh/j (Association des Transports du Canada, 1998).

Les chicanes à une voie invitent les usagers à la courtoisie. Désireux de ne pas abîmer leur voiture et ne désirant point faire marche arrière, les conducteurs cèdent le passage.

3.3.2.4 Inconvénients

Une chicane doit être facilement perceptible et se démarquer du paysage de fond. Une mauvaise lisibilité de la chicane jumelée à une vitesse d'approche élevée induit un risque d'accidents (CETUR, 1990). La vitesse d'approche doit être maîtrisée et le dispositif doit normalement correspondre à un changement de secteur. Plusieurs aménagements connexes doivent être implantés afin de limiter son aspect artificiel et augmenter l'impact de l'aménagement (CETUR, 1990).

L'expérience de la ville d'Edmonton en Alberta démontre que les chicanes augmentent légèrement le temps nécessaire pour le déneigement. Au printemps, le balayage d'une chicane n'est pas efficace avec les équipements réguliers. Le balayage manuel devient alors nécessaire pour la majorité des chicanes (Association des Transports du Canada, 1998).

Lorsqu'une chicane est implantée pour une route à chaussée contiguë, les conducteurs locaux deviennent peu à peu familiers avec la géométrie. Souvent, l'habitude mène à une augmentation des vitesses et à l'utilisation de la voie en sens contraire afin d'obtenir la trajectoire la plus rectiligne possible, et ce, surtout lorsque les débits de circulation du flux opposé sont faibles. Les risques de collision frontale sont alors augmentés. Pour contrer ce phénomène, des chicanes avec îlot (figure 17) peuvent être implantées (CETUR, 1990).



Figure 17 Chicane avec îlot bombé franchissable à Bacarès, France

(Photographie : Michèle St-Jacques)

3.3.2.5 Coût

Le coût varie grandement en fonction de la longueur de l'aménagement et de la largeur de la rue. Il varie entre 15 000 et 100 000 \$.

3.3.3 Îlots plantés ralentisseurs

Un îlot planté ralentisseur est un îlot installé au centre de la chaussée afin de diminuer la largeur des voies et d'obliger les usagers à demeurer dans leur voie respective (figure 18). Cet îlot peut aussi être jumelé à un déplacement latéral de la voie afin de créer un effet de chicane.

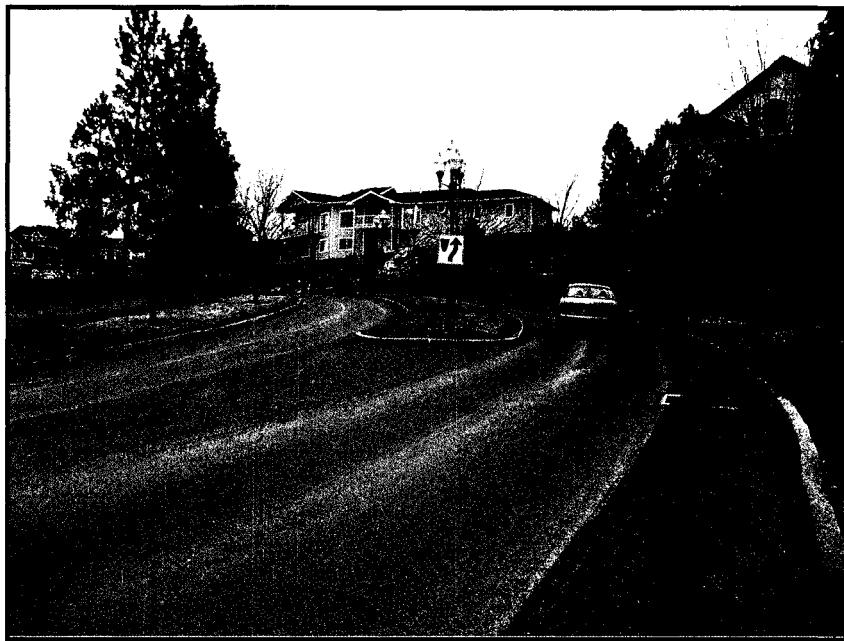


Figure 18 Îlot planté ralentisseur dans une courbe prononcée à Spokane Valley, États-Unis

(Source : City of Spokane Valley, 2007)

3.3.3.1 Autres appellations

Les autres appellations utilisées pour désigner les îlots plantés ralentisseurs sont : îlot médian, îlot séparateur, « blister islands », « Central island » et « medians ».

3.3.3.2 Utilisation

Les îlots plantés ralentisseurs s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle à nationale.

Vitesse : ≤ 80 km/h.

Débit : tous les débits.

Profil : plus efficace en milieu urbain, peut s'utiliser en milieu rural avec aménagement connexes.

Les îlots plantés ralentisseurs sont utilisés dans les courbes reconnues pour leur problématique de vitesse (Daniel et coll., 2005). Ils peuvent également être implantés aux intersections afin de mieux les définir et améliorer la lisibilité du site.

3.3.3.3 Avantages

L’îlot planté ralentisseur peut servir à modifier les trajectoires rectilignes dans les chicanes et les carrefours giratoires. De plus, il permet l’implantation d’éclairage ou de feux de circulation (CETUR, 1990). En séparant la chaussée, l’îlot crée une contrainte pour l’automobiliste. L’effet est maximal en intégrant des arbres au centre de l’îlot et sur les rives (Daniel et coll., 2005). Une étude réalisée dans la ville de Ancaster (Canada) démontre une diminution de la vitesse pratiquée de 54 à 49 km/h et une diminution du pourcentage de véhicules excédant la vitesse prescrite de 67 à 47 % après l’implantation d’îlots (Daniel et coll., 2005).

Aux intersections, l’îlot améliore la perception de l’intersection et attire l’attention du conducteur. L’îlot peut également servir à canaliser la circulation et éviter les manœuvres de dépassement à l’intersection. Il sert également de refuge pour piétons (figure 19).

3.3.3.4 Inconvénients

Un îlot planté ralentisseur doit être perceptible de loin et se démarquer du fond pour ne pas se présenter comme un obstacle aux usagers. Il doit être utilisé à des vitesses relativement faibles et bien contrôlées. À des vitesses de 70 ou 80 km/h, une conception d’îlot complètement franchissable (figure 19) avec des balises à poteaux fragilisés sera privilégiée. La zone de transition entre la partie sans îlot et la partie avec îlot doit être progressive et bien marquée.



Figure 19 Îlot planté ralentisseur servant de refuge pour piétons, Îles des Sœurs, Québec
(Photographie : Michèle St-Jacques)

Implantés à une intersection, les îlots plantés ralentisseurs peuvent nuire aux manœuvres de virage des camions lourds. Pour palier à cet inconvénient, l'îlot ou une partie de ce dernier peut être aménagé de façon franchissable. Les îlots plantés ralentisseurs demandent peu d'entretien lorsque l'absence de végétation est privilégiée. Par contre, la végétation peut contribuer à l'efficacité du dispositif. Les îlots plantés peuvent gêner légèrement le déneigement.

3.3.3.5 Coût

Un coût initial entre 10 000 \$ et 30 000 \$ par îlot est déterminé en fonction de sa longueur et des matériaux choisis.

3.3.4 Îlots bombés franchissables

Les îlots bombés franchissables ou bandes franchissables peuvent être utilisés aux intersections afin de diminuer les rayons de virage des véhicules particuliers tout en procurant un plus grand rayon aux véhicules lourds. Au Québec, l'usage le plus répandu de la bande franchissable se concentre au centre des carrefours giratoires (figure 20). Sachant que la grandeur du rayon est étroitement liée à la vitesse de virage, l'îlot bombé franchissable aura un effet maximal aux intersections avec des débits importants de tourne-à-droite.

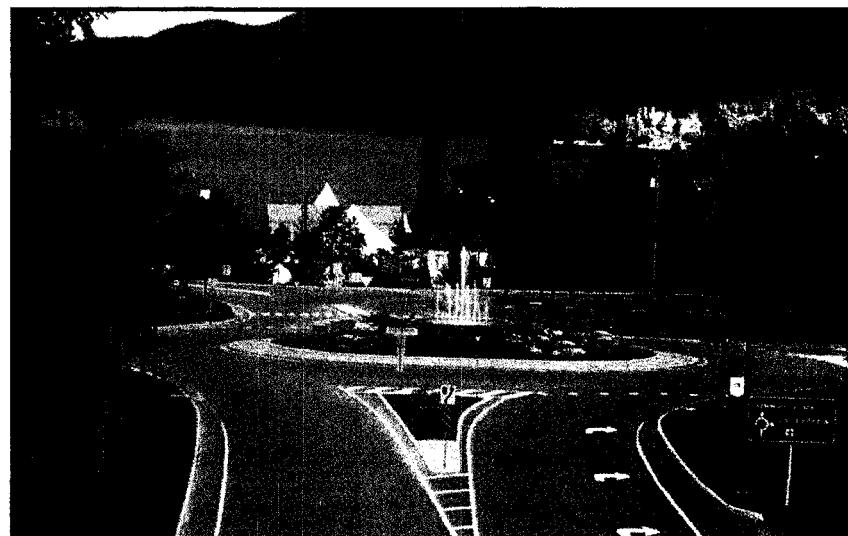


Figure 20 Bande franchissable dans le carrefour giratoire du Mont-Tremblant, Québec

(Source : Lacasse, 2007)

3.3.4.1 Utilisation

Les îlots bombés franchissables s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle à régionale.

Vitesse : ≤ 70 km/h.

Débit : tous les débits.

Profil : rural et urbain.

Bien que l'aménagement d'îlots bombés franchissables se fasse habituellement aux rayons des carrefours, il est possible de l'utiliser en section ou pour canaliser la circulation. Ce dispositif peut être totalement franchissable ou franchissable en partie, notamment pour servir de transition en amont des museaux d'îlots construits.

3.3.4.2 Avantages

Le dispositif a l'avantage de pouvoir être conçu en fonction des rayons de virage de différents types de véhicules (CETUR, 1990). Ainsi, en intégrant un pavé grossier dans l'îlot, ce dernier est peu invitant pour les véhicules particuliers, mais il peut quand même desservir le passage occasionnel de véhicules lourds nécessitant un plus grand rayon de virage.

Les îlots franchissables rendent la conception des carrefours plus facile. Ils peuvent être implantés comme éléments ralentisseurs des débits tournants et obliger l'usager à respecter les dispositifs de contrôle de l'intersection. S'adaptant aussi bien au milieu urbain que rural, les îlots bombés franchissables peuvent être réalisés sans nuire au drainage des chaussées (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

3.3.4.3 Inconvénients

Les effets des îlots bombés franchissables implantés aux rayons des intersections sur la sécurité sont difficilement chiffrables. La recherche de références statuant sur les effets de l'aménagement s'est avérée vaine. Le guidage de la circulation est moindre que celui avec des îlots construits ou des bordures (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). Le dispositif ne semble pas approprié pour les trajets de transport en commun ou les emplacements possédant une grande proportion de circulation lourde. Les îlots bombés

franchissables peuvent causer des problèmes de déneigement lorsque la lame du camion balaie le pavé (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

3.3.4.4 Coût

Le coût des îlots bombés franchissables est largement tributaire de l'aire sur laquelle ils sont construits. Similairement à un passage piéton texturé en pavé, le coût varie entre 50 \$ et 200 \$ le mètre carré. De plus, la présence de débits importants de véhicules lourds peut entraîner des travaux de fondation afin d'assurer la stabilité du pavé. Ainsi, une estimation préliminaire entre 5 000 \$ et 10 000 \$ par îlot demeure raisonnable.

3.3.5 Îlot circulaire

Un îlot circulaire est un îlot de forme circulaire placé au centre d'une intersection ou à un endroit stratégique. Cet îlot oblige les usagers à le contourner dans un sens déterminé afin de continuer tout droit ou d'effectuer un virage vers une rue transversale (figure 21).

3.3.5.1 Autres appellations

Les autres appellations utilisées pour désigner un îlot circulaire sont : carrefour circulaire, mini giratoire, pastille, rondelle et « traffic circle ».

3.3.5.2 Utilisation

Les îlots circulaires s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle à collectrice.

Vitesse : ≤ 50 km/h.

Débit : tous les débits.

Profil : rural et urbain (maximum de deux voies de circulation pour chaque axe).

L'îlot circulaire peut être utilisé pour marquer les zones de transition, notamment la rencontre d'une artère avec l'entrée d'un secteur commercial ou résidentiel. Utilisé en série à des intersections successives, le dispositif s'avère davantage efficace pour réduire la vitesse (Association des Transports du Canada, 1998).

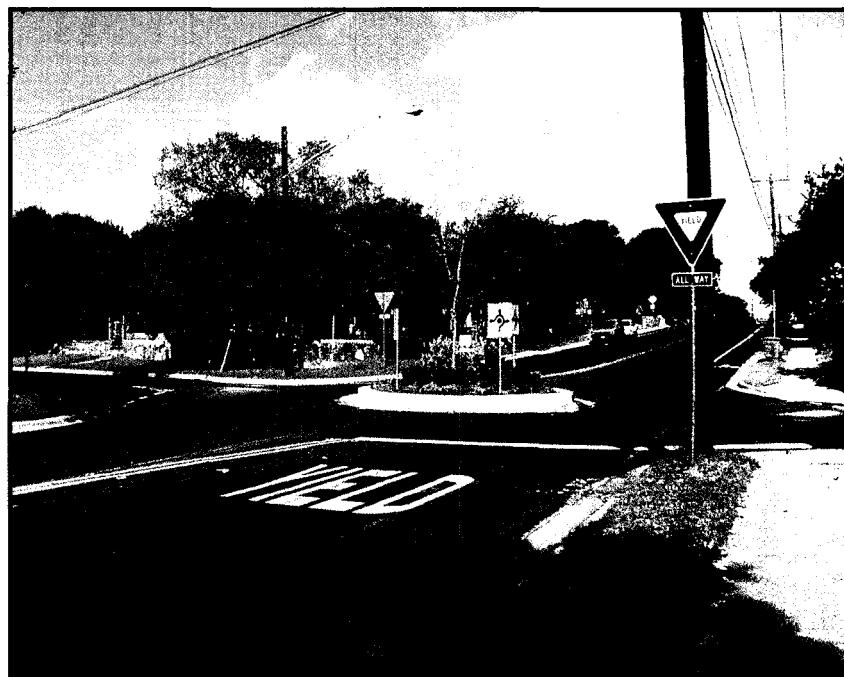


Figure 21 Îlot circulaire à Austin, Texas, États-Unis

(Source : City of Austin, 2001)

3.3.5.3 Avantages

L'aménagement d'un îlot circulaire à un carrefour a l'avantage d'agir sur deux rues avec un seul élément. L'efficacité du dispositif est augmentée en y ajoutant une borne, une plantation ou autre élément vertical au centre (Association Transports et Environnement et Fonds de Sécurité Routière, 2002a).

L'implantation d'îlots circulaires a un effet à la baisse sur la vitesse pratiquée, les débits de circulation, les conflits et le nombre d'accidents (Association des Transports du Canada, 1998). Les réductions de vitesses peuvent être importantes. Des réductions atteignant jusqu'à 13 km/h ont été rapportées aux intersections qui ont été munies d'un îlot circulaire (Association des Transports du Canada, 1998; Ullman, 1996).

La variation des débits de circulation semble être influencée à la baisse. Par contre, certaines études n'ont noté aucun changement significatif et d'autres ont même observé des augmentations de débits (Association des Transports du Canada, 1998). Le fait de ne plus avoir à faire d'arrêt peut expliquer certaines augmentations de débits surtout lorsque la circulation sur l'axe transversal est moins importante que celle sur l'axe principal.

Dans la ville de Seattle, plus de 700 îlots circulaires ont été implantés depuis 1973 (Mundell, 1998a). Une étude sur 119 îlots circulaires, réalisée entre 1991 et 1994, rapporte que le nombre d'accidents est passé de 187 à 11 après l'aménagement des intersections et le nombre de blessés est passé de 153 à 1 seulement (Mundell, 1998b). Similairement, une étude danoise de 600 îlots circulaires a démontré des baisses d'accidents de l'ordre de 43 % après l'installation des îlots (Harvey, 1996).

Dans les communautés de la ville de Seattle, les résidants se portent volontaires pour effectuer l'entretien de l'aménagement paysager de l'îlot. Advenant que les volontaires se désistent, un avis à la communauté soutient que l'îlot sera pavé. Jusqu'en 1998, tous les îlots avaient obtenu de nouveaux volontaires et aucun n'avait été pavé (Mundell, 1998a). L'initiative des résidants réduit les coûts d'entretien.

3.3.5.4 Inconvénients

Les îlots circulaires demandent aux usagers de céder le passage. Le manque d'uniformité de la signalisation de « Cédez le passage » au Québec favorise l'ambiguïté du message envoyé aux conducteurs, particulièrement ceux reconnus pour leur manque de courtoisie.

L'étude de Atkins et Coleman (1997) a démontré qu'un îlot circulaire produisait un retard moyen de 10,7 secondes pour les véhicules de protection incendie. Ce retard est comparable à ceux des dos d'âne allongés (retard estimé entre 9,2 et 9,4 secondes).

L'implantation d'un îlot circulaire ne doit pas se faire sur le trajet du transport en commun. Les îlots circulaires peuvent restreindre l'accès aux autobus scolaires et aux camions (Association des Transports du Canada, 1998). Pour remédier à cet inconvénient, la rondelle peut être rendue complètement franchissable et la législation peut permettre aux véhicules plus longs de s'insérer dans l'intersection dans le sens contraire afin d'effectuer un virage à gauche devant l'îlot sans le contourner.

Les piétons et les cyclistes perçoivent une insécurité plus marquée dans les carrefours avec îlot circulaire que dans les carrefours traditionnels. Lorsque les passages pour piétons sont marqués trop près de l'intersection, les automobiles franchissent une partie de ces derniers afin d'effectuer leur manœuvre autour de l'îlot. Pour leur part, les cyclistes n'apprécient pas le partage de l'intersection avec les véhicules automobiles. Pourtant, la majorité des études rapportent une réduction des taux de collision, notamment pour les collisions avec piétons et cyclistes. Une étude dans l'état du Michigan (États-Unis) a démontré une réduction de 75 % des collisions avec piétons et cyclistes (Association des Transports du Canada, 1998).

3.3.5.5 Coût

Selon Ullman (1996), le coût de construction aux États-Unis peut atteindre 6 000 \$US. Le coût varie en fonction des dimensions de l'îlot et de la nécessité d'apporter d'autres modifications à l'intersection. L'ATC (1998) fixe le coût type entre 5 000 \$ et 10 000 \$. Des îlots amovibles en caoutchouc sont également disponibles.

3.3.6 Giratoire

Le ministère des Transports du Québec (2002) décrit le carrefour giratoire comme suit :

« Un carrefour comportant trois branches ou plus, dans lequel les courants convergent puis divergent sur une chaussée à sens unique entourant l'îlot central. La circulation sur cette chaussée se fait dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et a priorité sur la circulation entrant dans l'anneau. »

La figure 22 montre une illustration d'un carrefour giratoire ceinturé de pistes multifonctionnelles. Des îlots séparateurs sont utilisés aux approches pour mieux canaliser la circulation. Ces îlots servent également de refuge aux piétons et cyclistes qui peuvent traverser chaque approche en deux phases. L'îlot central de forme circulaire est muni d'une bande franchissable sur laquelle les véhicules de plus grande envergure peuvent circuler. Finalement, l'aménagement est éclairé et signalé.



Figure 22 Illustration d'un carrefour giratoire ceinturé de pistes multifonctionnelles

(Source : Ministère des Transports du Québec, 2006b)

Les petits giratoires à une voie sont associés aux techniques de modération de la circulation (Ministère des Transports du Québec, 2002). Lorsque les carrefours deviennent de plus grande envergure, ils favorisent la fluidité de débits importants et deviennent moins conviviaux pour les piétons, les patineurs et les cyclistes.

3.3.6.1 Autres appellations

Les carrefours giratoires sont désignés en anglais par « Roundabouts » et « rotary ».

3.3.6.2 Utilisation

Les carrefours giratoires s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : s'adapte à toutes les classifications en fonction de son rayon.

Vitesse : la vitesse souhaitée à l'intérieur du carrefour est de l'ordre de 35 km/h.

Débit : très grande capacité.

Profil : rural et urbain.

Le carrefour giratoire s'utilise davantage en milieu périurbain où la présence des modes de transport non motorisés est limitée. Il peut être implanté aux carrefours avec des taux anormalement élevés d'accidents, surtout lorsque les accidents à angle et frontaux sont surreprésentés (Ministère des Transports du Québec, 2002).

3.3.6.3 Avantages

Le carrefour giratoire regroupe plusieurs éléments utilisés en modération de la circulation. Les approches sont munies de déflections horizontales, d'îlots séparateurs, de passages piétons, de signaux « cédez le passage » et, dans certains cas exceptionnels, de feux de circulation. De plus, la chaussée annulaire est érigée autour d'un îlot central construit comportant une bande franchissable sous le principe de l'îlot bombé franchissable. Le regroupement de tous ces dispositifs en font un aménagement à fort attrait urbanistique (St-Jacques et coll., 2001).

Le giratoire délimite bien les entrées de ville et ferme la perspective visuelle de sorte que l'usager ne perçoit plus un long alignement droit devant lui. Le giratoire engendre moins de retards, réduit les vitesses de circulation et agit à titre de régulateur dynamique du trafic (St-Jacques et coll., 2001). Dans les zones 30, la largeur de la chaussée annulaire est limitée à 6 mètres. Aussi, pour les minis giratoires, l'anneau peut être conçu complètement franchissable afin d'accommoder le passage occasionnel des véhicules lourds (figure 23). Ce type de conception est privilégié lorsque très peu d'emprise n'est disponible (CETUR, 1992).

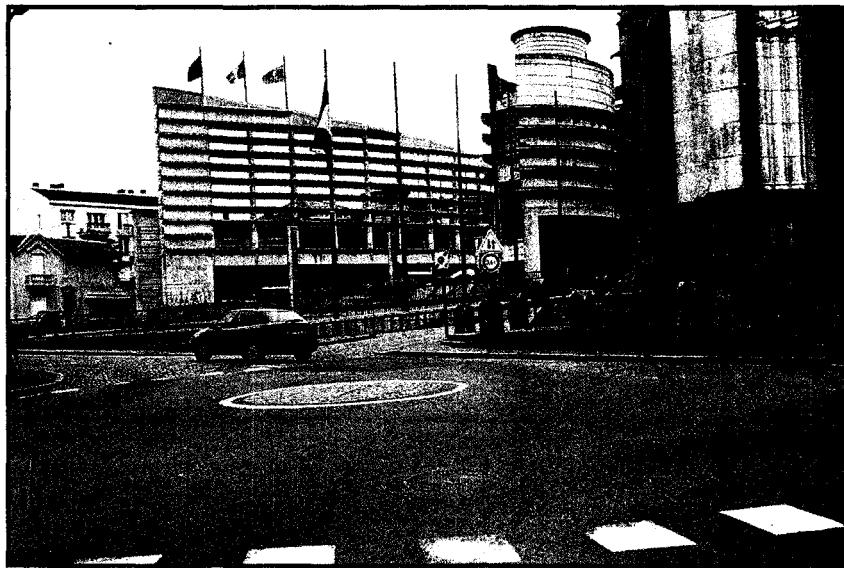


Figure 23 Anneau complètement franchissable à Rezé, France

(Photographie : Michèle St-Jacques)

En plus de réduire les points de conflits potentiels⁵, les collisions ayant lieu dans un carrefour giratoire sont habituellement de faible gravité. La majorité des collisions se produit en impacts latéraux. Le risque de collision frontale est presque nul (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). Des études en Australie, en France, en Allemagne, aux Pays-Bas, au Royaume-Uni et aux États-Unis ont démontré une réduction des accidents entre 37 et 61 % et une réduction des accidents avec blessés entre 25 et 87 % (Ministère des Transports du Québec, 2002). Des études aux États-Unis et en Europe ont démontré que le nombre d'accidents avec piétons était de trois à quatre fois inférieur que celui dans des carrefours traditionnels (Ministère des Transports du Québec, 2002).

La capacité des carrefours giratoires est grande. Une voie peut satisfaire des débits de 2500 vél/h alors que des débits supérieurs à 6 000 vél/h peuvent être absorbés par des

⁵

Les points de conflits de différents types de carrefour sont présentés à l'annexe 9.

carrefours à trois voies. Un carrefour à deux voies dispose d'une capacité entre 3 500 et 4 000 véh/h (Ministère des Transports du Québec, 2002).

L'implantation d'un carrefour giratoire permet de traiter une intersection sans modifier la section courante. La conception et la gestion s'avèrent parfois plus faciles que celles d'un carrefour traditionnel à quatre approches (Ministère des Transports du Québec, 2002). Le carrefour giratoire constitue une alternative intéressante au terre-plein continu en carrefour puisqu'il ne limite pas l'accessibilité. De plus, les giratoires permettent les demi-tours.

3.3.6.4 Inconvénients

En 1998, le giratoire de l'arrondissement Saint-Laurent à Montréal devenait le premier véritable carrefour giratoire du Québec. Cette apparition récente en fait un aménagement craint et méconnu, autant par les utilisateurs, les concepteurs que les autorités (Pellecuer, 2003).

Dans la conception d'un carrefour giratoire, l'utilisation de la route par les véhicules hors normes doit être vérifiée. En 2001, le ministère des Transports du Québec a implanté un carrefour giratoire à l'entrée de la ville de Val-d'Or. Ce giratoire était le premier sur le réseau du Ministère et le passage de véhicules hors normes a forcé l agrandissement du carrefour de 35 mètres de diamètre à 50 mètres. En effet, le carrefour se situe sur la route 117, route fréquemment utilisée comme itinéraire pour rejoindre le nord du Québec ainsi que le territoire de la Baie-James (Bisson et Iracà, 2003).

La problématique au carrefour giratoire de la ville de Val-d'Or a permis d'identifier d'autres éléments à considérer dans la conception des giratoires. Notamment, aucun lampadaire ne doit se situer sur les parties franchissables des îlots, les boîtiers pour

l'alimentation électrique ne doivent pas dépasser des parties franchissables, les bordures en granite ne doivent pas présenter de danger pour l'éclatement des pneumatiques (Bisson et Iracà, 2003).

« Selon l'industrie, un fardier maintient normalement un dégagement de 15 centimètres; en cas de nécessité, un camion avec un équipement en bonne condition peut augmenter ce dégagement à 30 centimètres en utilisant des cylindres hydrauliques sur une courte distance. » (Bisson et Iracà, 2003). Pour cette raison, lorsque le passage de camions hors normes est suspecté, les bandes surmontables au centre et en périphérie de l'anneau doivent être exemptes d'obstacle.

Les giratoires sont parfois peu conciliables avec le milieu urbain. L'installation d'un giratoire est à éviter près des zones scolaires et aux emplacements où la présence d'usagers vulnérables est suspectée. Il est parfois difficile pour les piétons et les cyclistes de traverser un carrefour giratoire puisque aucun dispositif n'oblige l'automobiliste à céder le passage et que le non-respect de la priorité aux piétons et aux cyclistes demeure une problématique importante (Ministère des Transports du Québec, 2002). Cette problématique peut être réglée par l'ajout de feux piétons, mais le dispositif va à l'encontre de la fluidité recherchée dans un carrefour giratoire. Cet aspect doit faire l'objet d'une analyse plus approfondie.

Même si des trottoirs et des pistes cyclables sont aménagés en périphérie du giratoire, la longue trajectoire induite aux usagers favorisant la mobilité active va à l'encontre de la tendance naturelle à emprunter le parcours le plus direct.

L'emprise nécessaire pour l'implantation d'un carrefour giratoire, soit un minimum de 30 mètres, rend la construction difficile en milieu bâti (Walter, 1995). La hiérarchisation des approches n'est pas possible. Il demeure difficile de favoriser un parcours à un autre ou le transport en commun puisque la priorité est donnée sur

l’anneau (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). Ainsi, un carrefour giratoire est plus efficace lorsque les débits entrants des différentes approches sont similaires (St-Jacques et coll., 2001).

Dans le cas de petits giratoires, l’utilisation de véhicules de déneigement plus petits peut être obligatoire. De plus, les faibles vitesses pratiquées à l’intérieur de l’anneau par les camions de déneigement favorisent l’accumulation de neige en bordure de l’anneau (Ministère des Transports du Québec, 2002). Lorsque les conditions routières sont défavorables, le dévers inversé de la chaussée annulaire peut provoquer des problèmes d’adhérence, et ce, surtout pour les véhicules munis d’une traction arrière (St-Jacques et coll., 2001).

Finalement, lorsque les giratoires se succèdent, la confusion des usagers peut mener à des problèmes de sécurité, particulièrement pour les piétons, les patineurs et les cyclistes (St-Jacques et coll., 2001). En effet, la combinaison de deux carrefours giratoires ou plus avec un grand nombre d’approches pourrait désorienter certains usagers peu familiers avec la configuration des lieux et l’abondance d’information, notamment en ce qui concerne les différentes destinations signalées.

3.3.6.5 Coût

Un carrefour giratoire peut s’implanter avec un investissement aussi faible que 10 000 \$ en milieu urbain, mais peut atteindre un montant de 1 500 000 \$ lorsque conçu pour des vitesses supérieures et des débits importants comme dans le cas d’un échangeur autoroutier (Ministère des Transports du Québec, 2002).

3.3.7 Stationnement sur rue

Selon l’ATC (1998), le stationnement sur rue constitue une « diminution de la voie disponible pour les déplacements automobiles en permettant le stationnement adjacent et

parallèle à la bordure de la rue. » Ainsi, l'ATC écarte le stationnement à angle statuant que cette mesure augmente les conflits potentiels. Cet aspect est traité dans les avantages et dans les inconvénients de la présente section.

3.3.7.1 Autres appellations

L'appellation anglophone pour le stationnement sur rue est « On street parking ».

3.3.7.2 Utilisation

Le stationnement sur rue s'utilise dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle à collectrice, régionale ou nationale en traversée d'agglomération.

Vitesse : 50 km/h et moins.

Débit : tous les débits.

Profil : urbain.

Pour que le stationnement soit efficace afin de réduire la vitesse des véhicules, une demande de places de stationnement doit justifier l'implantation. Ainsi, le stationnement en milieu résidentiel peu dense n'a que très peu d'effets sur le comportement des usagers alors que le stationnement au centre-ville est plus efficace.

3.3.7.3 Avantages

En plus de signaler la présence d'une activité urbaine, le stationnement sur rue protège l'espace piéton en séparant le trottoir des voies de roulement. En rythmant de part et d'autre de la chaussée, il contribue à la variété des profils et à un effet de chicane grandement favorable au ralentissement de la circulation (CETUR, 1990). Il peut être jumelé à des dos d'âne allongés, des parties franchissables et autres aménagements pour augmenter son efficacité.

Sur la rue St-Hubert à Montréal, une réduction de vitesse de 15 % a été observée après avoir permis aux automobilistes de se stationner de part et d'autre de la rue (Conseil régional de l'environnement de Montréal, 2006).

Le stationnement à angle est très efficace pour diminuer la largeur des voies de roulement et offrir un plus grand nombre de places aux endroits à très forte demande. Le stationnement à angle peut être utilisé des deux côtés ou alterné comme le stationnement parallèle (CETUR, 1992). À 90 degrés, le stationnement à angle devenu perpendiculaire permet d'aménager 2,5 fois plus d'emplacements que celui en parallèle (Tome I, section 14.1 ; Ministère des Transports du Québec, 2006a).

Le stationnement à angle peut être aménagé pour une entrée de front ou une entrée arrière. Le Massachusetts Highway Department (2005) rapporte que de plus en plus de villes adoptent le stationnement à angle arrière puisqu'il offre de nombreux avantages.

Le stationnement à angle arrière :

- offre une meilleure visibilité aux conducteurs sortants;
- permet l'ouverture de la portière en direction du trottoir;
- permet l'ouverture de la portière de façon à bloquer l'accès à la rue pour les enfants;
- dispose le coffre arrière de la voiture à proximité du trottoir (pour la très grande majorité des véhicules).

Au Québec, les clubs Optimistes militent depuis 1998 pour le stationnement à reculons. Le projet « stationner à reculons, c'est logique! » (SARCEL) a d'abord été présenté à Varennes⁶. En trois ans, la campagne SARCEL a convaincu 47 % des citoyens de Varennes de stationner de reculons pour diminuer les accidents reliés à la sortie des

⁶ La Ville de Varennes s'est mérité le Prix AQTR 2002 – Sécurité routière pour le projet « stationner à reculons, c'est logique! » en collaboration avec le Club Optimiste Varennes.

véhicules (Fortier, 2003). En 2003, la ville de Terrebonne a entériné le projet SARCEL qui incite les conducteurs à stationner de reculons dans les aires de stationnement et les entrées charretières (Ville de Terrebonne, 2003).

La réglementation du stationnement permet d'utiliser l'espace aux heures de pointe, notamment par les véhicules de transport en commun. Par contre, le respect de cette réglementation doit être appuyé par de bonnes campagnes d'information et un contrôle ferme puisque la présence d'une seule voiture stationnée à l'heure de pointe crée des retards supérieurs à ceux qui seraient engendrés en présence d'une seule voie de circulation. En effet, en plus de bloquer la voie où elle est placée, la voiture oblige les véhicules en amont à s'insérer dans la voie adjacente.

3.3.7.4 Inconvénients

L'aménagement de stationnement sur rue ne doit pas créer une trop grande disponibilité par rapport à la demande. Si tel est le cas, le dégagement visuel de la rue devient trop large et les conducteurs sont portés à augmenter leur vitesse⁷ (CETUR, 1992). De plus, lorsque le stationnement est disponible de façon continue et inutilisée, il peut être emprunté comme voie de roulement.

Une attention particulière doit être portée à la visibilité, notamment à la visibilité aux approches et à la visibilité des dispositifs de contrôle. Aux traverses pour piétons, le stationnement ne doit pas nuire à la visibilité des piétons par les conducteurs, et a contrario, à la visibilité des véhicules en mouvement par les piétons (CETUR, 1990).

⁷ Il n'existe peu ou pas d'études ayant traité des réductions de vitesse et débits en fonction de l'aménagement de places de stationnement.

Le stationnement sur rue limite la capacité de la route puisque les véhicules doivent s'arrêter et reculer dans la voie de circulation pour effectuer la manœuvre de stationnement.

Le ministère des Transports du Québec (Tome I, section 14.1 ; , 2006a) se prononce sur le stationnement à angle : « En résumé, le stationnement à angle est à proscrire. » La norme argumente que plusieurs études démontrent des effets négatifs plus importants sur la sécurité et la capacité que le stationnement en parallèle. Or, le risque provient de la faible visibilité et de la manœuvre à effectuer à la sortie d'un stationnement à angle avec entrée de front. Le stationnement à angle à reculons peut corriger ces facteurs contribuant à l'insécurité.

3.3.7.5 Coût

Le coût de l'aménagement de places de stationnement est relié au marquage, à l'installation de parcomètres et à l'implantation d'une signalisation adéquate. Un budget préliminaire de 50 \$ à 100 \$ par emplacement peut fournir une bonne estimation. De plus, les places de stationnement sont rapidement rentables lorsqu'elles sont munies de parcomètres.

3.4 Entraves

Les entraves constituent une autre famille de TMC. Ce type d'aménagement s'attaque davantage aux débits de circulation et à la circulation de transit. Par le fait même, les conducteurs empruntant les routes faisant l'objet de ces mesures ont une destination locale, ils sont plus conscients du milieu et ils sont portés à réduire la vitesse à laquelle ils évoluent.

La limitation des accès comporte aussi ses inconvénients. Les fermetures de rues ont comme effet de dégrader le niveau de service des rues résidentielles et artérielles à

proximité des sites traités. Souvent, ces dégradations du niveau de service sont reliées à un manque d'analyse dans l'étude de l'avant-projet (Castellone et Hasan, 1998). Aussi, les entraves peuvent mener à une dégradation du temps de réponse des services d'urgence et des services d'autobus scolaires. Elles peuvent également augmenter le temps nécessaire au nettoyage des rues, au déneigement et à la collecte des ordures.

Cette section présente six types d'entrave : le terre-plein central, le terre-plein continu en carrefour, l'avancée à mi-chaussée, l'îlot de canalisation, l'impasse et le terre-plein diagonal.

3.4.1 Terre-plein central et refuge pour piétons

Le terre-plein central est un aménagement au centre de la chaussée qui sépare les flux de circulation en direction opposée. Ce dernier peut être franchissable ou non. Le terre-plein central peut servir de refuge. Un refuge est un terre-plein de courte longueur (ou un aménagement à l'intérieur d'un terre-plein central) permettant de diviser la distance à traverser et de protéger les piétons qui y sont réfugiés (figure 24).

3.4.1.1 Autres appellations

Les autres appellations utilisées pour désigner un refuge pour piétons sont îlot de refuge et « pedestrian refuge ». Un terre-plein central est aussi appelé « median » et « center island narrowing».



Figure 24 Refuge pour piétons à une intersection en Angleterre

(Source : McGinnis, 2007)

3.4.1.2 Utilisation

Le terre-plein central et le refuge pour piétons s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle à collectrice.

Vitesse : toutes les vitesses.

Débit : tous les débits.

Profil : rural et urbain.

En milieu urbain, le terre-plein central représente le principal outil de séparation des flux de circulation, surtout lorsque ces derniers sont importants. Selon l’Institut Belge pour la Sécurité Routière (2004), il s’implante sur des routes où la vitesse affichée est de 50 km/h ou plus.

Au Québec, l'aménagement de terre-pleins centraux les rend habituellement non franchissable en milieu urbain. Sur les autoroutes, le terre-plein doit être assez large pour être considéré infranchissable ou la traversée doit être empêchée par des dispositifs de retenue latéraux (Tome I, section 13.4 : Ministère des Transports du Québec, 2006a). Dans ce dernier cas, le terre-plein central n'agit plus comme dispositif de modération de la circulation, mais il devient davantage un élément de sécurité.

Pour leur part, les refuges pour piétons sont installés sur des artères où les distances de traversée sont plus importantes dues au nombre de voies. Ces routes très larges rendent la traversée de la route difficile en fonction des phases relativement courtes des feux de circulation (Retting, 1999). Les refuges peuvent également être utilisés pour marquer la présence d'un passage pour piétons et inviter l'usager à réduire sa vitesse et céder le passage.

3.4.1.3 Avantages

Le terre-plein central offre une bonne protection aux véhicules désirant tourner à gauche. À son commencement, il peut servir pour créer un effet de porte et souligner le changement de milieu ou la présence d'une intersection. Il permet de diviser la traversée des piétons en deux phases. Finalement, le terre-plein central offre l'opportunité d'implanter des aménagements paysagers et de l'éclairage (figure 25).

En diminuant suffisamment la largeur des voies, le terre-plein central peut contribuer à réduire la vitesse pratiquée (Association des Transports du Canada, 1998). A contrario, si le terre-plein ne fait que séparer les flux de circulation sans réduire suffisamment la largeur des voies, la vitesse pratiquée peut augmenter.



Figure 25 Aménagement paysager d'un terre-plein central à Drummondville, Québec

(Photographie : Clyde Crevier)

À Twin Lakes, dans le comté de Mahnomen au Minnesota, un îlot amovible servant de refuge pour piétons a été implanté (figure 26). La traversée se situe dans une zone de 48 km/h (30 mph) comprise sur une route affichée à 80 km/h (50 mph) avec de larges accotements pavés favorisant une vitesse pratiquée à la hausse. Le débit de 900 véhicules par jour étant relativement bas, la problématique de sécurité était principalement reliée à la vitesse. Après l'implantation du refuge, des baisses de vitesses comprises entre 6 km/h et 13 km/h ont été observées. De plus, le respect de la limite affichée a augmenté entre 15 % et 25 % (Kamyab et coll., 2002).

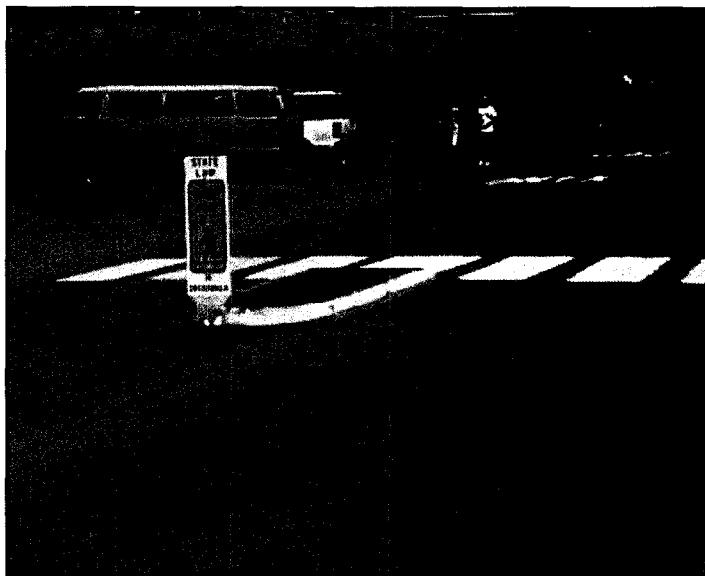


Figure 26 Refuge amovible pour piétons à Mahnomen, États-Unis

(Source : Kamyab et coll., 2002)

3.4.1.4 Inconvénients

Le terre-plein central occupe beaucoup d'espace qui pourrait être utilisé pour des pistes ou des bandes cyclables en bordure de la chaussée, des trottoirs plus larges ou des bandes paysagères favorisant la séparation entre le transport motorisé, les piétons, les patineurs et les cyclistes.

Le terre-plein central constitue un obstacle à haut risque d'accrochage. De plus, il diminue l'accessibilité du milieu puisqu'il crée un effet de barrière lorsqu'il n'est pas interrompu pour les entrées privées et rues transversales (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). C'est principalement pour cette raison que le terre-plein central n'est pas conseillé en milieu résidentiel.

En plus d'être relativement dispendieux à l'implantation, le terre-plein central nécessite un entretien régulier des végétaux qui y sont plantés (arbustes, fleurs, plantes et

pelouse). Pour diminuer cet entretien, il est possible de construire en béton, en pavé ou de recouvrir la surface du terre-plein d'enrobé bitumineux. À cet effet, l'aspect visuel du terre-plein peut être rehaussé en colorant le béton, en créant des jeux de couleurs avec les blocs de pavé, en utilisant des granulats colorés ou des enrobés colorés.

Aux carrefours, l'implantation d'un terre-plein central peut gêner le virage des véhicules lourds qui ne peuvent plus empiéter sur la voie inverse pour effectuer leur virage.

3.4.1.5 Coût

Le coût d'un terre-plein central varie grandement en fonction de sa largeur, de sa longueur, des matériaux choisis et de l'intégration plus ou moins abondante d'aménagements paysagers. Un budget préliminaire entre 100 \$ et 200 \$ par mètre carré peut être alloué pour le terre-plein, 75 \$ pour un conifère d'une hauteur de 1 mètre, 150 \$ pour un arbre de 2,5 mètres à 3 mètres de hauteur et 50 \$ pour un arbuste (Prix actualisés et basés sur : Ministère des Transports du Québec, 2000).

Après l'implantation, l'entretien de l'îlot doit être assuré périodiquement à des coûts plus ou moins élevés relatifs à l'aménagement paysager.

3.4.2 Terre-plein continu en carrefour

Le terre-plein continu en carrefour est un terre-plein surélevé dans une intersection qui empêche le virage à gauche à partir de la route principale où se trouve le dispositif et oblige le virage à droite à partir des routes secondaires (figure 27).

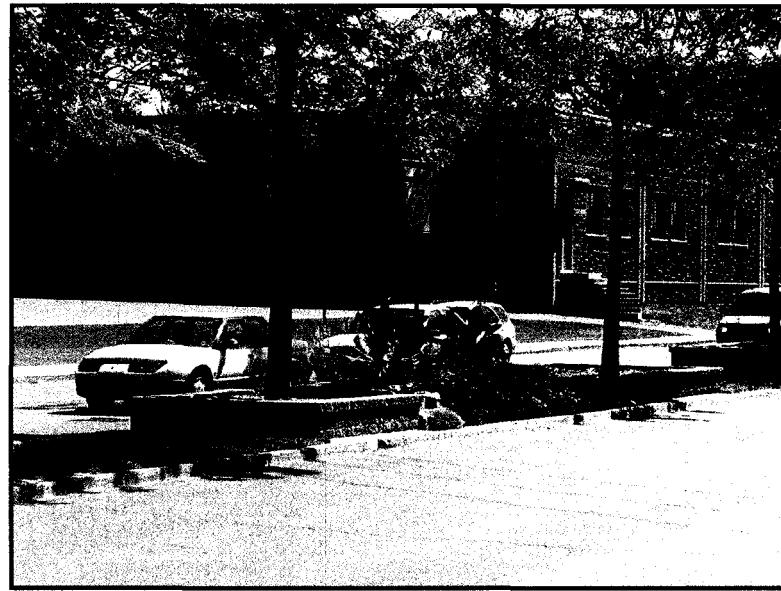


Figure 27 Terre-plein continu dans une intersection en « T » à Drummondville, Québec
(Photographie : Clyde Crevier)

3.4.2.1 Autres appellations

L'appellation anglophone pour désigner un terre-plein continu en carrefour est « Median barriers ».

3.4.2.2 Utilisation

Le terre-plein continu en carrefour s'utilise dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle à collectrice.

Vitesse : toutes les vitesses.

Débit : tous les débits.

Profil : urbain.

Sans nécessairement être implanté à des fins de modération de la circulation, le terre-plein continu en carrefour abonde dans plusieurs municipalités du Québec. Sur les artères principales des villes, le terre-plein s'interrompt seulement pour les principales rues transversales et les commerces générateurs de débits importants. Ainsi, les mouvements des autres accès gênent moindrement la circulation de l'artère et les débits sur ces accès (rues) sont atténus.

3.4.2.3 Avantages

L'avantage du terre-plein continu en carrefour est de diminuer les débits sur la rue transversale. Bien que peu d'études s'attardent à comptabiliser les réductions de débit engendrées par le dispositif, la ville de Victoria en Colombie-Britannique a observé une réduction de 35 % (de 2 000 véh/j à 1 300 véh/j) (Association des Transports du Canada, 1998).

3.4.2.4 Inconvénients

Le terre-plein continu en carrefour diminue l'accès aux rues transversales pour les résidants. Il peut provoquer des demi-tours aux autres intersections (virages en « U »). À cet effet, des aménagements peuvent être prévus pour permettre les demi-tours lorsque la largeur du terre-plein permet la manœuvre et sa protection.

Le terre-plein continu en carrefour peut compliquer le balayage et le déneigement des rues (Association des Transports du Canada, 1998).

3.4.2.5 Coût

Les coûts sont similaires à celui d'un terre-plein central, soit entre 100 \$ et 200 \$ par mètre carré. Un léger supplément doit être prévu pour signaler l'obligation de tourner à droite à partir des rues transversales. Ainsi, pour une rue transversale d'une largeur de

11 mètres, un terre-plein de 2 mètres par 21 mètres (dépassant de 5 mètres chaque côté de l'intersection) coûte approximativement 9 000 \$ incluant la signalisation. L'aménagement paysager peut faire augmenter ce coût.

3.4.3 Avancée à mi-chaussée

Une avancée à mi-chaussée constitue une obstruction de la chaussée jusqu'à la ligne axiale servant à bloquer la circulation dans le sens où est situé l'avancée ou le mobilier faisant obstruction (figure 28).



Figure 28 Avancée à mi-chaussée de type sortie seulement à Austin, États-Unis

(Source : Portland Office of Transportation, Année inconnue)

3.4.3.1 Autres appellations

Les autres appellations utilisées pour désigner une avancée à mi-chaussée sont : demi-fermeture, entrée seulement, sortie seulement et « half road or half street closure ».

3.4.3.2 Utilisation

Une avancée à mi-chaussée s'utilise dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle.

Vitesse : normalement 50 km/h et moins.

Débit : tous les débits.

Profil : urbain.

L'avancée à mi-chaussée est utilisée lorsqu'une diminution des débits est nécessaire, mais que la fermeture complète de la rue demeure une alternative trop restrictive (Austroads, 2004). L'avancée à mi-chaussée élimine la circulation de transit qui emprunte la rue lorsque l'itinéraire initial est congestionné.

3.4.3.3 Avantages

L'avancée diminue grandement les débits sur la rue protégée. Des réductions entre 45 et 67 % sont rapportées à Régina en Saskatchewan (3 650 véh/j à 2 000 véh/j), à Gainesville en Floride (1 730 véh/j à 570 véh/j) et dans le Comté de Montgomery au Maryland (3 150 véh/j à 1 575 véh/j) (Association des Transports du Canada, 1998).

Aussi, l'avancée « améliore l'environnement piétonnier sur la rue transversale en réduisant la longueur des traversées et les conflits possibles avec les véhicules » (Ville d'Ottawa, 2006). Une réduction de vitesse peut être observée puisque la circulation locale est plus consciente du milieu que celle de transit.

3.4.3.4 Inconvénients

L'avancée réduit l'accès aux résidants et aux véhicules d'urgence. Lorsque l'avancée à mi-chaussée n'est pas assez profonde, le risque potentiel de non-respect s'intensifie (Austroads, 2004). Le dispositif peut alors être contourné en l'absence de surveillance

policière. Finalement, le dispositif peut dévier des débits vers les rues parallèles (Association des Transports du Canada, 1998).

3.4.3.5 Coût

Le dispositif le moins coûteux est sans doute l'implantation de quelques balises et d'une signalisation d'accès interdit. Ce premier aménagement peu esthétique peut être réalisé pour moins de 1 000 \$. Par contre, lorsqu'un îlot construit (avec bordures) incluant un aménagement paysager est implanté, le coût varie davantage entre 5 000 \$ et 25 000 \$ (Association des Transports du Canada, 1998; Ville d'Ottawa, 2006).

3.4.4 Îlot de canalisation et îlot de tourne-à-droite

Les îlots de canalisation et les îlots de tourne-à-droite sont des îlots surélevés qui empêchent certains mouvements et en obligent d'autres. Selon différentes configurations, ils peuvent affecter toutes les approches d'un carrefour ou viser précisément un type de manœuvre (figure 29).

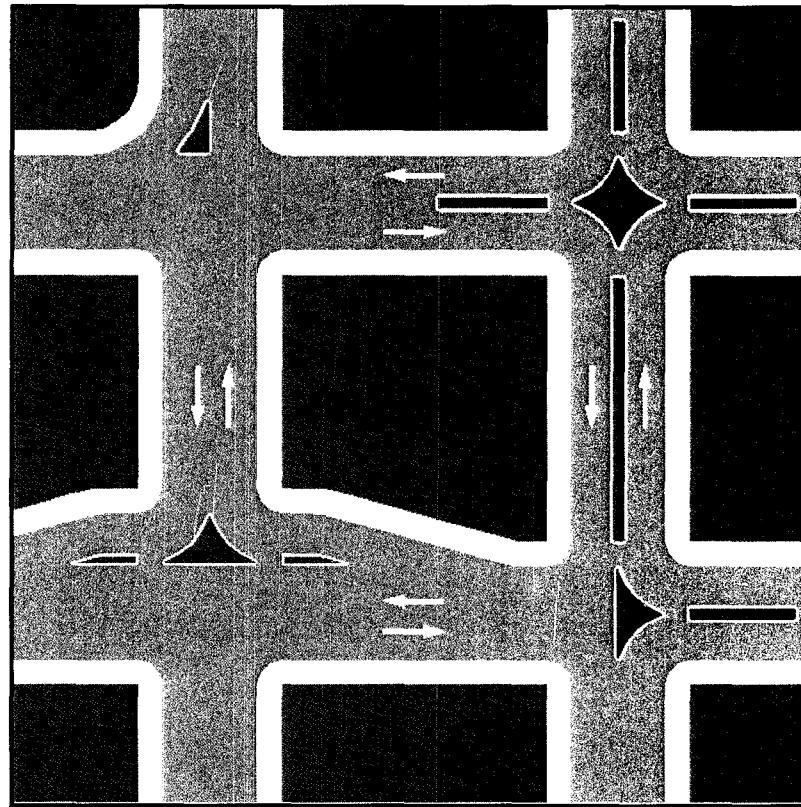


Figure 29 Schématisation de différents îlots de canalisation

Les îlots de canalisation visés par la présente section sont ceux où le conducteur est forcé d'effectuer le mouvement prescrit par l'îlot. Ainsi, dans le cas d'un îlot de tourne-   droite, aucune voie n'est présente    gauche de l'îlot. Le conducteur ne peut donc pas poursuivre tout droit en passant    gauche de l'îlot    moins d'emprunter la voie en sens opposé.

3.4.4.1 Autres appellations

Les autres appellations pour designer les îlots de canalisation sont : îlot directionnel et « Forced-turn channelization ».

3.4.4.2 Utilisation

Les îlots de canalisation s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle et collectrice.

Vitesse : 50 km/h et moins.

Débit : tous les débits.

Profil : rural ou urbain.

Les îlots directionnels sont utiles pour diminuer les débits de transit sans obliger la fermeture de la rue à partir de toutes les approches. Ils permettent également d'éliminer certains mouvements qui causaient un nombre anormalement élevé d'accidents auparavant (Austroads, 2004).

3.4.4.3 Avantages

L'îlot de canalisation guide les usagers aux carrefours. Il permet de modifier les trajectoires rectilignes et de réduire la largeur de la chaussée lorsqu'il est aménagé avec un terre-plein qui se prolonge dans la section de route (Couture, 1993). Cette diminution des aires pavées contribue à protéger les piétons lors de la traversée d'intersections larges. De plus, la traversée peut s'effectuer en deux temps.

En plus de son effet sur le débit de transit, l'îlot directionnel peut amener une réduction de la vitesse pratiquée en rétrécissant suffisamment la largeur des voies de circulation.

3.4.4.4 Inconvénients

Tout comme le terre-plein central, les îlots de canalisation nécessitent un entretien régulier de leur aménagement paysager. Le déneigement, le balayage des rues, la collecte des ordures, l'accessibilité pour les véhicules d'urgence et le transport scolaire

peuvent être affectés par les îlots directionnels (Association des Transports du Canada, 1998).

Une attention particulière doit être portée aux mouvements des piétons et des cyclistes afin d'assurer leur sécurité lors de la traversée des voies de circulation vis-à-vis les îlots de canalisation.

3.4.4.5 Coût

Dépendamment du type d'îlot, de son envergure et de l'aménagement paysager, l'îlot de canalisation peut coûter de 5 000 \$ jusqu'à plus de 30 000 \$.

3.4.5 Impasse

Une impasse est une obstruction de toute la largeur de la chaussée qui oblige le conducteur à faire demi-tour pour continuer sa route. Implantée à un carrefour, l'ajout d'une impasse transforme une intersection en croix en intersection en « T » puis, une impasse supplémentaire transforme l'intersection en « T » en section de route. L'ajout d'impasse permet normalement le passage de piétons et de cyclistes. Lorsque les impasses sont prévues dès la conception, la circulation de transit dans les quartiers résidentiels peut être quasi éliminée (figure 30).



Figure 30 Quartier conçu avec de nombreuses impasses à Vancouver, Canada

(Source : Strickland, 2000)

3.4.5.1 Autres appellations

Les impasses sont également appelées Cul-de-sac ou « dead end ».

3.4.5.2 Utilisation

Les impasses s'utilisent dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle et locale.

Vitesse : 50 km/h et moins.

Débit : tous les débits.

Profil : rural ou urbain (des obstacles physiques sont nécessaires en milieu rural).

L'impasse s'utilise lorsque la circulation de transit doit être éliminée sur une rue. Si la circulation de transit n'est pas dans les deux sens, une avancée à mi-chaussée ou un terre-plein continu en carrefour constituent des alternatives moins restrictives à étudier.

3.4.5.3 Avantages

Une impasse a l'avantage d'éliminer complètement la circulation de transit et contribue grandement à la tranquillité des quartiers résidentiels. La rue devient une aire de jeu où peu de voitures interrompent les activités.

Plusieurs raisons peuvent motiver la fermeture d'une rue ou d'un accès. Dans le comté métropolitain de Dade en Floride (États-Unis), les citoyens ont massivement demandé des fermetures de rues motivées par des vitesses excessives, des débits importants, du trafic de transit, des accidents, le bruit et même la crainte de voir le taux de criminalité augmenter (Castellone et Hasan, 1998).

À Dayton, en Ohio (États-Unis), une étude de cas a démontré une baisse de la criminalité de 26 % et une baisse des crimes violents de 50 % dans les quartiers visés par les techniques de modération de la circulation limitant les accès. Au même moment, la criminalité à l'échelle de la Ville présentait une légère hausse. Aussi, les quartiers plus conviviaux ont encouragé les résidants à connaître leur voisinage et à devenir plus impliqués dans leur communauté (Burrington et Heart, 1998). De plus, des études ont démontré que la valeur des propriétés peut augmenter jusqu'à 18 % pour une diminution de quelques centaines de véhicules par jour sur la rue (Bagby, 1980; Hughes Jr. et Sirmans, 1992; Litman, 1999).

Peu de données sont disponibles sur la réduction de vitesse et la réduction des conflits.

Lorsque la réflexion sur les impasses est poussée plus loin, tout le concept de la connectivité du réseau routier est abordé. Le « degré selon lequel on peut facilement se rendre à destination sans faire de détour est un autre facteur » (Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, 2006) important qui influence la quiétude d'un quartier. En effet, un quartier maillé offre un maximum d'accessibilité au milieu, mais il devient

perméable au trafic de transit. La conception d'un quartier accessible qui élimine la circulation de transit est possible. L'annexe 10 présente le concept d'îlotgramme de la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Ce concept assure des quartiers conviviaux aux résidants puisqu'ils ne sont pas perméables à la circulation de transit.

3.4.5.4 Inconvénients

Les impasses peuvent réduire l'accessibilité au milieu et dévier la circulation de transit sur les rues adjacentes. Elles peuvent compliquer l'accès pour les véhicules d'urgence, augmenter légèrement les temps d'entretien ou compliquer les circuits d'enlèvement des ordures (Association des Transports du Canada, 1998). À moins d'être conçues pour servir de demi-tour, les impasses sont majoritairement incompatibles avec le transport en commun et le trafic lourd. L'entretien des impasses est fonction de l'abondance d'aménagements paysagers.

3.4.5.5 Coût

Les coûts d'une impasse sont de l'ordre de 10 000 \$ à 30 000 \$. Ils varient selon la largeur de la rue, le type d'impasse, l'aménagement paysager et le besoin d'acquisition d'emprise (Association des Transports du Canada, 1998).

3.4.6 Terre-plein diagonal

Un terre-plein diagonal est créé en reliant les trottoirs diagonalement opposés à une intersection (figure 31). Le carrefour oblige la circulation motorisée à poursuivre son déplacement dans une seule direction (droite ou gauche).

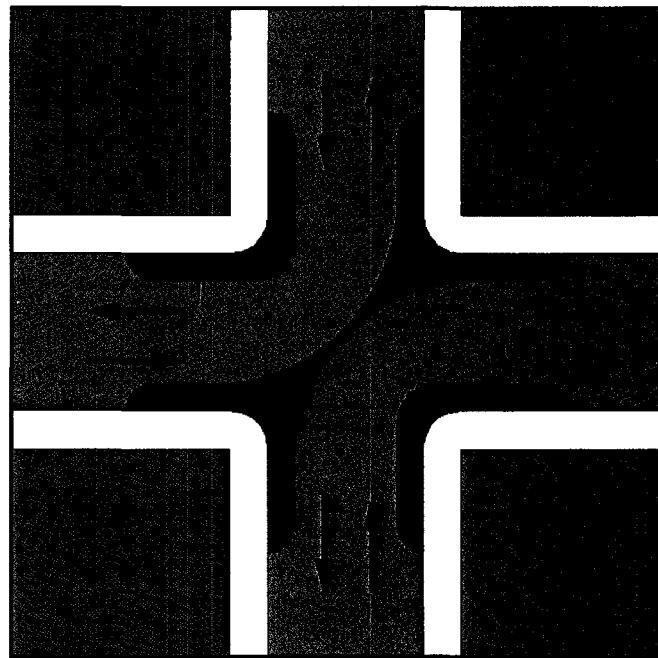


Figure 31 Schématisation d'un terre-plein diagonal

(Source : Adaptation de CETUR, 1992)

3.4.6.1 Autres appellations

Les autres appellations utilisées pour désigner un terre-plein diagonal sont : fermeture de carrefour, « diagonal road closure » et « diverter ».

3.4.6.2 Utilisation

Le terre-plein diagonal s'utilise dans les conditions suivantes :

Classification fonctionnelle : résidentielle à collectrice.

Vitesse : 50 km/h et moins.

Débit : tous les débits.

Profil : rural ou urbain (des obstacles physiques sont nécessaires en milieu rural).

Le terre-plein diagonal ne peut qu'être utilisé aux intersections en croix. Il constitue une mesure radicale et très contraignante permettant de casser les alignements longilignes et de diriger la circulation. Une bonne connaissance des déplacements est nécessaire pour l'utilisation de ce type d'aménagement qui doit se faire dans le cadre d'un plan de circulation bien défini (CETUR, 1992).

3.4.6.3 Avantages

Des réductions importantes des débits ont été observées à Régina et à Vancouver (Canada). Des réductions aussi considérables que 70 % ont été relevées (Association des Transports du Canada, 1998).

Les terre-pleins diagonaux peuvent être munis de parties franchissables pour les cyclistes et de trottoirs pour les piétons. Leur aménagement esthétique amène naturellement les piétons à les utiliser pour effectuer la traversée.

3.4.6.4 Inconvénients

Le trajet des véhicules d'urgence peut être rallongé. Les terre-pleins diagonaux peuvent compliquer les circuits de balayage de rue, de déneigement et de cueillette des ordures (Association des Transports du Canada, 1998).

3.4.6.5 Coût

En fonction de l'ampleur et de l'aménagement paysager du dispositif, le coût (ajusté pour 2006) d'un terre-plein diagonal débute à environ 15 000 \$ et peut dépasser 50 000 \$ (Association des Transports du Canada, 1998).

3.5 Signalisation

L'utilisation de la signalisation en modération de la circulation demeure un moyen peu coûteux d'appliquer des restrictions aux usagers. Par contre, la signalisation ne constitue pas une mesure auto exécutoire et nécessite parfois une surveillance policière régulière afin d'être réellement efficace. De plus, « un emploi abusif de signalisation diminue l'efficacité de chacun des éléments et incite les conducteurs à ne pas les respecter. » (Ministère des Transports du Québec, 1997) La conception de la signalisation doit donc répondre aux attentes des usagers en étant claire, simple et épurée.

Cette section présente brièvement certains éléments de signalisation pouvant améliorer la gestion de la circulation et contribuer à rendre les aménagements routiers plus conviviaux.

3.5.1 Accès ou Virage interdit

Les accès ou mouvements interdits visent à éviter que la circulation de transit emprunte certains parcours traversant des quartiers résidentiels. Les interdictions peuvent s'appliquer en tout temps ou seulement pendant certaines heures comme les pointes du matin et du soir. Elles peuvent également s'appliquer à tous les véhicules, à seulement certains types de véhicules ou encore en exempter d'autres comme les véhicules d'urgence, les taxis et les autobus de respecter la signalisation.

À un coût relativement faible, soit environ 250 \$ par panneau, le dispositif a l'avantage d'être simple d'installation, moins contraignant que plusieurs autres mesures et sélectif (Ville d'Ottawa, 2006). Le dispositif peut être une alternative aux mesures plus coûteuses comme les avancées à mi-chaussée, les terre-pleins continus en carrefour, les îlots de canalisation et les terre-pleins diagonaux.

La signalisation d'accès interdit ou de virage interdit peut réduire l'accessibilité au milieu pour les résidants locaux. Cette signalisation exige une surveillance policière accrue et peut mener à une augmentation des collisions lorsqu'elle n'est pas respectée par les automobilistes (Association des Transports du Canada, 1998).

Au Québec, la section 2.14 du Tome V des Normes sur les ouvrages routiers (Ministère des Transports du Québec, 2006a) traite des manœuvres obligatoires ou interdites à certaines intersections alors que la section 2.16 du même tome traite des accès interdits. L'annexe 11 présente différents panneaux d'interdiction d'accès.

3.5.2 Arrêt

La présence de plusieurs arrêts sur une rue peut décourager la circulation de transit. Par contre, « le panneau « Arrêt » ne peut être utilisé qu'à la seule fin de faire ralentir la circulation » (Tome V, section 2.4, Ministère des Transports du Québec, 2006a).

Une étude sur les arrêts toutes directions dans la ville de Newcastle en Australie a démontré que ce dispositif de gestion des intersections réduit le nombre d'accidents à l'intersection moyennant un faible investissement (Guyano-Cardona et coll., 1998). Par contre, dans une vaste étude sur le changement de 222 intersections à deux arrêts en intersections avec arrêts toutes directions, Ebbecke a conclu que même si le nombre d'accidents avait été réduit significativement aux intersections traitées, il n'y avait pas de réduction du nombre d'accidents pour l'ensemble de la zone étudiée (Ebbecke, 1976; Leden et coll., 2006).

À la reprise des travaux de Ebbecke, Hauer soupçonne le mélange d'arrêts toutes directions et d'arrêts sur la route secondaire seulement de dégrader le niveau de sécurité des intersections munies d'arrêts sur la route secondaire seulement (Hauer, 1985). En effet, la constance du message à l'usager est importante. Après avoir effectué plusieurs

arrêts toutes directions, l’usager peut croire à tort, par force d’association, que le conducteur qu’il aperçoit sur une route transversale doit également effectuer un arrêt à l’intersection où il est maintenant arrêté (Lair, 2006).

L’installation d’arrêts toutes directions n’est pas nécessairement synonyme de sécurité routière. Ainsi, leur installation doit être faite de manière consciente et normalement soutenue par des critères de justification cohérents.

3.5.3 Cédez le passage

Le panneau « Cédez » sert à déterminer la priorité à l’approche d’une zone où convergent les véhicules, les cyclistes et/ou les piétons. Au besoin, le conducteur doit immobiliser son véhicule afin de respecter la priorité (Association des Transports du Canada, 1998). Bien que l’installation d’un panneau « Cédez » puisse améliorer la sécurité en précisant la hiérarchie des voies et la priorité des usagers, le dispositif apporte peu d’avantages lorsque simplement implanté sans aménagements complémentaires (Austroads, 2004).

Au Québec, la courtoisie des automobilistes envers les piétons semble limitée. La notion de céder le passage demeure donc mal assimilée par plusieurs. D’ailleurs, plusieurs administrations américaines et canadiennes, dont l’Ontario, ont adopté des panneaux avec l’inscription « Arrêtez pour les piétons » (« Stop for pedestrians ») qui remplacent désormais l’inscription « Cédez le passage aux piétons » (« Yield to pedestrians »).

La signalisation routière au Québec pourrait être simplement modifiée en intégrant l’hexagone rouge au panneau de passage pour piétons. Cette mesure simple éveillerait possiblement davantage le respect de la priorité (figure 32).

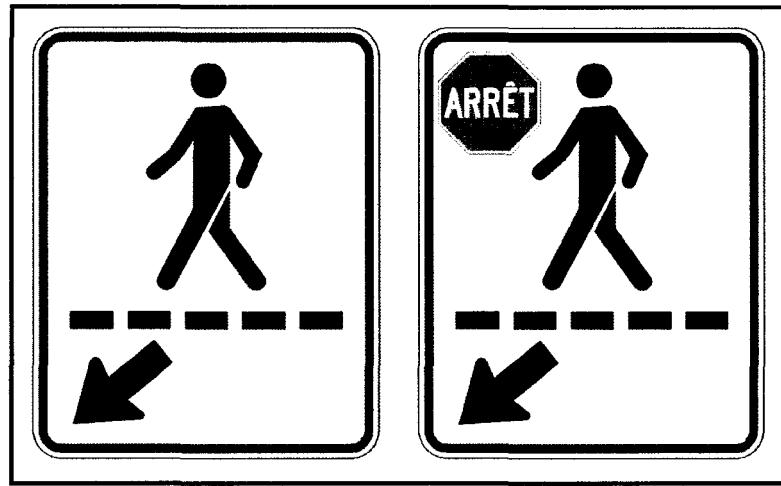


Figure 32 Modification proposée au panneau de passage pour piétons
 (Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec, 2006a)

3.5.4 Sens unique

Les sens uniques sont utiles pour réduire les débits de circulation, pour améliorer les possibilités de traverser pour les piétons et pour améliorer l'aménagement de la rue en redonnant une partie de celle-ci aux piétons et cyclistes (Austroads, 2004).

De manière générale, les voies de circulation à sens unique dégradent l'accessibilité du milieu et désorientent les usagers. Par contre, l'aménagement de sens unique demeure intéressant pour dissuader le trafic de transit et augmenter les espaces de stationnement (CETUR, 1992).

Certains pays d'Europe comme la Belgique ont introduit le concept de sens uniques limités « qui consiste à autoriser les cyclistes à évoluer en contresens dans des voiries à sens unique pour les autres véhicules » (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). Les cyclomoteurs peuvent également être ciblés par cette mesure. Selon l'Institut Belge de Sécurité Routière (2004), les sens uniques limités offrent un meilleur contact visuel entre les usagers, réduisent la vitesse pratiquée par la réduction de la largeur disponible

pour les véhicules et offrent un itinéraire plus calme pour les cyclistes. Par contre, les concepteurs doivent s'assurer de la protection des cyclistes aux intersections.

Au Québec, même si le concept n'a pas été développé officiellement, la tendance naturelle des cyclistes à emprunter le chemin le plus court ne semble pas être influencée par la présence d'un sens unique et l'obligation de respecter les mêmes règles de circulation que les véhicules motorisés (Société de l'assurance automobile du Québec, 2006b).

3.5.5 Vitesse maximale

Le panneau de « Vitesse maximale » indique au conducteur la vitesse maximale à laquelle il est légalement autorisé à circuler. Cependant, le choix de la vitesse maximale doit être en relation avec le milieu traversé.

Le surdimensionnement des voies porte l'usager à ne pas respecter la vitesse maximale puisque ce dernier adopte une vitesse qu'il juge appropriée ou sécuritaire par rapport au milieu. Kallberg et Ranta (1997) ont étudié l'impact de la réduction de la limite de vitesse. L'effet moyen d'une diminution de la vitesse affichée comprise entre 10 km/h et 20 km/h est de seulement 1 km/h à 5 km/h sur la vitesse pratiquée par les usagers (Daniel et coll., 2005). Le panneau affichant la vitesse maximale ne constitue pas un « panneau magique ». Des mesures comme des chicanes, des dos d'âne allongés, des avancées de trottoir sont plus efficaces pour modérer la vitesse de circulation.

3.5.6 Panneaux à message variable et indicateur de vitesse pratiquée

Au Québec, les panneaux à message variable (PMV) sont davantage utilisés sur les autoroutes afin d'informer les conducteurs de la circulation et des conditions particulières. Par exemple, le conducteur peut lire : « A20, Circulation fluide, Conduisez prudemment » ou encore : « 40 Ouest, Congestion à A15 Nord ».

