

ÉTUDES
ET RECHERCHES
EN TRANSPORTS



PROBLÉMATIQUE D'AMÉNAGEMENT DES PASSAGES DE PISTES CYCLABLES EN MILIEU RURAL

JEAN-FRANÇOIS BRUNEAU
DENIS MORIN
MARCEL POULIOT



GÉNIE
ET ENVIRONNEMENT

La présente étude a été réalisée à la demande du ministère des Transports.

Les opinions exprimées dans le présent rapport n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les positions du ministère des Transport du Québec.

Auteurs

Jean-François Bruneau, Marcel Pouliot, Denis Morin

Collaboration

Claude Lupien, Université de Sherbrooke

Dépôt légal – 2004
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN-2-550-42282-1



| | | | | | | | |
|--|------------------------|-------------------------|------------------------------|--|--|--------------------------------------|-------------------|
| Titre et sous-titre du rapport PROBLÉMATIQUE D'AMÉNAGEMENT DES PASSAGES DE PISTES CYCLABLES EN MILIEU RURAL | | | | N° du rapport Transports Québec RTQ-03-01 | | | |
| | | | | An Mois Jour Rapport d'étape <input type="checkbox"/> 2000-04 Rapport final <input checked="" type="checkbox"/> N° du contrat (RRDD-AA-CCXX) PRUSR-99-10-03 | | | |
| Auteur(s) du rapport Jean-François Bruneau, Marcel Pouliot, Denis Morin | | | | Date du début de l'étude Septembre 1998 | | Date de fin de l'étude Avril 2000 | |
| Chargé de projet Marc Panneton | | | Coût de l'étude 65 000 \$ | | | | |
| Étude ou recherche réalisée par (nom et adresse de l'organisme) Coopérative de recherche en sécurité routière de l'Université de Sherbrooke (CORSUS) 2500, boulevard de l'Université Sherbrooke (Québec) J1K 2R1 | | | | Étude ou recherche financée par (nom et adresse de l'organisme) Subvention Action concertée FCAR – MTQ - SAAQ | | | |
| But de l'étude, recherche et renseignements supplémentaires Le développement récent des nombreux réseaux cyclables au Québec, notamment sur emprises ferroviaires désaffectées, implique l'aménagement de traversées en dehors des intersections, sur des routes où la vitesse affichée est supérieure à 50 km/h. Ces traversées sont souvent sources de conflits entre les cyclistes et les usagers de la route et peuvent s'avérer dangereuses. L'étude vise à fournir un outil complet permettant aux gestionnaires de route d'analyser tous les aspects liés à la sécurité de ces traversées et de choisir les conceptions appropriées pour apporter les correctifs. | | | | | | | |
| Résumé du rapport Ce rapport traite de la problématique des passages pour cyclistes qui font intersection avec le réseau routier, notamment en milieu rural. Au Québec, certains aménagements cyclables sont caractérisés par l'importance de l'usage multifonctionnel. Les cyclistes sont les principaux usagers du réseau cyclable et ils constituent l'objet principal de cette recherche. Toutefois, les patineurs et les piétons font également partie de la problématique. Le rapport présente la logique et la réflexion sous-jacentes au guide de priorité développé dans le cadre de la recherche. Ce guide propose cinq solutions pour l'aménagement des passages de pistes cyclables. Ces solutions s'appuient sur la littérature scientifique et technique, ainsi que sur les connaissances acquises par les chercheurs lors d'une expérimentation sur le terrain. Ce guide est donc un outil pratique qui donne des suggestions et des choix à l'intervenant devant aménager un passage pour cyclistes. Une fois les choix faits, il faut s'assurer de leur conformité avec les normes du ministère des Transports du Québec. | | | | | | | |
| Nombre de pages 212 | Nombre de photos 12 | Nombre de figures 32 | Nombre de tableaux 12 | Nombre de références bibliographiques 80 | Langue du document <input checked="" type="checkbox"/> Français <input type="checkbox"/> Anglais | | Autre (spécifier) |
| Mots-clés Passage, vélo, piste, cyclable, bicyclette, traverse, intersection, aménagement, conception, visibilité, signalisation | | | | Autorisation de diffusion <input checked="" type="checkbox"/> Diffusion autorisée <input type="checkbox"/> Diffusion interdite Signature du directeur général: <i>Antoine Clève</i> Date: 04/03/18 | | | |

AVANT-PROPOS

Ce rapport traite de la problématique des passages pour cyclistes qui croisent le réseau routier. Au Québec, certains aménagements cyclables sont caractérisés par l'importance de l'usage multifonctionnel. Les cyclistes sont les principaux usagers du réseau cyclable et ils constituent l'objet principal de cette recherche. Toutefois, les patineurs et les piétons font également partie de la problématique.

Ce rapport a pour but de présenter la logique et la réflexion sous-jacentes au guide d'établissement des priorités que l'on retrouve en annexe du présent document : Bruneau, J.-F., M. Pouliot et D. R. Morin (2000) *Guide d'établissement des priorités des choix d'aménagement pour les passages de pistes cyclables*, Coopératif de recherche en sécurité routière de l'Université de Sherbrooke, Sherbrooke.

Mots clés : pistes cyclables, passages, intersections, sécurité, aménagement, signalisation, Québec.

Pour tout renseignement supplémentaire concernant cette recherche, contactez :

Marcel Pouliot

2500, boul. de l'Université

Sherbrooke (Québec)

J1K 2R1

Tél. : (819) 821-8000, poste 2195

Télec. : (819) 821-7944

Courriel : Marcel.Pouliot@USherbrooke.ca

Jean-François Bruneau

2500, boul. de l'Université

Sherbrooke (Québec)

J1K 2R1

Tél. : (819) 821-8000, poste 2944

Télec. : (819) 821-7944

Courriel : Jean-François.Bruneau@USherbrooke.ca

REMERCIEMENTS

Nous remercions le programme Action concertée de soutien à la recherche en sécurité routière 1998-2000 du fonds FCAR-MTQ-SAAQ pour la subvention accordée (PRUSR-99-10-03).

Nos plus sincères remerciements sont également adressés au Centre de développement des transports (CDT) de Transports Canada. Par l'entremise de M. Claude Guérette, Transports Canada a prêté l'équipement vidéo nécessaire à la collecte des données durant la période estivale. Nous remercions aussi le Service de soutien à l'enseignement de l'Université de Sherbrooke pour le prêt d'équipements.

Nous souhaitons également remercier mesdames Lynda Bellalite et Nathalie Couture du Laboratoire d'application et de recherche en aménagement (LARA) du Département de géographie et télédétection pour leurs conseils pratiques.

Voici les membres de l'équipe de recherche de l'Université de Sherbrooke :

- M. Jean-François Bruneau, Département de géographie et télédétection;
- M. Claude Lupien, Département de génie civil;
- M. Denis Morin, Département de géographie et télédétection;
- Mme Nivea de Oliveira, Département de géographie et télédétection;
- M. Claude Poulin, Département de géographie et télédétection;
- M. Marcel Pouliot, Département de géographie et télédétection.

Voici les partenaires engagés dans ce projet :

- M. Marc Panneton, ministère des Transports du Québec;
- M. André Delage, ministère des Transports du Québec;
- M. Richard Charpentier, ministère des Transports du Québec;
- M. Marc Jolicœur, Vélo Québec.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|----------|
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| 2. CADRE MÉTHODOLOGIQUE | 3 |
| 2.1. Sources d'information..... | 3 |
| 2.2. Cadre de la recherche..... | 3 |
| 3. LES PASSAGES POUR CYCLISTES EN MILIEU RURAL | 7 |
| 3.1. Problématique de base | 7 |
| 3.1.1. Milieu urbain vs milieu rural | 8 |
| 3.1.2. Nécessité du « cas par cas » | 9 |
| 3.1.3. Rentabilité vs sécurité..... | 9 |
| 3.1.4. La priorité aux passages pour cyclistes | 10 |
| 3.1.5. Temps d'attente du cycliste, du piéton et du conducteur | 11 |
| 3.2. Variables critiques de sécurité | 13 |
| 3.2.1. Types d'usagers sur la piste | 13 |
| 3.2.2. Type de circulation routière..... | 14 |
| 3.2.3. Volume de circulation sur la piste | 15 |
| 3.2.4. Volume de circulation sur la route..... | 16 |
| 3.2.5. Vitesse affichée et pratiquée sur la route..... | 16 |
| 3.2.6. Vitesse pratiquée sur la piste | 17 |
| 3.2.7. Longueur du passage | 19 |
| 3.2.8. Temps de traversée..... | 19 |
| 3.2.9. Visibilité du conducteur de véhicule motorisé | 20 |
| 3.2.10. Visibilité du cycliste | 22 |
| 3.2.11. Visibilité du piéton | 28 |
| 3.2.12. Axe du passage | 29 |
| 3.2.13. Axe du tunnel..... | 29 |
| 3.3. Grilles d'établissement des priorités du type de passage..... | 30 |
| 3.3.1. Priorité pour le cycliste..... | 31 |
| 3.3.2. Priorité pour le piéton..... | 40 |
| 3.3.3. Avantages et inconvénients des options d'aménagement | 43 |
| 3.4. Détail des solutions techniques d'aménagement | 46 |
| 3.4.1. Présignalisation..... | 46 |
| 3.4.2. Marquage du corridor..... | 47 |
| 3.4.3. Feu clignotant | 47 |
| 3.4.4. Pavage vibrant..... | 47 |
| 3.4.5. Îlot de protection | 48 |
| 3.4.6. Goulot d'étranglement..... | 49 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3.4.7. | Dos d'âne ou passage légèrement dénivelé | 49 |
| 3.4.8. | Chicanes..... | 50 |
| 3.4.9. | Délinéateurs et accès à la piste | 50 |
| 3.4.10. | Pente | 51 |
| 3.4.11. | Pente des tunnels et des passerelles | 51 |
| 3.4.12. | Largeur de la piste au passage pour cyclistes | 52 |
| 3.4.13. | Largeur des tunnels et des passerelles | 53 |
| 3.4.14. | Largeur de la chaussée | 54 |
| 3.4.15. | Dégagement des tunnels et des passerelles | 54 |
| 4. | INVENTAIRE DES PARAMÈTRES PHYSIQUES..... | 55 |
| 4.1. | Méthodologie..... | 55 |
| 4.1.1. | Méthode d'inspection pour l'examen des sites | 55 |
| 4.1.2. | Variables compilées..... | 56 |
| 4.2. | Résultats | 59 |
| 5. | FRÉQUENTATION ET COMPORTEMENT AUX PASSAGES | 70 |
| 5.1. | Méthodologie..... | 70 |
| 5.1.1. | Sélection des sites | 70 |
| 5.1.2. | Méthode d'observation des sites | 71 |
| 5.1.3. | Paramètres compilés | 75 |
| 5.1.4. | Analyse des créneaux..... | 77 |
| 5.1.5. | Vitesse pratiquée | 77 |
| 5.2. | Résultats | 77 |
| 5.2.1. | Vitesse pratiquée et volume de circulation..... | 78 |
| 5.2.2. | Type de clientèle..... | 82 |
| 5.2.3. | Manœuvres entourant la traversée | 83 |
| 5.2.4. | Vitesse des cyclistes et temps de traversée | 86 |
| 5.2.5. | Temps d'attente et analyse des créneaux | 94 |
| 6. | CONCLUSIONS | 98 |
| 7. | RECOMMANDATIONS | 103 |
| 7.1. | Visibilité | 103 |
| 7.2 | Vitesse pratiquée..... | 104 |
| 7.3 | Volume de circulation | 105 |
| 7.4 | Types d'usagers..... | 106 |
| 7.5 | Types d'arrêts effectués sur la piste..... | 106 |
| 7.6 | Temps d'attente et temps disponible pour traverser | 107 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 7.7 | Axe du passage..... | 108 |
| 7.8 | Signalisation (panneaux et marquage)..... | 108 |
| 7.9 | Établissement des priorités des options d'aménagement | 109 |
| 7.10 | Aménagements supplémentaires..... | 111 |
| 8. | RÉFÉRENCES | 113 |

| | |
|-----------------|--|
| ANNEXE A | OUTILS MÉTHODOLOGIQUES UTILISÉS POUR L'EXAMEN DES SITES |
| ANNEXE B | INVENTAIRE DES PARAMÈTRES PHYSIQUES |
| ANNEXE C | CROQUIS DES 21 SITES ÉTUDIÉS |
| ANNEXE D | TABLEAUX DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE LA FRÉQUENTATION ET DES COMPORTEMENTS AUX PASSAGES |
| ANNEXE E | GUIDE D'ÉTABLISSEMENT DES PRIORITÉS DES CHOIX D'AMÉNAGEMENT POUR LES PASSAGES DE PISTES CYCLABLES |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tableau 1 | Accélération et vitesse des cyclistes | 18 |
| Tableau 2 | Distances de visibilité d'arrêt du conducteur | 21 |
| Tableau 3 | Effet de la pente sur la distance de visibilité d'arrêt du conducteur | 21 |
| Tableau 4 | Distance de visibilité (m) requise par un cycliste immobile..... | 27 |
| Tableau 5 | Types d'aménagements proposés sur les routes à deux voies..... | 36 |
| Tableau 6 | Types d'aménagements proposés en fonction des conditions du site .. | 39 |
| Tableau 7 | Avantages et inconvénients : tunnel vs passerelle | 44 |
| Tableau 8 | Rampe et paliers selon la dénivellation de la passerelle | 52 |
| Tableau 9 | Périodes de l'étude détaillée | 71 |
| Tableau 10 | Périodes de semaine et de fin de semaine | 72 |
| Tableau 11 | Principaux paramètres découlant de l'observation en direct | 76 |
| Tableau 12 | Vitesses pratiquées à Capelton selon la période et la direction | 78 |

LISTE DES FIGURES

| | | |
|------------------|--|----|
| Figure 1 | Distance de visibilité du cycliste proposée par les Finlandais..... | 24 |
| Figure 2 | Distance parcourue et distance de visibilité au passage..... | 25 |
| Figure 3 | Distance de visibilité requise par un cycliste immobilisé à l'arrêt | 26 |
| Figure 4 | Recommandations d'aménagement de passage (Smith, 1977) | 32 |
| Figure 5 | Type de passage selon la vitesse et le volume de véhicules (Finlande)..... | 34 |
| Figure 6 | Type de passage selon la vitesse et la catégorie de piste (Pays-Bas) | 35 |
| Figure 7 | Barème d'implantation d'une signalisation aux passages pour écoliers | 42 |
| Figure 8 | DJME des 21 sites (MTQ, 1996)..... | 58 |
| Figure 9 | Vitesse affichée | 59 |
| Figure 10 | Respect de la visibilité | 60 |
| Figure 11 | Longueur du passage aux 21 sites | 61 |
| Figure 12 | Passage fortement désaxé, site Waterloo | 62 |
| Figure 13 | Feu pour cyclistes et nombre pair de délinéateurs, site Farnham..... | 63 |
| Figure 14 | Arrêt mal placé, près du pont levis, site Carignan..... | 63 |
| Figure 15 | Signal avancé de passage, approche 1 du site Granby..... | 64 |
| Figure 16 | Passage avec marquage et signalisation, site Shefford..... | 66 |
| Figure 17 | Marquage du corridor avec blocs de passage | 66 |
| Figure 18 | Site sans aménagement spécifique pour cyclistes (Saint-Grégoire)..... | 67 |
| Figure 19 | Bloc de ciment utilisé comme séparateur de trafic, site Bromptonville I | 68 |
| Figure 20 | Extrait de bande vidéo : site Granby | 73 |
| Figure 21 | Extrait de bande vidéo : site Shefford | 73 |
| Figure 22 | Extrait de bande vidéo : site Capelton | 73 |
| Figure 23 | Emplacement de la caméra vidéo à Granby | 74 |
| Figure 24 | Emplacement de la caméra vidéo à Shefford | 74 |
| Figure 25 | Vitesses pratiquées à Capelton (lecture continue du 23 au 26 sept. 1999) | 80 |
| Figure 26 | Vitesses pratiquées à Granby (1 h / approche, 16 juin 1999) | 80 |
| Figure 27 | Moyenne des débits horaires de véhicules observés | 81 |
| Figure 28 | Vitesses médianes des cyclistes aux trois sites..... | 87 |
| Figure 29 | Vitesses 15 ^e percentile des cyclistes aux trois sites | 87 |

| | | |
|------------------|--|----|
| Figure 30 | Vitesses 5 ^e percentile des cyclistes aux trois sites | 88 |
| Figure 31 | Temps de traversée à Capelton, selon le sexe et l'âge | 89 |
| Figure 32 | Temps de traversée à Shefford, selon le sexe et l'âge | 90 |
| Figure 33 | Temps de traversée à Granby, selon le sexe et l'âge | 90 |
| Figure 34 | Temps de traversée à Shefford, selon le type d'utilisateur..... | 91 |
| Figure 35 | Temps de traversée à Granby, selon le type d'utilisateur | 91 |
| Figure 36 | Temps de traversée à Capelton, selon le type de freinage..... | 92 |
| Figure 37 | Temps de traversée à Shefford, selon le type de freinage | 92 |
| Figure 38 | Temps de traversée à Granby, selon le type de freinage | 92 |
| Figure 39 | Temps de traversée à Capelton, selon le type de départ | 93 |
| Figure 40 | Temps de traversée à Shefford, selon le type de départ | 93 |
| Figure 41 | Temps de traversée à Granby, selon le type de départ | 93 |
| Figure 42 | Durée des créneaux d'attente (périodes avec véhicules) | 95 |
| Figure 43 | Durée des créneaux de passage (périodes sans véhicules)..... | 96 |
| Figure 44 | Cyclistes qui traversent en présence de véhicules (site Granby)..... | 97 |

LISTE DES ABRÉVIATIONS D'ORGANISMES

| | |
|-----------|--|
| | American Association of State Highway and Transportation Officials |
| BA : | Bicycle Association (Grande-Bretagne) |
| CROW : | Center for Research and Contract Standardization in Civil and Traffic Engineering (Pays-Bas) |
| CTC : | Cyclists' Touring Club (Grande-Bretagne) |
| DOT : | Department of Transportation |
| FHWA : | Federal Highway Administration (États-Unis) |
| FIDOT : | Florida Department of Transportation (États-Unis) |
| ITE : | Institute of Transportation Engineers (international) |
| MnDOT : | Minnesota Department of Transportation (États-Unis) |
| MRC : | Municipalité régionale de comté |
| MTQ : | Ministère des Transports du Québec |
| MUTCD : | <i>Manual on Uniform Traffic Control Devices</i> (États-Unis) |
| NCN : | National Cycle Network (Grande-Bretagne) |
| NHTSA : | National Highway Traffic Safety Administration (États-Unis) |
| OAP : | Ove Arup & Partners, Consulting Engineers (Grande-Bretagne) |
| PennDOT : | Pennsylvania Department of Transportation (États-Unis) |
| RTC : | Rails-to-Trails Conservancy (États-Unis) |
| SDD : | Scottish Development Department (Écosse) |
| TC : | Transports Canada |
| TRB : | Transportation Research Board (États-Unis) |
| UKDOT : | United Kingdom Department of Transportation (Grande-Bretagne) |
| USDOT : | United States Department of Transportation |

LISTE DES ABRÉVIATIONS SCIENTIFIQUES

| | |
|--------|---|
| DH : | Débit horaire maximal (heure de pointe) |
| DJMA : | Débit journalier moyen annuel |
| DJME : | Débit journalier moyen estival |
| DVA : | Distance de visibilité d'arrêt |
| DVT : | Distance de visibilité de traversée |

LEXIQUE

Conducteur : personne qui conduit un véhicule à moteur.

Créneaux (analyse de) : analyse utilisée dans le contexte des études de sécurité des piétons aux intersections routières (*gap acceptance delay*). Le concept de créneau se réfère au temps mis à la disposition de l'utilisateur pour traverser une infrastructure. Dans l'étude, le créneau est le temps disponible pour permettre au cycliste ou au patineur de traverser la route en sécurité.

Débit journalier moyen annuel (DJMA) : Nombre de véhicules qui passent en moyenne chaque jour.

Décalé(e) : géométrie d'un croisement entre deux voies de circulation où l'on trouve une cassure, une discontinuité dans un des axes de circulation.

Délinéateur : balise (borne, bourdon, pieu ou bollard) servant de repère visuel et destinée à guider les usagers.

Désaxé(e) : géométrie d'un croisement entre deux voies de circulation, où l'on trouve au moins un angle différent de 90°.

Distance de visibilité d'arrêt (DVA) : distance nécessaire au conducteur d'un véhicule roulant à une vitesse donnée pour arrêter son véhicule après avoir aperçu un objet sur la chaussée (MTQ, 1998).

Distance de visibilité de traversée (DVT) : distance nécessaire à l'utilisateur arrêté sur la piste, en bordure de la chaussée, pour traverser de façon sécuritaire.

Intersection : lieu où se rencontrent deux ou plusieurs chaussées (Baass, 1993). Dans le rapport, le terme « traverse » est utilisé pour désigner un croisement entre une piste cyclable et une route. Bien que la traverse de vélos soit une intersection par définition, le terme « traverse » est utilisé pour faire la distinction avec les intersections routières, terme qui concerne uniquement des chaussées routières.

Ligne de rive : Ligne qui délimite la partie carrossable de la chaussée (Baass, 1993).

Motorisé : Personne qui conduit un véhicule à moteur. Synonyme de conducteur.

Passage : zone d'intersection entre la voie cyclable et la voie routière. Les termes « traverse de vélos » et « traverse cyclable » sont utilisés comme synonymes.

Piste cyclable : voie cyclable réservée exclusivement à la circulation cycliste, indépendante de toute voie de circulation ou séparée de celle-ci par une barrière physique (MTQ, 1999). Dans cette étude, la désignation « piste cyclable » peut également inclure son utilisation par les piétons et les autres usagers non motorisés (ex. : patineurs).

Voie cyclable : voie aménagée en fonction de la circulation cycliste exclusive ou partagée avec d'autres modes de déplacement (MTQ, 1999).

1. INTRODUCTION

Ce rapport final intègre les deux grandes étapes d'un projet de recherche consacré aux passages pour cyclistes situés en milieu rural.

La première grande étape est une recension des écrits qui porte sur les variables déterminantes pour la sécurité des cyclistes, ainsi que sur les barèmes d'établissement des priorités des choix d'aménagement. L'objectif est de répertorier dans la littérature publiée les modèles de passages proposés et de déterminer les paramètres d'insécurité et leurs seuils critiques afin de faire la synthèse des recommandations pour l'aménagement des traverses cyclables.

La problématique des intersections entre une route et une piste cyclable est surtout traitée du point de vue des cyclistes. Les piétons et les patineurs sur roues sont également considérés dans les barèmes de sélection des critères d'aménagement puisqu'ils sont également utilisateurs des pistes cyclables.

Environ 80 documents sont consultés : normes gouvernementales, rapports de recherche et publications d'organismes cyclistes qui font état de la recherche sur la sécurité des cyclistes aux traverses de vélos.

Le deuxième volet de la recherche présente les résultats de deux campagnes sur le terrain, menées en Estrie et en Montérégie. L'objectif consiste à livrer un portrait de la fréquentation des passages de vélos et à décrire le comportement des usagers afin de cibler les paramètres du risque et les seuils critiques à considérer lors de la planification d'un aménagement de traverse.

La première collecte de données est un inventaire des paramètres physiques associés aux passages pour cyclistes. Tous les sites répertoriés dans les deux zones d'étude sont inspectés. Cette collecte systématique vise à caractériser chacun des sites, mais elle est surtout prévue pour déterminer un échantillon de sites à analyser à l'étape suivante.

La deuxième campagne sur le terrain est une étude approfondie de trois sites sélectionnés à cause de leurs caractéristiques particulières. Les observations se font durant l'ensemble de la saison estivale 1999 et dans différentes conditions. Le but est d'observer le comportement des cyclistes et des conducteurs ainsi que l'interaction entre ces deux types d'utilisateurs qui fréquentent les intersections du type « traverse de vélos ».

2. CADRE MÉTHODOLOGIQUE

2.1. Sources d'information

Les sources d'information sur le cyclisme et la sécurité proviennent surtout du Canada et des États-Unis, de l'Europe et de l'Australie. Les banques de données et les organismes consultés sont les suivants :

MTQ - ministère des Transports du Québec

Vélo Québec

Sustrans

CTC - Cyclists' Touring Club

BA - Bicycle Association

NHTSA – National Highway Traffic Safety Administration

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials

USDOT – United States Department of Transportation (50 dép. aux É.-U.)

UKDOT – United Kingdom Department of Transportation

ITE – Institute of Transportation Engineers

TRIS - Transportation Research Information Services (articles scientifiques)

Compendex - livres, rapports et articles

TRB – Transportation Research Board (articles)

2.2. Cadre de la recherche

La recension des écrits est présentée en quatre sections.

La première partie illustre les grands enjeux reliés aux intersections entre une piste cyclable et une route à vitesse élevée (plus de 50 km/h). Les concepts et les notions de base illustrent la problématique de fond des passages pour cyclistes.

La seconde étape précise les variables et les seuils critiques de sécurité qui sont répertoriés dans la littérature. Ce chapitre détaille une à une les variables susceptibles de jouer un rôle à la traverse pour cyclistes située en milieu rural.

La troisième partie présente les grilles de sélection construites par les praticiens dans le but d'aider les intervenants à déterminer la priorité d'une option d'aménagement en particulier. Il y a trois options globales d'aménagement et, pour chacune d'elles, quelques variantes sont définies. Les points de comparaison avec l'Europe et l'Amérique du Nord sont donnés.

La dernière rubrique détaille les critères d'aménagement *ad hoc*. Ces critères reposent sur des conseils pratiques, des solutions techniques qui s'appliquent au besoin selon les conditions existantes. Les critères peuvent aussi bien s'appliquer à une seule option ou constituer une recommandation au sens large, et de ce fait s'appliquer à tout type de traverse. Par exemple, la pente excessive est à éviter à l'approche d'une traverse, peu importe son type et peu importe le mode de régulation (arrêt, feu, etc.).

Ces quatre volets tentent de couvrir l'ensemble de la problématique et d'énumérer les solutions qui s'offrent aux aménagistes. Il faut cependant envisager la synthèse des écrits dans l'optique du contexte québécois. Certaines options, difficiles à envisager sur nos pistes multifonctionnelles, sont soulevées dans le seul but d'alimenter la discussion et de susciter une réflexion.

Les résultats de la recherche sont présentés en deux sections.

Le premier volet est consacré à l'inventaire des paramètres physiques présents dans l'environnement des passages pour cyclistes. Les données sont collectées de façon systématique pour l'ensemble des traverses de vélos situées en Estrie et en Montérégie. Cette première étape sert à dresser un profil général du design des passages pour cyclistes et à sélectionner un échantillon pour l'analyse détaillée prévue à l'étape suivante.

Le deuxième volet étudie en détail la dynamique de fréquentation des passages et le comportement des usagers, en relation avec l'environnement. Les trois sites sont choisis en fonction de leurs conditions routières particulières. Une analyse par créneaux permet de mesurer le temps disponible pour assurer au cycliste la traversée de la route. Ce temps est mis en relation avec le temps minimal requis selon la norme de distance de visibilité à l'arrêt et selon le type de réaction du cycliste lors du temps d'attente.

La rubrique des recommandations fait le point sur l'ensemble de la recherche. Elle tente de rapprocher les résultats obtenus des grands principes énoncés dans la littérature. Pour chaque paramètre déterminant concernant la sécurité des cyclistes, les seuils et les critères mesurant le degré de danger sont discutés. Il s'agit d'appuyer les recommandations sur l'opinion des experts et des organismes chargés d'assurer la sécurité des cyclistes, mais aussi de se baser sur des faits concrets, mesurés dans le contexte québécois des traverses de vélos.

3. LES PASSAGES POUR CYCLISTES EN MILIEU RURAL

3.1. Problématique de base

La problématique des passages pour cyclistes en milieu rural est encore récente et peu documentée, même aux États-Unis et en Europe. Les chercheurs transposent et appliquent les connaissances acquises dans le domaine du transport motorisé. Les enquêtes sur la sécurité des piétons sont aussi de bons points de repère. La plupart des ouvrages expliquent les solutions techniques à apporter dans des cas particuliers, sans toutefois intégrer l'ensemble de leurs recommandations dans un processus global de décision. La question des cyclistes et des piétons est souvent traitée en marge de la dynamique du trafic motorisé (Pietrucha and Opiela, 1993). Les organismes qui s'occupent de la sécurité des cyclistes exercent heureusement des pressions pour obtenir un point de vue complémentaire. Quant aux patineurs, le phénomène est relativement nouveau. Cela explique qu'il y ait très peu de littérature spécifique au sujet des traverses pour ces utilisateurs.

Le cycliste est souvent comparé au piéton à cause de sa vulnérabilité et de sa grande mobilité. On fait à l'occasion le parallèle avec les conducteurs de véhicules à cause de la vitesse pratiquée par certains cyclistes. Toutefois, le cycliste se démarque de plusieurs façons. Ainsi, il faut reconnaître ses particularités car les paramètres et les seuils critiques de sécurité qui le caractérisent s'en trouvent affectés.

Les ouvrages de référence formulent des directives générales mais rarement des normes concernant les options de passages à privilégier. En Amérique, la préoccupation des organismes responsables des transports est avant tout la sécurité des automobilistes, quoique certains États américains se démarquent par l'attention portée à l'égard des cyclistes et des piétons. Comme le fait présentement le MTQ, la Floride (FIDOT) mène actuellement une expérience sur les traverses de vélos en milieu rural. La Pennsylvanie (PennDOT), la Californie et l'Oregon, le Minnesota (MnDOT) et l'Iowa (IDOT) sont d'autres États engagés dans le processus de recherche.

Le choix des options d'aménagement à privilégier pour une traverse est souvent déterminé par l'expérience ou à la suite de consultations et de rencontres (Brownfield and Faber, 1996). Le choix des interventions est également basé sur l'opinion des groupes conseils. Selon les études consultées, peu d'auteurs se risquent à classer les paramètres de sécurité dans le but de suggérer un type de traverse en particulier. La plupart du temps, il est impossible de savoir si les éléments de sécurité proposés sont préalablement quantifiés sur le terrain ou basés sur des données d'expérimentation. Les recommandations des organismes sont souvent similaires d'une étude à l'autre. Les bases conceptuelles des directives mènent à une « façon de faire » plutôt qu'à une évaluation quantifiée du risque. Le point déterminant est que les grilles d'établissement des priorités des choix d'aménagement sont rarement applicables, du moins au Québec. Les seuils critiques utilisés pour sélectionner le type de passage sont beaucoup trop stricts et ne tiennent aucunement compte des aspects économiques et de la faisabilité des projets. Certains organismes, en plaçant trop haut le niveau de leurs exigences lorsqu'ils revendiquent des aménagements sécuritaires pour les cyclistes, peuvent agir contre le développement du cyclisme en suscitant des coûts prohibitifs pour les aménagistes.

3.1.1. *Milieu urbain vs milieu rural*

Plusieurs techniques d'aménagement ont été développées au fil des ans pour accroître la sécurité des cyclistes aux passages pour cyclistes. La signalisation, le marquage et le design géométrique en sont des exemples. Les efforts ont surtout porté sur les passages urbains. Les traverses rurales, fréquentées majoritairement par une clientèle récréative, sont encore récentes et mal documentées. Les formules qui évaluent les paramètres de sécurité en milieu urbain sont transposables en milieu rural, mais il faut ajuster les éléments à cause des différences en ce qui a trait à la vitesse pratiquée, à l'achalandage et à d'autres éléments qui caractérisent la complexité du milieu urbain. De même, on peut se demander si le comportement des conducteurs est le même en milieu rural et en milieu urbain. Les solutions d'aménagement ne peuvent être appliquées de la même façon dans les deux milieux; on pense, entre autres, à la question de priorité à la traverse.

3.1.2. Nécessité du « cas par cas »

S'il est parfois possible de standardiser un type d'aménagement dans un milieu urbain assez homogène, les passages pour cyclistes sont toujours liés, en milieu rural, à une dynamique de « cas par cas » (MnDOT, 1996). Cette situation rend presque impossible la proposition d'une intervention à grande échelle sur le réseau.

Si le choix des options doit se faire cas par cas, selon l'étude des particularités du site, il est aussi logique de concevoir que les paramètres clés d'insécurité peuvent être précisés afin de guider l'aménagiste dans le choix des grandes options d'aménagement à privilégier. Le « cas par cas » peut très bien servir comme technique de planification complémentaire si de grands principes de base guident les interventions.

3.1.3. Rentabilité vs sécurité

Le coût prohibitif des aménagements est une raison évoquée pour justifier l'abandon d'un concept sécuritaire. Cependant, il arrive aussi qu'un aménagement sophistiqué soit mis en place malgré l'absence d'un besoin réel ou d'un problème sur le site. Les enjeux financiers se débattent à l'échelle locale par l'engagement des intervenants concernés.

Les recherches coût-bénéfice en sécurité routière évaluent souvent la rentabilité d'un aménagement sur la base du nombre de vies qu'il peut sauver ou de blessures qu'il peut éviter. Cette notion demeure discutable du point de vue humain, et un tel calcul serait impossible à établir. Les accidents aux passages pour cyclistes et les conséquences économiques d'un tronçon délaissé à cause de l'insécurité ressentie sont des données inexistantes, à plus forte raison en milieu rural. Le concept de rentabilité doit être estimé d'un point de vue de sécurité « perçue », en concédant au cycliste et au piéton le moins de risques possible. Pour ce faire, il s'agit de développer un indice de sécurité en fonction des conditions du site. Un indice fiable devrait se baser sur un taux de conflits dérivé d'une expérimentation complète. Pour inclure l'aspect économique dans la prise de décision, les coûts réels d'aménagement doivent être déterminés et mis en relation avec les options d'aménagement proposées.

3.1.4. La priorité aux passages pour cyclistes

À qui doit-on donner priorité au passage, au cycliste et au piéton ou au conducteur? Si le cycliste était considéré comme un usager de la route à part entière, les débits de circulation de la piste et de la route serviraient à trancher la question. Cependant, la question est plus complexe du point de vue conceptuel et en ce qui concerne les habitudes de conduite. Immobiliser un conducteur ailleurs qu'à l'intersection routière semble difficile à imaginer dans le contexte québécois, surtout si la route affiche une vitesse élevée.

Actuellement, la position qui prédomine est celle de l'AASHTO (1995). Les cyclistes doivent céder la plupart du temps, même s'ils surpassent les véhicules en nombre. Cela va cependant à l'encontre d'un principe de base en transport, celui d'accorder la priorité aux usagers de l'axe principal. Par exemple, pour une intersection en croix à deux arrêts, on fait d'abord céder les véhicules sur l'axe secondaire. Ce pourrait être de même sur une piste cyclable de classe supérieure, les conducteurs sur la route ayant à céder au cycliste (OAP, 1997; Davies, 1996; Vélo Québec, 1995; BA, 1994). En Europe et en Amérique, plusieurs associations cyclistes suggèrent d'accorder la priorité au cycliste ou au piéton lorsque la piste croise une entrée privée ou une route à plus faible volume de circulation que la piste : Sustrans, Cyclists Touring Club, Bicycle Association, Rails-to-Trails Conservancy, Vélo Québec, et autres. Davies (1996) ajoute que la priorité peut être accordée au cycliste dans le seul cas où la visibilité, la vitesse et le débit le permettent.

La priorité au cycliste est un concept applicable en milieu urbain. Les bénéfices potentiels d'une telle mesure sont impossibles à évaluer sur une route à vitesse élevée. Dans le design, il faut toujours considérer qu'un cycliste s'immobilise rarement de façon complète, afin de repartir au plus vite (MnDOT, 1996), à moins que les véhicules ne représentent un danger immédiat. Le conducteur est lui aussi peu enclin à céder au cycliste (SDD, 1989). Cependant, un feu de circulation risque d'être inacceptable sur une route en milieu rural (OAP, 1997). Bowman *et al.* (1989) rappellent que les passages entre deux intersections sont plus à risque que les intersections elles-mêmes, car le conducteur ne prévoit pas rencontrer un piéton en section continue. Knoblauch *et al.* (1988) arrivent aussi à cette conclusion. Ils soulignent que, pour l'ensemble des

passages pour piétons en milieu urbain, les experts retiennent le passage *midblock* comme étant la solution la moins efficace de toutes. Accorder la priorité à l'usager non motorisé à la traverse serait donc un risque à ne pas assumer.

Pour estimer si les conducteurs sont susceptibles de respecter le feu ou l'arrêt sur une route numérotée, il faudrait disposer de tels sites d'étude ou simuler en laboratoire la réponse du conducteur en présence d'un tel aménagement.

Vu l'avènement récent du cyclisme récréatif de masse, élever le niveau de sécurité relative sur la piste sans augmenter la sécurité réelle peut comporter des risques. Le cycliste doit être attentif aux situations problématiques, afin de se protéger. Par contre, l'usager à vélo ne représente pas un danger pour le conducteur. À la traverse, le sentiment de vulnérabilité est plus développé chez le cycliste que chez le conducteur.

À qui doit-on confier la responsabilité de respecter la signalisation? Le cycliste se conforme assez bien au feu rouge en métropole, 73 % à Montréal en 1991 (Bergeron *et al.*, 1992), mais qu'en est-il en milieu rural? La présente recherche comporte un volet expérimental qui devrait estimer les taux d'infractions sur les traverses de pistes cyclables en milieu rural. Quant au conducteur, il est difficile de concevoir qu'il respectera la priorité du cycliste ou du piéton si la traverse se trouve en plein cœur d'une route numérotée.

3.1.5. Temps d'attente du cycliste, du piéton et du conducteur

Il est suggéré de réduire au minimum le temps d'attente de l'usager non motorisé avant qu'il puisse traverser (OAP, 1997). Sustrans suggère également de limiter au minimum le nombre de traverses dans le temps. Le MnDOT (1996) propose un temps d'attente maximal de 15 s/km de parcours sur une voie cyclable importante et de 20 s/km de parcours sur une voie secondaire. De plus, la probabilité que le cycliste doive s'arrêter ne doit pas excéder deux arrêts au kilomètre sur une voie cyclable importante et un arrêt au kilomètre sur une voie cyclable secondaire. Ces données sont fournies sans précisions sur le type de cycliste. Le cycliste expérimenté allant plus vite, il doit assumer un plus long délai pour une même unité de temps.

Si l'attente est trop longue pour le cycliste, deux conséquences négatives sont reconnues. Les usagers peuvent s'impatienter et chercher à traverser de façon précipitée, ce qui les place en position de conflit avec le trafic motorisé. Aussi, s'il y a trop de risques ou si les cyclistes attendent trop longtemps, ils peuvent tout simplement délaissé le site.

À la traverse, l'attente potentielle des véhicules motorisés est aussi à considérer, mais il ne faut pas donner préséance à cet aspect si ce temps d'attente entraîne des difficultés évidentes pour le cycliste (OAP, 1997). L'aspect sécurité prédomine sur le confort des conducteurs de véhicules motorisés.

Il faut éviter de placer le passage près d'une intersection routière ou dans un site à la configuration complexe. La traverse doit être située le plus loin possible des autres carrefours routiers pour éviter que leur présence influe sur la traverse pour cyclistes (AASHTO, 1991). Les passerelles cyclables et piétonnières peuvent décourager certains usagers. Les détours importants à la traverse peuvent réduire de façon significative l'achalandage et l'attrait des sites (Graham, 1995). La traverse dénivelée est plus sécuritaire et elle permet au cycliste de conserver sa vitesse de croisière si la pente n'est pas trop forte. Toutefois, elle rend le cycliste « captif » en l'empêchant d'accéder aux routes croisées, ce qui peut limiter l'affluence vers ces lieux (Gittings *et al.*, 1996). Zegeer (1992) ajoute que l'efficacité d'un passage dénivelé dépend de son attrait pour les piétons.

Les usagers tendent à peser le pour et le contre et à relativiser leur perception de la sécurité devant les temps supplémentaires de traversée. Le degré d'utilisation d'une passerelle dépend de la cohérence de l'infrastructure et de la distance à parcourir (Moore and Older, 1965, dans Zegeer (1992). Personne n'utilise le passage dénivelé s'il requiert 50 % plus de temps de parcours (*idem*). Le tunnel se dissocie de cette problématique, car il est habituellement très facile à franchir.

3.2. Variables critiques de sécurité

Il y a six paramètres fondamentaux à considérer pour la conception d'un passage. Ces variables concernent à la fois le cycliste, le piéton et le conducteur :

- type d'utilisateur sur la piste (cycliste, piéton, patineur, etc.);
- type de circulation routière (camions vs automobiles);
- volume de circulation (cyclistes, piétons, véhicules);
- vitesse (affichée et pratiquée, piste et route);
- visibilité (piste et route);
- longueur de la traverse (chevauchement avec la chaussée).

Ces attributs déterminent le temps moyen mis à la disposition du cycliste ou du piéton pour traverser de façon sécuritaire. D'autres paramètres entrent en ligne de compte :

- nombre de voies traversées (problème potentiel d'obstruction visuelle);
- % de la pente (affecte la vitesse et la distance de visibilité [important]);
- angle du passage (affecte la distance de visibilité et la longueur de la traverse);
- drainage (détermine la faisabilité des aménagements; ex. : tunnel);
- réseau dédié au camionnage (renvoie au schéma d'aménagement d'une MRC).

3.2.1. Types d'utilisateurs sur la piste

Qui est l'utilisateur le plus vulnérable à l'intersection, le cycliste ou le piéton? Le cycliste dispose d'un véhicule et il bénéficie de l'inertie (MnDOT, 1996). Cependant, après s'être immobilisé, le cycliste peut avoir de la difficulté à accélérer rapidement. Il faut considérer plusieurs facteurs, dont l'âge et l'expérience des cyclistes. Les États américains classent les cyclistes selon le regroupement de la FHWA (MnDOT, 1996) :

- cycliste expérimenté (à l'aise dans la plupart des situations);
- cycliste d'occasion (moins capable de circuler sans un aménagement cyclable);
- enfant cycliste (doit être accompagné d'un adulte pour le superviser).

Les solutions proposées sont plus restrictives dès qu'il y a concentration de piétons, d'enfants ou de cyclistes moins expérimentés. Dans ce cas, l'aménagement doit être de qualité supérieure. Gittings *et al.* (1996) rappellent que la conception d'un passage doit tenir compte de l'expérience, de l'aptitude et du type d'usager sur la piste (cycliste, piéton, coureur, patineur, etc.). Le MnDOT (1996) suggère de considérer *a priori* les enfants cyclistes et les cyclistes d'occasion car ils forment la majorité de la clientèle des pistes cyclables. Toutefois, on ne mentionne aucun pourcentage à considérer au regard des utilisateurs. Selon certains auteurs, il faut tenir compte de l'usager le plus vulnérable sur la piste, quels que soient les volumes de circulation. Dans tous les cas, un inventaire du type de fréquentation de la piste cyclable est indispensable pour définir les besoins à la traverse. Au Québec, selon l'article 491 du *Code de la sécurité routière*, les cyclistes âgés de moins de 12 ans qui circulent sur une piste cyclable doivent être accompagnés d'un adulte pour traverser le réseau routier (Bissonnette et Le Gal, 1998).

Même si une clientèle dominante utilise actuellement la piste cyclable, il faut prévoir l'augmentation des flux cycliste et piétonnier avec le développement d'un réseau récréatif important (OAP, 1997). En plus du volume d'usagers, il peut aussi se produire une transition du type de clientèle, en faveur ou en défaveur des piétons ou des cyclistes, selon la configuration du réseau et des tronçons à proximité. La planification des pistes doit tenir compte d'éventuelles jonctions avec un réseau plus vaste.

3.2.2. Type de circulation routière

Le type des véhicules qui croisent la trajectoire des cyclistes est une variable mise de côté en planification. Cependant, le pourcentage de camions lourds est un élément de risque à considérer (Gittings *et al.*, 1994). L'inertie des camions chargés entraîne une distance de freinage accrue s'il y a un conflit de trajectoire. En contrepartie, le camionneur bénéficie d'un meilleur champ de vision que le conducteur d'une automobile. Placé plus haut dans sa cabine, il a la possibilité

d'apercevoir le cycliste plus rapidement que l'automobiliste. Aussi, il faut garder à l'esprit qu'un camion constitue un danger pour le cycliste dans la mesure où les deux circulent en parallèle (largeur, dégagement des corridors et phénomène d'aspiration). Pour les passages cyclables, le volume critique de camions lourds n'est pas quantifié dans la littérature. L'appréciation du danger est surtout qualitative et estimée cas par cas.

3.2.3. Volume de circulation sur la piste

Le débit de vélos est utilisé pour justifier et orienter la dynamique de priorité. Toutefois, si l'intersection est dangereuse, le volume de cyclistes ne devrait pas avoir d'effet sur le choix du type de passage. Avec une vitesse élevée, un grand nombre de véhicules ou un sérieux problème de visibilité, une traverse dangereuse garde toujours son niveau de risque, qu'elle soit traversée par un cycliste seul ou par un groupe de cyclistes (Davies, 1996). Un faible volume de circulation cycliste ne constitue pas un argument pouvant justifier l'abandon d'un concept de traverse cyclable sécuritaire (Gittings *et al.*, 1994). Cette philosophie est celle de la sécurité à tout prix.

Le débit de piétons est généralement additionné à celui des cyclistes. Toutefois, les deux clientèles ont des besoins différents quant aux temps de traversée requis et aux distances de visibilité nécessaires. Le débit piétonnier est parfois considéré à part entière, si le volume de piétons est important. D'autres auteurs stipulent qu'il faut considérer l'usager pour ses caractéristiques et non pour son importance dans le volume total. Il y a bien sûr matière à discussion. Une forte circulation piétonnière entraîne parfois la nécessité de contrôler les flux piétonnier et cycliste pour assurer la sécurité des piétons.

Lorsqu'il est question d'intégrer ou de séparer les cyclistes et piétons à la traverse, les opinions divergent. La séparation est une intervention courante en milieu urbain, où le débit est élevé. Toutefois, la séparation est recommandée sur les traverses rurales dans le seul cas où il y a un débit de piétons et de cyclistes suffisamment élevé (Davies, 1996). La séparation se fait alors par deux corridors parallèles et contigus, au marquage différent (MTQ, 1990a).

Le plus souvent, sur les traverses à niveau à usage restreint, on suggère de combiner les cyclistes et les piétons pour concentrer la demande et mettre l'accent sur la qualité de l'aménagement plutôt que sur la ségrégation des usagers (Graham, 1995). Toutefois, lorsque l'achalandage touristique est élevé et que les piétons sont aussi nombreux que les cyclistes, il faut imposer certaines règles aux cyclistes pour protéger les piétons (*idem*).

3.2.4. Volume de circulation sur la route

Le débit de véhicules est l'indicateur le plus souvent utilisé comme critère de sélection du type d'aménagement. Certains barèmes utilisent le débit journalier moyen annuel (DJMA) et d'autres se servent uniquement du débit horaire maximal (*Peak-Hour Traffic Volume*). En milieu urbain, le DH est plus pratique que le DJMA car il détermine la pire situation que peut rencontrer l'utilisateur non motorisé. Toutefois, les conditions changent en milieu rural. La concentration des véhicules sur les routes de campagne ne suit pas la même distribution qu'en zone urbaine.

Pour analyser la problématique des passages pour cyclistes, le débit journalier moyen estival (DJME) est plus approprié. Une brève analyse de la variation du DJME, avec les données de débit du MTQ, montre que pour l'ensemble des routes du Québec le DJME est en moyenne 19,4 % plus élevé que le DJMA. Puisqu'il reflète mieux la circulation estivale et qu'il est déjà disponible, le DJME est l'indicateur à utiliser dans les critères de sélection.

3.2.5. Vitesse affichée et pratiquée sur la route

Lorsque la vitesse affichée est considérée dans les recommandations, elle est mise en relation avec le débit de véhicules, comme le suggère la technique des Finlandais (MnDOT, 1996). Ensemble, la vitesse affichée et le débit permettent d'estimer sommairement le temps mis à la disposition du cycliste pour qu'il puisse traverser aux heures normales ou aux heures de pointe (*gap acceptance*). Toutefois, la vitesse pratiquée fournit une image plus précise du temps requis par le cycliste et le piéton pour traverser, surtout en tenant compte de la distance de visibilité.

La littérature fait référence à deux indicateurs de la vitesse pratiquée : la vitesse moyenne et la vitesse du 85^e percentile. Pour plus de sécurité, il est suggéré d'utiliser seulement le 85^e percentile, car cette vitesse est généralement plus élevée. Les études qui traitent de la sécurité des piétons aux traverses utilisent cet indice.

3.2.6. Vitesse pratiquée sur la piste

La vitesse pratiquée doit inspirer la vitesse de conception retenue. Les cyclistes, les piétons et les conducteurs d'un véhicule motorisé ont tous des besoins différents à cause des accélérations et des vitesses absolues spécifiques. La vitesse de l'utilisateur détermine son temps de traversée. Pour accommoder l'ensemble des utilisateurs, il faut supposer une vitesse qui représente le plus grand nombre d'utilisateurs possible.

Les passages exclusifs aux piétons ou aux cyclistes sont plus faciles à traiter car les vitesses sont assez homogènes. Les passages cyclopiétonniers demandent plus d'attention. Les chercheurs ont quantifié la vitesse moyenne des piétons à :

| | |
|------------------------------|--------------------------------|
| 0,8 à 2,5 m/s | (McShane and Roess, 1990); |
| 0,8 à 1,8 m/s | (USDOT, 1988); |
| 0,6-0,9 à 1,5-1,8 m/s | (Bowman <i>et al.</i> , 1988); |
| 1,6 m/s chez les enfants | (Bowman <i>et al.</i> , 1988); |
| 1,4 m/s chez les 20 à 25 ans | (Bowman <i>et al.</i> , 1988); |
| 1,1 m/s chez les 61 à 87 ans | (Bowman <i>et al.</i> , 1988). |

Une vitesse moyenne de 1,22 m/s est énoncée pour les piétons dans le MUTCD (USDOT, 1988; Bowman *et al.*, 1988). Il faut considérer 0,91 m/s pour les personnes âgées (USDOT, 1988). Toutefois, avec une vitesse de conception de 1,2 à 1,4 m/s, 78 % des piétons doivent accélérer leur pas de marche pour franchir l'intersection avant la fin du délai (Pietrucha and Opiela, 1993). Les enfants obtiennent la meilleure moyenne parce qu'ils courent un peu à certains moments (Bowman *et al.*, 1988).

Pour les cyclistes, la vitesse moyenne de conception, en ligne droite, est de 4 m/s, ce qui correspond à 15 - 16 km/h (SDD, 1989; MnDOT, 1996). Sur une traverse, la vitesse moyenne maximale est de 10 km/h (Gittings *et al.*, 1994). Taylor (1993) expérimente l'accélération d'un groupe de cyclistes sur une section de 64 m (tableau 1). La recherche a cependant deux limites qui rendent l'application difficile aux traverses. Les sujets ont entre 19 et 55 ans, ce qui exclut les jeunes et les plus âgés, moins rapides, et l'expérience ne tient pas compte des courtes distances.

Tableau 1

Accélération et vitesse des cyclistes

| Statistique | Vitesse (km/h) | Décélération (m/s ²) | Accélération (m/s ²) | |
|-----------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|----------|
| | | | Sur 18 m | Sur 46 m |
| Minimum | 13,2 | 1,15 | 0,03 | 0,55 |
| 15 ^e percentile | 16,9 | 1,28 | 0,21 | - |
| Moyenne | 22,7 | 2,29 | 0,43 | 1,15 |
| Médiane | 23,0 | 2,35 | 0,40 | 1,10 |
| 85 ^e percentile | 26,7 | 2,96 | 0,58 | - |
| Maximum | 33,6 | 3,75 | 0,91 | 1,95 |
| n ^{bre} de données | 28 | 27 | 12 | 6 |

Modifié de : Taylor (1993) dans Gittings *et al.* (1994) PennDOT / MAUTC Partnership Project Task 16

En ce qui concerne les autres types d'utilisateurs, comme les skieurs ou les patineurs (patins à roues alignées), les vitesses ne sont jamais moindres que celles observées chez les marcheurs. Le skieur qui traverse une route déneigée devient un piéton. Pour sa part, le patineur accélère et va plus vite qu'un piéton, à moins que le chemin croisé ne soit revêtu de gravier.

3.2.7. Longueur du passage

La distance parcourue sur le passage détermine aussi le temps requis par le cycliste et le piéton pour une traversée sécuritaire. La longueur de traversée se mesure à partir du point de départ du cycliste, jusqu'à l'endroit exact où la bicyclette a complètement dégagé la chaussée. L'étude sur le terrain permettra de mesurer la position d'arrêt des cyclistes par rapport à ligne d'arrêt ou par rapport à la chaussée.

3.2.8. Temps de traversée

Le temps de traversée est une donnée capitale, qui résulte de deux facteurs : la vitesse de l'utilisateur et la longueur de la traverse. Pour accommoder l'ensemble des usagers, il faut supposer une vitesse qui représente le plus grand nombre d'utilisateurs. Sur un même site, le temps de traversée varie en fonction du type d'utilisateur. Peu importe les autres paramètres, c'est la présence de piétons qui détermine l'ampleur de l'intervalle de temps requis pour traverser. Leur vitesse moyenne est plus lente que celle des autres utilisateurs et leur accélération se traduit par un inconfort, soit une marche rapide ou une course. Pour un piéton, le délai moyen d'ajustement lors du départ est de 3 à 4 secondes (Gittings *et al.*, 1994).

Pour un cycliste qui s'engage après un arrêt complet, on suggère d'utiliser un délai de départ de 2,5 secondes. Un délai de 1 seconde est utilisé dans les barèmes européens (CROW, 1993, dans Gittings *et al.*, 1994), mais cette valeur ne procure pas au cycliste une marge de manœuvre sécuritaire. Quant au temps de perception et de réaction pour freiner devant un obstacle, le cycliste met généralement de 2,5 à 3 secondes avant d'amorcer son freinage (MnDOT, 1996; Gittings *et al.*, 1994).

3.2.9. Visibilité du conducteur de véhicule motorisé

La visibilité est une variable complexe qui résume une part importante de la problématique. Elle fait intervenir plusieurs paramètres. La visibilité de la zone de conflit potentiel (traverse) est un aspect déterminant de la sécurité. Le conducteur doit pouvoir distinguer d'assez loin le passage et les cyclistes qui traversent pour être en mesure de s'arrêter s'il y a un conflit de trajectoire. Pour assurer ce délai, on mesure la distance de visibilité d'arrêt. Elle est fonction du temps de perception et de réaction, de la dimension de l'objet à éviter, de la vitesse pratiquée, du coefficient de friction des pneus (chaussée mouillée), de la pente et du freinage (MTQ, 1998). Elle représente la somme des distances parcourues lors de la réaction et du freinage :

$$DVA = \frac{2,5 V}{3,6} + \frac{V^2}{254 (F \pm P)}$$

Où : DVA = distance minimale de visibilité d'arrêt (m)

V = vitesse de base (km/h)

F = coefficient de friction (de 0,38 à 0,29)

P = pente (déclivité en pourcentage divisé par 100)

Les distances minimales de visibilité d'arrêt, pour un conducteur circulant sur une chaussée plane, sont fournies au tableau 2. Le tableau 3 donne la correction en fonction de la pente. Le délai de perception et de réaction est fixé à 2,5 s (MTQ, 1998). Gittings *et al.* (1994) croient que ce délai devrait être ajusté à 3 ou à 4 s car une traverse est rarement anticipée par le conducteur en milieu rural.

Tableau 2

Distances de visibilité d'arrêt du conducteur

| Vitesse (km/h) | Réaction de freinage | | Coefficient de friction | Distance de freinage (m) | Distance minimale de visibilité d'arrêt | |
|-------------------|----------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|--|-------------------|
| | Temps (s) | Distance (m) | | | Calculée (m) | Conception (m) |
| 40 | 2,5 | 27,8 | 0,38 | 16,6 | 44,4 | 45 |
| 50 | 2,5 | 34,7 | 0,36 | 27,3 | 62,0 | 65 |
| 60 | 2,5 | 41,7 | 0,34 | 41,6 | 83,5 | 85 |
| 70 | 2,5 | 48,6 | 0,32 | 60,2 | 108,8 | 110 |
| 80 | 2,5 | 55,6 | 0,31 | 81,2 | 136,8 | 140 |
| 90 | 2,5 | 62,5 | 0,30 | 106,2 | 168,7 | 170 |
| 100 | 2,5 | 69,4 | 0,30 | 131,1 | 200,5 | 200 |
| 110 | 2,5 | 76,4 | 0,29 | 164,3 | 240,7 | 240 |

Tiré de : MTQ (1998), *Tome I, Conception routière*, chap. VII, « Distance de visibilité ».

Tableau 3

Effet de la pente sur la distance de visibilité d'arrêt du conducteur

| Vitesse (km/h) | Correction de la distance de visibilité d'arrêt (m) | | | | | | | |
|-------------------|---|-----|-----|------|--------------------------|-----|-----|------|
| | Diminution en montée | | | | Augmentation en descente | | | |
| | 3 % | 6 % | 9 % | 12 % | 3 % | 6 % | 9 % | 12 % |
| 40 | - | - | - | - | - | - | - | 10 |
| 50 | - | - | 5 | 5 | - | 5 | 10 | 15 |
| 60 | - | 5 | 5 | 10 | 5 | 10 | 15 | 25 |
| 70 | 5 | 10 | 10 | 15 | 10 | 15 | 25 | 40 |
| 80 | 5 | 10 | 15 | 20 | 10 | 20 | 35 | 55 |
| 90 | 5 | 15 | 20 | 30 | 10 | 30 | 45 | 70 |
| 100 | 10 | 20 | 30 | 35 | 15 | 30 | 60 | 90 |
| 110 | 15 | 25 | 35 | 45 | 20 | 45 | 75 | 115 |

Tiré de : MTQ (1998), *Tome I, Conception routière*, chap. VII, « Distance de visibilité ».

3.2.10. Visibilité du cycliste

Le cycliste doit lui aussi distinguer d'assez loin la traverse et les véhicules qui approchent pour être en mesure de s'arrêter à la ligne d'arrêt. La distance minimale de visibilité d'arrêt du cycliste est calculée de la même façon que pour les conducteurs (MTQ, 1998). La DVA du cycliste est généralement inférieure à 65 m sur la piste, à moins qu'il n'y ait une très forte pente à l'approche de l'intersection.