Les panneaux à message variable sont installés sur portique, sur poteaux ou de façon mobile sur remorque. À des fins de modération de la circulation, un panneau peut suggérer à l'usager de ralentir : « Travaux, Ralentissez ». Un panneau peut également être jumelé à un équipement radar qui fait varier le message en fonction de la vitesse pratiquée. Par exemple, le message « Bonne Route, Soyez Prudent » apparaît lorsqu'un conducteur respecte la vitesse prescrite et le message « Ralentissez, Votre vitesse est élevée » apparaît dans le cas contraire.

À Bemidji Lake, dans le Comté de Beltrami au Minnesota (États-Unis), un panneau à message variable avec l'indication « SLOW » a été installé à l'approche d'une zone de réduction de vitesse en traversée d'agglomération où les concepteurs désiraient augmenter la sécurité des piétons et des cyclistes. Le message « SLOW » était affiché seulement pour les usagers dépassant la vitesse permise puisque le dispositif était raccordé à un radar (Kamyab et coll., 2002). L'installation est présentée en annexe 12.

L'étude avant-après a conclu que le dispositif avait un effet minimal pour améliorer la sécurité des piétons puisque 60 % à 95 % des conducteurs ne ralentissaient pas et ne s'arrêtaient pas pour céder le passage aux usagers vulnérables (Kamyab et coll., 2002).

En ce qui concerne l'efficacité du dispositif, un parallèle peut être fait entre son efficacité et celle des bandes d'alerte transversales pour modérer la vitesse pratiquée. Afin d'induire un changement significatif chez le conducteur, ce dernier doit percevoir un danger imminent. Une courbe raide, une intersection avec arrêt et une aire de construction constituent des dangers imminents où l'usager perçoit une insécurité beaucoup plus grande que celle produite par un simple panneau de réglementation de la vitesse.

Dans l'état du Maine, une étude a été menée sur l'autoroute I-95 à l'approche des chantiers de construction. Un panneau à message variable relié à un radar indiquait « YOU ARE SPEEDING !!! » (Votre vitesse excède la limite permise) lorsque les véhicules circulaient trop rapidement. L'installation est présentée en annexe 13. Lors de l'étude, les évaluateurs, soucieux de conserver exactement la même configuration de route, ont laissé le panneau sur remorque en place hors fonctionnement pour recueillir les données « avant » et ont ensuite mis en fonction le panneau pour recueillir les données « après ». Une diminution de vitesse de 11,3 km/h, une augmentation des véhicules se conformant à la vitesse prescrite de 11 % et une réduction de l'écart type de près de 6 km/h ont été enregistrées (B. Thompson et coll., 2002).

Le contraste entre les résultats positifs obtenus au Maine et ceux limités obtenus dans l'état du Minnesota prouvent que l'environnement routier joue un rôle clé dans la diminution des vitesses.

3.5.7 Cinémomètre photographique

Le cinémomètre photographique, plus connu sous le nom de « photo-radar » est un dispositif pouvant mener à des gains considérables en ce qui concerne la sécurité. Un cinémomètre photographique contrôle systématiquement et automatiquement la vitesse de tous les véhicules évoluant sur la route où il est placé. En France, les systèmes implantés contrôlent 270 millions de véhicules chaque mois. Ainsi, chaque véhicule est contrôlé en moyenne 7 fois par mois (Saint-Prix, 2006).

Afin que les cinémomètres photographiques soient efficaces, trois conditions d'implantation doivent être respectées. Premièrement, le dispositif doit être implanté à un lieu reconnu pour ses problématiques de vitesse. Deuxièmement, le site doit présenter un risque associé au site (exemples : zone scolaire, courbe prononcée) ou un nombre anormalement élevé d'accidents. Troisièmement, le dispositif doit être signalé

afin d'inviter les automobilistes à ajuster leur vitesse à l'environnement routier (Blais, 2006).

Les cinémomètres photographiques influencent la vitesse pratiquée. En France, la diminution des vitesses reliée aux cinémomètres photographiques est évaluée à 8,7 km/h sur les routes départementales et atteint jusqu'à 16,3 km/h sur les routes nationales (Saint-Prix, 2006). De plus, les autorités françaises évaluent que la mise en place de systèmes de contrôle automatisé est à l'origine de 4 500 vies sauvées et de 75 000 blessés épargnés entre 2002 et 2005 (Saint-Prix, 2006).

À Winnipeg (Canada), les cinémomètres photographiques ont contrôlé 11 902 véhicules qui roulaient 25 km/h au dessus de la vitesse permise en 2003 (année de l'implantation des cinémomètres). En 2004, ce nombre est passé à 5 980, soit une baisse de 50 % en seulement un an (Butcher, 2006). Sachant que les accidents sont étroitement liés à la vitesse pratiquée, les cinémomètres photographiques contribuent grandement à améliorer le bilan routier. Au Québec, si tous les conducteurs respectaient les limites de vitesses, la diminution du nombre d'accidents avec blessés atteindrait 28 % (De Koninck, 2006). Ce gain en sécurité représente une baisse annuelle de 200 morts, de 1 800 blessés graves et de 14 400 blessés légers (De Koninck, 2006).

Les systèmes de contrôle automatisés peuvent également contrôler le respect des feux de circulation. Le système est alors appelé « caméra de surveillance au feu rouge » ou simplement « caméra feu rouge ». À Winnipeg (Canada), lors des trois premières semaines suivant l'implantation d'un système de caméra de surveillance au feu rouge, 151 infractions étaient enregistrées sur une base journalière. Ce nombre est ensuite passé à 25 infractions par jour (Butcher, 2006).

Bref, les cinémomètres photographiques et les caméras de surveillance au feu rouge signalent aux usagers l'importance de respecter la signalisation et les règles de sécurité

routière. Lorsque ces derniers persistent à pratiquer des vitesses élevées ou à brûler un feu rouge malgré l'affichage d'un système automatisé de surveillance, ils reçoivent une contravention. En France, les revenus produits par les contraventions sont obligatoirement réinvestis pour l'amélioration de la sécurité du réseau routier. Ainsi, les systèmes de contrôle automatisés sont favorablement perçus par une forte majorité de la population (Saint-Prix, 2006).

3.5.8 Marquage transversal

Le marquage transversal ou à illusion optique est normalement utilisé à l'approche d'endroits hasardeux qui demandent une vitesse réduite de la part des usagers (figure 33). Paradoxalement, le marquage transversal est reconnu pour augmenter la glissance de la surface de roulement alors que les automobilistes doivent freiner aux endroits où il est implanté.



Figure 33 Marquage à illusion optique à Dourdan, France
(Photographie : Michèle St-Jacques)

Le marquage transversal influence la vitesse pratiquée. Des diminutions de 5 km/h sont couramment enregistrées tandis que des réductions aussi grandes que 11 km/h peuvent être atteintes (Godley, 1999).

Le marquage de bandes transversales se réalise à intervalles réguliers ou en diminuant l'espacement entre les bandes afin de créer une impression de vitesse. Godley (1999) a soumis 24 conducteurs à un simulateur afin de vérifier l'influence du marquage transversal sur la vitesse pratiquée. Contrairement à la croyance populaire, les résultats de Godley ne démontrent aucune différence significative entre les réductions de vitesse produites par les différents patrons de marquage des bandes transversales (intervalles réguliers ou réduction de l'espacement). De plus, lorsque le conducteur a adapté sa vitesse à un niveau qu'il juge sécuritaire, l'environnement routier n'a plus aucun effet sur la vitesse pratiquée (Godley, 1999). Ainsi, le marquage avec un espacement régulier des bandes serait tout aussi efficace que celui où l'espace entre les bandes est réduit graduellement dans le sens de la circulation.

3.5.9 Entrée de ville et effet de porte

L'effet de porte constitue un aménagement qui marque fortement la transition entre deux éléments. L'aménagement peut être implanté à la limite d'un quartier, d'une municipalité, d'une ville, d'une province ou d'un pays, d'où son appellation : « entrée de ville ». Peu importe son emplacement, l'aménagement vise à briser la continuité visuelle et à marquer un changement.

Comme mentionné précédemment, les dispositifs sont plus efficaces lorsque regroupés dans un secteur bien défini. Pour cette raison, l'utilisation de « portes d'entrée » aide à marquer la transition entre les zones traitées et le reste du réseau. La signalisation des mesures de modération de la circulation peut d'ailleurs être intégrée à ces portes d'entrée ou être simplement fixée à des socles imposants en béton pour obtenir un effet plus

marqué entre les zones (Association Transports et Environnement et Fonds de Sécurité Routière, 2002a).

De manière plus large, les effets de porte sont une portion de l'aménagement des scènes visuelles. Les changements dans les perspectives contribuent grandement à la lisibilité de la route et, par le fait même, à sa sécurité. Le chapitre 6 présente d'ailleurs un exemple d'application où des éléments verticaux ont servi à définir une intersection pour en améliorer la lisibilité.

3.6 Autres mesures

Plusieurs dispositifs ou aménagements peuvent favoriser une baisse de la vitesse pratiquée ou une baisse des débits de circulation. Cette section présente quelques dispositifs.

3.6.1 Marques particulières

Les marques particulières sur la chaussée sont utilisées pour rappeler la vitesse prescrite, pour inviter l'usager à ralentir ou pour indiquer un danger potentiel comme une traverse pour piétons. Les marques viennent en complément à la signalisation verticale.

À Ku-ring-gai en Australie, l'effet de marquer les limites de vitesses sur la chaussée a été évalué pour les zones de 50 km/h. Or, aucune diminution appréciable de la vitesse moyenne, de la vitesse au 85^e centile ou des débits n'a été observée. Aux endroits où des diminutions de vitesses se sont produites, elles semblaient être dues à d'autres aménagements implantés au même moment (Western Sydney Regional Organization of Councils, 1993). D'ailleurs, tous les types de traitement avec peinture (marquage transversal, carrelage et autres marques) se sont révélés inefficaces ou ne produisaient qu'un léger effet non significatif (Western Sydney Regional Organization of Councils, 1993).

Bref, le marquage particulier agit davantage pour attirer l'attention du conducteur que pour réduire la vitesse pratiquée (Département fédéral de l'Environnement et coll., 2002). Au Québec, les différentes marques ponctuelles ont besoin d'une meilleure uniformité concernant le choix des emplacements et la forme des marques.



Figure 34 Inscription sur la chaussée du mot : « Ralentissez » à Drummondville, Québec
(Photographie : Clyde Crevier, 2006)

3.6.2 Carrefours à feux

Les carrefours gérés par des feux de circulation sont particulièrement présents en milieu urbain. Bien que leur fonction soit en premier lieu orientée vers la gestion des débits automobiles, les contrôleurs plus récents permettent d'intégrer des phases piétonnes afin d'assurer la sécurité des traversées.

Les administrations routières redoublent d'imagination par rapport à la gestion des feux de circulation. Voici quelques exemples.

3.6.3 Les feux « rouge intégral »

Les feux « rouge intégral » sont munis de boucles de détection sur chacune des approches. En absence de véhicules, les feux sont rouges sur toutes les approches. La première approche qui détecte un véhicule change au vert avec un délai suffisant pour freiner la vitesse d'un véhicule progressant à vitesse normale sans l'obliger à arrêter complètement. Un véhicule circulant à trop grande vitesse est obligé d'immobiliser son véhicule (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). À la base, ce type de feux ne privilégie pas les piétons. Par contre, en y intégrant des feux piétons conservant le rouge sur les approches concernées, la protection est assurée.

3.6.4 Les « feux espagnols »

Jumelé à un radar, ce type de feux change automatiquement au rouge lorsqu'un véhicule s'en approche avec une vitesse excessive. Ce type de feux est couramment utilisé en Espagne (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004) et il est en essai au Québec sur la route 138 à Lavaltrie (Charbonneau, 2006).

3.6.5 Les feux de type « Barnes Dance »

Les feux de type « Barnes Dance », aussi appelés feux verts toutes directions pour piétons, sont munis d'une phase où toutes les approches sont au rouge. Au même moment, la traversée des piétons est permise dans toutes les directions (traversée de type « Barnes Dance »). Un piéton peut donc traverser le carrefour en diagonale. Cette phase a pour effet de libérer le carrefour des débits piétons pour ensuite permettre le mouvement des véhicules. Ce type de mesure est d'autant plus efficace aux intersections des centres-villes où le nombre de virages et l'achalandage piétonnier sont

importants. Ce type de feux est notamment utilisé dans les centres-villes britanniques (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004), à Tokyo (figure 35), New York, Boston, Sydney, Melbourne, Jérusalem et Trondheim. Les premières utilisations ont été réalisées à la fin des années 1940 à Kansas City et à Vancouver (Encyclopédie Wikipedia, 2006a).



Figure 35 L'intersection Shibuya à Tokyo, Japon

(Source : Encyclopédie Wikipedia, 2006a)

Selon l'étude de Drainville et St-Jacques (2002), l'utilisation du Barnes Dance à l'intersection Peel et Sainte-Catherine à Montréal (Canada) produirait un gain de temps appréciable pour les automobilistes et un gain en sécurité pour les piétons.

Les feux de circulation peuvent jouer un rôle important dans la protection des piétons et dans la modération de la circulation. Par contre, les anciens contrôleurs électromécaniques ne permettent pas ou compliquent grandement la gestion de plusieurs phases pour les carrefours complexes (priorité de virage, phases piétonnes, synchronisation, tout rouge, etc.). L'intégration de phase pour la traverse de type Barnes

Dance jumelée à l'installation de feux piétons avec décompte numérique demande alors des investissements plus importants (Leclerc et Ministère des Transports du Québec, 2006). Cette contrainte freine la croissance des feux équipés de décompte numérique.

Aussi, les feux de type Barnes Dance peuvent être accompagnés du marquage d'une zone d'interdiction d'arrêt dans une intersection (connu sous le nom de « penalty box » ou zone de pénalité). Cependant, cette mesure accroît le risque de dérapage des véhicules à deux roues.

3.6.6 Traverses dénivelées

Cette mesure sépare physiquement les piétons et les cyclistes du transport motorisé en permettant la traversée de l'axe routier dans un tunnel (traversée souterraine) ou sur une passerelle (traversée surélevée).

Une traversée dénivélée est habituellement utilisée lorsque la vitesse pratiquée est élevée, lorsque la largeur de traversée est importante et lorsque les débits sont très élevés. Sauf de très rares exceptions (ex. : quartier résidentiel divisé par un chemin de fer), les traverses dénivelées ne s'appliquent pas en milieu résidentiel, mais elles peuvent s'avérer intéressantes pour certains secteurs commerciaux.

Bien que les traverses dénivelées offrent une sécurité maximale aux piétons, aux patineurs et aux cyclistes, elles demeurent coûteuses, sont souvent peu esthétiques, nécessitent beaucoup d'entretien, allongent le parcours des piétons et des cyclistes, peuvent amener un sentiment d'insécurité sociale (insécurité dans les tunnels) et elles sont rarement adaptées pour les personnes à mobilité réduite (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

3.6.7 Zones avancées pour cyclistes

Les zones avancées pour cyclistes, aussi appelées sas pour vélos (figure 36), sont aménagées devant la ligne d'arrêt des véhicules aux intersections avec feux de circulation. Ces zones sont habituellement délimitées par un marquage adéquat et indiquées par une signalisation verticale adéquate (figure 37). Elles augmentent la sécurité des cyclistes qui se retrouvent alors devant les véhicules et non dans l'angle mort des conducteurs.



Figure 36 Zone avancée pour cyclistes ou sas pour vélos en Belgique

(Source : Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2003)

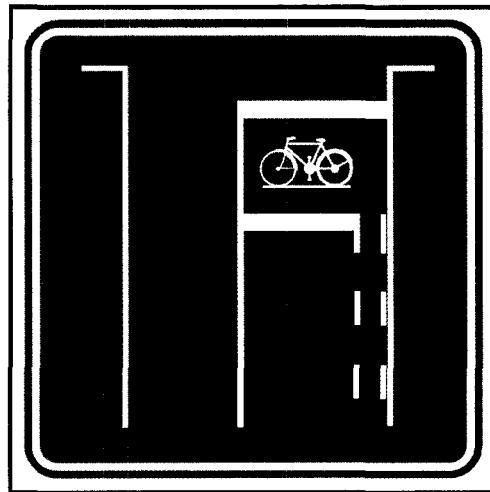


Figure 37 Panneau d'indication de zone avancée pour cyclistes

(Source : Groupe de Recherche et d'Action des Cyclistes Quotidiens, 2005)

Ce dispositif peut être installé pour des routes où la vitesse affichée est inférieure ou égale à 50 km/h et où la vitesse pratiquée est bien contrôlée. Les cyclistes, en traversant le carrefour en priorité, sont davantage visibles et peuvent plus facilement tourner à gauche. De plus, leur attente ne se fait pas dans les gaz d'échappement des véhicules. Évidemment, puisque les cyclistes sont les premiers à s'engager, ils sont également les premiers impliqués si un véhicule sur la route transversale brûle le feu rouge (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004).

L’Institut Belge pour la Sécurité Routière (2003) recommande une longueur minimale de la zone de 4 mètres. De plus, afin que les cyclistes remontent plus facilement les files jusqu’au sas, une piste de guidage de 1 mètre de largeur sur une longueur minimale de 15 mètres peut être aménagée.

3.6.8 Traitement d'un secteur

Puisque l’implantation d’un seul dispositif est souvent jugée inefficace, l’effet des techniques de modération de la circulation devient beaucoup plus profitable lorsque les

dispositifs et les aménagements sont implantés sur une rue, un quartier ou un plus grand secteur, une zone.

Lorsqu'on applique les techniques de modération de la circulation à un secteur, « il est souhaitable de rythmer les voies par un élément ralentisseur tous les 50 mètres à 100 mètres si aucun autre événement modifiant la structure de la voie n'intervient (carrefour, virage...) » (CETUR, 1992). De plus, un secteur peut être traité lorsque le trafic lourd est faible en absolu et en proportion. Ce dernier ne doit pas dépasser 5 % et ne desservir que des intérêts locaux (CETUR, 1992). Lorsque le trafic lourd dépasse cette valeur, la conception doit satisfaire la circulation de véhicules plus gros et elle devient inefficace pour réduire la vitesse ou les débits des véhicules particuliers.

Elvik (2001), dans une méta-analyse de 33 études réparties en Norvège, en Suède, en Finlande, au Danemark, en Allemagne, aux Pays-Bas, en Grande-Bretagne, en France, aux États-Unis et en Australie, a mesuré l'impact des techniques de modération de la circulation appliquées à un secteur défini. Sans égard à la sévérité des accidents, une baisse générale des accidents de 19 % a été enregistrée, les routes principales ayant profité d'une baisse de 14 % et les routes locales d'une importante baisse de 57 %. Les résultats sur les accidents avec blessés et les accidents avec dommages matériels seulement sont présentés à l'annexe 14.

CHAPITRE 4

CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES DE CERTAINS AMÉNAGEMENTS

Du fait que les techniques de modération de la circulation (TMC) soient peu connues, les professionnels peuvent être confrontés au scepticisme des décideurs et à celui de la population lorsqu'ils proposent des aménagements en lien avec ces techniques. Ainsi, les professionnels peuvent avoir à convaincre leur auditoire des bienfaits de l'implantation des dispositifs en plus d'avoir à répondre à plusieurs interrogations, notamment à ce qui a trait à l'entretien, au déneigement et aux effets sur la circulation.

Au Québec, les Normes sur les Ouvrages routiers (Ministère des Transports du Québec, 2006a) définissent en quasi-totalité les paramètres de conception d'une route. Autant pour les professionnels, pour les décideurs que pour la population, ces normes peuvent avoir un effet rassurant. Or, aucune norme ne traite de la configuration des dispositifs utilisés en TMC.

L'absence de normalisation concernant les TMC peut être influencée par la nécessité d'adapter chaque dispositif à son milieu. Par exemple, les largeurs pavées sont adaptées en fonction du type de circulation, les dénivellations sont en relation avec la hauteur des bordures ou des trottoirs et tout aménagement varie en fonction des vitesses souhaitées. Bref, les aménagements doivent assurer la cohérence de l'environnement routier avec les comportements recherchés.

Ce chapitre présente des lignes directrices pouvant guider les professionnels dans la conception de certains aménagements. Loin de couvrir tous les aspects techniques de la conception, ce chapitre vise plutôt à fournir un ordre de grandeur réaliste pour les différents paramètres de conception de certains aménagements et à cibler quelques éléments à étudier lors de la conception. De plus, en présentant des modèles de

conception approuvés par des institutions reconnues et des exemples d'application (Chapitre 6), les professionnels appuient leur propre conception sur les expériences passées en TMC. Ainsi, plusieurs questionnements sont résolus et les résultats en fonction des effets recherchés sont plus probants.

4.1 Succession de dispositifs

Comme mentionné précédemment, l'implantation d'un dispositif unique sur l'itinéraire d'un usager n'a que très peu d'effet sur son comportement routier. Ainsi, les concepteurs recherchent à utiliser les différents dispositifs de manière successive afin de créer un aménagement cohérent et plus efficace.

Lorsque les dispositifs se succèdent et n'agissent plus en tant que dispositif unique, des précautions doivent être prises afin de briser la linéarité de l'environnement routier. Les différents dispositifs doivent être répartis dans des aménagements constituant des séquences. Ces séquences ont comme but de susciter l'intérêt des conducteurs et de limiter l'accoutumance des automobilistes au milieu. Ainsi, une séquence ne doit pas s'étendre sur une trop grande distance et la transition entre chaque séquence doit être suffisamment marquée afin d'être clairement perçue par l'usager (CETUR, 1990).

À la suite de nombreuses expériences, le Centre d'études des transports urbains (CETUR) a produit un tableau où la longueur des séquences est jugée optimale pour des durées de traversées comprises entre 10 secondes et 25 secondes. Les longueurs des séquences sont présentées au tableau IV. Le Québec semble avoir adopté les recommandations du CETUR comme le démontre le tableau IV-1- 1.6-1 des Normes sur les Ouvrages routiers présenté à l'annexe 15.

Tableau IV

Longueur recommandée d'une séquence en fonction de la vitesse de roulement souhaitée et de la durée de traversée

Vitesse (km/h)	Longueur d'une séquence en fonction de la durée de traversée			
	10 secondes	15 secondes	20 secondes	25 secondes
80	222 m	333 m	444 m	555 m
70	195 m	292 m	389 m	486 m
60	166 m	250 m	332 m	417 m
50	138 m	208 m	276 m	347 m
40	111 m	167 m	222 m	278 m
30	83 m	125 m	166 m	208 m
20	55 m	83 m	110 m	139 m

(Source : Adaptation de CETUR, 1990)

4.2 Déviations verticales

Cette section présente les principales caractéristiques géométriques pour les bandes d'alerte transversales, les dos d'âne allongés, les coussins berlinois puis les intersections surélevées et plateaux ralentisseurs. Dans tous les cas, les déviations verticales doivent être compatibles avec les vitesses souhaitées et perceptibles d'assez loin pour que les conducteurs modifient leur vitesse et aient le temps d'immobiliser leur véhicule au besoin (CETUR, 1990).

4.2.1 Bandes d'alerte transversales

Les bandes d'alerte transversales (BAT) s'implantent selon quatre méthodes différentes de construction. Les BAT peuvent être réalisées par fraisage, par surélévation, par cylindrage ou par impression.

« Les bandes d'alerte réalisées par fraisage sont les plus couramment utilisées. [...] Les bandes de ce type sont généralement considérées comme

les plus résistantes, les plus durables et les plus efficaces en termes de coûts pour ce qui est de la mise en place de l'entretien » (Bahar et coll., 2005).

Que les BAT soient réalisées par fraisage ou par une autre méthode de construction, la conception des BAT repose principalement sur les sept paramètres (A à G) présentés à la figure 38.

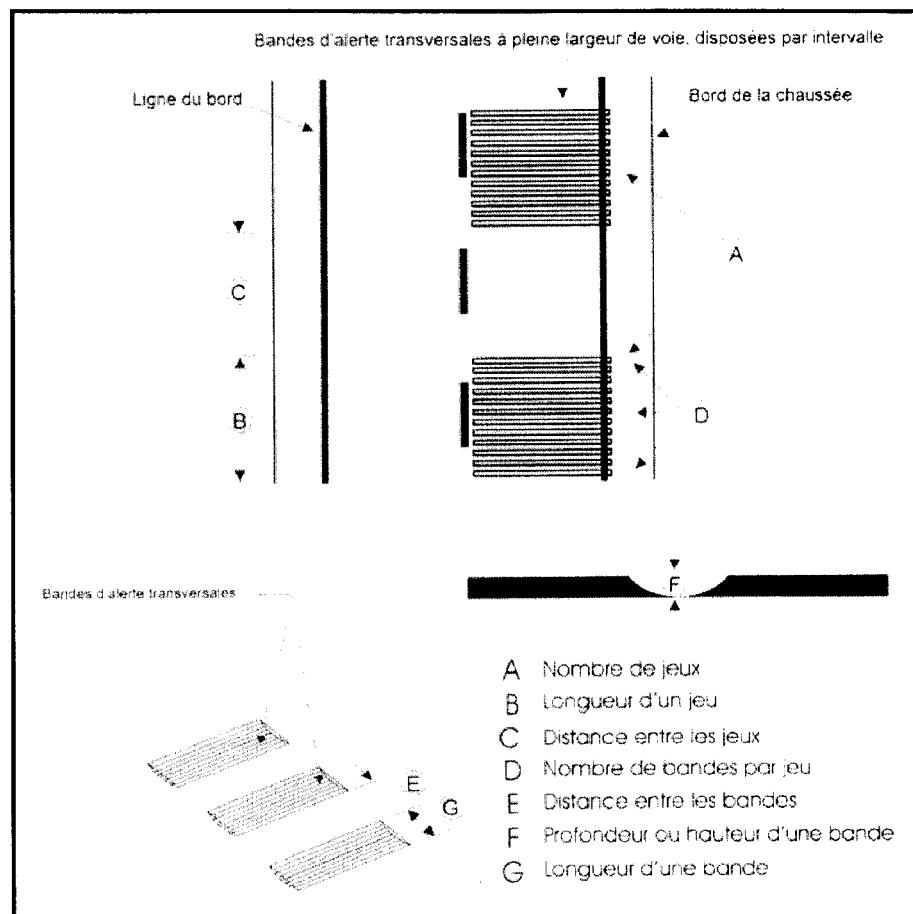


Figure 38 Principaux paramètres de conception des bandes d'alerte transversales
(Source : Bahar et coll., 2005)

Les paramètres de conception varient grandement d'un organisme à l'autre. Bahar et ses collaborateurs (2005) ont élaboré des lignes directrices en fonction des meilleures pratiques de nombreux organismes au Canada et aux États-Unis. Le tableau V présente

les plages de dimensions pour chaque paramètre de conception. Les plages ont été fixées par Bahar et ses collaborateurs en jumelant les informations recueillies dans la documentation et lors de l'enquête sur les bandes d'alerte transversales de 2004 (Bahar et coll., 2005).

Tableau V

Plages de dimensions pour la conception de bandes d'alerte transversales

Paramètres	Plages des dimensions
A. Nombres de jeux	1 à 6 jeux
B. Longueur des jeux	2,85 à 16,55 mètres
C. Distance entre les jeux	30 à 90 mètres
D. Nombre de bandes par jeu	4 à 25 bandes
E. Distance entre les bandes	300 à 2700 mm
F. Profondeur ou hauteur des bandes	5 à 19 mm
G. Longueur des bandes	100 à 300 mm

(Source : Adaptation de Bahar et coll., 2005)

Les BAT peuvent couvrir la pleine largeur de la chaussée ou une partie de cette dernière. Ainsi, si la route est empruntée par de nombreux cyclistes et motocyclistes, les BAT peuvent s'interrompre au centre de la chaussée et en bordure de route pour rendre plus confortable la progression de ces types d'usager.

La présence de cyclistes fait également varier la profondeur des BAT. La profondeur recommandée pour les bandes est de 8 ± 2 mm lorsqu'il y a présence de cyclistes et 12 ± 2 mm sans circulation de cyclistes (Bahar et coll., 2005).

Avant l'implantation des BAT, le maintien de l'adhérence entre les pneus et la chaussée peut inquiéter les décideurs. Une distance minimale de 300 mm entre chaque bande permet un bon contact entre les pneus et la chaussée. De plus, les BAT sont disposées

par intervalle puisque les configurations en continu peuvent engendrer des problèmes de freinage.

En ce qui concerne l'entretien, les BAT réalisées par fraisage sont idéalement de forme concave puisque cette forme procure une meilleure tenue des bandes dans l'enrobé bitumineux. Le parallélisme des bandes produites par fraisage et leur taille doivent être contrôlés fréquemment. Il est conseillé de signaler la présence de BAT par une signalisation adéquate.

La vitesse des véhicules influence grandement la conception des BAT. La longueur des jeux est ajustée avec la vitesse des véhicules afin que la durée sonore du jeu soit comprise entre 0,3 s et 0,5 s. Lorsque les jeux sont disposés par paire, une règle ergonomique de deux secondes est appliquée pour maximiser la perception du son. En effet, une durée minimale de 0,3 s permettrait une meilleure perception et identification de la source de bruit pour ne pas confondre l'avertissement avec un défaut de la chaussée (Sorkin, 1987). Ainsi, en deux secondes, l'usager traverse 0,5 s de bruit (et de vibrations) suivi d'une seconde de silence et d'un deuxième 0,5 s de bruit (et de vibrations). L'usager distingue alors clairement le dispositif.

Finalement, lorsque l'usager traverse les BAT, son attention doit être interpellée par l'environnement routier afin qu'il adapte sa conduite au danger imminent. Dans le cas d'une intersection, la figure 39 montre que la distance L1 est fonction d'une durée de 5,4 s afin que l'usager capte le message du panneau de danger. Pour sa part, la distance L2 varie d'un organisme à l'autre selon les normes de signalisation. Ces distances permettent à l'usager de ne pas être surchargé de différents messages et de décider des tâches qu'il doit accomplir afin de franchir de manière sécuritaire l'itinéraire qui se présente devant lui.⁸

⁸

D'autres modèles de conception sont également présentés à l'annexe 16.

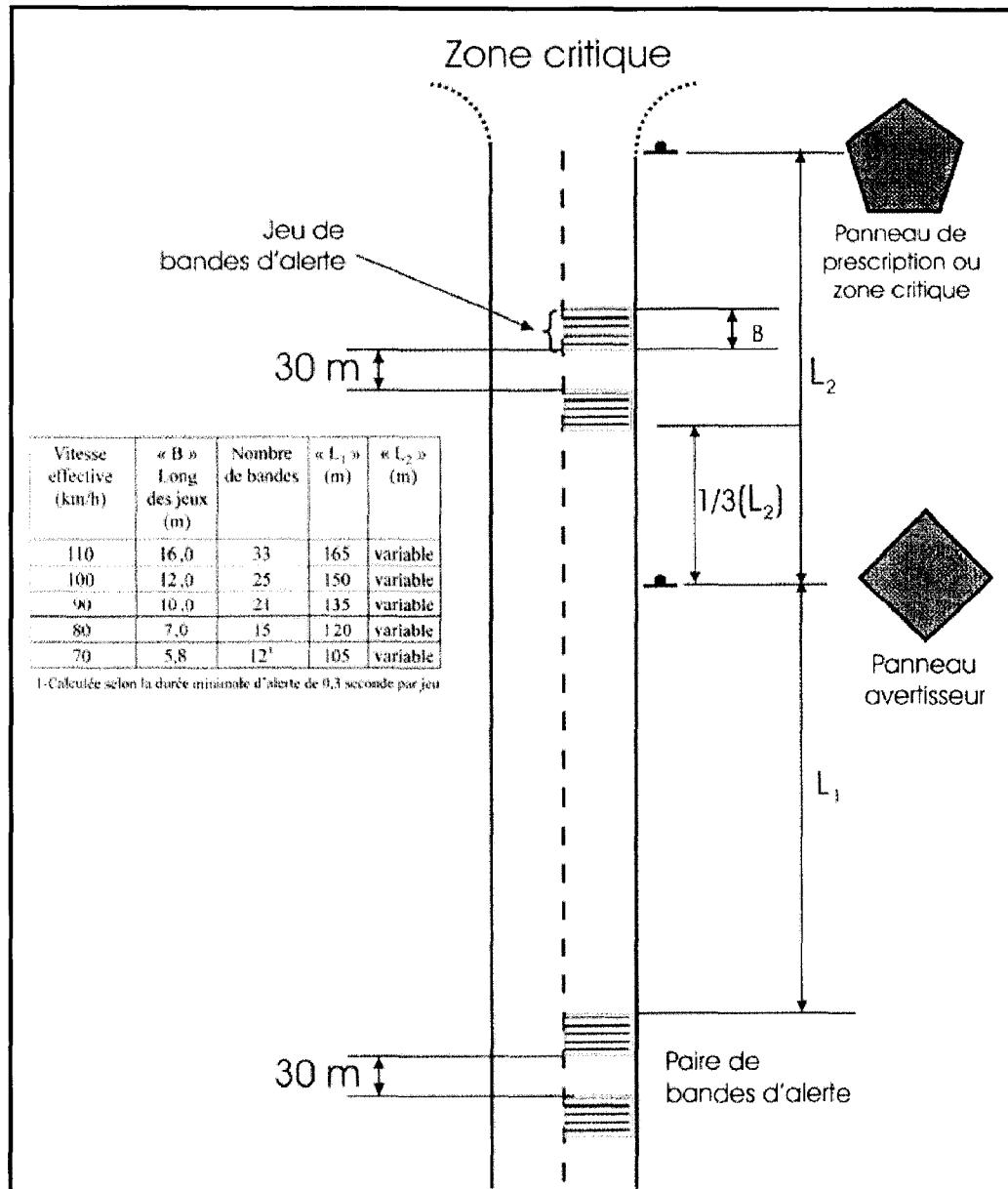


Figure 39 Disposition des bandes d'alerte transversales à l'approche d'une intersection

(Source : Bahar et coll., 2005)

4.2.2 Dos d'âne allongé

Conçu de manière adéquate, le dos d'âne allongé peut s'avérer très efficace pour ralentir la circulation locale et réduire la circulation de transit. De plus, en respectant une longueur d'un dos d'âne allongé comprise entre 3 m et 7 m, le dispositif présente une pente assez progressive pour ne pas endommager les véhicules ou nuire au déneigement.

L'élévation d'un dos d'âne allongé varie entre 75 mm et 150 mm. Les dos d'âne allongés peuvent traverser complètement la chaussée ou une partie de cette dernière. Un dos d'âne peut être allongé davantage en y incorporant un plateau qui portera la longueur totale du dos d'âne à un minimum de 7 m. Pour un impact visuel supérieur, une texture ou couleur différente peut couvrir le plateau et servir de traverse pour les piétons.

Le Guide canadien (Association des Transports du Canada, 1998) recommande une longueur de 4,0 m et une hauteur de 80 mm pour les rues locales et une longueur de 7,0 m et une hauteur de 80 mm pour les rues collectrices. Dans les deux cas, le profil en long sinusoïdal est privilégié (figure 40). Ce dernier est le plus compatible avec les conditions hivernales de déneigement.

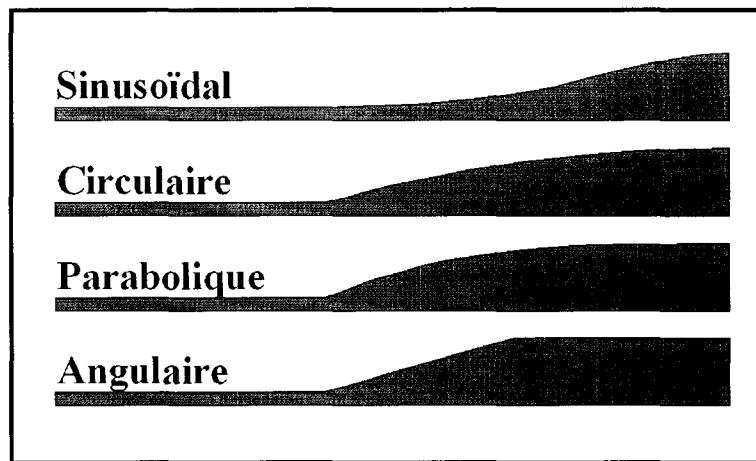


Figure 40 Profils possibles pour les pentes d'un dos d'âne allongé

(Source : Adaptation de la Ville de Toronto, 1997 dans Daniel et coll., 2005; Ewing, 1999)

Les dos d'âne allongés sont plus efficaces lorsqu'ils sont utilisés en série. Une étude d'Ewing et Kooshian (1997) sur sept sites de la Floride et onze sites américains conclut que l'espacement entre les dos d'âne allongés est un facteur important influençant l'efficacité de l'aménagement consécutif de ces dispositifs. Lorsque la distance entre deux dispositifs est comprise entre 180 m et 305 m, la vitesse souhaitée n'est pas respectée entre les dispositifs. Par contre, si les aménagements sont rapprochés à des distances comprises entre 60 m et 90 m, la vitesse est limitée puisque les automobilistes n'ont pas le temps d'accélérer entre deux dos d'âne allongés. En Europe, il est suggéré de rapprocher les dos d'âne allongés davantage. Pour assurer l'efficacité de ces derniers, ils sont placés à des distances inférieures à 50 m (Schlabbach, 1997).

Le comté de Kent au Royaume-Uni recommande de placer le premier dos d'âne allongé à une distance maximale de 40 m en amont du premier dispositif du secteur traité (un effet de porte par exemple). Par la suite, l'espacement maximal recommandé est de 150 m (Kent County Council et Highways and Transportation, 1991). Finalement, l'Association des Transports du Canada (ATC) (1998) recommande des espacements différents en fonction de la vitesse recherchée au 85^e centile (tableau VI).

Tableau VI

Espacement des ralentisseurs en fonction de la vitesse pratiquée au 85^e centile

V85 km/h	Espacement m
50	125
45	100
40	80
30*	60

* Série de deux dos d'âne séparés de 4 à 12 m et espacée de la valeur inscrite au tableau.

(Source : Adaptation de l'Association des Transports du Canada, 1998)

4.2.3 Coussins berlinois

Similairement au dos d'âne allongé, le coussin berlinois constitue une surélévation de la chaussée, mais ce dernier possède une pente sur quatre côtés plutôt que sur deux. Le coussin berlinois peut être complètement bombé sur sa longueur et sa largeur ou présenter un plateau en son centre. La figure 41 présente les principales dimensions d'un coussin berlinois lorsque ce dernier est muni d'un plateau.

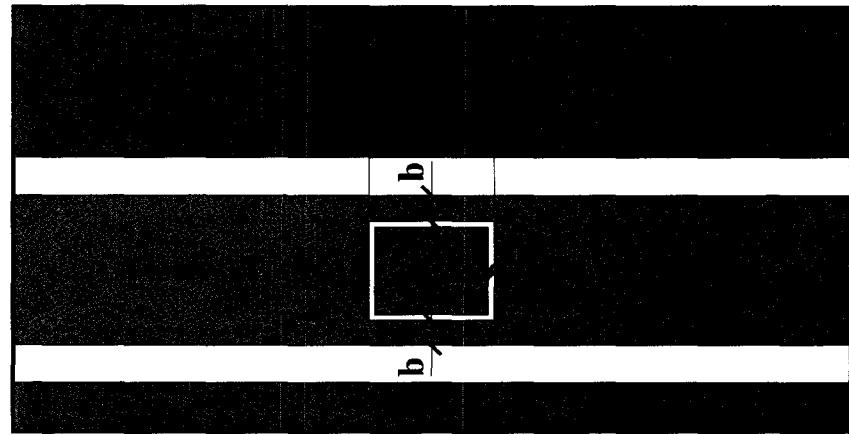


Figure 41 Dimensions d'un coussin berlinois

(Source : Adaptation de CETUR, 1992)

En se basant sur les expériences et recommandations allemandes, CETUR (1992) recommande une largeur « a » minimale de 1,7 m. Cette distance peut également être adaptée en fonction de la largeur entre les roues de l'essieu pour un type de véhicule déterminé.

De chaque côté du dispositif, un dégagement permet le drainage et accommode les patineurs et les cyclistes. Un dégagement « b » de 1 m est suffisant pour libérer le passage des vélos et permettre le ruissellement. La longueur du dispositif « c » est habituellement comprise entre 3 m et 5 m. La transition de hauteur se fait sur une distance « r » de 20 cm lorsque la hauteur est de 5 cm et de 25 cm pour une hauteur de 7 cm. De plus, pour rompre la continuité visuelle et sonore du pavage, il est possible d'utiliser un matériau différent sur toute la largeur de la chaussée vis-à-vis le dispositif.

Le comté de Kent au Royaume-Uni propose deux types de coussins avec plateau (Kent County Council et Highways and Transportation, 1991). Les dimensions sont précisées sur la figure 42.

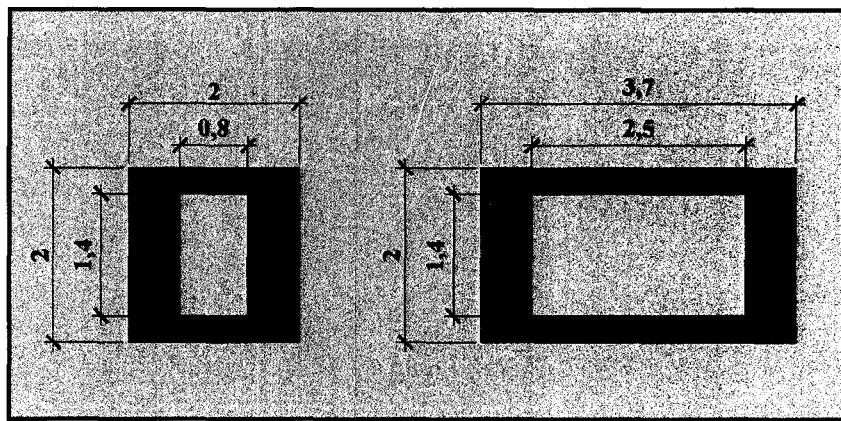


Figure 42 Dimensions en mètres recommandées par le comté de Kent pour les coussins berlinois

(Source : Adaptation de Kent County Council et Highways and Transportation, 1991)

À une intersection, l'installation des coussins est dictée par les mouvements majoritaires des véhicules (figure 43). Ainsi, si la majorité des véhicules traversent l'intersection sans tourner, un seul coussin suffit à ralentir la circulation. Dans le cas inverse, un coussin est installé sur chaque approche de l'intersection pour mieux contrôler la vitesse des véhicules.

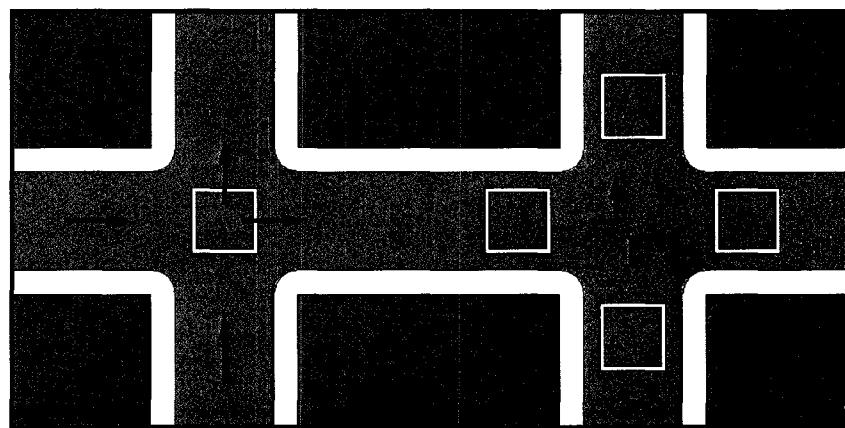


Figure 43 Disposition des coussins berlinois en fonction des mouvements à une intersection

(Source : Adaptation de CETUR, 1992)

4.2.4 Intersection surélevée et plateau ralentisseur.

Un plateau peut être utilisé en section de route, en carrefour, en prolongement de trottoir ou en sortie de giratoire. Les plateaux ralentisseurs ont normalement une hauteur inférieure de 2 cm à celle du trottoir sans toutefois dépasser 15 cm de dénivelé sur la chaussée. Cette différence de hauteur sert à bien marquer les intersections (CERTU, 2006). Par contre, le Canada (Association des Transports du Canada, 1998) recommande une hauteur de 8 cm tandis que l'Australie se limite entre 9 cm et 10 cm (Austroads, 2004).

En section courante, le plateau a une longueur comprise entre 10 m et 30 m. La longueur minimale est plus élevée en présence d'autobus articulés. La présence de transport en commun n'est pas recommandée avec un plateau ou une intersection surélevée. Par contre, si tel est le cas, des pentes plus progressives (1 :20) que l'usuelle inclinaison comprise entre 1 :12 et 1 :15 peuvent accommoder les véhicules plus longs (Austroads, 2004).

Dans le traitement des intersections, il est primordial de ne pas surdimensionner l'aire de circulation même si l'emprise demeure abondante (CETUR, 1990). L'espace excédentaire ne doit pas paraître inutile. Ce dernier doit être utilisé ou meublé de façon à servir les activités du secteur et les autres modes de transports. Le CETUR (1990) recommande d'utiliser un marquage réduit au minimum et de guider davantage les usagers par l'emploi de différents matériaux et éléments de bordure lorsqu'une intersection surélevée est présente.

4.3 Aménagements pour piétons

Les aménagements pour piétons présentés dans cette section sont les passages pour piétons surélevés et le prolongement de trottoir.

Pour garantir la sécurité des usagers, les aménagements pour piétons doivent être clairement identifiés et se démarquer des dos d'âne allongés et des plateaux surélevés. Leur implantation demande une rigueur et une cohérence dans toute la municipalité et idéalement sur l'ensemble d'un territoire ou d'une province. Comme mentionné précédemment, l'uniformisation des dispositifs vise à éviter l'ambiguïté face à la priorité qui est accordée à l'un ou l'autre des usagers (piéton ou véhicule) dans l'aménagement.

4.3.1 Passage piéton surélevé

En fonction de la figure 44, le CETUR (1992) recommande une dimension « a » comprise entre 4 m et 10 m. Pour cette valeur de « a », la hauteur « b » maximale est de 10 cm tandis que la transition a une pente comprise entre 3 % et 10 %. Lorsque des véhicules lourds sont présents, la longueur du plateau « a » doit être supérieure à leur empattement. Dans ce cas, la hauteur « b » peut être portée jusqu'à 20 cm tout en respectant la hauteur des éléments en bordure de chaussée. La pente de transition demeure la même.

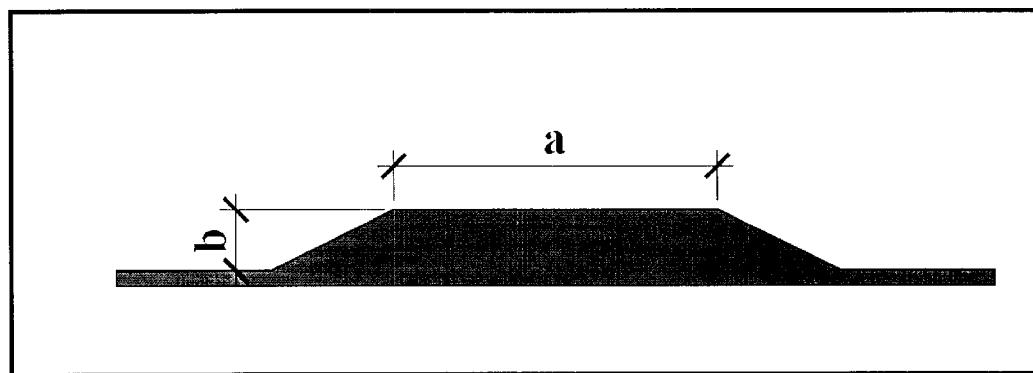


Figure 44 Dimension des passages surélevés pour piétons

(Source : Adaptation de CETUR, 1992)

Plus conservateur, l'administration du comté de Kent au Royaume Uni recommande une hauteur « b » maximale de 75 mm et une pente maximale de 1 : 15 (6,7 %) (Kent

County Council et Highways and Transportation, 1991). Pour sa part, l'Australie permet une pente maximale de 1 : 12 (8,3 %), demande une largeur « a » minimale de 3,6 m et une hauteur comprise entre 75 mm et 100 mm (Austroads, 2004). Finalement, tout passage pour piétons doit être signalé et bien visible.

4.3.2 Prolongement de trottoir

Un trottoir doit accommoder le croisement de deux piétons et offrir une largeur convenable pour le roulement d'un fauteuil roulant. En général, une personne en fauteuil roulant requiert une largeur minimale de 0,9 m pour circuler et de 1,5 m pour changer de direction (Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2004). De plus, le trottoir ne doit pas être encombré par du mobilier urbain, des fûts de lampadaires ou des poteaux supportant les installations d'utilités publiques.

Lorsqu'un trottoir est prolongé, ce dernier doit être franchissable par les véhicules qui désirent atteindre la rue protégée. À cet effet, le Guide canadien recommande des transitions avec des pentes maximales de 6 % (figure 45).

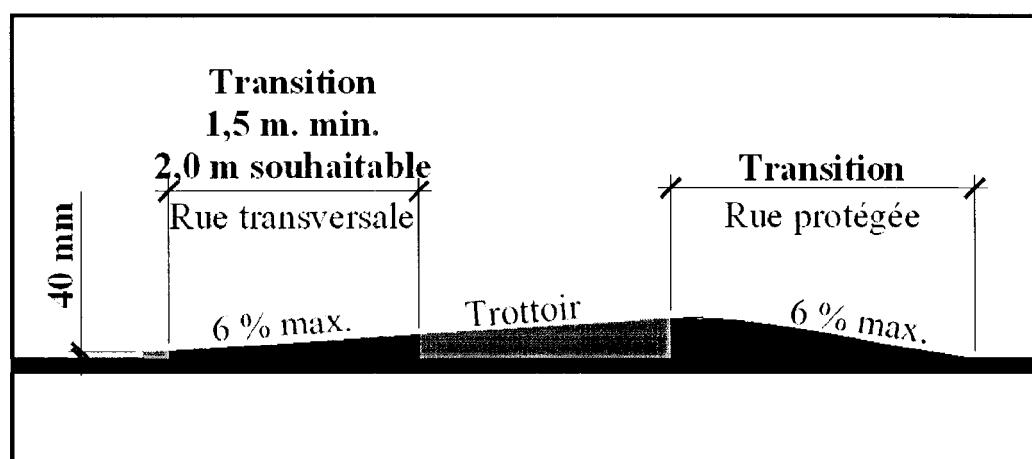


Figure 45 Transitions pour l'aménagement d'un trottoir continu

(Source : Adaptation de l'Association des Transports du Canada, 1998)

La configuration recommandée par l'Association des Transports du Canada est beaucoup moins agressive que celle qu'il est possible de retrouver dans certains pays d'Europe où la transition est quasi inexistante et la marche significativement supérieure à 40 mm. La figure 46 présente un trottoir traversant en Belgique.



Figure 46 Trottoir traversant en Belgique

(Source : Association piétons & vélos à Buc, 2006)

4.4 Déviations horizontales

Cette section présente les principales caractéristiques géométriques pour les avancées, les chicanes, les îlots plantés ralentisseurs, les îlots bombés franchissables, les îlots circulaires, les giratoires et le stationnement sur rue. Ces déviations horizontales influencent non seulement la trajectoire de l'usager, mais aussi les distances de visibilité. Ainsi, les nouvelles distances de visibilité devront être minimalement compatibles avec les distances de visibilité d'arrêt et d'anticipation pour la vitesse affichée. De plus, l'amoncellement possible de neige aux abords de la route doit être considéré, surtout si des plantations ou du mobilier fixe gêne le déneigement latéral.

4.4.1 Avancées

La largeur pavée est souvent synonyme de vitesse. Les avancées de trottoirs et de bordures sont efficaces pour réduire cette largeur et créer une rupture visuelle de l'alignement droit. Le but est de réduire au minimum la largeur pavée tout en accommodant des événements occasionnels comme les déménagements, les travaux et les incendies. En pinçant suffisamment les voies, le passage alterné des véhicules peut être obligé. Pour y arriver, la largeur de la surface pavée « a » (figure 47) doit être réduite sous les 3 m (CETUR, 1992; Kent County Council et Highways and Transportation, 1991).

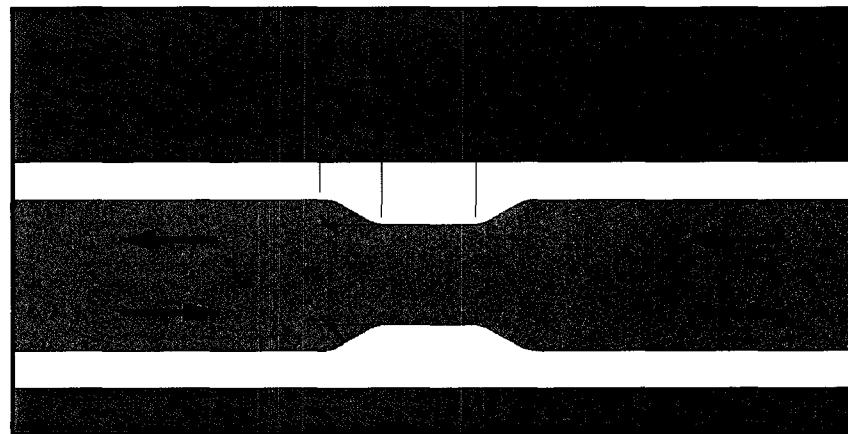


Figure 47 Dimensions des avancées

Par ailleurs, si le concepteur désire conserver le croisement de la circulation, une largeur aussi faible que 5 m peut être appliquée (CETUR, 1990). Lorsque la route est à sens unique, un étranglement minimal de 2,5 m est nécessaire.

Le rétrécissement de la chaussée se produit dans une zone appelée « zone de transition ». En fonction de l'effet visuel recherché, la longueur « b » de la zone de transition est plus

ou moins importante. Lorsqu'elle est inférieure à 5 m, elle est jugée faible et crée un effet visuel de chicane ou d'entonnoir (CETUR, 1990).

Une fois la zone de transition dépassée, le conducteur se retrouve dans la zone rétrécie. Cette zone doit être suffisamment longue pour réellement inciter le conducteur à ralentir. Selon l'ATC (1998), la longueur « c » minimale d'une avancée est de 7,0 m. Aux intersections (figure 48), les avancées doivent avoir une longueur comprise entre 5,0 m et 7,0 m afin de bien guider les usagers.

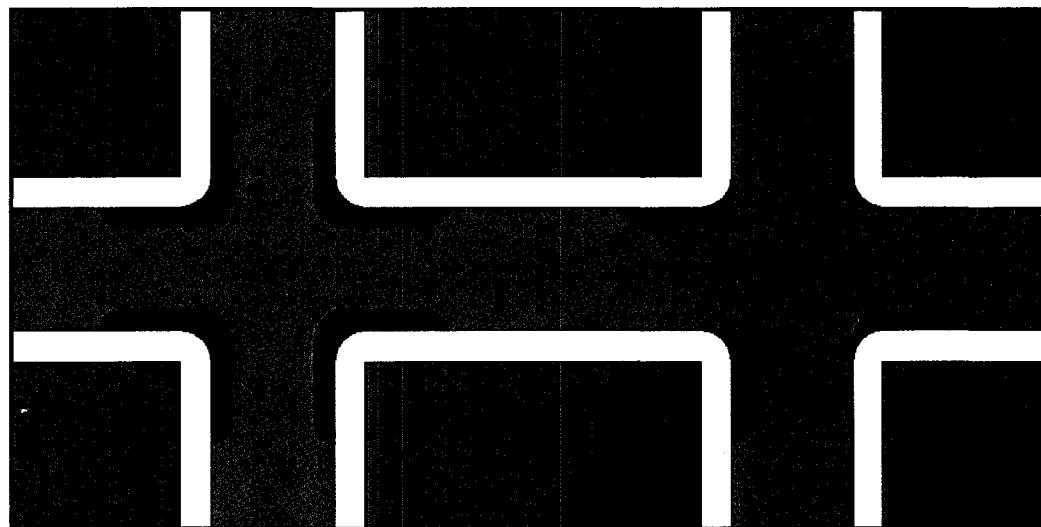


Figure 48 Avancées symétriques et en diagonale aux intersections

(Source : Adaptation de CETUR, 1992)

Lorsque les avancées sont utilisées en diagonale à une intersection, une largeur minimale de 5,0 m est requise entre les deux avancées opposées (Association des Transports du Canada, 1998). L'utilisation asymétrique des avancées crée un effet de chicane. Avant d'utiliser ce genre de dispositif, le concepteur doit s'assurer que la vitesse de parcours est maîtrisée sur toutes les approches. Les recommandations de l'ATC pour une avancée de trottoir sont présentées à l'annexe 17.

4.4.2 Chicanes

Les chicanes sont efficaces pour briser la linéarité de la route et peuvent obliger les conducteurs à maintenir un plus haut niveau de concentration en fonction de la complexité de leur tâche de conduite. À prime abord, la conception d'une chicane peut paraître complexe lorsqu'une succession d'avancées et d'îlots est intégrée dans la conception. Par contre, la chicane peut également devenir un dispositif très simple représenté uniquement par le déplacement latéral de l'axe routier (figure 49).

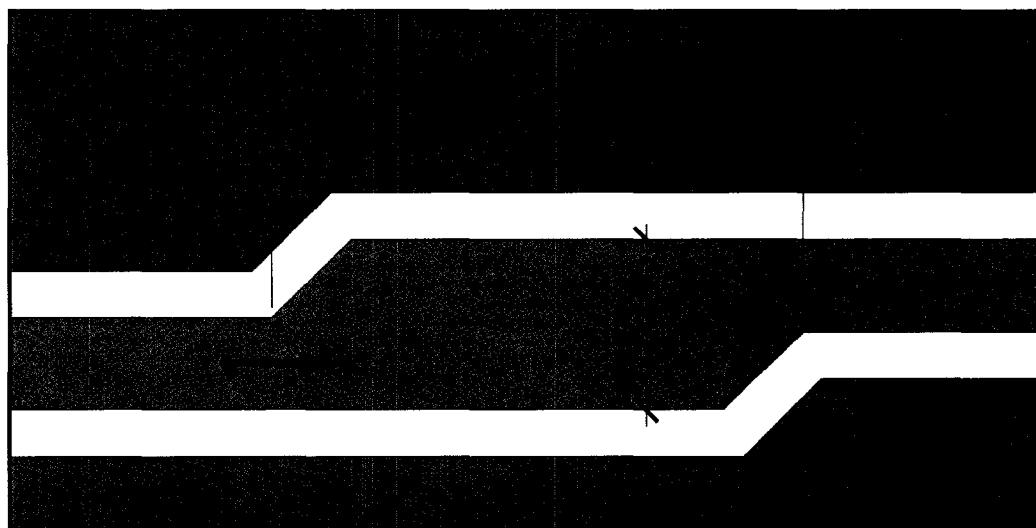


Figure 49 Déplacement latéral de l'axe routier

(Source : Adaptation de CETUR, 1992)

Les dimensions de la déviation (a, b et c, figure 49) varient en fonction de la présence ou non du transport en commun. Les dimensions présentées au tableau VII sont recommandées (CETUR, 1992).

Tableau VII

Dimensions recommandées pour les déplacements latéraux de l'axe routier en fonction du type de véhicule

Élément	Sans autobus	Avec autobus
A	3 m	3 m
B	11,5 m	17 m
C	2,5 m	5,5 m

(Source : Adaptation de CETUR, 1992)

La déviation « c » doit être significative afin d'exercer un effet ralentisseur. Pour être pleinement efficace, elle doit être égale à la largeur de la chaussée de sorte que l'alignement est affecté par une rupture visuelle totale (CETUR, 1990). En plus des dimensions au tableau précédent, la conception d'une chicane doit reposer sur les vitesses actuellement pratiquées et les vitesses souhaitées (CETUR, 1990).

Comme mentionné précédemment, la chicane peut être plus complexe qu'un simple déplacement latéral de l'axe routier. Par exemple, la chicane munie de trois avancées est réputée pour être plus efficace que le déplacement latéral de l'axe routier puisqu'elle ajoute au phénomène de tangage de la voiture et augmente le sentiment d'inconfort pour les passagers du véhicule. L'annexe 18 présente la conception recommandée par l'Association des Transports du Canada pour ce type de chicane.

4.4.3 Îlots plantés ralentisseurs

Les îlots plantés ralentisseurs ou îlots séparateurs induisent une déviation horizontale de la trajectoire en restreignant l'usager dans une canalisation plus étroite (figure 50).

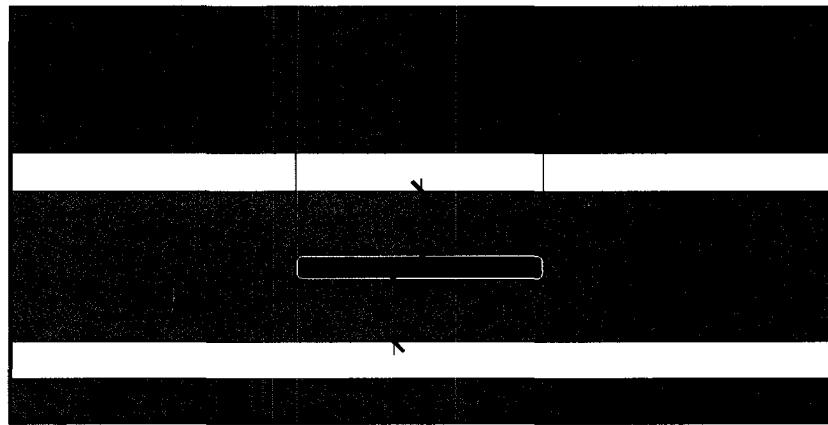


Figure 50 Dimensions des îlots plantés ralentisseurs

(Source : Adaptation de CETUR, 1992)

Pour inciter l'usager à ralentir suffisamment, la dimension « a » est réduite à 2,5 m. Au Québec, la dimension minimale de « a » est normalement fixée à 3,0 m selon les normes de conception du ministère des Transports. Pour sa part, les dimensions suggérées pour l'îlot sont un minimum de 1 m pour la largeur « b » et entre 5 m et 10 m pour « c » (CETUR, 1992). Les îlots peuvent être franchissables afin d'accueillir le passage occasionnel des véhicules de plus grande dimension. Lorsque l'îlot séparateur est implanté au carrefour, la distance de visibilité « à l'approche de l'îlot doit être au moins égale à la distance d'arrêt » (Tome I, section 8.9.2, Ministère des Transports du Québec, 2006a). En milieu rural, le musoir de l'îlot ne doit pas devenir un obstacle. Il est aménagé par engazonnement ou de manière franchissable.

4.4.4 Îlots bombés franchissables

Les îlots bombés franchissables permettent de réduire les largeurs pavées en section de route et de canaliser la circulation aux intersections. Leur conception aux coins des intersections repose principalement sur le choix du rayon de virage en fonction du type de véhicule (tableau viii). Le concepteur doit se référer à la section 8.7 du Tome I (Ministère des Transports du Québec, 2006a).

Tableau VIII

Rayons minimaux selon l'angle, la catégorie de route et le type de véhicule

Catégorie de route, type de véhicule	Angle de croisement	Rayons(m)			
		Sans bordure Chaussée 9 m mln.		Avec bordure Chaussée 11 m mln.	
		Algus	Obtus	Algus	Obtus
Route collectrice et locale de faible débit pour véhicules CAR + SU	75°	9	15	8	14
	80°	11	14	9	12
	85°	12	12	11	11
	90°	12	12	11	11
		Chaussée 10 m mln.		Chaussée 12 m mln.	
Route nationale, régionale et artère de fort débit pour véhicule WB-15	75°	11	17	11	17
	80°	12	15	11	15
	85°	14	14	12	14
	90°	14	14	12	12

(Sources : Ministère des Transports du Québec, 2006a)

Lorsqu'une intersection est empruntée par des véhicules lourds, la conception doit permettre le virage de ces derniers. Par contre, en permettant le virage des véhicules lourds avec de plus grands rayons de coin, la conception permet également le virage des véhicules particuliers à des vitesses plus élevées. Les îlots bombés franchissables permettent d'adapter la configuration en choisissant un rayon intérieur (vers le centre de l'intersection) plus petit pour les véhicules particuliers et un rayon extérieur (vers l'extérieur de l'intersection) plus grand pour accommoder le virage des véhicules lourds. La bande franchissable placée autour de l'îlot circulaire des carrefours giratoires constitue un exemple de l'utilité du dispositif.

4.4.5 Îlot circulaire

La conception d'un îlot circulaire relève principalement des cinq paramètres présentés à la figure 51, soit :

- A. La largeur de la chaussée;
- B. Les rayons de coin;

- C. Le décalage;
- D. Le diamètre de l'îlot;
- E. La largeur d'ouverture minimale.

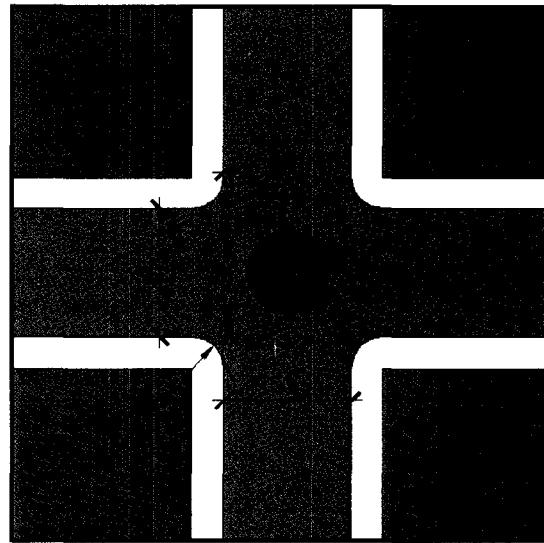


Figure 51 Dimensions d'un îlot circulaire

Le Guide canadien d'aménagement de rues conviviales (Association des Transports du Canada, 1998) suggère les dimensions des différents paramètres en fonction de la largeur « A » de la chaussée. Les recommandations de l'ATC sont présentées à l'annexe 19 tandis que celles du Massachusetts Highway Department sont présentées l'annexe 20.

En plus de respecter certaines dimensions, un îlot circulaire doit bénéficier d'une bonne visibilité et doit être annoncé par une signalisation adéquate. Des panneaux « Cédez le passage » doivent être placés sur chacune des approches puisque l'emploi de panneaux « arrêt » va à l'encontre de la fluidité recherchée par l'implantation de cet aménagement. Finalement, un îlot complètement franchissable permet d'accorder les intersections où la présence de véhicules lourds est plus importante.

4.4.6 Giratoire

Les dimensions d'un carrefour giratoire varient grandement en fonction du milieu et de la classification fonctionnelle des routes pour lesquelles il est implanté. « La conception d'un carrefour giratoire est un processus itératif qui nécessite un compromis optimal entre la capacité et la sécurité » (Ministère des Transports du Québec, 2002).

Un critère clé de la conception demeure le choix du véhicule de conception. Le ministère des Transports du Québec met à la disposition des concepteurs le guide « Le carrefour giratoire : un mode de gestion différent » (2002). Ainsi, la présente section sur les caractéristiques géométriques d'un carrefour giratoire ne représente qu'un bref aperçu d'un ensemble de considérations beaucoup plus étoffées.

Au départ, un carrefour giratoire doit disposer d'une bonne visibilité. Il doit être éclairé et muni d'une signalisation appropriée. La signalisation d'un carrefour giratoire est normalisée comme le démontre le dessin normalisé présenté à l'annexe 21. Bien que cette signalisation soit espacée aux 100 m, elle transmet au conducteur une charge importante d'informations. Au Québec, un usager normalement peu familier avec les carrefours giratoires doit alors gérer simultanément le contrôle de sa trajectoire, la compréhension des panneaux de destinations, la présence de cyclistes, la présence de piétons, la priorité aux véhicules dans l'anneau et le ralentissement de son véhicule. Plusieurs tâches intellectuelles et motrices sont demandées aux conducteurs et cette surcharge peut contribuer à l'inconfort que plaignent certains usagers contre les carrefours giratoires au Québec.

Contrairement aux îlots circulaires, les approches du giratoire sont obligatoirement munies d'îlots séparateurs canalisant la circulation. La transition de la chaussée de l'approche vers la chaussée annulaire se fait avec un dévers inversé dans l'anneau. Ceci

favorise le drainage et le ralentissement de la circulation (Ministère des Transports du Québec, 2002).

Aux États-Unis, le Federal Highway Administration distingue six types de giratoires. Chacun est relié à une vitesse souhaitée. Le tableau IX indique également le diamètre externe nécessaire pour la réalisation de l'ouvrage.

Tableau IX

Principales caractéristiques de différents types de giratoires

Design Element	Mini-Roundabout	Urban Compact	Urban Single-Lane	Urban Double-Lane	Rural Single-Lane	Rural Double-Lane
Recommended maximum entry design speed	25 km/h (15 mph)	25 km/h (15 mph)	35 km/h (20 mph)	40 km/h (25 mph)	40 km/h (25 mph)	50 km/h (30 mph)
Maximum number of entering lanes per approach	1	1	1	2	1	2
Typical inscribed circle diameter ¹	13 m to 25 m (45 ft to 80 ft)	25 to 30 m (80 to 100 ft)	30 to 40 m (100 to 130 ft)	45 to 55 m (150 to 180 ft)	35 to 40 m (115 to 130 ft)	55 to 60 m (180 to 200 ft)
Splitter island treatment	Raised if possible, crosswalk cut if raised	Raised, with crosswalk cut	Raised, with crosswalk cut	Raised, with crosswalk cut	Raised and extended, with crosswalk cut	Raised and extended, with crosswalk cut
Typical daily service volumes on 4-leg roundabout (veh/day)	10,000	15,000	20,000	Refer to Chapter 4 procedures	20,000	Refer to Chapter 4 procedures

1. Assumes 90-degree entries and no more than four legs.

(Source : Federal Highway Administration, 2000)

Structuralement, les giratoires sont soumis à des charges particulières puisque la chaussée est annulaire. « Le fait que la chaussée soit annulaire provoque des désordres particuliers, liés à la giration des roues des véhicules » (Pellecuer, 2003). Dans la conception structurale de la chaussée, une attention particulière doit être portée à l'ornierage et à l'arrachement. « Par ailleurs, les voies d'entrée et de sortie du giratoire sont soumises à de nombreux freinages et à de nombreuses accélérations de tous les véhicules, mais surtout des poids lourds et des autobus de transports en commun »

(Pellecuer, 2003). Ces variations de vitesse augmentent la sollicitation de la chaussée et des désordres prématurés sont possibles si les surcharges ne sont pas considérées dans la conception initiale. De plus, le marquage pourrait avoir tendance à s'effacer plus rapidement.

4.4.7 Stationnement sur rue

Au Québec, le chapitre 14 du Tome I s'applique au stationnement (Ministère des Transports du Québec, 2006a). À ce sujet, les dessins normalisés I-14-001 et I-14-002 sont présentés à l'annexe 22.

Pour augmenter l'efficacité des stationnements sur la réduction de vitesse, le CETUR (1992) recommande d'alterner les stationnements d'un côté à l'autre de la rue lorsque l'emprise est relativement faible ou lorsque la demande ne justifie pas l'aménagement des deux côtés. Cette alternance doit être rythmée à tous les 50 m à 70 m.

Les espaces de stationnement ne doivent pas être associés à une voie de roulement. À cet effet, les espaces réservés au stationnement doivent être définis par un marquage clair ou un revêtement différent en périmètre ou dans l'aire complète (CETUR, 1990). La largeur des stationnements varie entre 1,8 m et 2,3 m. Elle est fonction de l'emprise disponible, de la vitesse pratiquée, de la présence des piétons et du type d'activités du milieu (stationnement de courte ou longue durée) (CETUR, 1990).

Plusieurs autres normes et critères géométriques sont disponibles sur les stationnements. Notamment, une partie des recommandations du Massachusetts Highway Department (2005) sont présentées à l'annexe 23.

4.5 Entraves

Cette section présente les caractéristiques géométriques pour le terre-plein central et refuge pour piéton, le terre-plein continu en carrefour, l'avancée à mi-chaussée, les îlots de canalisation, les impasses et le terre-plein diagonal. Les entraves peuvent être contraignantes pour le transport motorisé. Par contre, elles ont l'avantage de s'adapter aux transports actifs. Ainsi, les piétons, les patineurs et les cyclistes deviennent les seuls usagers à pouvoir les traverser et à profiter de ces raccourcis. Les entraves constituent l'occasion d'aménager de nouvelles aires publiques et d'améliorer l'esthétisme du milieu.

4.5.1 Terre-plein central et refuge pour piétons

Plusieurs éléments sont à considérer dans la conception d'un terre-plein central. Notamment, l'extrémité du terre-plein doit être visible d'assez loin pour permettre à un conducteur d'immobiliser son véhicule. Si la distance de visibilité à l'approche du terre-plein est inférieure à la distance de visibilité d'arrêt, un signal avancé de chaussées séparées doit être installé conformément à la section 3.13 du Tome V. Aussi, la section 2.11 du même Tome indique les modalités d'installation du panneau « Contournement d'obstacle » (Ministère des Transports du Québec, 2006a).

Lorsque des voies de virage à gauche sont intégrées aux terre-pleins centraux, elles doivent être conformes au dessin normalisé I-8-032 (Ministère des Transports du Québec, 2006a). Aux endroits où le terre-plein est surbaissé afin de servir de refuge pour piétons, une largeur minimale de 1,5 m est recommandée tandis qu'une largeur de 1,8 m est souhaitée.

Dans les milieux où la vitesse est plus élevée, une attention particulière doit être portée afin que le musoir du terre-plein ne constitue pas un obstacle rigide. De plus, les éléments de signalisation placés sur le terre-plein doivent être fragilisés.

Finalement, l'implantation d'un terre-plein central limite l'accessibilité aux terrains situés à l'opposé de la voie où circule l'usager. Ainsi, lorsque la conception prévoit la continuité du terre-plein au droit d'accès résidentiels, commerciaux ou autres, des discussions avec les riverains sont fortement recommandées.

4.5.2 Terre-plein continu en carrefour

Tout comme les îlots séparateurs et les terre-pleins, les terre-pleins continus en carrefour doivent disposer d'une bonne visibilité et ne pas se présenter comme un obstacle dangereux. Ils doivent être munis de balises et de panneaux « Contournement d'obstacle ».

Lorsque le terre-plein ne continue pas entre les intersections, le terre-plein en carrefour doit se prolonger à un minimum de 5,0 m du bord de la chaussée transversale (Association des Transports du Canada, 1998). Cette distance a pour but de dissuader les conducteurs de contourner le dispositif afin de continuer d'évoluer sur la rue bloquée. Des ouvertures pour piétons et cyclistes peuvent être créées dans le terre-plein. La largeur minimale de 1,5 m est recommandée pour les cyclistes tandis qu'une largeur de 2,0 m est souhaitable pour les piétons. Le dessin du Guide canadien d'aménagement de rues conviviales (ATC, , 1998) présente les détails de la conception à l'annexe 24.

4.5.3 Avancée à mi-chaussée

L'avancée à mi-chaussée bloque l'accès pour seulement une des deux directions. L'avancée à mi-chaussée se réalise normalement avec un îlot construit. Afin de dissuader le conducteur de contourner l'îlot, ce dernier doit être d'une longueur minimale de 5,0 m et muni d'une signalisation d'accès interdit ainsi que des panneaux de sens unique pour les usagers venant de la rue transversale à la rue traitée (Association des Transports du Canada, 1998).

Deux configurations sont possibles pour une avancée à mi-chaussée. L'avancée peut permettre l'entrée seulement ou la sortie seulement. Sur une rue où est implantée une avancée à mi-chaussée de type « sortie seulement », l'intersection doit obligatoirement être munie d'un dispositif de contrôle qui oblige le conducteur à s'arrêter face à l'avancée.

Lorsque la demi-obstruction de la rue se fait à moindre coût par l'implantation de balises ou de mobilier comme des pots de fleurs, le concepteur doit s'assurer de la visibilité et de la lisibilité de l'aménagement.

Finalement, l'avancée à mi-chaussée peut être jumelée avec des sens uniques limités (SUL) couramment utilisée en Belgique. La réglementation permet aux cyclistes d'emprunter les SUL à sens inverse afin d'éviter les détours et les parcours à forts débits automobiles (Marret, 2006). De plus, l'espace réservé aux cyclistes dans l'avancée permet de conserver les caractéristiques initiales de drainage. Les autres caractéristiques géométriques de l'aménagement d'avancées à mi-chaussée sont présentées à l'annexe 25.

4.5.4 Îlots de canalisation et îlots de tourne-à-droite

Les îlots de canalisation obligent les véhicules à suivre le mouvement pour lequel ils sont conçus. Ces derniers doivent être perceptibles, de jour comme de soir, à une distance suffisante pour que les conducteurs l'utilisent à bon escient. L'îlot doit être suffisamment gros pour marquer un message clair qui définit bien le trajet à emprunter. « L'efficacité de la canalisation à dissuader les conducteurs de virer illégalement est maximisée par l'utilisation d'îlots d'une dimension minimale de 6,0 m² à 10 m² » (Association des Transports du Canada, 1998). Le rayon de virage et la largeur de la chaussée sont choisis en fonction du type de véhicule empruntant normalement la rue

tout en permettant le passage occasionnel de véhicules de plus grande dimension (Association des Transports du Canada, 1998). Une signalisation prescrivant les mouvements obligés ou interdits est intégrée aux dispositifs. L'utilisation des balises et de panneaux de contournement d'obstacle peut être requise dans les cas où la chaussée devient séparée. D'autres recommandations du Guide d'aménagement de rues conviviales (ATC, 1998) pour la conception d'îlots de canalisation et d'îlots tourne-à-droite sont présentées à l'annexe 26.

4.5.5 Impasses

Plusieurs types d'impasses peuvent être implantés (figure 52). Les impasses simples, circulaires sans îlot et en « T » s'adaptent relativement bien aux intersections existantes. Pour leur part, les impasses circulaires, décentrées et avec embranchement s'intègrent mieux lors de la construction de nouveaux quartiers puisqu'elles demandent davantage d'emprise et nécessitent une intégration soignée du milieu construit.

La conception des impasses dépend en grande partie de l'emprise disponible. Le concepteur doit considérer deux objectifs importants de l'aménagement. Premièrement, la conception doit dissuader le conducteur de franchir le dispositif, surtout en milieu rural où l'absence de bordure rend la surface gazonnée facilement franchissable. À cet effet, des bornes, des arbres et des arbustes peuvent être disposés afin de rendre impossible la manœuvre. Deuxièmement, l'aménagement ne doit pas interrompre l'évolution des piétons et des cyclistes. Ainsi, le trottoir continu dans l'aménagement et des portions surbaissées permettent aux cyclistes et aux personnes à mobilité réduite de franchir l'impasse de façon confortable. Les dessins normalisés I-8-024 et I-8-025 (Ministère des Transports du Québec, 2006a) et les recommandations de l'ATC (1998) présentent les principales dimensions pour la conception des impasses à l'annexe 27.

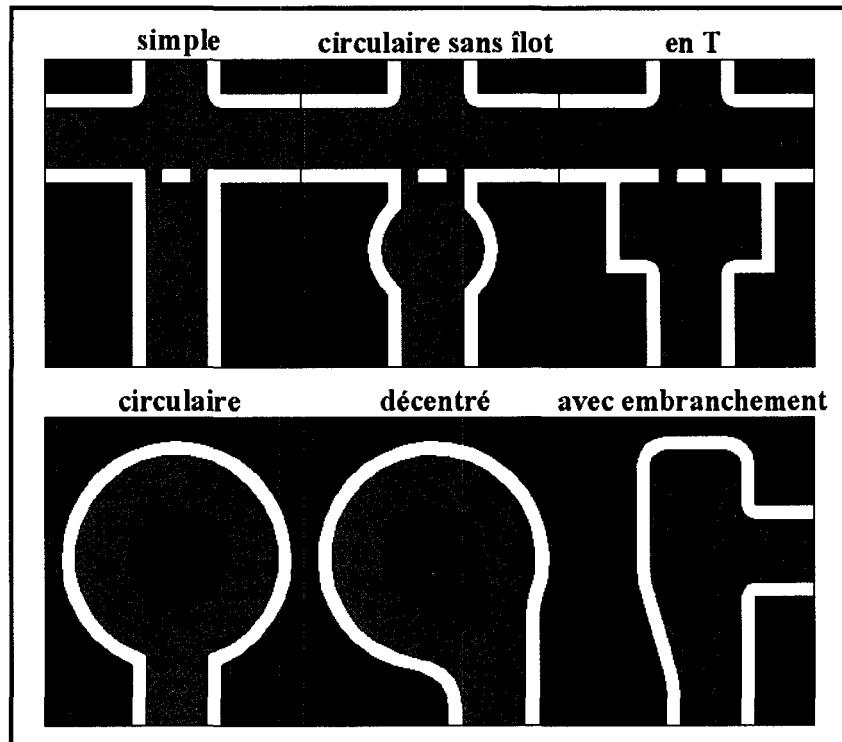


Figure 52 Schématisation de différents types d'impasses

4.5.6 Terre-plein diagonal

Le terre-plein diagonal permet de fermer une intersection en créant une nouvelle section de route en courbe de part et d'autre du nouveau terre-plein. Peu de critères de conception sont associés au terre-plein diagonal puisque l'aire de ce dernier dépend de celle de l'intersection. Cependant, la partie la plus étroite du terre-plein doit avoir un minimum de 1,5 m de largeur et la largeur de la chaussée doit avoir un maximum de 7,5 m dans la courbe. Les passages pour vélos doivent avoir un minimum de 1,5 m sans dépasser 2,0 m. Comme pour les impasses, un aménagement paysager ou des bornes doivent empêcher la traversée du dispositif par les véhicules motorisés. Les recommandations de l'ATC (1998) et celles du Massachusetts Highway Department (2005) sont présentées à l'annexe 28.

CHAPITRE 5

RENTABILITÉ DES AMÉNAGEMENTS EN MODÉRATION DE LA CIRCULATION

Le coût d'un aménagement ne se limite pas au coût de construction. Un budget réaliste doit inclure le coût du processus, le coût de mise en œuvre et le coût d'entretien. Tous ces coûts doivent être inclus dans les budgets de la politique locale sur l'aménagement des techniques de modération de la circulation (TMC) (Association des Transports du Canada, 1998). De plus, puisque des bénéfices sont attendus pour chaque aménagement, il est approprié de parler d'investissements plutôt que de coûts. La durée de vie utile des dispositifs varie d'un milieu à l'autre et les bénéfices escomptés fluctuent également. De ce fait, le présent document traite de la rentabilité économique de l'implantation générale des TMC plutôt que de celle de l'implantation d'un dispositif unique.

Dans le coût des aménagements, un budget doit habituellement être prévu pour l'aménagement paysager et autres travaux de terrassement. Les aménagements paysagers ont comme premier avantage d'améliorer l'esthétisme des dispositifs comme les chicanes, les carrefours giratoires, les avancées de trottoir et les îlots plantés ralentisseurs. Deuxièmement, les aménagements paysagers peuvent rendre les dispositifs plus efficaces en marquant davantage la présence des dispositifs par des éléments verticaux comme des arbres, des bornes, des lampadaires ou autres (Ewing et Kooshian, 1997). De plus, ils aident à ce que les dispositifs soient acceptés par la population en créant un environnement plus attrayant visuellement.

En Australie, les améliorations au réseau routier réduisent généralement les accidents mortels de deux par année en fonction d'un investissement de 100 millions de dollars. Ceci représente un ratio bénéfices/coûts de 3,3 en moyenne. De plus, le programme australien « Black spot » a réduit par endroit le nombre de décès jusqu'à 20 décès par

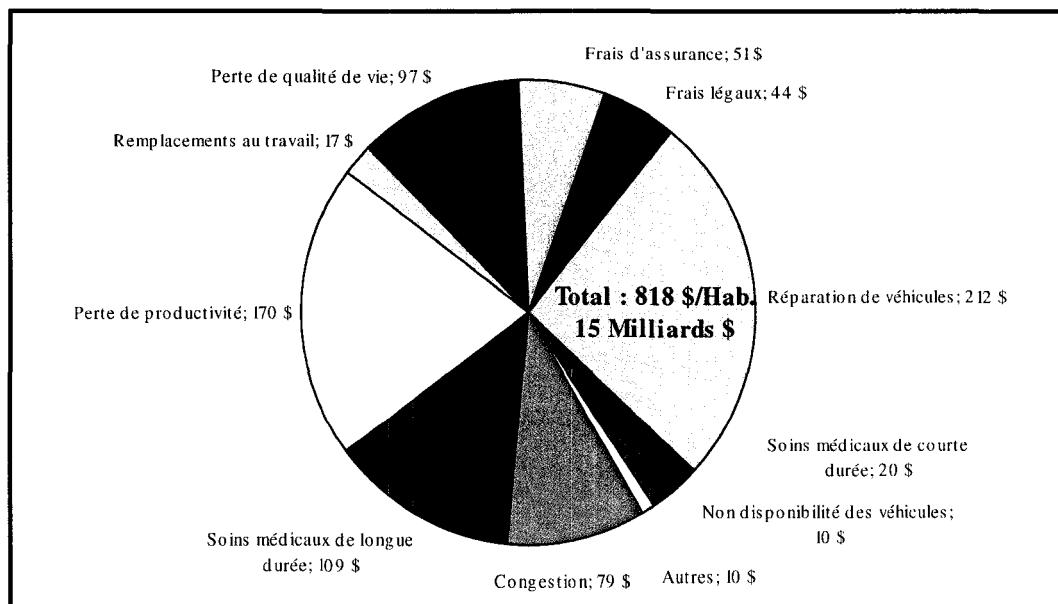
année, et ce, toujours en proportion d'un investissement de 100 millions de dollars. En moyenne, les interventions menées dans ce programme ont produit un ratio bénéfices/coûts d'environ 4 (Australian Transport Council, 2000; National Road Safety Strategy Implementation Taskforce, 1996).

L'insécurité routière coûte cher aux peuples des différents pays. En plus des drames que produisent les accidents avec blessés ou avec décès, les coûts reliés aux accidents s'élèvent à d'importantes sommes. En assemblée générale, les Nations Unies (2003) soulèvent que l'insécurité routière est un problème majeur de santé publique. L'assemblée estime qu'en 2000, les routes ont causé 1 260 000 décès, soit l'équivalent de l'écrasement quotidien de six Boeing 747 bondés⁹ pendant un an. De plus, le coût des accidents dans le monde s'élève à plus de 518 milliards de dollars dont 100 milliards à la charge des pays en voie de développement. Les graphiques 2 et 3 présentent les différents coûts des accidents estimés pour l'Australie et le Québec.

En Suisse, une étude rapporte des investissements entre 30 000 \$ et 100 000 \$ pour des secteurs allant jusqu'à 0,3 km². La Suisse estime que la rentabilité des aménagements se concrétise à l'intérieur d'une période de trois ans en chiffrant le coût des accidents à 37 000 \$ et le coût d'une victime à 80 000 \$ (Lindenmann, 2005).

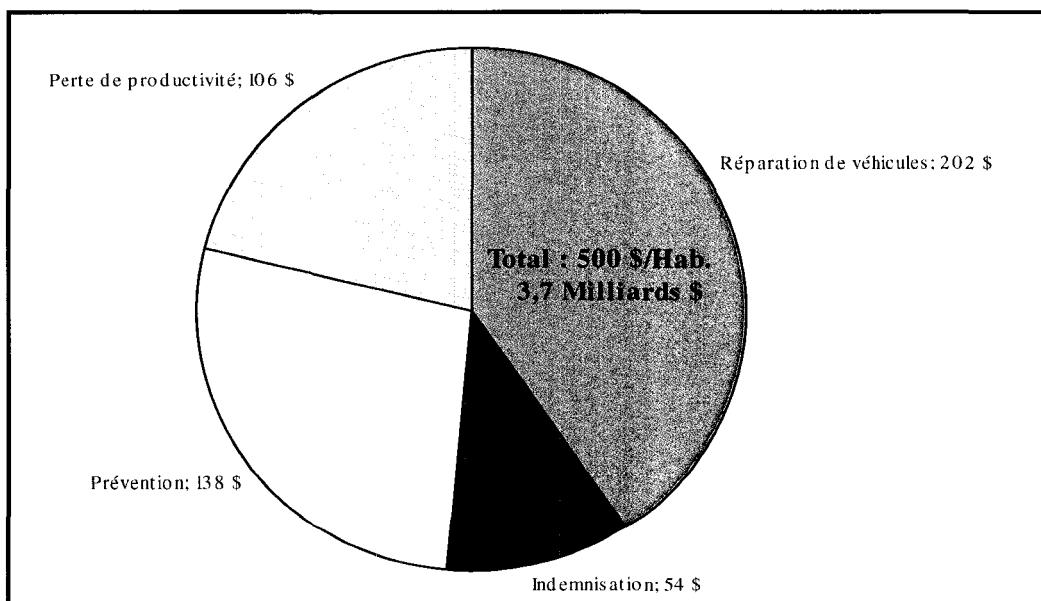
Aux États-Unis, bien que certaines villes comme Sacramento en Californie bénéficient d'un budget annuel de 600 000 \$US pour l'implantation de TMC, un programme nécessite un budget normal entre 100 000 \$US et 250 000 \$US. Pour plusieurs autorités, ces budgets proviennent de fonds privés en totalité ou en partie (Broward County en Floride, Charlottesville et Minneapolis au Minnesota, Riverside en Californie, Seattle et Portland) (Ewing et coll., 2005).

⁹ Considérant 575 passagers sur une capacité maximale de 585 en configuration 747-300 de Corsair. (Encyclopédie Wikipedia, 2006b)



Graphique 2 Coût des accidents routiers en Australie en 1996

(Population de 18 310 714 selon : Australian Bureau of Statistics, 1998)
(Source : Adaptation de Australian Transport Council, 2000)



Graphique 3 Coût de l'insécurité routière au Québec 2000

(population : 7 371 766)
(Source : Adaptation de Bordeleau, 2002)

Des analyses des avantages et des coûts peuvent être menées pour connaître l'efficacité des projets. Chaque projet doit être évalué en fonction du nombre d'usagers affectés. Bien que les administrations disposent de plusieurs données sur le trafic motorisé, elles possèdent normalement peu d'information relative aux autres déplacements. De plus, lorsque l'information sur les déplacements des piétons et des cyclistes est disponible, elle sous-estime leur nombre en omettant les trajets très courts comme les déplacements « véhicule-marche-véhicule » (Litman, 1999). Un effort plus soutenu doit être envisagé face au recueil des données sur le transport non motorisé afin de calculer les bénéfices, non seulement en rapport au transport motorisé, mais également en rapport avec tous les autres usagers de la voie publique. Dans certains cas, un seul paramètre comme la réduction des accidents peut justifier l'investissement. Par contre, une analyse complète des avantages et des coûts d'un projet inclut plusieurs paramètres d'évaluation. Notamment, l'analyse évalue la sécurité, la qualité de l'air, le bruit, l'environnement, les changements économiques apportés au secteur et la convivialité du projet pour tous les types d'usagers.

Les TMC, par les bénéfices qu'elles apportent, permettent des économies substantielles. Comme mentionné précédemment, les TMC favorisent le transport actif. Au Canada, 82 % des Canadiens aimeraient marcher davantage (Environics, 1998; Institut canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie, 1997) et 66 % souhaiteraient voyager plus à vélo (Environics, 1998; Institut canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie, 1995). Litman (2004) a évalué les économies réalisées en passant du transport motorisé (voiture personnelle) au transport actif (marche ou vélo). Le tableau X présente les économies potentielles.

Tableau X**Économie réalisée en passant du transport motorisé au transport actif**

	Milieu urbain		Milieu rural
	Heure de pointe	Hors pointe	
Marcher 1 km	1,74 \$	0,88 \$	0,48 \$
Pédaler 3,2 km	5,78 \$	2,95 \$	1,58 \$

(Économies en \$ de 2006)

(Source : Adaptation de Litman, 2004)

Les économies réalisées en passant du transport motorisé au transport actif ne représentent qu'une partie des économies potentielles pour un état, une province ou un pays. Sachant que les TMC s'appliquent davantage en milieu urbain et rural où les vitesses sont relativement faibles, les gains en sécurité peuvent être calculés pour des routes où la vitesse affichée est de 50 km/h et moins. En fonction des deux méthodes de calcul reconnues au Québec (méthode du capital humain et méthode de la disposition à payer), le tableau XI présente le coûts des accidents sur les routes affichées à 50 km/h et moins pour les années 1996 à 2005.

Tableau XI**Coût des accidents sur les routes affichées à 50 km/h et moins entre 1996 et 2005 au Québec**

Accidents au Québec Vitesse affichée ≤ 50 km/h		Méthode de calcul utilisée			
		Capital humain		Disposition à payer	
Type	Nombre	\$ par accident	\$ par type	\$ par accident	\$ par type
Mortel	1 403	557 280 \$	781 863 840 \$	4 030 180 \$	5 654 342 540 \$
Blessé grave	18 332	132 560 \$	2 430 089 920 \$	666 430 \$	12 216 994 760 \$
Blessé léger	173 785	11 950 \$	2 076 730 750 \$	67 040 \$	11 650 546 400 \$
DMS *	1 072 432	8 530 \$	9 147 844 960 \$	8 340 \$	8 944 082 880 \$
Total	1 265 952	Total	14 436 529 470 \$	Total	38 465 966 580 \$

* Estimation basée sur le nombre d'accidents avec blessés corporels. Le nombre d'accidents avec DMS est probablement sous-estimé (Nombre d'accidents et estimation de Barber, 2007).

(Coûts des accidents adaptées de Lévesque, 2005; Thibeault et Cormier, 2002)

(Appréciation du dollar canadien calculée à partir de : Banque du Canada avec les données sources de Statistique Canada de 1914 à 2006, 2006)

De façon générale, les TMC s'appliquent aux secteurs où se sont produits ces accidents puisque la vitesse affichée est de 50 km/h et moins. Or, les études citées dans ce document rapportent des réductions importantes des accidents dépassant même les 50 %. Les réductions appliquées à des secteurs se sont également révélées plus efficaces. Par exemple, 43 projets du programme interministériel français « Ville plus sûre, quartiers sans accidents » ont mené à un gain général en sécurité de 52 % (CERTU, 1994).

Bien que l'application des TMC sur l'ensemble des routes à 50 km/h et moins demeure utopique, des résultats intéressants pourraient être atteints avec le soutien d'un futur programme provincial encourageant la mise en œuvre de TMC. Les sites favorables à l'implantation de TMC, donc en grande partie ceux présentant des problèmes de sécurité, auraient plus de chances d'être traités. Au cours des années, les sites traités se multiplieraient si bien qu'une diminution générale des accidents sur les routes où la vitesse est inférieure ou égale à 50 km/h pourrait être appréciable. En supposant une réduction moyenne de 15 % du nombre d'accidents sur ces routes, les économies du gain en sécurité produites par l'application des TMC sont facilement quantifiables (tableau XII).

Tableau XII

Économie potentielle produite par une réduction de 15 % des accidents sur les routes affichées à 50 km/h et moins pour une période de 10 ans

Accidents au Québec Vitesse affichée ≤ 50 km/h	Accidents évités	Économie potentielle	
		CH 2006	DAP 2006
Mortel	1 403	210	117 028 800 \$
Blessé grave	18 332	2 750	364 540 000 \$
Blessé léger	173 785	26 068	311 512 600 \$
DMS	1 072 432	160 865	1 372 178 450 \$
Total	1 265 952	189 893	2 165 259 850 \$
			5 768 233 120 \$

(Nombre d'accidents de Barber, 2007)
(Coûts des accidents adaptées de Lévesque, 2005; Thibeault et Cormier, 2002)

Sur une période de 10 ans, l'application générale des TMC représente des économies approximatives de 2,2 milliards de dollars pour la société québécoise. Pour sa part, la société évalue qu'elle serait prête à débourser près de 5,8 milliards de dollars pour éviter 189 893 accidents. Ainsi, la société semble reconnaître que les bénéfices de l'application des TMC méritent une attention surpassant la simple dimension économique. En effet, même si le gain en sécurité nécessite des investissements importants, la protection de la vie humaine et le bien-être de tous demeurent des valeurs fondamentales autant pour la société que pour l'ingénieur. De plus, les investissements peuvent être optimisés. En intégrant systématiquement une évaluation du besoin en aménagements modérateurs de la circulation lors de la préparation des projets de réfection d'une route, le développement intégré du concept permettrait d'économiser sur la mise en œuvre, d'optimiser l'efficacité des dispositifs et d'améliorer l'environnement routier. En ce sens, une volonté politique et des campagnes d'informations doivent appuyer l'émergence et l'importance des TMC en fonction des gains en sécurité qu'elles procurent.

CHAPITRE 6

APPLICATION DES DISPOSITIFS ET AMÉNAGEMENT

Les techniques de modération de la circulation (TMC) utilisent différents dispositifs afin de réduire les débits sur les routes secondaires, de réduire la vitesse, d'améliorer les conditions pour les piétons et les cyclistes et d'augmenter la sécurité pour tous les types d'usagers. Comme mentionné préalablement, les différents dispositifs ne s'appliquent pas à toutes les situations et leur configuration doit être adaptée en conséquence.

Afin de mieux démontrer la nécessité d'adapter les dispositifs à leur milieu, ce chapitre présente trois études de sécurité réalisées par Crevier, Desbiens et Côté entre 2003 et 2006 sur le territoire du Centre-du-Québec (figure 53 et 54).



Figure 53 Emplacement géographique de la région administrative du Centre-du-Québec

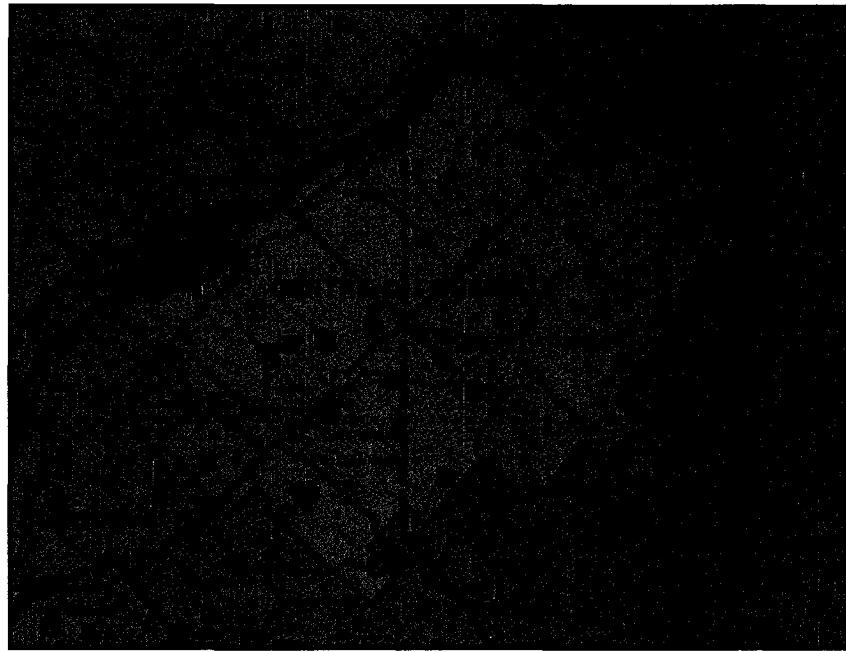


Figure 54 Emplacement des études de sécurité

(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec, 2007)

La première étude traite d'une intersection peu lisible située dans la Ville de Drummondville (site 1, figure 54). Pour sa part, la seconde étude présente une intersection montrant des problèmes de sécurité dans la Ville de Warwick (site 2, figure 54). Finalement, la troisième étude couvre le site d'une traversée d'agglomération où les vitesses pratiquées ne conviennent pas au milieu (site 3, figure 54). Dans tous les cas, les techniques de modération de la circulation ont été recommandées afin d'améliorer la situation.

6.1 Intersection de la route 139 et du chemin Tourville, Drummondville, Secteur St-Nicéphore

Dans le secteur St-Nicéphore de la ville de Drummondville¹⁰, la route 139 traverse sur un pont à étagement l'autoroute 55, un lien privilégié entre Drummondville et Sherbrooke. À ce point, un conducteur peut emprunter la route 139 en direction sud. Il croisera alors l'intersection de la route 139-03-291 et du chemin Tourville à 1,6 km de l'autoroute (figure 55). Cette intersection est la première rencontrée par l'usager sur la route 139.

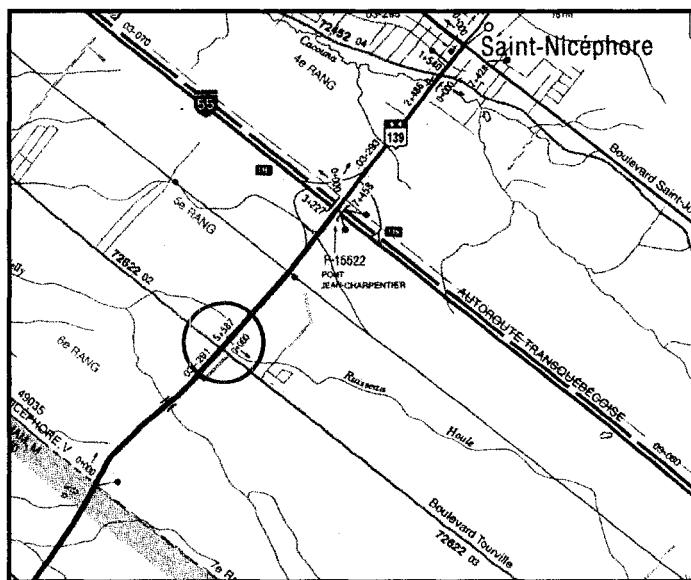


Figure 55 Localisation de l'intersection entre la route 139 et le chemin Tourville

(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006b)

10

Plan de localisation et image aérienne du site présentés à l'annexe 29.

6.1.1 Description du site

L'intersection se trouve en milieu rural et enregistre un DJMA entrant de 7500 véh/j. dont 9,4 % de véhicules lourds selon les relevés de circulation de 2003. La route 139 est une route de classification nationale tandis que le chemin Tourville fait partie du réseau municipal de Drummondville et donne accès à des quartiers résidentiels, à quelques commerces et à un terrain de golf. L'intersection est gérée par des arrêts sur la route secondaire seulement.¹¹

6.1.2 Sécurité

Une première évaluation du site a été faite en 1998. Entre les années 1992 et 1997, le site a présenté un taux anormalement élevé d'accidents (Leclerc, 1998). L'étude de Leclerc (1998) identifie comme causes possibles d'accidents : le non-respect de la priorité, la proximité de l'autoroute 55, la faible lisibilité du carrefour, la présence d'une clientèle extérieure accédant au terrain de golf, l'absence de repères pour les usagers qui s'engagent sur la route 139 et le faible éclairage de l'intersection.

En 1998, certains travaux sont réalisés pour améliorer la sécurité du site. Des pointes de marquage de 100 mètres de longueur avec hachures diagonales sur 1,2 mètre de large sont implantées au carrefour, des panneaux d'indication « Boulevard Tourville » sont plantés de part et d'autre du carrefour et deux luminaires sont ajoutés pour améliorer l'éclairage et sa symétrie.

En 2003, une seconde évaluation de la sécurité du site calcule un taux d'accidents légèrement inférieur au taux critique (1,83 contre 1,88) pour un site semblable. La baisse non significative du nombre d'accidents suggère malgré tout que les travaux au site ont produit un impact positif. Par contre, la baisse peut également être due à une

¹¹ Photographies disponibles à l'annexe 29.

régression vers la moyenne ou aux changements législatifs de 1995 relatifs au signalement des accidents avec dommages matériels seulement.¹² Finalement, aucun accident avec piéton ou vélo ne s'est produit à l'intersection.

6.1.3 Problématiques

L'étude de Leclerc (1998) soulève plusieurs problématiques qui persistent en 2003. Seul l'éclairage, amélioré en 1998, n'est plus mis en cause. Le non-respect de la priorité demeure un facteur important dans les accidents. Bien que la géométrie de la route n'indique pas de message ambigu quant à la priorité de passage et que les panneaux d'arrêts soient bien visibles sur la route secondaire, l'absence de lignes d'arrêt et la présence de grands rayons de coin incitent les usagers tournant à droite à céder le passage plutôt que d'effectuer un véritable arrêt.

La proximité de l'autoroute 55 avec l'intersection est problématique. La bretelle de sortie de l'autoroute permet d'accéder à la route 139 sud en conservant une vitesse aussi haute que 80 km/h dans la bretelle. Une fois sur la route 139, moins d'une minute s'écoule avant de croiser le chemin Tourville qui constitue la première intersection rencontrée. Le freinage jusqu'à l'arrêt d'un véhicule circulant devant un autre ou le croisement d'un véhicule sortant du chemin transversal ne correspond pas aux attentes de l'automobiliste en provenance de l'autoroute. D'ailleurs, 64 % des accidents impliquent un véhicule venant de cette approche.

La faible lisibilité du carrefour demeure malgré la présence de signaux avancés d'intersection en croix, de deux panneaux d'indication « Chemin Tourville » et de panneaux « Club de golf Hériot » (figure 56). À une vitesse de 90 km/h, les pointes de marquage au centre de la route influencent peu la lisibilité du carrefour qui se dissimule

¹² Depuis 1995, les accidents avec dommages matériels seulement ne sont pas nécessairement signalés aux autorités.

à la rencontre d'un milieu habité et boisé puis d'un milieu constitué d'un champ vaste. Le problème de lisibilité du carrefour est augmenté par la présence de la clientèle extérieure du terrain de golf qui n'est pas familière avec la configuration des lieux.



Figure 56 Vue du carrefour peu lisible à une distance de 300 m sur la route 139

(Photographie : Denis Dufresne)

Aussi, lorsqu'un véhicule est arrêté sur le chemin Tourville, l'estimation de la vitesse avec laquelle un véhicule approche sur la route 139 demeure difficile. L'absence de points de repère pour les usagers qui s'engagent sur la route 139 augmente le temps de décision de manœuvre et diminue les créneaux disponibles pour traverser.

6.1.4 Recommandations

En 2003, l'étude de Crevier et Côté recommande à court terme des modifications à la signalisation et au marquage. De plus, puisque le problème de lisibilité de l'intersection et le manque de points de repère sur la route 139 persistent, le site demande toujours à être amélioré.

Afin d'améliorer la lisibilité de l'intersection, l'implantation d'une signalisation particulière et d'éléments paysagers est proposée (Lecours, 2004). Le concept s'apparente à celui des effets de porte à l'entrée des municipalités pour marquer la transition entre le secteur de transit et le milieu de vie. Par contre, l'aménagement sert à marquer la présence de l'intersection, à mieux définir les triangles de visibilité et à octroyer des points de repère aux usagers qui désirent s'insérer sur la route 139.¹³ La figure 57 présente une approche secondaire de l'intersection avant les modifications proposées.

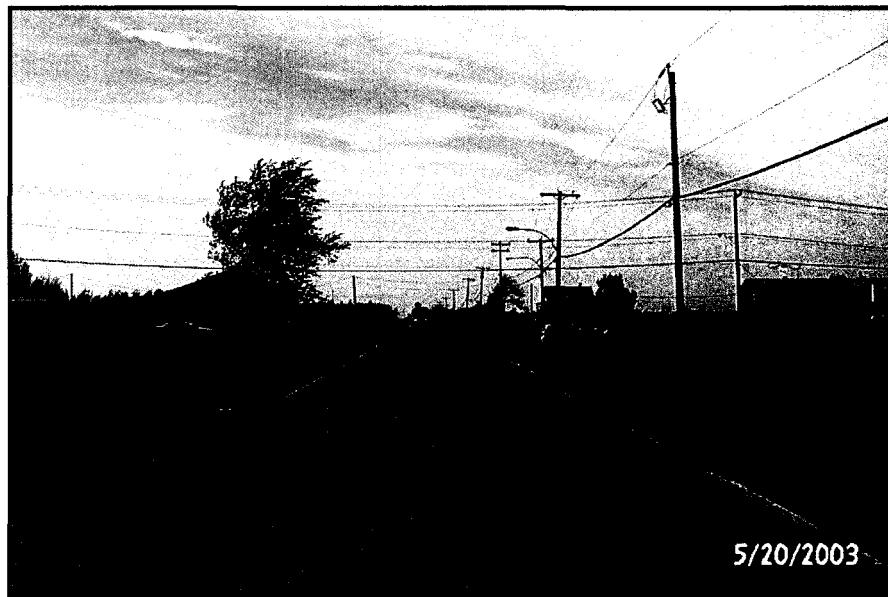


Figure 57 Chemin Tourville à 100 m de l'intersection
(Photographie : Denis Dufresne)

Le concept proposé vise à « introduire des éléments symboliques associés au nom « Tourville » qui aideront à personnaliser l'intersection » (Lecours, 2004). Des éléments verticaux inspirés de la forme de la croix sont placés dans les quadrants de l'intersection

¹³ Schémas disponibles à l'annexe 29.

de façon à marquer les triangles de visibilité. Leur emplacement est également renforcé de lilas japonais afin d'augmenter le marquage des triangles de visibilité et de créer un fond de scène (figure 58). Ainsi, même en hiver, les panneaux se démarquent du paysage puisque les lilas japonais se parent de nombreuses branches.

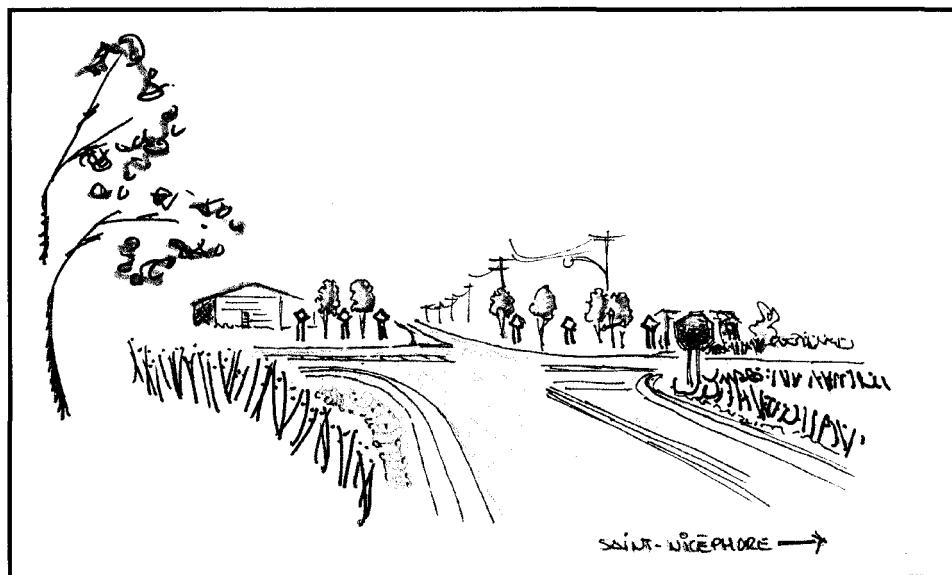


Figure 58 Aménagement proposé vu à partir de l'approche secondaire

(Source : Lecours, 2004)

Sur la route 139, des éléments verticaux sont placés entre le signal avancé d'intersection et le panneau d'indication du terrain de golf. Au moment où l'usager croise le premier élément vertical, la largeur du marquage de la ligne de rive double afin de marquer l'approche de l'intersection et donner un effet de rétrécissement de la voie.

Les travaux à l'intersection sont prévus à l'été 2007 et aideront à améliorer la perception et la lisibilité de l'intersection. Le coût des travaux est estimé à 15 000 \$. Un suivi sera effectué afin de déterminer si un changement significatif s'est produit relativement aux fréquences d'accidents.

6.2 Intersection du chemin Saint-Albert et du 4^e Rang, Warwick

Dans la ville de Warwick près de Victoriaville, le chemin Saint-Albert assure le principal lien entre la ville de Warwick et la municipalité de Saint-Albert. Sur cette route, l'usager croise l'intersection du 4^e Rang, une route collectrice empruntée entre Victoriaville et Sainte-Élizabeth-de-Warwick.¹⁴

6.2.1 Description du site

En milieu rural et agricole, l'intersection est contrôlée par des arrêts sur la route secondaire seulement. Le débit entrant à l'intersection est de 4 900 véh/j. dont 16 % de véhicules commerciaux selon les relevés de circulation de l'an 2000. La vitesse permise sur le chemin Saint-Albert est de 90 km/h et celle sur le 4^e Rang est de 80 km/h.

Localement, le site de l'intersection est relativement plat. L'usager dispose d'une grande visibilité. La région montagneuse présente un fond de scène très éloigné qui offre aux usagers un très beau paysage agrémenté des pistes d'une station de ski qui découpent les montagnes et attirent l'œil (figure 59).¹⁵

¹⁴ Plan de localisation et images aériennes présentés à l'annexe 30.

¹⁵ Autres photographies disponibles à l'annexe 30.

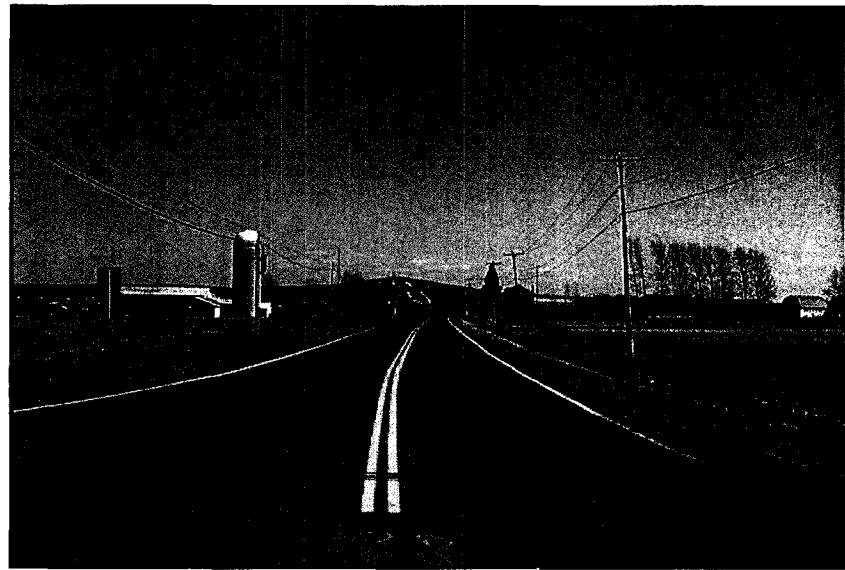


Figure 59 Approche sud du Chemin St-Albert

(Photographie : Denis Dufresne)

6.2.2 Sécurité

Une première évaluation de la sécurité est menée en 2002. L'étude constate un taux anormalement élevé d'accidents pour les années 1998 à 2001 (Côté, 2002). En 2006, une seconde évaluation de la sécurité est réalisée. Pour les années 2002 à 2005, le taux d'accidents est passé sous le taux critique pour un site semblable. Par contre, l'indice de gravité des accidents est élevé. Les accidents, souvent à angle, causent des blessures graves et des accidents mortels se sont même produits. La typologie des accidents demeure selon les mêmes caractéristiques qu'en 2002, soit des collisions à angle ou des collisions arrière. Les accidents se produisent majoritairement en conditions favorables par temps clair et sur surface sèche en été.

6.2.3 Problématiques

Au cours des années, le site a subi plusieurs améliorations. Une partie des fossés a été empierrée afin d'améliorer la visibilité à gauche lorsqu'un usager est arrêté sur le

4^e Rang Ouest.¹⁶ Le marquage a été entretenu avec soin. Des feux clignotants de type LED ont été installés afin de souligner la présence de l'intersection et la signalisation a été doublée et surdimensionnée sur les deux approches secondaires. Or, même si la signalisation et les éléments routiers sont très clairs par rapport à la présence de l'intersection, les usagers semblent oublier l'existence de cette dernière. « En effet, à part la signalisation en place, rien dans l'environnement (tracé, bâti et dégagement visuel) n'incite le conducteur à modifier sa conduite » (Côté, 2002). Donc, malgré tous les travaux, une problématique de lisibilité demeure.

Une seconde problématique est soulevée. Les vitesses pratiquées par les usagers sont excessives. Sur le 4^e Rang, alors que la vitesse affichée est de 80 km/h, la vitesse des usagers en direction de l'intersection est de 110 km/h au 85^e centile à l'est et de 96 km/h à l'ouest (Dufresne et Boutin, 2006). Les vitesses pratiquées sur le chemin Saint-Albert ne sont guère mieux alors qu'en 1998, un relevé radar évaluait un dépassement de la vitesse affichée de 20 km/h au 85^e centile (Côté, 2002). Le problème de lisibilité jumelé à celui de la vitesse pratiquée augmente les risques d'accidents. Des travaux pour améliorer la sécurité s'imposent.

6.2.4 Recommandations

En 2006, avec la collaboration du corps de police de la Sûreté du Québec et la Ville de Warwick, le ministère des Transports propose un concept d'aménagement de l'intersection. Ce dernier est composé de bandes d'alerte transversales (figure 60), d'un îlot de séparation en marquage à l'intersection et de la réduction des rayons de coin pour le virage à droite. Puisque l'îlot de séparation et la réduction des rayons de coin sont effectués en marquage (figure 61), une texture y est intégrée afin de contraindre les usagers à respecter les lignes de rives de la voie. De plus, la signalisation est repositionnée afin d'être coordonnée avec les bandes d'alerte transversales.

¹⁶ Photographies des travaux réalisés au site disponible à l'annexe 30.

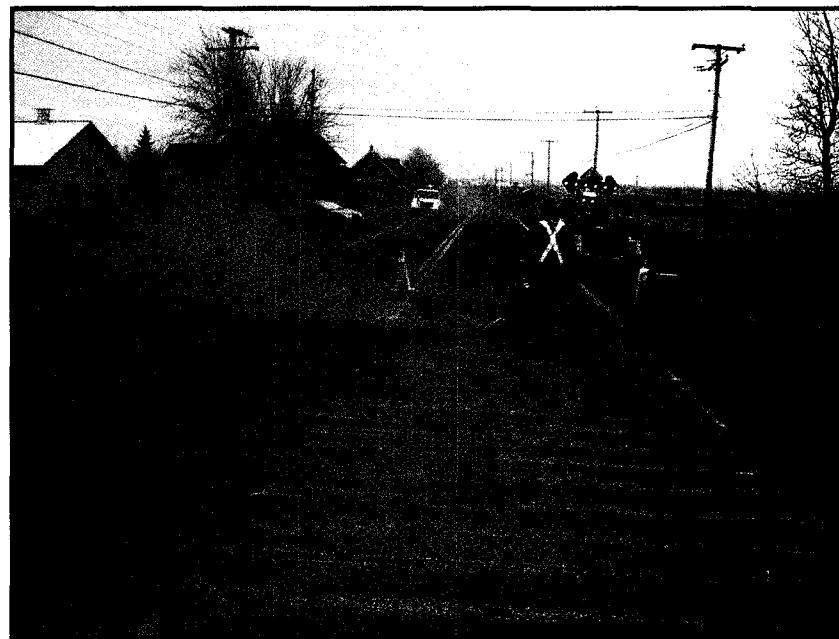


Figure 60 Bandes d'alertes transversales réalisées par fraisage
(Photographie : Clyde Crevier)

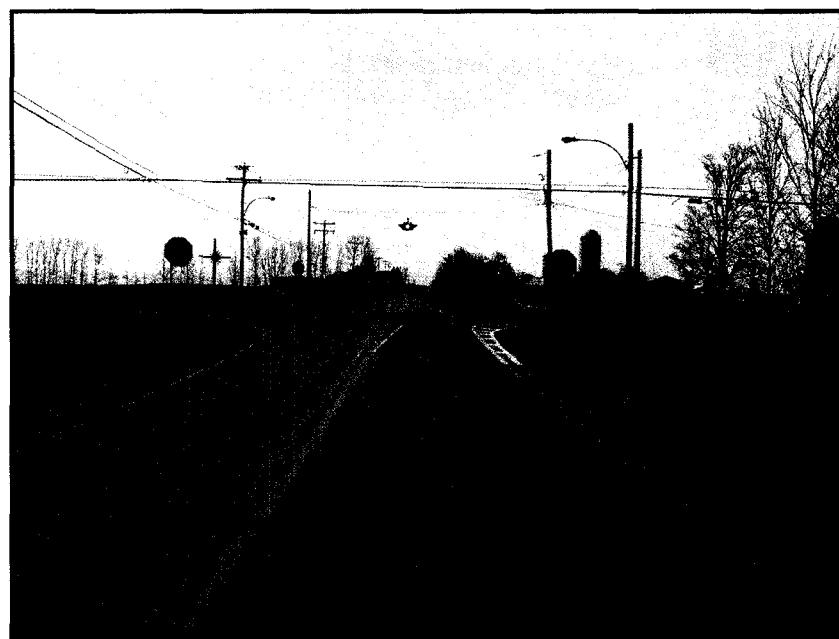


Figure 61 Îlots en marquage avec texture intégrée implantés à l'intersection
(Photographie : Clyde Crevier)

Les buts de l'aménagement sont les suivants :

- amener le conducteur à modifier son comportement à l'approche des arrêts sur la route secondaire;
- canaliser la circulation sur la route secondaire de sorte que les usagers respectent la priorité sur la route principale et ne pressent pas leur manœuvre de virage;
- souligner la présence de l'intersection par un îlot séparateur.

6.2.4.1 Bandes d'alerte transversales

La conception des bandes d'alerte suit les recommandations des *Lignes directrices sur les bonnes pratiques de conception et de mise en place de bandes d'alerte transversales* (Bahar et coll., 2005). Les deux premiers jeux de bandes sont composés de 20 bandes de 150 mm de large espacées de 370 mm pour une longueur approximative de 10,5 m. Les troisième et quatrième jeux sont composés de 14 bandes pour une longueur approximative de 7,5 m. Ainsi, la première série respecte la règle ergonomique d'un minimum de 0,3 s de son suivi de 1 s de silence et d'un second 0,3 s de son pour une vitesse de 90 km/h. La seconde série est conçue pour une vitesse de 80 km/h. Dans les deux cas, la profondeur recommandée est de 9 mm pour accommoder les cyclistes.

La première série de bandes est espacée de 135 m du signal avancé d'arrêt. Ainsi, l'usager dispose de 5,4 secondes pour comprendre la signalisation et la configuration des lieux lorsqu'il est alerté pour la première fois.

Les résidants ont été informés que les bandes d'alerte produisent une nuisance sonore et que selon la perception du bruit généré, les bandes pourront éventuellement être remplacées par un autre aménagement de l'intersection. Bien que le site se situe en milieu agricole, la présence d'habitations sur le 4^e Rang ne permet pas d'installer les bandes d'alerte à 200 m de toute résidence.

6.2.4.2 Îlots séparateurs et rayons de coin

Les îlots séparateurs sur le 4^e Rang et les îlots franchissables de coin sont conçus de manière à maximiser leurs aires tout en conservant une largeur de voie minimale de 3,0 m. Réalisés en marquage, les îlots sont munis de rainures afin de bien canaliser la circulation sans nuire au virage des véhicules lourds.

6.2.4.3 Balise

Puisque les îlots séparateurs ne sont pas construits, l'implantation d'éléments verticaux fragilisés au centre de la chaussée interviendrait davantage sur l'environnement visuel du conducteur. En fonction des largeurs de chaussée, l'implantation près de l'intersection est impossible et nuit aux virages des véhicules. Par contre, des tests ont été menés pour déterminer si des éléments de signalisation peuvent être placés à 30 m de l'intersection. Comme le démontrent les photographies à l'annexe 30, le passage d'une remorque avec trois essieux ne cause pas problème et, selon le conducteur du tracteur, le passage avec une remorque de quatre essieux est également possible. Cependant, l'installation d'une signalisation au centre de la chaussée complique l'entretien hivernal. L'installation sera évaluée en fonction de l'efficacité de l'aménagement sans balise au centre.

Le site a subi les modifications à l'automne 2006. Les travaux à l'intersection ont demandé un investissement initial inférieur à 15 000 \$. Un suivi périodique¹⁷ des accidents sera réalisé afin de déterminer si un changement significatif s'est produit suite au réaménagement de l'intersection.

¹⁷ La comparaison entre la situation avant et la situation après les modifications d'un site demande normalement des données sur une période de trois ans afin d'être statistiquement significative.

6.3 Traversée d'une agglomération sur la route 122, Saint-Cyrille-de-Wendover¹⁸

La zone à l'étude se situe dans la municipalité de Saint-Cyrille-de-Wendover sur la route 122 (figure 62). La route 122 relie les villes de Drummondville et de Victoriaville. Elle est empruntée par environ 8 000 véhicules par jour.¹⁹

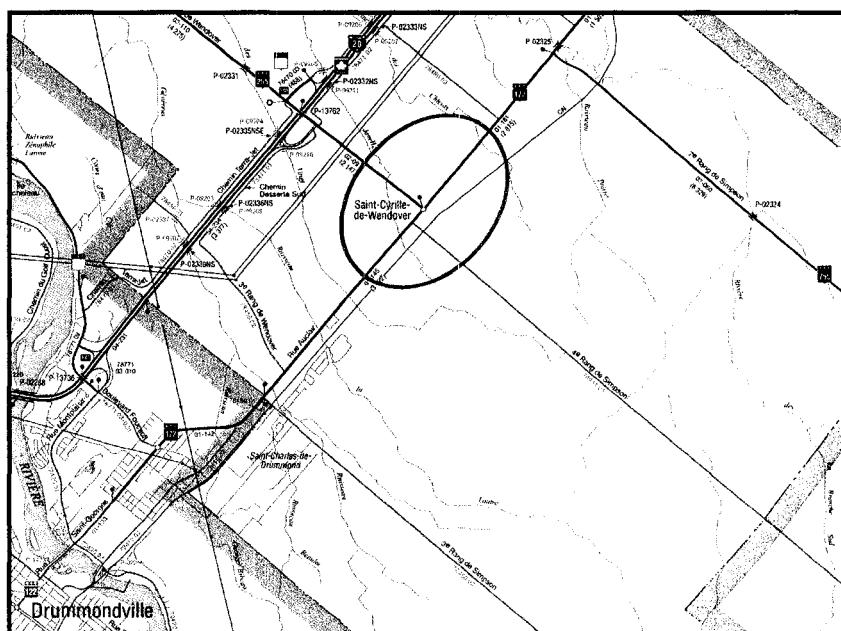


Figure 62 Localisation de la route 122 à Saint-Cyrille-de-Wendover

(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006b)

¹⁸ Au moment de la réalisation de ce document, les orientations finales du projet n'étaient pas établies. Le projet faisant l'objet de présentations et de demandes d'approbations auprès des différentes parties prenantes, des changements aux éléments présentés sont probables.

¹⁹ Plan de localisation disponible à l'annexe 31.

6.3.1 Description du site

La route 122 est classée régionale ou nationale selon sa section. Affichée à 90 km/h, la vitesse permise chute à 50 km/h en traversée d'agglomération. À Saint-Cyrille-de-Wendover, la route 122 devient la rue Principale et traverse toute la municipalité dans un alignement rectiligne. Malgré l'alignement rectiligne, la vitesse au centre de la municipalité est relativement bien contrôlée puisque le milieu bâti est très près de la route et restreint le dégagement visuel latéral. Par contre, à l'est de la municipalité, la largeur de la chaussée et l'éloignement des bâtiments augmentent.²⁰ Cette surlargeur coïncide avec la zone scolaire, un parc et l'emplacement de l'aréna (figure 63).



Figure 63 Élargissement de la chaussée coïncidant avec la zone scolaire
(Photographie : Clyde Crevier)

²⁰ Images aériennes disponibles à l'annexe 31.

6.3.2 Sécurité

La sécurité de l'ensemble du secteur a été vérifiée. Parmi les sites étudiés, aucun site ne révèle un nombre anormalement élevé d'accidents et tous les sites étudiés présentent des indices de gravité relativement bas. Par contre, un accident avec un piéton s'est produit dans la zone située devant l'église alors qu'un piéton traversait la rue Principale. Cet accident aurait pu avoir de graves conséquences bien qu'il n'ait produit que des blessures légères.

6.3.3 Problématiques

Même si le site ne présente pas un nombre anormalement élevé d'accidents, plusieurs problématiques sont décelées. Le Ministère identifie des problèmes concernant la circulation, les stationnements, la vitesse et la largeur de chaussée. La firme *Beauregard et Associés, Architectes Paysagistes* identifie également des problèmes de stationnement et de circulation, mais aussi des problèmes reliés aux équipements aériens d'utilité publique et à l'affichage.

6.3.3.1 Circulation

Comme le démontre le plan de localisation à l'annexe 31, le noyau villageois de la municipalité de Saint-Cyrille-de-Wendover coïncide avec l'intersection entre la route 122 et la route 255. Au nord, la route 255 rejoint l'autoroute 20. À l'est de la municipalité, la route 255 permet aux usagers de poursuivre leur route vers le sud. Plusieurs choisissent également d'emprunter le 4^e Rang de Simpson situé au cœur du village pour se diriger vers le sud. Ce regroupement d'axes prioritaires amène un apport important en camionnage lourd provenant des industries avoisinantes. Cette circulation lourde dégrade la qualité de vie des résidants de la municipalité et cause des problèmes de circulation puisque le réseau local (largeurs pavées et rayons de virage) n'est pas conçu pour accommoder des véhicules d'aussi gros gabarit (figure 64).

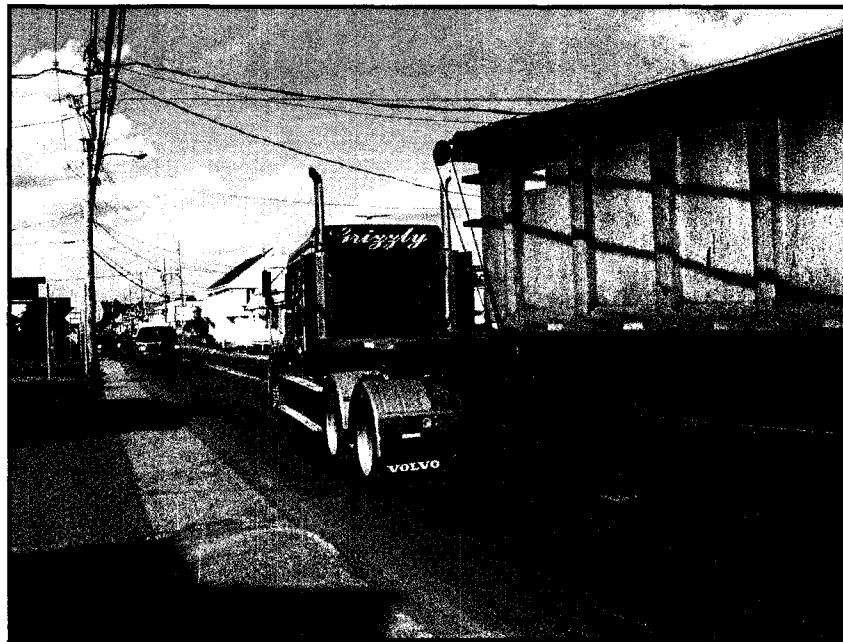


Figure 64 Virage en voie inverse d'un véhicule lourd

(Source : Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes, 2006)

6.3.3.2 Stationnements et largeur pavée

Dans un milieu où la largeur pavée de la chaussée est déjà surdimensionnée (15,5 m), les stationnements non canalisés augmentent le dégagement visuel latéral (figure 65). Les entrées de ces stationnements devraient être corrigées en limitant les largeurs d'accès et intégrant des plantations dans les îlots canalisateurs. De plus, le secteur comprend une église, une école, un parc et un aréna. Ces attraits amènent un grand nombre de piétons dans le secteur. Les piétons affirment avoir de la difficulté à traverser la route 122 et ne s'y sentent pas en sécurité. Le brigadier scolaire a fait les mêmes observations et craint pour sa sécurité en fonction des vitesses pratiquées et du comportement des usagers.



Figure 65 Stationnement non canalisé

(Source : Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes, 2006)

6.3.3.3 Vitesse

Les grandes largeurs pavées et le large dégagement visuel favorisent des vitesses pratiquées à la hausse. Des relevés radars démontrent que la vitesse pratiquée au 85^e centile varie entre 65 km/h et 80 km/h en fonction de la direction et de l'heure de la journée (Perreault, 2004). Les vitesses ont tendance à être plus élevées le matin et le soir tandis qu'elles sont relativement plus basses à l'heure du dîner. Toutefois, des vitesses comprises entre 65 km/h et 80 km/h sont intolérables dans une zone scolaire.

6.3.3.4 Équipements aériens et affichage

Les installations aériennes d'utilités publiques (fils électriques et autres câbles, figure 66) et l'incohérence dans l'affichage des différents commerces de la municipalité détériorent grandement l'esthétisme du milieu (Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes, 2007).

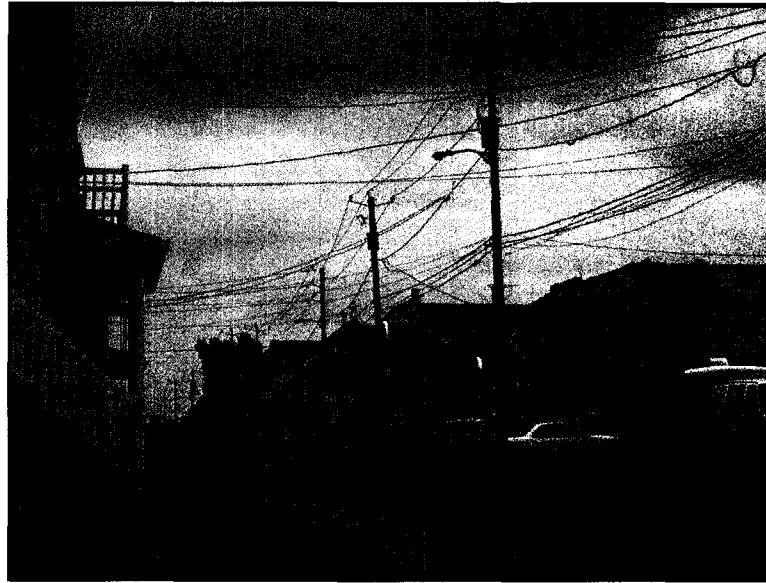


Figure 66 Affichage et installations aériennes

(Source : Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes, 2006)

6.3.4 Recommandations

La traversée de l'agglomération de Saint-Cyrille-de-Wendover présente plusieurs problématiques, et ce, tant au niveau du génie qu'au niveau de l'architecture ou de l'aménagement. Les vitesses pratiquées ne sont pas adaptées au milieu traversé. L'environnement des résidants est détérioré.

Le concept présenté par *Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes* avec la participation²¹ de Crevier et Desbiens poursuit plusieurs objectifs dont : diminuer les vitesses pratiquées, favoriser l'accessibilité du milieu, améliorer les infrastructures pour piétons, faciliter les traversées et améliorer l'esthétisme et l'harmonie du milieu.

²¹ La participation inclut notamment une étude de sécurité, la justification et le choix des dispositifs de contrôle aux intersections, la configuration des approches, la gestion de la circulation locale et les recommandations de sens uniques, l'évaluation et l'approbation des dispositifs proposés.

Dans le but de réduire les vitesses pratiquées, l'implantation d'un terre-plein central pourrait être réalisée. Bien que le terre-plein central diminue les largeurs pavées et facilite la traversée des piétons en scindant la traversée en deux, il ne répond pas au besoin d'accessibilité. En effet, lorsque ce dernier est continu et infranchissable, il prive les résidants d'accéder à leur entrée charretière lorsqu'ils circulent sur la voie opposée à leur demeure.

Comme le démontre la figure 67, l'aménagement proposé utilise des bandes paysagères latérales afin de réduire la largeur pavée. Ces bandes paysagères ne gênent pas l'accessibilité au milieu et permettent l'implantation de quelques places de stationnements sans élargir la chaussée sur de grandes distances. L'aménagement favorise la promenade dans un environnement agrémenté de verdure et isolée des voies de roulement. Cet aménagement s'apparente aux avancées de trottoirs.

De plus, afin de bien délimiter l'agglomération et d'influencer un changement de comportement chez les conducteurs, des aménagements d'entrée de ville seront réalisés sur la route 122 à l'ouest et à l'est du secteur plus densément construit. Ces aménagements marqueront le changement de secteur et identifieront la Municipalité.

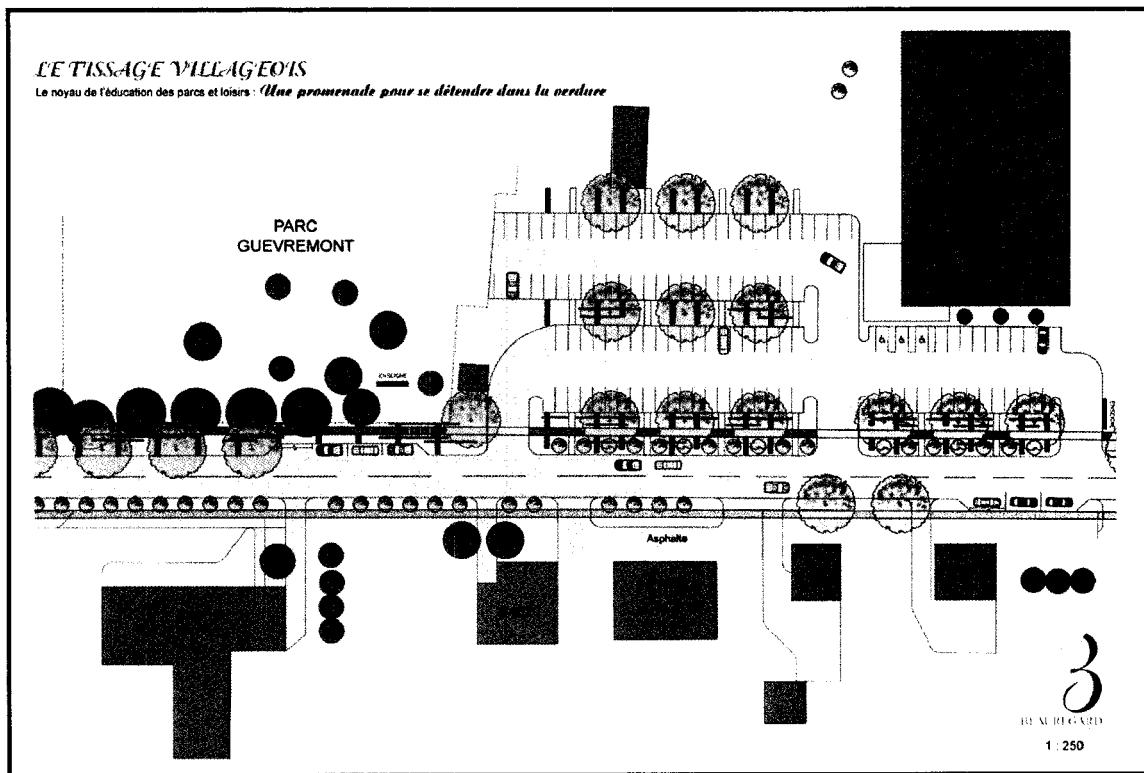


Figure 67 Aménagement proposé devant l'aréna et le parc

(Source : Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes, 2006)

Dans la zone scolaire, l'aménagement se poursuit (figure 68). Des plantations d'arbres, d'arbustes et de plantes diverses sont intégrées en bordures de route pour agrémenter le paysage et rétrécir le dégagement visuel latéral. Quelques places de stationnement sont aménagées devant l'école à titre de débarcadère.

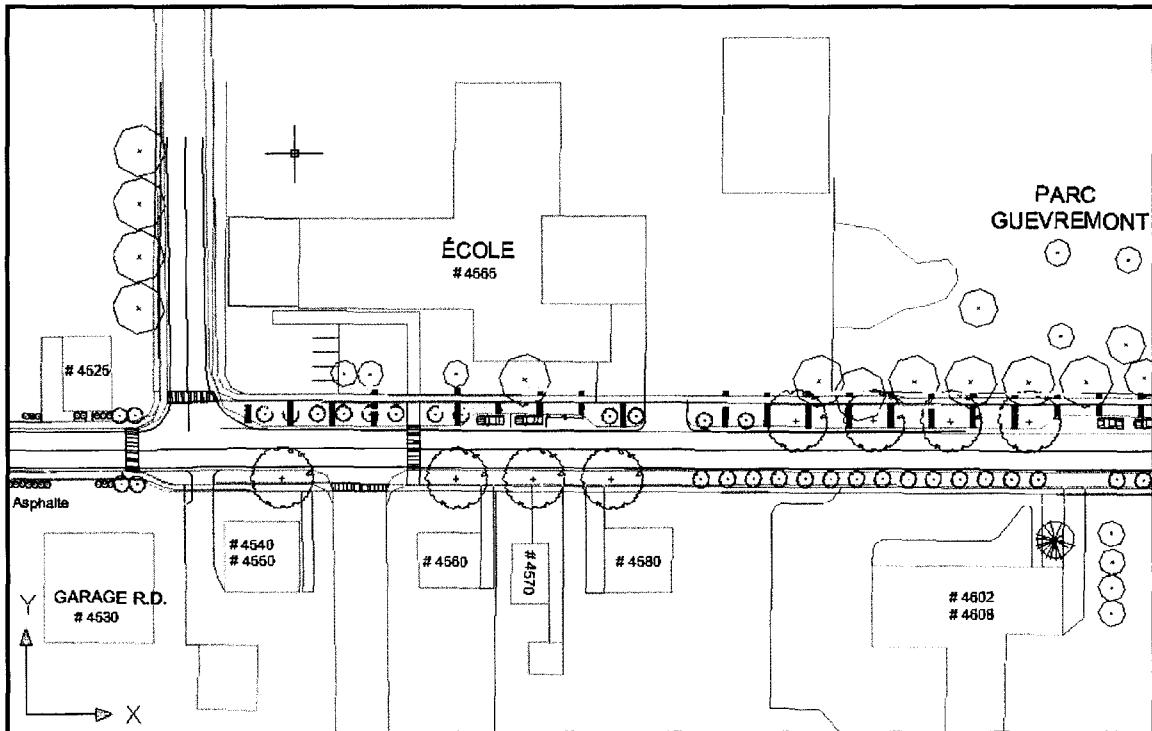


Figure 68 Aménagement proposé dans la zone scolaire

(Source : Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes, 2007)

Au centre de la municipalité, la problématique est différente. La vitesse dans le noyau villageois est relativement bien contrôlée puisque le milieu bâti est très près de la route et restreint le dégagement visuel latéral. Par contre, l'affichage incohérent et les installations aériennes d'utilité publique ne mettent pas en valeur l'agglomération dotée d'un secteur historique (Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes, 2007).