Dans un autre ordre d'idée, une fois prêt à traverser, le cycliste doit bénéficier d'une visibilité de traversée suffisante pour être en mesure de franchir l'intersection de façon sécuritaire. La visibilité de traversée s'apparente dans la forme à celle du conducteur, (DVT) mais la vitesse et l'accélération des cyclistes sont beaucoup moindres. En effet, pour garder leur rythme, les cyclistes font parfois fi de la signalisation (MnDOT, 1996; Gittings *et al.*, 1994; Noël et Piché, 1995; Bergeron *et al.*, 1990). Cela leur permet de traverser plus rapidement.

Les Finlandais (MnDOT, 1996) proposent une formule globale pour déterminer si la visibilité est bonne, satisfaisante ou passable pour un cycliste qui passe l'intersection sans s'immobiliser complètement (figure 1). Le classement tient compte de la vitesse pratiquée par le cycliste et par le véhicule motorisé à l'approche de l'intersection et de l'instant précis où le cycliste prend la décision de franchir l'intersection. On présume que le cycliste aperçoit le véhicule à la distance de visibilité d'arrêt, soit 25 m, incluant le délai de perception et de réaction. La distance de traversée est fixée à 8 m dans l'exemple.

Voici des conditions pour déterminer la qualité du champ de vision du cycliste :

Bonne : le cycliste qui roule à 20 km/h a le temps de traverser la route après être presque parvenu à un arrêt complet avant l'intersection;

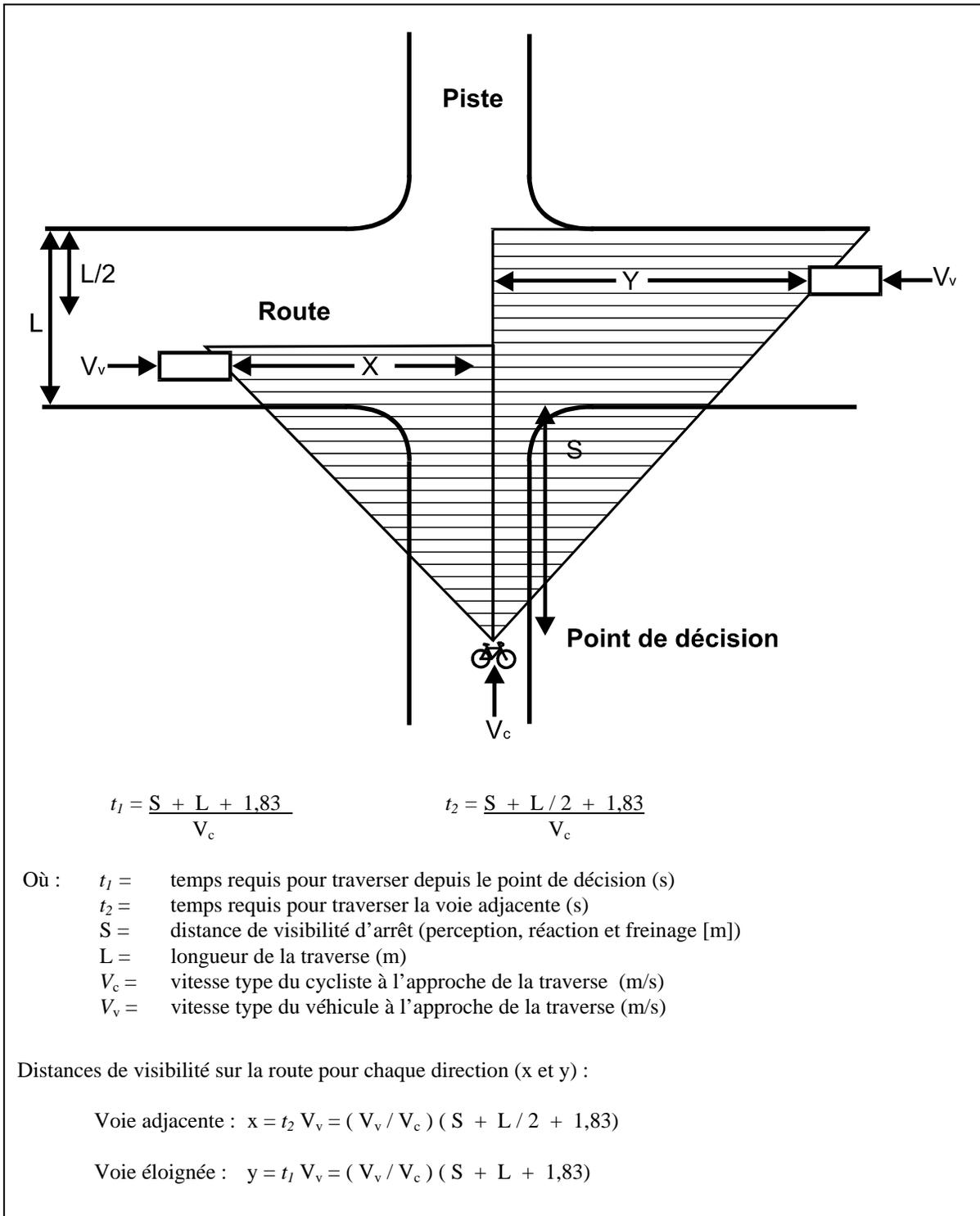
Satisfaisante : le cycliste qui roule à 10 km/h a le temps de traverser la route après être presque parvenu à un arrêt complet avant l'intersection;

Passable : le cycliste doit toujours s'arrêter.

Le MnDOT (1996) propose les distances de visibilité nécessaires à la traversée, supposant que le cycliste roule à 20 km/h sur une surface plane et que le temps de perception et d'ajustement du conducteur est de 3 secondes (figure 2).

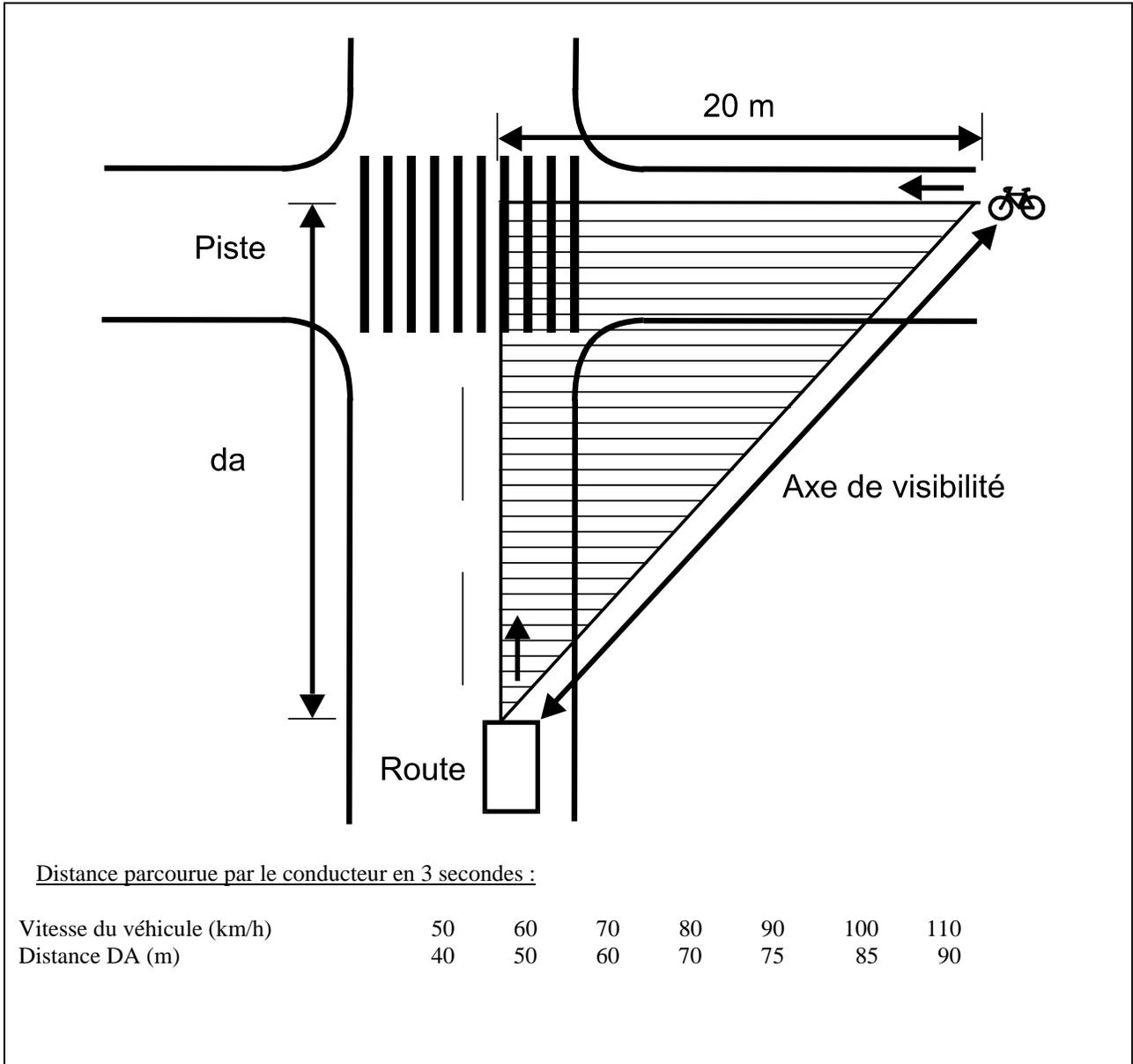
Pour escompter la pire situation que peut rencontrer le cycliste sur une traverse cyclable, il faut supposer qu'il s'engage à partir d'une position stationnaire. Les Hollandais (CROW, 1993, dans Gittings *et al.*, 1994) proposent des seuils de visibilité de traversée basés sur la vitesse d'approche 85^e percentile du véhicule, la longueur de la traverse (largeur de la route et une longueur de bicyclette) et la capacité du cycliste à accélérer en partant d'une position stationnaire (figure 3). Pour qu'un cycliste puisse facilement traverser après un arrêt complet, la distance de visibilité doit tenir compte de l'accélération et de la vitesse du cycliste en relation avec la longueur de la traverse.

Cette formule universelle est utilisée pour définir des situations types que le cycliste est susceptible d'affronter sur les pistes cyclables du Québec (tableau 4). Le délai de perception et de réaction est ajusté selon les recommandations formulées pour l'Amérique du Nord, soit un temps de 2,5 secondes. Plusieurs longueurs de traverse sont définies (de 5 à 15 m) afin de couvrir l'ensemble des situations par rapport au nombre de voies de circulation à traverser.



Modifié de : Gittings *et al.* (1994)

Figure 1 Distance de visibilité du cycliste proposée par les Finlandais



Modifié de : Minnesota Department of Transportation (1996), *Minnesota Bicycle Transportation Planning and Design Guidelines*.

Figure 2 Distance parcourue et distance de visibilité au passage

Tableau 4
Distance de visibilité (m) requise par un cycliste immobile

| Longueur traverse | Temps (s) | Vitesse d'approche conducteur 85 ^e percentile (km/h) | | | | | | |
|----------------------|--------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 |
| 4 m | ± 5,7 | 80 | 95 | 110 | 125 | 145 | 160 | 175 |
| 5 m | ± 6,0 | 85 | 100 | 120 | 135 | 150 | 170 | 185 |
| 6 m | ± 6,4 | 90 | 110 | 125 | 145 | 160 | 180 | 200 |
| 7 m | ± 6,8 | 95 | 115 | 135 | 155 | 170 | 190 | 210 |
| 8 m | ± 7,1 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 |
| 9 m | ± 7,5 | 105 | 125 | 150 | 170 | 190 | 210 | 230 |
| 10 m | ± 7,8 | 110 | 130 | 155 | 175 | 195 | 220 | 240 |
| 11 m | ± 8,2 | 115 | 140 | 160 | 185 | 205 | 230 | 255 |
| 12 m | ± 8,5 | 120 | 145 | 165 | 190 | 215 | 240 | 260 |
| 13 m | ± 8,9 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 |
| 14 m | ± 9,3 | 130 | 155 | 185 | 210 | 235 | 260 | 285 |
| 15 m | ± 9,6 | 135 | 160 | 190 | 215 | 240 | 270 | 295 |
| 16 m | ± 10,0 | 140 | 165 | 195 | 220 | 250 | 280 | 305 |
| 17 m | ± 10,3 | 145 | 170 | 200 | 230 | 260 | 285 | 315 |
| 18 m | ± 10,7 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 295 | 325 |
| 19 m | ± 11,0 | 155 | 185 | 215 | 245 | 275 | 305 | 335 |
| 20 m | ± 11,4 | 160 | 190 | 220 | 255 | 285 | 315 | 350 |
| 21 m | ± 11,8 | 165 | 195 | 230 | 260 | 295 | 330 | 360 |
| 22 m | ± 12,1 | 170 | 200 | 235 | 270 | 305 | 335 | 370 |

Note : délai de perception et de réaction de 2,5 s; distances arrondies à l'unité de 5 plus élevée

Modifié de : CROW (1993), *Sign up for the Bike, Design Manual for a Cycle-Friendly Infrastructure.*

3.2.11. Visibilité du piéton

Si l'on applique la formule de visibilité de traversée pour les piétons, les distances deviennent très élevées à cause de la vitesse réduite de ces derniers. Les valeurs sont si fortes que rares sont les sites qui dégagent les distances suffisantes. On suggère alors d'utiliser un autre concept, celui du créneau qui estime le délai de temps requis pour traverser en fonction de la distance. Si ce délai existe, le piéton peut traverser de façon sécuritaire. Voici à titre indicatif la formule de visibilité de traversée du piéton (Pietrucha and Opiela, 1993) :

$$D = 0,2778 V_v [(L / V_p) + T]$$

Où : D = distance de visibilité du piéton vers sa droite

L = longueur de la traverse

V_p = vitesse du piéton

V_v = vitesse du véhicule

T = délai de départ

La visibilité est calculée vers la droite, vers la voie la plus éloignée. En Amérique, le temps de perception et de réaction du piéton est évalué à 4 secondes (AASHTO, 1990), ou à 3 secondes (Gittings *et al.*, 1994) en milieu urbain.

Il existe deux moyens directs de pallier une mauvaise distance de visibilité d'arrêt, éliminer l'obstacle ou déplacer le site de traverse (Gittings *et al.*, 1994). Le feu de circulation et le passage dénivelé agissent aussi sur cette contrainte mais d'une manière indirecte. Sans améliorer la visibilité, ils rendent la traversée plus sécuritaire.

3.2.12. Axe du passage

L'axe qui traverse la route doit être le plus droit possible et à la perpendiculaire de la route croisée (MnDOT, 1996). Le passage qui forme un angle de 90° avec la route réduit au minimum le temps d'exposition au conflit (Pietrucha and Opiela, 1993). Certaines intersections sont décalées ou désaxées, selon la configuration du site. Les géométries particulières, qui se démarquent par une cassure ou un angle différent de 90°, sont moins fréquentes.

En Montérégie, une intersection de piste cyclable sur quatre est désaxée ou décalée (Brown *et al.*, 1998). Cette caractéristique est liée au fait que la plupart des pistes en milieu rural empruntent d'anciennes emprises ferroviaires. En effet, les chemins de fer ont été conçus de façon à éliminer autant que possible les courbes ou les changements de direction. Puisque plusieurs pistes du réseau québécois empruntent des voies ferroviaires désaffectées, la géométrie de l'intersection est un élément à considérer dans la problématique.

En milieu urbain, il semble y avoir un lien significatif entre la concentration d'accidents aux intersections et la géométrie du croisement (Bruneau, 1998). Toutefois, la géométrie est un aspect difficile à quantifier. Pour apprécier l'impact de la géométrie, deux variables concrètes peuvent être utilisées : la longueur de la traverse et la distance de visibilité à l'intersection.

3.2.13. Axe du tunnel

Dans le cas d'un tunnel, l'axe de la traverse doit nécessairement être rectiligne, pour des raisons d'éclairage et de sécurité personnelle (Davies, 1996; MTQ, 1998; Vélo Québec, 1992). Il faut être capable de voir de l'autre côté, et la visibilité doit être bonne aux deux bouts (MnDOT, 1996; MTQ, 1998; Vélo Québec, 1992).

3.3. Grilles d'établissement des priorités du type de passage

Le type de croisement est défini de plusieurs façons, mais il y a trois grandes options d'établissement ou de réaménagement d'un passage :

- 1 – panneaux de signalisation : le cycliste et/ou le conducteur cède
(panneaux « Cédez » ou « Arrêt », pour le cycliste et/ou le conducteur);
- 2 - feu de circulation avec phases de priorité
(sur demande par les piétons ou automatique);
- 3 - passage dénivelé
(tunnel ou passerelle).

Ces trois grandes options d'aménagement comportent à leur tour des variantes selon la complexité des situations exposées. Les propositions d'aménagement se basent la plupart du temps sur deux ou trois paramètres de risque. Certains ouvrages considèrent seulement le débit de véhicules. C'est surtout le cas en milieu urbain, où la vitesse est plus constante et moins élevée.

Les paramètres critiques de sécurité aux intersections sont parfois mentionnés sans qu'il y ait caractérisation des seuils et des volumes à considérer pour les cyclistes et les piétons. À la lumière des ouvrages consultés, dont celui de Gittings *et al.* (1994), quatre grilles schématiques d'établissement des priorités sont répertoriées pour les cyclistes. Les barèmes intègrent la vitesse affichée, le débit de cyclistes et/ou de véhicules, ou encore la catégorie de la route. Ces critères de sélection sont utilisés de différentes façons d'une grille à l'autre, puisque le type de sélection provient de trois pays différents.

3.3.1. *Priorité pour le cycliste*

Smith (1977) a élaboré un schéma d'établissement des priorités qui tient compte du volume de cyclistes et du volume de véhicules aux heures de pointe (figure 4). Trois types de traverses sont proposés dans les zones de 50 km/h, selon le débit :

- arrêt sur la route et/ou sur la piste;
- arrêt sur la piste seulement;
- feu de circulation ou passage dénivelé.

L'arrêt sur la route est accepté s'il y a moins de 600 véhicules à l'heure de pointe, à moins qu'il n'y ait trop de cyclistes. Le volume de vélos et le volume de véhicules sont tous les deux liés à un possible phénomène d'envahissement de l'axe de circulation. S'il y a trop de cyclistes et que ceux-ci ont priorité, les véhicules motorisés ne peuvent plus passer. Inversement, trop de véhicules motorisés empêche les cyclistes de franchir l'intersection. Cette dualité est bien exprimée dans le graphique de Smith. Le feu de circulation et le passage dénivelé sont privilégiés à mesure qu'augmente le débit horaire maximal de cyclistes, et ce, pour un volume constant de véhicules.

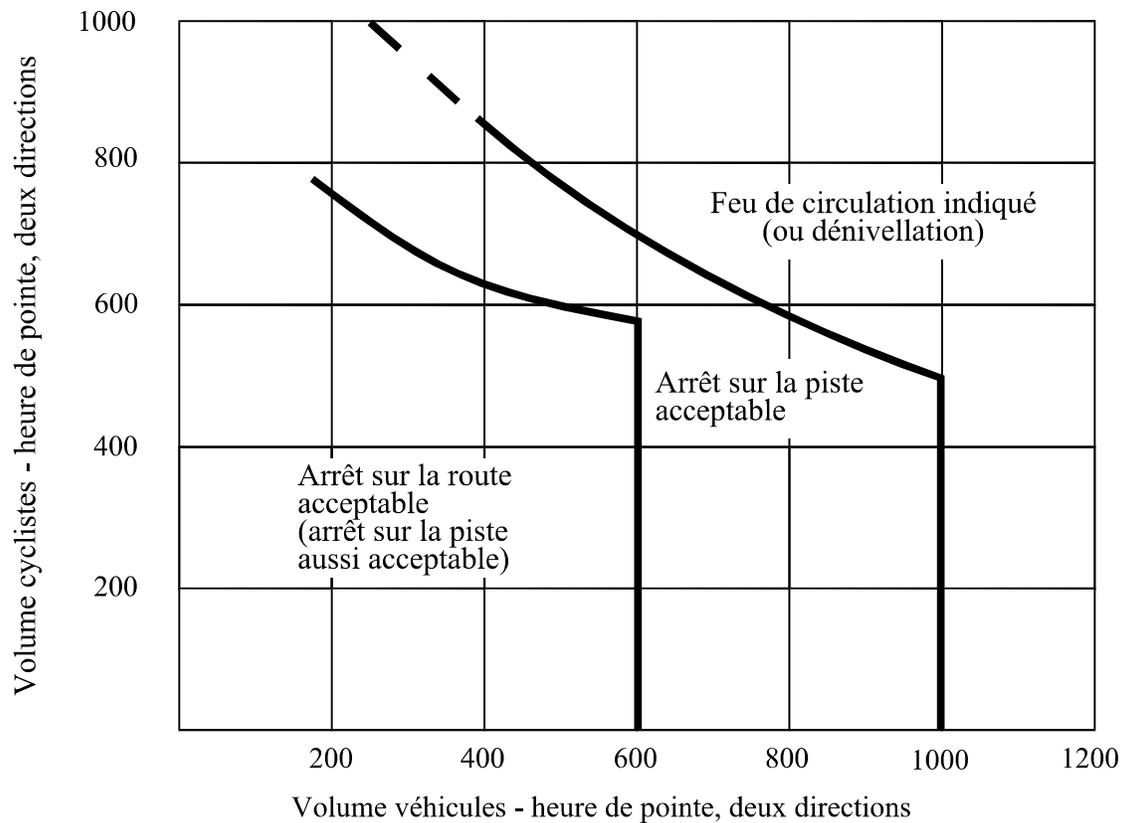
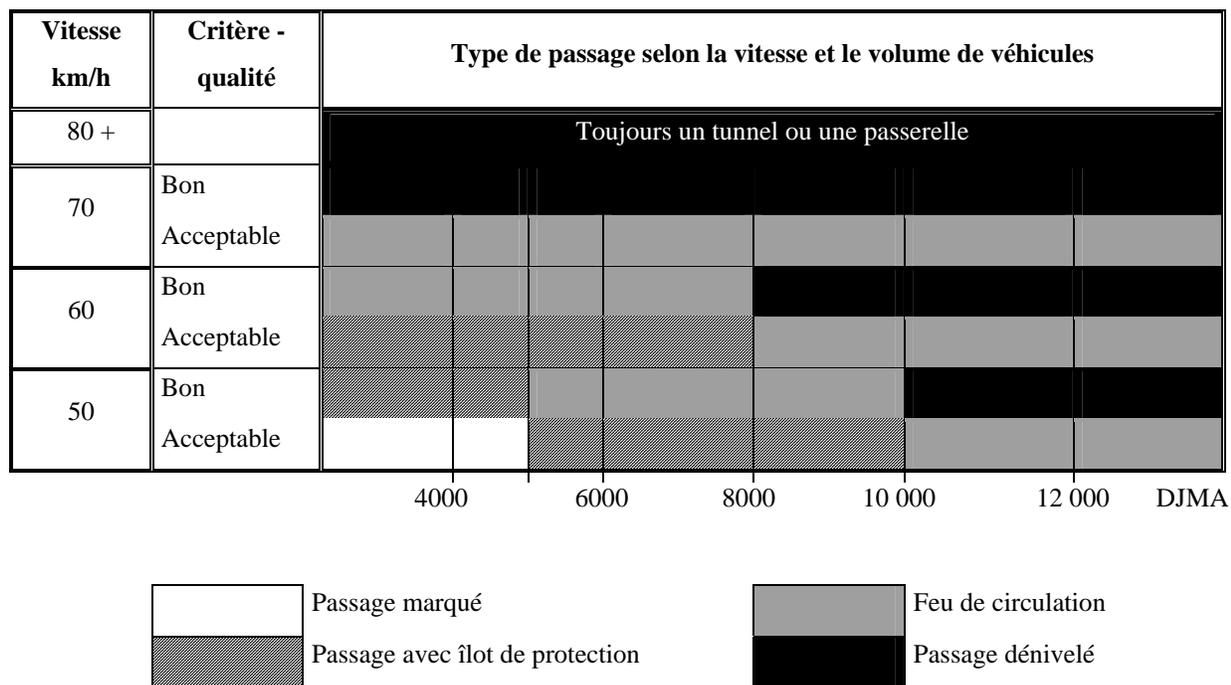


Figure 4 Recommandations d'aménagement de passage (Smith, 1977)

La grille des Finlandais, présentée par le Minnesota Department of Transportation (1996) et par Gittings *et al.*, est simple et facile à utiliser (figure 5). Cependant, elle est difficile à appliquer dans le contexte nord-américain. La vitesse affichée prend une place très importante dans la sélection du type d'aménagement. Dès que la vitesse affichée est de 70 km/h, il doit y avoir un feu de circulation ou un passage dénivélé. À 80 km/h, le tunnel ou la passerelle devient incontournable, peu importe la circulation motorisée. La catégorie « bon » est choisie s'il y a un volume élevé de cyclistes à la traverse, ou s'il y a beaucoup d'enfants, d'adultes plus âgés ou en présence d'un axe touristique important.

Les Hollandais présentent eux aussi une grille cohérente et simple à utiliser (figure 6). Encore une fois, la vitesse est un élément déterminant dans le choix du type de traverse. Fait intéressant, cette grille est la seule à intégrer le degré d'importance de la piste cyclable avec les variables liées à la route. Dans ce barème, la catégorie de route est directement reliée à la vitesse affichée. La catégorie de la piste est la variable qui remplace le volume de cyclistes.

Huit types d'aménagements sont proposés en fonction du site, dont deux qui sont très rares au Québec, soit deux types de ronds-points (*roundabout*). La grille originale présente le choix du type d'aménagement à l'intérieur et à l'extérieur des zones bâties. La grille de sélection à l'intérieur du milieu bâti est retenue puisqu'elle englobe les secteurs périurbains et les routes semi-rurales avec constructions domiciliaires.



Tiré de : MnDOT (1996), *Minnesota Bicycle Transportation Planning and Design Guidelines*.

Figure 5 Type de passage selon la vitesse et le volume de véhicules (Finlande)

| Vitesse (km/h) | Catégorie de route | Catégorie de piste cyclable | | |
|--|--------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| | | Axe principal | Axe collecteur | Accès à la piste |
| <i>Extérieur du milieu bâti</i> | | | | |
| 90-120 | I / II | D | D | D |
| 80-100 | III / IV | D - F | D - F | D - F |
| 60-80 | V / VI | P - Fc - Rc | P - F - R | P - F - R |
| ≤60 | VII / VIII | Aucun - Pc | Aucun - Pc | Aucun |
| <i>Intérieur du milieu bâti (ou à la frange du...)</i> | | | | |
| 70 | | D | D - F - R | D - F - R |
| 50 | | D - Fp - Rc - P | Fp - Rc - P | F - Rc - P |
| 30 | | P | P - Aucun | Aucun |
| ≤30 | | Aucun | Aucun | Aucun |

Légende : P ; Pc = panneau de priorité au véhicule motorisé; au cycliste
 F ; Fc = feu de circulation; avec phase de priorité au cycliste
 R ; Rc = rond-point; avec priorité au cycliste
 D = passage dénivelé (tunnel, passerelle)

Tiré de : Gittings *et al.* (1994), PennDOT / MAUTC Partnership Project Task 16

Figure 6 Type de passage selon la vitesse et la catégorie de piste (Pays-Bas)

Dans un ouvrage publié pour le FIDOT, Pein (1996) traite des intersections entre une piste cyclable et une route à deux voies de circulation (tableau 6). Les panneaux « Arrêt » ou « Cédez » sont complétés de mesures comme le *traffic calming* si le débit est inférieur à 10 000 véhicules par jour (sauf si la vitesse pratiquée atteint 80 km/h). Le feu de circulation est recommandé au même titre que l'arrêt si le débit excède 5000 véhicules par jour, mais le feu est la seule solution si le volume atteint 10 000 véhicules par jour.

Tableau 5
Types d'aménagements proposés sur les routes à deux voies*

| Vitesse pratiquée (85 ^e percentile) | DJMA < 2000 | DJMA 2000 - 4999 | DJMA 5000 - 9999 | DJMA 10 000 et + |
|---|--|--|---|---------------------|
| ≤ 40 km/h | Cédez avec <i>traffic calming</i> ou arrêt avec <i>traffic calming</i> optionnel | Arrêt avec <i>traffic calming</i> optionnel | Arrêt avec <i>traffic calming</i> | Feu de circulation |
| | Cédez | Cédez ou arrêt avec îlot de protection optionnel | Arrêt avec îlot de protection ou feu de circulation | |
| 50 - 60 km/h | Arrêt avec <i>traffic calming</i> optionnel | Arrêt avec <i>traffic calming</i> | Arrêt avec îlot de protection ou feu de circulation | Feu de circulation |
| | Cédez ou arrêt avec îlot de protection optionnel | Arrêt avec îlot de protection optionnel | | |
| 65-75 km/h | Arrêt avec îlot de protection optionnel | Arrêt avec îlot de protection | Arrêt avec îlot de protection ou feu de circulation | Feu de circulation |
| ≥ 80 km/h | Arrêt avec îlot de protection optionnel | Arrêt avec îlot de protection | Feu de circulation | Feu de circulation |

| | |
|--|------------------------------|
| | Priorité à la piste cyclable |
| | Priorité à la route |

* Notes

- Critères définis pour voies de circulation directionnelles. S'il y a une voie de virage, déplacer les recommandations d'une colonne vers la droite pour chaque voie de virage.
- L'implantation d'un « Cédez » doit respecter les recommandations du MUTCD. Donner préséance à un « Cédez » plutôt qu'à un arrêt.
- Le *traffic calming* peut être un rétrécissement des voies de circulation ou une autre méthode couramment acceptée.