La figure 69 simule l'amélioration du milieu par l'enfouissement des installations aériennes et l'ajout de lampadaires décoratifs.²² Les fils et poteaux ne cacherait plus les clochers de l'église qui formeraient alors un repère visuel qui pourrait être vu de toutes parts de la municipalité.

²² D'autres figures du projet sont disponibles à l'annexe 31.

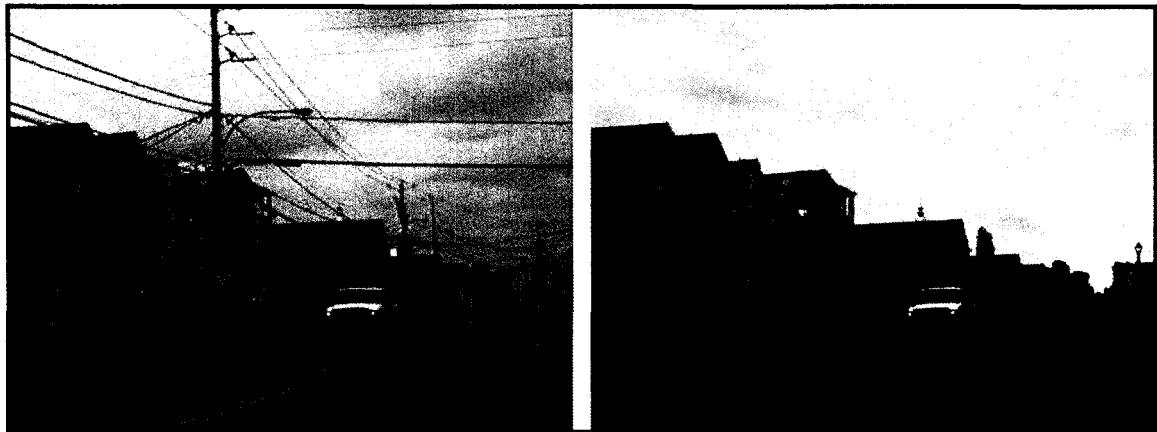


Figure 69 Noyau villageois avant et après l'enfouissement des installations aériennes
(Source : Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes, 2006)

Le projet de la traversée de l'agglomération de Saint-Cyrille-de-Wendover démontre que les techniques de modération de la circulation s'intègrent dans un concept d'aménagement beaucoup plus important. Les dispositifs ne doivent pas s'appliquer sans égard à l'esthétisme et à l'harmonie du milieu. En somme, le concept développé pour la municipalité de Saint-Cyrille-de-Wendover constitue un bel exemple où l'architecture du paysage et le génie coopèrent afin d'«améliorer et développer un milieu de vie et d'échanges attrayant, dynamique et de qualité pour les citoyens» (Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes, 2006).

CHAPITRE 7

CHOIX DES DISPOSITIFS

Plusieurs facteurs rendent le choix des dispositifs en techniques de modération de la circulation (TMC) difficile. Les professionnels hésitent à recommander un dispositif pour une problématique particulière puisque chaque situation demeure différente et les effets d'un dispositif obtenus dans un contexte ne sont pas nécessairement transférables à un autre.

D'ailleurs, aucune des références consultées ne présentait un arbre décisionnel ou une méthode associant des dispositifs à une problématique concrète. Ainsi, suite à l'étude et à l'expérience acquise dans l'application des dispositifs en TMC, une méthode permettant d'identifier les dispositifs les plus aptes à être utilisés pour différentes problématiques a été développée. Cette méthode porte le nom de méthode « Procéta ».

7.1 **Méthode Procéta**

La méthode Procéta s'inspire des tableaux du Federal Highway Administration (FHWA, 1996)²³ et des tableaux (Thibeault, 1997)²⁴ du Ministère des Transports du Québec (MTQ). Elle applique un processus décisionnel aux TMC en utilisant et modifiant une méthode auparavant dédiée aux interventions plus conventionnelles en sécurité routière.

Les tableaux du Federal Highway Administration (1996) proposent un arbre décisionnel basé sur trois niveaux, soit le patron d'accidents, la cause possible et les améliorations en sécurité routière (accident pattern, probable cause and safety enhancement). Pour sa part, les tableaux du Ministère des Transports (Thibeault, 1997) proposent un niveau

²³ Voir les tableaux du FHWA à l'annexe 32.

²⁴ Voir les tableaux du MTQ à l'annexe 33.

supplémentaire en intégrant des études recommandées pour chaque cause possible (patron d'accidents, cause possible, études recommandées, améliorations).

La méthode proposée dans ce mémoire utilise cinq niveaux décisionnels. « Procéta » constitue l'acronyme de ces cinq niveaux, soit :

1. Problématique;
2. Cause possible;
3. Études et analyses recommandées;
4. Type de site;
5. Améliorations possibles en utilisant des TMC et autres améliorations possibles.

7.1.1 Niveau 1 : Problématique

Contrairement aux méthodes du FHWA et du MTQ, la méthode Procéta a l'avantage de tenir compte non seulement des problématiques reliées à une typologie d'accidents particulière, mais aussi à d'autres problématiques comme les débits élevés de circulation, le niveau sonore élevé, le manque de convivialité, les vitesses excessives et les vitesses incompatibles avec le milieu. À cet effet, la méthode propose dans son premier niveau une entrée par sept problématiques différentes, soit :

1. Collisions avec cyclistes ou piétons;
2. Collisions à angle entre véhicules;
3. Collisions arrière entre véhicules;
4. Collisions frontales ou latérales entre véhicules;
5. Débits élevés, niveau sonore élevé, manque de convivialité;
6. Pertes de contrôle;
7. Vitesses excessives, vitesses incompatibles avec le milieu.

L'identification de la problématique constitue l'étape la plus importante dans le choix d'un dispositif en TMC. Puisque la problématique est souvent identifiée par les

riverains, les conducteurs ou les municipalités, les professionnels doivent s'assurer que la problématique à l'origine de la demande constitue réellement le problème du site. Par exemple, la vitesse pourrait être identifiée comme problématique par les riverains alors que la véritable problématique se situe davantage au niveau des débits importants qui dérangent sans cesse la quiétude et les activités d'un quartier résidentiel. Ainsi, les interventions à réaliser seront nettement différentes de celles qui auraient été établies en suivant la première hypothèse.

7.1.2 Niveau 2 : Cause possible

Pour chaque problématique, la méthode attribue différentes causes possibles. Par exemple, les collisions avec cyclistes ou piétons peuvent être causées par des distances de visibilité insuffisantes. Par contre, si les collisions se produisent davantage de nuit, un éclairage inadéquat peut être soupçonné. Ainsi, la méthode propose 23 causes possibles toutes problématiques confondues :

1. Abords de route inadéquats;
2. Accès trop nombreux;
3. Axe rectiligne de la route, dégagement visuel latéral important;
4. Canalisation inadéquate;
5. Congestion sur les artères adjacentes;
6. Débits importants, insertion difficile;
7. Débits tournants non protégés;
8. Distances de visibilité insuffisantes;
9. Éclairage inadéquat;
10. Emprise routière surdimensionnée;
11. Géométrie routière inadéquate;
12. Occasions pour traverser insuffisantes;
13. Partage de la route inadéquate, présence de piétons ou cyclistes sur la chaussée, protection des cyclistes ou piétons insuffisante;

14. Perception de l'intersection inadéquate;
15. Perception du site inadéquate ou obstacle inattendu;
16. Réglage des feux inadéquat;
17. Réglage des feux pour piétons ou pour cyclistes inadéquat, temps de traversée trop long;
18. Revêtement endommagé;
19. Signalisation inadéquate;
20. Succession d'intersections à deux arrêts et à quatre arrêts, non respect des priorités;
21. Surface glissante;
22. Traversée d'agglomération;
23. Vitesse excessive.

Cette liste, bien qu'elle ne soit pas exhaustive, oriente les professionnels dans l'exploration des causes possibles les plus communes. Une fois identifiées comme plausibles, les causes possibles sont étudiées et analysées.

7.1.3 Niveau 3 : Études et analyses recommandées

Le troisième niveau décisionnel de la méthode Procéta présente des études et analyses recommandées associées à chaque cause possible. Par exemple, si les occasions pour traverser une rue sont insuffisantes pour les piétons ou les cyclistes, les créneaux disponibles peuvent être analysés. De plus, un relevé et une étude des vitesses peuvent être effectués afin de déterminer si la vitesse est adaptée au milieu. Finalement, afin de permettre une traversée sécuritaire pour les piétons et les cyclistes, l'ajout de feux de circulation et de feux piétons (cyclistes) peut être envisagée. Dans ce cas, une étude de justification des dispositifs de contrôle déterminera si la solution doit être retenue ou non.

Bien que la méthode propose au total 45 éléments d'étude ou d'analyse, d'autres analyses peuvent être nécessaires en fonction des caractéristiques du site, du type de circulation, de l'abondance de piétons et de cyclistes, de l'environnement routier, etc. Dans tous les cas, les connaissances en sécurité routière, l'expérience et le jugement des professionnels demeurent des atouts importants dans l'orientation des études et celle des analyses. Voici la liste des éléments d'étude ou d'analyse proposés par la méthode Procéta :

1. Attentes des usagers;
2. Canalisation;
3. Capacité de l'intersection;
4. Capacité du réseau;
5. Chemins alternatifs;
6. Circulation;
7. Comptage des débits cyclistes;
8. Comptage des débits piétons;
9. Conformité des accès;
10. Conformité des accotements (dénivellation, dévers, largeur);
11. Créneaux;
12. Délinéation;
13. Dévers de chaussée;
14. Distances de visibilité;
15. Drainage;
16. Durée des traversées en fonction du type de clientèle;
17. Éclairage;
18. Emprise routière;
19. Enquête origine-destination;
20. Entretien de la surface;
21. Étude du réseau avoisinant;
22. Évaluation du besoin en trottoir;
23. Évaluation du besoin en voie cyclable;
24. Glissance;
25. Justification de voies auxiliaires;
26. Justification des dispositifs de contrôle;
27. Justification des dispositifs de retenue;
28. Justifications d'arrêts toutes directions;
29. Localisation des traversées;
30. Marquage;
31. Minutage;
32. Mouvements des véhicules;
33. Nécessité des accès;
34. Orniérage;
35. Rayon des courbes;
36. Relevé des courbes;
37. Relevé du profil vertical;
38. Relevé et étude des vitesses;
39. Séparation des flux de circulation;
40. Signalisation;
41. Stationnement;
42. Vérification de l'entretien hivernal;
43. Visibilité des dispositifs de contrôle;
44. Voie de contournement;
45. Zones de dépassement.

7.1.4 Niveau 4 : Type de site

Le quatrième niveau décisionnel de la méthode Procéta détermine le type de site. La méthode propose trois types de site. Le site peut être une intersection, une section de route ou un accès dans une section de route.

Le quatrième niveau décisionnel permet premièrement d'identifier la problématique (niveau 1) indépendamment du type de site. Ainsi, les améliorations possibles ne sont pas réduites en restreignant les interventions sur l'intersection ou sur la section de route. En effet, même si la problématique ou les accidents se produisent majoritairement à une intersection, le véritable problème peut se situer sur les approches, donc sur la section de route. Bien que moins fréquent, le contraire peut également se produire comme dans le cas d'un manque de voies d'accélération à l'intersection qui peut produire des collisions arrière plus loin en section de route.

Deuxièmement, le quatrième niveau décisionnel évite une certaine répétition dans l'arbre décisionnel en faisant abstraction de la présence de dispositifs de contrôle à une intersection et en misant d'abord et seulement sur la problématique plutôt que d'inclure le type de site à cette dernière. Ainsi, la méthode permet de recommander les mêmes interventions pour tous les types de site ou de différencier les types de site afin de proposer des améliorations exclusives à un type en particulier.

Bref, le quatrième niveau décisionnel permet une plus grande ouverture par rapport aux différentes améliorations possibles en techniques de modération de la circulation et permet d'alléger le contenu de la méthode en évitant la répétition.

7.1.5 Niveau 5 : Améliorations possibles en utilisant des TMC et autres améliorations possibles

Après l'identification de la problématique, l'étude des causes possibles et l'analyse de plusieurs paramètres, les améliorations possibles peuvent être déterminées en fonction du type de site. Parfois et comme dans le cas de l'éclairage, peu ou aucune intervention en techniques de modération de la circulation n'amènera de changement significatif à la problématique. Ainsi, la méthode propose aux professionnels d'autres améliorations possibles que celles utilisant les TMC.

La liste des dispositifs proposés n'est pas exhaustive. En effet, d'autres dispositifs en TMC ou d'autres améliorations possibles peuvent être étudiés. Par contre, la méthode Procéta rassemble les dispositifs en TMC les plus aptes à être utilisés en fonction du type de site, des études et des analyses réalisées, des causes identifiées et de la problématique à la base du projet. Le choix des dispositifs en TMC doit évidemment tenir compte du contexte d'utilisation et des impacts des aménagements mentionnés précédemment dans ce mémoire. Notamment, la présence de piétons, de cyclistes, de patineurs, le type de circulation, le type d'activités du milieu, l'esthétisme et l'appui des citoyens auront un impact important sur le choix des dispositifs et l'aménagement de l'espace public.

7.2 Tableaux

La méthode Procéta présente un arbre décisionnel sous la forme de tableaux. Un tableau a été élaboré pour chaque problématique, portant le nombre de tableaux à sept. Chaque tableau dispose de cinq colonnes représentant les niveaux décisionnels 2 à 5 de la méthode, soit la cause possible, les études et analyses recommandées, le type de site puis les améliorations possibles en utilisant des TMC et les autres améliorations possibles. Les tableaux sont présentés aux pages suivantes (tableaux XIII à XIX).

Tableau XIII
Collisions avec cyclistes ou piétons

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Distances de visibilité insuffisantes	- Distances de visibilité - Localisation des traversées - Relevé et étude des vitesses - Stationnement	Intersection et section	- Panneau à message variable	- Interdiction de stationnement - Marquage - Profil vertical - Réduction de limite de vitesse - Relocalisation des traversées - Signalisation (avancée, de danger) - Tracé de la route
Éclairage inadéquat	- Éclairage	Intersection et section		- Amélioration de l'éclairage
Occasions pour traverser insuffisantes	<ul style="list-style-type: none"> - Créneaux - Justification des dispositifs de contrôle - Relevé et étude des vitesses 	Intersection	<ul style="list-style-type: none"> - Arrêt - Avancée de trottoir (oreilles) - Feux de circulation (Feux piétons) - Feux de type Barnes Dance - Intersection surélevée - Refuge pour piétons 	<ul style="list-style-type: none"> - Brigadier scolaire - Surveillance policière
		Section	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir - Marques particulières - Passage pour piétons - Passage pour piétons surélevé - Passage pour piétons texturé - Refuge pour piétons - Traverse dénivélée 	<ul style="list-style-type: none"> - Brigadier scolaire - Surveillance policière

Tableau XIII (suite)

Collisions avec cyclistes ou piétons

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Partage de la route inadéquat, présence de piétons ou cyclistes sur la chaussée, protection des cyclistes ou piétons insuffisante	<ul style="list-style-type: none"> - Comptage des débits cyclistes - Comptage des débits piétons - Emprise routière - Évaluation du besoin en trottoir - Évaluation du besoin en voie cyclable 	Intersection	<ul style="list-style-type: none"> - Prolongement de trottoir - Zone avancée pour cyclistes 	<ul style="list-style-type: none"> - Marquage - Signalisation
		Section	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir (bandes paysagères) - Îlot bombé franchissable - Marques particulières - Sens unique 	<ul style="list-style-type: none"> - Bordures - Dégagement des espaces piétonniers - Dégagement des espaces cyclables - Délinéateurs - Marquage - Piste cyclable - Signalisation - Trottoir
Réglage des feux pour piétons ou pour cyclistes inadéquat, temps de traversée trop long	<ul style="list-style-type: none"> - Durée des traversées en fonction du type de clientèle 	Intersection et section	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir - Refuge pour piétons - Traverse dénivélée 	<ul style="list-style-type: none"> - Reminutage des feux
Signalisation inadéquate	<ul style="list-style-type: none"> - Marquage - Signalisation 	Intersection et section	- Panneau à message variable	<ul style="list-style-type: none"> - Marquage - Signalisation

Tableau XIII (suite)

Collisions avec cyclistes ou piétons

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Vitesse excessive	- Relevé et étude des vitesses	Intersection	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir (oreilles) - Bandes d'alerte transversales - Caméra à feux rouges - Feux espagnols - Feux rouge intégral - Îlot circulaire - Intersection surélevée - Refuge pour piétons - Traverse dénivélée 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière
		Section	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir - Bandes d'alerte transversales - Cinémomètre photographique - Chicane * - Marquage transversal - Panneau indicateur de vitesse - Passage pour piétons surélevé - Refuge pour piétons - Traverse dénivélée - Vitesse maximale 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière

* Une chicane doit être placée en amont de la zone problématique.

Tableau XIV
Collisions à angle entre véhicules

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Accès trop nombreux	- Conformité des accès - Nécessité des accès	Section (accès)	- Accès ou virage interdit - Avancée à mi-chaussée (accès) - Îlot de canalisation - Impasse - Prolongement de trottoir - Sens unique - Terre-plein central (continu)	- Fermeture d'accès - Voie d'accès (de service)
Débits importants, insertion difficile	- Capacité de l'intersection - Circulation - Étude du réseau avoisinant - Justification des dispositifs de contrôle	Section (accès) et intersection	- Accès ou virage interdit - Arrêts - Feux de circulation	- Ajout de voies (capacité) - Chemin alternatif - Reminutage des feux
Distances de visibilité insuffisantes	- Distances de visibilité - Relevé et étude des vitesses - Stationnement	Intersection	- Arrêts - Bandes d'alerte transversales - Îlot planté ralentisseur	- Feux clignotants - Interdiction de stationnement - Marquage - Profil vertical - Réduction de limite de vitesse - Signalisation (avancée, de danger) - Tracé de la route
Éclairage inadéquat	- Éclairage	Intersection	[Image d'un diagramme de signalisation routière]	- Amélioration de l'éclairage

Tableau XIV (suite)

Collisions à angle entre véhicules

Cause possible	Etudes et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Perception de l'intersection inadéquate	- Attentes des usagers - Distances de visibilité - Justification des dispositifs de contrôle - Marquage - Signalisation	Intersection	- Avancée (oreilles) - Bandes d'alerte transversales - Coussin berlinois - Effet de porte (plantations) - Feux de circulation - Giratoire - Îlot circulaire - Îlot de canalisation - Îlot planté ralentisseur - Intersection surélevée - Marquage transversal	- Feux clignotants - Marquage - Profil vertical - Signalisation (avancée, de danger) - Tracé de la route
Réglage des feux inadéquat	- Capacité de l'intersection - Minutage - Mouvements des véhicules	Intersection	- Feux espagnols - Feux rouge intégral	- Reminutage des feux
Signalisation inadéquate	- Marquage - Signalisation - Visibilité des dispositifs de contrôle	Intersection		- Ajout de têtes de feux - Marquage - Panneaux lumineux - Signalisation
Succession d'intersections à deux arrêts et à quatre arrêts, non respect des priorités	- Attentes des usagers - Justifications d'arrêts toutes directions - Marquage - Signalisation	Intersection	- Arrêts - Cédez le passage - Feux de circulation - Îlot circulaire - Îlot planté ralentisseur	- Doublement de la signalisation - Feux clignotants - Marquage - Panneaux lumineux - Pannonceaux d'arrêts

Tableau XIV (suite)

Collisions à angle entre véhicules

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Surface glissante	<ul style="list-style-type: none"> - Drainage - Glissance - Relevé et étude des vitesses - Vérification de l'entretien hivernal 	Intersection		<ul style="list-style-type: none"> - Drainage - Entretien hivernal supérieur - Réduction de limite de vitesse - Réfection de surface
Vitesse excessive	<ul style="list-style-type: none"> - Justification des dispositifs de contrôle - Relevé et étude des vitesses 	Section (accès) et intersection	<ul style="list-style-type: none"> - Arrêt - Avancée - Bandes d'alerte transversales - Cinémomètre photographique - Coussin berlinois - Feux de circulation - Feux espagnols - Feux rouge intégral - Giratoire - Îlot circulaire - Îlot planté ralentisseur - Intersection surélevée - Vitesse maximale 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière

Tableau XV
Collisions arrière entre véhicules

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Débits tournants non protégés	- Justification de voies auxiliaires - Mouvements des véhicules	Intersection	- Accès ou virage interdit - Îlot bombé franchissable - Îlot circulaire - Îlot de canalisation - Terre-plein central (voie auxiliaire) - Terre-plein continu en carrefour	- Ajout de voies de virage - Augmentation des rayons de coin
Distances de visibilité insuffisantes	- Distances de visibilité - Relevé et étude des vitesses	Intersection et section	- Bandes d'alerte transversales - Îlot planté ralentisseur - Marquage transversal - Marque particulière - Panneau à message variable - Terre-plein central	- Feux clignotants - Profil vertical - Réduction de limite de vitesse - Signalisation (avancée, de danger) - Tracé de la route
Perception du site inadéquate ou obstacle inattendu	- Attentes des usagers - Distances de visibilité - Marquage - Signalisation	Intersection et section	- Bandes d'alerte transversales - Effet de porte - Îlot de canalisation - Îlot planté ralentisseur - Marquage transversal - Marque particulière - Panneau à message variable - Terre-plein central	- Feux clignotants - Profil vertical - Réduction de limite de vitesse - Relocalisation (ex.: traverse) - Signalisation (avancée, de danger) - Tracé de la route
Revêtement endommagé	- Entretien de la surface	Intersection et section		- Réfection de la chaussée
Signalisation inadéquate	- Marquage - Signalisation	Intersection		- Signalisation

Tableau XV (suite)

Collisions arrière entre véhicules

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Surface glissante	<ul style="list-style-type: none"> - Drainage - Glissance - Relevé et étude des vitesses - Vérification de l'entretien hivernal 	Intersection et section		<ul style="list-style-type: none"> - Drainage - Entretien hivernal supérieur - Réduction de limite de vitesse - Réfection de surface - Signalisation (chaussée glissante)
Vitesse excessive	<ul style="list-style-type: none"> - Relevé et étude des vitesses 	Intersection	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir (oreilles) - Coussin berlinois - Îlot de canalisation - Îlot planté ralentisseur - Intersection surélevée 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière
		Section	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir (bandes paysagères) - Bandes d'alerte transversales - Chicane - Cinémomètre photographique - Coussin berlinois - Dos d'âne allongé - Effet de porte (plantations) - Îlot planté ralentisseur - Marquage transversal - Panneau indicateur de vitesse - Plateau ralentisseur 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière

Tableau XVI
Collisions frontales ou latérales entre véhicules

Cause possible	Etudes et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Abords de route inadéquats	<ul style="list-style-type: none"> - Conformité des accotements (dénivellation, dévers, largeur) - Emprise routière - Justification des dispositifs de retenue 	Section		<ul style="list-style-type: none"> - Revêtement des accotements - Délinéateurs - Installation de glissière - Rechargement des accotements
Canalisation inadéquate	<ul style="list-style-type: none"> - Canalisation - Séparation des flux de circulation 	Intersection	<ul style="list-style-type: none"> - Îlot bombé franchissable - Îlot de canalisation - Sens unique 	<ul style="list-style-type: none"> - Voie d'accélération - Voie de décélération
		Section	<ul style="list-style-type: none"> - Îlot bombé franchissable - Îlot de canalisation - Îlot planté ralentisseur - Sens unique - Terre-plein central 	<ul style="list-style-type: none"> - Bande rugueuse - Voie d'accélération - Voie de décélération - Voie de dépassement
Géométrie routière inadéquate	<ul style="list-style-type: none"> - Dévers de chaussée - Emprise routière - Rayon de courbure 	Section	<ul style="list-style-type: none"> - Îlot bombé franchissable - Îlot planté ralentisseur - Terre-plein central 	<ul style="list-style-type: none"> - Délinéateurs - Profil vertical - Réduction de limite de vitesse - Signalisation (vitesse recommandée) - Tracé de la route
Revêtement endommagé	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien de la surface - Orniérage 	Intersection et section		- Réfection de la chaussée

Tableau XVI (suite)

Collisions frontales ou latérales entre véhicules

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Signalisation inadéquate	- Marquage - Signalisation - Zones de dépassement	Intersection et section	- Îlot bombé franchissable - Îlot de canalisation - Îlot planté ralentisseur - Terre-plein central	- Bande rugueuse - Délinéateurs - Marquage - Signalisation - Voie de dépassement
Surface glissante	- Drainage - Glissance - Relevé et étude des vitesses - Vérification de l'entretien hivernal	Intersection et section		- Drainage - Entretien hivernal supérieur - Réduction de limite de vitesse - Réfection de surface - Signalisation (chaussée glissante)
Vitesse excessive	- Relevé et étude des vitesses	Intersection	- Giratoire - Îlot circulaire - Intersection surélevée	- Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière
		Section	- Chicane (avec îlot séparateur) - Cinémomètre photographique - Îlot bombé franchissable - Îlot planté ralentisseur - Panneau indicateur de vitesse - Terre-plein central	- Bande rugueuse - Installation de glissière - Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière

Tableau XVII

Débits élevés, niveau sonore élevé, manque de convivialité

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC *	Autres améliorations possibles
Congestion sur les artères adjacentes	<ul style="list-style-type: none"> - Capacité du réseau - Circulation - Enquête origine-destination 	Intersection	<ul style="list-style-type: none"> - Accès ou virage interdit - Avancée à mi-chaussée - Entrée de ville (de secteur) - Îlot circulaire - Îlot de canalisation - Impasse - Intersection surélevée - Prolongement de trottoir - Sens unique - Terre-plein continu en carrefour - Terre-plein diagonal 	<ul style="list-style-type: none"> - Reminutage des feux - Surveillance policière (gestion de la circulation) - Synchronisation des feux
		Section	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir - Chicane - Dos d'âne allongé - Îlot planté ralentisseur - Plateau ralentisseur - Sens unique - Stationnement 	<ul style="list-style-type: none"> - Ajout de voies (capacité) - Chemin alternatif - Voie de contournement

* Plusieurs dispositifs en TMC touchent les routes secondaires (le quartier où les débits en transit se dirigent) et non les artères congestionnées.

Tableau XVII (suite)

Débits élevés, niveau sonore élevé, manque de convivialité

Cause possible	Etudes et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC *	Autres améliorations possibles
Traversée d'agglomération	<ul style="list-style-type: none"> - Chemins alternatifs - Relevé et étude des vitesses - Voie de contournement 	Intersection	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir (oreilles) - Coussin berlinois - Feux de circulation - Giratoires - Îlot circulaire - Îlot de canalisation - Intersection surélevée - Prolongement de trottoir - Stationnement 	<ul style="list-style-type: none"> - Reminutage des feux
		Section	<ul style="list-style-type: none"> - Bandes paysagères - Chicane - Coussin berlinois - Dos d'âne allongé - Entrée de ville - Marques particulières - Plateau ralentisseur - Vitesse maximale 	

* Plusieurs dispositifs en TMC touchent les routes secondaires (le quartier où les débits en transit se dirigent) et non les artères congestionnées.

Tableau XVII (suite)

Débits élevés, niveau sonore élevé, manque de convivialité

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC *	Autres améliorations possibles
Vitesse excessive	<ul style="list-style-type: none"> - Justification des dispositifs de contrôle - Relevé et étude des vitesses 	Intersection	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir (oreilles) - Caméra feux rouges - Coussin berlinois - Feux de circulation - Feux espagnols - Feux rouge intégral - Giratoire - Îlot circulaire - Îlot planté ralentisseur - Intersection surélevée - Marquage transversal 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière
		Section	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir - Chicane - Cinémomètre photographique - Coussin berlinois - Dos d'âne allongé - Entrée de ville, effet de porte - Îlot planté ralentisseur - Marquage transversal - Marques particulières - Panneau indicateur de vitesse - Plateau ralentisseur - Stationnement - Terre-plein central - Vitesse maximale 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière

* Plusieurs dispositifs en TMC touchent les routes secondaires (le quartier où les débits en transit se dirigent) et non les artères congestionnées.

Tableau XVIII

Pertes de contrôle

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Abords de route inadéquats	<ul style="list-style-type: none"> - Conformité des accotements (dénivellation, dévers, largeur) - Emprise routière - Justification des dispositifs de retenue 	Section		<ul style="list-style-type: none"> - Revêtement des accotements - Délinéateurs - Enlèvement des objets fixes - Installation de glissière - Pentes de fossés et talus - Poteaux et signalisation fragilisés - Rechargement des accotements
Canalisation inadéquate	<ul style="list-style-type: none"> - Canalisation - Séparation des flux de circulation 	Intersection	<ul style="list-style-type: none"> - Îlot bombé franchissable - Îlot de canalisation 	<ul style="list-style-type: none"> - Voie d'accélération - Voie de décélération
		Section	<ul style="list-style-type: none"> - Îlot bombé franchissable - Îlot planté ralentisseur - Terre-plein central 	<ul style="list-style-type: none"> - Bande rugueuse - Délinéateurs - Voie d'accélération - Voie de décélération - Voie de dépassement
Distances de visibilité insuffisantes	<ul style="list-style-type: none"> - Distances de visibilité - Relevé et étude des vitesses 	Intersection et section		<ul style="list-style-type: none"> - Délinéateurs - Profil vertical - Réduction de limite de vitesse - Signalisation (avancée, de danger) - Tracé de la route
Éclairage insuffisant	<ul style="list-style-type: none"> - Éclairage 	Intersection et section		- Amélioration de l'éclairage

Tableau XVIII (suite)

Pertes de contrôle

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Géométrie routière inadéquate	<ul style="list-style-type: none"> - Conformité des accotements - Dévers - Distances de visibilité - Relevé des courbes - Relevé et étude des vitesses - Relevé du profil vertical - Signalisation 	Section		<ul style="list-style-type: none"> - Délinéateurs - Dévers - Glissière de sécurité - Lit d'arrêt - Profil vertical - Réduction de limite de vitesse - Signalisation (avancée, de danger, vitesse recommandée) - Tracé de la route
Perception du site inadéquate	<ul style="list-style-type: none"> - Attentes des usagers - Délinéation - Distances de visibilité - Marquage - Signalisation 	Intersection et section	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée (oreilles) - Bandes d'alerte transversales - Coussin berlinois - Effet de porte (plantations) - Feux de circulation - Giratoire - Îlot bombé franchissable - Îlot circulaire - Îlot de canalisation - Îlot planté ralentisseur - Intersection surélevée - Marques particulières - Marquage transversal - Panneau à message variable 	<ul style="list-style-type: none"> - Bande rugeuse - Délinéateurs - Profil vertical - Réduction de limite de vitesse - Signalisation (avancée, de danger) - Tracé de la route
Revêtement endommagé	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien de la surface - Orniérage 	Intersection et section		- Réfection de la chaussée

Tableau XVIII (suite)

Pertes de contrôle

Cause possible	Etudes et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Signalisation inadéquate	- Marquage - Signalisation - Zones de dépassement	Intersection et section		- Bande rugeuse - Délinéateurs - Signalisation (vitesse recommandée) - Zones de dépassement
Surface glissante	- Drainage - Glissance - Relevé et étude des vitesses - Vérification de l'entretien hivernal	Intersection et section		- Drainage - Entretien hivernal supérieur - Réduction de limite de vitesse - Réfection de surface - Signalisation (chaussée glissante)

Tableau XVIII (suite)

Pertes de contrôle

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Vitesse excessive	<ul style="list-style-type: none"> - Relevé et étude des vitesses - Signalisation 	Intersection	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir (oreilles) - Bandes d'alerte transversales - Caméra feux rouges - Coussin berlinois - Feux de circulation - Feux espagnols - Feux rouge intégral - Giratoire - Îlot circulaire - Îlot planté ralentisseur - Intersection surélevée - Marquage transversal 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière
		Section	<ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir - Chicane - Cinémomètre photographique - Coussin berlinois - Dos d'âne allongé - Entrée de ville, effet de porte - Îlot planté ralentisseur - Marquage transversal - Marques particulières - Panneau indicateur de vitesse - Plateau ralentisseur - Stationnement - Terre-plein central - Vitesse maximale 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière

Tableau XIX

Vitesses excessives, vitesses incompatibles avec le milieu

Cause possible	Études et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Axe rectiligne de la route, dégagement visuel latéral important	- Attentes des usagers - Distances de visibilité - Emprise routière - Marquage - Relevé et étude des vitesses - Signalisation - Type de circulation	Intersection Section	- Giratoire - Îlot circulaire - Avancée de trottoir - Bandes paysagères - Chicane - Entrée de ville - Îlot planté ralentisseur - Stationnement	
Emprise routière surdimensionnée		Intersection Section	- Avancée de trottoir (oreilles) - Giratoire - Îlot bombé franchissable - Îlot circulaire - Îlot planté ralentisseur - Avancée de trottoir - Bandes paysagères - Entrée de ville - Îlot bombé franchissable (bande franchissable) - Îlot planté ralentisseur - Stationnement - Terre-plein central	- Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière

Tableau XIX (suite)

Vitesses excessives, vitesses incompatibles avec le milieu

Cause possible	Etudes et analyses recommandées	Type de site	Améliorations possibles en utilisant des TMC	Autres améliorations possibles
Perception du milieu inadéquate	<ul style="list-style-type: none"> - Attentes des usagers - Distances de visibilité - Emprise routière - Marquage - Relevé et étude des vitesses - Signalisation - Type de circulation 	<p>Intersection</p> <p>Section</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Giratoire - Îlot circulaire - Îlot planté ralentisseur - Intersection surélevée - Prolongement de trottoir <ul style="list-style-type: none"> - Avancée de trottoir - Bandes d'alertes transversales - Chicane - Cinémomètre photographique - Coussin berlinois - Dos d'âne allongé - Entrée de ville, effet de porte - Îlot planté ralentisseur - Marquage transversal - Marques particulières - Panneau à message variable - Panneau indicateur de vitesse - Plateau ralentisseur - Stationnement - Terre-plein central - Vitesse maximale 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de limite de vitesse - Surveillance policière

CHAPITRE 8

DISCUSSION

«Y a-t-il 1,4 millions d'idiots qui se tuent chaque année malgré un système parfaitement au point, s'agit-il au contraire d'un système idiot et non adapté aux capacités humaines, qui génère tant de pertes de vies humaines?» (Discours de Claes Tingvall, directeur du département suédois de sécurité routière, rapporté dans : Association Transports et Environnement et Via Sicura, 2006a).

Le réseau surdimensionné et les habitudes en mobilité ont mené à la dépendance à l'automobile. Aujourd'hui, la fonction de mobilité domine sur l'accessibilité au milieu et l'équilibre du système est compromis. Les techniques de modération de la circulation (TMC) peuvent rétablir cet équilibre.

8.1 Développement du concept

Les techniques de modération de la circulation visent à réduire les effets négatifs de l'automobile sur les usagers vulnérables et d'augmenter la convivialité des milieux. Ce concept n'est pas nouveau. En 1960, les premières applications des TMC voyaient le jour en Hollande et se sont répandues en Europe. Le développement a mené au programme interministériel français «Ville plus sûre, Quartiers sans accidents» en 1984. Ce programme ambitieux a démontré l'efficacité des TMC en concluant avec un gain en sécurité supérieur à 50 %. Au début des années 1990, le concept de zone 30 a fait son apparition. Encore méconnu au Québec, ce concept redonne l'espace public aux usagers vulnérables afin de favoriser les modes de transport actifs comme le vélo et la marche. Bref, les TMC présentent un concept efficace pour lequel plusieurs types de dispositifs sont utilisables en harmonie avec le milieu et la fonction du réseau routier.

8.2 Utilisation

Chaque type de dispositif s'utilise selon un certain contexte. Bien que la réussite d'un aménagement dans une situation ne soit pas nécessairement transférable à une situation similaire, quelques règles générales d'implantation favorisent une meilleure performance des dispositifs.

8.2.1 Déviations verticales

Les déviations verticales regroupent les bandes d'alerte transversales, les dos d'âne, les dos d'âne allongés, les coussins berlinois, les intersections surélevées et les plateaux ralentisseurs. Les déviations verticales s'appliquent généralement sur des routes locales. Les vitesses aux approches des déviations doivent être maîtrisées. Ce type de dispositif demeure fonctionnel même pour des débits élevés. Ainsi, il est possible d'appliquer des déviations verticales sur des rues locales de plus grande importance.

Le profil urbain (bordure et caniveau) contribue à l'efficacité des déviations verticales en obligeant le conducteur à respecter les bordures. Ainsi canalisé, le conducteur ne peut éviter le dispositif et doit ralentir pour conserver un certain confort. L'utilisation des déviations verticales est limitée sur les itinéraires de transport en commun et des services d'urgence. De plus, ces dispositifs sont inconfortables pour les véhicules lourds et la machinerie agricole.

Pour la majorité des dispositifs, l'adaptation aux conditions hivernales demeure adéquate. Certains procureront une légère hausse du temps de déneigement. Finalement, la signalisation des dispositifs demeure importante et ces derniers doivent être visibles de jour comme de nuit.

8.2.2 Aménagements pour piétons

Les aménagements pour piétons regroupent les passages pour piétons, les passages pour piétons texturés, les passages pour piétons surélevés et les prolongements de trottoir. Les aménagements pour piétons sont évidemment installés aux endroits où les débits de piétons sont importants. Les centres urbains, les zones scolaires, les centres hospitaliers et divers lieux de rencontre sont propices à l'installation de ce type d'aménagement. Normalement installés sur des routes où la vitesse est de 50 km/h et moins, les dispositifs doivent disposer d'un bon éclairage et d'une signalisation claire. De plus, l'entretien régulier du marquage est nécessaire.

8.2.3 Déviations latérales

Les déviations latérales regroupent les avancées, les chicanes, les îlots plantés ralentisseurs, les îlots bombés franchissables, les îlots circulaires, les carrefours giratoires et le stationnement sur rue. Les déviations latérales tentent d'agir sur le comportement de l'usager en l'invitant à réduire sa vitesse. Implantées au droit d'un changement de milieu comme une entrée d'agglomération, les déviations latérales brisent la continuité visuelle des longs alignements droits. Ce type de dispositif s'utilise harmonieusement avec les aménagements pour piétons et le stationnement sur rue.

Lors de la conception, une attention particulière doit être portée à la présence de véhicules lourds, et ce, surtout lorsque les aménagements touchent les intersections et les sites où des manœuvres de virage sont possibles. Les déviations latérales ne doivent pas créer d'obstacles. Une bonne visibilité et un éclairage adéquat contribueront à produire des aménagements sécuritaires.

L'entretien de certains dispositifs peut demander un travail manuel. La machinerie lourde employée pour le balayage des rues ou le déneigement pourrait s'avérer inefficace ou trop imposante pour négocier un dispositif comme une chicane par

exemple. L'entretien peut également être augmenté par l'intégration de plantations. Par contre, la végétation et la présence d'éléments verticaux contribuent à l'efficacité des dispositifs. Aussi, l'aménagement devient plus attrayant.

8.2.4 Entraves

Les entraves regroupent les terre-pleins centraux, les terre-pleins continus en carrefour, les avancées à mi-chaussée, les îlots de canalisation et les îlots de tourne-à-droite, les impasses et les terre-pleins diagonaux. Les entraves produisent un impact important sur les débits de circulation mais ont peu d'impacts sur les vitesses pratiquées. Les quartiers résidentiels où la tranquillité est perturbée par la circulation de transit peuvent être améliorés par ce genre de dispositif.

Au moment de choisir l'emplacement des entraves, une attention particulière doit être portée à la migration possible des débits sur des rues parallèles. À cet effet, des comptages et des études de circulation permettent au concepteur de mieux orienter ses décisions.

Les entraves sont utiles pour empêcher certains mouvements qui causent trop fréquemment des accidents. L'aire créée par les entraves peut servir à la plantation d'arbres et d'arbustes qui améliorent l'esthétisme du milieu. De plus, ces éléments contribuent à l'efficacité du dispositif, surtout en milieu rural pour éviter qu'il soit franchi en l'absence de bordures.

Perméables aux cyclistes et aux piétons, les entraves deviennent l'aménagement par excellence pour favoriser la mobilité active.

8.2.5 Signalisation

La signalisation, telle les panneaux d'accès interdit, les panneaux de virage interdit et les autres panneaux de prescription, demeure un moyen peu coûteux de restreindre certains mouvements et de prescrire quelques règles minimales de conduite. Par contre, ce type de dispositifs n'est pas auto exécutoire et nécessite une surveillance constante afin d'être réellement efficace. Notamment, les limitations de vitesses doivent être cohérentes avec le milieu. Dans le cas contraire, le conducteur ignore le panneau irréaliste, et ce, peu importe le nombre de fois qu'il est répété.

En plus de restreindre certains mouvements, la signalisation permet de limiter les accès, de gérer les priorités, de diriger la circulation et d'informer l'usager de diverses situations par l'entremise des panneaux à message variable.

8.2.6 Autres mesures

Les techniques de modération de la circulation laissent place à l'imagination et à l'innovation puisque leur seule limite est le respect des normes sur les ouvrages routiers. Ainsi, les professionnels peuvent concevoir des dispositifs et des aménagements originaux sans tromper les attentes des usagers. Les feux de circulation couplés à un radar (feux espagnols) sont un bon exemple d'aménagement original.

D'autres aménagements comme les traverses de type Barnes Dance, les sens uniques limités ou les zones avancées pour cyclistes améliorent la sécurité et les conditions pour les usagers des modes de transport actifs. En favorisant et en procurant des infrastructures adaptées pour la mobilité active, moins de conflits entre les différents types d'usagers se produisent. Finalement, assurer la sécurité des transports actifs implique également une responsabilisation de l'usager motorisé face à l'usager vulnérable.

8.3 Efficacité et incommodité des dispositifs

Les différents dispositifs ne performent pas tous au même niveau en fonction des effets sur la diminution de vitesse, sur la diminution des débits de circulation et sur l'augmentation de la sécurité. De plus, chaque dispositif présente des incommodités plus ou moins importantes sur l'accessibilité du milieu, sur l'entretien, sur les véhicules lourds et sur le transport en commun. Cette section présente un résumé de ces avantages et de ces inconvénients. De plus, les performances et les incommodités de chaque dispositif sont schématisées au tableau XX.

Tableau XX

Tableau synthèse des principaux dispositifs

Dispositifs	Réduction de vitesse	Diminution des débits	Augmentation de la sécurité *	Perte d'accessibilité	Augmentation de l'entretien	Compatibilité avec les véhicules lourds et transport en commun
Déviation verticale						
bandes sonores			abs.			
dos d'âne			s.o.			
dos d'âne allongé						
coussin berlinois						
intersection surélevée et plateau						
Passages piétons						
passages piétons texturés						
passages piétons surélevés						
prolongement de trottoir		prev.	prev.			
Déviation latérales et îlots						
avancé						
chicane						
îlots plantés ralentisseurs						
îlots bombés franchissables	prev.	s.o.	s.o.			
flot circulaire						
giratoires			s.o.			
stationnement	s.o.	s.o.	abs.			
Entraves						
terre-plein central	abs.		s.o.	prev.		
terre-plein continu en carrefour				s.o.		
avancées à mi-chaussée	prev.					
flot de canalisation	prev.					
impasses	prev.			prev.		
terre-plein diagonal		s.o.		s.o.		

Légende			
	Aucun		abs. = absence de consensus
	Faible		prev. = prévisible, non évalué
	Modéré		s.o. = sans objet ou non disponible
	Important		

* La sécurité peut s'exprimer en fonction du nombre ou de la gravité des accidents.

8.3.1 Vitesse

Comme le démontre le tableau XX, les déviations verticales constituent la famille de dispositifs la plus efficace pour réduire la vitesse pratiquée. Les aménagements pour piétons présentant une dénivellation sont également plus efficaces que les déviations latérales pour réduire la vitesse pratiquée. Dans la conception d'un dispositif à déviation latérale, la largeur de la chaussée doit parfois permettre le passage des véhicules plus imposants. Ce faisant, la restriction pour les véhicules plus petits n'est plus assez importante pour influencer un véritable changement dans le comportement du conducteur. Ainsi, la vitesse des véhicules passagers n'est pas réduite autant que désiré.

Les entraves produisent peu d'effets sur la vitesse. Leur objectif est plutôt de réduire les débits et de canaliser la circulation.

8.3.2 Débits

Les entraves sont sans contredit le choix par excellence lorsqu'une réduction des débits de circulation est nécessaire. Par contre, les déviations verticales enregistrent également de bonnes performances à cette cause. En ralentissant et en rendant moins confortable le parcours, les dispositifs verticaux découragent certains usagers d'emprunter la rue traitée comme raccourci.

L'effet des déviations latérales sur les débits semble beaucoup moins important. Ce genre de dispositif est aussi utilisé sur des artères avec des débits relativement importants. Sur ces artères, les usagers empruntent un itinéraire principal et direct. Ainsi, même si des dispositifs sont implantés pour réduire la vitesse, les débits ne sont pas nécessairement affectés. Les conducteurs adaptent leur conduite au milieu traversé et leur parcours régulier est maintenu.

8.3.3 Sécurité

Même si des études démontrent que certains dispositifs ont engendré une amélioration importante de la sécurité, l'efficacité des dispositifs dans une application réelle demeure difficile à déterminer au préalable. Chaque dispositif doit être adapté à son milieu. En fonction de la typologie des accidents, certains dispositifs pourraient mieux performer que d'autres afin de contrer une problématique particulière. Bref, en se basant sur les expériences passées, le professionnel doit concevoir les aménagements les plus sécuritaires possibles et seule une étude comparant la situation avant et après les modifications déterminera les gains réels en sécurité. La réussite d'un dispositif dans un contexte n'est pas transposable à un autre. Le jugement du concepteur demeure important.

8.3.4 Accessibilité

La grande majorité des dispositifs influence très peu l'accessibilité au milieu. Par contre, les entraves peuvent isoler un secteur ou en limiter grandement l'accès. Lorsque le concepteur désire implanter des entraves pour diminuer la circulation de transit et améliorer la convivialité d'un quartier, ce dernier doit considérer un seuil maximal de parcours pour les résidants. Différents seuils de parcours peuvent s'appliquer pour différents modes de transport. Les entraves deviennent alors perméables aux cyclistes et aux piétons. Ces mesures favorisent la transition vers les modes de transport actifs pour les courts et moyens trajets.

8.3.5 Entretien

Tous les dispositifs, comme tous les éléments du réseau routier, nécessitent un entretien périodique. Les dispositifs permettant d'aménager des aires paysagées demanderont des entretiens réguliers. Par exemple, l'arrosage, le désherbage et la préparation des plantations pour la saison hivernale constituent des entretiens supplémentaires. En

impliquant la population dès le départ dans le processus d'implantation des techniques de modération de la circulation, les citoyens prennent part aux décisions et sont disposés à vouloir participer à l'amélioration de la sécurité dans leur quartier. Ce faisant, les citoyens peuvent s'impliquer dans des programmes d'entretien des aménagements paysagers. Les coûts d'entretien sont alors diminués.

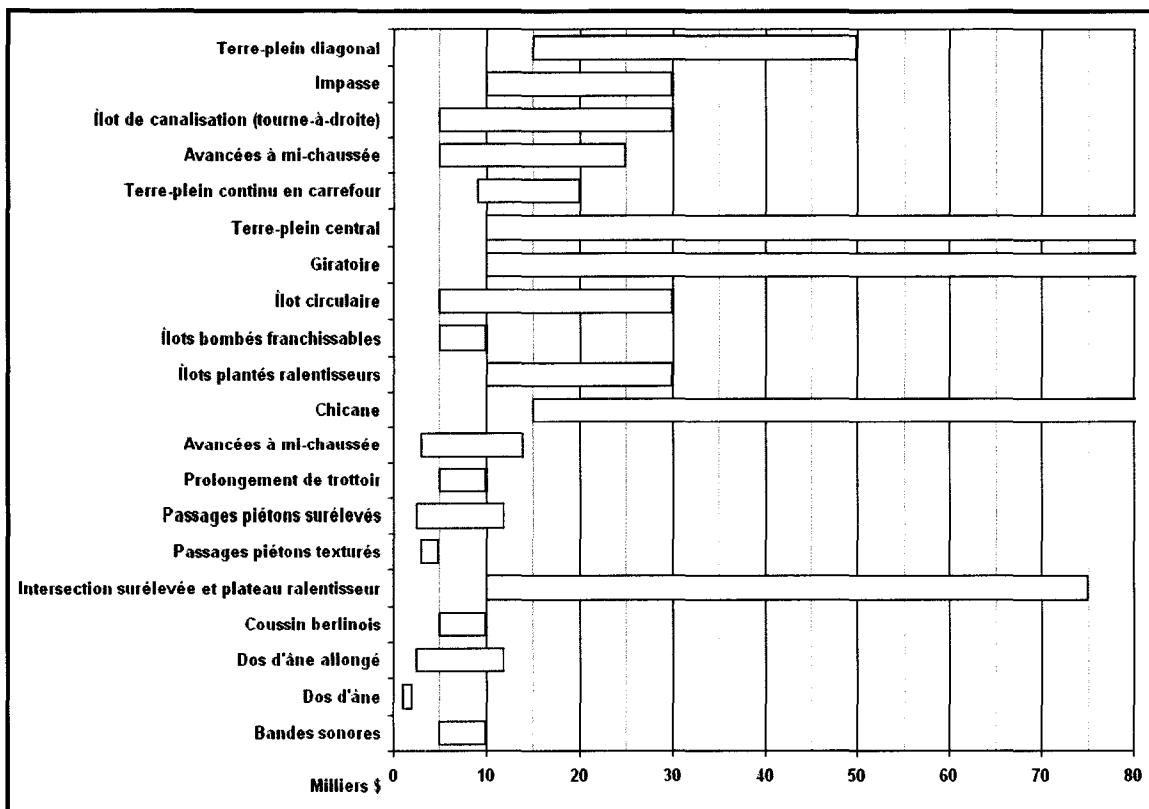
8.3.6 Compatibilité avec les véhicules lourds et le transport en commun

La compatibilité avec les véhicules lourds et le transport en commun des dispositifs utilisés en modération de la circulation est limitée. La présence de véhicules lourds et de transport en commun doit toujours être évaluée avant de prendre la décision d'implanter des dispositifs. Les déviations verticales rendent les trajets inconfortables pour les camionneurs et les usagers du transport en commun. De plus, les déviations latérales devraient être conçues de manière à ne pas gêner la progression des véhicules de plus grande envergure. Toutefois, cette pratique rend les dispositifs moins efficaces sur les véhicules de particuliers. Finalement, les entraves ne sont pas utilisées sur un itinéraire régulier de transport en commun à moins que l'itinéraire soit révisé au préalable.

8.4 Coûts

Les coûts des aménagements en modération de la circulation varient grandement (graphique 4). Bien que les coûts initiaux soient les plus importants, les coûts d'entretien ne sont pas à négliger, notamment ceux pour l'entretien paysager.

En fonction des coûts initiaux, la signalisation demeure le dispositif le moins coûteux. Par contre, son action est limitée. De plus, il demeure difficile d'agir sur la sécurité et sur la vitesse avec la simple utilisation de signalisation.



Graphique 4 Coût des principaux dispositifs

Les déviations verticales, à l'exception des intersections surélevées et des plateaux ralentisseurs, constituent des dispositifs relativement peu coûteux (sous les 15 000 \$). Ainsi, ce type de dispositifs peu s'avérer une solution à faible coût. Les aménagements pour piétons sont également peu coûteux. Par contre, lorsque ces derniers demandent des installations comme des feux pour piétons et un éclairage supplémentaire, les coûts peuvent s'élever rapidement.

À partir du graphique 4, une tendance peut être remarquée pour les déviations latérales et les entraves. Le coût de ces dispositifs est directement tributaire de leur aire. Ainsi, un carrefour giratoire est beaucoup plus dispendieux qu'un îlot circulaire et un îlot circulaire est lui-même plus onéreux qu'un simple îlot bombé franchissable. De plus,

puisque ces aménagements présentent l'occasion d'améliorer l'esthétisme du milieu en y intégrant des aménagements paysagers, leur coût peut différer grandement en fonction des choix de l'équipe de conception.

8.5 Caractéristiques géométriques

Les caractéristiques géométriques des aménagements en modération de la circulation doivent respecter les normes sur les ouvrages routiers. Plusieurs exemples et lignes directrices sont disponibles. Par contre, les professionnels doivent adapter les dimensions aux conditions *in situ* et les caractéristiques de chaque dispositif à son milieu. Un dispositif doit s'intégrer dans un concept d'aménagement pour ne pas paraître artificiel et implanté de manière incohérente. La conception vise à assurer un aménagement sécuritaire qui respecte les lois de la physique et qui ne trompe pas les attentes du conducteur. La conception, en assurant la visibilité, la lisibilité, le confort et la sécurité des aménagements, constitue un bon point de départ. L'environnement routier joue un rôle clé dans l'efficacité des dispositifs à réduire la vitesse et à améliorer la sécurité.

8.6 Choix des dispositifs avec la méthode Procéta

Ce mémoire propose la méthode Procéta qui permet aux professionnels d'utiliser un arbre décisionnel sous la forme de tableaux afin d'identifier les meilleurs dispositifs en TMC en fonction du type de site, des études réalisées, des causes possibles et de la problématique à la base de l'analyse. Procéta constitue une nouvelle méthode misant d'abord sur la problématique en excluant de cette dernière le type de site et son système de gestion de la circulation. Ainsi, la méthode présente plus d'ouverture aux différentes améliorations possibles, moins de répétition et plus de flexibilité en intégrant le type de site seulement au quatrième niveau décisionnel de son processus. Sans être exhaustive, la méthode Procéta est la première méthode associant concrètement des dispositifs en TMC à une problématique bien définie.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Au cours des dernières décennies, l'essor de l'automobile est devenu un facteur important dans l'aménagement du territoire. Le besoin en mobilité a orienté le développement d'un réseau routier surdimensionné. Peu à peu, les rues se sont transformées en route de plus en plus larges et ont entraîné des vitesses de plus en plus élevées. Un besoin grandissant en mobilité s'est installé jusqu'à la dépendance de l'automobile.

La croissance de la mobilité s'est réalisée au profit de l'accessibilité. Les quartiers résidentiels et les agglomérations autrefois tranquilles ont vu apparaître des problématiques de vitesse, de débits, de bruit, d'environnement et de sécurité.

Préoccupées par les problématiques de vitesse et de sécurité, les autorités affichent des limites de vitesses afin de modérer les usagers. Or, le « panneau magique » n'existe pas. L'incohérence entre le milieu, la géométrie de la route et les vitesses affichées est percutante. Le réseau est surdimensionné. Les piétons, les cyclistes et les riverains sont souvent oubliés.

Les techniques de modération de la circulation (TMC) permettent de rétablir l'équilibre entre la mobilité et l'accessibilité. Elles harmonisent l'environnement routier aux milieux de vie et aux principes de sécurité. Les techniques de modération de la circulation ont prouvé leur efficacité tant en Europe, en Australie, aux États-Unis qu'au Canada. Les bénéfices des TMC sont nombreux : diminution de la vitesse, diminution des débits, diminution du niveau sonore, augmentation de la qualité de l'air, amélioration de la sécurité, augmentation de la valeur des propriétés, diminution de la criminalité, augmentation de l'utilisation des modes de transport actifs, valorisation du paysage, contribution au développement commercial, rapprochement des collectivités,

etc. Conçues dans le respect de tous les usagers, les TMC octroient à la population des rues conviviales.

Pour maximiser les bénéfices des TMC, les aménagements doivent être soutenus de toutes parts. Ainsi, les politiques doivent appuyer leur implantation. La législation doit être claire en fonction des comportements à adopter pour chaque dispositif. L'application des règlements doit être rigoureuse. La sensibilisation et l'éducation doivent préparer les individus aux nouvelles conditions routières. La population doit être intégrée dans le processus de consultation et dans le développement des concepts d'aménagements.

Les professionnels ne peuvent travailler en catimini au développement d'un projet intégrant les TMC. Les connaissances menant à l'efficacité des aménagements sont simplement trop diversifiées. Notamment, le développement d'un projet intègre les éléments de sécurité, le contrôle des vitesses, la connaissance du réseau, l'éclairage, les caractéristiques des matériaux, le drainage, les itinéraires des différents services à la population, la lisibilité du paysage, l'urbanisme, les contraintes législatives, les communications, l'éducation et le respect des attentes des usagers. L'implantation des TMC fait l'objet d'un processus rigoureux où de nombreux intervenants participent dans le but de satisfaire toutes les parties prenantes d'un projet.

Les TMC s'appliquent surtout en milieu urbain, en milieu suburbain et en traversée d'agglomération. En fonction de la nécessité de former une équipe multidisciplinaire et en fonction des ressources disponibles pour mener à bien un projet, les villes et plus particulièrement les petites municipalités du Québec sont démunies. Un besoin urgent de gouvernance de l'état envers les municipalités qui désirent améliorer la sécurité de leur réseau se matérialise. Présentement, aucun incitatif et aucun support n'est offert aux municipalités.

De nombreux dispositifs peuvent être intégrés dans l'aménagement d'un secteur. Les déviations verticales, les aménagements pour piétons, les déviations latérales, les entraves, la signalisation et les autres aménagements sont d'ailleurs plus efficaces lorsqu'ils sont rythmés dans un secteur défini. Pour que l'efficacité de chaque dispositif soit maximale, chacun doit être utilisé en fonction de son applicabilité, de ses avantages et de ses inconvénients. L'implantation d'un dispositif modérateur de la circulation se planifie en fonction de plusieurs considérations.

À ce titre, la méthode Procéta a été développée afin de permettre aux professionnels d'identifier les dispositifs en TMC les plus aptes à être utilisés en fonction du type de site, des études et des analyses réalisées, des causes identifiées et de la problématique à la base du projet. Sans être exhaustive, la méthode Procéta est la première méthode associant concrètement des dispositifs en TMC à une problématique bien définie. La méthode présente une grande ouverture aux différentes améliorations possibles, peu de répétition et beaucoup de flexibilité. Ainsi, la méthode guide les professionnels dans le choix du ou des dispositifs les mieux adaptés.

Une fois que le type de dispositif est choisi, un professionnel doit concevoir la géométrie de l'aménagement. Or, bien qu'il existe quelques lignes directrices pour la conception des ouvrages, peu de documents traitent de tous les aspects des TMC. De plus, le Québec est loin derrière le Canada et de nombreux autres pays en ce qui concerne les expériences en TMC. Peu de projets ont été réalisés et leurs résultats sont rarement publiés. Les techniques de modération de la circulation devraient faire l'objet d'un guide québécois étoffé à partir duquel l'équipe de conception serait en mesure d'établir les caractéristiques de l'aménagement. Ce guide devrait rassembler les interventions ponctuelles qui ont été réalisées au Québec, divulguer leurs caractéristiques et leurs effets sur la vitesse, sur les débits, sur la sécurité, sur l'entretien, sur l'accessibilité, sur tous les types d'usagers et sur les riverains. En ce sens, le Québec doit rétablir les fonds

pour la recherche en sécurité routière et développer de réelles mesures afin d'améliorer la cohérence « vitesse - environnement » de son réseau routier.

Trop souvent, les coûts importants des TMC sont évoqués afin de délaisser les projets. Or, tel que démontré précédemment, les bénéfices de l'application des TMC au Québec pourraient atteindre 220 millions de dollars par année. De plus, en intégrant systématiquement une évaluation du besoin en aménagements modérateurs de la circulation lors de la préparation des projets de réfection d'une route, le développement intégré du concept permettrait d'économiser sur la mise en œuvre, d'optimiser l'efficacité des dispositifs et d'améliorer l'environnement routier. En ce sens, une volonté politique et des campagnes d'information doivent appuyer l'émergence et l'importance des TMC en fonction des gains en sécurité qu'elles procurent. L'amélioration du réseau routier ne doit plus être perçue comme une dépense pour une Ville ou un Ministère, mais comme un investissement pour la société.

ANNEXE 1

Niveaux d'application

Table I
A Framework for Classifying Traffic Calming Measures
(The Traffic Calming Matrix, or 'Darwin Matrix')

Scope of Measure	Type of Measure	
	Physical/Environmental ('Techniques') ⁽¹⁾	Social/Cultural/Attitudinal ('Ethos') ⁽²⁾
Local (street or neighborhood)	Level I traffic calming techniques: <i>Most reported speed and accident physical countermeasures; NTM; Low-speed street design</i>	Level I social change: <i>Neighborhood Speed Watch⁽⁴⁾; Community action; Attitudinal change⁽⁵⁾</i>
Intermediate (zone, traffic corridor, regional road)	Level II traffic calming techniques: <i>Environmentally-adapted through roads (Denmark); Shared zones, lower-speed zones; Pedestrianized shopping precincts; Bike lanes; Transit lanes; Corridors; Road pricing (precinct); Parking policies</i>	Level II social change: <i>Voluntary behaviour change: mode choice, speed⁽⁶⁾ Acceptance of provisions for cyclists.</i>
City-wide	Level III traffic calming techniques: <i>Travel Demand Management; Transport System Management; Total system measures (fares policy, city-wide road pricing, bike systems etc); Manipulation of urban form and structure; Parking policies</i>	Level III social change ⁽³⁾ : <i>Cultural change⁽⁷⁾; Cycling culture; Loss of choice (e.g. energy constraints, significant drop in living standard)⁽⁸⁾; Population decline⁽⁹⁾; Futurology⁽¹⁰⁾</i>

Footnotes:

- (1) These include all the physical and management measures taken to control the level, route and speed of traffic - i.e. the techniques available to the responsible authorities to intervene in the traffic system.
- (2) These include both measures taken deliberately to induce a change in community attitude and behaviour, and societal changes that may not be related directly to traffic matters. Note that so far there is very little evidence that social/cultural attitudes to traffic and travel can in practice be engineered towards specific states, although clearly there are continual spontaneous changes in attitudes, partly in response to physical and operational conditions in the transport/urban system.
- (3) These may not all be deliberate or voluntary.
- (4) Local informal supervision of speeds in neighborhoods, with links to police (similar to Neighborhood Watch).
- (5) eg. widespread recognition that residential streets are different to traffic routes, and require different behaviour.
- (6) eg. drivers automatically drop speeds in school zones, or choose alternative modes.
- (7) Including choice of different lifestyle, eg. higher density 'walking' cities, or drop in the perceived value of time.
- (8) Changes in attitudes to travel due to crisis conditions such as war, collapse of the economic system, shortage of fossil fuels with no adequate substitutes etc.
- (9) There are signs that the rate of increase in traffic growth in some countries (eg. the USA) is decreasing, i.e. the curve of traffic growth is flattening off. Commentators are now suggesting that once the limits of car ownership and daily travel per person are reached, the amount of traffic is directly related to the population. A decline in birthrate and immigration could correspond to a drop in population and traffic.
- (10) Some see the solution to urban traffic in high-tech transport and communications developments. Information technology is being taken seriously, for instance. Others visualise a kind of transformation of humans and society, which would be reflected in the ways in which we transact and accept regulation.

(Source : Brindle, 1997)

ANNEXE 2

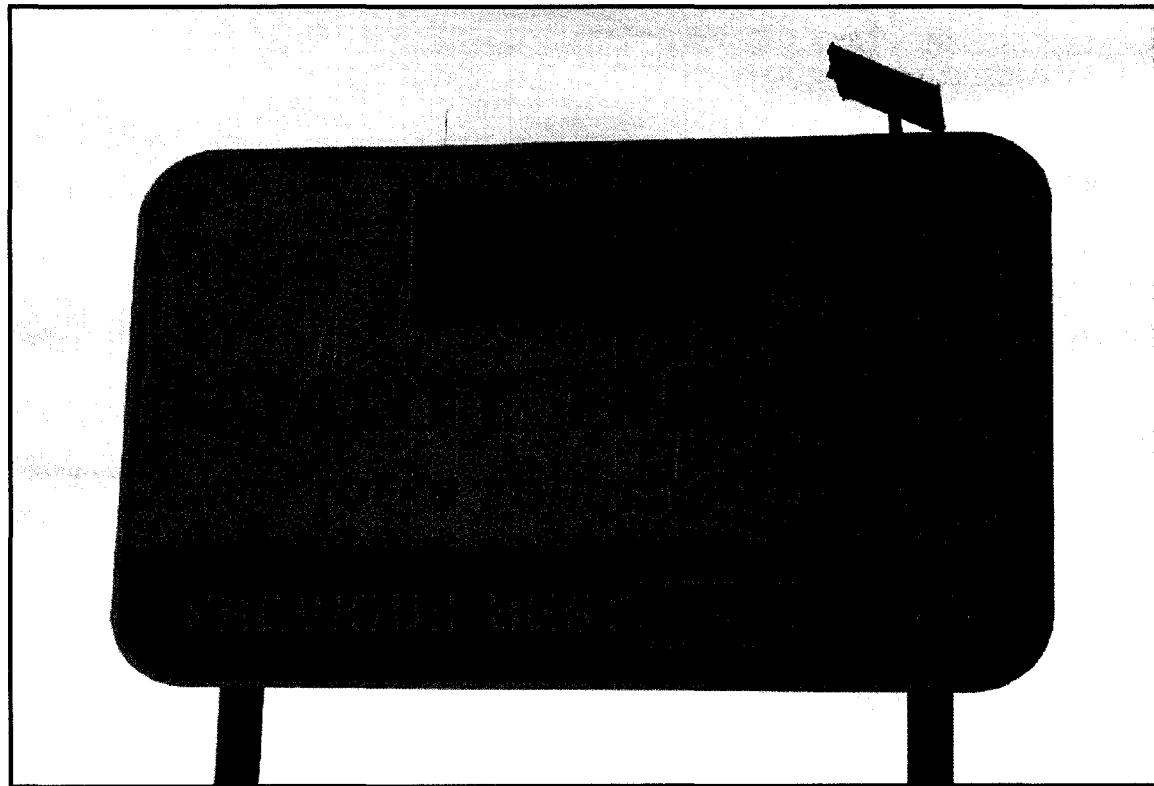
Exemple de publicités sur la sécurité routière

Assis sur une plage de la côte est des États-Unis, les touristes voient défiler une banderole tractée par un aéronef. Cette banderole présente une voiture et un piéton dans deux losanges jaunes distincts rappelant la signalisation de danger. De plus, l'inscription sur la banderole pourrait être traduite comme suit : « La sécurité routière, une responsabilité qui se partage ».



(Photographie : Clyde Crevier)

Un panneau d'affichage en Australie informe les usagers du nombre de jours consécutifs sans accident mortel.



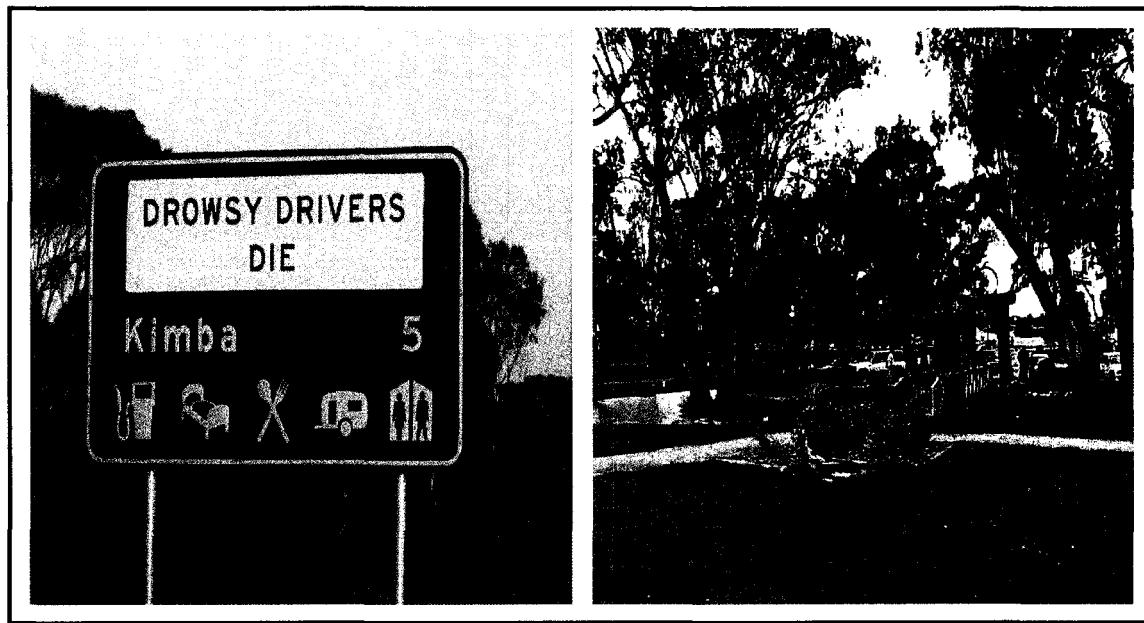
(Source : Allan, 2005)

Une publicité percutante sur la fatigue au volant est menée dans un parc urbain en Australie.



(Source : Allan, 2005)

Le panneau présente les services offerts à la prochaine sortie et informe les conducteurs que de conduire en état de fatigue met leur vie en danger.



(Source : Allan, 2005)

ANNEXE 3

Image du portail Internet du projet « Tatouceinture »



(Source : Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2006)

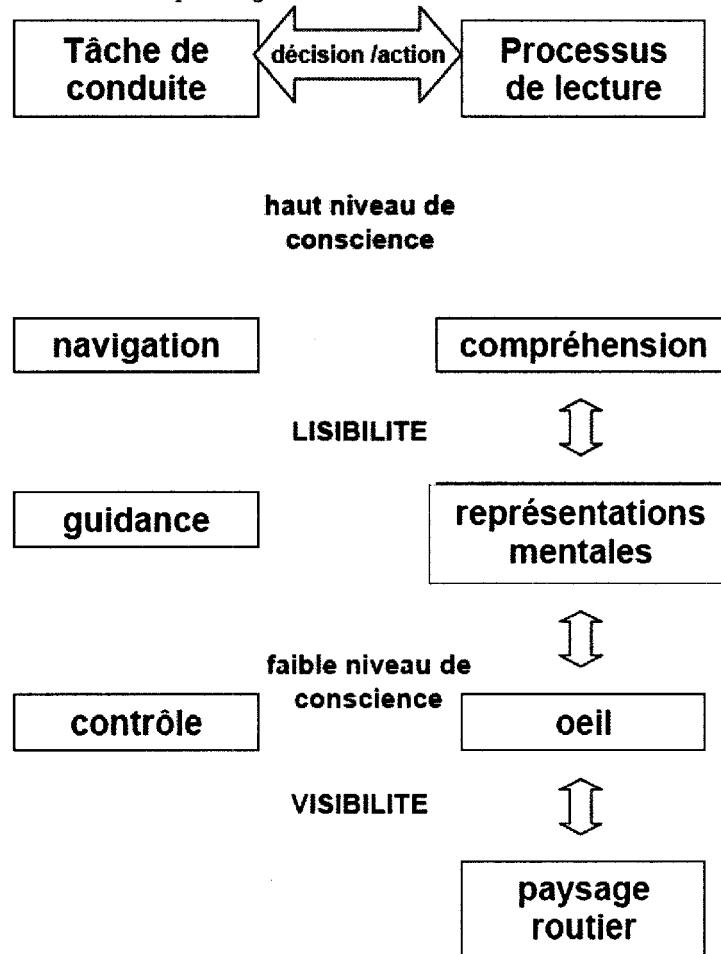
ANNEXE 4

Tâche de conduite

Quelques données sur les activités du conducteur utiles à la définition des séquences – Point sur la recherche

Décomposition de la tâche de conduite

Croquis : les degrés de conscience des activités de la tâche de conduite

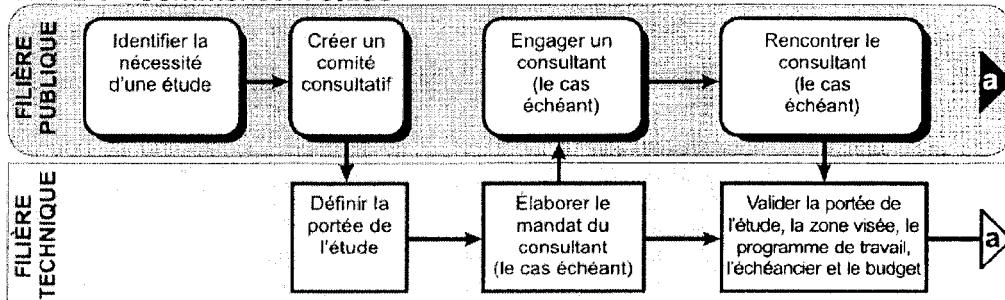
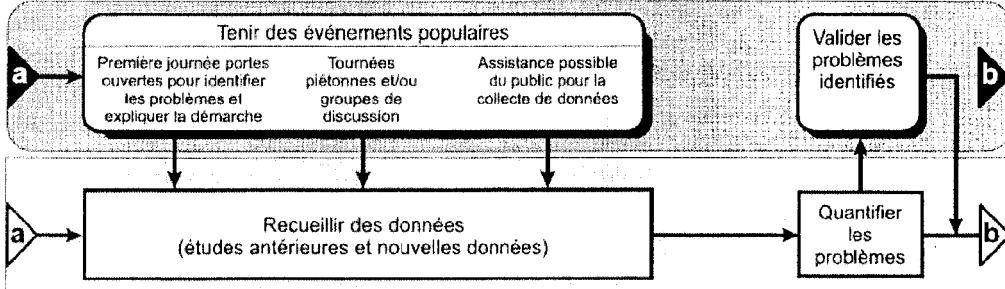
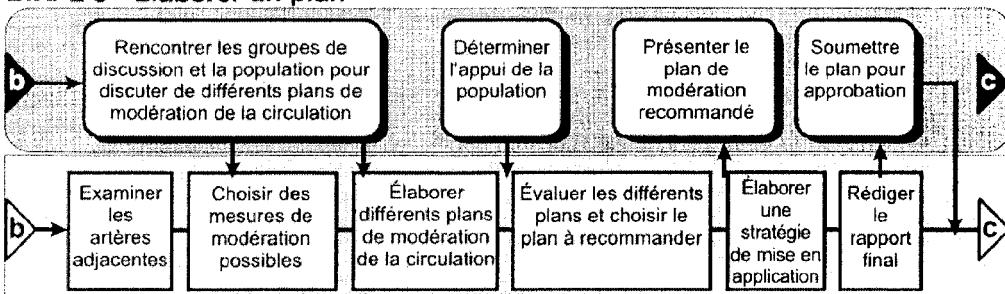
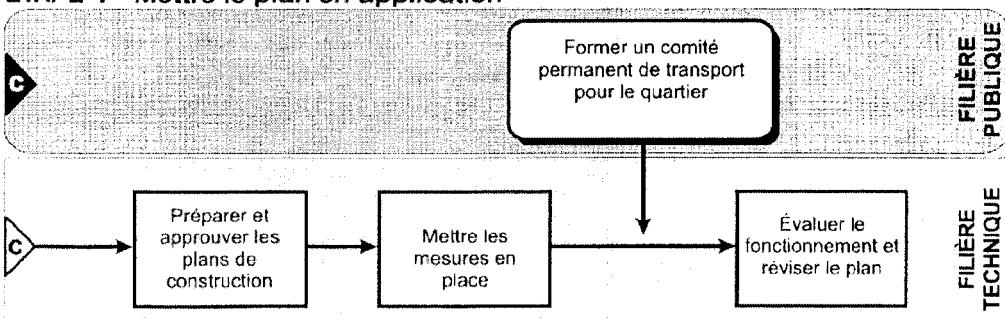


La tâche de conduite est composée de trois activités¹ :

- l'activité de contrôle (contrôle à très court terme de la trajectoire : vitesse et direction),
- l'activité de guidance (régulation de distance/temps dans l'adaptation de la trajectoire aux contraintes spatiales telles que le tracé ou le trafic, à l'occasion des dépassements, croisements, franchissements d'intersections),
- la navigation (planification du parcours, suivi, recherche et choix d'un itinéraire).

ANNEXE 5

Processus type d'étude d'aménagement de rues conviviales selon l'ATC

FIGURE 1.1 PROCESSUS TYPE D'ÉTUDE D'AMÉNAGEMENT DE RUES CONVIVIALES**ÉTAPE 1 - Commencer l'étude****ÉTAPE 2 - Identifier les problèmes****ÉTAPE 3 - Élaborer un plan****ÉTAPE 4 - Mettre le plan en application**

Note: Il faudrait tenir des réunions du comité consultatif avant chaque journée portes ouvertes afin d'en valider les objectifs, la formule de la réunion et le matériel qui y sera présenté.

(Source : Association des Transports du Canada, 1998)

ANNEXE 6

**Éléments que doit contenir une expertise
pour être soumise à l'autorité cantonale en Suisse**

En Suisse, lorsqu'une communauté désire implanter une zone à vitesse limitée, elle doit produire et présenter une expertise à l'autorité cantonale ayant les compétences requises pour évaluer le plan d'aménagement des différents dispositifs ainsi que leurs impacts.

Cette expertise doit contenir :

- La description des objectifs que l'instauration de la zone doit permettre d'atteindre;
- Un plan d'ensemble montrant la hiérarchie des routes d'une localité ou de parties de celle-ci, hiérarchie définie en vertu du droit de l'aménagement du territoire;
- Une évaluation des déficits existants ou prévisibles en termes de sécurité ainsi que des propositions de mesures permettant de les supprimer;
- Des indications sur le niveau actuel des vitesses (vitesse 50 % V50 et vitesse 85 % V85);
- Des indications sur les qualités actuelles et les qualités souhaitées du lieu en tant qu'habitat, cadre de vie et site économique, y compris les attentes en termes d'affectation;
- Des considérations sur les effets possibles de la mesure projetée sur l'ensemble de la localité ou sur certains de ses quartiers, ainsi que des propositions visant à éviter d'éventuels effets négatifs;
- Une liste et une description des mesures nécessaires pour atteindre les objectifs visés.

(Liste intégrale tirée de Association Transports et Environnement et Fonds de Sécurité Routière, 2002b)

ANNEXE 7

Principes de gestion de la circulation locale de la ville d'Ottawa

Principes de gestion de la circulation locale

(Texte intégral de la Ville d'Ottawa, 2006)

La Ville reconnaît que la vitesse et le débit de la circulation de même que le comportement des automobilistes dans les quartiers représentent d'importantes sources de préoccupations pour certains résidants, et que les mesures de gestion de la circulation locale peuvent améliorer la sécurité et la qualité de vie de la population. La présente section recommande un certain nombre de principes devant guider le processus de gestion de la circulation locale, lesquels sont classés par catégories selon trois grands objectifs : l'égalité au sein des communautés, l'efficacité et l'efficience. Ces objectifs sont décrits dans les sections qui suivent.

Égalité entre les communautés

La gestion de la circulation locale devrait assurer le traitement équitable et uniforme de toutes les personnes qui circulent dans les rues d'Ottawa ou qui sont touchées par l'utilisation qui est faite du réseau routier.

Principe 1 : Définir et suivre un processus cohérent. Les résidants ont le droit de savoir comment la Ville compte répondre à leurs préoccupations. L'égalité suppose des processus de gestion de la circulation locale clairement définis et appliqués de façon cohérente, ce qui signifie qu'il faut non pas uniformiser à outrance, mais utiliser une méthodologie éprouvée qui tienne compte des similitudes et des différences entre les situations.

Principe 2 : Privilégier une planification sensée. La Ville devrait suivre les principes généralement reconnus de « planification sensée » : envisager un éventail de solutions, évaluer les options de façon systématique, consulter les parties en cause et consigner les

résultats par écrit. Ce processus devrait être transparent, approfondi, compréhensible et exhaustif.

Principe 3 : Reconnaître les différents intérêts. Une foule d'usagers, qu'il s'agisse des piétons et des cyclistes ou encore des conducteurs de véhicules motorisés (voitures, camions, autobus, véhicules d'urgence et d'entretien), empruntent le réseau routier d'Ottawa pour se déplacer. Par ailleurs, les rues ont une incidence sur les résidants, entreprises et établissements des environs. Tous ces groupes ont des intérêts divergents mais tout aussi importants, dont la Ville doit tenir compte dans la prise de décisions concernant l'aménagement matériel des routes et la réglementation de la circulation.

Principe 4 : Reconnaître les divers rôles des rues : Les rues d'Ottawa contribuent grandement à l'essor de notre communauté et assurent une fonction de transport. La priorité accordée aux différents intérêts sur une rue varie selon le contexte communautaire et le type de rue. Il importe de tenir compte de ces deux facteurs pour proposer des solutions efficaces aux problèmes de gestion de la circulation locale.

Contexte communautaire : Le contexte communautaire d'une rue correspond aux usages qui sont faits des terrains adjacents, au caractère qui distingue le quartier et à la façon dont la communauté utilise la rue.

Types de rues : La Ville définit généralement les rues d'après leur fonction de voie publique. Elles peuvent faire partie du réseau de voies destinées aux cyclistes, aux piétons ou au transport en commun. Le Plan directeur des transports adopté par la Ville classe les rues en quatre catégories selon la façon dont elles répondent aux besoins de déplacement et d'accès. Les quatre types de rues ainsi reconnus sont les suivants : *artères, routes collectrices principales, routes collectrices et rues locales*.

Principe 5 : Préserver l'accès au sein de la communauté. Les mesures de gestion de la circulation locale devraient tenir compte des besoins en matière d'accès des résidants, travailleurs, étudiants, visiteurs et clients d'entreprises du quartier.

Principe 6 : Consulter toutes les parties en cause. La participation de la population et les partenariats communautaires sont des éléments essentiels des initiatives de gestion de la circulation locale. Ils sont utiles parce qu'ils permettent non seulement de cerner les problèmes, de suggérer des éléments de solution et d'évaluer les options proposées, mais aussi de s'assurer que les résidants entérinent la solution retenue, ce qui est une condition essentielle de son succès à long terme. L'importance pour la Ville d'inviter les personnes concernées par les activités de la rue et celles qui ont besoin de l'utiliser à participer au processus ne saurait donc être sous-estimée. En règle générale, les parties en cause englobent résidants, associations communautaires, propriétaires d'entreprise, administrateurs d'école, piétons, cyclistes, conducteurs, de même que les fournisseurs de services de transport en commun, d'urgence et d'entretien.

Principe 7 : Assurer l'égalité de l'accès aux ressources. Tout en reconnaissant que certaines communautés veulent [...] et peuvent investir dans l'infrastructure de leur quartier, la Ville doit assurer l'égalité entre les communautés, et devrait chercher à résoudre les problèmes (y compris en ce qui a trait à l'allocation de ressources consacrées à l'examen de ces problèmes) selon le besoin plutôt que selon la capacité de payer. La Ville a la responsabilité de financer les processus d'étude et l'élaboration de solutions pour la gestion de la circulation locale. Elle peut cependant envisager de recourir au financement communautaire (comme le processus associé à la Loi sur les aménagements locaux) pour faire progresser la concrétisation de mesures déjà approuvées et jugées prioritaires.

Efficacité

La gestion de la circulation locale devrait permettre de régler efficacement les problèmes tout en réduisant le plus possible ou en atténuant les effets secondaires connexes.

Principe 8 : Confirmer les problèmes avec objectivité. La Ville doit optimiser sa capacité de justifier, de prédire et d'évaluer l'efficacité des solutions possibles aux problèmes de gestion de la circulation locale. L'observation ainsi que la collecte et l'analyse de données devraient permettre de déterminer de façon impartiale la nature et la gravité des préoccupations concernant la circulation dans un quartier. La Ville reconnaît cependant que certains enjeux relatifs à la qualité de vie sont difficiles à jauger.

Principe 9 : Utiliser les bons outils pour effectuer le travail. Les initiatives de gestion de la circulation locale devraient tenir compte de l'efficacité potentielle de toutes les mesures envisageables dans le domaine de la gestion de la circulation locale, et appliquer celles ci de façon cohérente, conformément aux lignes directrices et aux normes acceptées.

Principe 10 : Améliorer les déplacements non motorisés. Les mesures visant à atténuer les répercussions des véhicules motorisés dans un quartier devraient également chercher à accroître (ou du moins à préserver) la sécurité, le confort et la commodité associés à la marche, au vélo et au transport en commun. Des compromis peuvent être nécessaires pour concilier les divers modes de déplacement qui coexistent dans les rues d'Ottawa, et la priorité accordée à chaque mode peut varier selon le type de rue, l'usage principal qui en est fait, et le milieu environnant.

Principe 11 : Régler les problèmes et non les déplacer. La Ville devrait éviter les mesures qui ont pour conséquence de dévier la circulation vers d'autres rues de la communauté ou d'une communauté voisine ayant des caractéristiques semblables (p. ex.,

d'une rue locale à une autre), ou encore qui engendrent des problèmes comme les excès de vitesse ailleurs. Dans certains cas, il peut être souhaitable d'orienter la circulation vers des rues plus en mesure de l'absorber, comme des artères.

Principe 12 : Protéger l'intérêt public. Pour protéger l'intérêt public, toutes les initiatives de gestion de la circulation locale doivent respecter les mêmes normes d'égalité, d'efficacité et d'efficience. Pour être acceptées par la communauté élargie, les initiatives de gestion de la circulation locale doivent être appliquées de façon cohérente, de manière à établir un équilibre entre les intérêts du grand public et celui des parties en cause. Il incombe à la Ville de s'assurer que les responsables des initiatives respectent cet équilibre. Les plans proposés par une communauté doivent être examinés pour en assurer la conformité avec les exigences en matière de présélection et d'établissement de priorités de même qu'avec les seuils approuvés dans les présentes lignes directrices.

Principe 13 : Assurer la surveillance et réaliser les évaluations nécessaires. La Ville devrait contrôler les mesures de gestion de la circulation locale, en évaluer l'efficacité et faire part des résultats obtenus à la communauté. L'évaluation doit comprendre des recommandations concernant d'éventuels changements à apporter au Plan.

Efficience

Les initiatives de gestion de la circulation locale devraient avoir pour but de produire le plus grand nombre d'avantages possible à partir des ressources disponibles.

Principe 14 : Adopter une approche sensée pour régler les problèmes. Aux étapes de la planification, la Ville devrait envisager des mesures simples et économiques avant de se tourner vers les options plus complexes et plus coûteuses. Cette façon de procéder permet de résoudre les problèmes tout en réduisant les risques d'effets secondaires, les coûts pour la Ville (y compris les dépenses d'exploitation et d'entretien), les coûts pour les usagers de la route, les émanations des véhicules et les réactions négatives du public.

Principe 15 : Classer les problèmes et les solutions par ordre de priorité. L'ordre dans lequel la Ville se penche sur les problèmes de circulation locale devrait correspondre à la gravité de ces problèmes et à la capacité de la Ville d'en confirmer l'existence. Une fois approuvées, les mesures de gestion de la circulation locale devraient être classées selon un ordre de priorité permettant d'assurer une utilisation optimale des ressources.

Principe 16 : Saisir les occasions qui se présentent. La Ville devrait examiner la nécessité et la possibilité de faire coïncider la mise en œuvre des mesures de gestion de la circulation locale avec les projets de réfection de la chaussée. Même si elle représente un moyen économique d'améliorer la sécurité et la qualité de vie, cette façon de procéder ne devrait cependant pas empêcher indûment la Ville de régler les problèmes les plus urgents, ni de suivre un processus de planification sensée qui soit transparent, approfondi, compréhensible et exhaustif. Compte tenu des échéanciers très longs souvent associés au processus de planification de la gestion de la circulation locale, il faut pour ce faire que les possibilités soient définies bien avant le début des travaux prévus.

Principe 17 : Ne pas créer de problèmes. La Ville devrait s'assurer que les nouvelles rues et celles qui sont reconstruites sont conçues de manière à réduire le plus possible les risques de problèmes futurs de gestion de la circulation locale.

ANNEXE 8

Articles sur l'implantation de terrasses dans les aires de stationnement sur rue

Drummondville songe à élargir les terrasses

Au centre-ville

- Lise Tremblay -
Sécurité et aménagement

Le projet pilote des terrasses s'est révélé positif, la Ville de Drummondville songe maintenant à proposer plus d'espace aux commerçants des rues Marchand et Heriot, qui souhaitent au moins offrir, d'une façon permanente, des aires supplémentaires de détente à leur clientèle.

Jusqu'à maintenant, trois commerces sont ciblés : le Café Morgane, le Bistro Saint-Georges et le Café Marier.

Vraisemblablement, les commentaires qu'ils ont

recueillis au cours de l'été indiquent que les gens étaient heureux de bénéficier, enfin, de terrasses comme c'est le cas dans d'autres villes au Québec. C'est donc pour satisfaire cette clientèle et les commerçants que la Ville de Drummondville a récemment décidé d'élaborer un plan de réaménagement en vue d'élargir les trottoirs de ces rues.

Si le conseil municipal accepte le projet (vers le printemps prochain), les «nouveaux» espaces de terrasses auront la même largeur que les aires de stationnement actuels.

Page 14



(Photo : Ghyslain Bergeron)

(Source : Tremblay, 2006b)

ACTUALITÉS

Des terrasses permanentes l'été prochain?

Centre-ville

- Lise Tremblay -
Sécurité et aménagement

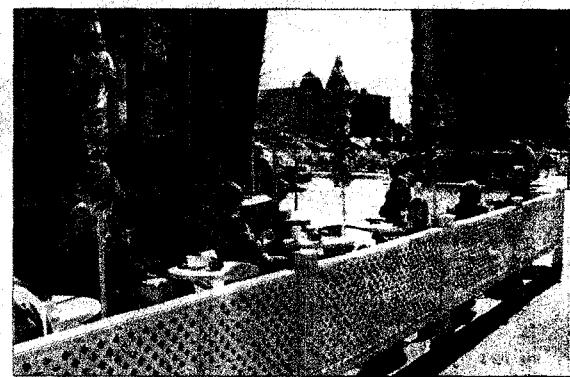
La Ville de Drummondville, qui a mené l'été dernier un projet pilote concernant la mise en place de terrasses au centre-ville, songe sérieusement à l'idée de donner plus d'espace aux commerçants qui désirent installer des chaises et des tables le long des rues Marchand et Heriot.

On se souviendra qu'en juin dernier, la Ville avait donné un avis de motion autorisant l'utilisation de la voie publique comme terrasses, et ce, pour trois établissements du centre-ville, soit le Café Morgane, le Bistro Saint-Georges et le Café Marier.

«Le projet pilote s'est révélé très positif. Il y a vraiment eu beaucoup d'achalandage l'été dernier et, surtout, les commerçants ont beaucoup aimé cela. Par rapport à cela, nous sommes justement en train de concevoir un plan de terrasses permanentes pour l'été prochain. Il s'agit en fait du réaménagement des rues Heriot et Marchand. On voudrait élargir les trottoirs. Ils devraient être de la même largeur que les espaces de stationnement présentement, mais ces espaces redeviendront disponibles à la Fête du travail», a révélé Véronique Larose, conseillère en urbanisme au Commissariat au commerce de la Ville.

Bien sûr, tout cela est du domaine du possible puisque d'ici le printemps prochain, le conseil municipal analysera le dossier et l'adoptera, s'il le juge pertinent.

Le projet pilote des terrasses s'étant révélé positif, la Ville de Drummondville évalue maintenant la possibilité d'en aménager des permanentes. (Photo : Ghyslain Bergeron)



Des commerçants satisfaits
De toute évidence, les commerçants cibles souhaitent que le projet des terrasses se poursuive l'été prochain.
«La terrasse a apporté beaucoup de visibilité à mon commerce. Les gens se sont finalement aperçus que nous offrons maintenant du café et de la crème glacée! L'expérience a été très positive pour moi et j'espère que le projet des terrasses ne sera pas abandonné, car nous avons une belle ville et il ne nous manquait que cela. Ce qui est intéressant avec les terrasses, c'est qu'elles invitent les gens à venir marcher au centre-ville, car ils savent qu'ils pourront prendre un café chez Morgane, une bière au bistro ou une crème glacée chez nous», a commenté Sylvie Desjardins, propriétaire du Café Marier.

Rappelons enfin qu'avec cette idée de terrasse, le conseil municipal avait comme objectif d'accroître la vitalité autour du parc Saint-Frédéric, le cœur du centre-ville drummondvillois.

(Source : Tremblay, 2006a)

ANNEXE 9

Points de conflits de différents types de carrefour



NORME

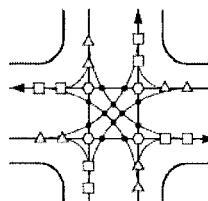
CARREFOURS PLANS

Sous-ministre adjointe
Direction générale des
infrastructures et des technologies

Alain Leclerc
Alain-Marie Leclerc, ing., M. Ing.

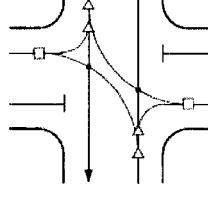
Tome	I
Chapitre	8
Page	9
Date	2003 04 15

Carrefour à quatre branches
approche à voie simple
sans feux



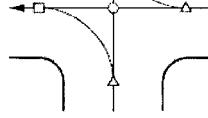
Conflits possibles	
△ Divergence	8
□ Convergence	8
○ Cisaillement	4
● Virage	12
Nombre de conflits	
	32

Carrefour à quatre branches
approche à voie simple
avec feux



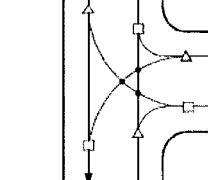
Conflits possibles	
△ Divergence	4
□ Convergence	2
○ Cisaillement	0
● Virage	2
Nombre de conflits	
	8

Carrefour à quatre branches
rue à sens unique
sans feux



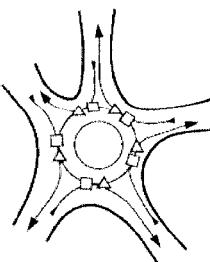
Conflits possibles	
△ Divergence	2
□ Convergence	2
○ Cisaillement	1
● Virage	0
Nombre de conflits	
	5

Carrefour à trois branches
approche à voie simple
sans feux



Conflits possibles	
△ Divergence	3
□ Convergence	3
○ Cisaillement	0
● Virage	3
Nombre de conflits	
	9

Carrefour giratoire à cinq branches
approche à voie simple
sans feux



Conflits possibles	
△ Divergence	5
□ Convergence	5
○ Cisaillement	0
● Virage	0
Nombre de conflits	
	10

Figure 8.3-2
Conflits aux carrefours

(Source : Ministère des Transports du Québec, 2006a)

ANNEXE 10

Schéma d'aménagement en îlogrammes



Novembre 2004

LE POINT EN RECHERCHE

Série socio-économique 04-038

SCHÉMAS D'AMÉNAGEMENTS EN ILOGRAMMES À STRATFORD (ONTARIO)

INTRODUCTION

C'est en 1834 que John MacDonald créait le plan de la ville de Stratford et qu'il situait le centre-ville au point de convergence des quatre cantons, avec quatre artères principales rayonnant de ce point central. Stratford a vu sa population croître depuis, et dans la ville contemporaine de Queen's Park, les jardins shakespeariens, les théâtres de renommée internationale et le centre-ville dynamique qui longe la rivière Avon ont engendré une qualité de vie et un sentiment d'appartenance exceptionnels pour une collectivité de la taille de Stratford.

Plus récemment, la ville de Stratford, s'efforçant de conserver sa vitalité et sa fonctionnalité, s'est intéressée à un nouveau modèle d'aménagement urbain, l'ilogramme, dans le cadre d'une expansion planifiée pour tenir compte de la croissance prévue de la ville.

Contexte de planification à Stratford

En 2002, la population de Stratford était supérieure à 30 000 personnes et elle maintenait un taux de croissance uniforme de 1 % par année, comme c'est le cas depuis 1988, et on prévoit que ce taux de croissance se poursuivra jusqu'en 2013.

En décembre 2000, un décret a été adopté pour procéder à l'annexion, par étapes échelonnées sur plusieurs années, des zones périphériques de la ville. Le Northeast Secondary Plan prévoyait donner suite aux résultats de l'étude élargie portant sur le sous-bassin hydrographique Court Drain Sub-Watershed, de manière à traiter des contraintes actuelles en matière de transport dans les zones bâties, et à répondre à la vision des résidents à l'égard de cette nouvelle collectivité en matière de choix de logements et de densité, de liens entre les sentiers communautaires, de la préservation de l'environnement et d'un appui permanent au centre-ville.

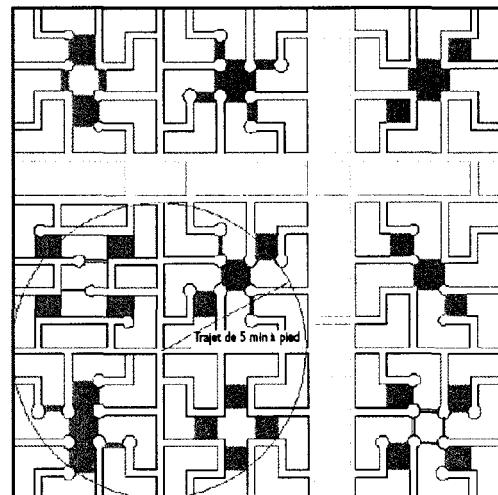


Figure 1 : Le concept de l'ilogramme

Modèles d'aménagements urbains

Le nouvel urbanisme (NU), une formule récente d'aménagement de recharge de collectivités résidentielles, favorise la création de quartiers compacts et l'interaction sociale dans les centres-villes à usages mixtes. Le principe a été appliqué dans des collectivités dotées d'un plan officiel comme celles de Kendands au Maryland et de Celebration en Floride. On trouve un certain nombre d'aménagements au Canada fondés sur les préceptes du nouvel urbanisme, dont Cornell, à Markham (Ontario) et le Village à Niagara-on-the-Lake (Ontario). Bien que le mouvement de nouvel urbanisme ait acquis

ses lettres de noblesse parmi les architectes et les urbanistes des villes, les représentants municipaux ont été moins enclins à épouser les éléments clés du nouvel urbanisme. Les services de travaux publics, par exemple, soulèvent constamment des inquiétudes au sujet des coûts et de la logistique associés à l'enlèvement de la neige et de la collecte des ordures dans les ruelles arrière. Ses détracteurs questionnent le coût des infrastructures et de l'entretien par rapport aux bénéfices engendrés, de même que son efficacité à répondre aux attentes des consommateurs.

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) mène des recherches dans le domaine de l'aménagement des collectivités qui répondent à des objectifs de durabilité, comme les faibles répercussions sur l'environnement et l'abordabilité. Ces recherches visent à déterminer les principes qui améliorent la qualité de la vie en milieu suburbain, de manière à créer un meilleur équilibre entre les mouvements des piétons et ceux des automobilistes, et à fournir la possibilité de prévoir des espaces verts publics. C'est ce qui a mené à l'examen des plans d'aménagements résidentiels fondés sur un schéma de rues en boucle et en cul-de-sac formant des quadrillatères modifiés. Le concept a pour objectif de fournir un niveau élevé d'interconnexion et une facilité d'orientation, lesquels sont souvent absents dans les schémas de rues classiques de type suburbain et curviligne, et de rationaliser la hiérarchie des rues pour améliorer l'efficacité de la circulation. Ce genre de plan se nomme ilogramme.

L'ilogramme

L'ilogramme est le résultat de la synthèse de deux concepts nord-américains en matière d'aménagement de quartiers résidentiels : le quadrilatère classique du 19^e siècle, et le schéma curviligne de rues en boucle et en cul-de-sac des banlieues modernes. L'ilogramme a pour objectif d'assurer un certain équilibre entre les mouvements de véhicules et des piétons, et de créer des rues sûres et agréables, de même qu'un accès facile aux installations communautaires. Ces objectifs sont atteints, tout en conservant les avantages des plans d'aménagements classiques en matière d'utilisation des sols et des infrastructures, comparativement au quadrilatère classique prôné par le concept du nouvel urbanisme.

L'ilogramme (figure 1) consiste en un réseau à grande échelle (1/2 mile) de rues collectrices, qui relient la circulation locale aux artères. Quatre zones d'environ 40 acres chacune (environ 1 300 pi sur 1 300 pi) forment quatre quartiers distincts. Au sein de chaque quartier, la disposition des rues résidentielles en forme de croissants élimine le trafic de transit. De plus, un réseau d'espaces publics continu à l'intention des piétons fournit un accès direct aux parcs, aux transports en commun, aux commerces de vente au détail et aux installations communautaires. Les résidents peuvent traverser un quartier à pied dans environ 5 minutes. Les utilisations du sol intensives comme les écoles, les installations communautaires, les usages résidentiels à densité élevée, et les commerces de vente au détail sont situés entre deux rues collectrices ou artères parallèles qui pourraient être reliées, au besoin. Le plan engendre une circulation routière plus efficace, sans compromettre la sécurité et la commodité pour les piétons.

Le Northeast Secondary Plan

Le schéma en ilogrammes a été mis en œuvre à titre de solution de rechange pour la région sous étude dans le *Northeast Secondary Plan* de la ville de Stratford, afin de le comparer à deux autres modèles d'aménagement classiques également à l'étude, comme partie intégrante du processus de planification.

La région dont il est question ici jouxte deux frontières naturelles biophysiques : la rivière Avon et le canal de drainage Court. Deux boulevards de ceinture, soit le chemin McCarthy et le boulevard C.H. Meier, ont été évalués aux termes d'évaluations environnementales de portée générale afin de déterminer la pertinence et l'alignement du prolongement de ces routes à travers la zone à l'étude. Les utilisations du sol existantes comprenaient principalement les usages agricoles, deux terrains boisés, de même que quelques cas d'usages résidentiels et commerciaux le long des anciennes routes de canton.

OPTIONS D'AMÉNAGEMENT

L'équipe de planification, en consultation avec la ville, et en réponse aux consultations publiques, a élaboré et peaufiné trois concepts pour analyse et étude par le conseil municipal.

La première option consiste en un plan suburbain classique (figure 2). Le schéma des rues est curviligne et propose une hiérarchie courante entre les grandes voies de communication et les rues collectrices et locales. L'efficience du réseau routier est cruciale en ce qu'elle permet de circuler entre les zones résidentielles, de vente au détail et de travail, avec peu de possibilités de circulation à pied entre les quartiers. Les usages plus intensifs et les installations communautaires sont situés à l'intérieur de l'aménagement à l'intersection des rues collectrices ou des artères. Les espaces verts sont parsemés dans la collectivité à distance de marche pour les résidents.

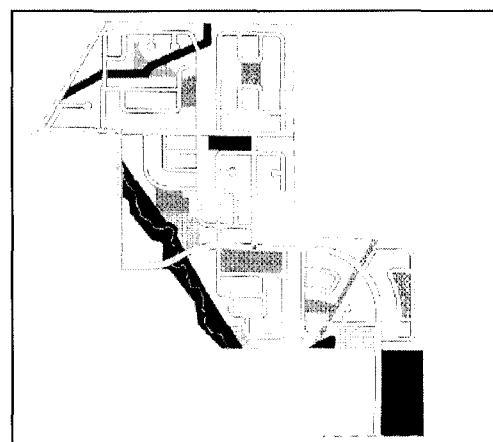


Figure 2 : Première option - plan classique

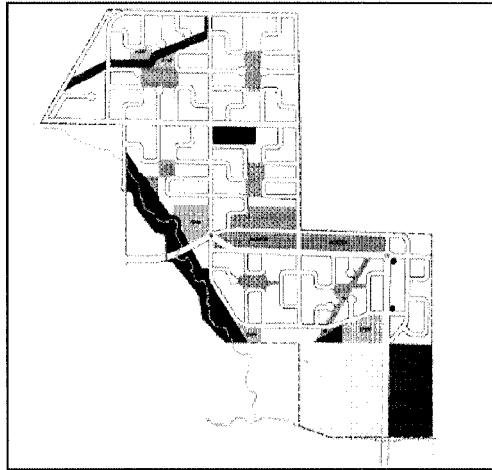


Figure 3 : Deuxième option – l'ogramme

La deuxième option d'aménagement, qui met en œuvre les principes de l'ogramme, comprend un corridor central d'artères et d'installations communautaires jumelées, dont deux écoles, les transports en commun et des usages résidentiels de moyenne et de haute densité (figure 3). Le reste du terrain aménageable est divisé en quadrillatères de 40 acres par des rues collectrices qui sont reliées au réseau d'artères régionales. À l'intérieur de ces quadrillatères, les rues locales consistent en croissants ou en culs-de-sac. Au centre de chacun des quadrillatères, on trouve une aire piédestre extérieure, interconnectée à chacune des rues dans le quadrilatère. Le plan fait appel à une profondeur normalisée de lotissement de 200 pi. (Les deux autres options ont des profondeurs de lotissement qui varient de 220 à 270 pi, ce qui cadre mieux avec le concept de petite ville et avec les attentes des résidents.)

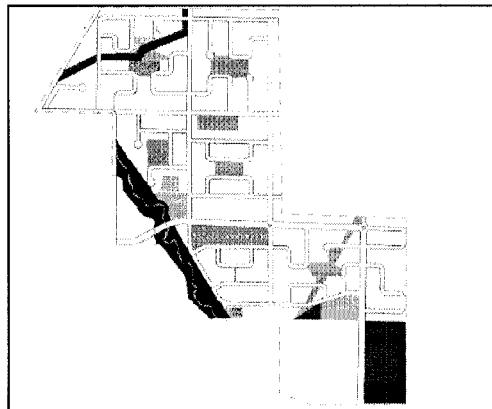


Figure 4 : Troisième option – l'ogramme modifié

La troisième option est une version modifiée des deux premières options (figure 4). Elle est fondée sur un schéma de rues en quadrillatères et incorpore une zone centrale d'usages communautaires. Elle présente également nombre de principes de l'ogramme, comme le schéma de quadrillage de rues collectrices secondaires au périmètre des quadrillatères résidentiels, de croissants internes et de culs-de-sac, un accès direct pour piétons aux espaces extérieurs, et des installations communautaires centralisées qui servent de point d'attraction et de lieu d'interaction communautaire. Ce modèle d'ogramme modifié est dépourvu de rues jumelées qui passent à travers le centre du quartier, de même que d'usages communautaires et intensifs intercalés entre deux axes routiers.

La profondeur de lotissement de 220 à 270 pi détermine la profondeur de cour de chacune des maisons; les terrains sont habituellement plus grands dans les milieux exurbains et ruraux que dans les villes ou les lotissements en périphérie. La profondeur de lot influe sur la fréquence des rues dans un réseau et, par conséquent, sur la somme de leurs longueurs, de même que sur le nombre de quadrillatères et d'intersections, et leurs répercussions sur les possibilités d'interconnexion. Le tableau I montre les variations résultant de différentes profondeurs de lotissement. L'ogramme « pur » présente environ 25 % plus de quadrillatères que la version modifiée, ce qui correspond en gros à l'augmentation de la fréquence de rues résultant de la profondeur de lotissement. Puisque la troisième option constitue une adaptation du modèle de l'ogramme et fait appel à des dimensions de lotissement semblables, il est plus avantageux de comparer le plan d'aménagement suburbain classique et l'ogramme modifié.

Tableau 1. Caractéristiques du quadrilatère et relation avec les attributs des schémas de rues

	Profondeur du quadrilatère (pi)	Longueur totale des rues (pi)	Nombre de quadrillatères	Nombre d'intersections
Plan d'aménagement classique	220 à 270	51 509	44	54
l'ogramme	200	60 121	66	63
l'ogramme modifié	220 à 270	53 149	53	50

ÉVALUATION

Les urbanistes évaluent habituellement les options en matière d'utilisation du sol du point de vue des nombreux intervenants, y compris la municipalité, les promoteurs immobiliers et les résidents. En tenant compte de tous ces intérêts, on a établi 16 critères qui permettent d'évaluer les trois options. Ces critères sont fondés

sur l'efficience, la qualité de vie et les répercussions. Au cours de l'élaboration des 16 critères, il est rapidement devenu évident que des indicateurs permettant de mesurer la performance relative de chaque option n'étaient pas aisément disponibles pour chaque critère, en particulier ceux ayant trait à la qualité de vie. Compte tenu du fait que l'élaboration d'un nouveau modèle dépassait la portée des travaux actuels, on a utilisé des modèles de remplacement.

L'efficience d'utilisation du sol, des infrastructures et des services, qui est le reflet des perspectives du promoteur et de la municipalité, tient compte de trois données liées à l'utilisation du sol : superficie nette aménageable; façades de terrains pouvant être vendues et le pourcentage du sol utilisé à des fins de rues. L'efficience influe sur les coûts municipaux à l'égard des rues, et de l'entretien et du remplacement des services, y compris le nettoyage des rues et l'enlèvement de la neige, lesquels sont directement proportionnels à la longueur des voies de circulation.

L'efficience du réseau routier est également évaluée en appariant la circulation prévue au type de rues, afin de faire en sorte que celles-ci sont en mesure d'absorber le niveau de circulation prévu sans sous-utilisation ou de surutilisation. Est également lié à l'efficience du réseau routier le nombre de possibilités permettant de prolonger les services en prévision de zones de croissance urbaine futures. Elles influent sur le volume de circulation sur chacune des rues, leur fonctionnalité à titre de pourvoyeurs pour la circulation automobile et la valeur des propriétés qui les bordent, autrement dit, plus grand est le nombre de prolongements planifiés, plus le réseau sera efficace et moins grande sera la probabilité qu'il se produira de la congestion routière.

Tableau 2. Comparaison entre le schéma d'aménagement classique et l'igramme suivant cinq critères d'efficience

Critère d'efficience	Aire nette aménageable (acres) (résidentiel)	Façades de terrains pouvant être vendus (pi)	Interconnexions aux aménagements futurs (nombre)	Efficacité du transport en commun (distance à l'arrêt d'autobus) (pi)	Longueur des rues (pieds linéaires)
Classique	205	58 100	0	951	51 509
igramme	200	60 300	5	700	53 150

L'efficience du transport en commun et la distance de marche aux arrêts d'autobus constituent une priorité pour la ville. Ils sont fonction de la longueur du réseau, du nombre requis d'arrêts et du volume prévu d'usagers, qui influent sur la viabilité financière et la qualité du service du transport en commun. Les différences de longueur de parcours sont sans doute moins importantes en rapport avec la viabilité financière que la commodité pour les usagers à atteindre un arrêt d'autobus. Au-delà d'un rayon de marche de 5 minutes, le

nombre d'usagers baisse radicalement, ce qui influe sur les revenus. Ainsi, l'efficience du transport en commun a été établie selon la distance moyenne à parcourir pour atteindre un arrêt d'autobus.

Le tableau 2 montre que l'igramme comporte environ 4 % de plus de façades de terrains pouvant être vendues, même s'il présente 2,5 % en moins de superficie nette aménageable, ce qui est contrebalancé par une augmentation des espaces extérieurs et par davantage de rues. L'igramme offre également davantage de commodité aux usagers des transports en commun. La longueur de rues importe selon plusieurs points de vue : les aspects économique et environnemental, la mobilité, et la qualité de vie. Le point d'équilibre entre trop de rues et insuffisamment de rues qui répond à tous ces impératifs de manière équitable n'a pas été déterminé et les recherches courantes y jettent peu d'éclairage. L'igramme constitue un modèle qui permet d'examiner plus à fond cet équilibre.

Tableau 3. Comparaison entre le schéma d'aménagement classique et l'igramme en fonction de cinq critères de qualité de vie

Critères de qualité de vie	Tranquillité (n° de croissants et de culs-de-sac (somme))	Interconnexion (n° de quadrilatères (B), nombre d'intersections sans véhicules (I))	Intersections pour piétons (n° d'intersections sans véhicules)	Accès aux espaces verts (distance moyenne à un parc (pi))	Vue directe de panoramas extérieurs depuis les rues (pieds linéaires)
Classique	13,6 (19)	8,44 -- 1,55	14	1 509	10 571
igramme	15,7 (23)	8,53 -- 1,50	27	623	12 553

La qualité de vie prend en compte la tranquillité des quartiers, laquelle est mesurée par le nombre de croissants et de culs-de-sac qui sont une forme souhaitable; l'aisance des déplacements, que l'on mesure par le nombre d'intersections piétonnières, définies comme celles qui permettent aux résidents de se déplacer d'une rue à l'autre; l'interconnexion, mesurée suivant la fréquence de la taille des quadrilatères, où l'on suppose que plus les quadrilatères sont grands, plus longues sont les rues et, par conséquent, plus les voitures circulent rapidement, réduisant d'autant le niveau de sécurité des piétons; et, les possibilités en matière de panoramas directs sur les espaces extérieurs, de même que la facilité d'accès aux espaces verts récréatifs, mesurée suivant le trajet le plus court vers les usages résidentiels.

Il se trouve que les indicateurs actuels, qui servent à mesurer l'interconnexion, maintenant devenue un critère important relativement à la planification de nouveaux aménagements, ne sont pas entièrement satisfaisants. Trois indicateurs sont employés, lesquels portent tous sur la fréquence accrue des parcours et des choix de direction : taille du quadrilatère et le nombre d'intersections rues et voies piétonnières.

Le tableau 3 indique qu'en matière d'indicateurs de qualité de vie, l'ilogramme donne de meilleurs résultats que le plan d'aménagement suburbain classique. Un indicateur secondaire, néanmoins important, de l'interconnexion, est la fréquence de la taille des quadrillatères. Le tableau 4 montre que la fréquence des quadrillatères dans ce que l'on considère comme une distance de marche raisonnable (de 300 à 900 pi) est de 73 % et de 52 %, respectivement, pour l'ilogramme et l'option classique respectivement.

Tableau 4. Fréquence de la taille des quadrillatères, par catégorie de superficie, à titre d'indicateur de l'aisance des déplacements à pied

	Superficie des quadrillatères : petite à moyenne			Superficie des quadrillatères : grande à très grande				Total
	< 300	300 à 600	600 à 900	Sous total	900 à 1200	1 200 à 1 800	> 1 800	
Option d'aménagement								
Classique	9 %	32 %	11 %	52 %	23 %	18 %	7 %	100 %
Ilogramme	11 %	34 %	28 %	73 %	16 %	9 %	2 %	100 %

Les répercussions comprennent les éléments visant à réduire au minimum les effets néfastes sur l'environnement et les risques pour les résidents : la préservation de l'habitat naturel (terrains boisés, cours d'eau, plaines inondables et habitats fauniques); les répercussions du bruit de la circulation le long des artères par rapport aux usages sensibles aux bruits; la sécurité mesurée par le pourcentage d'intersections en T (que l'on suppose plus sûres); et la sécurité des piétons, particulièrement les enfants, évaluée suivant le nombre de rues qu'il faut traverser pour atteindre les installations communautaires, comme indicateur du niveau de sécurité. Les deux plans préservent la même superficie d'espaces naturels sensibles.

Les plans d'aménagement classiques suburbains comprennent de nombreuses intersections en T, pour améliorer la sécurité des quartiers. On recommande également les intersections en T dans les manuels de technique de la circulation pour la même raison. Le modèle en ilogrammes fait appel aux intersections en T à l'échelle du quartier, mais utilise des intersections en X à l'échelle du district afin de promouvoir la bonne circulation routière. Sur la base de ce raisonnement, l'ilogramme tente d'optimiser plutôt que de maximiser l'emploi d'intersections en T. Cette méthode permet d'atteindre un juste équilibre entre la sécurité à l'échelle du quartier et la bonne circulation routière à l'échelle du district.

Tableau 5. Pourcentage d'intersections en X et en T, à titre d'indicateur de la sécurité routière et de la sécurité des piétons

Option d'aménagement	Intersections totales pour voitures	N° d'intersections en T %	% d'intersections en T %	N° d'intersections en X %	% d'intersections en X %	Total (%)
Classique	54	50	92 %	4	8 %	100 %
Ilogramme	50	42	84 %	8	16 %	100 %

L'ilogramme produit presque deux fois plus d'intersections pour piétons que le plan d'aménagement classique (tableau 3) et les distances moyennes aux arrêts d'autobus et aux parcs sont de 0,75 et de moins de 0,5 respectivement. Lorsque les deux attributs sont jumelés, c'est-à-dire distances plus courtes et davantage de voies pour piétons, il en résulte un quartier plus sûr et commode pour les piétons.

Sur la foi des principes de l'efficience, de la qualité de vie et des répercussions, et des résultats ci-dessus de l'analyse à l'égard des critères élaborés pour chaque principe, le concept d'utilisation du sol qui répond le mieux aux intérêts de tous les intervenants est l'ilogramme, adapté au contexte physique et du marché local.

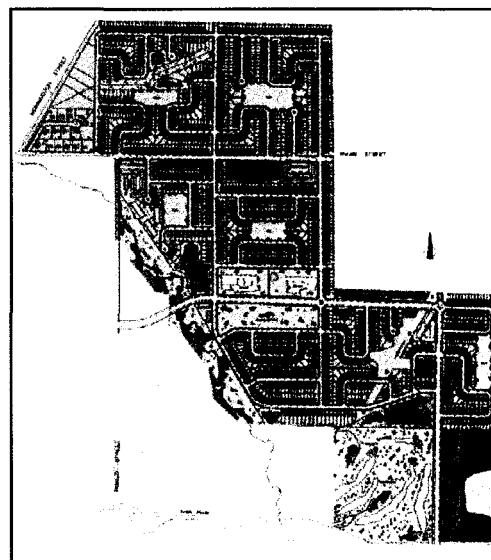


Figure 5 : Plan d'aménagement conforme à l'ilogramme

CONCLUSIONS

Un certain nombre d'observations peuvent être formulées et quelques leçons peuvent être tirées de cet exemple d'application de l'ilogramme à une zone limitrophe d'une petite ville, certaines concernant le contexte et d'autres relatives aux méthodes. D'abord, la dynamique de l'aménagement d'un endroit donné limite l'application sans contraintes du modèle. Par exemple, les routes à la limite de l'emplacement ne sont pas acceptables pour les villes voisines, et les promoteurs les acceptent mal (les rues bordées de construction d'un seul côté sont considérées peu rentables), bien qu'elles puissent être tout indiquées du point de vue des transports. Cette modification crée un obstacle virtuel aux interconnexions futures avec les zones contiguës. De plus, le fait de créer un « centre » doté d'usages commerciaux à proximité d'un centre-ville existant dans le cadre d'efforts de rajeunissement est jugé nuisible.

Les méthodes et termes courants servant à évaluer certains aspects des aménagements sont imprécis ou inappropriés. Par exemple, les éléments ayant trait à l'interconnexion, la tranquillité, un milieu agréable et la sécurité piétonnière n'ont pas encore été définis en termes courants, ni mesurés à l'aide de méthodes généralement admises. De manière semblable, l'efficience, lorsqu'elle est appliquée à un seul élément comme les espaces extérieurs, peut escamoter des possibilités d'efficiencies plus importantes découlant de l'intégration, où les espaces extérieurs peuvent jouer un rôle d'interconnexion, déplaçant ainsi les aires asphaltées et rehaussant la qualité du quartier. Une telle approche « systémique » n'a toujours pas été articulée.

Le plan d'aménagement, son évaluation et son approbation ont mené à la production d'un rapport qui a été présenté au conseil municipal de Stratford. Le rapport donnait un aperçu de la progression du développement urbain prévu dans les années à venir, à mesure que la Northeast Community s'intègre à la ville de Stratford. Il décrit les principes de conception de l'ilogramme, en ce sens que les terrains seront aménagés en parcelles de 40 acres, divisées à l'intérieur par des croissants et des cult-de-sac dotés de liens piétonniers directs vers les espaces verts. Les installations communautaires situées dans le centre comprendraient un parc et les écoles proposées; les aires naturelles seraient préservées et des liens piétonniers seraient prévus par l'intermédiaire de sentiers communautaires répartis dans l'ensemble du quartier, lesquels donneraient également accès aux destinations à l'extérieur de la collectivité. (Voir le plan d'aménagement, Fig. 5)

La mise en œuvre de ces principes se fera à l'issue de l'adoption par le conseil de l'amendement no 11 au Plan officiel de la ville de Stratford. Au cours des travaux de lotissement, du processus de planification de l'emplacement et des travaux de mise en chantier, il importe de faire le suivi de l'évolution du développement urbain de cette zone à forte croissance et d'évaluer les attributs du concept de l'ilogramme et de son incidence sur les critères d'efficience, de qualité et de répercussions.

Équipe de projet à la SCHL : Fanis Grammenos, chercheuse principale, Division des politiques et de la recherche Karen Gregory, consultante principale(Recherche)
Consultant : Chris Pidgeon, GSP Group Inc.

Les auteurs remercient l'équipe de rédaction du Wharton Real Estate Review pour son apport précieux.

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la *Loi nationale sur l'habitation*, le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets *Le Point en recherche* et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web à

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
 700, chemin de Montréal
 Ottawa (Ontario)
 K1A 0P7

Téléphone : 1 800 668-2642

Télécopieur : 1 800 245-9274

©2004, Société canadienne d'hypothèques et de logement
 Imprimé au Canada
 Réalisation : SCHL
 22-02-06
 Révisé, 2005, 2006

NOTRE ADRESSE SUR LE WEB : www.schl.ca

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.

376
36

(Source : Société canadienne d'hypothèques et de logement, 2004)

ANNEXE 11

Quelques panneaux d'interdiction d'accès

Tome	V
Chapitre	2
Page	20
Date	Déc. 2005

Transports
Québec 

PRESCRIPTION

NORME

2.16.4 Autres interdictions d'accès

Les panneaux suivants indiquent diverses interdictions d'accès.



P-130-4
Accès interdit
aux automobiles



P-130-5
Accès interdit
aux motocyclettes



P-130-6
Accès interdit
aux bicyclettes



P-130-7
Accès interdit
aux véhicules
tout terrain (quad)



P-130-8
Accès interdit
aux automobiles
et aux motocyclettes



P-130-9
Accès interdit
aux automobiles
et aux bicyclettes



P-130-10
Accès interdit
aux piétons
et aux motocyclettes



P-130-11
Accès interdit
aux piétons
et aux bicyclettes



P-130-12
Accès interdit
aux piétons



P-130-13
Accès interdit
aux cavaliers



P-130-14
Accès Interdit
aux motoneiges



P-130-21
Accès interdit
aux autobus urbains



P-130-22
Accès Interdit
aux autobus
interurbains



P-130-28
Accès Interdit
aux patineurs
sur roues alignées



P-130-29
Accès interdit
aux véhicules
récréatifs



P-130-30
Accès interdit
aux véhicules
avec remorque



P-130-34
Accès interdit
aux minibus

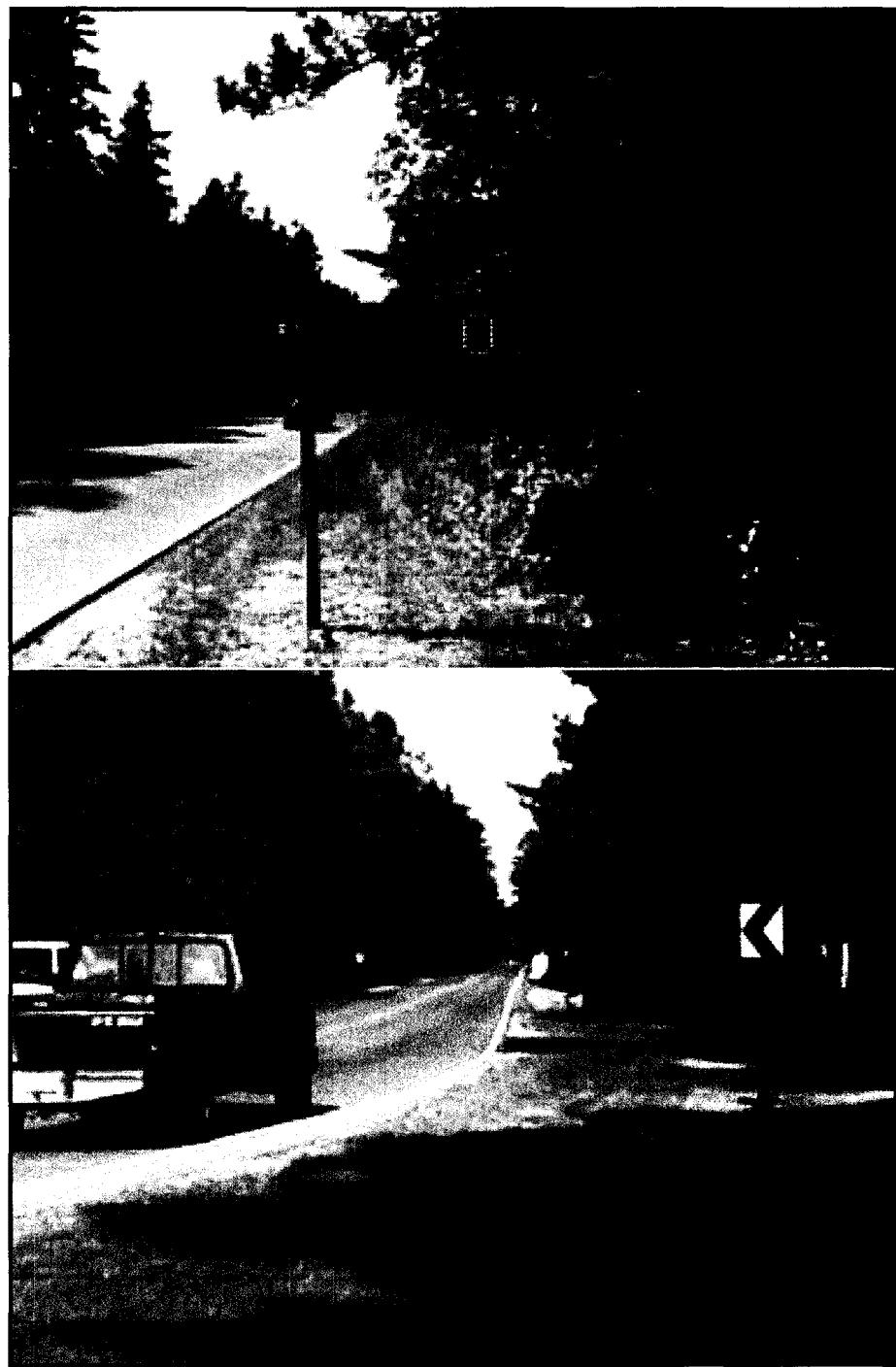


P-130-35
Accès interdit
aux autobus scolaires

(Source : Ministère des Transports du Québec, 2006a)

ANNEXE 12

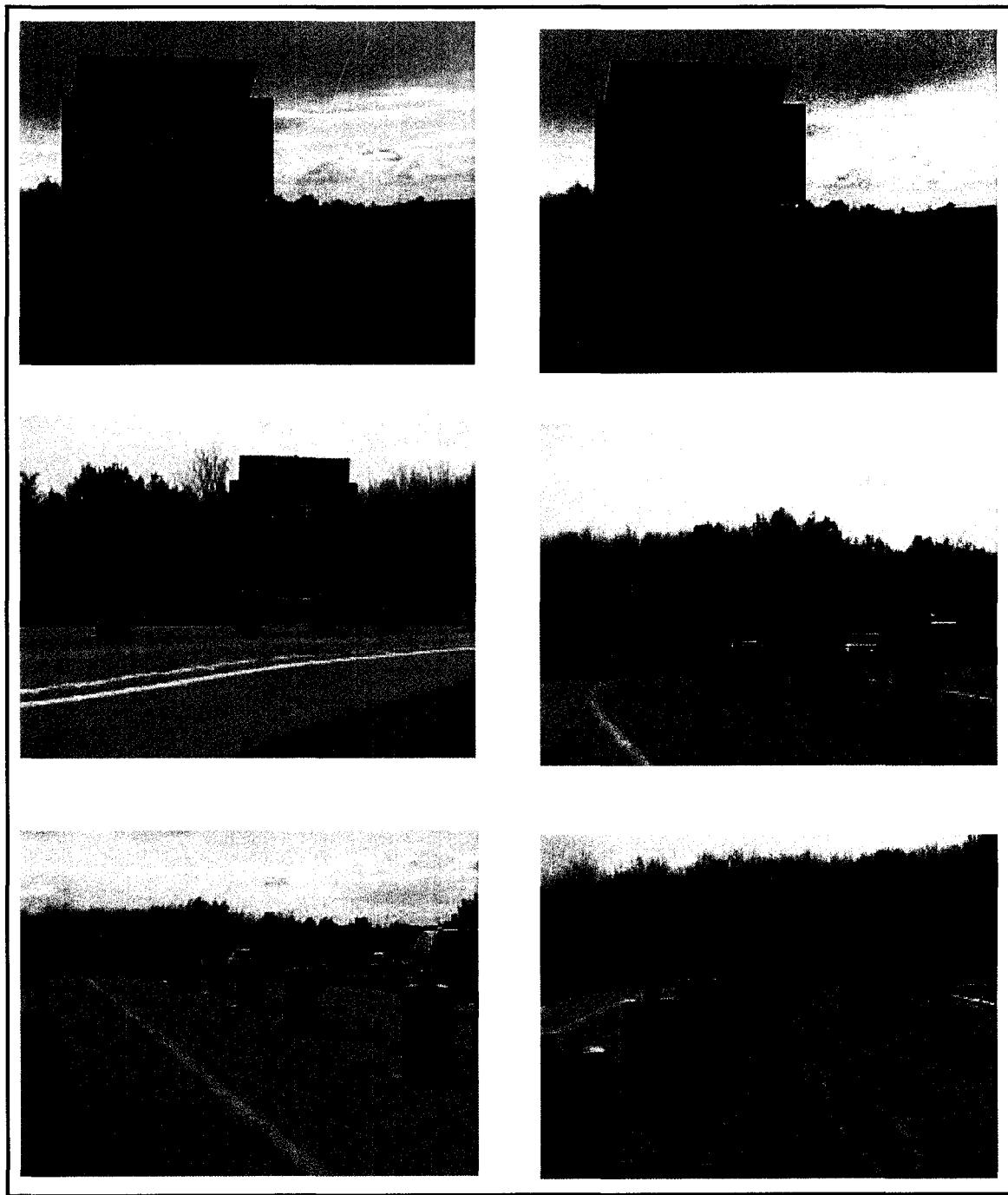
Panneau à message variable couplé à un radar à Bemidji Lake (États-Unis)



(Source : Kamyab et coll., 2002)

ANNEXE 13

Panneau à message variable couplé à un radar dans l'état du Maine (États-Unis)



(Source : B. Thompson et coll., 2002)

ANNEXE 14

Résultats types de l'application des TMC à un secteur défini

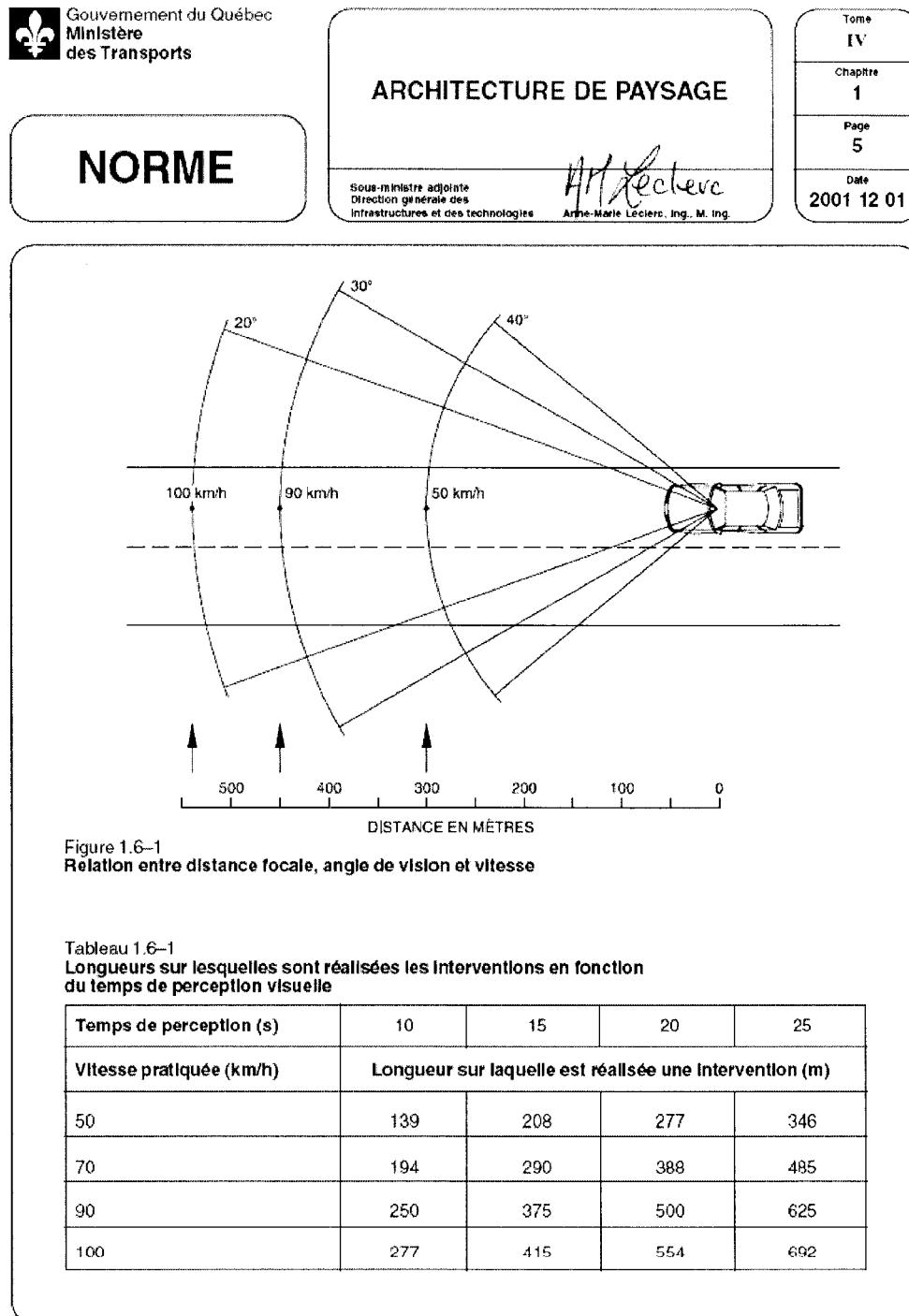
Results of evaluation studies by accident severity and type of road

Accident severity	Type of road	Percent change in the number of accidents			
		Fixed effects model		Random effects model	
		Best estimate	95% CI ^a	Best estimate	95% CI ^a
Injury accidents	Whole area	-15	(-17; -12)	-15	(-19; -10)
	Main roads	-8	(-12; -5)	-8	(-13; -2)
	Local roads	-24	(-29; -18)	-34	(-43; -23)
Property damage only accidents	Whole area	-16	(-19; -13)	-19	(-26; -12)
	Main roads	-11	(-16; -6)	-18	(-31; -3)
	Local roads	-29	(-25; -22)	-42	(-54; -26)
Severity not stated	Whole area	-19	(-25; -12)	-18	(-27; -9)
	Main roads	-14	(-21; -6)	-13	(-21; -4)
	Local roads	-57	(-68; -43)	-57	(-68; -43)

(Source : Elvik, 2001)

ANNEXE 15

Longueurs de séquence recommandées au Québec

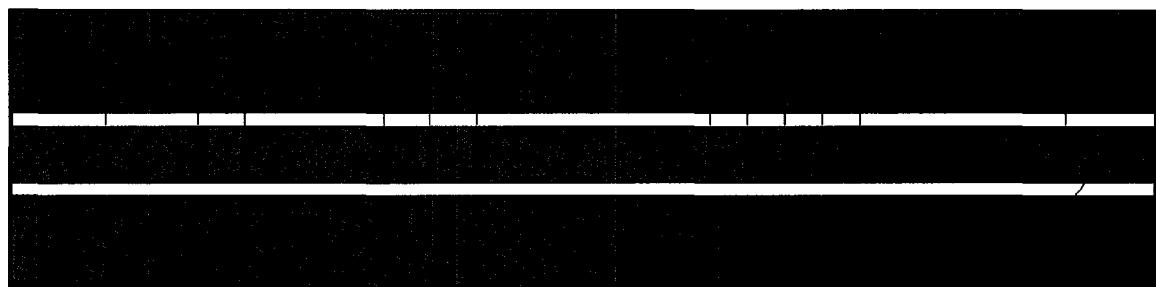


(Source : Ministère des Transports du Québec, 2006a)

ANNEXE 16

Autres conceptions pour les bandes d'alerte transversales

En 1986, le SETRA et le CETE recommandaient un dispositif composé de onze jeux de bandes disposés selon les détails de la figure ci-dessous (CETE Normandie Centre et SETRA, 1986).



Disposition des bandes d'alerte transversales selon les recommandations de 1986

(Adapté de : CETE Normandie Centre et SETRA, 1986; Cynecki et coll., 1993)

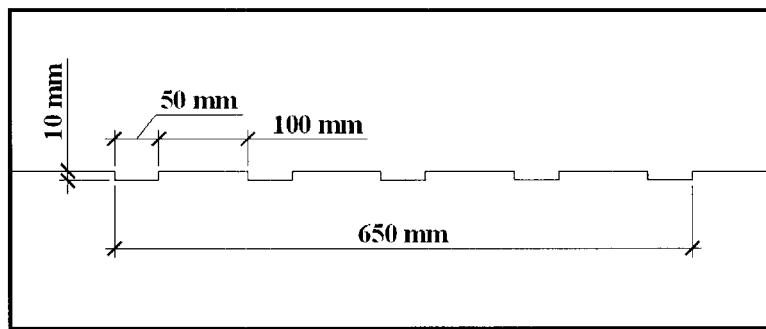
La distance « e » est en fonction de la vitesse pratiquée au 85^e centile.

Longueur du dispositif en fonction de la vitesse pratiquée au 85^e centile

V85 km/h	e m	Longueur du dispositif m
< 80	5	81
entre 80 et 100	6	98
> 100	7	115

(Source : CETE Normandie Centre et SETRA, 1986)

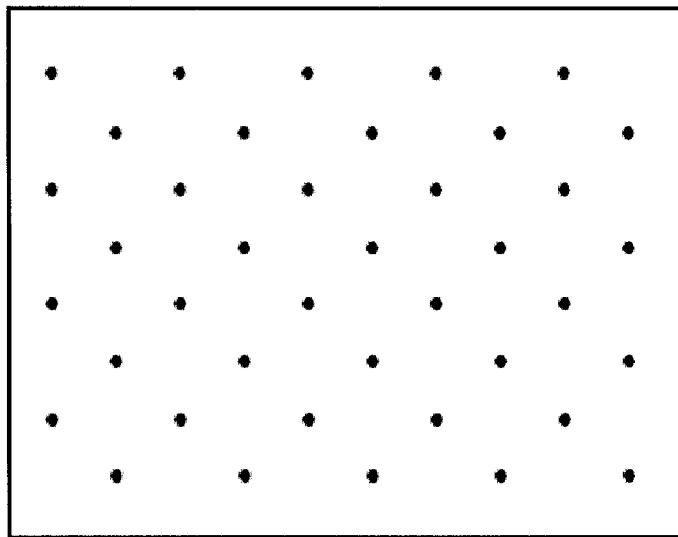
Chaque jeu est constitué de cinq bandes comme représentées dans la figure ci-dessous.



Dimensions des bandes dans un jeu de cinq bandes

(Ministère des Transports du Québec, 1998)

La Ville de Phoenix en Arizona a étudié deux types de dispositifs sonores : les bandes de plastique et les plots en céramique (Cynecki et coll., 1993). Premièrement, l'étude a voulu connaître l'espacement idéal pour des bandes de plastique. Différents espacements ont été testés sur une période de trois ans et un espacement optimal de 190 mm pour chaque tranche de 10 km/h (1 pied pour chaque tranche de 10 mph) a été choisi. Ainsi, pour une vitesse affichée à 50 km/h, un espacement adéquat est de 950 mm entre chaque bande de plastique. Deuxièmement, l'étude a trouvé la configuration optimale pour les dispositifs plots en céramique. Ces dispositifs sont constitués de cinq protubérances espacées transversalement de 610 mm et se répétant en quinconce sur huit lignes longitudinalement espacées de 305 mm. Chaque protubérance a un diamètre de 100 mm et une hauteur de 19 mm (Cynecki et coll., 1993).



Disposition des plots en céramique

(Source : Kamyab et coll., 2002)

Dans les deux cas, l'étude recommande de placer le dispositif à une distance en mètres équivalente à 1,33 fois la vitesse affichée en amont de la zone à risque comme le démontrent les équations suivantes (Cynecki et coll., 1993).