Tiré de : Pein, W. (1996), *Trail Intersection Design Guidelines*

D'autres barèmes de sélection sont proposés dans la littérature. Les propositions sont rassemblées dans un tableau synthèse pour schématiser quelques options répertoriées (tableau 6). Pour résumer la situation, voici les grandes lignes des recommandations qu'on y trouve.

Le tableau synthèse montre que les situations où il est possible d'accorder la priorité au cycliste sont plutôt rares. En milieu urbain, il est envisageable de ne pas signaler les entrées de cour et d'accorder la priorité au cycliste s'il y a moins de 400 véhicules à l'heure de pointe. Toutefois, se fier uniquement au débit comporte des risques, surtout en considérant les routes numérotées québécoises. Prenons, par exemple, un volume de 400 véhicules à l'heure de pointe, fixé comme seuil limite pour accorder la priorité au cycliste. Sur une route à 80-90 km/h, la priorité au cycliste engendrera des situations pour le moins inattendues chez les conducteurs. Il semble logique de considérer la route comme plus importante, car les cyclistes n'escomptent pas, de toute façon, que les véhicules motorisés leur cèdent le passage.

Les sites avec des débits inférieurs à 300 - 400 véhicules à l'heure de pointe peuvent s'accommoder d'un panneau « Cédez » ou d'un panneau d'arrêt sur la piste cyclable. Avec un volume supérieur, on justifie la présence d'un îlot de protection signalé, mais la route doit être large. L'îlot de protection est difficile à envisager en milieu rural, mais il ne doit pas être écarté comme solution si l'emplacement le permet.

Le plus difficile est de déterminer une situation où un feu de circulation pourrait être nécessaire en milieu rural. Les critères européens font intervenir le feu de circulation à des seuils variés : ex. : 500 vs 1000 vélos à l'heure de pointe. Il n'est pas clair, non plus, si l'on doit retenir ou éviter le feu de circulation avec une vitesse autour de 70 à 80 km/h. En Amérique, la référence à l'artère urbaine achalandée est probablement la seule condition où il y a référence au feu de circulation sur la piste; encore faut-il qu'il y ait suffisamment de cyclistes. Un feu de circulation sur une route numérotée en milieu rural est probablement une option à déconseiller.

Pour ce qui est de la dénivellation d'un passage, même les critères européens sont difficiles à interpréter par les organismes qui font la promotion du cyclisme. Certains considèrent qu'il faut privilégier cette option autant que possible, alors que d'autres proposent d'y recourir dans le pire des cas seulement (autoroute, échangeur, etc.).

La règle d'ensemble est de justifier cet aménagement en fonction d'un débit et d'une vitesse élevés. De même, un fort achalandage cycliste doit être observé sur le site.

Tableau 6
Types d'aménagements proposés en fonction des conditions du site*

| Auteur | Priorité piste (« Cédez » route) | Priorité route (« Cédez » piste) | Priorité route (« Arrêt » piste) | Îlot de protection (avec « Cédez » ou « Arrêt ») | Feu de circulation | Passage dénivelé (tunnel ou passerelle) |
|-------------------|--|--|---|--|--|--|
| Sustrans (OAP) | 85 ^e percentile vit. < 48 km/h; DJMA pour 2 voies < 4000 | 85 ^e percentile vit. < 80 km/h; DJMA pour 2 voies < 6000 | - | 85 ^e percentile vit. < 96 km/h; DJMA pour 2 voies < 10 000 | 85 ^e percentile vit. < 80 km/h; DJMA pour 2 voies > 8000 | 85 ^e percentile vit. > 96 km/h; DJMA pour 2 voies > 10 000 |
| Sustrans (BA) | Entrées de cour et routes mineures | DH véh. < 300 et visibilité bonne | DH véh. < 500 ou problème de visibilité | Si achalandage important (seuils?) | - | Autant que possible |
| CTC | DH véh. < 400; et piste importante | DH véh. > 300 et si priorité à la piste impossible | - | Si route large et visibilité bonne | Vit. > 70 km/h et DH véh. > 1000 ou présence d'enfants | Si l'aménagement dénivelé est de qualité supérieure (à éviter) |
| SDD | Jamais | DH véh. < 400 et visibilité bonne | DH véh. < 400 et problème de visibilité | DH véh. < 1500 et chaussées séparées | DH véh. > 500 et DH cyc. > 50 | DH véh. > 800-1000 |
| RTC | Si débit de vélos > débit de véh. | Faible débit de véh. | Faible débit de véh. | Fort débit de véh. et absence de feu de circulation | Fort débit de véh. et terre-plein central | - |
| Vélo Québec | - | - | Faible débit de véh. | Croisement avec artère achalandée (avec terre- plein) | Croisement avec artère achalandée (avec terre-plein) | - |
| USDOT | Jamais | Si visibilité bonne | Si mauvaise visibilité | - | - | - |
| MnDOT | - | - | - | 3 voies de circulation à traverser | Si longue attente à l'îlot de protection | Intersections larges et achalandées, échangeurs, sorties |
| AASHTO | Jamais | Faible débit de véh. | Faible débit de véh. | - | Débites de véh. et de vélos élevés et passage dénivelé impossible | Débites de véh., de vélos et/ou de piétons élevés ou vitesse élevée, selon capacité |

3.3.2. **Priorité pour le piéton**

Le principe de sélection des aménagements pour le piéton est sensiblement le même que dans le cas des cyclistes : la solution change selon la demande et l'achalandage, et en fonction de la vitesse pratiquée. Le piéton doit céder aux véhicules en toute circonstance. Cependant, le type de signalisation à privilégier selon le contexte n'est pas détaillé dans la littérature. On définit surtout le besoin ou non de recourir à la dénivellation de la traverse. Le piéton doit avoir assez de temps pour traverser, qu'il s'agisse d'un panneau « Cédez » ou d'un panneau « Arrêt ».

Zegeer (1992) formule des critères de passage dénivelé pour les piétons, dans une étude pour l'ITE. Une passerelle est nécessaire au-dessus d'une autoroute lorsqu'il y a une demande piétonnière. De même, la passerelle est à envisager s'il y a beaucoup de jeunes enfants qui doivent traverser une voie rapide ou une route achalandée. De plus, la traverse dénivelée est requise lorsqu'un feu de circulation avec phase de priorité ne peut être installé pour les piétons.

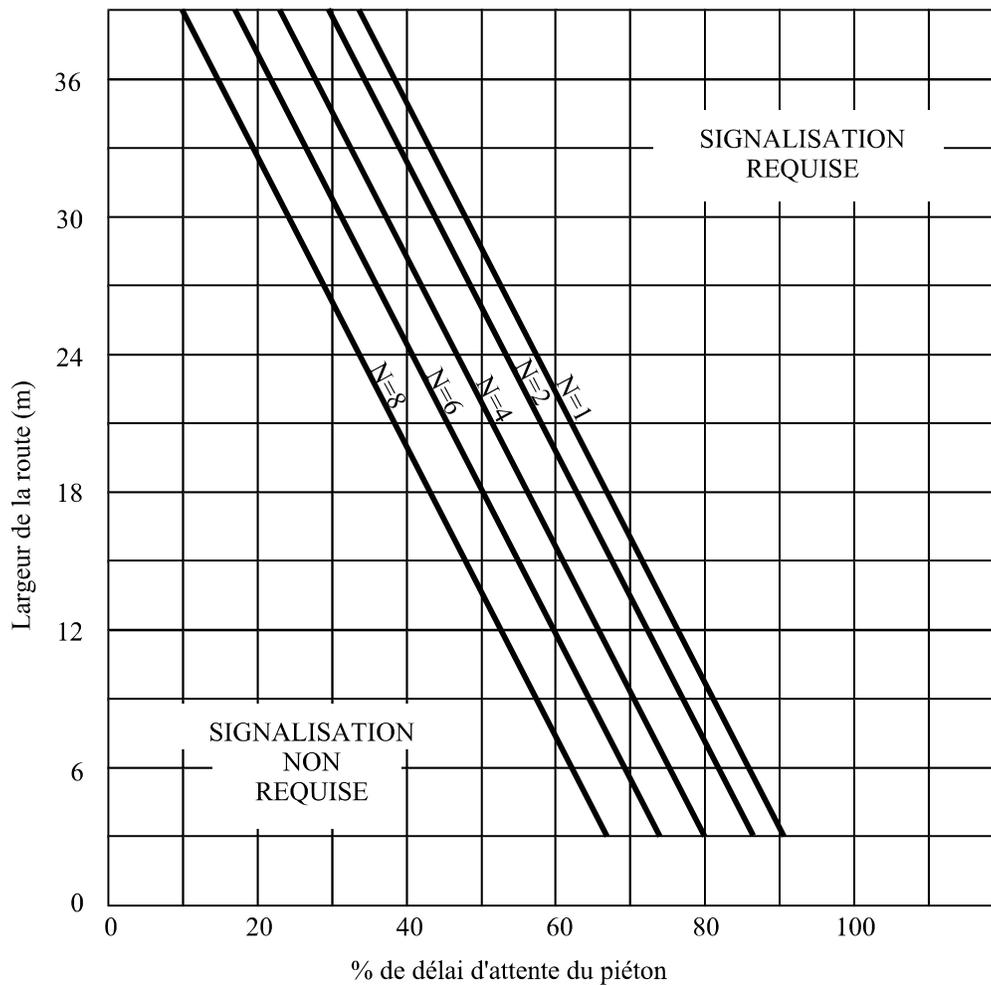
La recension des écrits et l'expérimentation d'Axler (1984, dans Gittings *et al.*, 1994) formulent plusieurs considérations pour les piétons aux traverses situées entre deux intersections. Ils énoncent les critères d'implantation suivants :

- passerelle sur autoroute : si 100 piétons à l'heure pendant les 4 heures les plus achalandées;
- passerelle sur route urbaine : si vitesse affichée ≥ 65 km/h et 400 piétons à l'heure pendant les 4 heures les plus achalandées;
- passerelle sur route rurale : si $DH \geq 7500$ véh. / h dans les 4 heures les plus achalandées ou si $DJMA \geq 25\ 000$ véh. / j.

Bowman *et al.* (1989) et Gittings *et al.* (1994) soulignent les mêmes critères pour justifier un passage dénivelé lors du franchissement d'une autoroute ou d'une route rurale. La passerelle doit être située à au moins 183 m de la plus proche traverse sécuritaire de rechange (avec feu pour piétons). Une barrière physique doit empêcher les piétons de traverser à niveau.

L'ITE utilise un gabarit qui détermine le besoin de recourir à une signalisation sur les traverses écolières. Lorsque l'intervalle de temps est insuffisant pour qu'un groupe de jeunes puisse traverser, entre deux vagues de véhicules qui croisent la traverse, les piétons rencontrent une difficulté. Ils peuvent s'impatienter et traverser au mauvais moment. Pour déterminer le besoin de recourir à la signalisation (feu de circulation) afin de donner une chance aux piétons, on utilise la figure 7. Il faut calculer :

- volume piétonnier : $N = \text{taille du rang piéton (côte à côte)} \times 85^{\text{e}} \text{ percentile} / 5$;
- largeur de la traverse (m);
- pourcentage du temps durant lequel le piéton doit attendre pour traverser.



Tiré de : ITE (1962), *A Program for School Crossing Protection*, dans Gittings *et al.* (1994)

Figure 7 Barème d'implantation d'une signalisation aux passages pour écoliers

Ce barème, conçu pour le milieu urbain, pourrait être un élément de solution dans le contexte d'un fort achalandage touristique sur la piste ou sur la route. Sans l'intervalle de temps requis, le piéton ne peut traverser sans courir ou il s'expose à un accident. Si un feu de circulation est impossible à implanter, un tunnel ou une passerelle pourrait être exigé. Rappelons que dans le cas du piéton, le délai avant de pouvoir traverser est la mesure qui remplace la distance de visibilité du piéton.

3.3.3. Avantages et inconvénients des options d'aménagement

Les options d'aménagement comportent chacune leur lot d'avantages et d'inconvénients. La pertinence de déniveler une traverse est sûrement l'aspect le plus difficile à traiter parmi l'ensemble des options disponibles. Considérant que le feu pour cyclistes est fortement déconseillé en milieu rural, le choix du type de traverse dépend essentiellement de la décision de déniveler les infrastructures ou de faire traverser les cyclistes à niveau avec la route.

Le feu de circulation est une option à retenir en dernier recours, car il risque de causer une situation inattendue pour le conducteur. En milieu rural, le feu de circulation à l'intersection d'une piste est activé quelques mois par année seulement. Le reste de l'année, le conducteur s'accoutume à l'inactivité du feu de circulation. Si le conducteur ne prend pas ce dispositif au sérieux, cela peut entraîner un effet négatif pendant la période d'utilisation des pistes. En plus d'être coûteux, le feu n'amène pas un meilleur respect de la signalisation que le panneau d'arrêt.

Selon la littérature, le passage dénivelé est loin de faire l'unanimité. Les Américains l'encouragent dans la plupart des situations, alors que les Européens suggèrent d'y recourir seulement s'il est indispensable. Même s'il élimine la plupart des conflits routiers, le passage dénivelé entraîne une série de problèmes liés à sa complexité et à son caractère peu conventionnel (tableau 7). En Angleterre, Sustrans note que les passerelles et les tunnels sont généralement peu appréciés des piétons. À moins d'un obstacle tel un cours d'eau, ils sont à éviter en planification (Graham, 1995).

Tableau 7
Avantages et inconvénients : tunnel vs passerelle

| | Tunnel | | Passerelle | |
|------------------------------|----------|--------------|------------|--------------|
| | Avantage | Inconvénient | Avantage | Inconvénient |
| Coût de l'infrastructure | ✓ | | | ✓ |
| Sécurité vs véhicules | ✓ | | ✓ | |
| Sécurité personnelle (crime) | | ✓ | ✓ | |
| Dégagement vertical | ✓ | | | ✓ |
| Pente pour le cycliste | ✓ | | | ✓ |
| Temps total de traversée | ✓ | | | ✓ |
| Sensation de vertige | ✓ | | | ✓ |
| Drainage | | ✓ | ✓ | |
| Éclairage pendant 24 h | | ✓ | ✓ | |
| Impact sur l'environnement | | ✓ | | ✓ |

Le passage dénivelé pose un problème pour l'environnement dans les zones à grande valeur écologique comme les parcs et les réserves fauniques (OAP, 1997).

Selon Vélo Québec et le RTC, le tunnel est préférable à la passerelle. L'AASHTO juge le contraire : la passerelle serait plus attrayante que le tunnel (AASHTO, 1990). Un fait demeure, la topographie des sites proposés doit réduire au minimum les dénivellations, puisqu'il s'agit d'un facteur de non-utilisation (Bowman *et al.*, 1989; Axler, 1984, dans Gittings *et al.*, 1994).

La passerelle demande un plus grand dégagement vertical et, en conséquence, des approches avec des pentes moins acceptables par l'utilisateur (Bowman *et al.*, 1989; SDD, 1989). La pente aux extrémités de la passerelle impose l'empiètement sur une longue bande de terrain. La passerelle est utile au cycliste dans la mesure où la pente et le détour créés sont acceptables (Davies, 1996). Dans le tunnel, la pente est un avantage. La descente au début du tunnel donne au cycliste l'élan nécessaire pour monter la pente ascendante de l'autre côté (Vélo Québec, 1992; MnDOT, 1996).

Peu importe le design de l'aménagement, un tunnel est toujours plus facile à emprunter qu'une passerelle. Il est possible de monter sur la passerelle et d'en descendre en plusieurs étapes (Vélo Québec, 1992), mais les opérations compliquées découragent les utilisateurs. Le cycliste est peu enclin à descendre de son vélo pour gravir un escalier.

Le coût d'un passage dénivelé dépend de la hauteur relative de la route par rapport à la traverse (Bowman *et al.*, 1989). De ce fait, le tunnel est généralement moins coûteux que la passerelle (MnDOT, 1996). Les coûts sont réduits s'il est possible de relever ou d'abaisser légèrement la route par rapport à la traverse (Bowman *et al.*, 1989). La solution économique est de surélever légèrement la route au-dessus d'un tunnel (*idem*). Cela améliore du même coup trois aspects fondamentaux liés à la sécurité :

- la pente dans le tunnel : elle est moins raide;
- l'éclairage dans le tunnel : la lumière naturelle peut entrer;
- le sentiment d'insécurité : les usagers voient de l'autre côté.

Par contre, le tunnel demande parfois le déplacement de certains équipements, et il amène des problèmes potentiels de drainage (MnDOT, 1996; Bowman *et al.*, 1989).

Dans un tunnel, la conversion d'une traverse piétonnière en traverse multifonctionnelle n'est recommandée que si le produit final est de qualité supérieure en ce qui concerne la sécurité (Davies, 1996). En effet, la transformation à faible coût des tunnels pour piétons en tunnels multifonctionnels est rarement satisfaisante (Graham, 1995).

Si le tunnel est la seule solution possible à la croisée d'une route à haute vitesse, il faut le construire selon les plus hauts standards de qualité, quel qu'en soit le coût (*idem*). Le coût des réfections faites pour améliorer la sécurité ne doit pas être calculé séparément du coût lié à la route elle-même, qui est la cause du problème (*idem*). Si le tunnel est l'option retenue, la forme en arche est préférable à la forme cylindrique ou à la forme rectangulaire car elle offre un bon dégagement vertical et une meilleure visibilité (MnDOT, 1996).

Dans tous les cas, les passages dénivelés constituent le moyen le plus sécuritaire de traverser une route achalandée (SDD, 1989). Une étude de cas est un préalable nécessaire à tout aménagement de traverse dénivelée (AASHTO, 1990).

3.4. Détail des solutions techniques d'aménagement

Cette rubrique expose les solutions techniques qui peuvent s'appliquer à l'ensemble des options d'aménagement disponibles. Ces solutions visent en majeure partie à assurer une bonne visibilité aux usagers de la piste et aux conducteurs de véhicules motorisés, ainsi qu'aux cyclistes et aux piétons. Les aménagements proposés ont aussi pour objectif de signaler à l'avance aux conducteurs la présence des cyclistes. Le conducteur doit percevoir et être avisé de la présence du cycliste, lequel doit être informé du danger à venir (Vélo Québec, 1992).

3.4.1. Présignalisation

À part les normes qui régissent l'implantation des panneaux, quelques conseils sont formulés dans la littérature. Il ne faut pas surcharger d'information le site de passage, car les panneaux perdent alors de leur efficacité. Certains signaux pour cyclistes peuvent également servir aux piétons. Les panneaux pour cyclistes devraient être identiques à ceux destinés aux conducteurs de véhicules motorisés : forme, couleur, symboles, contenu, lettrage, éclairage et matériel réfléchissant. Le caractère « identique » n'est pas obligatoire, mais les panneaux doivent s'apparenter aux panneaux pour conducteurs de véhicules motorisés.

Le panneau servant comme signal avancé du passage d'une piste cyclable sur la chaussée est le premier qui attire l'attention du conducteur. Si requis, il doit être installé de 25 à 200 m avant l'intersection, dans le cas d'une vitesse affichée variant entre 50 km/h et 90 km/h (MTQ, 1990a). Cependant, la présence de ce signal avancé n'est pas obligatoire s'il y a un arrêt ou un feu de circulation aux abords de la piste cyclable (MTQ, 1990a).

Destiné au cycliste, le signal avancé « Arrêt » ou « Cédez » se place 45 m avant la traverse, et à plus de 45 m si la vitesse pratiquée dépasse 30 km/h (MnDOT, 1996). Le présignal donné au cycliste est efficace, surtout si le cycliste descend une côte avant d'arriver à l'intersection.

3.4.2. Marquage du corridor

Le rôle du marquage au sol est de compléter la signalisation aérienne, mais son efficacité est parfois tout aussi grande, voire supérieure (MTQ, 1990a). Une étude de stimuli en laboratoire démontre que le marquage du corridor de traverse parallèle à la route est plus efficace pour capter l'attention des conducteurs (Knoblauch *et al.*, 1988). Le marquage de type échelle, recommandé par le MTQ (1990a), obtient les meilleurs résultats (traits de 12'' espacés de 12''). Les autres marquages de type échelle sont un peu moins performants. Par contre, le marquage oblique, les lignes continues ou discontinues obtiennent des résultats moins intéressants (Knoblauch *et al.*, 1988).

Pronovost *et al.* (1995) étudient l'effet du marquage zonal sur le comportement des cyclistes, des piétons et des conducteurs aux carrefours routiers en milieu urbain. Le corridor entièrement peint en bleu améliore la trajectoire des piétons et des cyclistes, ce qui se traduit par une diminution du nombre de conflits. Toutefois, le marquage zonal ne semble pas influencer sur le comportement des conducteurs.

3.4.3. Feu clignotant

Le feu clignotant installé au-dessus de l'intersection est un moyen de signaler un danger potentiel (OAP, 1997; MnDOT, 1996). Ce dispositif est utilisé sur les traverses de pistes du réseau anglais « *Milton Keynes Redways* » (Ketteridge and Perkins, 1993). Au Québec, le feu clignotant est implanté seulement si certaines conditions sont présentes. Il fait ralentir les conducteurs qui s'approchent, même s'ils ont priorité.

3.4.4. Pavage vibrant

Changer le revêtement de la route à l'approche de la traverse est une autre technique qui sert à capter l'attention du conducteur (OAP, 1997; Vélo Québec, 1995). Quand les pneus du véhicule entrent en contact avec le pavage vibrant, cela produit un son qui avertit l'automobiliste d'une situation conflictuelle à anticiper. Cette technique est utilisée sur certains tronçons de route à l'approche de zones dangereuses, tel un virage prononcé.

3.4.5. Îlot de protection

L'îlot de protection, ou refuge central, est un moyen utilisé en milieu urbain pour réduire le temps total d'exposition au conflit sur une route large, telle une artère. L'îlot est suggéré si le passage excède 25 m ou s'il y a plusieurs personnes âgées ou handicapées qui traversent à cet endroit (Pietrucha and Opiela, 1993; Bowman *et al.*, 1989). Il est aussi recommandé si la géométrie du carrefour est irrégulière. L'îlot est recommandé dès que la largeur de la route le permet (Davies, 1996), s'il y a plus de deux voies à traverser (AASHTO, 1991), s'il y a une bande médiane (SDD, 1989) ou si la circulation est dense (Vélo Québec, 1995). Au Québec, la solution s'applique rarement en milieu rural, car les routes larges ou à plusieurs voies de circulation y sont plutôt rares. L'option est à envisager si la configuration du site le permet.

Si l'aménagement est faisable, il présente des avantages. Il augmente la sécurité en réduisant les délais et constitue un point d'arrêt. Il permet de séparer les zones de conflit en canalisant les flux de circulation, autant les cyclistes que les piétons et les conducteurs (Pietrucha and Opiela, 1993). Toutefois, il n'est pas conseillé d'y implanter une signalisation. L'îlot doit être complètement dégagé et sans poteau, panneau, rangement utilitaire ou autre obstacle (MnDOT, 1996). Une présignalisation est nécessaire avant l'accès à l'îlot de protection. Ce dernier doit avoir au moins 1,2 m de largeur, idéalement 1,8 m. Le MnDOT (1996) demande une largeur minimale de 2 m si l'îlot est utilisé par les cyclistes. La longueur de l'îlot sur la chaussée est d'au moins 3 à 4 m s'il est parallèle à la route, et d'au moins 2,5 m si la piste croise la route à la perpendiculaire (MnDOT, 1996; Pietrucha and Opiela, 1993; AASHTO, 1991; Bowman *et al.*, 1989). Il faut prévoir son utilisation par des fauteuils roulants. La largeur de l'entrée de l'îlot est de 2,5 m minimum pour une piste bidirectionnelle (SDD, 1989). Si le refuge longe la route, les virages du cycliste doivent se faire à l'intérieur de l'îlot et non sur la route. Il faut considérer la visibilité, la signalisation, le marquage et les délinéateurs au même titre que pour les traverses en une seule étape (SDD, 1989).

3.4.6. Goulot d'étranglement

Le goulot d'étranglement (rétrécissement de la route) réduit la distance parcourue sur la traverse et il offre une meilleure visibilité pour le piéton, le cycliste et le conducteur (Pietrucha and Opiela, 1993). Cette technique s'assimile à un îlot de protection. Elle peut toutefois causer des problèmes de drainage de la route et des inconvénients pour le déneigement. Le goulot pourrait aussi occasionner, dans le contexte de la circulation en milieu rural, des situations inattendues chez le conducteur. Cet aménagement est peu fréquent au Québec. Il est à éviter, si possible, en milieu rural (Gittings *et al.*, 1994).

3.4.7. Dos d'âne ou passage légèrement dénivelé

Le passage légèrement dénivelé (max. 10 cm) est une méthode suggérée et appliquée en Europe; elle est toutefois plus difficile à concevoir dans le contexte de l'hiver québécois sur les routes numérotées, à cause du déneigement.

Ce dispositif attire l'attention du conducteur (OAP, 1997) et il clarifie les règles de priorité (Davies, 1996; MnDOT, 1996). Il amène la réduction de la vitesse des véhicules et il rend le conducteur plus enclin à céder le passage au piéton (Brownfield and Faber, 1996). De même, il encourage le piéton et le cycliste à traverser au bon endroit, réduisant ainsi les conflits.

En Amérique, les dos d'âne destinés à ralentir les cyclistes ou les automobilistes, ou les aménagements similaires, sont proscrits de façon générale (MTQ, 1998). On évoque, entre autres, le risque de chute chez le cycliste et le ralentissement de la fluidité du trafic (Vélo Québec, 1995 et 1992; AASHTO, 1995). Des solutions de rechange peuvent être envisagées, comme les îlots pavés et les passages étroits (MTQ, 1998). En effet, la surélévation de la traverse est déconseillée lorsque la route traversée est importante (Davies, 1996). Brownfield and Faber (1996) rappellent que cet aménagement n'est possible que si les conditions suivantes sont présentes :

- débit à l'heure de pointe faible ou moyen;
- îlot de protection déjà présent;
- regroupement d'intersections homogènes dans une zone circonscrite;
- largeur, radius et éclairage standard.

3.4.8. Chicanes

Les chicanes sont à proscrire (MTQ, 1998). Certains proposent d'y recourir pour forcer le cycliste à s'arrêter en présence d'un fort débit ou d'un accès à une rampe (BA, 1994). À la sortie d'une chicane, le cycliste doit être en mesure de voir le trafic adjacent. *Rails-to-Trails* (Vélo Québec, 1995) mentionne que les barrières fixes sur une piste cyclable sont inacceptables pour le cycliste puisqu'elles sont dangereuses dans l'obscurité et qu'elles compliquent souvent l'accès aux fauteuils roulants et aux remorques pour vélo. Les chicanes aux entrées de piste nuisent à la sécurité et à la fluidité du trafic sur les pistes (Vélo Québec, 1992).

3.4.9. Délinéateurs et accès à la piste

Le délinéateur réfléchissant, placé aux quatre coins de la traverse, délimite la zone à risque et avertit les conducteurs de la présence d'un danger potentiel (Gittings *et al.*, 1996). Le délinéateur à l'entrée d'une piste sert, pour sa part, à décourager les véhicules motorisés d'y accéder (MTQ, 1998; Vélo Québec, 1992). On recommande cependant d'enlever les délinéateurs après un certain temps, car ils constituent un danger pour les cyclistes (Vélo Québec, 1995). Puisque la plupart des pistes sont bidirectionnelles, il faut prévoir un nombre impair de délinéateurs, un ou trois, pour qu'il y ait un nombre égal de corridors dans chaque sens de circulation (MnDOT, 1996; Vélo Québec, 1995), sinon, le corridor central devient une zone de conflits potentiels (face-à-face). Les délinéateurs doivent être espacés d'au moins 1,5 m s'il y en a plus d'un, et la hauteur suggérée est de 1 m. Les délinéateurs doivent être flexibles et amovibles pour permettre l'accès aux véhicules d'urgence et être visibles de jour et de nuit (MTQ, 1998).

Le délinéateur placé près de la route (ex. : 3 m) entraîne un inconvénient pour le cycliste. Avant de compléter sa traversée, ce dernier doit ralentir pour effectuer son passage de façon sécuritaire entre deux délinéateurs. Pour éviter ce ralentissement au mauvais endroit, Jackson (1999) suggère d'éloigner les délinéateurs à 15 m de la ligne d'arrêt.

Les délinéateurs destinés à ralentir les cyclistes sont à proscrire, de même que les délinéateurs sur une passerelle ou dans un tunnel. Il existe une solution de rechange aux délinéateurs et aux chicanes aux entrées de pistes, qui permet l'accès aux véhicules d'urgence. L'aménagement de deux voies unidirectionnelles séparées par un aménagement paysager suffit à décourager les conducteurs d'entrer sur la piste. Toutefois, cela ne règle pas le problème des VTT, qui peuvent quand même passer.

3.4.10. Pente

Une pente trop importante est à éviter à l'approche d'une traverse car elle réduit la distance de visibilité (Pietrucha and Opiela, 1993). Il faut aménager le passage sur un espace aussi plat que possible (AASHTO, 1991), et il doit être à niveau pour éviter le risque de chute (MTQ, 1998; Vélo Québec, 1992). S'il est impossible d'adoucir la pente, à moins d'opter pour un nouveau tracé, il faut prévoir un dispositif pour ralentir les cyclistes. Dans ce cas, les grillages et les délinéateurs sont indiqués (SDD, 1989).

Voici les gradients de pentes suggérés à l'approche d'une intersection (MnDOT, 1996) :

| | |
|------------------------------|----------|
| bon : | 2 %; |
| satisfaisant : | 2 à 4 %; |
| conditions exceptionnelles : | 4 à 7 %. |

3.4.11. Pente des tunnels et des passerelles

La pente est deux fois plus importante sur une passerelle que dans un tunnel. En effet, le ratio de la dénivellation passerelle / tunnel est d'environ 2 : 1. La pente maximale suggérée pour une passerelle est de 1 : 12 (AASHTO, 1990). Il doit y avoir un palier de transition tous les 1,5 à 1,8 m d'élévation (Bowman *et al.*, 1989). Il est difficile d'établir une norme générale au regard des aménagements cyclables, puisque la plupart des passerelles actuelles sont faites pour les piétons. Si l'on considère les piétons, le gradient des pentes et la longueur des rampes d'accès sont déterminés selon le dégagement vertical (tableau 8).

Tableau 8
Rampe et paliers selon la dénivellation de la passerelle

| Dénivellation (m) | Pente max. | Longueur de rampe (m) selon le nombre de paliers | | | | | |
|-------------------|------------|--|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 - 2,7 | 1 : 10 | 13,5 | | | | | |
| 2,7 - 4,3 | 1 : 11 | 20,7 | 37,2 | | | | |
| 4,3 - 4,9 | 1 : 13 | 24,9 | 44,4 | 57,6 | | | |
| 4,9 - 6,0 | 1 : 15 | 28,8 | 51,0 | 64,5 | 73,5 | 82,5 | 91,5 |

3.4.12. Largeur de la piste au passage pour cyclistes

Il est préférable d'élargir l'entrée d'une piste très fréquentée (MTQ, 1998; Vélo Québec, 1995). Toutefois, aucun critère ne spécifie où doit se trouver le début de l'entonnoir et si un effet négatif de débordement est à prévoir.

La largeur du passage détermine le degré de ségrégation entre les cyclistes et les piétons (SDD, 1989). La largeur minimale d'une piste bidirectionnelle est de 2,75 à 3 m selon l'achalandage sur la piste (MTQ, 1998). Si l'utilisation est mixte et que le volume de cyclistes et de piétons est élevé, on recommande une largeur de 4 m. Enfin, si les traverses sont séparées, on doit prévoir 2,4 m pour chaque traverse. Les largeurs suivantes sont recommandées, selon les utilisateurs (MnDOT, 1996) :

| | <u>Piétons</u> | <u>Cyclistes</u> |
|----------------------------|----------------|------------------|
| Bon | 2,5 m | 3,0 m; |
| Satisfaisant | 2,0 m | 2,5 m; |
| Conditions exceptionnelles | 1,8 m | 2,0 m. |

3.4.13. Largeur des tunnels et des passerelles

Il existe des normes et des recommandations variées quant à la largeur des tunnels et des passerelles.

L'AASHTO (1991) formule la recommandation la plus conservatrice en suggérant une largeur de piste de 2,4 m à l'intérieur du tunnel, ce qui apparaît très étroit. En pratique, l'entrée du tunnel doit être aussi large que possible (Davies, 1996). La piste dans le tunnel doit être de 10 à 20 % plus large que la piste hors tunnel, ce qui correspond à une « surlargeur » de 0,5 m de chaque côté (MnDOT, 1996; Vélo Québec, 1995). Si l'on considère le facteur « surlargeur » à l'intérieur du tunnel, la piste cyclable doit avoir au moins 3,5 m ou au moins 4,5 m si le passage des piétons est prévu (MTQ, 1998; Vélo Québec, 1992). Si la piste traverse une route à quatre voies, une largeur de tunnel de 6 m est souhaitable, de même qu'un élargissement de l'entrée pour améliorer l'éclairage et la visibilité aux deux bouts (MnDOT, 1996).

La passerelle devrait avoir une largeur minimale de 3 m pour les cyclistes; cependant, une largeur de 3,5 m est préférable (MnDOT, 1996). La largeur doit être de 4,5 m si le passage des piétons est prévu (Vélo Québec, 1992).

Des critères de ségrégation sont formulés en fonction de la largeur du tunnel (Davies, 1996) ou de la passerelle (SDD, 1989). Ces critères sont les mêmes pour les deux types d'aménagements dénivelés :

- 2,7 m de largeur et moins : pas de ségrégation cyclistes / piétons;
- 2,7 m à 3,4 m de largeur : ligne blanche continue séparant cyclistes et piétons;
- 3,4 m et plus de largeur : dénivellation ou barrière séparant cyclistes et piétons.

3.4.14. Largeur de la chaussée

La largeur de la route varie selon les classes fonctionnelles des routes et selon le milieu traversé (MTQ, 1998).

3.4.15. Dégagement des tunnels et des passerelles

L'AASHTO (1990) suggère de prévoir un dégagement vertical, sous une passerelle, qui soit supérieur à celui des véhicules, soit de 5 à 6,7 m. Vélo Québec (1995) propose 5 m et le MnDOT (1996) recommande 5,3 m. Deux techniques peuvent être utilisées, soit de baisser légèrement la route ou de relever l'approche de l'accès à la rampe.

Le dégagement vertical suggéré pour le cycliste qui utilise un tunnel est de 2,4 à 3,0 m aux États-Unis (AASHTO, 1990; MnDOT, 1996). Au Québec, le dégagement minimal recommandé est de 2,75 m (MTQ, 1998; Vélo Québec, 1995).

4. INVENTAIRE DES PARAMÈTRES PHYSIQUES

Les paramètres physiques qui caractérisent l'environnement des passages font l'objet d'un inventaire systématique. Dans les deux régions de l'étude, toutes les traverses rurales qui croisent une route numérotée sont analysées. La collecte s'articule autour d'un concept de base, celui de vérifier sur le terrain si les distances de visibilité sont respectées. Des auteurs mentionnent que la visibilité est une variable clé pour assurer la sécurité des cyclistes. L'application d'une méthode basée sur la visibilité comporte deux notions distinctes. Le champ de vision du cycliste doit lui permettre d'apercevoir assez longtemps d'avance le trafic pour décider s'il peut franchir l'intersection ou s'il doit céder le passage. De même, le conducteur doit voir le passage d'assez loin pour être en mesure de s'arrêter à temps si un cycliste est en train de le franchir.

4.1. Méthodologie

4.1.1. Méthode d'inspection pour l'examen des sites

La première étape consiste à répertorier sur les cartes des réseaux cyclables tous les croisements existants entre une piste et une route numérotée, sur les territoires de l'Estrie et de la Montérégie. La sélection systématique des traverses situées sur le réseau numéroté fait référence à la responsabilité du ministère des Transports concernant ce type de route. Les routes sans numérotation sont écartées à cause de leur faible volume de circulation. Une fois les intersections localisées, un plan d'inspection est dressé. La préparation de l'étude sur le terrain prévoit également un test de validation de la grille d'observation. La grille (annexe A) sert à compiler les variables suivantes :

- type de milieu (urbain, périurbain, rural);
- vitesse affichée;
- nombre et largeur des voies et des accotements;
- mode de régulation du passage (arrêts, cédez, feux);
- panneaux de signalisation et de présignalisation (nombre, éloignement);
- aménagements présents sur le site (délinéateurs, barrières, etc.);

- pente (piste et route);
- courbe (piste et route);
- marquage au sol (piste et route);
- revêtement (piste et route);
- visibilité du cycliste (distance de visibilité d'anticipation);
- visibilité du conducteur (distance de visibilité d'arrêt);
- géométrie de la traverse (axe, continuité);
- longueur de la traverse;
- DJME de véhicules et pourcentage de camions (fichier).

De plus, les passages pour cyclistes sont photographiés selon les angles suivants :

- à 20 m de la route, sur chaque approche de la piste;
- à la ligne d'arrêt, sur chaque approche de la piste;
- visibilité à gauche et à droite, sur chaque approche de la piste;
- visibilité du conducteur, sur chaque approche de la route.

Lors de l'inspection, les différentes distances sont mesurées avec un ruban odomètre. Pour mesurer la distance de visibilité du conducteur et celle du cycliste, deux observateurs se placent de manière à s'apercevoir. L'un reste immobile sur le passage et l'autre se déplace sur la route. La mesure est prise lorsque l'observateur qui se déplace n'aperçoit plus l'observateur immobile. La visibilité du cycliste est mesurée en supposant que le cycliste surveille le trafic à partir de la ligne d'arrêt. S'il n'y a pas de ligne, le panneau de signalisation sert de repère. Pour estimer la visibilité du conducteur, l'observateur se positionne à la traverse même, à l'endroit où la distance de visibilité est la plus courte, afin de calculer la distance minimale de visibilité.

4.1.2. Variables compilées

La distance de visibilité théorique du cycliste, calculée pour les 21 sites, est la distance de visibilité de traversée (DVT) des Hollandais (CROW, 1993). Elle s'apparente à la notion de visibilité d'anticipation dans les normes du Ministère (MTQ, 1998). Pour prévoir la pire situation à laquelle est exposé un cycliste à la traverse de vélos, il faut présumer qu'il s'engage à

partir d'une position stationnaire. La DVT est évaluée à gauche et à droite, ce qui fait deux mesures à chaque approche. Les seuils de DVT sont basés sur la vitesse 85^e percentile des véhicules, la longueur de la traverse (largeur de la chaussée et une longueur de bicyclette) et la capacité du cycliste à accélérer en partant d'une position stationnaire (tableau 4). Ce modèle prévoit aussi un temps de départ prédéterminé de 2,5 s, qui correspond à la valeur du contexte nord-américain.

Le conducteur doit pouvoir distinguer d'assez loin la traverse et les cyclistes qui s'y trouvent pour être en mesure de s'immobiliser à temps s'il y a un conflit de trajectoire. Pour évaluer ce délai, on mesure la distance de visibilité d'arrêt. La distance de visibilité théorique du conducteur est donc la DVA (tableau 2). Le délai de perception et de réaction est fixé à 2,5 s (MTQ, 1998).

Le principal objectif de l'inventaire est de vérifier si la visibilité est conforme aux distances suggérées dans la littérature. La DVA et la DVT sont donc confrontées à la visibilité réelle. Un indice détermine le degré de conformité de chaque site par la synthèse des six mesures de visibilité : DVT à gauche et à droite aux deux approches de la piste et DVA aux deux approches routières. La somme des distances respectées est l'indicateur de conformité. Trois degrés de conformité sont prévus :

- visibilité conforme (5 à 6 / 6);
- visibilité moyennement conforme (3 à 4 / 6);
- visibilité non conforme (0 à 2 / 6).

Pour chaque site, le DJME selon le fichier du MTQ (MTQ, 1996) est utilisé. Si la donnée est absente, le DJME est estimé à partir du segment de route le plus rapproché.

La longueur de la traverse permet d'estimer le temps requis pour qu'un piéton ou un cycliste traverse la chaussée. La longueur du passage correspond en fait à la distance parcourue entre le début de la chaussée et la limite extérieure de la voie de circulation franchie en dernier lieu. L'important est de considérer la zone de conflit potentiel entre les utilisateurs motorisés et non

motorisés. L'accotement, qu'il soit asphalté ou revêtu de gravier, est exclu de la longueur du passage.

4.2. Résultats

L'inventaire complet des paramètres physiques se trouve à l'annexe B. Les croquis des 21 sites sont répertoriés à l'annexe C.

Le réseau cyclable québécois affiche des caractéristiques liées au réaménagement des anciennes voies ferrées. Les critères qui prévalent dans le transport ferroviaire sont présents aux traverses de vélos des pistes inspectées. On trouve plusieurs tracés cyclables qui sont plans et droits, avec des courbes longues et douces. La géométrie des traverses montérégiennes reflète bien cette caractéristique liée à la reconversion des chemins de fer. En Estrie, il y a davantage de pistes nouvellement implantées en milieu naturel, dans des zones demeurées intactes jusqu'à tout récemment.

Pour définir un niveau de risque à la traverse et tenter d'optimiser le choix du mode de régulation (arrêt, feu, passage dénivelé, etc.), les experts s'entendent sur l'importance de quatre variables. La vitesse, le débit de véhicules, la visibilité et la longueur de la traverse constituent les clés de l'insécurité des cyclistes.

La majorité des sites sont sous le seuil de 5000 véh./j et trois sites affichent un DJME supérieur à 10 000 véh./j (figure 8). Parmi eux, seul Granby possède un aménagement typique d'une piste en milieu rural, les deux autres étant situées en zone commerciale.

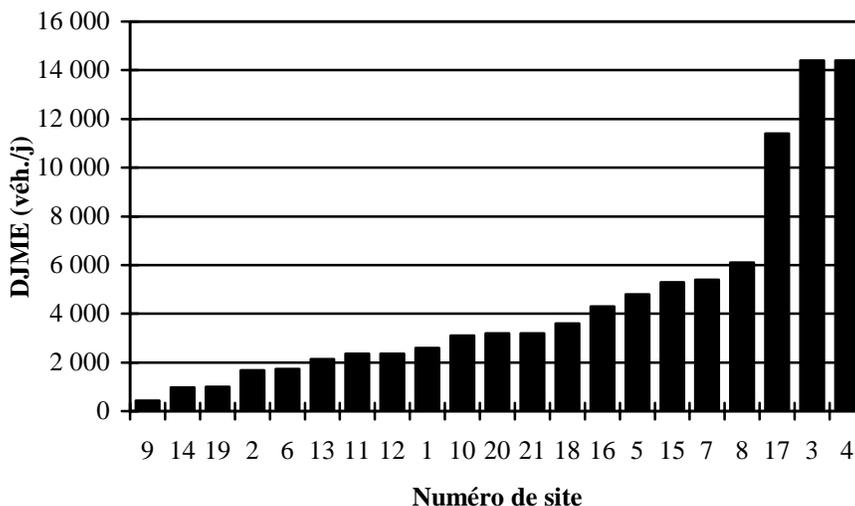


Figure 8 DJME des 21 sites (MTQ, 1996)

En ce qui a trait à la vitesse affichée (figure 9), trois catégories de base sont définies : 50, 70-80 et 90 km/h. Dans la catégorie 50 km/h, aucun des quatre sites n'est représentatif du milieu rural. Parmi les éléments spécifiques qui font de ces sites des cas particuliers, notons le caractère commercial et touristique (Orford), la proximité d'une intersection routière avec feu de circulation (Saint-Élie I), la proximité d'un pont levis (Carignan) et finalement le faible volume de cyclistes (Ayer's Cliff). Dans les catégories 70-80 km/h et 90 km/h, plusieurs sites sont des candidats potentiels à l'étude détaillée, car ils possèdent des caractéristiques plus faciles à généraliser.

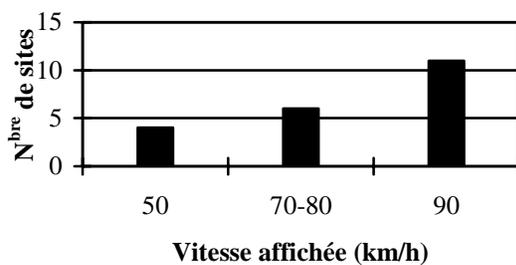


Figure 9 Vitesse affichée

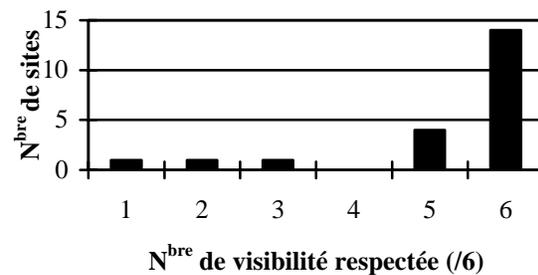


Figure 10 Visibilité respectée

La plupart des passages pour cyclistes fournissent une visibilité adéquate aux conducteurs et aux cyclistes (figure 10). En effet, 65 % des sites ont une visibilité qui respecte les recommandations du MTQ. Dans l'ensemble, 85 % des sites ont au moins 5 distances de visibilité conformes, sur un total de 6 mesures. À la lumière de ces résultats, on reconnaît deux types de sites se distinguant sur la base du principe de visibilité : ceux qui respectent les normes et ceux qui présentent un problème. Parmi ces derniers, il y a Capelton, Ayer's Cliff et Saint-Joachim I. Parmi les trois sites mentionnés, seul celui de Capelton a un volume de cyclistes important et un aménagement caractéristique du réseau québécois.

En ce qui concerne les longueurs de traverse, la médiane et la moyenne oscillent autour de 12 à 13 m (figure 11). Plusieurs traverses excèdent 15 m à cause de la configuration désaxée du croisement, attribuable à la présence d'anciennes voies ferrées (figure 12). Pour diminuer au minimum la zone de conflits et la longueur de la traverse, les croisements entre deux voies de communication doivent se faire à la perpendiculaire ou à angle droit. Comme il est impossible de dévier une voie ferrée sur une courte distance de façon à créer un angle droit, les pistes cyclables ont hérité de cette caractéristique.

Cependant, il faut faire attention et distinguer la longueur de la traverse et le nombre de voies. Sur une route à deux voies, le cycliste peut couper la route à 90° et faire fi du corridor de traverse désaxé, ce qui a pour effet de réduire son temps de traversée. Sur une route à quatre voies, cela est impossible même si la géométrie est rectiligne, le cycliste ne pouvant alors écourter sa trajectoire. De plus, une route à deux ou plusieurs voies de circulation entraîne une complexité accrue : angles morts, dépassements, sources de distraction, etc.

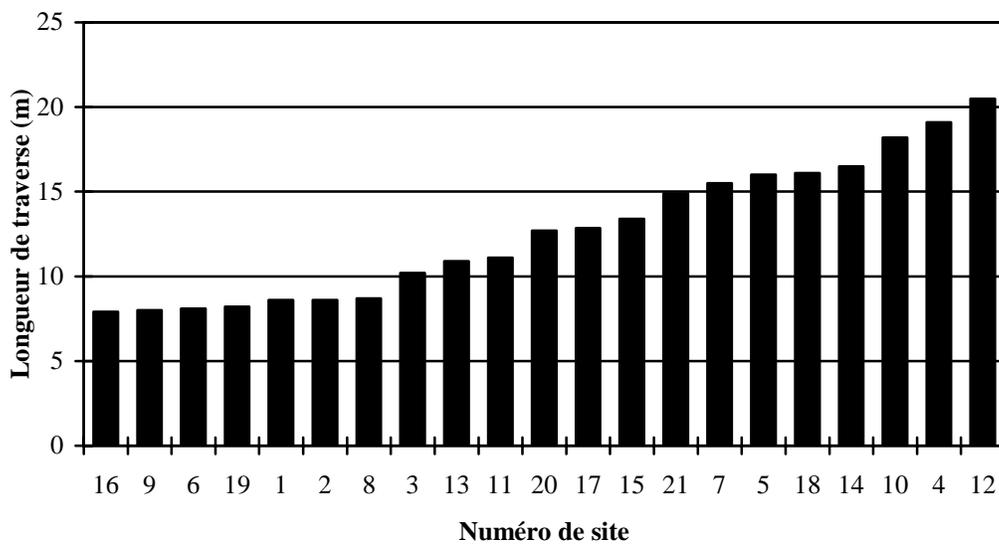


Figure 11 Longueur du passage aux 21 sites



Figure 12 Passage fortement désaxé, site Waterloo

Le mode de régulation des intersections entre la piste et la route est un autre élément clé de la sélection des sites pour l'étude détaillée. Le mode de régulation n'est pas une variable de sécurité, c'est une mesure d'intervention qui représente l'aboutissement du processus de planification. L'inventaire confirme qu'une prescription dédiée aux conducteurs est très rarement implantée sur la route. Deux sites sont munis de feux pour cyclistes qui bloquent le flux des véhicules sur demande. Or, ces deux sites ne cadrent pas avec la problématique de l'étude. Le site de Saint-Élie est en milieu quasi urbain et celui de Farnham (figure 13) possède quatre voies de circulation. De plus, les deux feux pour cyclistes se trouvent en des lieux où il passe peu de vélos. À Saint-Élie, un arrêt destiné aux cyclistes a été ajouté en plus du feu pour cyclistes. La troisième prescription à l'attention des conducteurs se trouve à Carignan (figure 14). L'arrêt prescrit aux conducteurs est lié à la présence d'un pont levis adjacent à la piste. Cependant, le panneau est mal placé. Il immobilise une file de véhicules qui bloquent la traverse de vélos.



Figure 13 Feu pour cyclistes et nombre pair de délinéateurs, site Farnham



Figure 14 Arrêt mal placé, près du pont levis, site Carignan

Au chapitre des signaux avancés de passages pour cyclistes, plusieurs situations sont observées. Le MTQ mentionne qu'il n'y a pas lieu d'installer ce signal avancé lorsqu'il y a un arrêt ou un feu aux abords du passage (MTQ, 1990a). Malgré ce caractère permissif et malgré le fait qu'il y a des arrêts pour les cyclistes à presque toutes les traverses, des panneaux d'avertissement D-270 sont installés sur la majorité des approches routières. Qui plus est, dans certains endroits, on a même procédé à l'installation d'un deuxième panneau. Le premier avertissement donné au conducteur se trouve, en règle générale, de 400 à 600 m de la traverse et la distance à parcourir avant l'intersection est inscrite sur le panneau. Le deuxième signal est placé à la distance normalement suggérée pour les routes à 70-90 km/h, soit 125 à 230 m (MTQ, 1999).

Est-ce que les panneaux sont bien compris par les automobilistes? C'est une question pertinente, et qui pourrait amener l'utilisation d'un panneau supplémentaire. Cependant, pour être efficace, les panneaux de danger doivent être mis en évidence et demeurer perceptibles en tout temps. À Granby, un deuxième panneau est ajouté à 500 m de la traverse (figure 15). Or, il faut le deviner car il est caché par les végétaux. Dans un cas comme celui-là, la localisation du panneau est à reconsidérer.



Figure 15 Signal avancé de passage, approche 1 du site Granby

Les panneaux P-270, qui indiquent la présence d'un passage, sont disposés selon la même logique que les panneaux d'avertissement; les panneaux D-270 et P-270 sont liés. S'il y a une signalisation de passage pour cyclistes, il doit y avoir un signal avancé de ce passage aux approches routières. Dans l'inventaire, un seul site n'a pas de signal avancé malgré la présence du panneau de passage. Tous les autres sites obéissent à la logique suggérée par le MTQ, soit d'implanter les deux types de panneaux ou rien du tout.

En ce qui a trait à la signalisation horizontale, elle se trouve principalement dans le carré des intersections pour délimiter le corridor de traverse. Sur les pistes revêtues d'asphalte, une ligne axiale, une ligne d'arrêt, des flèches de direction et des symboles de prescription peuvent être peints au sol. Shefford est un exemple de site où la signalisation horizontale complète la signalisation verticale (figure 16).

Le corridor du passage est un élément important car il conditionne la perception du conducteur sur la route. Le corridor est marqué au sol à 71 % des traverses. Parmi les corridors répertoriés, 87 % sont marqués avec des blocs de passage tels qu'ils sont suggérés par le MTQ en présence du panneau P-270-6 ou du panneau P-270-7 (MTQ, 1990a). Les blocs de passage sont des carrés jaunes dont la largeur, la longueur et l'espacement sont identiques, soit de 0,4 à 0,5 m (figure 17). Les carrés sont alignés en formant une ligne discontinue qui délimite, telle la ligne de rive, les deux extrémités latérales du corridor. Ce dernier doit mesurer au moins 1,8 m de largeur. Deux sites utilisent plutôt des lignes discontinues pour délimiter le corridor des cyclistes (Carignan et Farnham).



Figure 16 Passage avec marquage et signalisation, site Shefford

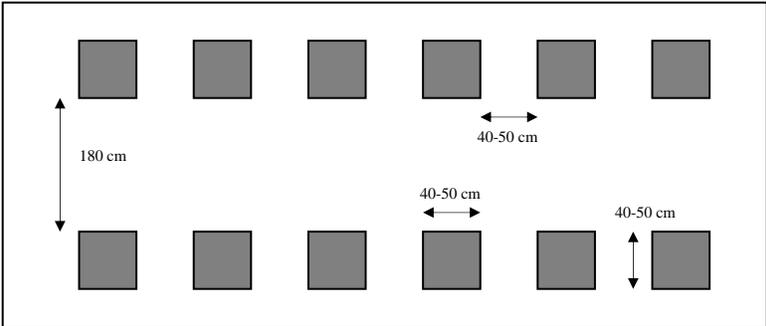


Figure 17 Marquage du corridor avec blocs de passage

Quelques sites n'ont pas de marquage au sol (29 %). Parmi eux, le site de Saint-Grégoire est un exemple parfait de dépouillement quasi total des aménagements spécifiques aux cyclistes (figure 18). Utilisées l'hiver par les motoneiges, la présignalisation et la signalisation de la piste sont explicites à cette fin, mais rien n'est indiqué pour désigner la piste cyclable.



Figure 18 Site sans aménagement spécifique pour cyclistes (Saint-Grégoire)

Le marquage axial de la route est également noté. Certains sites permettent aux conducteurs de doubler à l'approche de la traverse; ils représentent 19 % du total des approches routières inspectées.

La dernière caractéristique étudiée porte sur la nature et la disposition des aménagements aux abords de l'intersection entre la piste et la route. Dans l'ensemble, 86 % des sites utilisent un moyen quelconque pour délimiter l'entrée de la piste ou encore pour ralentir les cyclistes à l'approche du danger. Deux dispositifs reviennent sur presque tous les sites : le délinéateur et la barrière. L'absence de dispositif est notée à seulement 3 des 21 sites.

Parmi les 18 autres sites, quatre sont munis d'obstacles à une seule des deux entrées de la piste. Le délinéateur est utilisé seul (28 %) ou conjointement avec une barrière (44 %). La barrière est

parfois le seul séparateur (22 %). Un seul site (Bromptonville I) utilise un séparateur de trafic peu conventionnel et visiblement dangereux : un bloc de ciment non équipé de réflecteurs (figure 19).

Le nombre d'ouvertures et le dégagement entre chaque séparateur de trafic sont deux éléments importants pour la sécurité et le confort des cyclistes. Plus de la moitié des entrées de piste (55 %) sont munies d'un nombre impair d'ouvertures, alors que cette situation engendre un corridor mitoyen prédisposant aux rencontres face-à-face.



Figure 19 Bloc de ciment utilisé comme séparateur de trafic, site Bromptonville I

Quant au dégagement disponible, la moitié des ouvertures des délinéateurs ou des barrières aux entrées de piste mesurent moins de 1 m de largeur, ce qui est peu au regard des dimensions de certaines bicyclettes et des remorques pour vélo. L'autre moitié des ouvertures est d'une largeur plus acceptable, soit de 1 à 1,5 m, et parfois plus.

La distance entre ces obstacles aux entrées de piste et la chaussée est mesurée. Sur un total de 31 dispositifs observés, 42 % sont éloignés d'au moins 15 m de la chaussée.

L'élargissement des entrées de piste est une autre façon de délimiter la zone de danger et de donner plus de place aux cyclistes pour effectuer des manœuvres. La grande majorité des traverses sont munies de cette caractéristique. La plupart des pistes sont élargies de 1 à 2 m dans la zone adjacente à la route.

5. FRÉQUENTATION ET COMPORTEMENT AUX PASSAGES

L'étude détaillée des traverses est issue d'observations en direct à un nombre limité de sites. L'analyse porte sur les caractéristiques des utilisateurs, mais surtout sur la méthode de traversée et les paramètres qui en découlent. La sélection des sites se base sur une trilogie de variables qui résument l'aspect « sécurité » des passages pour cyclistes : débit, vitesse et visibilité.

5.1. Méthodologie

5.1.1. Sélection des sites

Les trois sites à retenir pour la phase d'observation doivent offrir un éventail de conditions de circulation et d'aménagement. Or, très souvent, un site se distingue des autres et les solutions à appliquer sont tributaires d'une approche cas par cas. C'est pourquoi les endroits choisis ont un minimum de caractéristiques similaires. Les trois sont munis d'arrêts sur la piste, de deux panneaux de signal avancé de passages, d'un panneau de passage et d'un corridor avec blocs de passage. Chaque site possède au moins une approche routière avec une pente descendante. Enfin, selon nos observations, l'achalandage cycliste est similaire dans les trois sites. Un autre critère important est la possibilité d'effectuer sur place des relevés à l'aide d'une caméra et de pouvoir « positionner » deux observateurs. Une route ou un stationnement adjacent à la traverse sont des facteurs à considérer.

Les différences entre les trois sites portent sur les trois variables importantes de l'étude. Granby a un débit de deux à trois fois plus important que celui des deux autres sites et le passage y est désaxé, ce qui augmente la longueur de traversée. Capelton présente, pour sa part, un problème de visibilité. Enfin, en ce qui concerne la vitesse, le site de Capelton affiche 70 km/h tandis que les deux autres affichent 90 km/h. Le site de Shefford, plus neutre, sert de témoin car aucun caractère spécifique ne le distingue des autres.