Système international

Vitesse affichée (km/h) x 1,33 = Distance du dispositif (m)

65 km/h x 1,33 = 85 mètres (valeur arrondie)

Système anglais

Vitesse affichée (mi/h) x 7 = Distance du dispositif (pieds)

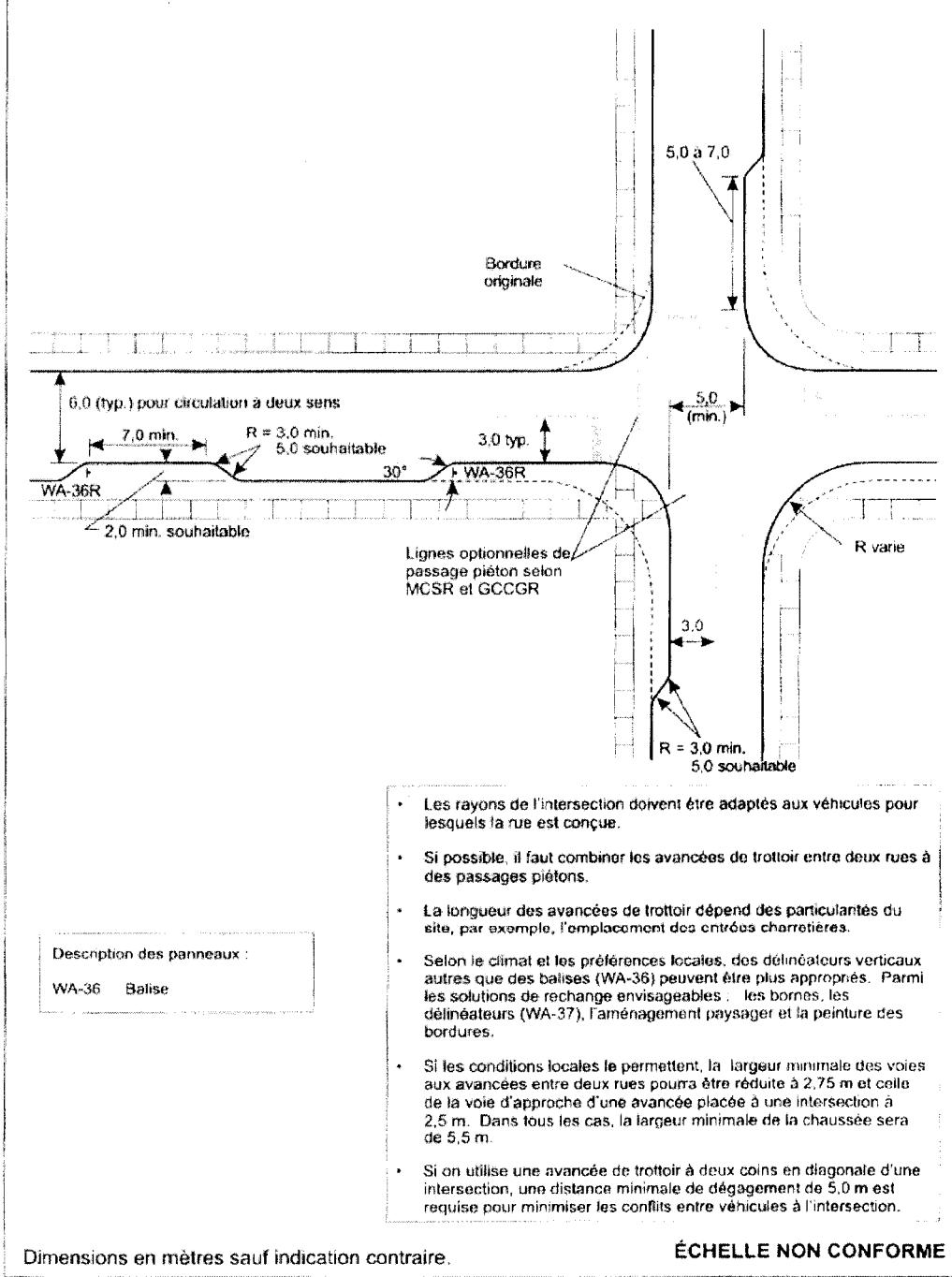
40 mi/h x 7 = 280 pieds

Les valeurs calculées selon les recommandations de Cynecki et ses collaborateurs sont nettement inférieures à celles recommandées au Canada. En effet, dans le cas d'une intersection avec arrêts sur la secondaire, le dispositif doit être éloigné d'une distance équivalente à la distance de visibilité d'anticipation (Bahar et coll., 2005). Par exemple, dans le cas d'une route affichée à 80 km/h en milieu rural, la distance calculée par l'équation ci-dessus est de 106 mètres alors que la distance de visibilité d'anticipation d'arrêt en milieu rural est de 180 mètres.

ANNEXE 17

Principales recommandations de l'ATC pour une avancée de trottoir

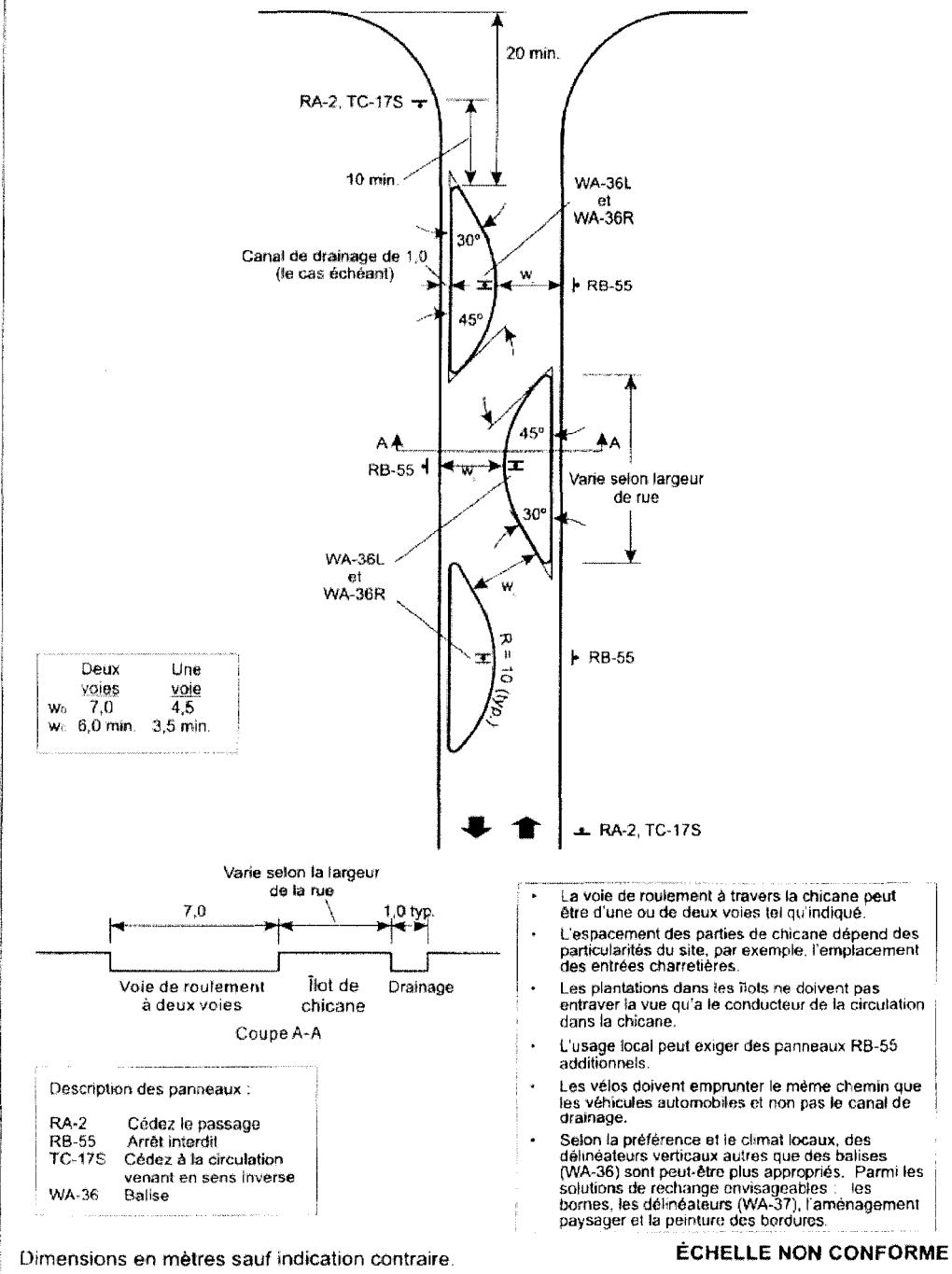
FIGURE 4.6 AVANCÉE DE TROTTOIR



ANNEXE 18

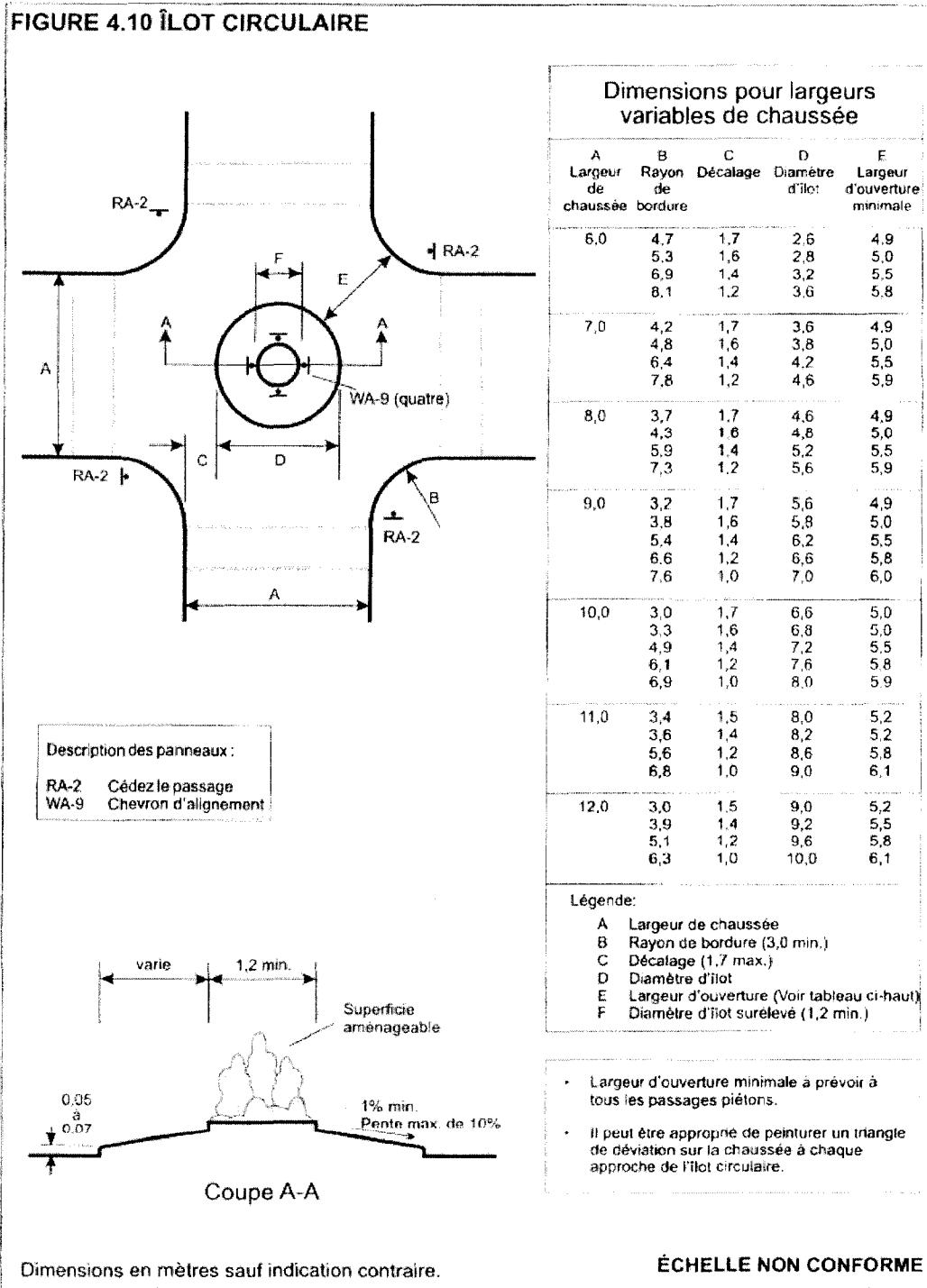
Principales recommandations de l'ATC pour une chicane

FIGURE 4.5 CHICANE



ANNEXE 19

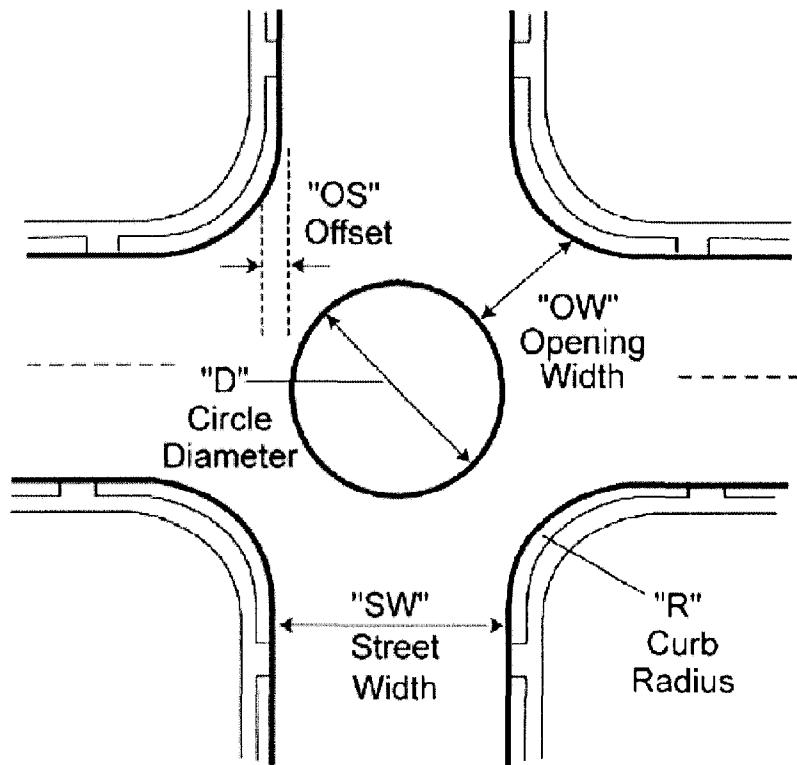
Principales recommandations de l'ATC pour un îlot circulaire

FIGURE 4.10 ÎLOT CIRCULAIRE

ANNEXE 20

**Principales recommandations du Massachusetts Highway Department
pour un îlot circulaire**

Exhibit 16-16
Mini-traffic Circles



"SW" Street Width	"R" Curb Radius	"OS" Offset	"D" Circle Diameter	"OW" Opening Width
20	15'	5.5'	9'	16'
20	20'	4.5'	11'	18'
25	15'	5.0'	15'	17'
25	20'	4.5'	16'	18'
30	15'	5.0	20'	17'
30	20'	4.0'	22'	19'

(Source : Massachusetts Highway Department, 2005)

ANNEXE 21

Localisation des panneaux dans un carrefour giratoire

Tome
V
Chapitre
2
Numéro
001B
Date
Déc. 2005

DESSIN NORMALISÉ

LOCALISATION DES PANNEAUX DANS UN CARREFOUR GIRATOIRE

Transports
Québec

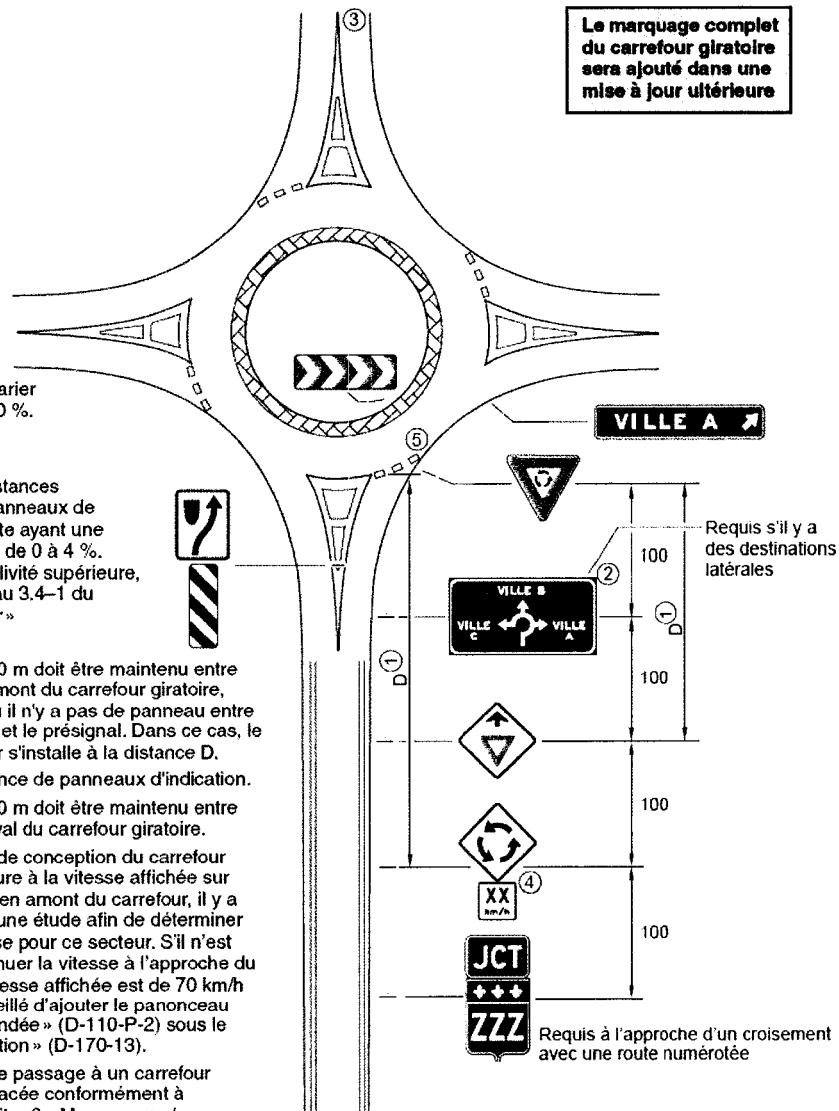
NORME

Distance d'installation ⁽¹⁾ des panneaux de danger	
Vitesse affichée (km/h)	D (m)
30	25
50	55
60	90
70	125
80	170
90	230

1. La distance d'installation peut varier de plus ou moins 10 %.

D: Correspond aux distances d'installation des panneaux de danger sur une route ayant une pente descendante de 0 à 4 %. Dans le cas de déclivité supérieure, se référer au tableau 3.4-1 du chapitre 3 « Danger ».

- ① Un intervalle de 100 m doit être maintenu entre les panneaux en amont du carrefour giratoire, sauf dans le cas où il n'y a pas de panneau entre l'objet du présignal et le présignal. Dans ce cas, le panneau de danger s'installe à la distance D.
- ② Panneau ou séquence de panneaux d'indication.
- ③ Un intervalle de 150 m doit être maintenu entre les panneaux en aval du carrefour giratoire.
- ④ Lorsque la vitesse de conception du carrefour giratoire est inférieure à la vitesse affichée sur la section de route en amont du carrefour, il y a lieu de procéder à une étude afin de déterminer les limites de vitesse pour ce secteur. S'il n'est pas justifié de diminuer la vitesse à l'approche du carrefour et si la vitesse affichée est de 70 km/h ou plus, il est conseillé d'ajouter le panonceau « Vitesse recommandée » (D-110-P-2) sous le panneau « Vitesse recommandée » (D-110-P-1).
- ⑤ La ligne de cédez le passage à un carrefour giratoire doit être tracée conformément à l'annexe A du chapitre 6 « Marques sur la chaussée ».



Note :

- les cotes sont en mètres.

ANNEXE 22

Dessins normalisés du MTQ sur le stationnement sur rue en parallèle



NORME

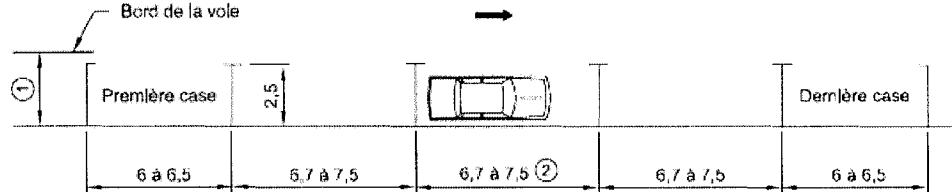
DESSIN NORMALISÉ

**STATIONNEMENT SUR RUE
EN PARALLÈLE**

Autorisé pour publication par:
Sous-ministre adjointe
Direction générale des
infrastructures et des technologies


Anne-Marie Léger, Ing., M. Ing.

Tome	I
Chapitre	14
Numéro	001
Date	2006 06 15



STATIONNEMENTS COURANTS

- (1) La largeur à prévoir dans la section en travers est indiquée dans les dessins normalisés du chapitre 5 « Profils en travers » du présent tome et varie en fonction de la section choisie.
 (2) Plus la longueur choisie est longue, plus les manœuvres d'entrée et de sortie sont rapides et faciles.

Notes :

- aucun stationnement ne peut être aménagé face à une servitude de non-accès;
- dimensions du véhicule type : 5 m de longueur x 1,8 m de largeur;
- pour le marquage, voir le *Tome V – Signalisation routière*, chapitre 6 « Marques sur la chaussée»;
- les cotes sont en mètres.

Tome
I
Chapitre
14
Numéro
002
Date
2006 06 15

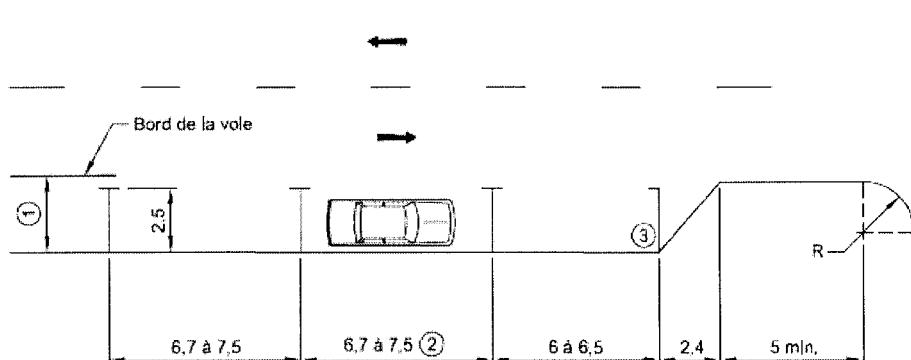
DESSIN NORMALISÉ
STATIONNEMENT SUR RUE
EN PARALLÈLE – TRAITEMENT
AUX CARREFOURS

Autorisé pour publication par:
Sous-ministre adjoint
Direction générale des
Infrastructures et des technologies
Anne-Marie Léger, Ing., M. Ing.

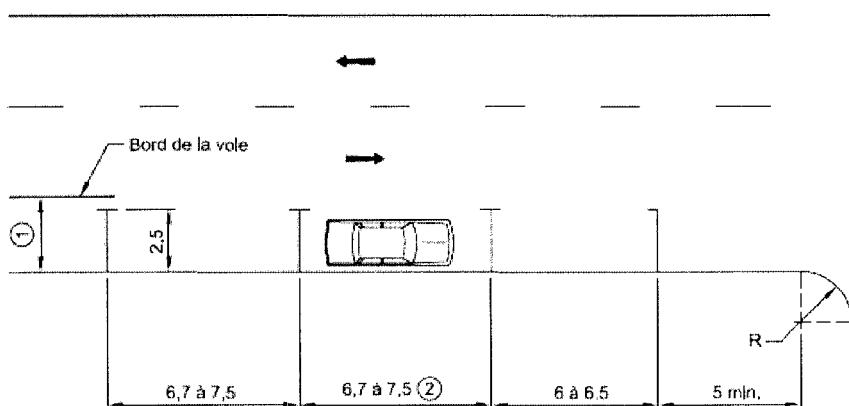
H. Mercier

Transports
Québec 

NORME



CARREFOUR AVEC AVANCÉE DE TROTTOIR



CARREFOUR SANS AVANCÉE DE TROTTOIR

① La largeur à prévoir dans la section en travers est indiquée dans les dessins normalisés du chapitre 5 « Profils en travers » du présent tome et varie en fonction de la section choisie.

② Plus la longueur choisie est longue, plus les manœuvres d'entrée et de sortie sont rapides et faciles.

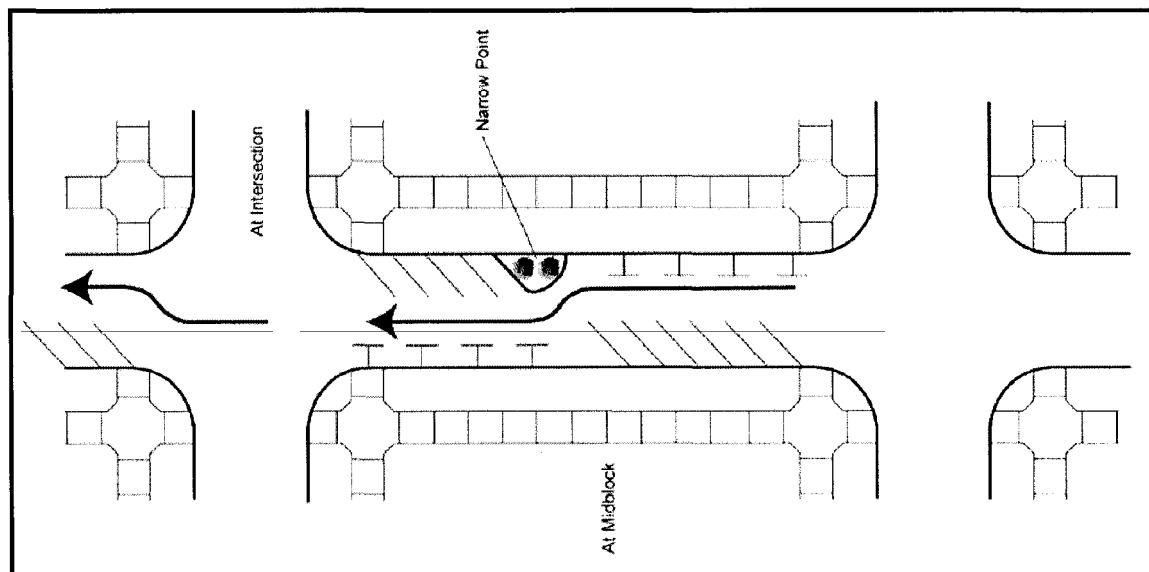
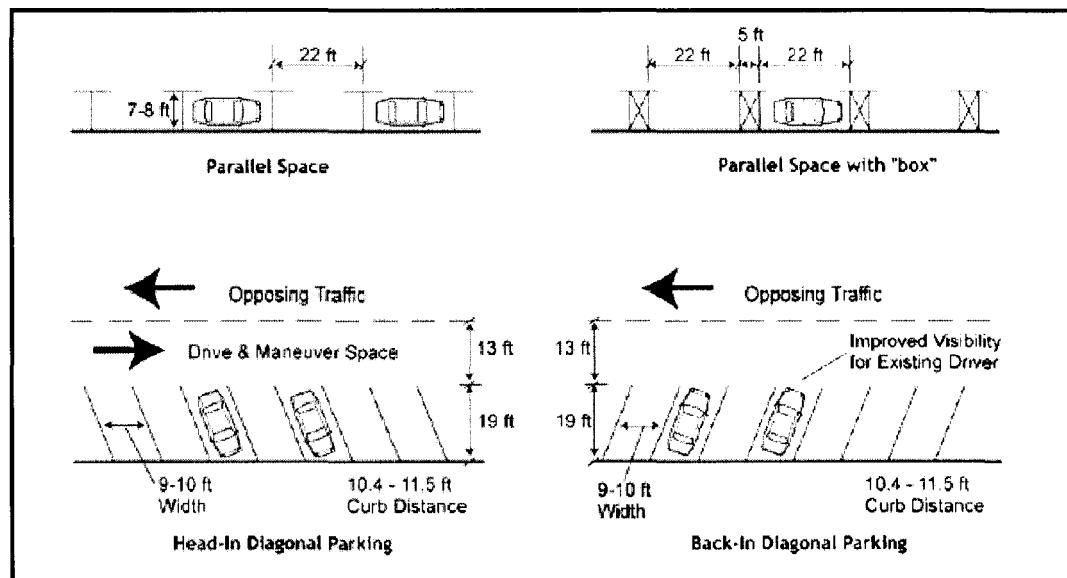
③ Afin de faciliter l'entretien, le coin peut être remplacé par un rayon.

Notes :

- aucun stationnement ne peut être aménagé face à une servitude de non-accès;
- dimensions du véhicule type : 5 m de longueur x 1,8 m de largeur;
- pour le marquage, voir le Tome V – Signalisation routière, chapitre 6 « Marques sur la chaussée »;
- les cotes sont en mètres.

ANNEXE 23

**Principales recommandations du Massachusetts Highway Department
pour le stationnement sur rue**

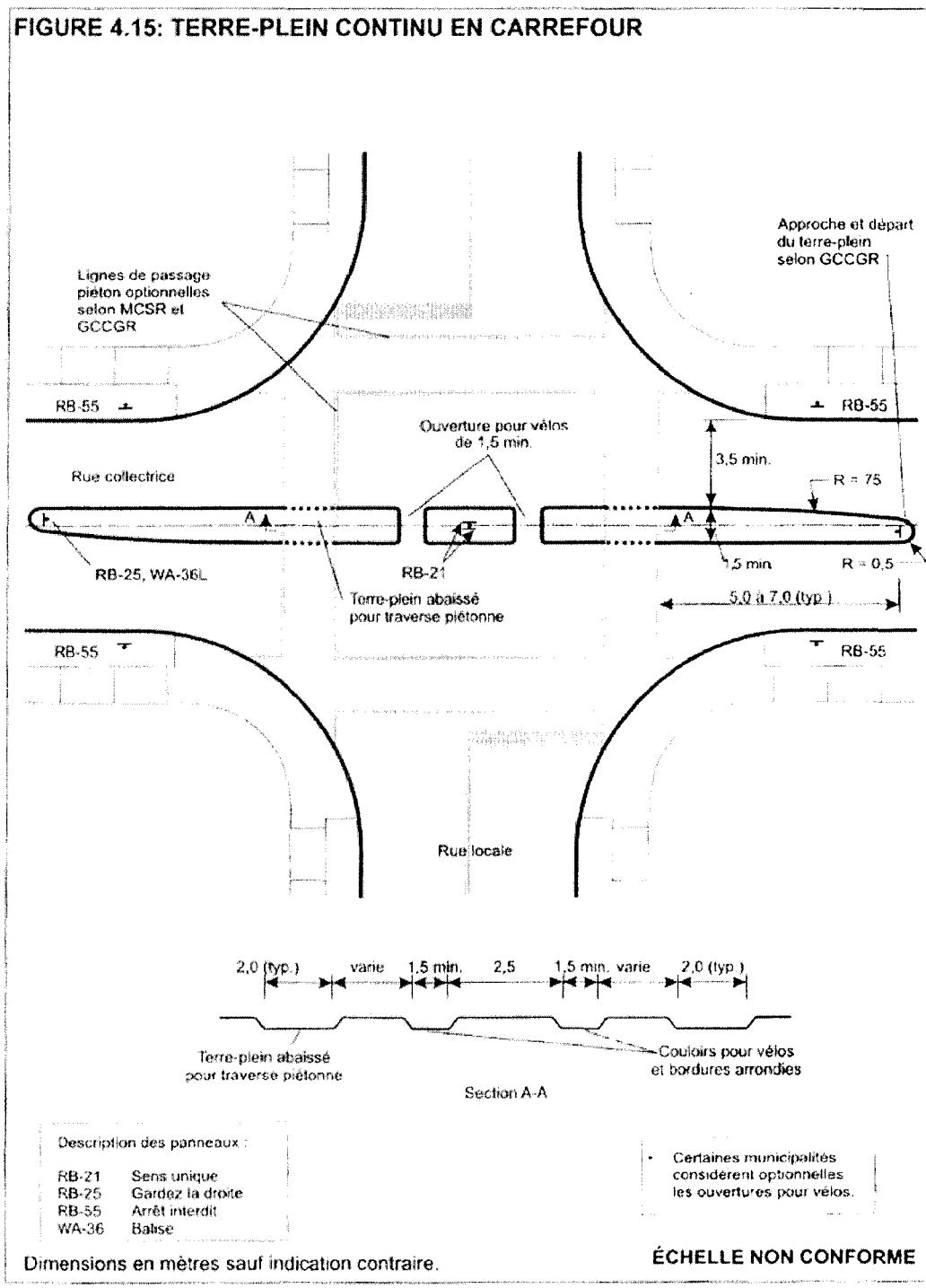


(Source : Massachusetts Highway Department, 2005)

ANNEXE 24

Principales recommandations de l'ATC pour un terre-plein continu en carrefour

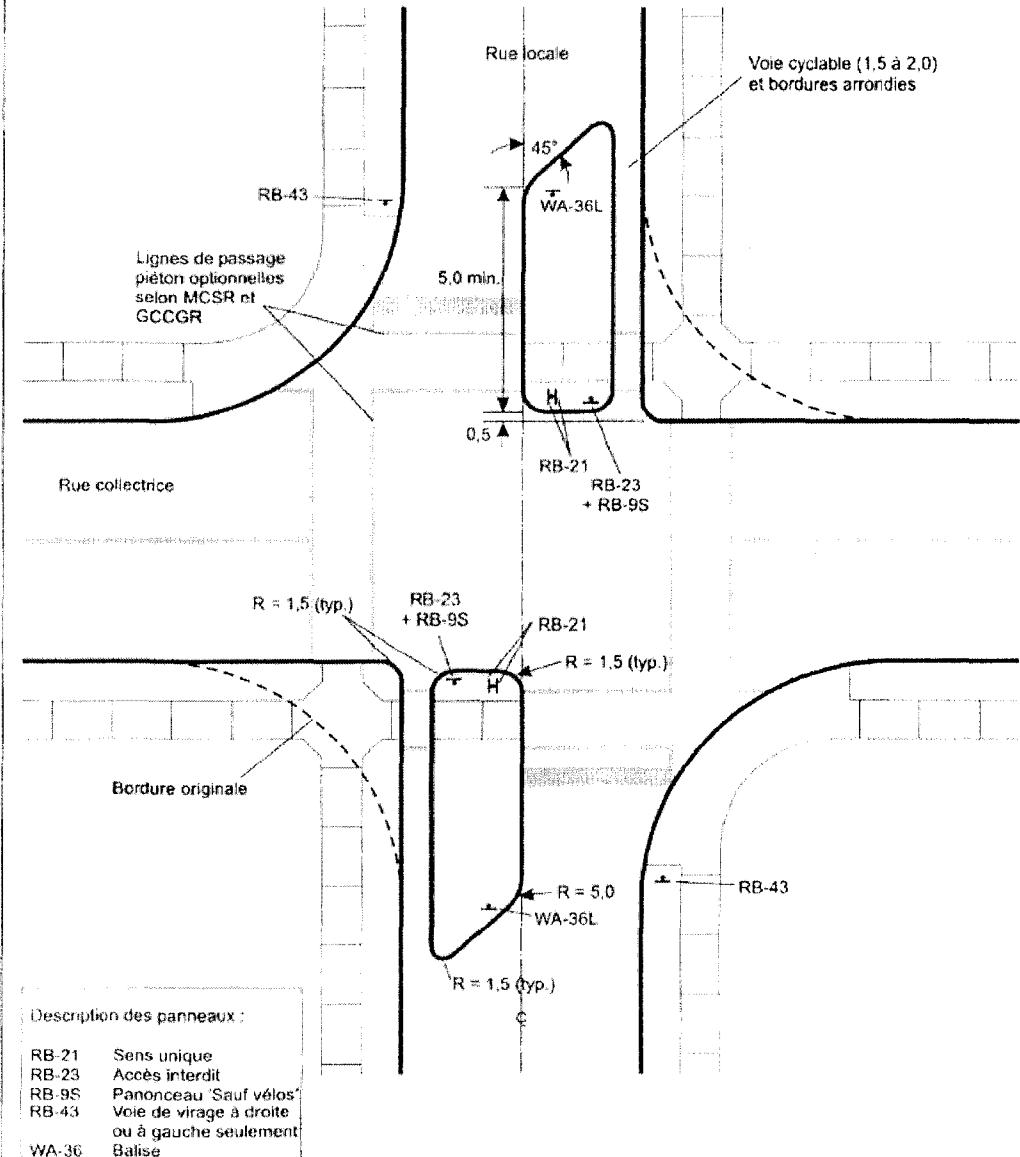
FIGURE 4.15: TERRE-PLEIN CONTINU EN CARREFOUR



ANNEXE 25

Principales recommandations de l'ATC pour une avancée à mi-chaussée

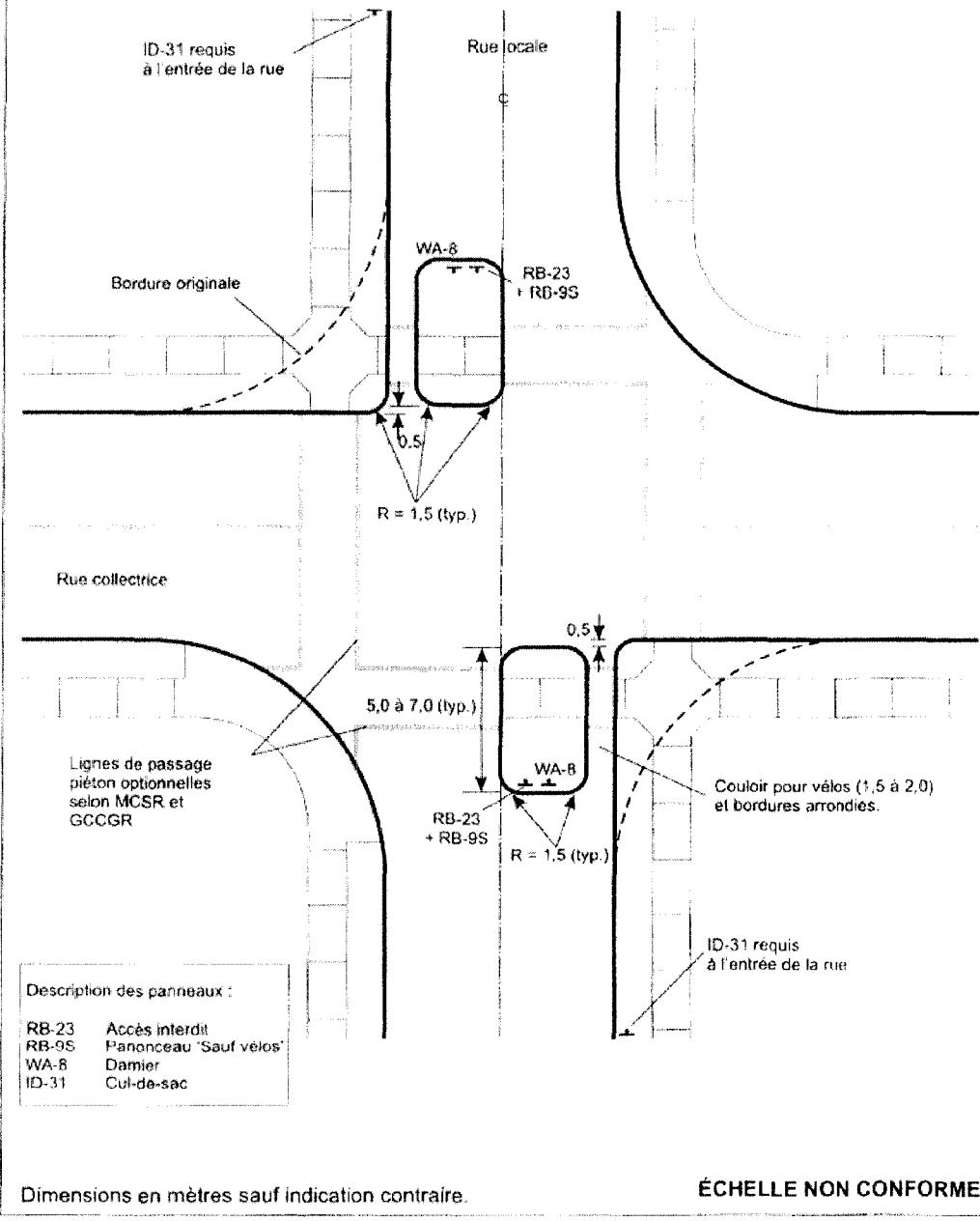
FIGURE 4.11(a): AVANCÉE À MI-CHAUSSÉE (SORTIE SEULEMENT)



Dimensions en mètres sauf indication contraire.

ÉCHELLE NON CONFORME

FIGURE 4.11(b) AVANCÉE À MI-CHAUSSEE (ENTRÉE SEULEMENT)



ANNEXE 26

**Principales recommandations de l'ATC
pour des îlots de canalisation et de tourne-à-droite**

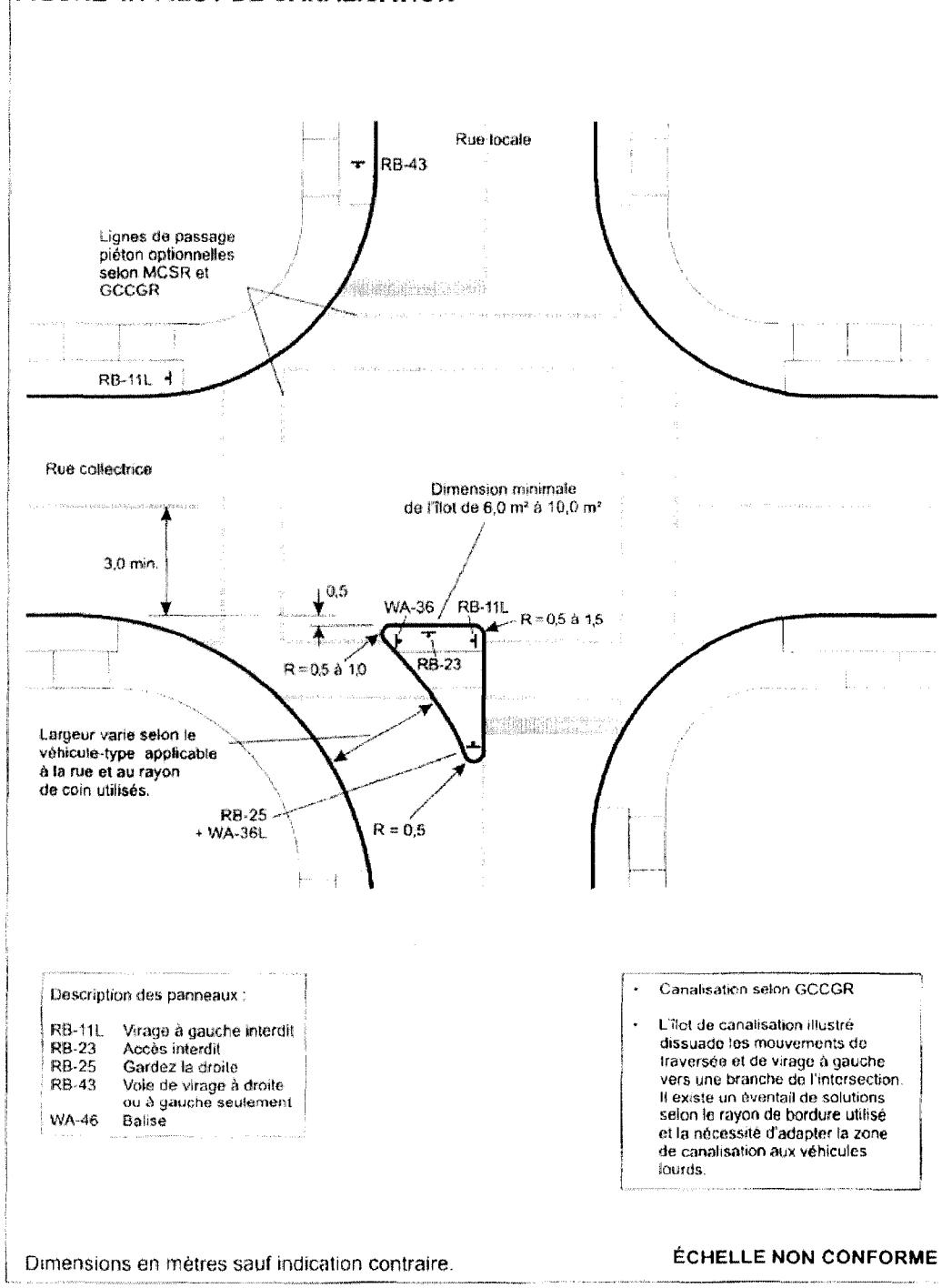
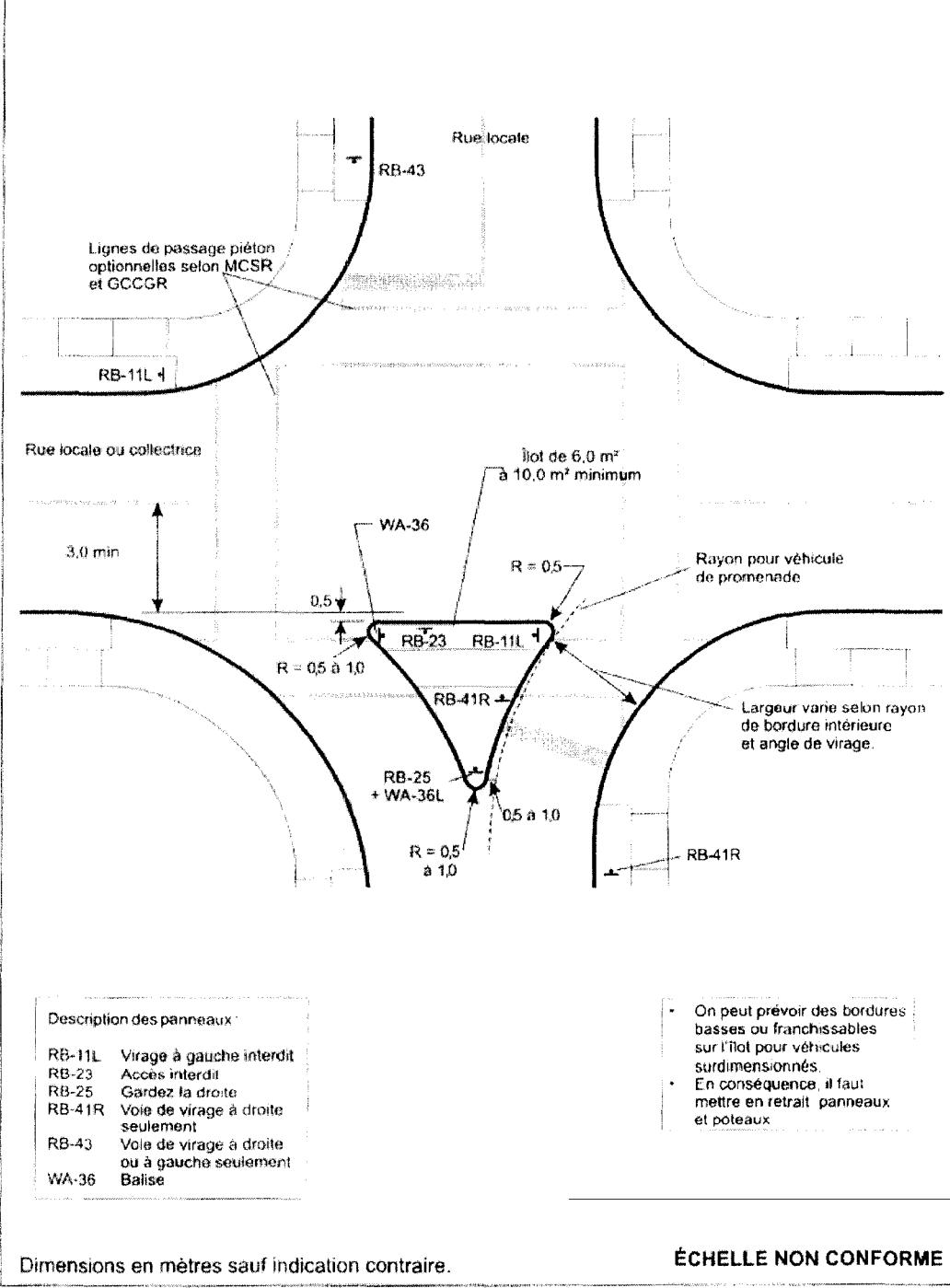
FIGURE 4.14 ÎLOT DE CANALISATION

FIGURE 4.16 ÎLOT TOURNE-À-DROITE

ANNEXE 27

Principales dimensions pour la conception d'impasses

Tome
I
Chapitre
8
Numéro
024
Date
2003 04 15

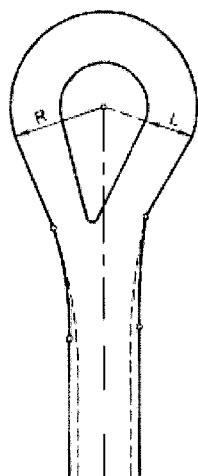
DESSIN NORMALISÉ
CULS-DE-SAC
(MILIEU RURAL)

Sous-ministre adjointe
Direction générale des
infrastructures et des technologies

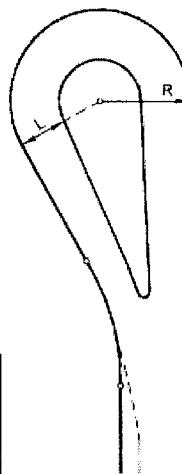
H. Leclerc
Anne-Marie Leclerc, ing., M. Ing.

Transports
Québec

NORME

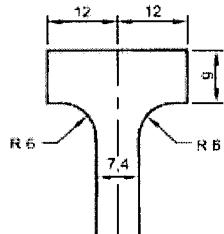


CIRCULAIRE



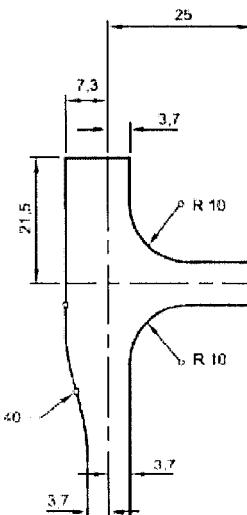
DÉCENTRÉ

Type de véhicule	R	L
CAR	9	5,5
SU	13,5	8
WB-15	14,5	9
WB-17	15,5	10,5



EN T

(pour véhicules de types CAR et SU)



AVEC EMBRANCHEMENT
(pour véhicules de types CAR et SU)

Notes :

- porter une attention particulière au déneigement (manœuvres des camions);
- les cotes sont en mètres.



Gouvernement du Québec
Ministère
des Transports

NORME

DESSIN NORMALISÉ

CULS-DE-SAC ENTRE BORDURES (MILIEU URBAIN)

Sous-ministre adjointe
Direction générale des
infrastructures et des technologies

Alain Leclerc
Alain-Marie Leclerc, Ing., M. Ing.

Tome

I

Chapitre

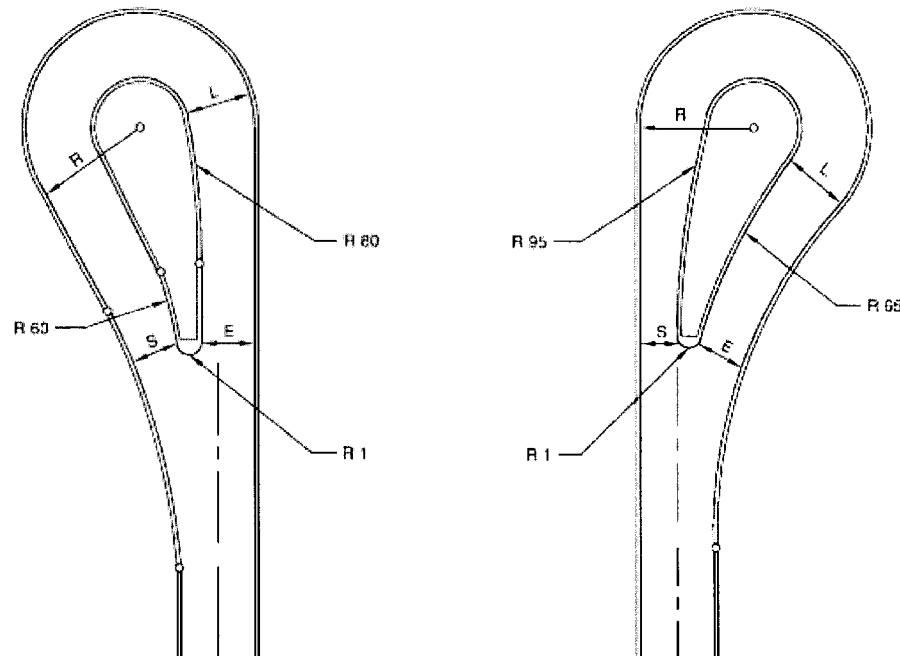
8

Numeréro

025

Date

2001 04 15

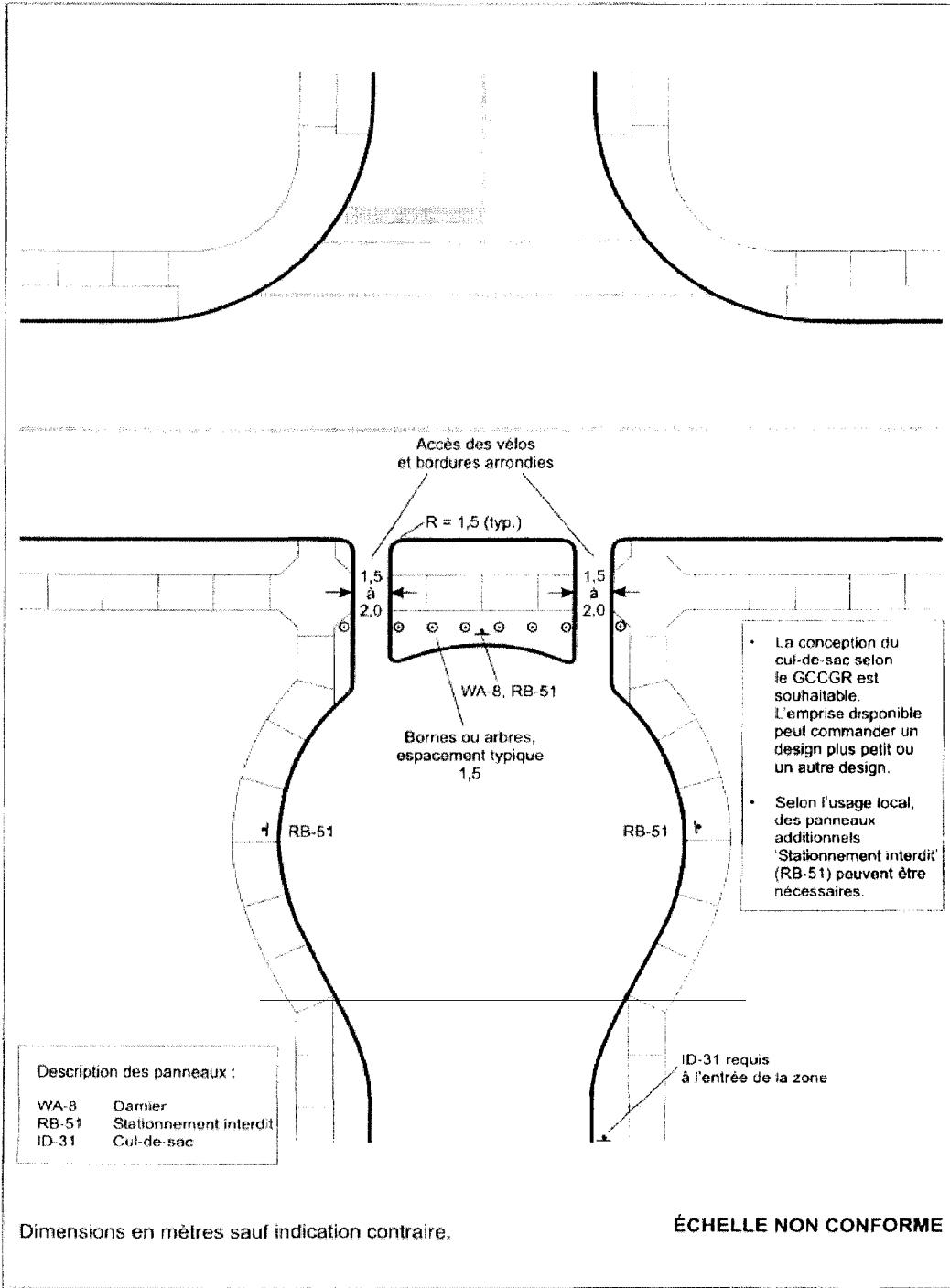


Véhicule de type	R	L	E	S
CAR	9	5,5	6	6
SU	14,5	9	6,5	6
WB-15	15,5	10	6,5	6
WB-17	16,5	11,5	6,5	6

Note :

- les cotes sont en mètres.

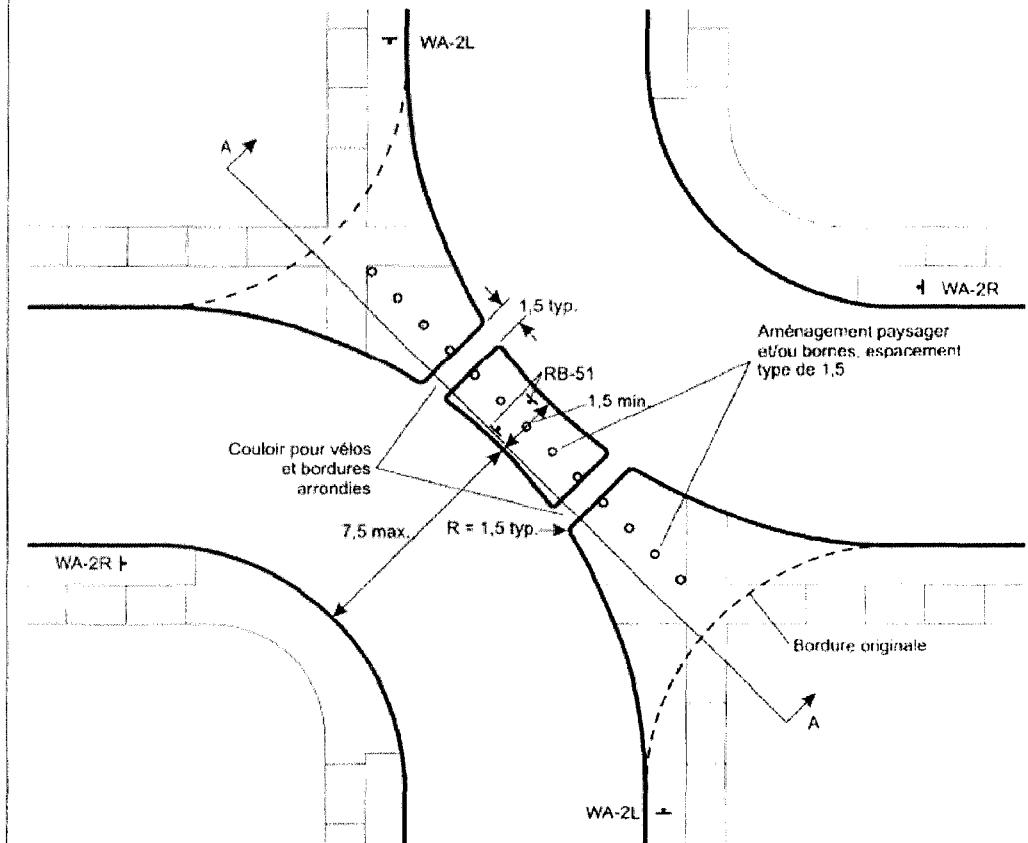
FIGURE 4.13 IMPASSE



ANNEXE 28

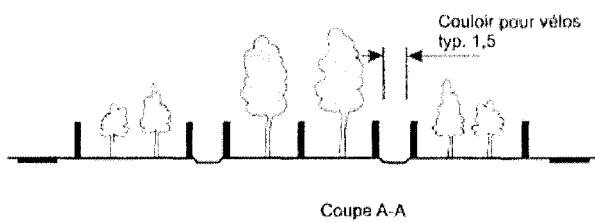
**Principales recommandations de l'ATC et du Massachusetts Highway Department
pour la conception d'un terre-plein diagonal**

FIGURE 4.12 TERRE-PLEIN DIAGONAL



Description de panneaux :

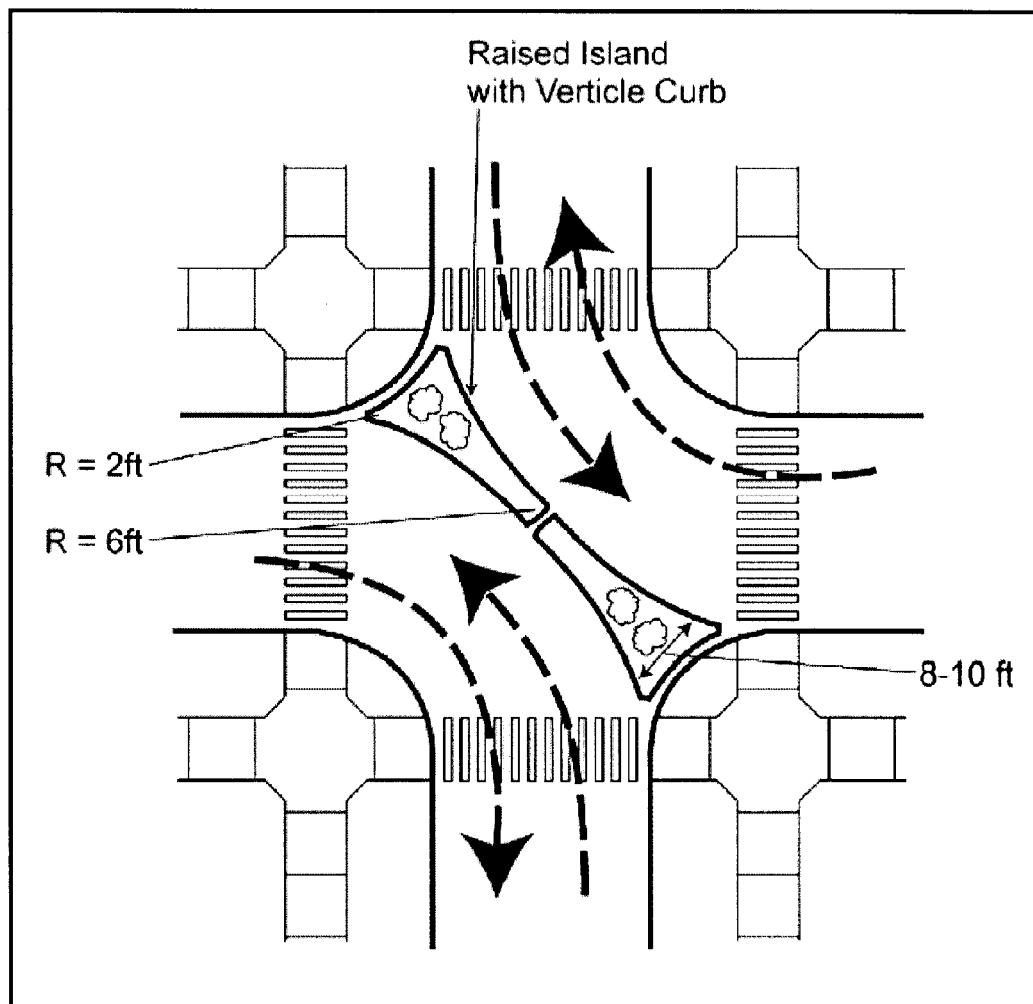
WA-2 Virage simple
RB-51 Stationnement interdit



Dimensions en mètres sauf indication contraire.

ÉCHELLE NON CONFORME

- En fonction de la demande piétonne et d'autres conditions locales, le design d'un terre-plein diagonal peut être modifié pour incorporer un trottoir le long du terre-plein. Conserver aménagement paysager et/ou bornes.
- Pour tenir compte des véhicules d'urgence, on peut incorporer des bornes fragilisées ou verrouillables ou des barrières verrouillables en travers du terre-plein.
- Des panneaux additionnels 'Stationnement interdit' (RB-51) peuvent être requis en vertu de l'usage local.