5.1.2. Méthode d'observation des sites

La période d'observation, excluant la phase de rodage, se déroule du 25 juin jusqu'à la mi-août 1999 (tableau 9). Les observations se font du mercredi au dimanche à raison d'une période complète de 4 heures dans la même journée (entre 10 h 30 et 17 h). Puisque les données sont emmagasinées sur des bandes vidéo, la période d'observation correspond à deux séquences de deux heures consécutives, soit deux cassettes de deux heures enregistrées par jour. La pluie a entraîné une discontinuité des observations à Shefford, mais la température n'a pas causé de biais particulier, tous les sites ayant eu du temps variable et du beau temps lors des observations. Une période de temps équivalente est prévue entre les jours de la semaine et les jours de la fin de semaine, soit 8 heures et 6 heures respectivement (tableau 10).

Le même site n'est pas examiné deux jours d'affilée afin d'assurer la discrétion et de ne pas accoutumer les usagers à la présence d'observateurs. Les actions nécessaires sont entreprises pour respecter le code d'éthique de la recherche universitaire effectuée auprès de sujets humains, c'est-à-dire annoncer notre présence sur les pistes au moyen d'une pancarte à proximité du site de la traverse (annexe A).

Tableau 9
Périodes d'étude détaillées

| Site | Date | Jour | Heures | N ^{bre} h | N ^{bre} obs. | Temps |
|--------------|------|----------|---------------|--------------------|-----------------------|----------|
| Shefford | 01-7 | Jeudi | 11:40 – 13:20 | 1,5 | 212 | Beau |
| Granby | 07-7 | Mercredi | 11:30 – 17:00 | 4 | 550 | Beau |
| Capelton | 11-7 | Dimanche | 11:35 – 16:00 | 4 | 766 | Beau |
| Capelton | 17-7 | Samedi | 13:20 – 15:20 | 2 | 114 | Variable |
| Shefford | 18-7 | Dimanche | 11:25 – 16:00 | 4 | 355 | Variable |
| Capelton | 22-7 | Jeudi | 11:35 – 16:00 | 4 | 549 | Beau |
| Granby | 23-7 | Vendredi | 11:45 – 16:25 | 4 | 591 | Beau |
| Shefford | 29-7 | Jeudi | 10:40 – 14:40 | 4 | 439 | Variable |
| Capelton | 30-7 | Vendredi | 13:05 – 17:05 | 4 | 274 | Beau |
| Granby | 31-7 | Samedi | 11:10 – 15:10 | 4 | 506 | Beau |
| Shefford | 06-8 | Vendredi | 10:30 – 14:30 | 2,5 | 177 | Variable |
| Granby | 11-9 | Samedi | 10:50 – 12:50 | 2 | 218 | Variable |
| Shefford | 11-9 | Samedi | 13:20 – 15:20 | 2 | 253 | Variable |
| Total | | | | 42 | 5004 | |

Tableau 10
Périodes de semaine et de fin de semaine

| Site | Heures semaine | Heures fin de semaine | Observations |
|--------------|-----------------------|------------------------------|---------------------|
| Shefford | 8 | 6 | 1436 |
| Capelton | 8 | 6 | 1703 |
| Granby | 8 | 6 | 1865 |
| Total | 24 | 18 | 5004 |

Lors des observations, le passage est surveillé par une caméra vidéo; les informations sont automatiquement enregistrées. La caméra est placée de façon à capter l'ensemble du site et à permettre une lecture facile des temps de traversée (figures 20 à 22). Elle est donc installée en hauteur et assez loin du passage. Les deux lignes de rive de la route sont bien visibles, car elles servent de limites spatiales pour établir le début et la fin de la traversée. De plus, les deux entrées de la piste doivent être aperçues pour observer le temps d'attente et la décélération des cyclistes. Les emplacements potentiels de la caméra sont analysés dès l'inventaire préliminaire, dans le but de trouver des sites propices à de bonnes observations.

Quand l'emplacement définitif est établi, il est conservé jusqu'à la fin de l'étude. À Granby, une haie de végétaux aide à cacher la caméra (figure 23). À Shefford, la caméra est placée loin du site, dans les végétaux, et le zoom rapproche l'image (figure 24). À Capelton, la solution consiste à placer la caméra sur la rampe du pont adjacent et à camoufler celle-ci avec un sac.



Figure 20 Extrait de bande vidéo : site Granby

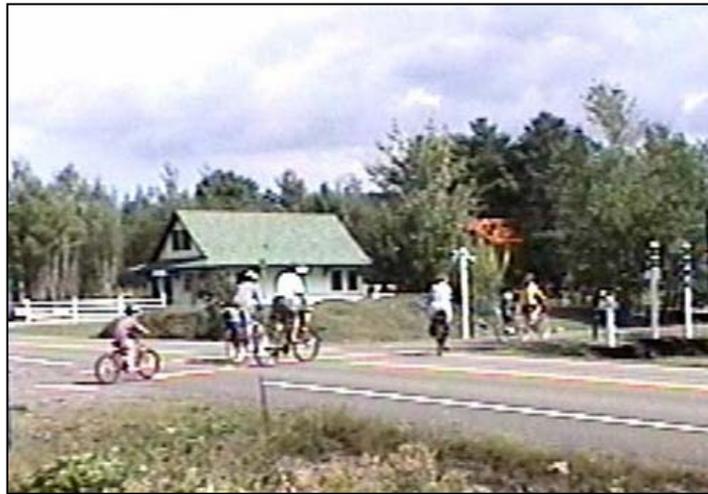


Figure 21 Extrait de bande vidéo : site Shefford



Figure 22 Extrait de bande vidéo : site Capelton



Figure 23 Emplacement de la caméra vidéo à Granby



Figure 24 Emplacement de la caméra vidéo à Shefford

Les observateurs se placent dans un véhicule stationné afin de pouvoir manipuler le matériel d'observation sans être remarqués. Un chronomètre sert à évaluer le temps disponible sur la bande vidéo et à délimiter les balises horaires pour le calcul du volume de circulation motorisée (compilé aux demi-heures).

La grille du volume de circulation se remplit parallèlement à celle des observations. Il s'agit d'une liste à cocher (annexe A). À Granby, vu le nombre élevé de véhicules et de cyclistes, cette grille est remplie une seule fois.

La grille des observations utilise des codes prédéterminés pour réduire le nombre de colonnes et entrer le maximum d'observations sur une même feuille (annexe A). S'il est impossible de remplir une ligne complète faute de temps, un minimum de codes est requis : la provenance de l'utilisateur (A1 ou A2), son sexe et son âge, qui sont difficiles à évaluer sur l'image vidéo. L'information manquante est prélevée sur la bande.

5.1.3. Paramètres compilés

La liste complète des codes utilisés se trouve à l'annexe A. Le tableau 11 résume les principales variables analytiques et leurs catégories.

Les données compilées dans l'inventaire des paramètres physiques, au chapitre précédent, sont greffées à la base de données des trois sites. Les variables comme la vitesse affichée et la longueur de la traverse sont rattachées à chaque observation de façon systématique. Elles serviront, entre autres, à calculer automatiquement toutes les vitesses. D'autres paramètres, spécifiques à une approche, sont transférés dans la banque de données selon l'approche de la piste où le cycliste est observé. Par exemple, pour un véhicule qui se présente à l'approche 2 de la route, la visibilité du cycliste diffère selon qu'il se trouve à l'approche 1 ou 2 de la piste. Les variables sont automatiquement rattachées à la base de données principale selon la situation vécue. De cette façon, d'éventuelles tendances liées à la visibilité et à la géométrie peuvent être distinguées.

Tableau 11
Principaux paramètres découlant de l'observation en direct

| Variable | Catégories |
|-----------------|--|
| Jour | Jour de semaine - Jour de fin de semaine |
| Sexe | Homme - Femme |
| Âge | 1-14 ans - 15-54 ans - 55 ans et plus |
| Prov | Vient de A1 - Vient de A2 |
| Typ | Cycliste - Patineur - Piéton |
| Vit | Continue de pédaler - Arrêt du pédalage - Freinage partiel - Freinage complet |
| Arrêt | Reste en mouvement - Presque immobile - 1 pied par terre - 2 pieds par terre - Traverse en marchant à côté du vélo |
| Rep | Aucun repérage - Repérage avant la ligne de chaussée - Repérage sur la ligne de chaussée - Repérage sur la chaussée |
| Ta | Temps d'arrêt (arrondi à la ½ s) |
| T | Temps de traversée (arrondi au 1/10 s) |
| Vcyc | Vitesse du cycliste (arrondie au 1/10 km/h) |
| Véh | Absence ou présence de véhicule sur la chaussée |
| Conf | Absence ou présence de conflit de trajectoire |
| Siège | Absence ou présence d'un siège pour bébé sur le vélo |
| Cab | Absence ou présence d'une remorque accrochée au vélo |
| Tand | Absence ou présence d'un vélo tandem |
| Bag | Absence ou présence de bagages de cyclotourisme |
| Imite | L'usager de la piste traverse seul - Il traverse le premier - Il suit un autre usager |
| TPPA | Garde une trajectoire continue - Louvoie pour ne pas s'immobiliser complètement |
| Agbol | Ne touche pas aux délinéateurs - S'agrippe au délinéateur en attendant de traverser |
| Laisse | Véhicule circule normalement - Véhicule s'immobilise pour laisser passer le cycliste |
| DJME | Débit journalier moyen estival (fichier MTQ) |
| DH_cl | Débit horaire de véhicules < 200 véh./h; 200-400 véh./h; > 400 véh./h |
| Cam_hcl | Débit horaire de camions < 7 cam./h; 7-12 cam./h; > 12 cam./h |

5.1.4. Analyse des créneaux

L'analyse des créneaux est la technique employée pour évaluer le temps mis à la disposition du cycliste pour traverser de façon sécuritaire. Il s'agit, en fait, de mesurer le temps qui s'écoule pour chaque période où il y a absence ou présence de véhicules. Une grille de compilation spécifique est utilisée (annexe A).

Pour déterminer le début et la fin d'une vague de véhicules, le critère de la DVA est employé. La présence de véhicules est notée à l'instant où un véhicule atteint la DVA, et la séquence se termine quand le dernier véhicule de la série franchit l'intersection. L'absence de véhicules commence au dernier passage, et la fin de la séquence est notée dès qu'un véhicule se présente à la limite de la DVA. Pour que deux véhicules fassent partie d'une même vague de véhicules, un laps de temps maximal entre deux passages est déterminé à l'aide de la DVA. Pour l'estimer, on calcule le temps moyen nécessaire pour franchir la DVA en présumant que les conducteurs circulent à la vitesse affichée. Par exemple, sur une route à 90 km/h, la DVA est de 170 m. Cette distance est franchie en 6,8 s à raison de 25 m/s. Dans ce cas, le temps servant à discriminer deux vagues de véhicules est arrondi à 7 s. Il est de 6 s sur une route à 70 km/h.

Un autre phénomène est étudié dans l'analyse des créneaux : les traversées à risque d'un cycliste, malgré la présence d'un véhicule en deçà de la DVA. Ce paramètre mesure l'impatience des cyclistes devant un temps d'attente trop long.

5.1.5. Vitesse pratiquée

Un relevé des vitesses pratiquées sur le site Capelton est fourni gracieusement par la Direction de l'Estrie (MTQ, 1999a). Il s'agit d'un compteur à tubes installé à une dizaine de mètres de la traverse, qui est laissé sur place pour une lecture continue des vitesses. La lecture commence à 16 h 30 le 23 septembre et se termine à 9 h 15 le 26 septembre 1999.

Un relevé des vitesses est également fourni par la Direction de la Montérégie-Est (MTQ, 1999b). Les vitesses sont compilées par radar, à 120 m de la traverse, à raison d'une heure par approche. Les relevés datent de l'après-midi du 16 juin 1999.

5.2. Résultats

Les résultats sont livrés en détail à l'annexe D et ils sont présentés dans le texte en cinq rubriques. La première traite des vitesses pratiquées et des volumes de circulation observés sur les routes. La deuxième dresse le profil de la clientèle utilisatrice des passages pour cyclistes. Ensuite, le comportement des usagers est expliqué selon les manœuvres pratiquées à l'approche de la traverse et pendant la traversée. La quatrième section examine la vitesse des cyclistes et les temps de traversée selon le site et certaines caractéristiques. La dernière section correspond à l'analyse des créneaux, qui met en relation le temps d'attente des usagers de la piste avec le volume de circulation sur la route.

5.2.1. Vitesse pratiquée et volume de circulation

Les données du comptage continu à Capelton sont fournies par la Direction territoriale de l'Estrie. Elles permettent d'évaluer quelques phénomènes dont celui de l'écart entre la vitesse affichée (70 km/h) et la vitesse pratiquée (tableau 12). Comme le soulignent les ouvrages dédiés aux cyclistes et à la circulation non motorisée, la vitesse moyenne est un mauvais indicateur de la vitesse réelle. Elle cache un phénomène plus important, celui des conducteurs qui dépassent, parfois largement, la vitesse prescrite. Avec une valeur 85^e percentile, on retient la vitesse du 15^e conducteur le plus rapide dans un groupe de 100 conducteurs.

De façon générale, les conducteurs roulent plus vite en semaine qu'en fin de semaine, et ils roulent plus vite la nuit que le jour. La vitesse 85^e percentile excède la vitesse autorisée de 15 km/h en semaine et de 10 km/h en fin de

semaine. Si l'on considère la vitesse 95^e percentile, elle excède toujours de 20 km/h la limite prescrite, peu importe l'heure ou le jour. Si l'on utilise la moyenne de la vitesse en semaine, la vitesse pratiquée surpasse la vitesse affichée de seulement 5 km/h. L'écart est nul en fin de semaine.

La vitesse des véhicules augmente aussi au cours d'une même journée, en fonction de l'heure (figure 25). Les conducteurs roulent plus vite tôt le matin, le soir et la nuit, en comparaison avec la fin de l'avant-midi et l'après-midi. Ainsi, la circulation est un peu moins rapide (3 à 4 km/h de moins) pendant la période qui correspond à celle des observations en direct.

Tableau 12
Vitesses pratiquées à Capelton selon la période et la direction

| Période | Direction | Mesure | Vitesse (km/h) | | | |
|----------------------------------|--------------|----------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | 10:30-17:00 | | 24h (total) | |
| | | | Vitesse | Écart | Vitesse | Écart |
| Jours de semaine | North Hatley | moyenne | 72 | + 2 | 75 | + 5 |
| | | 85 ^e percentile | 86 | + 16 | 87 | + 17 |
| | | 95 ^e percentile | 92 | + 22 | 93 | + 23 |
| | Sherbrooke | moyenne | 72 | + 2 | 76 | + 6 |
| | | 85 ^e percentile | 85 | + 15 | 87 | + 17 |
| | | 95 ^e percentile | 92 | +22 | 94 | + 24 |
| Jours de fin de semaine | North Hatley | moyenne | 67 | - 3 | 70 | 0 |
| | | 85 ^e percentile | 79 | + 9 | 82 | + 12 |
| | | 95 ^e percentile | 86 | + 16 | 90 | + 20 |
| | Sherbrooke | moyenne | 66 | - 4 | 70 | 0 |
| | | 85 ^e percentile | 79 | + 9 | 83 | + 13 |
| | | 95 ^e percentile | 88 | + 18 | 91 | + 21 |
| Total Période – direction | | moyenne | 68 | -2 | 72 | + 2 |
| | | 85^e percentile | 81 | + 11 | 85 | + 15 |
| | | 95^e percentile | 89 | + 19 | 92 | + 22 |

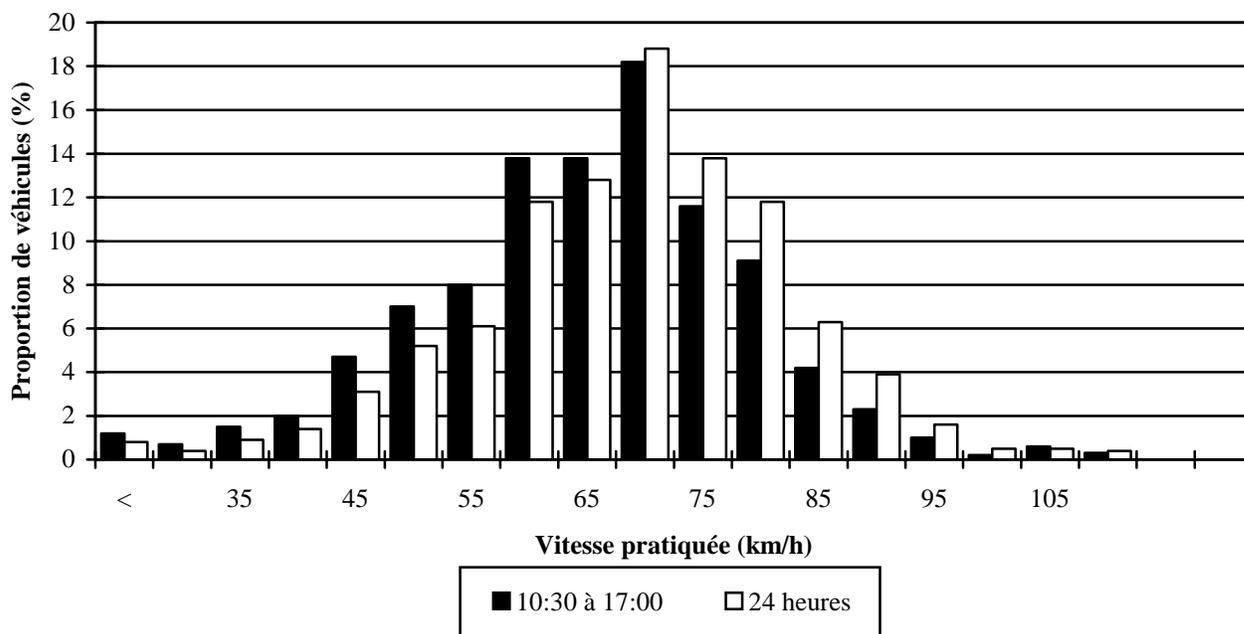


Figure 25 Vitesses pratiquées à Capelton (lecture continue du 23 au 26 sept. 1999)

Le relevé des vitesses au site de Granby est fourni par la Direction territoriale de la Montérégie-Est. Le relevé contient une heure d'observation pour chaque approche routière. Il est donc impossible de comparer la semaine avec la fin de semaine et de comparer les heures du jour correspondant à la collecte sur le terrain avec les heures d'une journée complète. Aussi, tout relevé radar comporte ses limites. Il est impossible de capter par radar la vitesse de tous les véhicules. La présence des observateurs, même dissimulés, peut également être perçue par les automobilistes qui modifient alors leur vitesse. Enfin, une heure de relevé de données ne suffit pas à dresser un portrait des vitesses pratiquées, car l'heure de la collecte peut influencer sur la distribution des vitesses.

Les résultats indiquent des écarts moins substantiels entre la vitesse affichée (90 km/h) et la vitesse pratiquée sur le site de Granby (figure 26) en comparaison avec le site de Capelton. La vitesse 85^e percentile surpasse la vitesse prescrite de 5 à 8,5 km/h, selon l'approche considérée. Cela semble peu élevé si l'on sait qu'il s'agit d'un jour de semaine. Toutefois, en combinant les deux approches du site avec la valeur obtenue pour Capelton, une valeur globale de + 10 km/h est obtenue pour la vitesse 85^e percentile en rapport avec la vitesse affichée.

Au chapitre du volume de circulation, les relevés effectués couvrent les diverses périodes d'observation (figure 27). Dans l'ensemble, la tendance observée semble être une légère augmentation du débit de circulation au fur et à mesure que la journée avance. La courbe est plus variable pour Granby. Cela est probablement attribuable au fait qu'on ne dispose que d'un seul comptage des véhicules à ce site.

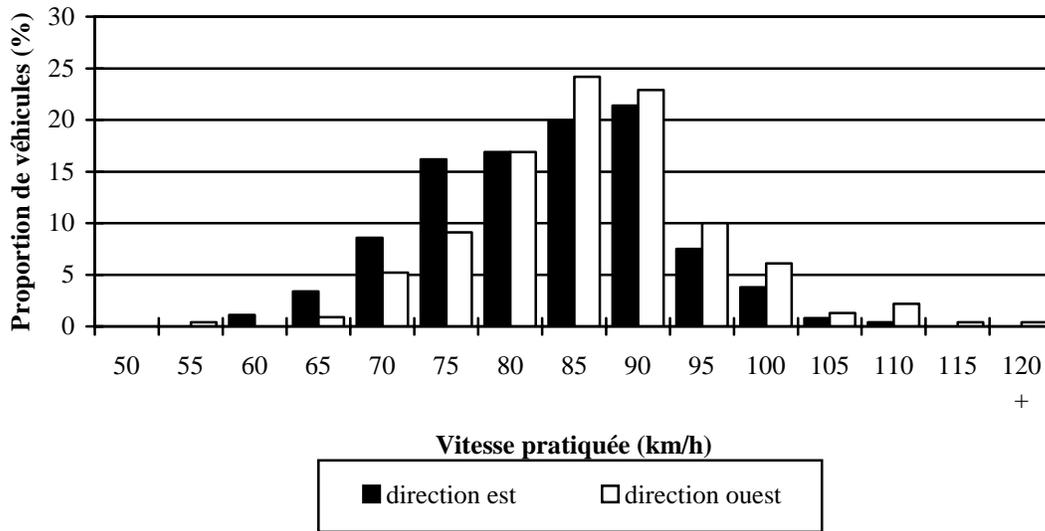


Figure 26 Vitesses pratiquées à Granby (1 h / approche, 16 juin 1999)

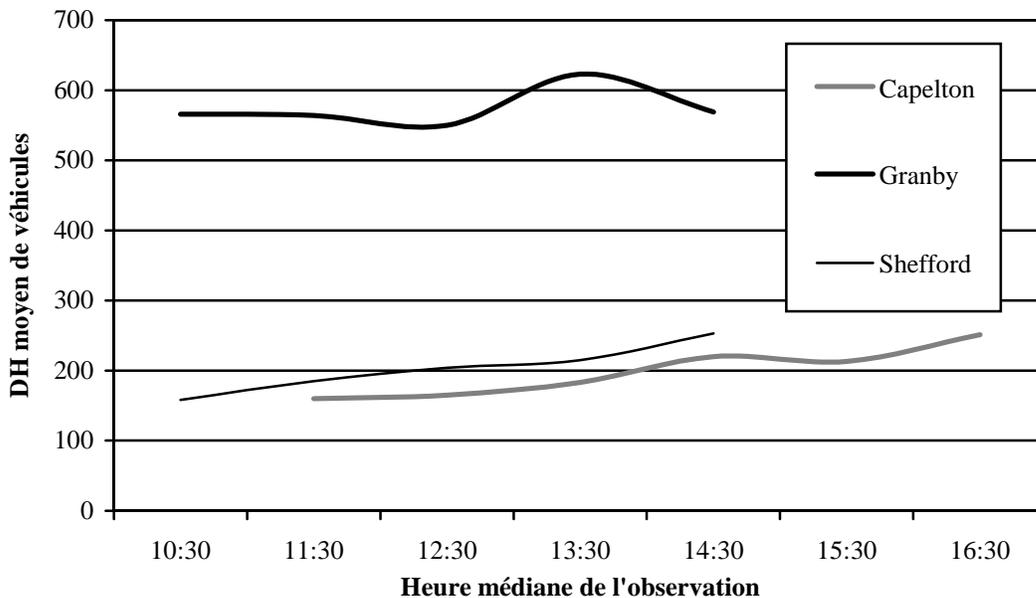


Figure 27 Moyenne des débits horaires de véhicules observés

5.2.2. Type de clientèle

Pour situer le contexte temporel, il faut jeter un premier coup d'œil à la distribution des observations en fonction de la journée d'observation. De façon générale, le volume des cyclistes est presque aussi important les jours de semaine que les jours de fin de semaine (samedi et dimanche). Des variations sont enregistrées selon le site mais, dans l'ensemble, 56 % des usagers sont aperçus au cours de la semaine alors que cette période compte pour 57 % des données collectées sur le terrain.

La grande majorité des usagers sont des cyclistes, même sur les pistes dont le revêtement est asphalté (85 % à 88 %). Les patineurs font partie de la clientèle qui emprunte le réseau cyclable asphalté dans une proportion d'environ 87 %. Les piétons qui marchent ou qui font de la course composent moins de 1 % de la population à l'étude.

La distribution selon l'âge et le sexe suit une tendance similaire dans les trois sites. Les pistes accueillent presque autant de femmes que d'hommes. Avec de très légères variations selon le site, la répartition hommes / femmes est de 58 % et 42 %. Si l'on distingue le type d'utilisateur, les cyclistes masculins sont plus nombreux que les femmes, avec une proportion hommes / femmes de 59 % et 41 %. La situation s'inverse chez les patineurs, les femmes représentant 54 % de cette clientèle.

Quant à l'âge des usagers, la très grande majorité se situent entre 15 et 54 ans (74 %). Le groupe des usagers de 55 ans et plus (17 %) est deux fois plus nombreux que celui des enfants et des adolescents (9 %).

La pratique du cyclisme familial ou du cyclotourisme nécessite des équipements spécialisés. Il faut porter une attention particulière à ces équipements, car ils sont susceptibles de ralentir les usagers à cause de leur poids ou de la difficulté à manœuvrer qu'ils engendrent. L'équipement spécialisé le plus populaire est le vélo tandem (1,7 % des vélos), suivi de près par la remorque pour vélo (1,5 % des vélos). Le siège pour bébé, qu'il soit utilisé ou non par le cycliste, est présent sur 1 % des vélos. Enfin, les cyclotouristes chargés de bagages, au moins de sacoches arrière, représentent 0,3 % des cyclistes.

5.2.3. Manœuvres entourant la traversée

La position de l'utilisateur est examinée par rapport au groupe qui se présente à l'intersection. Dans l'ensemble des cas, près de la moitié des usagers en suivent un autre, soit un ou plusieurs cycliste(s) ou patineur(s). Dans 54 % des cas, l'utilisateur est seul à traverser ou il est considéré comme le meneur du groupe.

La première manœuvre enregistrée chez l'utilisateur de la piste est le freinage ou la décélération avant son arrivée à la traverse. Puisqu'il y a un panneau d'arrêt et une présignalisation à cet effet à chacun des trois sites, les usagers doivent, théoriquement, commencer à ralentir un peu avant d'arriver à l'arrêt. Or, ce n'est pas toujours le cas. La moitié des usagers préfèrent garder leur rythme en continuant de pédaler (9 %) ou en se laissant porter jusqu'à la chaussée après un arrêt du pédalage (39 %). De plus, parmi ceux qui freinent avant l'arrêt, 14 % le font partiellement. Les cyclistes ou patineurs qui freinent complètement et qui s'immobilisent représentent 38 % des usagers.

La manœuvre de décélération varie cependant en fonction du site et selon les conditions présentes à la traverse. Par exemple, le freinage complet associé à un arrêt obligatoire en bonne et due forme est de seulement 28 % à Capelton alors qu'il grimpe à 51 % à Granby. La présence de véhicules est un facteur explicatif du respect de l'arrêt, lequel devient une conséquence indirecte du danger sur la route. Pour démontrer l'impact de l'achalandage sur le respect de l'arrêt par les cyclistes et les patineurs, le total des observations est confronté avec les données obtenues en présence de véhicules (annexe D). La présence de véhicules amène un renversement de la situation. Les usagers qui freinent complètement sont deux fois plus nombreux s'il y a du trafic (64 %) que dans l'ensemble des cas observés (38 %).

La variable « repérage » est plus difficile à évaluer avec précision. Souvent, les cyclistes d'expérience vont se fier à leurs oreilles et écouter les bruits de la route pour déterminer s'il y a des véhicules qui arrivent. Cette technique de surveillance est valable, sauf en présence d'un fort vent. Or, l'utilisation de l'ouïe pour détecter le trafic est impossible à évaluer par un observateur. Par contre, les usagers utilisent aussi leurs yeux et ils tournent très souvent la tête pour surveiller le trafic. C'est ce mouvement qui a servi à compiler la variable « repérage ». Il n'est pas

surprenant de constater que 95 % des cyclistes surveillent le trafic avant d'atteindre la ligne de rive de la route. De fait, le cycliste et le patineur se protègent eux-mêmes et ils prévoient leur manière de franchir l'intersection selon qu'il y a présence ou absence de véhicules.

La variable « arrêt » détaille le type d'arrêt et le type de traversée effectués par l'utilisateur. Puisque les vitesses d'approche sont différentes pour tous les usagers et que les manœuvres diffèrent selon la vitesse, il n'y a pas d'adéquation entre la variable « freinage » et la variable « arrêt ». Par exemple, un cycliste très lent qui arrête de pédaler est classé « presque immobile », alors que le cycliste rapide qui cesse de pédaler est classé « reste en mouvement ».

Dans l'ensemble des cas, 45 % continuent de rouler vis-à-vis de l'arrêt et ils traversent sans s'immobiliser. La catégorie « presque immobile » renvoie aux cyclistes qui font du sur place ou qui avancent très lentement en gardant l'équilibre. Ce groupe représente 16 % des usagers. Parmi ceux qui arrêtent, la plupart mettent un pied à terre (25 %). Cette position est plus efficace pour repartir et gagner rapidement de la vitesse. Peu de cyclistes mettent les deux pieds par terre à l'arrêt (4 %). Généralement, ceux qui le font traversent en marchant à côté du vélo (10 %). Cette distinction est importante, car marcher au lieu de pédaler entraîne une vitesse et un temps d'exposition différents. De plus, ce pourcentage appliqué à Granby et à Shefford exprime la part d'usagers qui respectent la signalisation à la lettre. Dans ces deux sites, la signalisation oblige les cyclistes à descendre de leur vélo et à marcher pour franchir la route. C'est probablement ce qui explique la surreprésentation de ce comportement à Granby (17 %) et, dans une moindre mesure, à Shefford (7 %).

Un autre type de comportement enregistré est la déviation de la trajectoire chez les cyclistes pour éviter le trafic sans s'arrêter. Désirant garder son inertie de déplacement et voyant qu'un véhicule arrive, l'utilisateur de la piste effectue parfois des ronds sur place ou une manœuvre très risquée qui consiste à tourner à droite sur la route, en la longeant, jusqu'à ce que le dernier véhicule soit passé. Ceux qui tournent ainsi pour ne pas s'immobiliser représentent en moyenne un peu moins de 1 % des usagers de la piste.

Les cyclistes surveillent et s'adaptent à la circulation motorisée. C'est une habitude qui découle de la structure du système de transport et des règles de priorité. Toutefois, il arrive qu'un conducteur, « bon Samaritain » ou conscient des difficultés des cyclistes, fasse preuve de courtoisie en laissant passer les vélos. Cette situation est normale en milieu urbain quand l'arrêt est obligatoire dans toutes les directions. La courtoisie est alors souhaitable, même obligatoire, car des règles de priorité favorisent dans ce cas l'utilisateur non motorisé. Toutefois, sur les routes en milieu rural, où il n'y a pas d'arrêt obligatoire, la situation est différente et particulièrement dangereuse. Un véhicule qui s'immobilise sans raison apparente, sans engager les feux de détresse ou un feu de direction, risque d'être heurté par l'arrière. Deuxièmement, la situation peut entraîner un faux sentiment de sécurité chez le cycliste ou le patineur. Ce n'est pas parce qu'un conducteur s'immobilise que les autres feront de même. Toute décision qui n'est pas basée sur une pratique réglementée est issue d'une interprétation qui peut compromettre la sécurité. Ce geste de courtoisie est constaté, en moyenne, dans 1 % des cas. Ce pourcentage double à Capelton (2 %). La présence d'un stationnement dédié aux usagers de la piste à proximité des passages de Capelton et de Shefford pourrait expliquer la solidarité entre cyclistes.

À l'opposé des preuves de courtoisie, il y a les conflits entre les usagers de la piste et les usagers de la route. Un conflit de trajectoire est noté lorsque l'utilisateur de la piste cherche à occuper le même espace que le conducteur au moment où ce dernier en aurait besoin pour continuer à circuler normalement. Le conflit oblige le conducteur à pratiquer une manœuvre d'évitement, que ce soit un freinage brusque ou une déviation de trajectoire.

Les conflits sont assez rares, car ils représentent un peu plus de 1 % des cas de traversées (un total de 62 conflits). À Shefford, les conflits sont très rares (0,3 %). La fréquence augmente beaucoup à Capelton (1,2 %), mais davantage à Granby (2 %). La plupart des conflits surviennent lorsque le cycliste :

- 1) attend depuis trop longtemps, selon son jugement;
- 2) préfère couper la file de véhicules sur la route plutôt que d'attendre.

Une longue file de véhicules fait parfois réagir le cycliste en l'incitant à couper le premier véhicule plutôt que d'attendre et de céder à tous les autres. Il est également noté que des personnes âgées, probablement distraites, n'ont jamais vu les véhicules arriver. Le repérage déficient et l'arrêt obligatoire incomplet sont à l'origine de ces conflits. Les autres types de conflits sont des chutes constatées chez les patineurs ainsi que des empiétements sur la chaussée par des cyclistes attendant de traverser.

5.2.4. Vitesse des cyclistes et temps de traversée

La vitesse des usagers détermine le temps d'exposition au risque. La question de la vitesse n'est pas simple. Certains disent que la rapidité diminue l'exposition au risque, alors que d'autres argumentent qu'un usager qui circule lentement aperçoit mieux le trafic et qu'il est plus apte à s'arrêter à temps si un danger se présente. Il y a du vrai dans les deux cas, mais il s'agit de points de vue spécifiques devant s'harmoniser. La capacité d'un cycliste à accélérer est sans doute une caractéristique plus importante que la vitesse pure. Si l'on se basait sur les temps de traversée des cyclistes qui passent à 25 km/h sans s'arrêter, la conception des traverses serait déficiente. Pour traiter le problème d'un point de vue sécurité, il faut plutôt penser aux pires temps de traversée et aux plus basses vitesses. Quatre mesures de vitesse sont détaillées en fonction du groupe d'usagers (annexe D) : vitesses moyenne et médiane ainsi que vitesses du 85^e et du 95^e percentiles décroissants. Ces deux dernières mesures reviennent à considérer le 5^e et le 15^e percentiles les plus rapides.

Quelle que soit la mesure utilisée, les deux groupes d'usagers les moins rapides sont les cyclistes avec des remorques pour vélo et les cyclistes en tandem (figures 28 à 30). Les autres groupes d'usagers, qui arrivent en troisième lieu selon la mesure utilisée, sont les patineurs, les personnes âgées de plus de 54 ans et celles de moins de 15 ans. Inversement, trois groupes d'usagers sont trop rapides pour être considérés comme éléments de référence sur les pistes multifonctionnelles, soit les hommes, les personnes âgées entre 15 et 54 ans ainsi que les cyclistes en général (vs les patineurs).

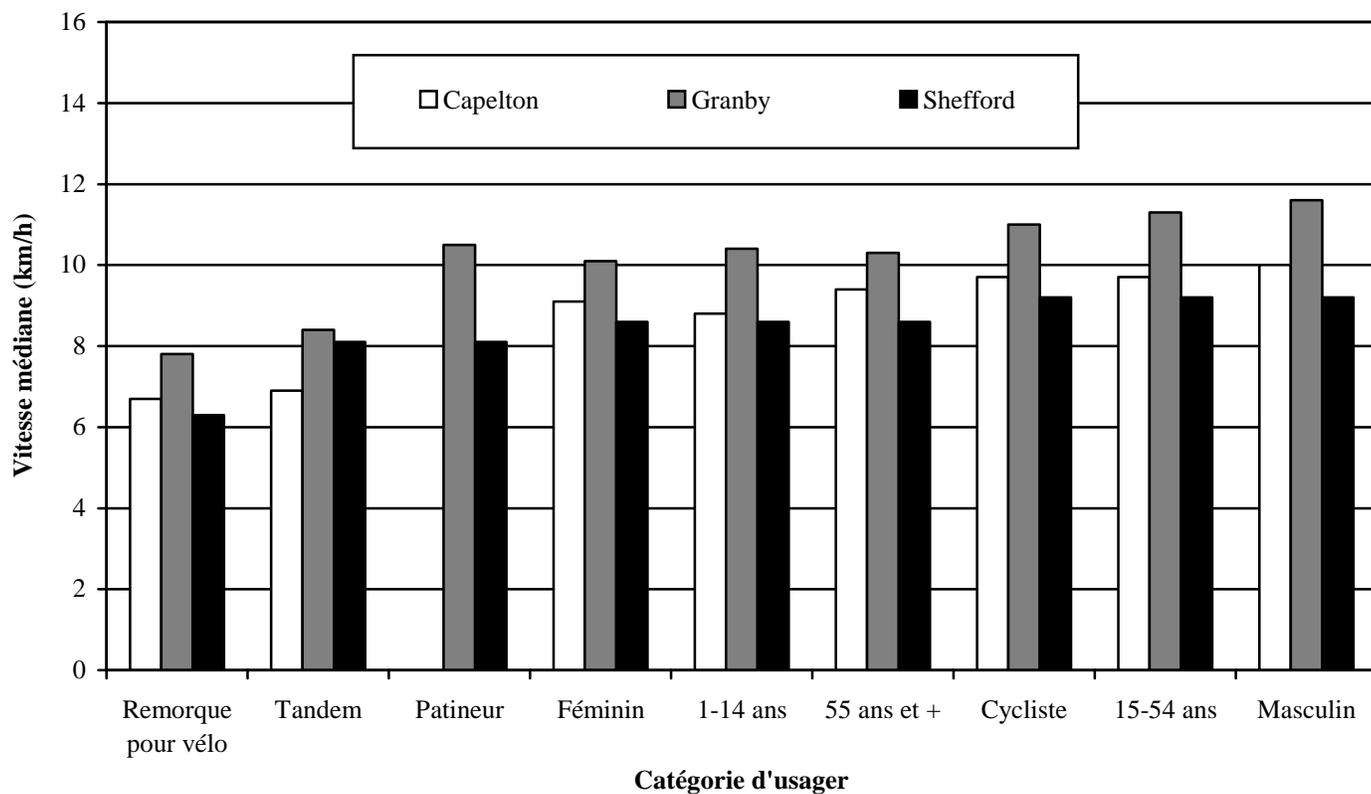


Figure 28 Vitesses médianes des cyclistes aux trois sites

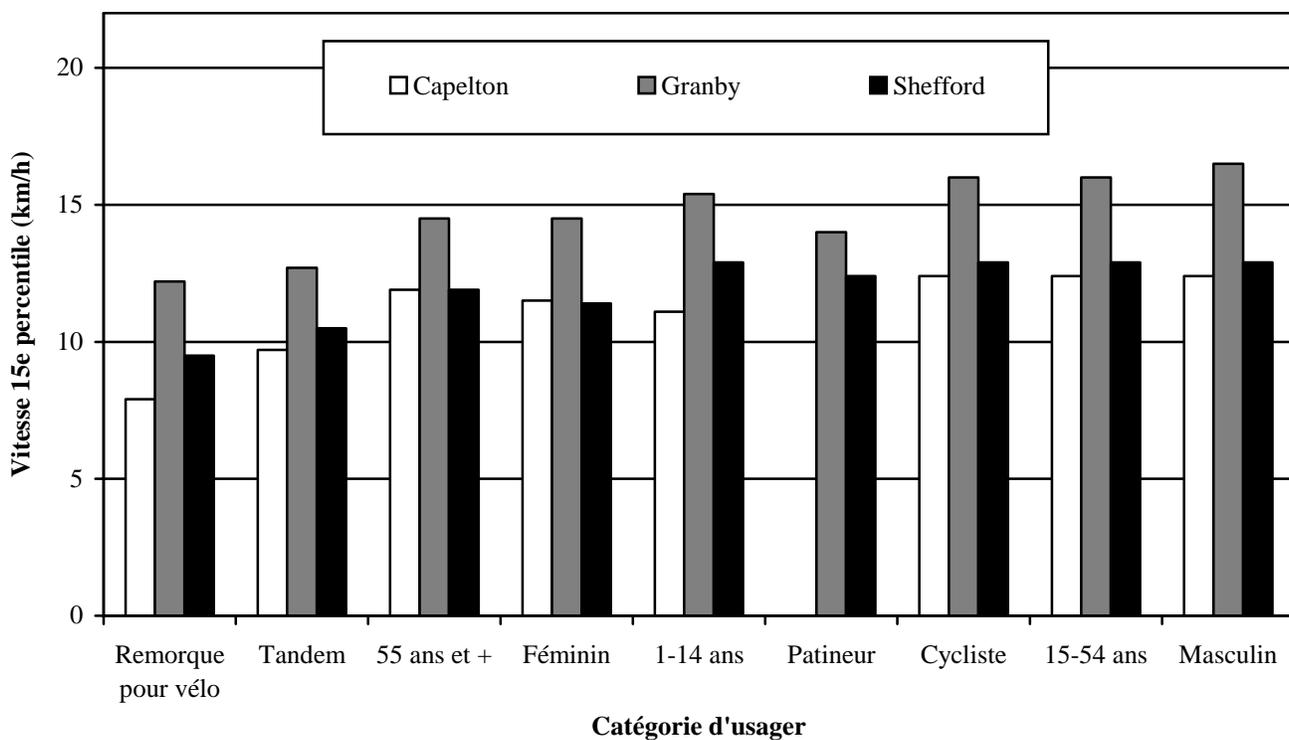


Figure 29 Vitesses 15^e percentile des cyclistes aux trois sites

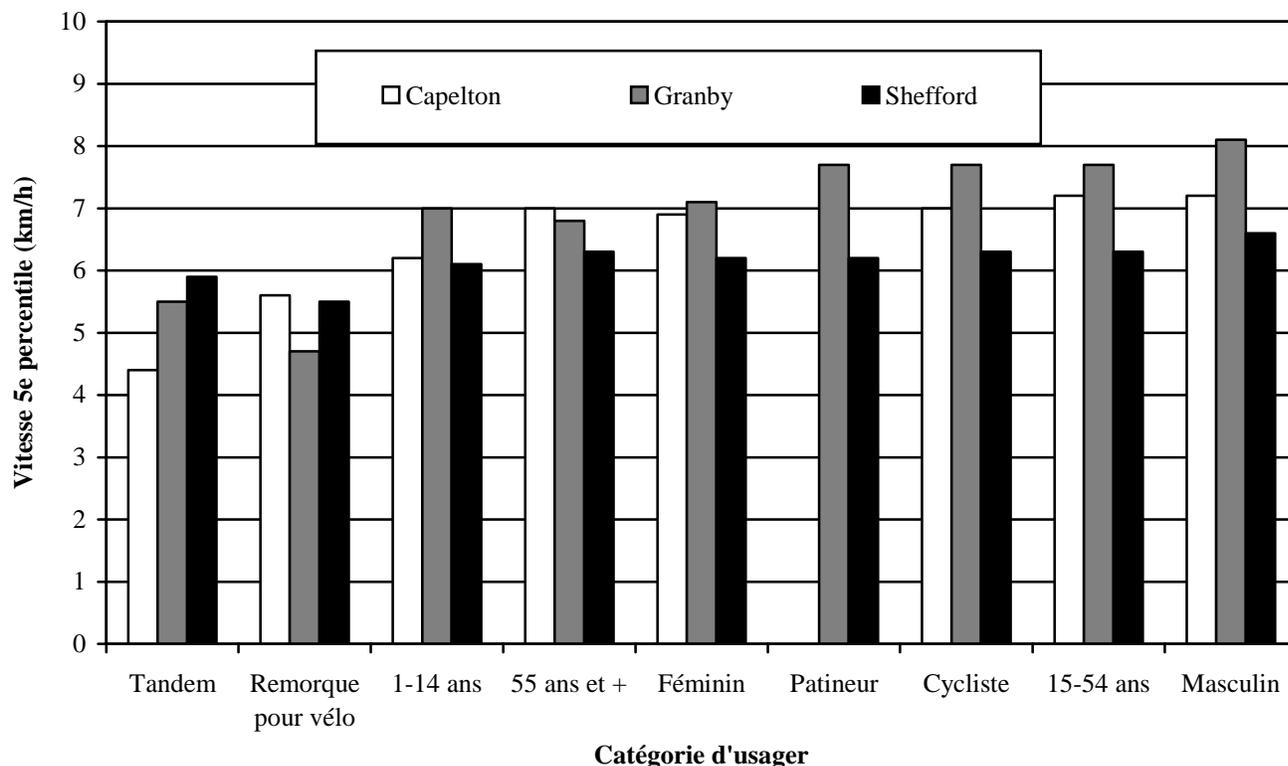


Figure 30 Vitesses 5^e percentile des cyclistes aux trois sites

Pour apprécier les facteurs qui influent sur la vitesse des cyclistes et celle des patineurs, quelques distributions graphiques sont présentées selon le groupe d'utilisateurs et selon le type de manœuvre à la traverse, et ce, pour les trois sites à l'étude. Les figures 31 à 33 illustrent les temps de traversée des cyclistes selon l'âge et le sexe. Les distributions sont décalées vers la gauche. Il y a donc une concentration de temps de traversée qui englobe la majorité des cyclistes. La courbe qui s'étend vers la droite reflète la grande variété des temps de traversée plus longs, lesquels sont attribuables à une moins grande part d'utilisateurs. Même s'il y a de légères déviations de la courbe vers la droite ou la gauche selon l'âge ou le sexe, ces différences ne sont pas significatives.

Nous observons la même dynamique en opposant les cyclistes aux patineurs. La courbe est décentrée vers la gauche et elle l'est davantage pour les cyclistes, ce qui indique des temps de traversée plus courts pour les cyclistes (figures 34 et 35). Toutefois, cette légère différence ne semble pas significative.

Le phénomène qui doit être souligné concerne la décélération des usagers avant d'arriver à la traverse et le type d'arrêt effectué. Des résultats similaires sont obtenus pour les trois sites. Plus le freinage est important avant l'arrêt, plus le temps de traversée est long (figures 36 à 38). Cela semble logique, considérant l'effort demandé pour l'accélération. Cependant, le type d'arrêt ajoute une perspective à la dynamique de la traversée (figures 39 à 41). En moyenne, les usagers qui ne s'arrêtent pas sont à peine 1 seconde plus rapides à franchir la chaussée que ceux qui mettent un pied à terre à l'arrêt. Cependant, ceux qui marchent à côté de leur vélo pour traverser augmentent beaucoup leur temps de traversée (jusqu'à 3 secondes de plus). On peut alors se demander pourquoi obliger les gens à descendre de leur bicyclette si cela suppose une période d'exposition deux fois plus longue que pour un arrêt conventionnel?