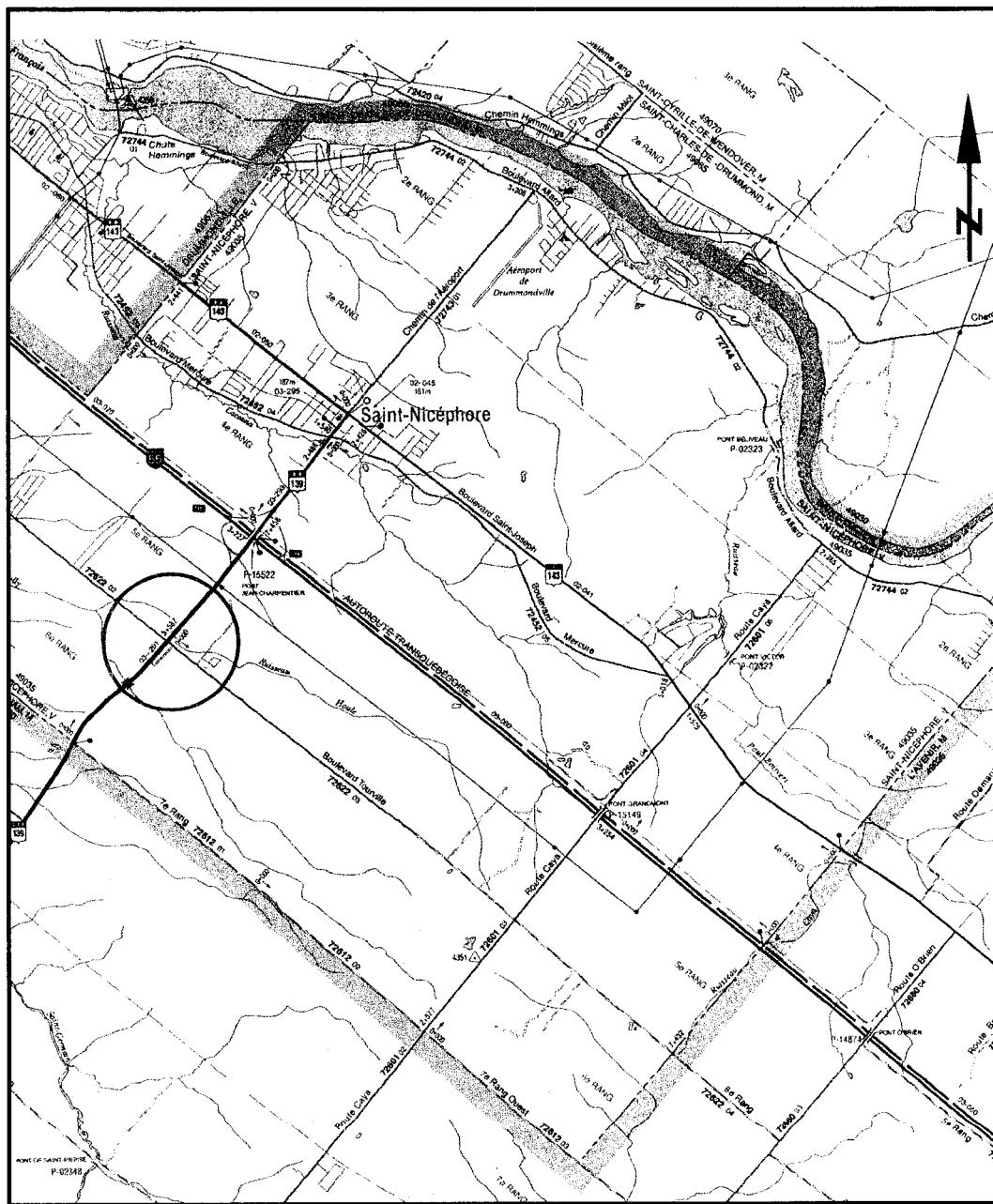


(Source : Massachusetts Highway Department, 2005)

ANNEXE 29

**Intersection de la route 139 et du chemin Tourville,
Drummondville, Secteur St-Nicéphore**

LOCALISATION DE L'INTERSECTION DE LA ROUTE 139 ET DU CHEMIN TOURVILLE



(Adapté de : Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006b)

IMAGE AÉRIENNE DU SITE



(Adapté de : Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006a)

APPROCHE NORD

Route 139 sud à 100 m de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

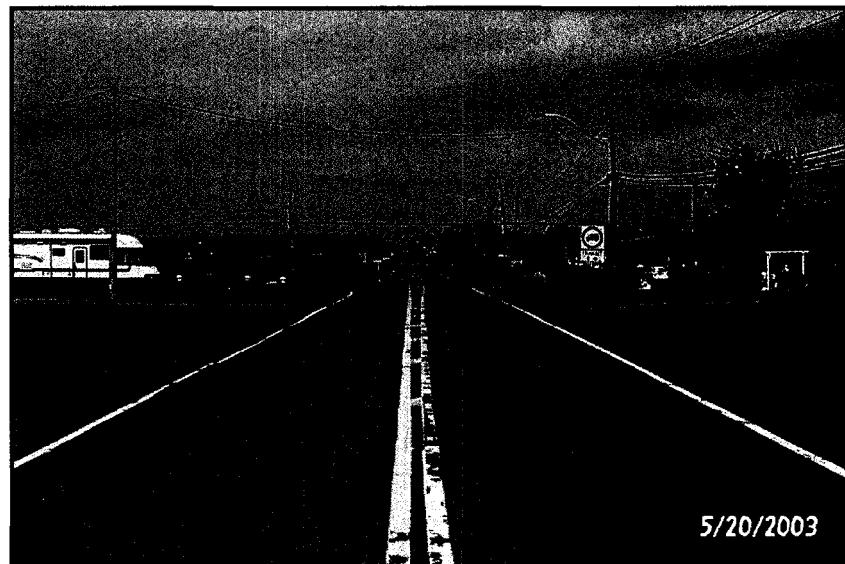
Route 139 sud à 300 m de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

APPROCHE SUD

Route 139 nord à 100 m de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

Route 139 nord à 300 m de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

APPROCHE OUEST

Chemin Tourville à 100 m de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

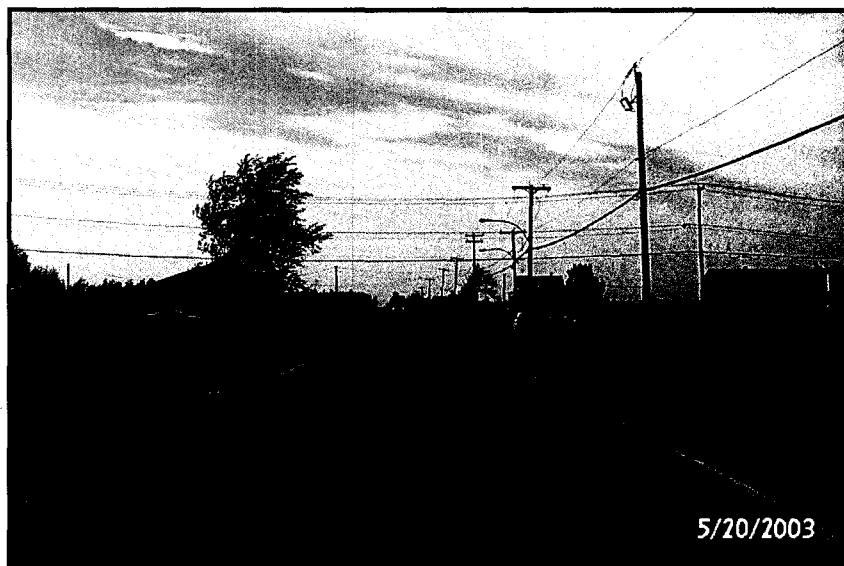
Chemin Tourville à 300 m de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

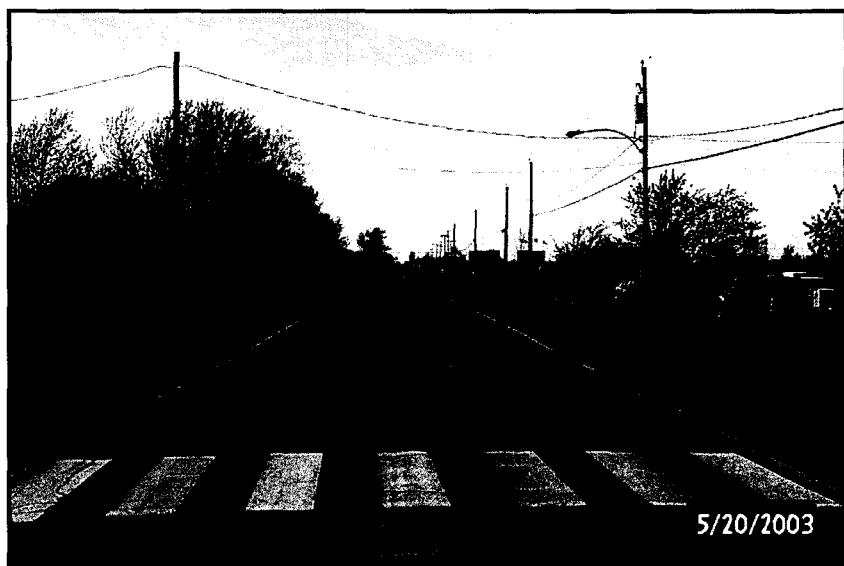
APPROCHE EST

Chemin Tourville à 100 m de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

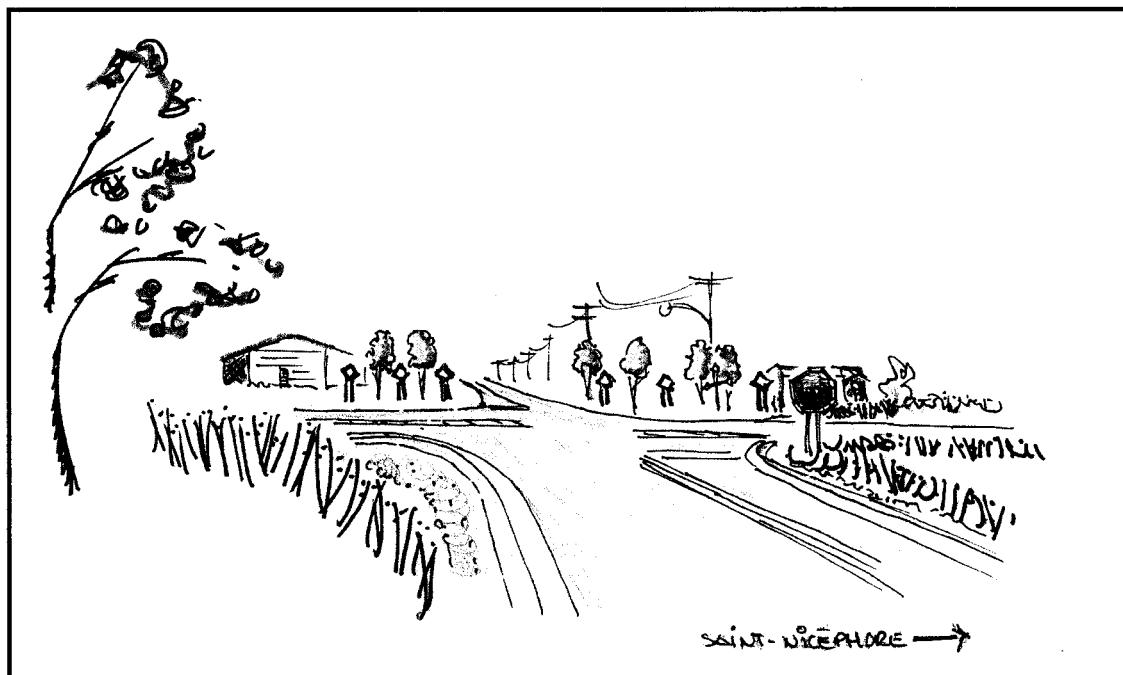
Chemin Tourville à 300 m de l'intersection



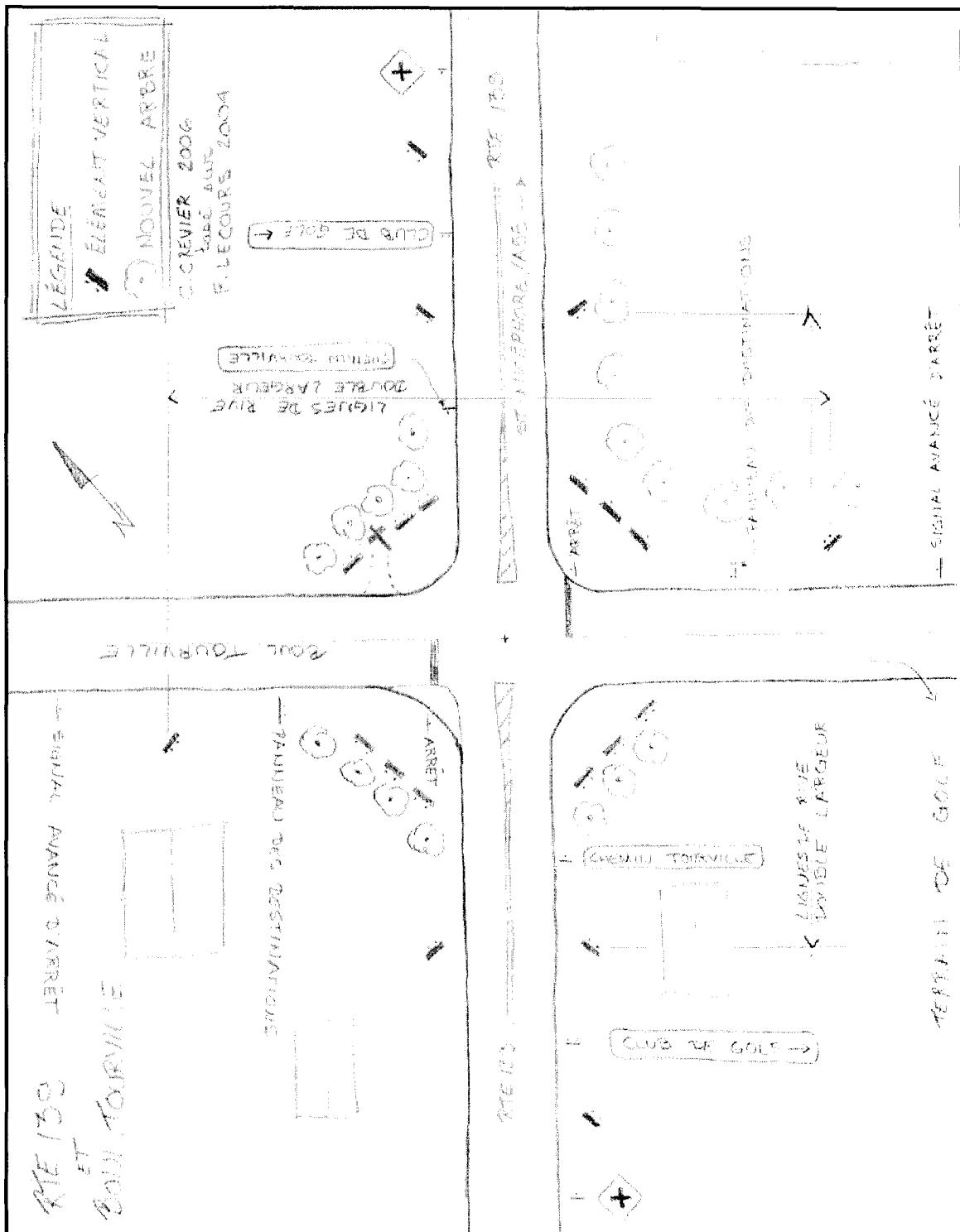
(Photographie : Denis Dufresne)

AMÉNAGEMENT PROPOSÉ

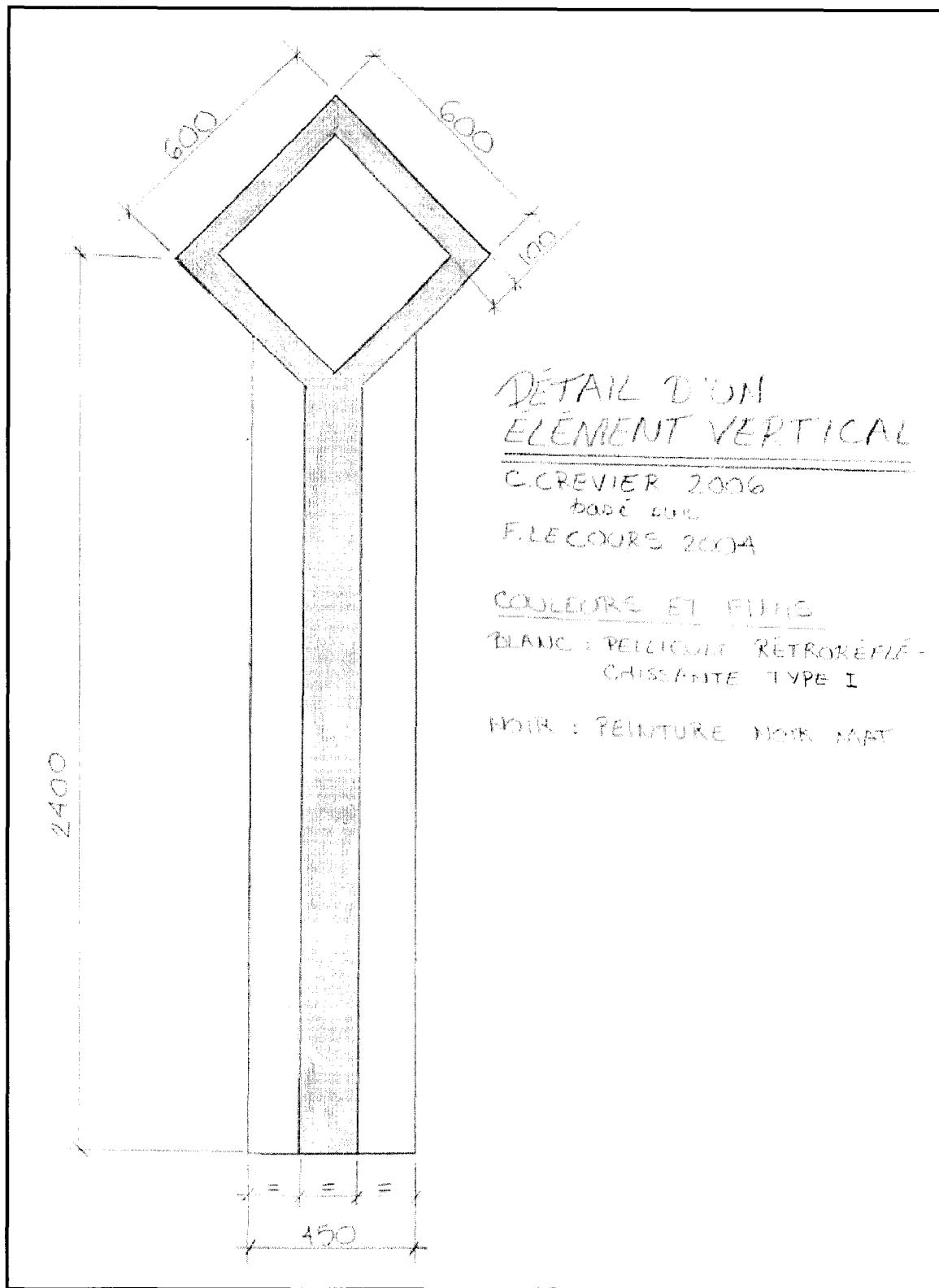
Vue de l'approche est sur le chemin Tourville



(Source : Lecours, 2004)



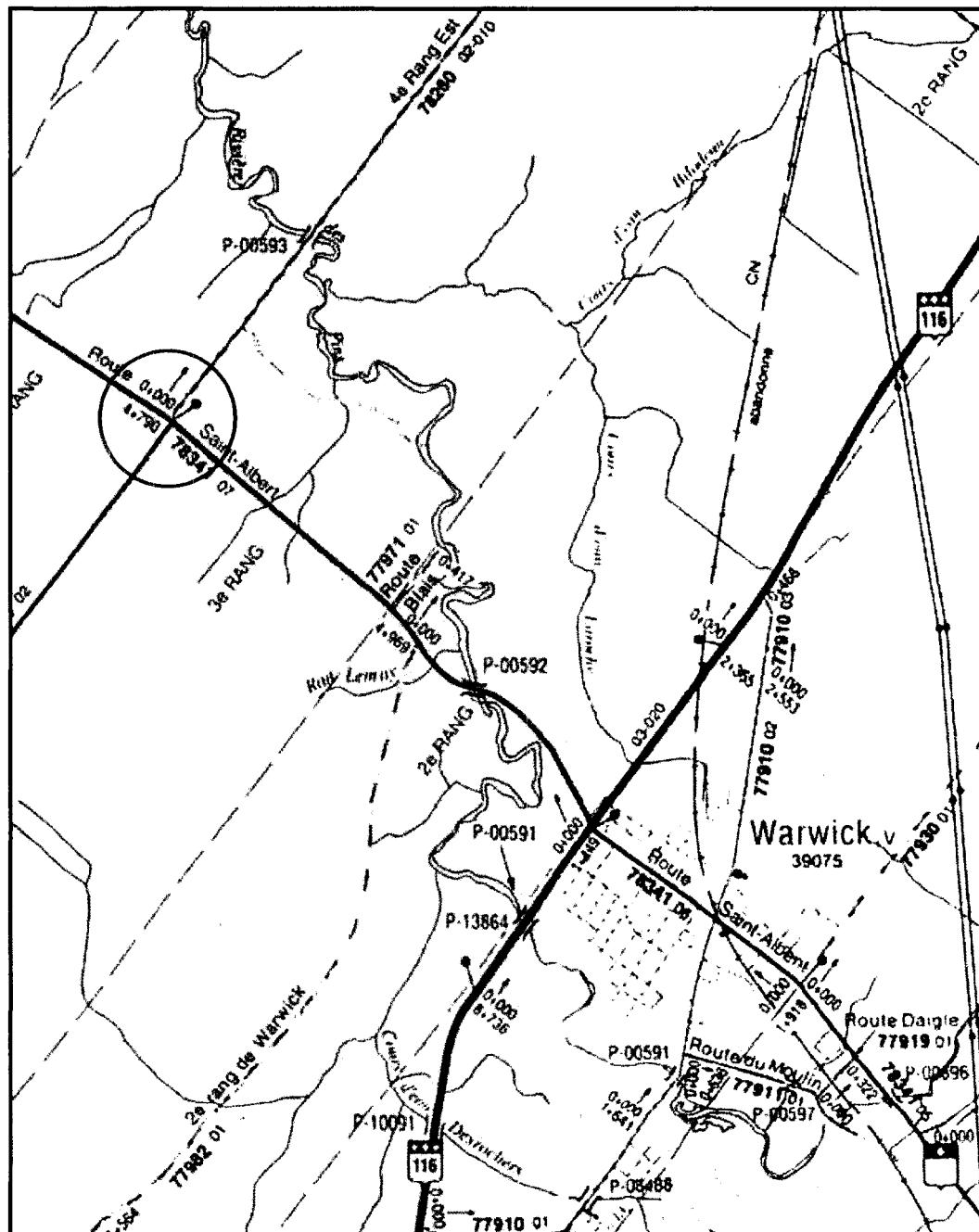
(Source : Adaptation de Lecours, 2004)



ANNEXE 30

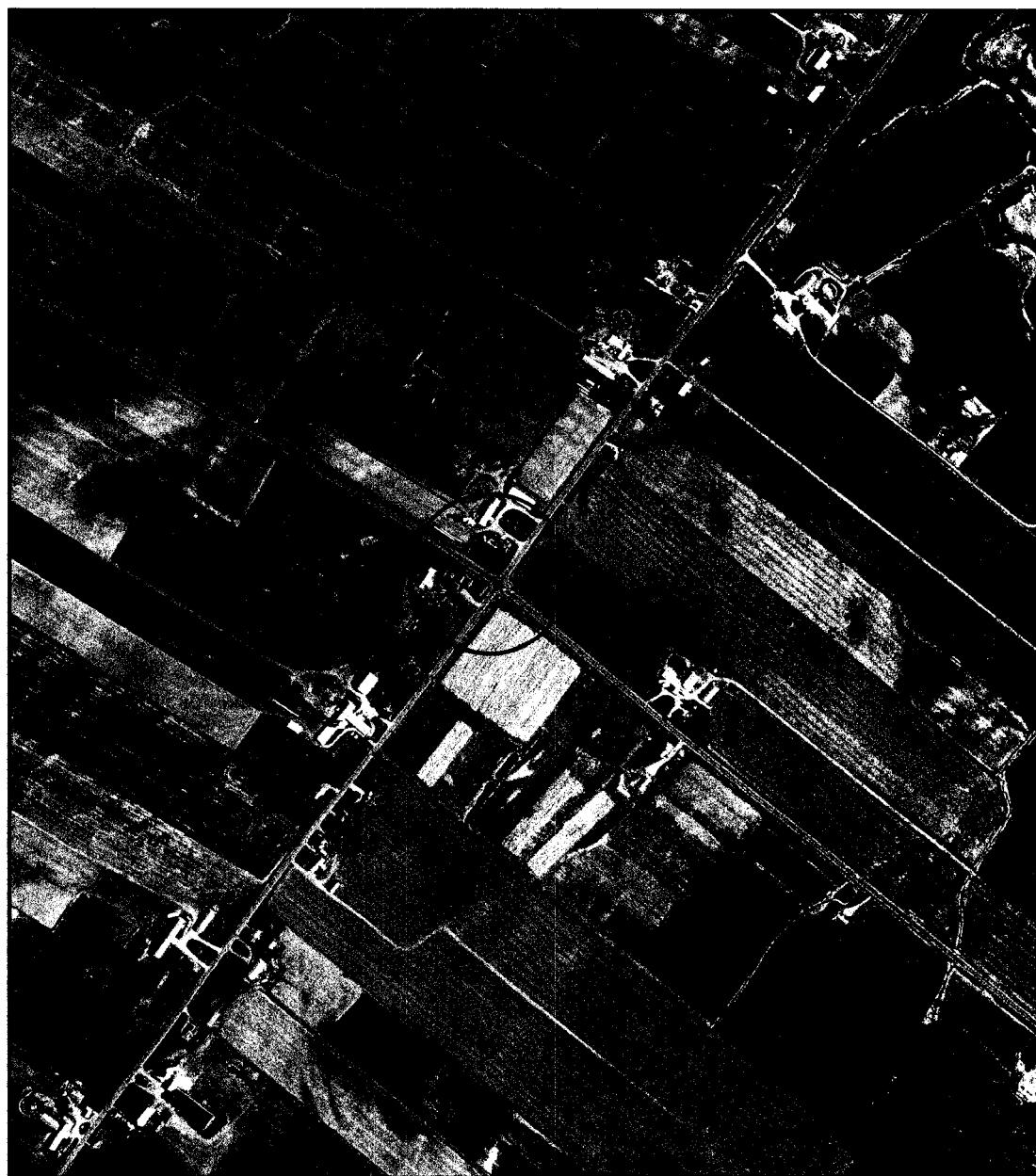
Intersection du chemin Saint-Albert et du 4^e Rang, Warwick

**LOCALISATION DE L'INTERSECTION ENTRE
LA ROUTE SAINT-ALBERT ET LE 4^E RANG**

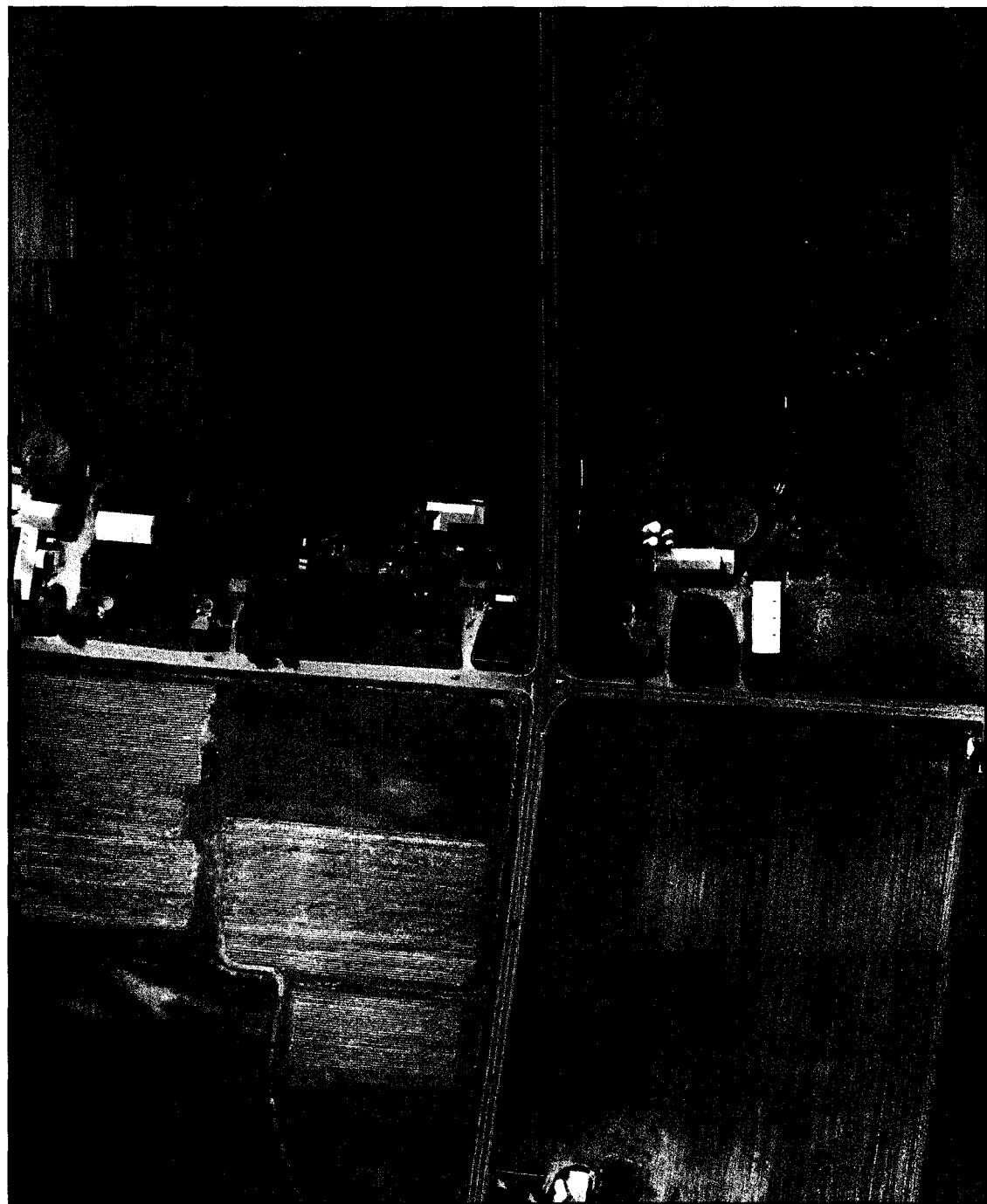


(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006b)

IMAGE AÉRIENNE DU SITE



(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006a)

IMAGE AÉRIENNE EN COULEUR DU SITE

(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006a)

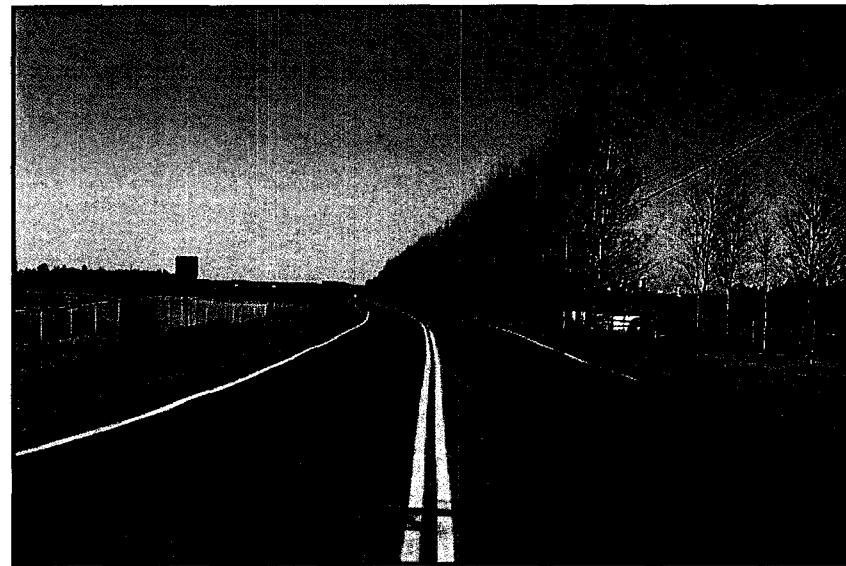
APPROCHE NORD

Route St-Albert à 100 m de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

Approche nord vue à partir du centre de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

APPROCHE SUD

Route St-Albert à 100 m de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

Approche sud vue à partir du centre de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

APPROCHE OUEST

4^e Rang à 100 m de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

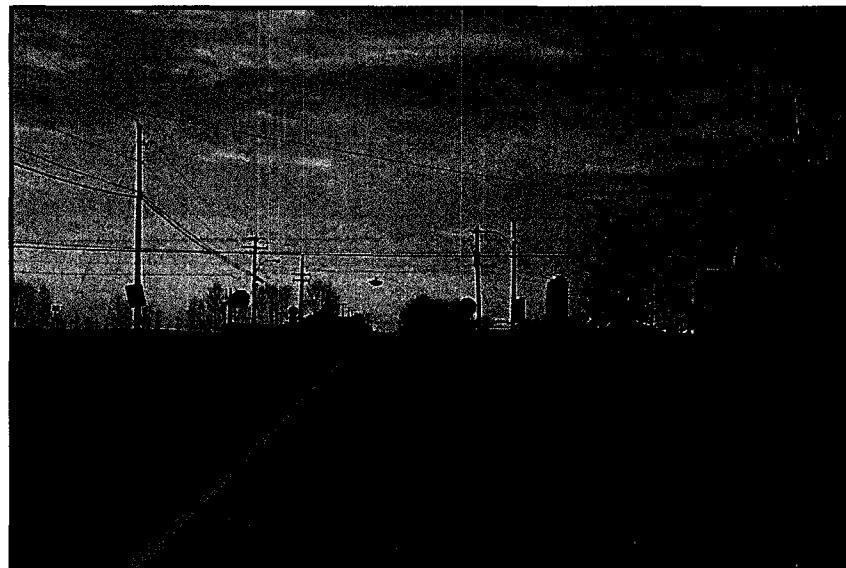
Approche ouest vue à partir du centre de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

APPROCHE EST

4^e Rang à 100 m de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

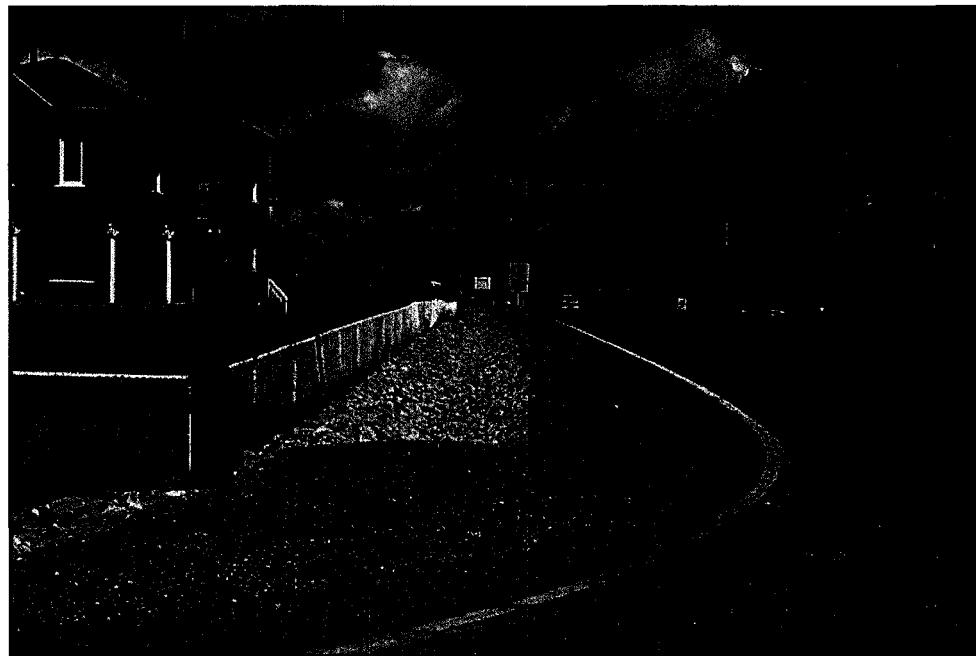
Approche est vue à partir du centre de l'intersection



(Photographie : Denis Dufresne)

TRAVAUX RÉALISÉS AU SITE

Empierrement du fossé pour améliorer la visibilité en fonction de la végétation



(Photographie : Denis Dufresne)

Repositionnement et marquage des lignes d'arrêt



(Photographie : Denis Dufresne)



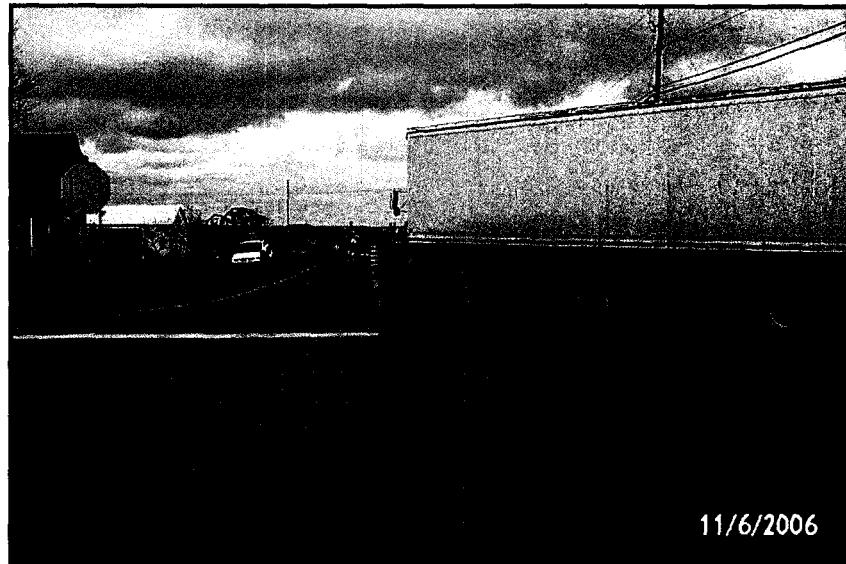
(Photographie : Denis Dufresne)

Installation de feux clignotants de type LED

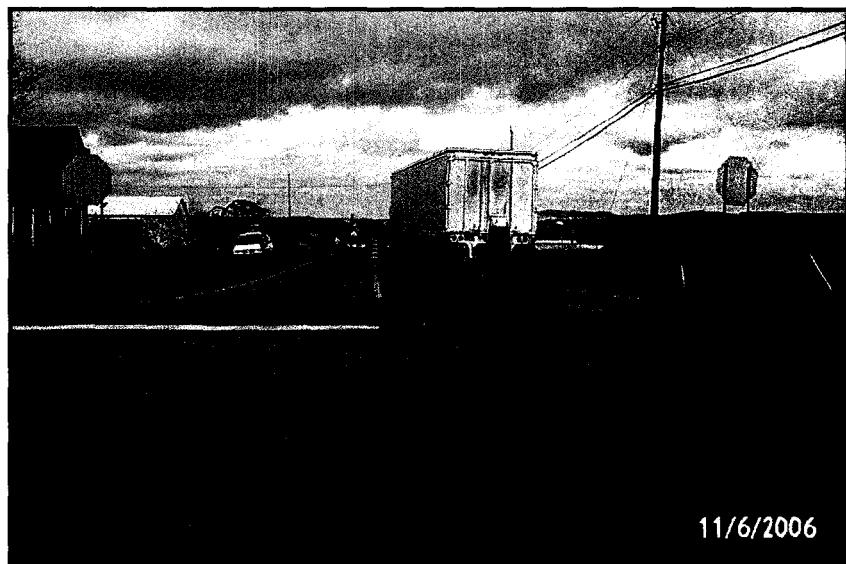


(Photographie : Denis Dufresne)

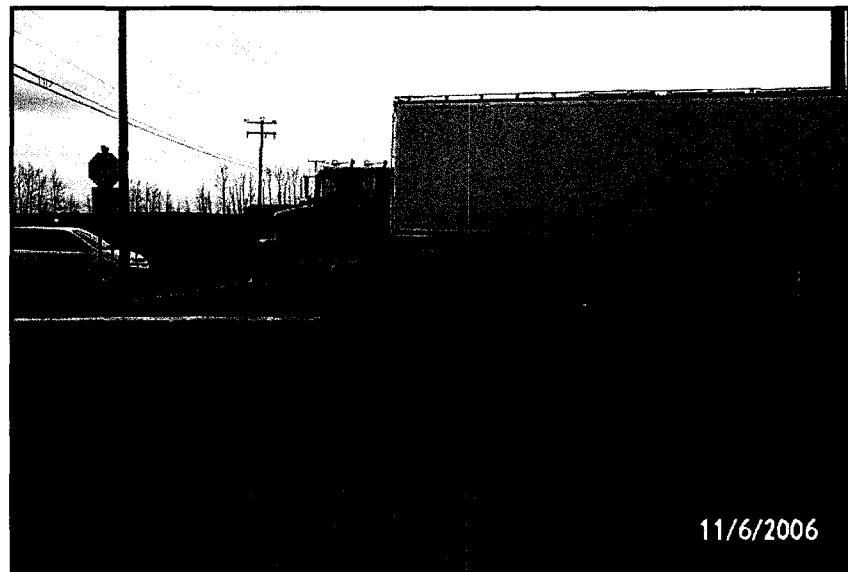
Vérification de la possibilité d'implanter de la signalisation au centre de la chaussée



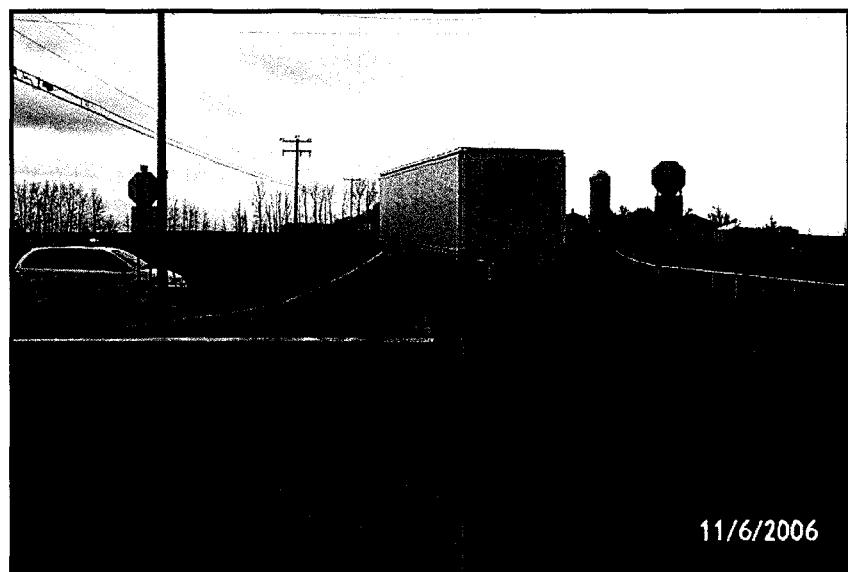
(Photographie : Denis Dufresne)



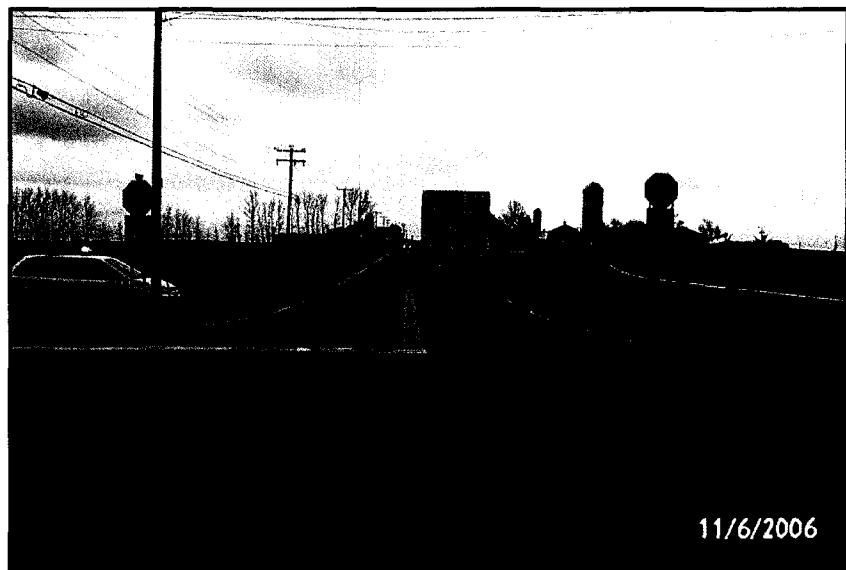
(Photographie : Denis Dufresne)



(Photographie : Denis Dufresne)



(Photographie : Denis Dufresne)



(Photographie : Denis Dufresne)

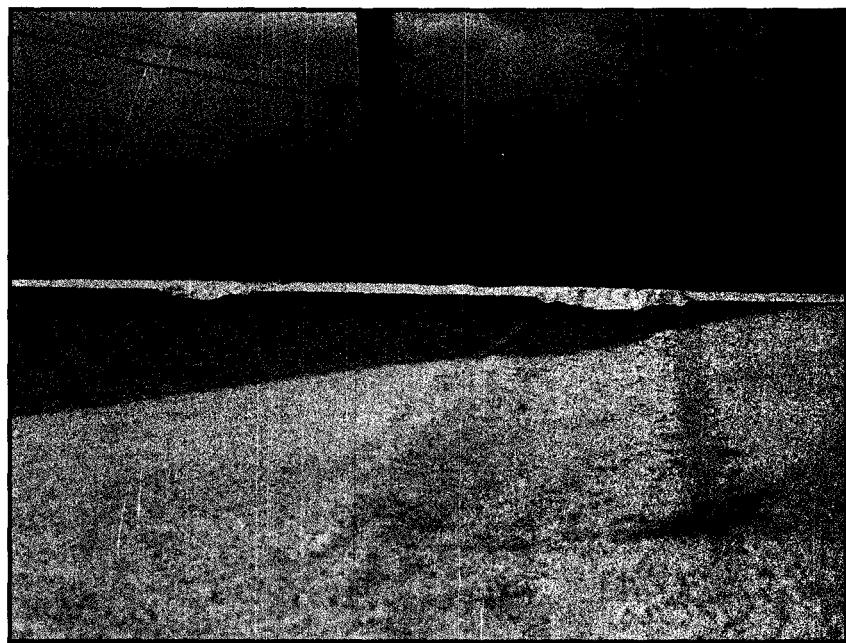
Îlots centraux et latéraux en marquage avec texture intégrée



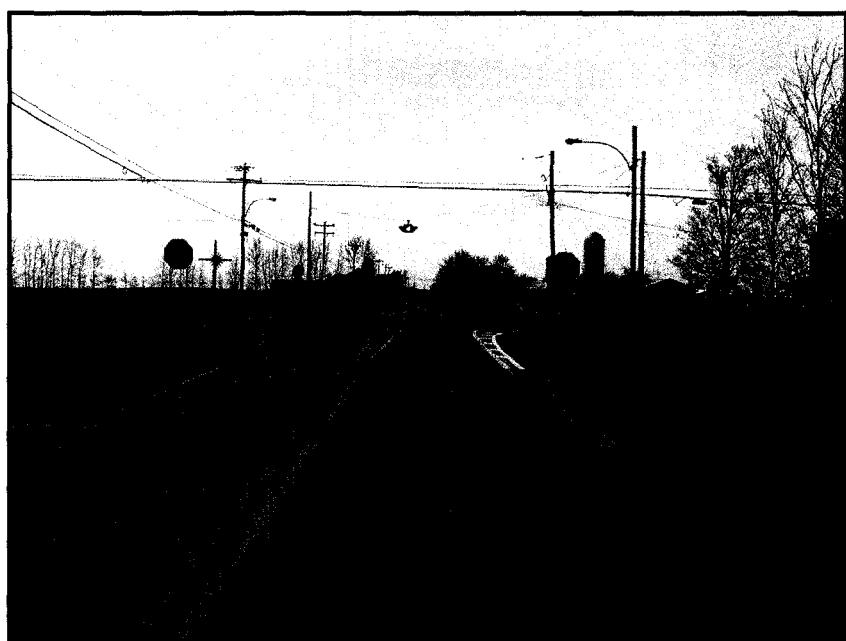
(Photographie : Clyde Crevier)



(Photographie : Clyde Crevier)



(Photographie : Clyde Crevier)

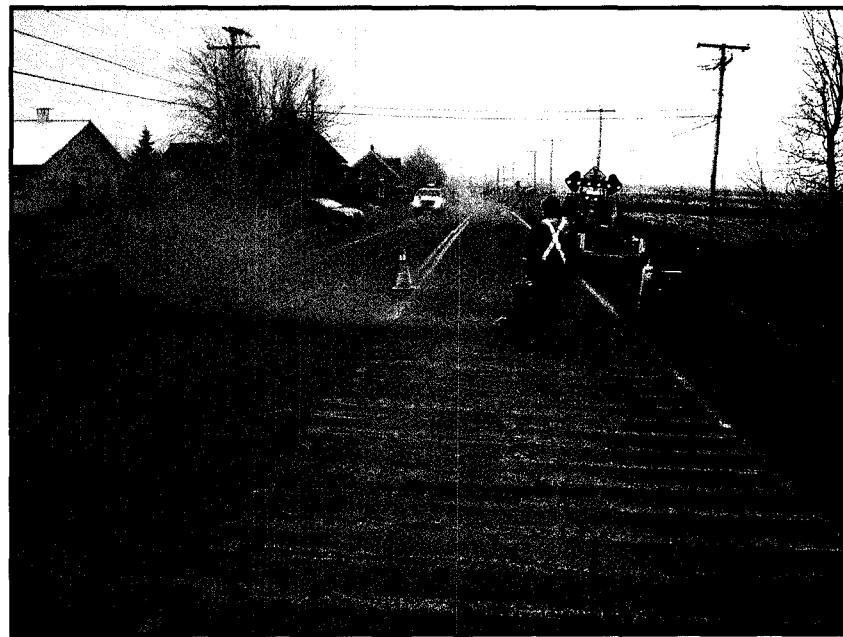


(Photographie : Clyde Crevier)

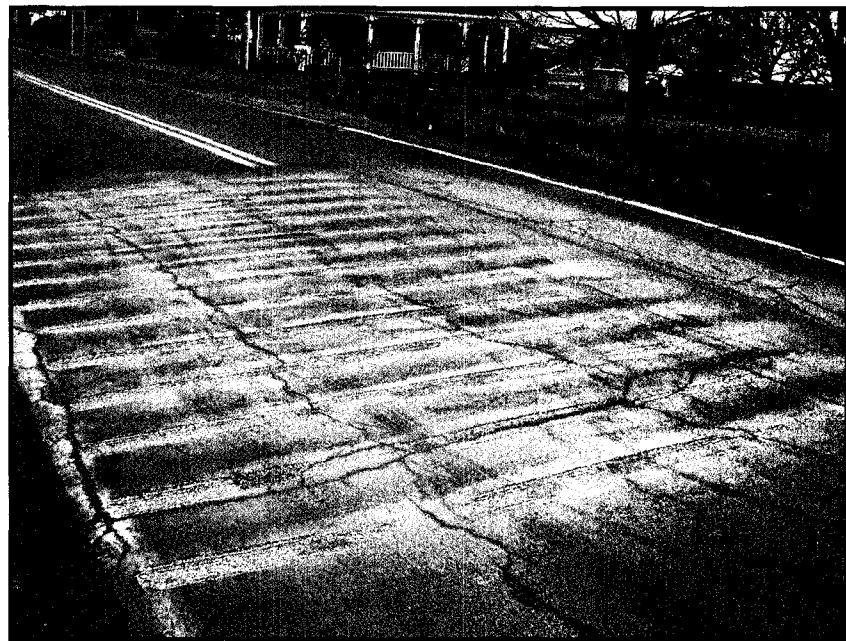
Bandes d'alerte transversales



(Photographie : Clyde Crevier)



(Photographie : Clyde Crevier)



(Photographie : Clyde Crevier)

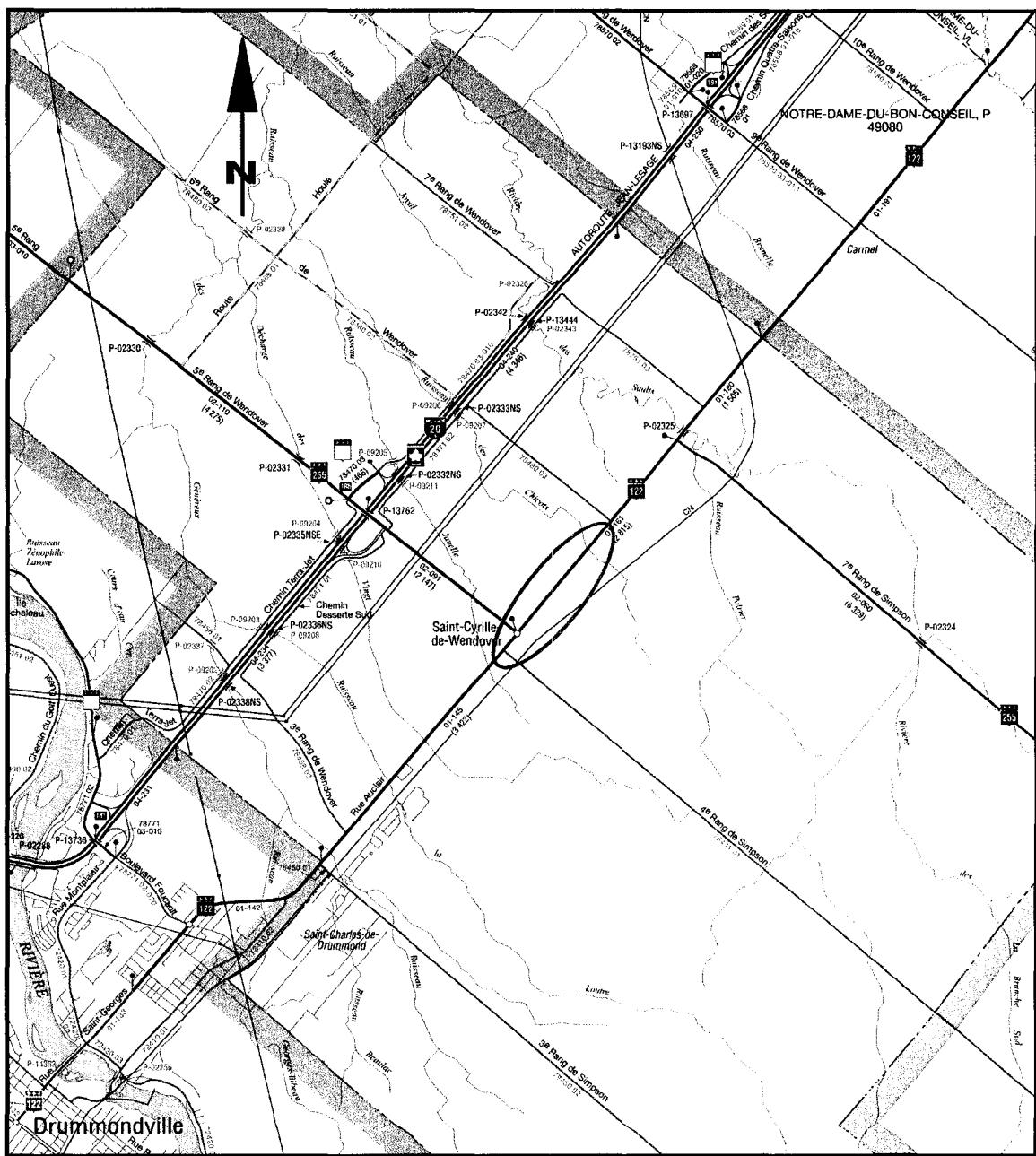


(Photographie : Clyde Crevier)

ANNEXE 31

Traversée d'une agglomération sur la route 122, Saint-Cyrille-de-Wendover

LOCALISATION DE LA ZONE À L'ÉTUDE



(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006b)

IMAGE AÉRIENNE DU SITE



(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-
Québec, 2006b)

IMAGES AÉRIENNES EN COULEUR ET PHOTOGRAPHIES

Milieu traversé avant la zone problématique



(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006a)

L’usager traverse un milieu agricole avec quelques résidences. La vitesse affichée est de 90 km/h. La brisure visuelle (ou la différence entre les largeurs de chaussée) entre la zone affichée à 90 km/h et celle affichée à 50 km/h est faible.²⁵

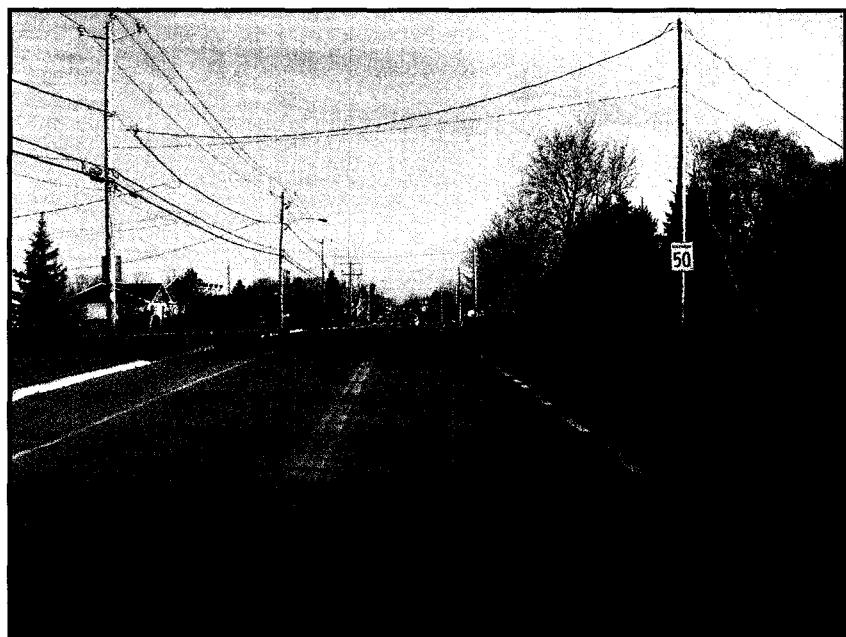
²⁵

Voir les photographies du milieu traversé avant la zone problématique.

Photographies du milieu traversé avant la zone problématique

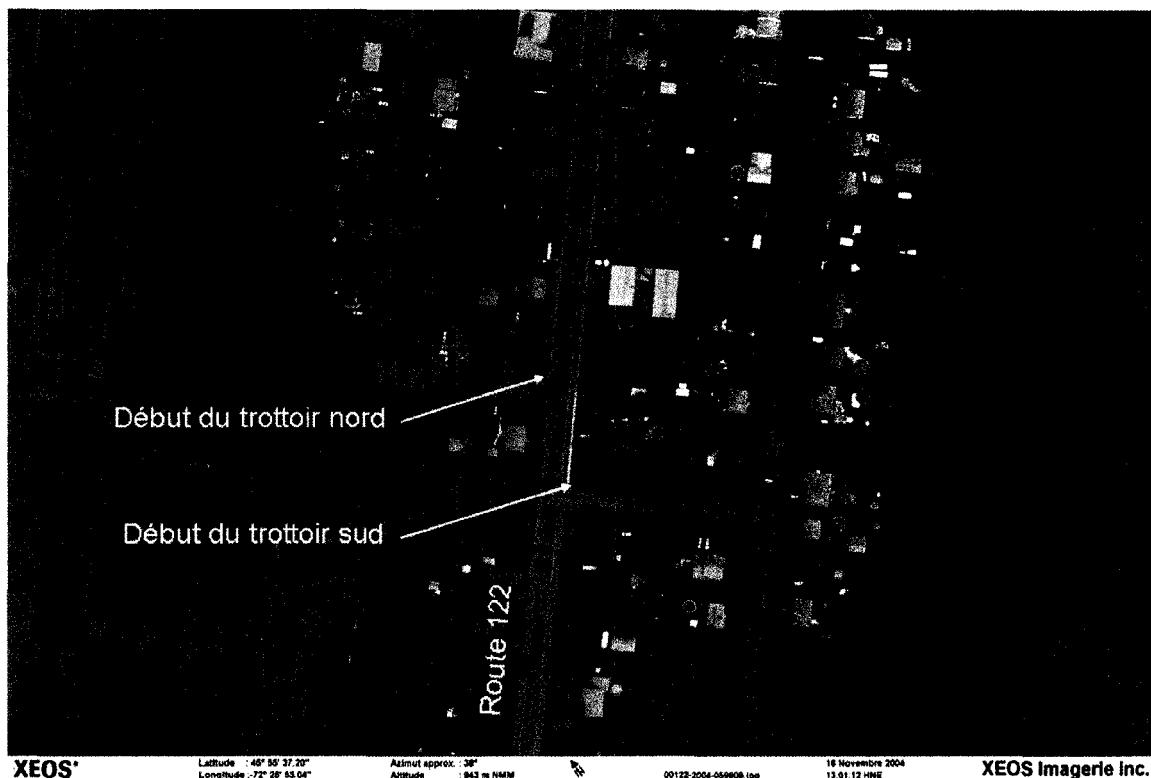


(Photographie : Clyde Crevier)



(Photographie : Clyde Crevier)

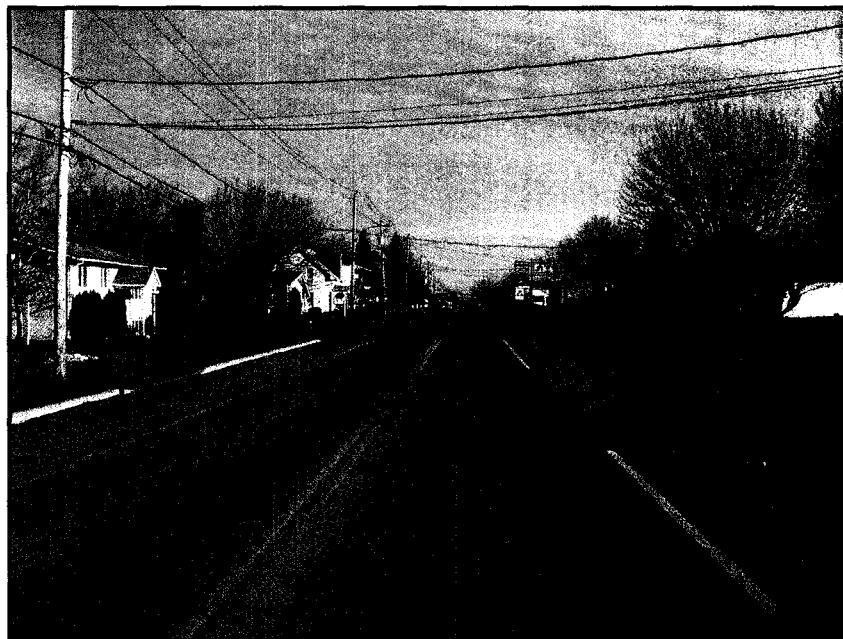
Début de l'agglomération



(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006a)

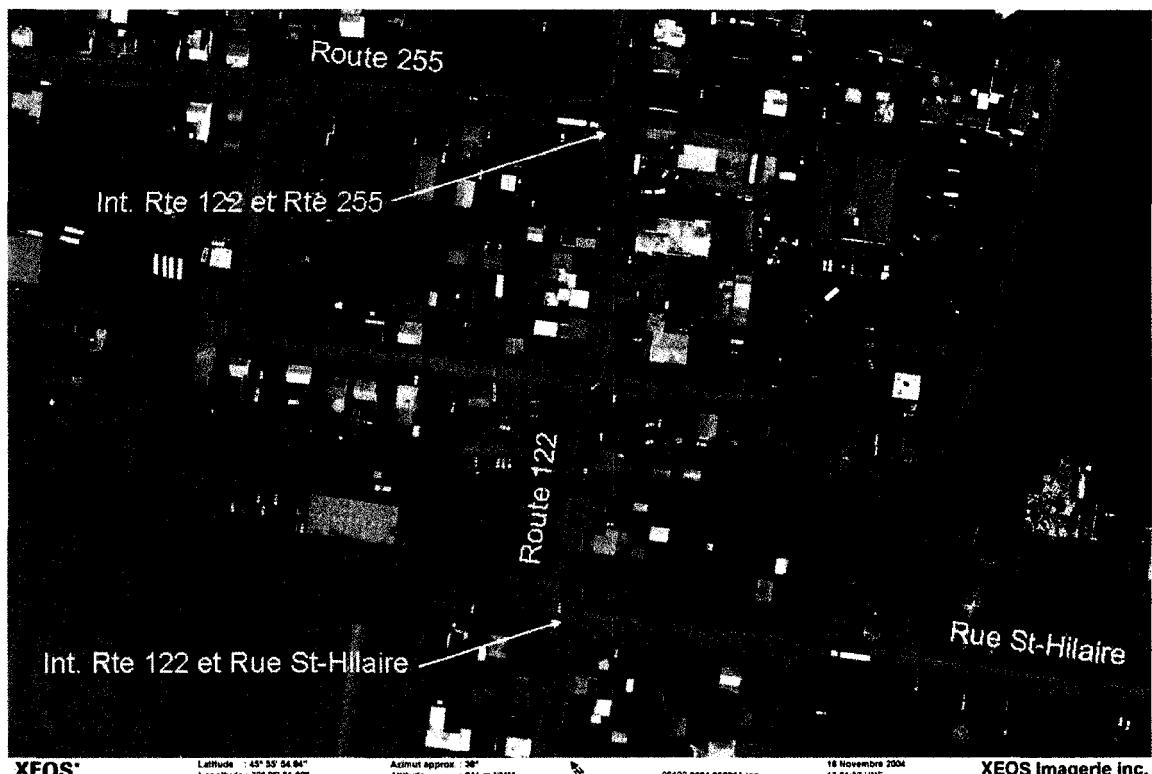
Légèrement avant le début des trottoirs, la vitesse affichée passe de 90 km/h à 50 km/h.

Photographie du début de l'agglomération



(Photographie : Clyde Crevier)

Centre de la municipalité, secteur commercial et résidentiel
(Noyau villageois)



(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006a)

L'usager traverse un milieu dense où les bâtiments sont construits très près de la limite du trottoir.

Photographie du centre de la municipalité, secteur commercial et résidentiel
(Noyau villageois)



(Photographie : Clyde Crevier)

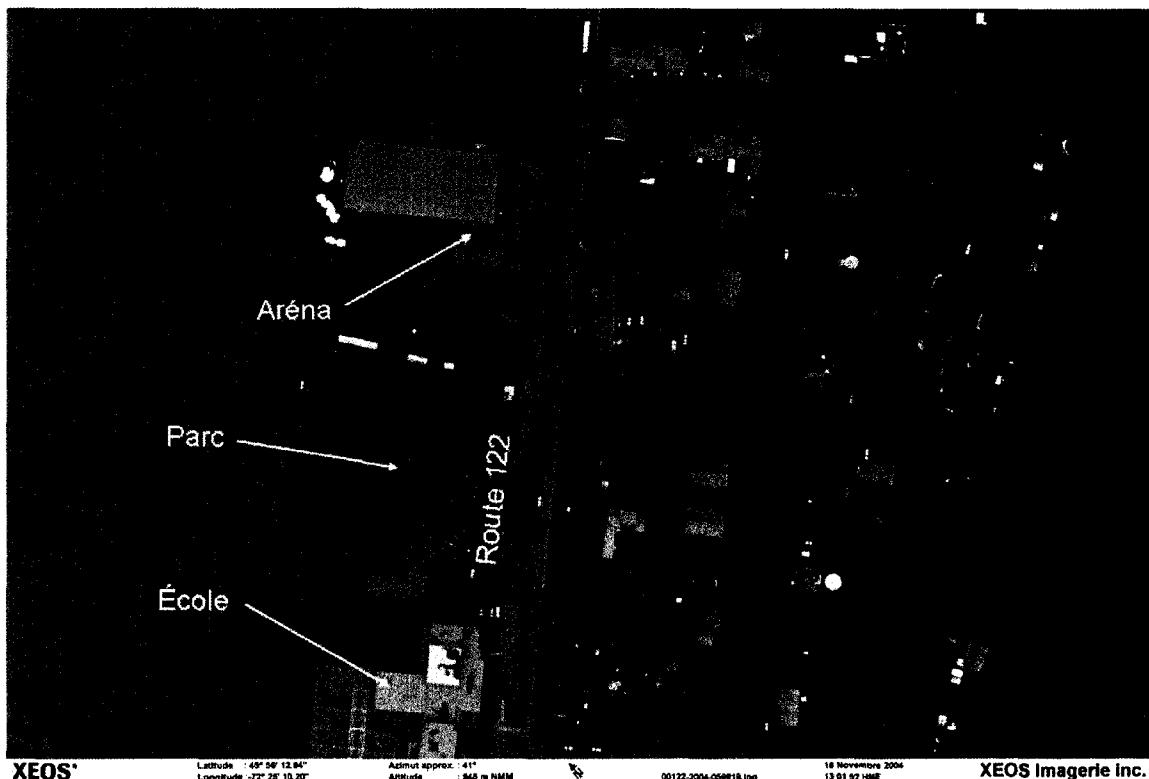
Zone scolaire, zone problématique



(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006a)

Juste avant l'école, la largeur pavée s'élargit considérablement. Elle passe de 8,3 m à 15,5 m. Le milieu bâti commence à s'éloigner de la chaussée. Une augmentation de la largeur du champ visuel se produit et invite l'usager à accélérer.

Zone scolaire et lieux de rassemblement



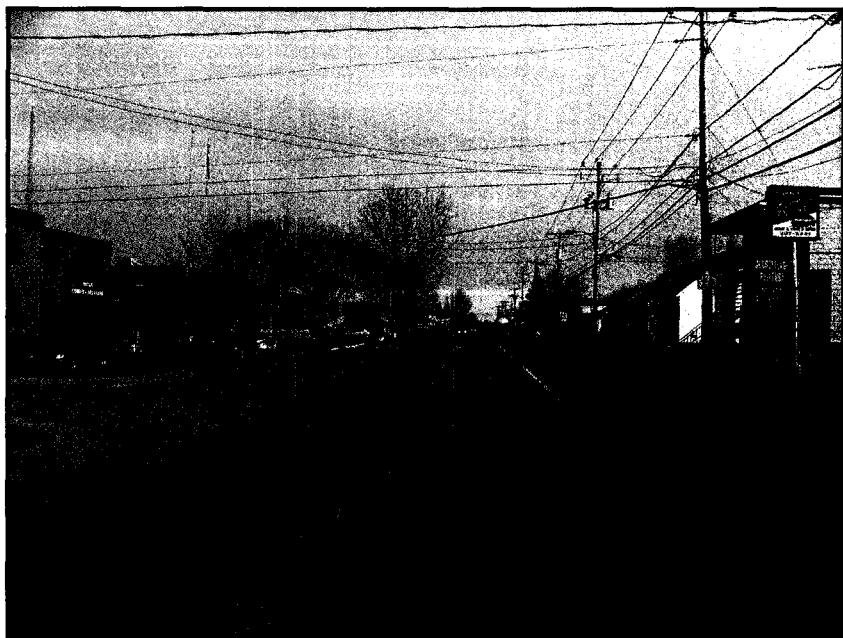
(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006a)

Le parc situé entre l'école et l'aréna dégage un grand espace au nord de la route.

Photographies de la zone scolaire problématique



(Photographie : Clyde Crevier)



(Photographie : Clyde Crevier)

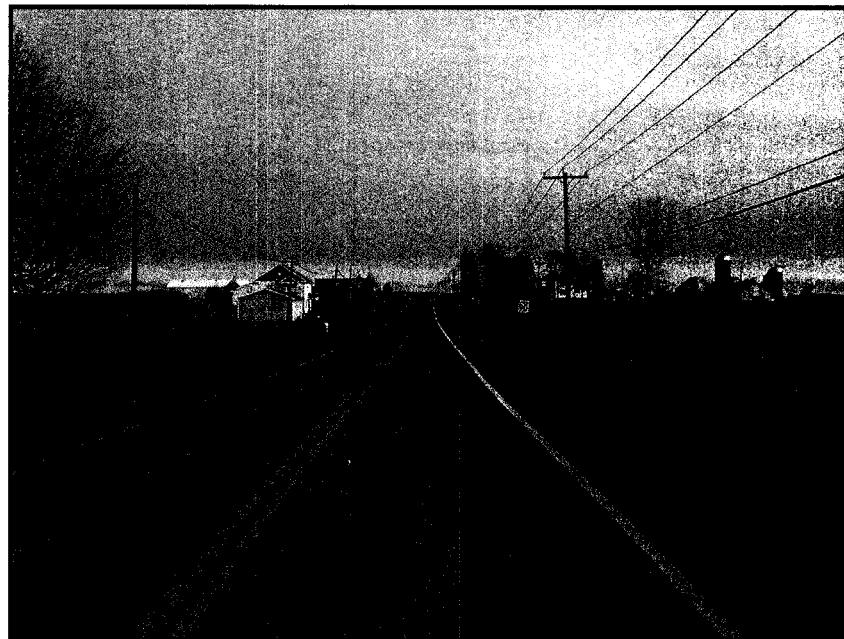
Milieu traversé après la zone problématique



(Source : Adaptation du Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, 2006a)

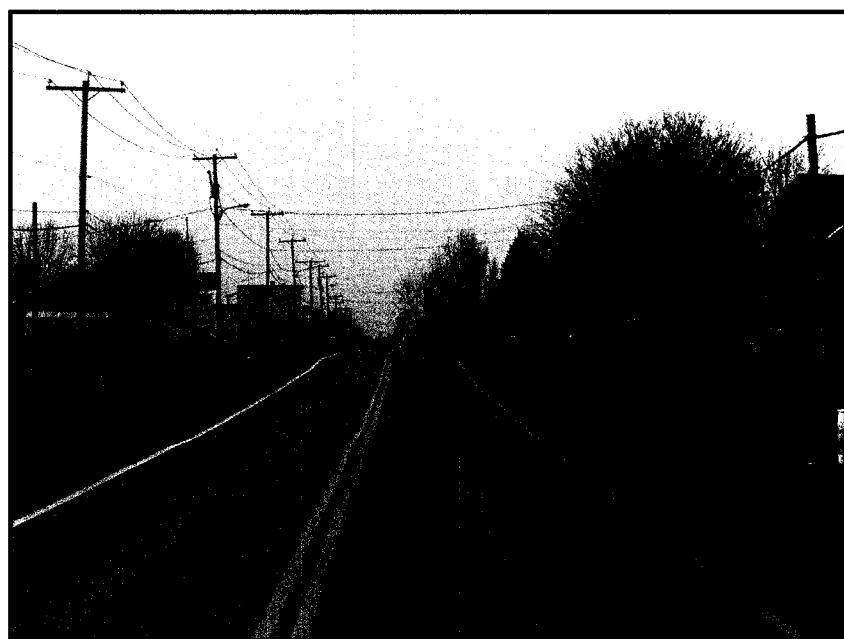
Retour rapide de l'usager en milieu agricole offrant un large dégagement visuel. La vitesse affichée revient à 90 km/h sur la route régionale. En sens inverse, l'usager entre directement dans la zone conflictuelle.

Photographie du milieu traversé après la zone problématique



(Photographie : Clyde Crevier)

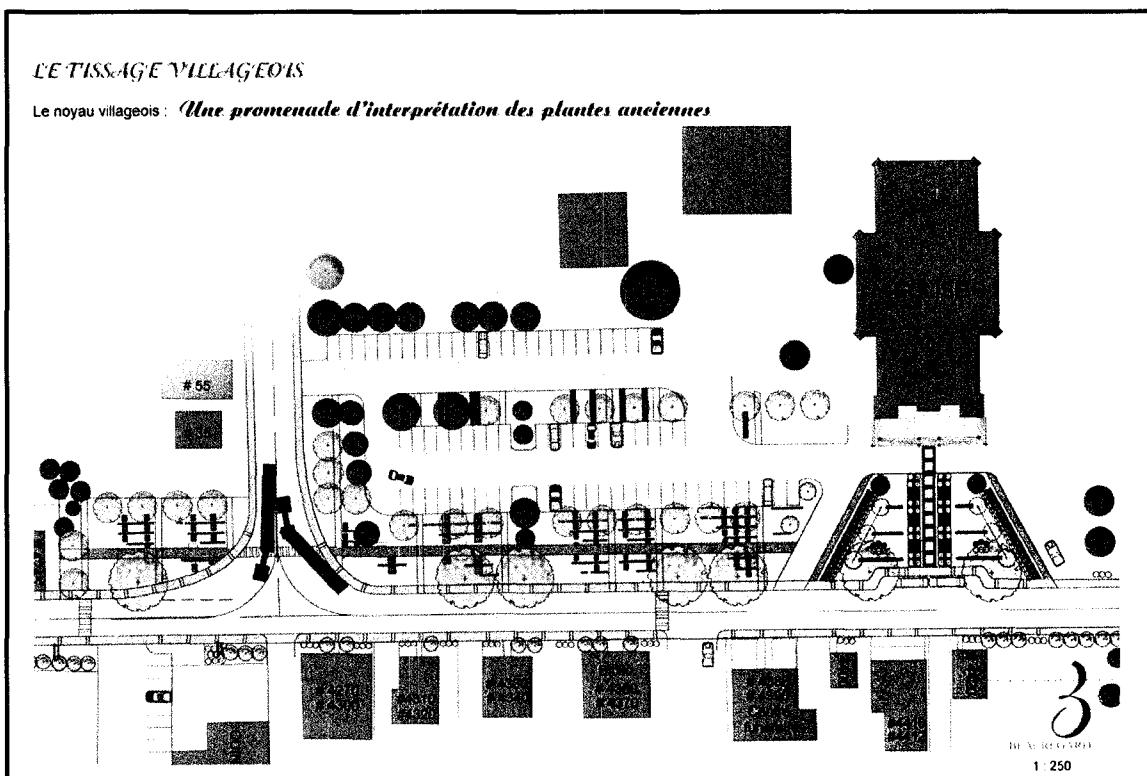
Photographie de l'entrée dans la zone conflictuelle en direction ouest



(Photographie : Clyde Crevier)

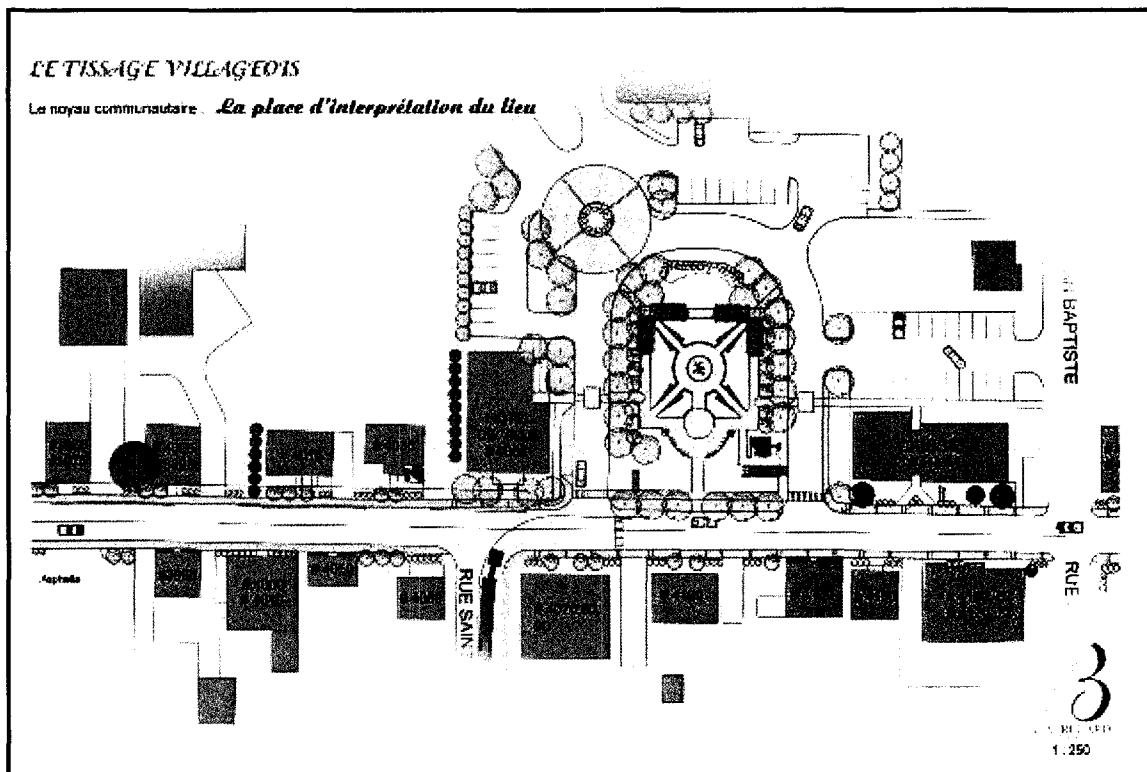
AMÉNAGEMENT PROPOSÉ

Les largeurs pavées sont diminuées sur la route 122, mais aussi à l'intersection. Les rayons de coin sont réduits afin de limiter la vitesse des virages sur la route 255 et de favoriser la traversée des piétons à l'intersection. L'installation de feux de circulation avec boutons d'appel pour piétons est également à l'étude.



(Source : Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes, 2006)

Au cœur de la municipalité, le camionnage en provenance du 4^e Rang (Rue Saint-Hilaire) ne peut pas s'insérer sur la route 122 sans occuper la voie en sens inverse. L'installation de feux de circulation et celle d'un sens unique vers le nord sur la nouvelle rue à droite de l'hôtel de ville rendront cette intersection sécuritaire.



(Source : Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes, 2006)

L'enfouissement des installations aériennes d'utilité publique joue un rôle primordial dans l'esthétisme du milieu.



(Source : Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes, 2006)

ANNEXE 32

Tableaux « Accident pattern, Probable cause and Safety Enhancement » du FHWA

GENERAL ACCIDENT PATTERNS		
Accident Pattern	Probable Cause	Safety Enhancement
Run-off roadway	Slippery pavement	Improve skid resistance Provide adequate drainage Groove existing pavement
	Roadway design inadequate for traffic conditions	Widen lane/shoulders Relocate islands Provide proper superelevation Install/improve traffic barriers Improve alignment/grade Flatten slopes/ditches Provide escape ramp
	Poor delineation	Improve/install pavement markings Install roadside delineators Install advance warning signs
	Poor visibility	Improve roadway lighting Increase sign size
	Inadequate shoulder	Upgrade roadway shoulders
Bridges	Improper channelization	Improve channelization
	Alignment	Realign bridge/roadway Install advance warning signs Improve delineation/markings
	Narrow roadway	Widen structure Improve delineation/markings Install signing/signals
	Visibility	Remove obstruction Install advance warning signs Improve delineation and markings
	Vertical clearance	Rebuild structure/adjust roadway grade Install advance warning signs Improve delineation and markings Provide height restriction/warning device
	Slippery surface (Wet/icy)	Resurface deck Improve skid resistance Provide adequate drainage Provide special signing
	Rough surface	Resurface deck Rehabilitate joints Regrade approaches
Inadequate barrier system		Upgrade bridge rail Upgrade approach rail/terminals Upgrade bridge - approach rail connections Remove hazardous curb Improve delineation and markings

GENERAL ACCIDENT PATTERNS		
Accident Pattern	Probable Cause	Safety Enhancement
Overtum	Roadside features	Flatten slopes and ditches Relocate drainage facilities Extend culverts Provide traversable culvert end treatments Install/improve traffic barriers
	Inadequate shoulder	Widen lane/shoulder Upgrade shoulder surface Remove curbing/obstructions
	Pavement feature	Eliminate edge drop-off Improve superelevation/crown
Parked vehicles	Inadequate road design	Widen lanes/shoulders
Fixed object	Obstructions in or too close to roadway	Remove/relocate obstacles Make drainage headwalls flush with side slope Install breakaway features to light poles, signposts, etc... Protect objects with guardrail Delineation/reflectorize safety hardware
	Inadequate lighting	Improve roadway lighting
	Inadequate pavement markings, signs, delineators, and guardrail	Install reflectorized pavement lines/raised markers Install reflectorized paint and/or reflectors on the obstruction Add special signing Upgrade barrier system
	Inadequate road design	Improve alignment/grade Provide proper superelevation Install warning signs/delineators Provide wider lanes
	Slippery surface	Improve skid resistance Provide adequate drainage Groove existing pavement
Sideswipe or head-on	Inadequate road design	Provide wider lanes Improve alignment/grade Provide passing lanes Provide roadside delineators Sign and mark unsafe passing areas
	Inadequate shoulders	Improve shoulders
	Excessive vehicle speed	Install median devices
	Inadequate pavement markings	Install/improve centerline, lane lines, and edge lines Install reflectorized markers
	Inadequate channelization	Install acceleration and deceleration lanes Improve/install channelization Provide turning bays
Sideswipe or head-on (Continued)	Inadequate signing	Provide advance direction and warning signs Add illuminated name signs

GENERAL ACCIDENT PATTERNS		
Accident Pattern	Probable Cause	Safety Enhancement
Access-related	Left-turning vehicles	Install median devices Install two-way left-turn lanes
	Improperly located driveway	Move driveway to side street Install curbing to define driveway location Consolidate adjacent driveways
	Right-turning vehicles	Provide right-turn lanes Increase width of driveways Widen through lanes Increase curb radii
	Large volume of through traffic	Move driveway to side street Construct a local service road
	Large volume of driveway traffic	Signalize driveway Provide acceleration and deceleration lanes Channelize driveway
	Restricted sight Inadequate lighting	Remove obstructions Improve street lighting
Intersection (signalized/unsignalized) left turn, head-on, right angle, rear end	Large volume of left/right turns	Widen road Channelize intersection Install STOP signs Provide signal Increase curb radii
	Restricted sight distance	Remove sight obstruction Provide adequate channelization Provide left/right turn lanes Install warning signs Install STOP signs Install signal Install advance markings to supplement signs Install STOP bars
	Slippery surface	Improve skid resistance Provide adequate drainage Groove pavement
	Large numbers of turning vehicles	Provide left- or right-turn lanes Increase curb radii Install signal
	Inadequate lighting	Improve roadway lighting
	Lack of adequate gaps	Provide signal Provide STOP signs

GENERAL ACCIDENT PATTERNS		
Accident Pattern	Probable Cause	Safety Enhancement
Intersection (signalized/unsignalized) left turn, head-on, right angle, rear end (Continued)	Crossing pedestrians Large total intersection volume Excessive speed on approaches Inadequate advance warning signs Inadequate traffic control devices Poor visibility of signals Unwarranted signals Inadequate signal timing	Install/improve signing or marking of pedestrian crosswalks Install signal Install signal Add traffic lane Install rumble strips Improve warning devices Install advance warning signs Upgrade traffic control devices Install/improve advance warning signs Install overhead signals Install 300 mm signal lenses Install visors/back plates Relocate signals Remove sight obstructions Add illumination/reflectorized name signs Remove signals Upgrade signal system timing/phasing
Nighttime	Poor visibility or lighting Poor sign quality Inadequate channelization or delineation	Install/improve street lighting Install/improve delineation/markings Install/improve warning signs Upgrade signing Provide illuminated/reflectorized signs Install pavement markings Improve channelization/delineation
Wet pavement	Slippery pavement Inadequate drainage Inadequate pavement markings	Improve skid resistance Groove existing pavement Provide adequate drainage Install raised/reflectorized pavement markings
Pedestrian/bicycle	Limited sight distance Inadequate protection Inadequate signals/signs Mid-block crossings	Remove sight obstructions Install/improve pedestrian crossing signs and markings Add pedestrian refuge islands Install/upgrade signals/signs Install warning signs/markings

GENERAL ACCIDENT PATTERNS		
Accident Pattern	Probable Cause	Safety Enhancement
Pedestrian/bicycle (Continued)	Inadequate pavement markings Lack of crossing opportunity Inadequate lighting Excessive vehicle speed Pedestrians/bicycles on roadway Long distance to nearest crosswalk	Supplement markings with signing Upgrade pavement markings Install traffic/pedestrian signals Install pedestrian crosswalk and signs Improve lighting Install proper warning signs Install sidewalks Install bike lanes/path Eliminate roadside obstructions Install curb ramps Install pedestrian crosswalk Install pedestrian actuated signals
Railroad crossings	Restricted sight distance Poor visibility Inadequate pavement markings Rough crossing surface Sharp crossing angle	Remove sight obstructions Reduce grade Install active warning devices Install advance warning signs Improve roadway lighting Increase size of signs Install advance markings to supplement signs Install STOP bars Install/improve pavement markings Improve crossing surface Rebuild crossing with proper angle

(Source : Federal Highway Administration, 1996)

ANNEXE 33

Tableaux des patrons d'accidents du MTQ

Tableau 1 : Collision à angle droit aux intersections avec signalisation

Patrons d'accidents	Causes possibles	Études recommandées	Améliorations
Collision à angle droit aux intersections avec signalisation	• Distance de visibilité	• Étude de visibilité • Étude de vitesse instantanée	• Corriger la visibilité (obstacles, profils) • Installer panneaux d'arrêts multiples • Installer panneaux d'arrêts avancés • Améliorer la signalisation • Installer un feu clignotant • Interdire le stationnement près du carrefour • Améliorer la canalisation
	• Débit important de trafic à l'intersection	• Étude de trafic • Capacité de l'intersection	• Reminuter les feux • Ajouter des voies
	• Vitesse excessive	• Étude de vitesse instantanée	• Réduire la limite de vitesse aux approches si justifiées par l'étude • Augmenter la phase de dégagement • Accroître la surveillance policière • Installer des bandes protubérantes
	• Éclairage inadéquat	• Étude d'éclairage	• Améliorer l'éclairage
	• Fonctionnement des feux	• Étude de minutage • Étude de capacité	• Optimiser les caractéristiques opérationnelles des feux • Modifier la phase de dégagement • Ajouter un rouge intégral
	• Signalisation inadéquate	• Étude de signalisation, surtout l'emplacement et la visibilité	• Prévoir des panneaux avancés • Ajouter des panneaux illuminés • Ajouter des têtes de feux

Tableau 2 : Collision à angle droit aux intersections sans signalisation

Patrons d'accidents	Causes possibles	Études recommandées	Améliorations
Collision à angle droit aux intersections sans signalisation	• Distance de visibilité insuffisante	• Étude de visibilité • Étude de vitesse	• Corriger la visibilité (obstacles, profils) • Installer panneaux d'arrêts multiples • Installer panneaux d'arrêts avancés • Améliorer la signalisation • Installer un feu clignotant • Interdire le stationnement près du carrefour • Améliorer la canalisation
	• Débit important de trafic à l'intersection	• Étude de trafic • Capacité de l'intersection • Étude de besoins de dispositifs de contrôle • Étude de durée de parcours et de retards	• Installer des feux • Détourner le trafic de transit • Envisager un autre type de carrefour
	• Vitesse excessive	• Étude de vitesse instantanée	• Réduire la limite de vitesse aux approches si justifiée par l'étude • Accroître la surveillance policière • Installer des panneaux avancés • Limiter la largeur des voies et de l'aménagement central
	• Éclairage inadéquat	• Étude d'éclairage	• Améliorer l'éclairage
	• Signalisation inadéquate	• Étude de signalisation surtout l'emplacement et la visibilité	• Prévoir des panneaux avancés de direction et de danger • Ajouter des panneaux illuminés • Tout aménagement visant à améliorer la visibilité

Tableau 3 A : Collision arrière aux intersections sans signalisation

Patrons d'accidents	Causes possibles	Études recommandées	Améliorations
Collision arrière aux intersections sans signalisation	• Traverse de piétons	• Revoir la signalisation de piétons et le marquage de la traverse	• Installer ou améliorer la signalisation de piétons et le marquage de la traverse • Relocaliser la traverse
	• Conducteurs non avertis de l'intersection (visibilité)	• Revoir la signalisation	• Installer ou améliorer les panneaux de signalisation
	• Surface glissante	• Vérifier l'adhérence • Vérifier le drainage de la surface • Faire une étude de vitesse	• Poser un nouveau revêtement • Retexturer la surface • Réduire la limite de vitesse aux approches si justifiée par l'étude • Assurer un drainage adéquat • Mettre des panneaux « Glissant si humide »
	• Grand nombre de véhicule faisant des virages	• Compter les virages • Compter le trafic passant tout droit	• Interdire les virages • Augmenter le rayon de la bordure • Créer une voie de virage à gauche ou à droite

Tableau 3 B : Collision arrière aux intersections avec signalisation

Patrons d'accidents	Causes possibles	Études recommandées	Améliorations
Collision arrière aux intersections avec signalisation	<ul style="list-style-type: none"> • Défaut de lisibilité des feux ou du carrefour • Vitesse excessive • Largeur et nombres de files adaptés • Incohérence de l'aménagement par rapport à la typologie de la voie • Manque de coordination entre feux successifs 	<ul style="list-style-type: none"> • Étude de visibilité • Étude de vitesse 	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la perception du carrefour et des feux (ilot, voie tourne-à-gauche, passage piéton, etc.)

Tableau 4 : Collision aux passages à niveaux

Patrons d'accidents	Causes possibles	Études recommandées	Améliorations
Collision aux passages à niveaux	• Distance de visibilité insuffisante	• Étude de visibilité	<ul style="list-style-type: none"> • Installer des panneaux avancés de danger • Éliminer les obstacles • Installer des panneaux activés par le train • Installer des barrières • Réduire la déclivité
	• Mauvaise visibilité	<ul style="list-style-type: none"> • Réétudier l'éclairage • Revoir la signalisation 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter la taille des panneaux • Améliorer l'éclairage
	• Marquage inadéquat	• Étude de marquage	<ul style="list-style-type: none"> • Installer marquage avancé • Implanter des lignes d'arrêt • Implanter ou améliorer le marquage
	• Surface cahoteuse	• Vérifier le revêtement	• Refaire le passage
	• Angle d'intersection	• Vérifier l'angle d'intersection	• Reconstruire passage avec angle droit
	• Mauvais calcul des feux, signaux clignotants où barrière	<ul style="list-style-type: none"> • Réétudier les feux • Revoir le calcul de chemin de fer 	<ul style="list-style-type: none"> • Refaire les feux • Améliorer le niveau de contrôle • Refaire les barrières et signaux
	• Surfaces glissantes (verglas, mouillée)	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'adhérence • Étude de drainage 	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir signalisation • Améliorer l'adhérence et le drainage
	• Pavage cahoteux		<ul style="list-style-type: none"> • Reconnaissance des joints • Refaire le pavage
	• Glissières de sécurité inadéquates	• Étude in situ vérification par rapport aux normes	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la délinéation • Reconstruire les glissières de sécurité • Reconstruire la transition parapets et glissière et les extrémités

Tableau 5 : Collision frontale ou latérale

Patrons d'accidents	Causes possibles	Études recommandées	Améliorations
Collision frontale ou latérale	•Conception et/ou entretien inadéquats	•Revoir la largeur des voies •Vérifier l'alignement •Étudier le dépassement •Vérifier le pavage, entretien, pente transversale	•Réparer la surface de roulement •Établir zones de dépassement interdit •Implanter des délinéateurs •Améliorer l'alignement en plan et profil •Élargir les voies et accotements •Construire des voies de dépassement
	•Accotements inadéquats	•Réétudier les accotements	•Améliorer les accotements
	•Vitesse excessive	•Étude de vitesse instantanée	•Réduire la limite de vitesse si justifié •Installer des dispositifs de sécurité sur le terre-plein
	•Marquage inadéquat	•Étude de marquage	•Implanter lignes axiales, voies de rives •Installer des dispositifs rétro réfléchissants
	•Canalisation inadéquate	•Étude de canalisation	•Améliorer ou installer une canalisation •Prévoir des voies d'accélération et de décélération
	•Signalisation inadéquate	•Étude de signalisation sur tout l'emplacement	•Prévoir des panneaux avancés de direction et de danger •Ajouter des panneaux illuminés

Tableau 6 : Perte de contrôle avec renversement (quitter la route)

Patrons d'accidents	Causes possibles	Études recommandées	Améliorations
Perte de contrôle avec renversement (quitter la route)	• Éléments de profil en travers	• Déterminer la pente des talus • Étudier la zone de récupération	• Améliorer les extrémités des ponceaux • Installer des glissières de sécurité • Aplatir les talus et fossés • Relocaliser fossés et puisards
	• Accotement inadéquat	• Déterminer caractéristiques • Vérifier la continuité latérale du revêtement	• Élargir l'accotement • Améliorer le revêtement de l'accotement • Éliminer les bordures et autres obstacles
	• Revêtement	• Vérifier nids de poule, orniérage • Vérification formation plaques d'eau	• Éliminer les discontinuités de pavage • Améliorer les dévers et pente transversale
	• Pavage glissant accumulation d'eau	• Étude de glissance • Contrôle de drainage adéquat • Étude de vitesse instantanée	• Réduire la limite de vitesse • Implanter le panneau « chaussée glissante » • Drainer le pavage • Refaire le pavage
	• Canalisation inadéquate	• Étude de canalisation	• Améliorer la canalisation
	• Conception de route inadaptée à la demande	• Vérifier accotement et entretien • Vérifier le dévers • Étude d'inclinomètre	• Améliorer alignement, plan et profil, dévers • Lit d'arrêt d'urgence • Élargir les voies d'accotement • Implanter des glissières de sécurité
	• Délinéation insuffisante	• Étude de marquage • Étude de panneaux et de leur emplacement	• Implanter des délinéateurs • Implanter des panneaux avancés • Implanter un nouveau marquage
	• Visibilité inadéquate	• Contrôler l'éclairage	• Améliorer l'éclairage

Tableau 7 : Objet fixe

Patrons d'accidents	Causes possibles	Études recommandées	Améliorations
Objet fixe	•Obstacle trop proche de la voie de circulation	•Observation et localisation des obstacles	<ul style="list-style-type: none"> • Délinéation, reflectorisation du matériel de sécurité • Éliminer ou relocaliser les obstacles • Installer les poteaux qui cèdent sous l'impact • Protéger les obstacles avec des glissières de sécurité • Installer des atténuateur d'impact
	•Éclairage inadéquat	•Vérifier le niveau d'éclairage	• Améliorer l'éclairage
	•Marquage inadéquat	•Vérifier le marquage selon les normes et attentes	• Installer des lignes réfléctorisées au centre et aux rives
	•Signalisation, délinéateurs et glissières inadéquats	•Vérifier la position et congestion des panneaux, glissières et délinéateurs	<ul style="list-style-type: none"> • Installer peinture et réflecteurs sur les obstacles • Ajouter signalisation spéciale • Adapter système de glissière de sécurité
	•Design de route inadéquat	<ul style="list-style-type: none"> •Vérifier accotements et entretien •Vérifier le dévers •Effectuer étude de glissance et de courbure (inclinomètre) 	<ul style="list-style-type: none"> • Installer des panneaux de danger et délinéateurs • Améliorer l'alignement et déclivité • Reconstruire le dévers • Élargir les voies
	•Revêtement glissant	<ul style="list-style-type: none"> •Vérifier la glissance •Vérifier le drainage •Effectuer des études de vitesse 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire la limite de vitesse si justifiée • Améliorer le drainage • Améliorer l'adhérence du pavage

Tableau 8 : Pont (objets fixes)

Patrons d'accidents	Cause possibles	Études recommandées	Améliorations
Pont (objets fixes)	• Alignement	• Vérifier l'alignement	<ul style="list-style-type: none"> • Implanter des panneaux avancés • Délinéation, marquage • Réaligner le pont, la route
	• Pont étroit	<ul style="list-style-type: none"> • Revoir la signalisation • Étudier la largeur 	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la délinéation et le marquage • Implanter de la signalisation, des feux • Élargir le pont
	• Visibilité	• Étude in situ des obstacles	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la délinéation et le marquage • Implanter des panneaux avancés • Éliminer l'obstruction
	• Hauteur libre	• Vérifier la hauteur libre	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la délinéation et le marquage • Panneau avancé de « hauteur limitée » indiquant la hauteur • Reconstruire la structure, niveau de la route
	• Surface raboteuse		<ul style="list-style-type: none"> • Refaire les joints • Refaire la surface du tablier • Refaire les approches
	• Parapets, glissières, bordures inadéquats	• Observation sur le terrain et vérification des normes	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la délinéation et le marquage • Enlever les bordures dangereuses • Corriger le parapet et liaison avec glissière • Corriger le bout de la glissière

Tableau 9 : Piétons, véhicules non motorisés

Patrons d'accidents	Causes possibles	Études recommandées	Améliorations
Piétons, véhicules non motorisés	• Distance de visibilité insuffisante	• Étude de visibilité	• Enlever les obstacles en plan et profil (stationnement) • Implanter ou améliorer passages piétons, panneaux, marquages
	• Protection inadéquate	• Vérifier la protection existante	• Ajouter des îlots de refuge
	• Signalisation, marquage inadéquat	• Étudier la signalisation et le marquage	• Installer panneaux, marquages
	• Éclairage inadéquat	• Étude de l'éclairage	• Améliorer l'éclairage
	• Conducteur non averti	• Étude de stationnement • Étude de vitesse instantanée	• Interdiction de stationnement • Implanter des panneaux de danger • Réduire la vitesse • Installer barrière pour piétons
	• Manque d'occasion pour traverser	• Étude de créneaux	• Feux de piétons • Installer des passages pour piétons
	• Vitesse excessive	• Étude de vitesse	• Réduire la limite de vitesse • Panneaux de danger • Aménagement pour réduire la vitesse
	• Piétons et bicyclettes sur la chaussée	• Étude de trottoir et de la demande	• Éliminer les obstructions • Installer des bordures • Installer des trottoirs • Installer des pistes cyclables
	• Trottoir inexistant ou trop proche de la chaussée	• Étude de trottoir et de la demande	• Distancer le trottoir de la voie de circulation

(Source : Adaptation du MTQ de Thibeault, 1997)

BIBLIOGRAPHIE

- Agence de la santé et des services sociaux de Montréal. (2006). Le transport urbain, une question de santé, Rapport annuel 2006. [En ligne]. <http://www.santepub-mtl.qc.ca/Publication/rapportannuel/2006/rapportannuel2006.pdf> (Consulté le 8 octobre 2006).
- Allan, P. (2005). Low cost safety improvements / Safety deficiencies and remedies in the existing road network. [En ligne].
<http://www.piarc.org/library/en/seminaires/12FFAtojhp8rvz7q0S2A.php>
(Consulté le 5 janvier 2007).
- Association des Transports du Canada. (1998). *Guide canadien d'aménagement de rues conviviales*. Ottawa: Association des transports du Canada et Canadian Institute of Transportation Engineers.
- Association piétons & vélos à Buc. (2006). Le trottoir traversant. [En ligne].
<http://velobuc.free.fr/trottoirtraversant.html> (Consulté le 29 septembre 2006).
- Association Transports et Environnement et Fonds de Sécurité Routière. (2002a). Guide : Zones à vitesse limitée, Concept d'aménagement. [En ligne].
http://www.verkehrsclub.ch/content/cmscontent/102135_tempobeschraenkung_massnahmen_gestaltung.pdf (Consulté le 19 mai 2006).
- Association Transports et Environnement et Fonds de Sécurité Routière. (2002b). Guide : Zones à vitesse limitée, Situation juridique. [En ligne].
http://www.verkehrsclub.ch/content/cmscontent/102138_tempobeschraenkung_rechtslage.pdf (Consulté le 19 mai 2006).
- Association Transports et Environnement et Via Sicura. (2006a). Vision zéro : une révolution copernicienne. [En ligne].
http://www.ate.ch/default.cfm?curr_content=030302&curr_navi=030302&CFID=1425707&CFTOKEN=36871190 (Consulté le 19 mai 2006).
- Association Transports et Environnement et Via Sicura. (2006b). Zones à vitesse limitée. [En ligne].
http://www.ate.ch/default.cfm?curr_content=030302&curr_navi=030302&CFID=1425707&CFTOKEN=36871190 (Consulté le 4 décembre 2006).
- Atkins, C. et Coleman, M. (1997). Influence of traffic calming on emergency response times. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 67(8), 42-46.
- Australian Bureau of Statistics. (1998). *1996-1997 Regional Population Growth*. Canberra.

- Australian Transport Council. (2000). *The National Road Safety Strategy 2001-2010*.
- Austroads. (2004). *Guide to Traffic Engineering Practice Part 10 - Local Area Traffic Management*. Sydney: Austroads.
- Bagby, G. (1980). The Effects of Traffic Flow on Residential Property Values. *Journal of the American Planning Association*, 46(1), 88-94.
- Bahar, G., Erwin, T., MacKay, M., Smiley, A. et Tighe, S. (2005). *Lignes directrices sur les bonnes pratiques de conception et de mise en place de bandes d'alerte transversales*. Ottawa: Association des transports du Canada.
- Banque du Canada avec les données sources de Statistique Canada de 1914 à 2006. (2006). Feuille de calcul de l'inflation. [En ligne]. http://www.bankofcanada.ca/fr/taux/inflation_calc-f.html (Consulté le 8 septembre 2006).
- Barber, P. (2007). Courriel du 17 avril 2007 sur les statistiques pour le nombres d'accidents par gravité au Québec, données du Ministère des Transports du Québec. Québec.
- Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes. (2006). Saint-Cyrille-de-Wendover [Présentation multimédia]. Drummondville.
- Beauregard et Associés - Architectes Paysagistes. (2007). Plan d'aménagement de la rue Principale [Dessin informatisé]. Québec.
- Bertrand, M. (2002). *Utilisation de granulats colorés pour la formulation d'enrobés bitumineux colorés*. Mémoire de maîtrise, École de technologie supérieure, Montréal, Québec.
- Bisson, J.-G. et Iracà, H. (2003). Le carrefour giratoire et le passage des véhicules hors normes. *Innovation Transport*, Février 2003(15), 11-15.
- Blais, É. (2006). L'effet des contrôles policiers et automatisés sur les collisions routières associées à la vitesse : Une synthèse systémique des évaluations [Présentation au colloque : Vers un meilleur contrôle de la vitesse sur nos routes]. Québec: AQTR.
- Bordeleau, B. (2002). *Évaluation et évolution de 1985 à 2000 des coûts de l'insécurité routière au Québec*. Québec: Société de l'assurance automobile du Québec.
- Brindle, R. (1997). Traffic calming in Australia - more than neighborhood traffic management. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 67(7), 26-33.

- Burrington, S. H. et Heart, B. (1998). *City Routes, City Rights, Building Livable Neighborhoods and Environmental Justice by Fixing Transportation*. Boston: Conservation Law Foundation.
- Butcher, J. (2006). Les technologies de contrôle de la vitesse, une perspective canadienne et étude de cas : Ville de Winnipeg [Présentation au colloque : Vers un meilleur contrôle de la vitesse sur nos routes]. Québec: AQTR.
- Castellone, A. J. et Hasan, M. M. (1998). Neighborhood traffic management: Dade County, Florida's street closure experience. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 68(1), 28-33.
- CERTU. (1994). *Ville plus sûre, quartiers sans accidents, réalisations et évaluations*. Lyon: CERTU.
- CERTU. (2003). *Connaître la vitesse pour agir sur la sécurité de la circulation en agglomération*. Lyon: CERTU.
- CERTU. (2006). *Savoirs de base en sécurité routière, Fiche 03 - Maîtrise des vitesses par l'aménagement*.
- CETE Normandie Centre et SETRA. (1986). *Les Bandes Rugueuses - Note d'information*.
- CETUR. (1988). *La sécurité routière en milieu urbain. Essai de synthèse et pratique d'une direction départementale de l'équipement (Yvelines)*. Bagneux: CETUR.
- CETUR. (1990). *Ville plus sûre, Quartiers sans accidents, Savoir-faire et techniques*. Lyon: CETUR.
- CETUR. (1992). *Guide zone 30, Méthodologie et Recommandations*. Bagneux: CETUR.
- Charbonneau, M. (2006). Système radar couplé à un feu de circulation. St-Romual, QC.
- Ciekot, C. (2007). Traffic Calming Measures, Video and Photo Library. [En ligne]. <http://www.students.bucknell.edu/projects/trafficcalming/Library.html> (Consulté le 9 février 2007).
- City of Austin. (2001). Traffic circle. [En ligne]. <http://www.ci.austin.tx.us/roadworks/circles.htm> (Consulté le 3 mars 2007).
- City of Spokane Valley. (2007). Traffic Calming. [En ligne]. <http://www.spokanevalley.org/sub.aspx?id=316> (Consulté le 9 février 2007).

- Commission des transports et de l'environnement pour l'Assemblée nationale du Québec. (2005). *La sécurité routière au Québec : les cellulaires au volant, la vitesse excessive, les motocyclistes et les conditions hivernales.*
- Conseil régional de l'environnement de Montréal. (2006). *Répertoire des mesures d'apaisement de la circulation dans sept arrondissements de Montréal.*
- Côté, N. (2002). *Étude de sécurité routière, Intersection du chemin Saint-Albert et du 4e Rang, Ville de Warwick.* Drummondville: Ministère des Transports, Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec.
- Cottrell, W. D., Kim, N., Martin, P. T. et Perrin, H. J. (2006). Effectiveness of traffic management in Salt Lake City, Utah. *Journal of Safety Research*, 37(1), 27-41.
- Couture, N. (1993). *Études sur les dispositifs d'aménagement visant la réduction de la circulation motorisée en milieu urbain.* Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke.
- Cynecki, M. J., Sparks, J. W. et Grote, J. L. (1993). Rumble Strips and Pedestrian Safety. *Institute of Transportation Engineers Journal*, 63(8), 18-24.
- Daniel, J., Chien, S. et Liu, R. (2005). *Effectiveness of Certain Design Solutions on Reducing Vehicle Speeds.*
- De Koninck, J.-M. (2006). Vers un meilleur contrôle de la vitesse sur nos routes [Présentation au colloque : Vers un meilleur contrôle de la vitesse sur nos routes]. Québec: AQTR.
- Département fédéral de l'Environnement, des Transports et de l'Énergie et de la Communication de Suisse. (2002). *Instructions concernant les marques particulières sur la chaussée.*
- Department of Transportation and Public Works - City of Austin - Texas. (2006). Speed Cushions. [En ligne].
<http://www.portlandonline.com/shared/cfm/image.cfm?id=61231> (Consulté le 25 septembre 2006).
- Drainville, S. et St-Jacques, M. (2002). Analyse d'impact de l'aménagement de traverses piétonnes de type Barnes Dance au centre-ville de Montréal. [En ligne].
<http://www.ctn.etsmtl.ca/mstjacques/ctn474/> (Consulté le 5 décembre 2006).
- Drdul, R. et Skene, M. (1994). Traffic calming do's and don'ts. [En ligne].
<http://www.ite.org/traffic/documents/AJA94E91.pdf> (Consulté le 5 juin 2006).

- Dubois-Taine, G. (1990). *Les boulevards urbains, Contribution à une politique de la ville*. Paris: Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.
- Dufresne, D. et Boutin, P. (2006). *Relevé radar sur le 4e Rang à Warwick*. Warwick: Ministère des Transports, Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec.
- Ebbecke, G. M. (1976). *An Examination of the Area Wide Effects of Traffic Control Device Installation in Dense Urban Area*. Villanova, Pennsylvanie: Villanova University.
- Elvik, R. (2001). Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects. *Accident Analysis and Prevention*, 33(3), 327-336.
- Encyclopédie Wikipedia. (2006a). Barnes Dance. [En ligne].
http://en.wikipedia.org/wiki/Scramble_crossing (Consulté le 28 août 2006).
- Encyclopédie Wikipedia. (2006b). Boeing 747. [En ligne].
http://fr.wikipedia.org/wiki/Boeing_747 (Consulté le 15 septembre 2006).
- Encyclopédie Wikipedia. (2007). Zone 30. [En ligne].
http://fr.wikipedia.org/wiki/Zone_30 (Consulté le 2 avril 2007).
- Encyclopédie Wikipedia : Auteur inconnu. (2007). Zebra crossing. [En ligne].
http://en.wikipedia.org/wiki/Zebra_crossing (Consulté le 9 février 2007).
- Environics. (1998). *Étude nationale sur le transport actif en 1998 - Rapport sommaire (préparé pour Vert l'action)*. Ottawa.
- Ewing, R. (1994). Residential street design: do the British and Australians know something Americans do not? *Transportation Research Record*(1455), 42-49.
- Ewing, R. (1999). *Traffic Calming, State of the Practice*. Washington: Institut of Transportation Engineers for Federal Highway Administration.
- Ewing, R., Brown, S. J. et Hoyt, A. (2005). Traffic calming practice revisited. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 75(11), 22-28.
- Ewing, R. et Kooshian, C. (1997). U.S. experience with traffic calming. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 67(8), 28-33.
- Federal Highway Administration. (1996). *Federal Lands Highway, Project Development and Design Manual*.

- Federal Highway Administration. (2000). *Roundabouts: An Informational Guide* (No. FHWA-RD-00-067): U.S. Department of Transportation, Kittleson and Associates.
- Fortier, S. (2003). Stationner à reculons, c'est logique... et sécuritaire. [En ligne]. http://www.larevue.qc.ca/fr/detail_nouvelle.asp?id=6766 (Consulté le 24 octobre 2006).
- Godley, S. T. (1999). *A Driving simulator investigation of perceptual countermeasures to speeding*. Thèse de doctorat, Monash University, Australie.
- Gouvernement du Manitoba. (1988). Règlement sur les poids et dimensions des véhicules circulant sur les diverses catégories de routes, habilité par Le Code de la route.
- Groupe de Recherche et d'Action des Cyclistes Quotidiens. (2005). Zone avancée pour cyclistes. [En ligne]. http://www.gracq.org/touring/0509_Touring133_ZAC.pdf (Consulté le 30 août 2006).
- Guyano-Cardona, J., Sylvester, P. et Jenkins, I. (1998). Four-way stop signs: Why not? (pp. 192-206). Sydney, Australie: ARRB Transport Research Ltd, Vermont, Australia.
- Harvey, T. (1996). A Review of Current Traffic Calming Techniques. [En ligne]. http://www.its.leeds.ac.uk/projects/primavera/p_calming.html (Consulté le 7 septembre 2006).
- Hauer, E. (1985). *Review of published evidence on the safety effect of conversion from two-way to all-way stop sign control* (No. 85-02). Toronto, Ontario: University of Toronto.
- Hidas, P., Weerasekera, K. et Dunne, M. (1998). Negative effects of Mid-block speed control devices and their importance in the overall impact of traffic calming on the environment. *Transportation Research, Part D: Transport and Environment*, 3(1), 41-50.
- Hughes Jr., W. T. et Sirmans, C. F. (1992). Traffic Externalities ans Single-Family House Prices. *Journal of Regional Science*, 32(4), 487.
- Hunt, D. S. et Ortwein, C. (2004). Balanced circulation goes beyond traffic calming. *Better Roads*, 74(11), 18-22.
- Institut Belge pour la Sécurité Routière. (2003). Le code de la rue, Pour un meilleur partage de l'espace public entre les différents usagers. [En ligne]. <http://www.villes->

- cyclables.org/2003b/news/2005/lille/interventions/michele_guillaume.pdf
 (Consulté le 30 août 2006).
- Institut Belge pour la Sécurité Routière. (2004). *Vers des rues citoyennes*. Jambes: Direction générale de Pouvoirs locaux.
- Institut Belge pour la Sécurité Routière. (2006). Le Tatouceinture. [En ligne].
<http://www.tatouceinture.be/main.htm> (Consulté le 21 septembre 2006).
- Institut canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie. (1995). *1995 Physical Activity Monitor (Sondage sur l'activité physique)*. Ottawa.
- Institut canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie. (1997). *Données repères sur l'activité physique, 1997 - Rapport sommaire*. Ottawa.
- Johansson, C., Garder, P. et Leden, L. (2003). Toward Vision Zero at Zebra Crossings: Case Study of Traffic Safety and Mobility for Children and the Elderly, Malmo, Sweden. *Transportation Research Record*(1828), 67-74.
- Kallberg, V.-P. et Ranta, S. (1997). *The effects of changed speed limits on road accidents : Analysis of speed limit changes 80 km/h and 100 km/h*.
- Kamyab, A., Andrle, S., Kroeger, D. et Heyer, D. S. (2002). *Methods to Reduce Traffic Speed in High-Pedestrian Rural areas* (No. MN/RC – 2002-18). Ames, Iowa: Center for Transportation Research and Education, Iowa State University.
- Kent County Council et Highways and Transportation. (1991). *Traffic Calming, A Code of Practice*. Springfield: Kent County Council.
- Lacasse, P. (2007). Carrefour giratoire du Mont-Tremblant. [En ligne]. http://www.sens-giratoire.com/textesrp/invite_15.htm (Consulté le 10 février 2007).
- Lair, M. (2006). *Confusion sur la Nationale : Diagnostic "facteurs humains" d'un site routier dangereux*. Présenté au 41e Congrès de l'Association Québécoise du Transport et des Routes, Québec, Québec.
- Land Transport Safety Authority. (2003). *Guidelines for facilities for blind and vision-impaired pedestrians*.
- Leclerc, J.-F. (1998). *Analyse de la sécurité de la Route 139 et du chemin Tourville, Ville de St-Nicéphore*. Québec: Ministère des Transports, Direction générale de Québec et de l'Est.
- Leclerc, J.-F. (2006). Discussion téléphonique sur l'implantation de bandes sonores pour une intersection au Centre-du-Québec.

- Leclerc, J.-F. et Ministère des Transports du Québec. (2006). Discussion téléphonique sur les mécanismes de contrôle des feux de circulation.
- Lecours, F. (2004). *Proposition d'intervention, Intersection de la route 139 et du chemin Tourville, Ville de St-Nicéphore*. Québec: Ministère des Transports, Direction Plan, des programmes, des ressources et du soutien technique.
- Lecours, F., Ratté, J.-L. et Villeneuve, Y. (2003). Les aménagements routiers dans la traversée des agglomérations [Document de présentation]. Québec: Direction du Plan, des programmes, des ressources et du soutien technique du ministère des Transports du Québec.
- Leden, L., Wikstrom, P.-E., Garder, P. et Rosander, P. (2006). Safety and accessibility effects of code modifications and traffic calming of an arterial road. *Accident Analysis and Prevention*, 38(3), 455-461.
- Lemay, G. (2006). Discussion téléphonique sur l'annexe au Guide de détermination des limites de vitesse. Québec: Ministère des Transports du Québec.
- Lévesque, H. (2005). *Détermination d'un coût d'accident selon une typologie d'accident pour améliorer l'évaluation des avantages et des coûts des infrastructures routières pour le Ministère des Transports du Québec*. Mémoire de maîtrise, École de technologie supérieure, Montréal, Québec.
- Lindenmann, H. P. (2005). The effects on road safety of 30 kilometer-per-hour zone signposting in residential districts. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 75(6), 50-54.
- Litman, T. (1999). Traffic Calming Benefits, Costs and Equity Impacts. [En ligne]. www.vtpi.org/calming.pdf (Consulté le 5 septembre 2006).
- Litman, T. (2004). Quantifying the Benefits of Nonmotorized Transportation for Achieving Mobility Management Objectives. [En ligne]. <http://www.vtpi.org/nmt-tdm.pdf> (Consulté le 8 septembre 2006).
- Loiseau, F. (1989). *Le piéton, la sécurité routière et l'aménagement de l'espace public : étude comparative des politiques et réalisations aux Pays-Bas, en Allemagne et en France*. Bagneux: CETUR.
- Marret, J.-L. (2006). Le code de la rue... la rue pour tous [Présentation]. Québec: Société de l'assurance automobile du Québec et Association Québécoise du Transport et des Routes, Direction de la sécurité dans les transports, Comité consultatif technique sur la signalisation.

- Massachusetts Highway Department. (2005). *MassHighway Project Development and Design Guidebook, Chapter 16 : Traffic Calming and Traffic Management.*
- McGinnis, R. (2007). Traffic Calming Measures, Video and Photo Library. [En ligne].
<http://www.students.bucknell.edu/projects/trafficcalming/Library.html> (Consulté le 9 février 2007).
- Mertner, J. et Jorgensen, L. (1998). *Effects of traffic calming schemes in Denmark.*
Présenté à l'International Conference on Urban Transport and the Environment for the 21st Century, Lisbon, Portugal.
- Ministère des Transports du Québec. (1997). *Gestion des corridors routiers et Aménagements routiers dans la traversée des agglomérations* (2e ed.). Québec: Direction des communications du ministère des Transports du Québec.
- Ministère des Transports du Québec. (1998). Dispositif de bandes de ralentissement recommandé pour Bolton-Est.
- Ministère des Transports du Québec. (1999). *Guide de détermination des limites de vitesse sur les chemins du réseau routier municipal comportant au plus deux voies de circulation* (2e ed.). Québec.
- Ministère des Transports du Québec. (2000). *Liste et prix des ouvrages d'infrastructures de transport.* Québec.
- Ministère des Transports du Québec. (2002). *Le carrefour giratoire : un mode de gestion différent.* Québec.
- Ministère des Transports du Québec. (2005). Guide des normes de charges et dimensions des véhicules. [En ligne].
<http://www.mtq.gouv.qc.ca/fr/publications/camionnage/charges/guide.pdf> (Consulté le 17 août 2006).
- Ministère des Transports du Québec. (2006a). *Normes sur les Ouvrages routiers.*
Québec: Les Publications du Québec.
- Ministère des Transports du Québec. (2006b). Région de l'Outaouais, Carrefours giratoires. [En ligne].
<http://www.mtq.gouv.qc.ca/fr/regions/outaouais/carrefour.asp> (Consulté le 30 août 2006).
- Ministère des Transports du Québec. (2007). La carte routière officielle du Québec, Centre-du-Québec. [En ligne].
http://www.mtq.gouv.qc.ca/fr/information/carte_routiere/index.asp (Consulté le 12 février 2007).

- Ministère des Transports du Québec et Société de l'assurance automobile du Québec. (2001). *La sécurité routière en milieu municipal : vers une meilleure qualité de vie pour les citoyens, Bilan du colloque*. Québec: Direction des communications du ministère des Transports du Québec.
- Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec. (2006a). *Photothèque*.
- Ministère des Transports du Québec : Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec. (2006b). *Plans municipaux*.
- Ministère wallon de l'Équipement et des Transports. (2006). Entrez dans la lumière ! [En ligne]. <http://routes.wallonie.be/listeFiche.do?action=1&origine=1&shortId=1173&axeSec=2> (Consulté le 14 août 2006).
- Moudon, A. V., Hess, P. M., Snyder, M. C. et Stanilov, K. (1996). Effects of Site Design on Pedestrian Travel in Mixed-Use, Medium-Density Environments. *Transportation Research Record*(1578), 48-55.
- Mundell, J. (1998a). *Construction and Maintaining Traffic Calming Devices*. Présenté à l'ITE Annual Meeting Compendium, Washington.
- Mundell, J. (1998b). Road Management & Engineering Journal, Neighborhood Traffic Calming: Seattle's Traffic Circle Program. [En ligne]. www.usroads.com/journals/rmej/9801/rm980102.htm (Consulté le 7 septembre 2006).
- National Road Safety Strategy Implementation Taskforce. (1996). *Australia's Rural Road Safety Action Plan "Focus for the Future"*. Canberra: Federal Office of Road Safety.
- Nations Unies. (2003). *Cinquante-huitième session, Point 160 de l'ordre du jour, Crise mondiale de la sécurité routière*.
- Newman, P. et Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and cities : Overcoming automobile dependence*. Washington: Island Press.
- Paschenko, C. (2006). Decatur installs 1st speed cushion. [En ligne]. <http://www.decaturdaily.com/decaturdaily/news/060720/speed.shtml> (Consulté le 25 septembre 2006).
- Pellecuer, L. (2003). *Étude de faisabilité de l'implantation des carrefours giratoires au Québec*. Mémoire de maîtrise, École de technologie supérieure, Montréal, Québec.

- Perreault, B. (2004). *Relevé radar sur la route 122*. Saint-Cyrille-de-Wendover: Ministère des Transports, Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec.
- Ponnaluri, R. V. et Groce, P. W. (2005). Operational effectiveness of speed humps in traffic calming. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 75(7), 26-30.
- Portland Office of Transportation. (Année inconnue). Street closure : full or partial street. [En ligne].
http://www.ci.alexandria.va.us/tes/td/traffic_calming/partial_closure.html
 (Consulté le 3 mars 2007).
- Preston, B. (1994). Child pedestrian fatalities: the size of the problem and some suggested countermeasures. *Journal of Advanced Transportation*, 28(2), 129-140.
- Pucher, J. et Dijkstra, L. (2000). Making walking and cycling safer: lessons from Europe. *Transportation Quarterly*, 54(3), 25-50.
- Retting, R. A. (1999). Traffic Engineering Approaches to Improving Pedestrian Safety. *Transportation Quarterly*, 53(2), 87-98.
- Saint-Prix, M.-A. (2006). La politique française de sécurité routière [Présentation au colloque : Vers un meilleur contrôle de la vitesse sur nos routes]. Québec: AQTR.
- Schlabbach, K. (1997). Traffic calming in Europe. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 67(7), 38-40.
- SETRA. (2003). *Paysage et lisibilité, recueil d'expériences d'approches « Paysage et sécurité »*. Bagneux.
- Skene, M., Chartier, G., Erickson, D., Mack, G. et Drdul, R. (1997). Developing a Canadian guide to traffic calming. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 67(7), 34-36.
- Société canadienne d'hypothèques et de logement. (2004). *Le point en recherche, Schémas d'aménagements en îlots à Stratford (Ontario)*. Ottawa.
- Société de l'assurance automobile du Québec. (2006a). La vitesse diminue le champ de vision. [En ligne].
<http://www.saaq.gouv.qc.ca/prevention/vitesse/ralentir/vision.html> (Consulté le 16 août 2006).

- Société de l'assurance automobile du Québec. (2006b). Le code de la sécurité routière vous oblige à... [En ligne].
http://www.saaq.gouv.qc.ca/prevention/velo/velo_auto/code_oblige.html
 (Consulté le 30 août 2006).
- Sorkin, R. D. (1987). *Design of Auditory and Tactile Displays - Handbook of Human Factors Engineering*. New York: Salvendy.
- St-Jacques, M., Drainville, S. et Pellecuer, L. (2001). Carrefours giratoires au Québec : Avantages et contraintes. [En ligne].
<http://www.ctn.etsmtl.ca/mstjacques/ctn474/> (Consulté le 10 février 2007).
- Strickland, J. (2000). Pedestrian Friendly Streets. [En ligne].
http://www.vcn.bc.ca/t2000bc/debate/issues/ped_friendly.html (Consulté le 10 février 2007).
- Stutts, J. C., Hunter, W. W. et Pein, W. E. (1996). Pedestrian-Vehicle Crash Types: An Update. *Transportation Research Record*, 1538, 69-74.
- Swift, P. et Swift and Associates. (1998). *Residential Street Typology and Injury Accident Frequency*. Longmont, Colorado.
- Syndicat mixte des Transports pour le Rhône et l'Agglomération Lyonnaise. (2006). Petits enseignements sur les déplacements urbains. [En ligne].
<http://www.sytral.fr/reseau/pdu/images/enseignements.pdf> (Consulté le 14 août 2006).
- Thibeault, J. (1997). *Formation en sécurité routière du Ministère des Transports du Québec, Étude de site module 1, Annexe E*. Québec.
- Thibeault, J. et Cormier, D. (2002). *Guide d'accompagnement sur la formation sur l'évaluation en sécurité routière*: Ministère des Transports du Québec.
- Thompson, B., Peabody, D. et Maine Department of Transportation. (2002). Evaluation of Radar Activated Changeable Message Sign for Work Zone Speed Control. [En ligne]. <http://mainegov-images.informe.org/mdot/transportation-research/pdf/report0116t.pdf> (Consulté le 2 novembre 2006).
- Thompson, S. J. et Heydon, S. J. (1991). Improving Pedestrian Conspicuity by the Use of a Promontory. *Traffic Engineering & Control*, 32(7-8), 370-371.
- Tremblay, L. (2006a). Des terrasses permanentes l'été prochain? *L'Express Drummondville, Le mercredi 11 octobre 2006*, 14.

- Tremblay, L. (2006b). Drummondville songe à élargir les terrasses au centre-ville. *L'Express Drummondville, Le mercredi 11 octobre 2006*, 1.
- Ullman, G. L. (1996). Neighborhood Speed Control - U.S. Practices. In I. o. T. Engineers (Ed.), *présenté par l'Institute of Transportation Engineers* (pp. 111-115). Washington, DC: Institute of Transportation Engineers.
- Ville d'Ottawa. (2006). Lignes directrices sur la gestion de la circulation locale. [En ligne]. http://www.ottawa.ca/city_services/traffic/area_traffic_management/index_fr.shtml (Consulté le 26 octobre 2006).
- Ville de Terrebonne. (2003). Rapport annuel de la Commission de la sécurité publique, de la sécurité du milieu et des personnes. [En ligne]. http://www.ville.terrebonne.qc.ca/publications/comm_securite.pdf (Consulté le 24 octobre 2006).
- Virginia Department of Transportation - Traffic Engineering Division. (1997). Residential Traffic Calming Guide : Pilot Program, January 1998 - December 1999. [En ligne]. <http://www.ite.org/traffic/documents/tcir0028.pdf> (Consulté le 29 septembre 2006).
- Walter, C. E. (1995). Suburban residential traffic calming. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 65(9), 44.
- Washington State Department of Transportation. (2002). Rumble strips. [En ligne]. <http://www.wsdot.wa.gov/EESC/Design/policy/RumbleStripWeb/WhatAreRumbleStrips.htm> (Consulté le 9 février 2007).
- Western Sydney Regional Organization of Councils. (1993). Towards Traffic Calming: A Practitioners' Manual of Implemented Local Area Traffic Management and Blackspot Devices. [En ligne]. <http://www.ite.org/traffic/documents/tcir0017.htm> (Consulté le 3 novembre 2006).

AUTRES RÉFÉRENCES CONSULTÉES

- A. Jacobs, M. (2004). *Using Traffic Calming Measures on Local Residential Streets to Facilitate Alternative Designated Bicycle Route*. Mémoire de maîtrise, Dalhousie University, Halifax, Nouvelle Écosse.
- A. Pannu, M. (1999). *Traffic Calming within Metropolitan Toronto*. Mémoire de maîtrise, Université de Toronto, Toronto, Ontario.
- Aburahmah, A. E. (2000). *Impact of intersection improvements on roadway safety and traffic operations*. Thèse de doctorat, University of South Florida, Tampa, Floride.
- Agence métropolitaine de transport. (2005). En ville, sans ma voiture! - Résultats de l'édition 2005. [En ligne]. <http://www.amt.qc.ca/comm/enville06/bilan05.asp> (Consulté le 14 septembre 2006).
- Akin, D. (2000). *Evaluation of pedestrian crosswalks in an urban environment*. Thèse de doctorat, Michigan State University, East Lansing, Michigan.
- Anon. (1996a). *City-wide traffic calming through urban reorganisation: a house of cards?* : ARRB Transport Research Ltd, Vermont, Australie.
- Anon. (1996b). *LATM and traffic calming*: ARRB Transport Research Ltd, Vermont, Australie.
- Anon. (1996c). *Road safety through less traffic - how do we get real change in travel choices?* : ARRB Transport Research Ltd, Vermont, Australie.
- Anon. (1997). Making streets safer. *Highways and Transportation*, 44(10), 15-16.
- Association des Transports du Canada. (2001). *Best Practices for the Implementation of Shoulder and Centreline Rumble Strips*. Ottawa.
- Association mondiale de la route et Ministère des Transports du Québec. (2004). *Manuel de sécurité routière*. Paris.
- Australian Transport Council. (2000). *National Road Safety Action Plan 2001 and 2002*.
- Australian Transport Council. (2002). *National Road Safety Action Plan 2003 and 2004*.
- Australian Transport Council. (2004). *National Road Safety Action Plan 2005 and 2006*.
- Australian Transport Council. (2005). *National Road Safety Strategy 2001-2010, Progress Report: November 2005*.

- Auteur inconnu. (2006). L'intersection "maudite", théâtre d'un autre accident. *La Nouvelle de Victoriaville, Le dimanche 22 octobre 2006*, 9.
- Beckmann, J. (2005). EU road safety policy making - a) "Who sets the agenda?" b) "how to set the agenda well?" *Verein Deutscher Ingenieure Berichte*(1911), 1-9.
- Bicknell, D. (1993). Traffic calming. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Municipal Engineer*, 98(1), 13-19.
- Bills, K. (2000). *The national road safety strategy*. Présenté à la Conference of the Australian Road Research Board, Melbourne, VIC., Australie.
- Brault, M. (2006). La vitesse : État de la situation. [En ligne]. www.securite-routiere.qc.ca/vitesse_etat.pdf (Consulté le 19 octobre 2006).
- Brindle, B. E. (1991). Traffic calming in Australia. A definition and commentary. *Australian Road Research*, 21(2), 37-55.
- Broadbent, K. et Salmon, A. M. (1993). Alternative to road humps. *Highways and Transportation*, 40(8), 6-9.
- Bunn, F., Collier, T., Frost, C., Ker, K., Roberts, I. et Wentz, R. (2003). Traffic calming for the prevention of road traffic injuries: systematic review and meta-analysis. *Injury Prevention*, 9(3), 200-204.
- Bureau conseil & sécurité routière de l'Association Transports et Environnement. (2005). Priorité au respect, Comportement recommandé dans les zones 30 et les zones de rencontre. [En ligne]. http://www.verkehrsclub.ch/content/cmscontent/103630_t30_verhaltenf.pdf (Consulté le 19 mai 2006).
- Bureau des infractions et amendes de Justice Québec. (2006). Infractions en matière de sécurité routière entraînant l'inscription de points d'inaptitude. [En ligne]. https://www.amendes.qc.ca/RPVVirtuel/Informations.asp?lang=French#_INFRACTIONS_EN_MATIERE_DE_SECURITE (Consulté le 31 octobre 2006).
- Centre conjoint OCDE-CEMT de recherche sur les transports. (2006). *La gestion de la vitesse*. Présenté à la Table ronde sur la sécurité routière au Québec, Québec.
- Chorlton, E. (1990). Burnthouse Lane traffic calming scheme. *Highways and Transportation*, 37(8), 7-8.
- City of Canada Bay. (2006). *Five Dock LATM Action Plan*.
- City of Great Falls. (2005). *Offical City Code of the City of Great Falls, Montana, Title 17 : Zoning and Land Development Code*.

- City of Riverside (Californie). (1998). *Neighborhood Traffic Management Program*.
- Cools, P. M., Shepherd, G., Zotter, F., Lefevre, A., Terryn, W. et Association mondiale de la route. (2004). *Évaluation et limitation des impacts sociaux et environnementaux des réseaux routiers et des politiques de transport*.
- Crevier, C. (2005). *Étude avant-après, Route 122 et rue Thérioux, Ville de Drummondville, Secteur Saint-Charles*. Drummondville: Ministère des Transports, Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec, École de technologie supérieure.
- Crevier, C. et Côté, N. (2003). *Étude de sécurité routière, Intersection de la route 139 et du chemin Tourville, Ville de Drummondville, Secteur St-Nicéphore*. Drummondville: Ministère des Transports, Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec.
- Crevier, C. et Desbiens, V. (2006). *Étude de sécurité routière, État de situation de l'intersection du chemin St-Albert et du 4e Rang, Warwick*. Drummondville: Ministère des Transports, Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec.
- Crevier, C., Desbiens, V. et Côté, N. (2003 à 2006). *Différentes études de sécurité pour le Ministère des Transports du Québec*. Drummondville, Québec.
- Crouse, D. W. (2004). Traffic Calming: A Social Issue. *Bulletin of Science, Technology and Society*, 24(2), 138-144.
- Crowley, F. et MacDermott, A. (2001). *Evaluation of Traffic Calming Schemes Constructed on National Roads 1993-1996*. Dublin: National Roads Authority.
- Davidse, R., van Driel, C., Goldenbeld, C. et Institute for Road Safety Research. (2004). *The effect of altered road markings on speed and lateral position*.
- Department of Transportation of Chicago. (Année inconnue). Cul-de-sac Program. [En ligne]. <http://www.ite.org/traffic/documents/tcir0034.pdf> (Consulté le 27 octobre 2006).
- Dixon, M. A., Alvarez, J. A., Rodriguez, J. et Jacko, J. A. (1997). The effect of speed reducing peripherals on motorists' behavior at pedestrian crossings. *Computers & Industrial Engineering*, 33(1-2), 205-208.
- Donnell, E. T. (2003). *Cost-effective approach to improve median safety on Pennsylvania interstates*. Thèse de doctorat, The Pennsylvania State University, Pennsylvanie.
- Dunn, R. C. M. et Kippenberger, P. R. (1993). *New road safety initiatives in New Zealand*. Présenté à Seattle, Seattle, Washington.

- Ewing, R. (1999). Traffic calming in new developments: avoiding the need for future fixes. *Transportation Research Record*(1685), 209-220.
- Ewing, R. (2001). Impacts of traffic calming. *Transportation Quarterly*, 55(1), 33-45.
- Fleury, D., Yerpez, J., Montel, M.-C. et Brenac, T. (2000). INRETS - Recherche sur l'intégration de la sécurité routière dans la gestion urbaine. [En ligne]. <http://www.inrets.fr/infos/centres/paca/ma/resultdo2.htm> (Consulté le 17 octobre 2006).
- Fulton, W. B. (1996). *Development of advanced traffic management systems for small cities*. Mémoire de maîtrise, Mississippi State University, Starkville, Mississippi.
- Garcia Rodenas, R. (2001). *Transportation network design: Methods and models*. Thèse de doctorat, Universidad de Castilla - La Mancha, Espagne.
- Garrick, N. W. et Kuhnimhof, T. (2000). Street design and community livability. [En ligne]. <http://www.contextsensitivesolutions.org/content/reading/street-design-2/resources/3927-street-design-and-community-livability/> (Consulté le 7 juin 2006).
- Gercans, R. (1994). *Traffic Calming - Where are we Now?* Présenté à l'European Transport Forum : Séminaire "J", Planning and Transport Research and Computation International Association, University of Warwick, England.
- Grammenos, F. et Société canadienne d'hypothèques et de logement. (2004). L'ilogramme : un modèle de développement durable et agréable. *Urbanité, Novembre 2004*, 12-14.
- Harbour, J. (2006). Combien de vies perdues pour quelques minutes gagnées? [Présentation au colloque : Vers un meilleur contrôle de la vitesse sur nos routes]. Québec: AQTR.
- Howard, A. (1998). Street lighting for road humps and traffic calming measures. *Lighting Journal (Rugby, England)*, 63(1), 37.
- Huang, H. F. et Cynecki, M. J. (2001). The effects of traffic calming measures on pedestrian and motorist behavior. [En ligne]. <http://www.tfhrc.gov/safety/pedbike/pubs/0104.pdf> (Consulté le 24 mai 2006).
- Institute for Road Safety Research. (2003). *Traffic calming schemes, Opportunities and implementation strategies*. The Netherlands, Suède.

- Jaarsma, C. F. et Willems, G. P. A. (2002). Reducing habitat fragmentation by minor rural roads through traffic calming. *Landscape and Urban Planning*, 58(2-4), 125-135.
- Jean, D. (2006). Des interventions multiples pour une problématique complexe [Présentation au colloque : Vers un meilleur contrôle de la vitesse sur nos routes]. Québec: AQTR.
- Jraiw, K. (2003). Urban road transport in Asia's developing countries: Safety and efficiency strategy. *Transportation Research Record*(1846), 19-25.
- Kamyab, A., Andrle, S., Kroeger, D. et Heyer, D. S. (2003). Methods to Reduce Traffic Speed in High-Pedestrian Rural areas. *Transportation Research Record*(1828), 31-37.
- Karachlis, N., Pontifix, G. et Samuels, S. (1996). *The Acoustical Attributes of Some Traffic Calming Devices*. Présenté au Combined 18th ARRB Transport Research Conference and Transit NZ Land Transport Symposium, Christchurch, New Zealand.
- Klyne, M. (1998). Effect of edge lining on vehicle speeds through roundabouts and mid-block blisters. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Municipal Engineer*, 127(4), 170-173.
- Lacasse, P., Savard, C., Gagnon, J. et Larocque, C. (2004). Stratégie ministérielle d'amélioration des corridors routiers aux portes d'entrée du Québec - Saint-Bernard-de-Lacolle : un projet innovateur. *Innovation Transport, Bulletin scientifique et technologique*, 20.
- Landis, B. W., Vattikuti, V. R., Ottenberg, R. M., McLeod, D. S. et Guttenplan, M. (2001). Modeling the roadside walking environment - Pedestrian level of service. In *TRB Distinguished Lecture, Pt 1 - Bicycle and Pedestrian Research, Pt 2* (pp. 82-88). Washington: Transportation Research Board National Research Council.
- Leblanc, F. (2006). Le contrôle de la vitesse en milieu urbain, une approche planifiée et concertée [Présentation au colloque : Vers un meilleur contrôle de la vitesse sur nos routes]. Québec: AQTR.
- Lee, C. C. H. (2004). *Proactive vehicle crash prevention on instrumented freeways using real-time traffic control*. Thèse de doctorat, University of Waterloo, Waterloo, Ontario.
- Leonard, J. D., II et Davis, W. J. (1997). Urban traffic calming treatments: Performance measures & design conformance. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 67(8), 34-38.

- Liu, P.-C. (1997). *Freeway Incident Likelihood Prediction models: Development and application to traffic management systems*. Thèse de doctorat, Purdue University, West Lafayette, Indiana.
- Macbeth, A. (1998). *Calming Arterials in Toronto*. Présenté à l'ITE Annual Meeting Compendium, Washington.
- Mackay, P. (1998). Le défi d'aménager des rues conviviales. *Routes et transports*, 27(3), 24-27.
- Maryland Department of Transportation. (1995). *Roundabout Design Guidelines*.
- Mehmood, A. (2003). *Geometric design of single-lane roundabouts for optimum consistency and operation*. Mémoire de maîtrise, Ryerson University, Toronto, Ontario.
- Mertner, J. et Jorgensen, L. (1998). *Effects of traffic calming schemes in Denmark*. Présenté à l'International Conference on Urban Transport and the Environment for the 21st Century, Lisbon, Portugal.
- Messier, S. R. et Hart, R. (1991). *Comprehensive road safety program*. Acte de conférence, Hague, Pays-Bas.
- Morency, C. (2004). *Contributions à la modélisation totalement désagrégée des interactions entre mobilité urbaine et dynamiques spatiales*. Thèse de doctorat, École Polytechnique, Montréal, Québec.
- Mulder, K. (1998). Split speed bumps: Traffic calming for emergency response. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 68(2), 20-20.
- Proctor, S. et Crowley, F. (2003). Making Irish roads safer. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer*, 156(3), 179-183.
- Redmon, T. et Federal Highway Administration. (2006). Pedestrian Safety Campaign. [En ligne]. http://safety.fhwa.dot.gov/local_program/pedcampaign/guide.htm (Consulté le 31 octobre 2006).
- Richardson, E. (1998). *Traffic Calming the City Centre : The Fremantle Experience*. Présenté à l'ITE Annual Meeting Compendium, Washington.
- Saito, M. et Ash, K. G. (2005). *Evaluation of Four Recent Traffic Safety initiatives, Volume IV : Increasing Speed Limit Compliance in Reduced Speed School Zones*. Salt Lake City: Brigham Young University for Utah Department of Transportation Research.

- Samson, L. (1997). *La sécurité routière sur les axes urbains avec sections commerciales.* Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, Québec.
- Shaw, M. et Mayhew, N. (2000). Some innovations in rural road safety. *Highways and Transportation*, 47(5), 15-18.
- Société de l'assurance automobile du Québec. (2003). Pas d'âge pour la sécurité routière. [En ligne]. http://www.saaq.gouv.qc.ca/publications/prevention/pasdage_2003.pdf (Consulté le 4 novembre 2006).
- Société de l'assurance automobile du Québec. (2005a). *Le bilan routier au Québec : évolution et tendances.* Présenté à la Table québécoise de la sécurité routière, Québec.
- Société de l'assurance automobile du Québec. (2005b). Piétons et Automobilistes, Cédez le passage à la sécurité routière! *Conduire au Québec*, 7, 15.
- Société de l'assurance automobile du Québec. (2006). Piéton et conducteur, vigilants pour la vie! [En ligne]. http://www.saaq.gouv.qc.ca/publications/prevention/pieton_conducteur.pdf (Consulté le 31 octobre 2006).
- Spring, G. S. (2005). Road safety: Discussion of state of practice. *Journal of Transportation Engineering*, 131(5), 329-332.
- Syndicat Intercommunal des Transports de l'Agglomération Mulhousienne. (Année inconnue). *Comment temporiser la circulation?*
- Thibodeau, C. (2006). Des îlots pour rendre sécuritaire la dangereuse intersection à Warwick? *La Nouvelle de Victoriaville, Le dimanche 1 octobre 2006*, 7.
- Thompson, S. J., Heydon, S. J. et Charnley, C. B. (1990). Pedestrian refuge schemes in Nottingham. *Traffic Engineering & Control*, 31(3), 118-123.
- Tominc, P. (2001). *Some aspects of the new road traffic safety law and the number of road accidents in Slovenia.* Présenté au Sixth International Symposium on Operational Research in Slovenia, Preddvor, Slovenie.
- Transfund New Zealand et Traffic Design Group. (2000). *The Ins and Outs of Roundabouts, Safety Auditors' Perspective.* Lower Hutt, Nouvelle Zélande.
- Transports Canada. (2006a). L'apaisement de la circulation dans les zones urbaines au Canada. [En ligne]. <http://www.tc.gc.ca/programmes/Environnement/pdtu/apaisementdelacirculationsurbaines.htm#Contexte%20organisationnel> (Consulté le 31 octobre 2006).

- Transports Canada. (2006b). Redonner les rues aux personnes : cafés-terrasses au centre-ville d'Halifax, rue Argyle. [En ligne]. <http://www.tc.gc.ca/programmes/environnement/pdtu/cafesTerrasses.htm> (Consulté le 31 octobre 2006).
- Transports Canada. (2006c). Revitalisation de la rue St. George : "régimes routiers" à Toronto. [En ligne]. <http://www.tc.gc.ca/programmes/environnement/pdtu/stgeorgesfrancais.htm> (Consulté le 31 octobre 2006).
- Transports Canada. (2006d). Village de la Gare : projet domiciliaire axé sur le transport en commun, Mont-Saint-Hilaire, Québec. [En ligne]. <http://www.tc.gc.ca/programmes/environnement/pdtu/villagedelagarefrancais.htm> (Consulté le 31 octobre 2006).
- Tyler, J. (2003). Rippleprint: A new concept in traffic calming. *Acoustics Bulletin*, 28(1), 32-33.
- United Kingdom Department of Transport. (1994). Village Speed Control Work Group - a summary. [En ligne]. http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_roads/documents/page/dft_roads_504761.hcsp (Consulté le 3 novembre 2006).
- Urban Systems Limited. (2003). *The City of Calgary Traffic Calming Policy*. Calgary, Alberta.
- Van Vliet, P. et Schermers, G. Sécurité durable aux Pays-Bas, une nouvelle approche. [En ligne]. <http://www.syroco.inrets.fr/documents/sec-dur-NL.pdf> (Consulté le 19 octobre 2006).
- Ville d'Ottawa. (2006). Lignes directrices sur la gestion de la circulation locale. [En ligne]. http://www.ottawa.ca/city_services/traffic/area_traffic_management/index_fr.shtml (Consulté le 26 octobre 2006).
- Villeneuve, D. (2006). Projet pilote pour améliorer la sécurité à l'intersection 139/Tourville. *L'Express Drummondville, Le dimanche 8 octobre 2006*, 63.
- Washington State Department of Transportation. (2006). Walking in Washington, State Pedestrian Laws. [En ligne]. <http://www.wsdot.wa.gov/walk/Laws.htm> (Consulté le 31 octobre 2006).
- Wheeler, A. H. (1999). *Traffic calming in historic core zones : Bury St Edmunds* (No. 388). Crowthorne: Transport Research Laboratory.
- Wink, B. W. (1994). European harmonisation program for road safety standards. A milestone for a European road safety policy. Aix-la-Chapelle, Allemagne: Pergamon Press Ltd.