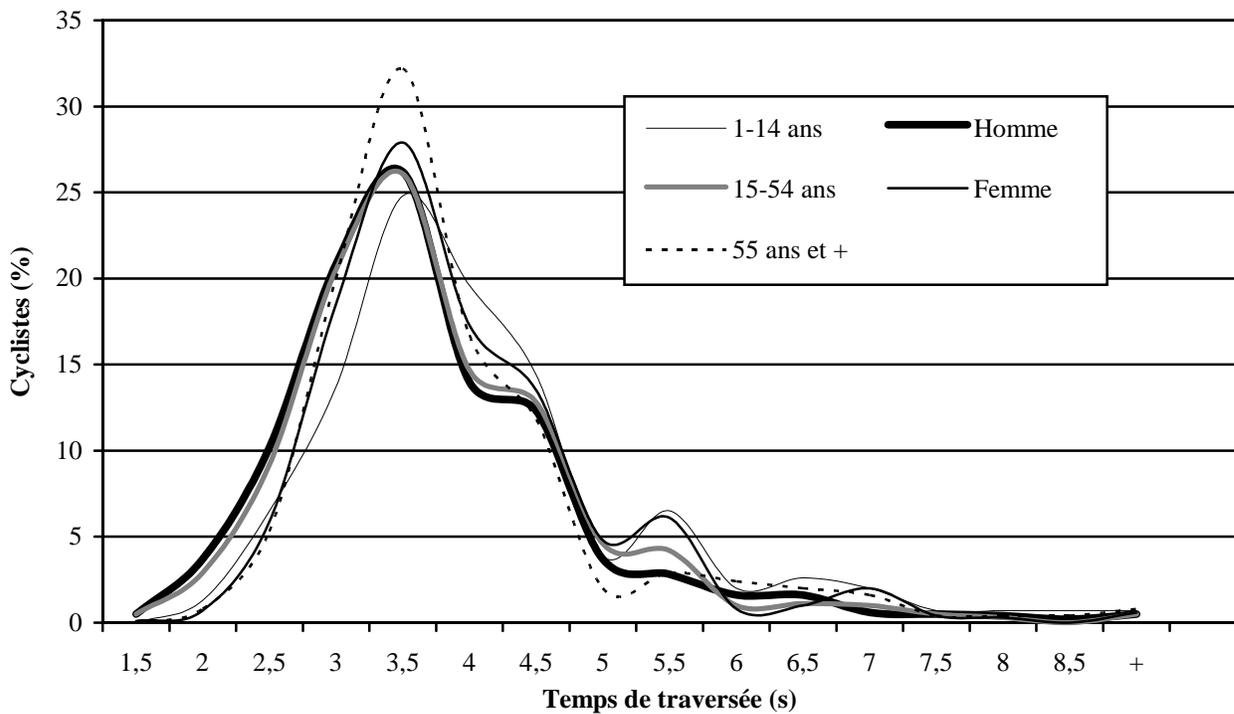


Figure 31 Temps de traversée à Capelton, selon le sexe et l'âge

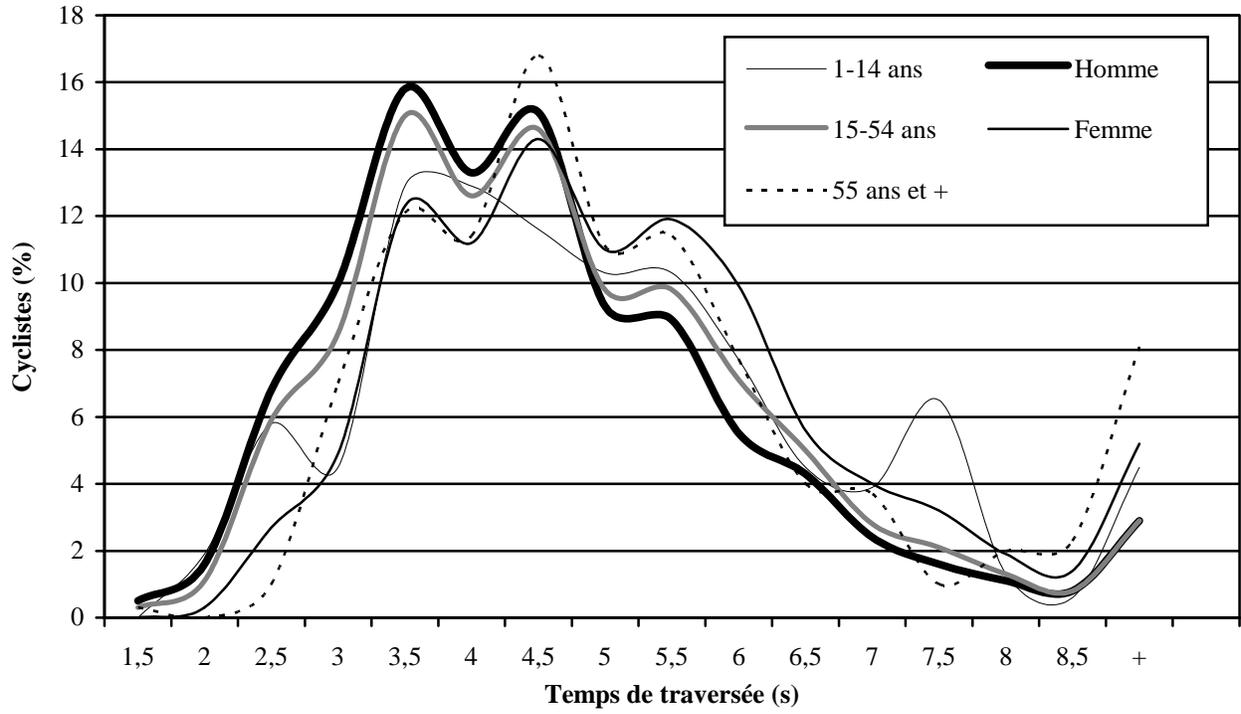


Figure 32 Temps de traversée à Shefford, selon le sexe et l'âge

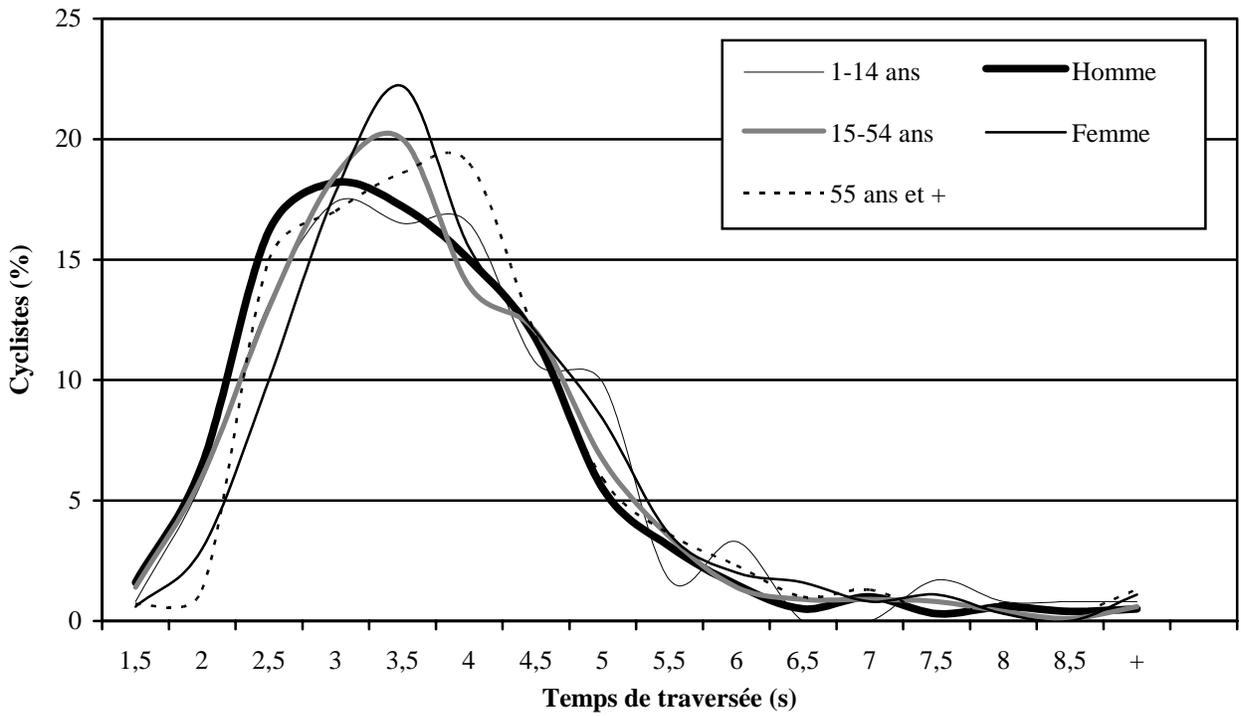


Figure 33 Temps de traversée à Granby, selon le sexe et l'âge

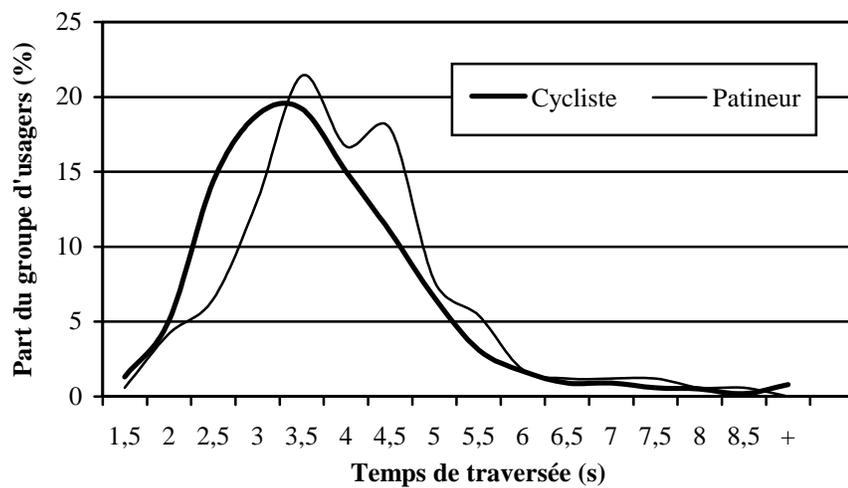


Figure 34 Temps de traversée à Shefford, selon le type d'utilisateur

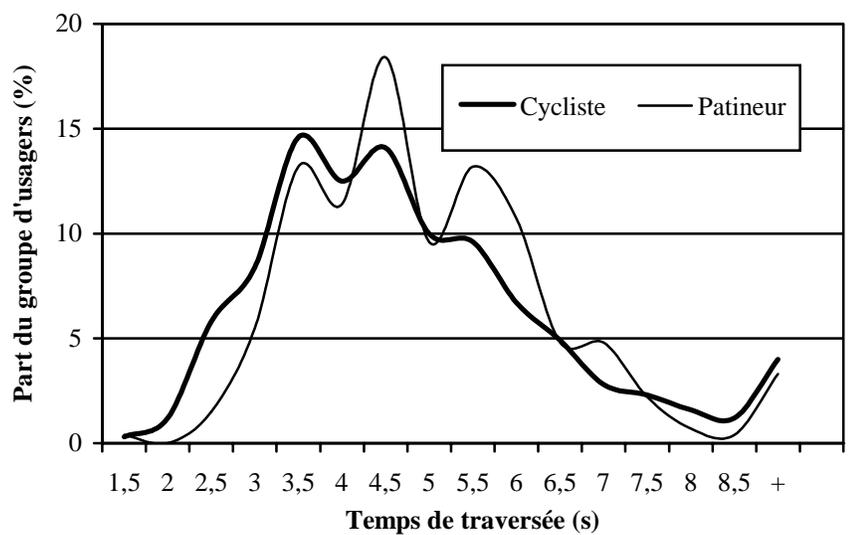


Figure 35 Temps de traversée à Granby, selon le type d'utilisateur

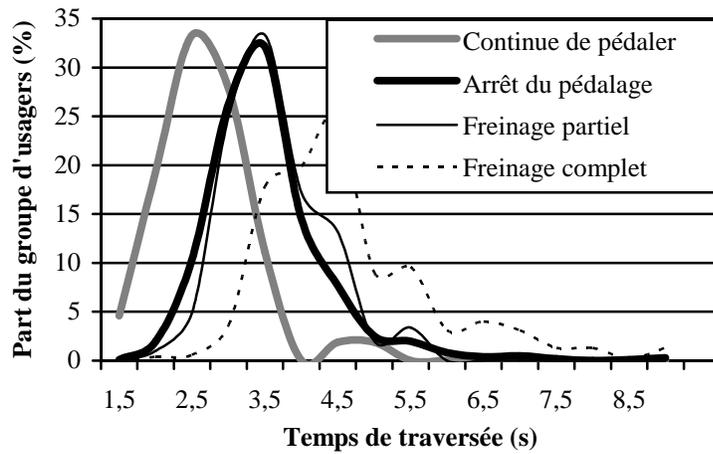


Figure 36 Temps de traversée à Capelton, selon le type de freinage

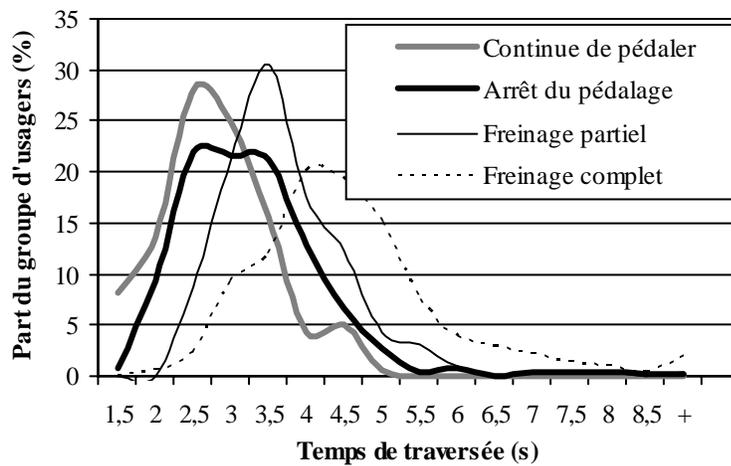


Figure 37 Temps de traversée à Shefford, selon le type de freinage

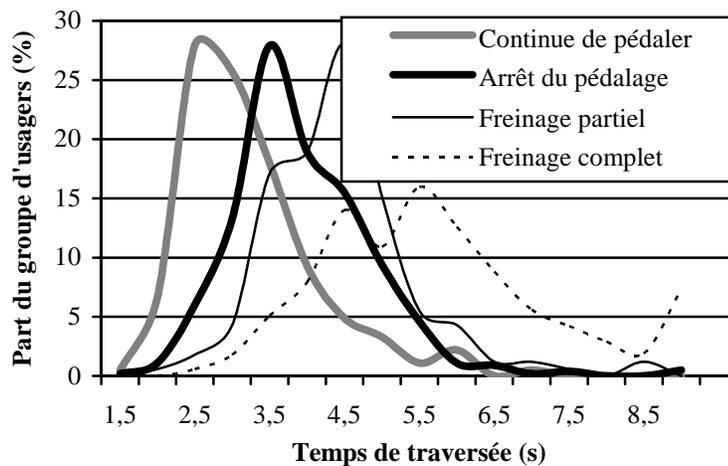


Figure 38 Temps de traversée à Granby, selon le type de freinage

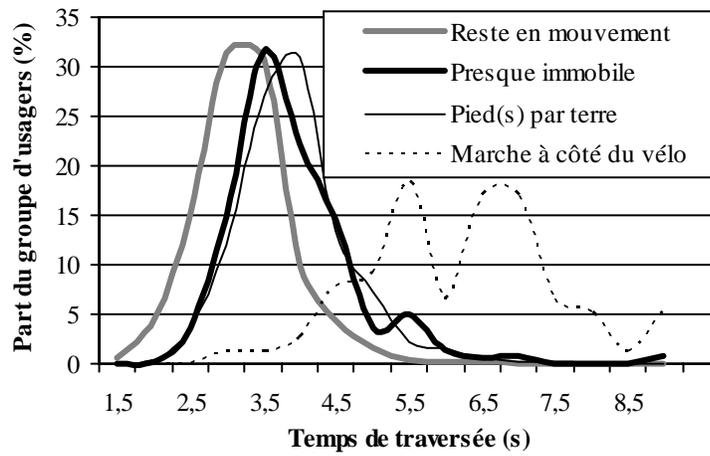


Figure 39 Temps de traversée à Capelton, selon le type de départ

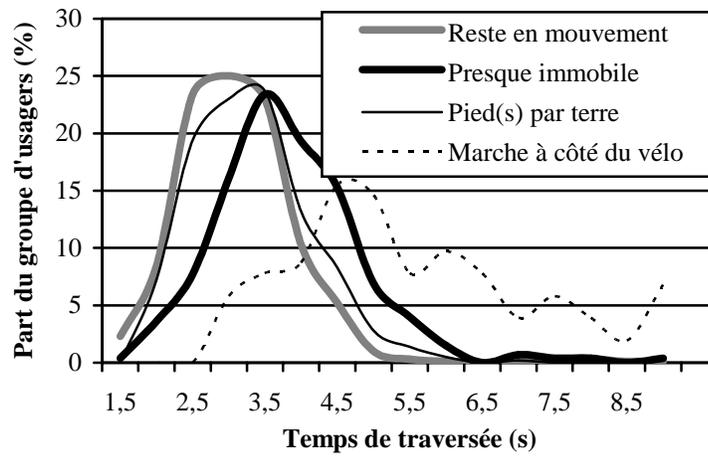


Figure 40 Temps de traversée à Shefford, selon le type de départ

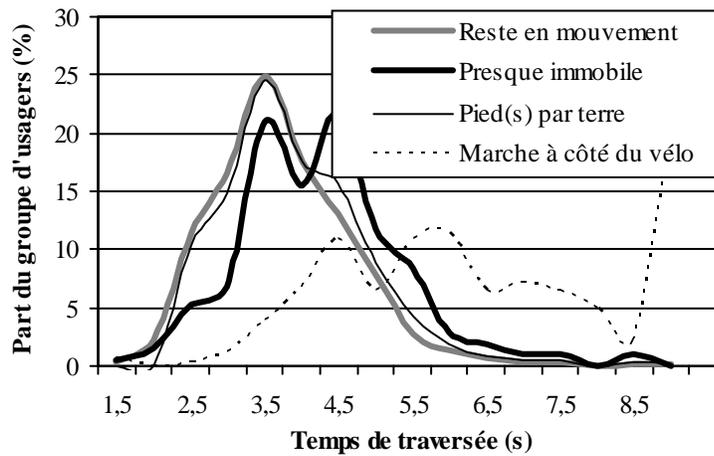


Figure 41 Temps de traversée à Granby, selon le type de départ

5.2.5. Temps d'attente et analyse des créneaux

Le temps d'attente des usagers est une variable déterminante car elle exprime les difficultés potentielles à traverser la route. Un temps d'attente trop long peut être désagréable pour le cycliste et le patineur. Quand le seuil de tolérance est atteint, les usagers ont tendance à courir le risque de traverser.

Pour l'ensemble des sites, un usager sur trois s'arrête au passage et, parmi eux, 77 % s'arrêtent moins de 20 secondes (annexe D). Cela semble raisonnable, mais la distribution par sites révèle les difficultés rencontrées. À Granby, 15 % de tous les usagers passant par la traverse s'arrêtent plus de 20 secondes, en comptant, bien sûr, ceux qui ne s'arrêtent pas. La proportion n'atteint même pas 5 % dans les deux autres sites. La distribution des temps d'arrêt en présence d'au moins un véhicule sur la route suit la même tendance.

Le temps moyen d'arrêt de l'ensemble des usagers en comptant les 5004 passages est de 5 secondes. La variance est cependant forte, le temps moyen d'arrêt passant de 2,7 s à Capelton pour atteindre 8,1 s à Granby. Cet écart varie peu chez les différents groupes d'usagers, si on effectue la ventilation en fonction du site. De façon constante, Granby affiche des temps moyens d'arrêt qui excèdent la moyenne globale de 3 s.

Les usagers qui s'arrêtent le plus longtemps aux passages sont les jeunes âgés de moins de 15 ans (moyenne de 7 s). Bien qu'aucune variable spéciale ne soit compilée à cet effet, les observations permettent de supposer que les parents incitent leurs enfants à s'arrêter complètement et à regarder des deux côtés de la route à au moins deux reprises. Cet entraînement préventif supervisé s'associe sans doute chez l'enfant au souci de bien faire ce qui est demandé par l'adulte. Les autres usagers qui s'immobilisent plus longtemps en moyenne sont les cyclistes équipés d'une remorque pour vélo ou d'un vélo tandem, ainsi que les patineurs.

L'analyse des créneaux étudie aussi la distribution du temps d'arrêt en relation avec les périodes avec ou sans achalandage sur la route. Les créneaux d'attente sont ceux où il y a des véhicules sur la route, et les créneaux de passage correspondent à une route dégagée. Les créneaux sont présentés sous forme de distribution pour les périodes d'attente (figure 42) et de passage (figure 43). Par période de passage on entend les périodes où il est possible à l'utilisateur de la piste de passer, et les périodes d'attente sont celles où l'on suppose que le cycliste devrait s'immobiliser et attendre. Or, en réalité, ce n'est pas toujours le cas. Certains vont préférer traverser même si des véhicules arrivent, et d'autres choisiront de s'arrêter, d'attendre et de traverser à pied à côté du vélo, en respectant la signalisation, même s'il n'y a pas de véhicules.

Les résultats montrent que 70 à 80 % des créneaux d'achalandage à Capelton et à Shefford durent entre 5 s et 9 s. Ces plages très courtes correspondent, en fait, au passage de 2 à 3 véhicules consécutifs. L'inverse est observé à Granby où seulement une période d'achalandage sur trois est de cette durée. La courbe pour Granby (figure 42) est très étirée vers la droite. Certaines périodes d'achalandage imposent plus d'une minute d'attente.

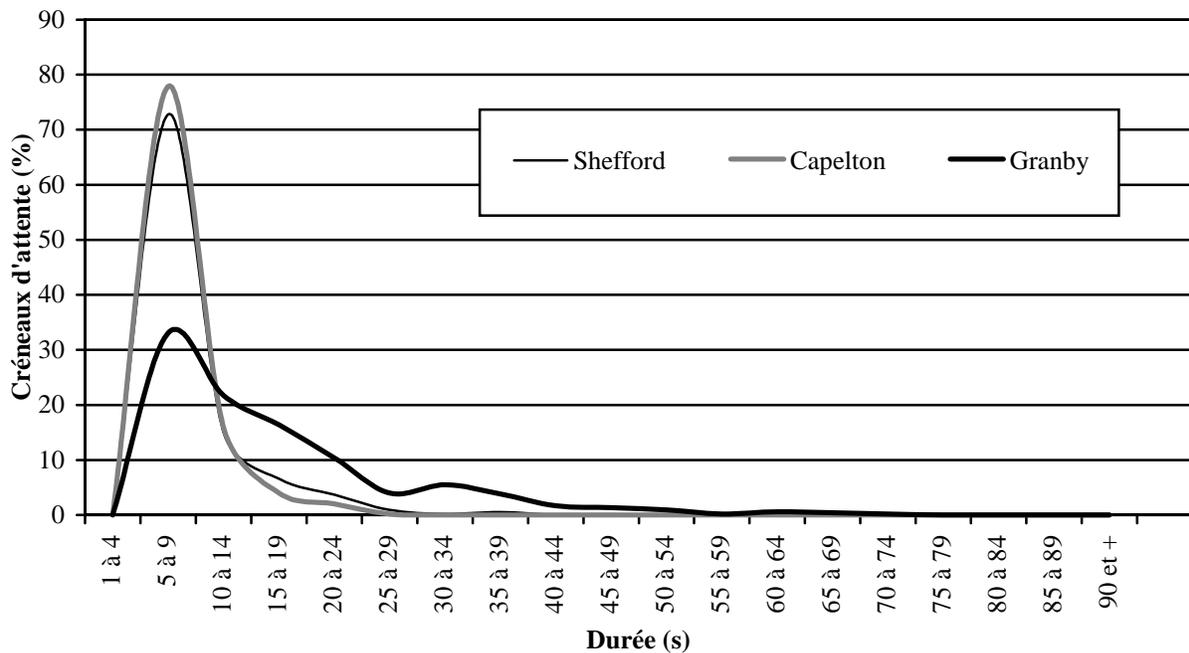


Figure 42 Durée des créneaux d'attente (périodes avec véhicules)

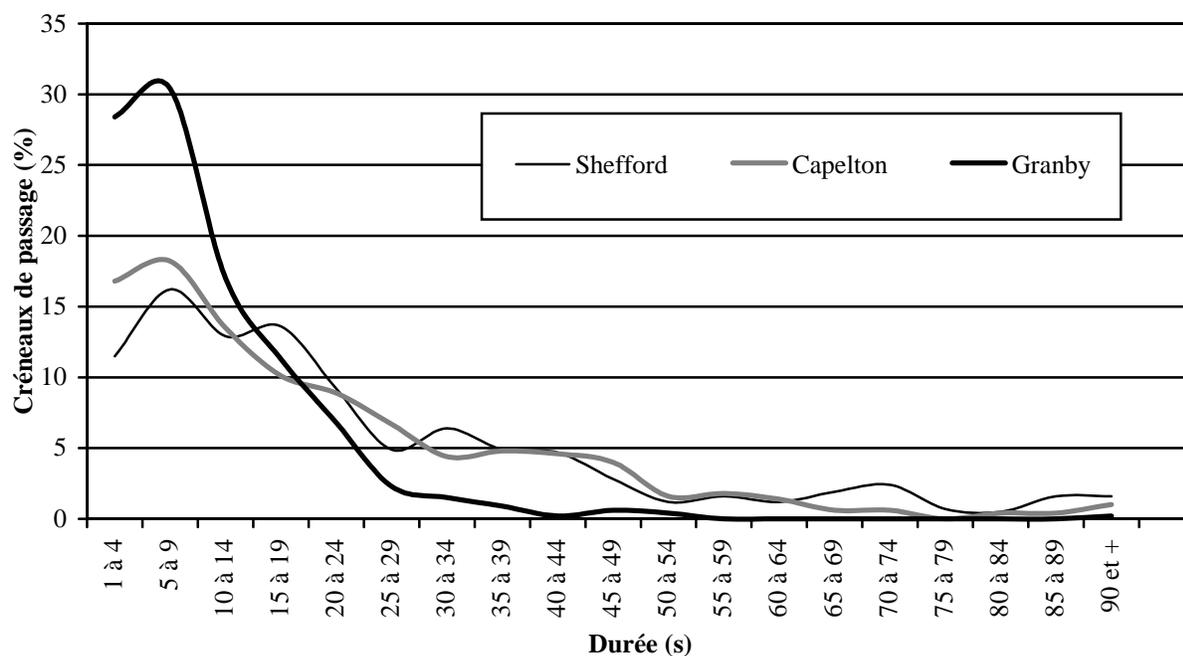


Figure 43 Durée des créneaux de passage (périodes sans véhicules)

La configuration des courbes découle du DJME des trois sites, mais qu'en est-il des possibilités de traverser ces routes pour les usagers de la piste? Les créneaux de passage disponibles pour les cyclistes et les patineurs sont différents à Shefford et à Granby (figure 43). La courbe est douce et elle décroît légèrement vers la droite, ce qui illustre des créneaux de passage parfois très longs, même au-dessus d'une minute.

À Granby, si l'on se base sur les temps moyens de traversée, il y a amplement de créneaux disponibles pour le passage des usagers de la piste. Cependant, il faut être logique et cohérent avec le mode de régulation prévu à l'intersection. L'arrêt obligatoire est là pour être respecté, et ce respect entraîne un temps supplémentaire de freinage et d'arrêt, un temps de réaction et de départ et enfin un temps de traversée. Le temps requis s'allonge davantage si l'on oblige les cyclistes à descendre de leur vélo. À Granby, un cycliste qui s'arrête complètement met en moyenne 6 à 7 s pour traverser, ce qui représente un créneau de passage d'au moins 10 s en ajoutant le temps de réaction et de départ (2,5 s). Toutefois, ce type de créneau de passage survient seulement une fois sur trois. De plus, une plage fixée à 10 s est une position jugée «libérale» car elle ne tient pas compte de la « vraie » signalisation et elle ne considère pas les usagers à risque. Une évaluation juste des manœuvres prescrites aux cyclistes et aux usagers vulnérables revient à prévoir un créneau de passage d'au moins 10 s à 15 s. Ce créneau se

présente une fois sur quatre, ce qui semble insuffisant à première vue et explique probablement l'attente prolongée des usagers sur le bord de la route.

Une façon concrète d'évaluer le problème de l'attente prolongée consiste à répartir les traversées dangereuses en fonction du temps d'attente ou du créneau d'attente. La manœuvre dangereuse est la traversée lorsqu'un véhicule arrive. La distribution montre que, plus la durée du créneau d'attente allonge, plus grande est la proportion des cyclistes qui traversent en présence d'un créneau d'achalandage de véhicules motorisés (figure 44). À partir de 25 s d'attente, près d'un usager sur trois décide de traverser malgré la présence de véhicule(s). Quand l'attente atteint 40 s, c'est la moitié des usagers qui traversent, et l'intolérance est générale et systématique à 1 minute.

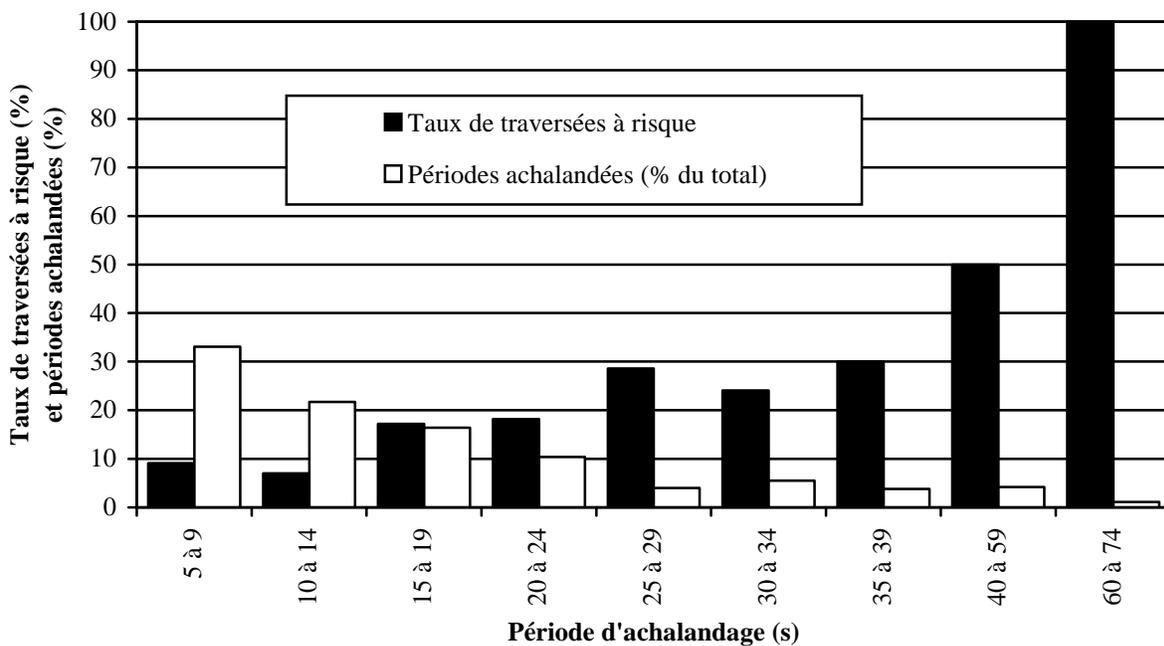


Figure 44 Cyclistes qui traversent en présence de véhicules (site Granby)

6. CONCLUSIONS

En guise de conclusion, rappelons les principaux points soulevés dans la littérature et à la suite de l'enquête sur le terrain. Commençons par les éléments de problématique qui ressortent à la lumière de la recension des écrits.

- 1) Lorsqu'il s'agit d'accorder la priorité à une option d'aménagement, les facteurs clés d'insécurité doivent être précisés et analysés. Parmi ces facteurs, on retient le débit de véhicules et les différentes distances de visibilité en relation avec le temps de traversée requis. Pour quantifier ces paramètres et déterminer la sécurité du site, les auteurs consultés suggèrent de procéder à une analyse sur le terrain. Ils soulignent en effet la nécessité de l'étude cas par cas en proposant une approche sur le terrain. À la base il s'agit de vérifier les conditions réelles sur le site et d'utiliser une méthode standardisée d'analyse. Cette procédure peut être utile pour planifier le choix d'un type d'aménagement, mais elle sert en premier lieu à mesurer le site et les différentes distances de visibilité (DVA et DVT).
- 2) Les dispositifs techniques aménagés pour accroître la visibilité du site ou clarifier des règles de priorité sont bien documentés. Il est cependant impossible d'évaluer à fond cette problématique au Québec, à moins de procéder à l'aménagement de sites expérimentaux en milieu rural (ex. : traverse colorée, goulot d'étranglement) et d'en mesurer les impacts empiriquement.
- 3) Des grilles de sélection du type d'aménagement ont pu être répertoriées pour les passages cyclables. Les propositions semblent incompatibles ou difficiles à appliquer dans le contexte québécois, mais la façon d'organiser les recommandations est intéressante du point de vue méthodologique. Les grilles qui concernent les cyclistes définissent deux approches différentes. Certains barèmes tiennent uniquement compte de la distance de visibilité requise. Les grilles plus générales se servent du volume de circulation et/ou de la vitesse affichée comme balise de sélection du type d'aménagement.

- 4) Pour la sélection du type d'aménagement, les seuils critiques à considérer changent si les piétons constituent la clientèle principale. Pour le piéton, c'est la technique du temps de traversée requis, selon le créneau, qui est utilisée pour remplacer la distance de visibilité. La technique du créneau pour piétons est surtout utilisée en milieu urbain où la présence d'un feu de circulation aide à garantir les cycles de traversée. La méthode est très difficile à appliquer en milieu rural parce qu'elle est utilisable aux intersections contrôlées seulement.

L'inventaire des paramètres propres aux sites québécois, recensés en Montérégie et en Estrie, amène à quelques constats. Dans l'ensemble, les passages pour cyclistes se caractérisent par une grande hétérogénéité des aménagements.

- 1) La plus importante distinction concerne l'angle formé entre la route et le corridor de la traverse. La moitié des installations sont désaxées (angle différent de 90°) et dans l'autre moitié les passages sont rectilignes.
- 2) En matière de signalisation sur la route, certains sites n'ont pas de marquage au sol, tandis que d'autres n'ont pas de signalisation aérienne verticale (aucun signal avancé et aucun signal de passage). Sur la piste, il arrive qu'il n'y ait aucun signal d'arrêt. Le panneau « Arrêt » n'est pas toujours précédé d'un panneau avancé d'arrêt. Ce dernier n'est cependant pas obligatoire.

- 3) En ce qui concerne les mesures et les dégagements, la diversité est considérable et aucune mesure normalisée n'est utilisée pour l'aménagement des entrées de piste. Les marqueurs d'entrée de la piste sont parfois des délinéateurs, parfois des barrières, et même un énorme bloc de béton a été aperçu. Qu'à cela ne tienne, d'autres caractéristiques surprennent davantage. Aux entrées de piste, il y a entre une et quatre ouvertures disponibles, selon le site, alors que seuls sont acceptables les nombres impairs d'ouvertures afin d'empêcher les face-à-face. La largeur des ouvertures est inférieure à 1 m dans la moitié des sites inspectés, ce qui est trop étroit. Un cycliste doit pouvoir manœuvrer son guidon à l'aise, et la remorque pour vélo doit pouvoir passer facilement. Enfin, les délinéateurs et les barrières sont parfois rapprochés de la chaussée, à moins de 10 m, alors que ces objets sont parfois éloignés à plus de 20 m de la ligne de rive.

L'étude sur le terrain concernant la fréquentation et le comportement aux passages pour cyclistes amène également à énoncer quelques constats.

- 1) Premièrement, la vitesse pratiquée par les conducteurs, 85^e percentile, se situe habituellement, à une valeur de + 10 km/h par rapport à la vitesse affichée. Cette valeur correspond à la situation de jour, dans les périodes où il y a un certain achalandage cycliste.
- 2) L'été, les cyclistes sont presque aussi nombreux sur les pistes les jours de semaine que les jours de fin de semaine. La majorité des utilisateurs de ces pistes sont des cyclistes, et il y a environ 15 % de patineurs sur les pistes asphaltées. Les cyclistes sont majoritairement des hommes, alors que les femmes sont plus nombreuses chez les patineurs. Environ 5 % des cyclistes sont munis d'équipements spécialisés tels les tandems, les remorques pour vélo, les sièges pour bébé et les sacs de cyclotourisme.

- 3) La très grande majorité des cyclistes repèrent le trafic avant de traverser (95 %). Plus de la moitié des usagers se contentent de ralentir (53 %) ou continuent à pédaler (9 %) lorsqu'ils arrivent à la traverse. Ils conservent ainsi leur rythme et leur inertie de déplacement. Toutefois, s'il y a du trafic, la situation s'inverse car 64 % des usagers freinent et s'immobilisent complètement. La plupart de ceux qui s'arrêtent mettent seulement un pied au sol afin de repartir plus rapidement. Enfin, lorsque la signalisation indique aux cyclistes de marcher à côté de leur vélo, seulement 7 à 17 % le font.

- 4) Les cyclistes qui roulent avec un tandem ou une remorque sont les usagers les plus lents parmi l'ensemble des utilisateurs. Contrairement à l'idée reçue, les enfants sont aussi rapides que la plupart des autres usagers. Parmi les situations à risque qui ont pu être observées, notons principalement le temps de traversée excessif. Les cyclistes qui marchent à côté de leur vélo allongent, en moyenne, de 3 secondes leur temps total d'exposition sur la chaussée. Descendre du vélo pour traverser transforme le cycliste en piéton, à la différence qu'il est encombré d'une bicyclette qu'il doit guider parallèlement à son tracé pédestre.

- 5) Les conflits enregistrés sont plutôt rares. Toutefois, le taux de conflits est représentatif des difficultés des sites inspectés. Le site sans problème apparent cumule seulement 0,3 % de conflits (Shefford), le site avec un problème de visibilité en entraîne 1,2 % (Capelton) et le site avec un débit élevé totalise 2 % de conflits (Granby).

- 6) Pour ce qui est du volume de circulation, l'analyse des créneaux disponibles pour traverser confirme qu'avec au-delà de 10 000 véhicules par jour le cycliste fait face à des difficultés réelles de passage, et ce, indépendamment de son comportement. Avec un faible débit, inférieur à 5000 véhicules par jour, le cycliste dispose d'assez de temps pour traverser sans attendre trop longtemps. À partir de 40 secondes d'attente en marge de la chaussée, la moitié des cyclistes s'impatientent et traversent, même s'il y a des véhicules dans la zone de DVA du conducteur. À une minute d'attente, tous les cyclistes observés traversent en dépit du trafic circulant sur la route.

7. RECOMMANDATIONS

Ce rapport présente, dans un premier temps, la problématique des passages pour cyclistes et les solutions d'aménagement proposées dans la littérature, selon le contexte routier. Les deux chapitres consacrés à l'étude sur le terrain tentent de compléter et de valider ces constats en donnant le portrait le plus juste possible de la réalité québécoise.

Ce qui suit compare les résultats obtenus avec ceux des experts américains et européens. Les recommandations s'articulent autour des paramètres déterminants pour la sécurité des cyclistes aux passages pour cyclistes. Le rôle des recommandations est de présenter la logique et la réflexion sous-jacentes au guide de Bruneau, J-F., M. Pouliot et D. R. Morin (2000) *Guide d'établissement des priorités des choix d'aménagement pour les passages de pistes cyclables*, Coopératif de recherche en sécurité routière de l'Université de Sherbrooke, Sherbrooke, 24 p.

7.1. Visibilité

La visibilité est un élément de base du processus d'aménagement d'une intersection entre une piste cyclable et une route à haute vitesse. Elle est souvent citée comme facteur prépondérant, et il existe des formules spécifiques aux cyclistes pour mesurer les distances minimales de visibilité. Parmi les distances de visibilité qui existent, la DVA et la DVT sont les deux plus importantes à l'égard des cyclistes. Toutefois, pour le cycliste à l'intersection, les formules répertoriées traduisent deux approches et deux traitements différents. Les Finlandais présument que les cyclistes vont traverser la route sans s'immobiliser à l'arrêt obligatoire (Gittings *et al.*, 1994) et les Hollandais considèrent comme essentielle l'immobilité du cycliste à la ligne d'arrêt. Selon eux, celui-ci doit s'engager à partir d'une position stationnaire (CROW, 1993). Ces deux formules européennes tiennent compte de la vitesse moyenne des cyclistes.

Le concept des Finlandais se base sur le principe et le message du panneau « Cédez ». Au Québec, la pratique observée va en ce sens. La majorité des cyclistes surveillent la présence de véhicules motorisés sur la route. Cependant, ils traversent, si cela est possible, sans arrêter et rapidement pour limiter leur temps d'exposition et pour éviter les conflits de trajectoire. Malgré la propension des cyclistes à garder le rythme et à céder plutôt qu'à arrêter, il faut toujours calculer la DVT en présumant que le cycliste s'engagera à partir d'une position stationnaire. De ce fait, le temps de traversée utilisé pour la conception de l'intersection sera plus long. La formule de CROW est donc la plus pertinente et la plus appropriée dans le contexte québécois. De même, il y a un aspect méthodologique important à rappeler : la vitesse (temps de traversée) utilisée dans les calculs de visibilité devrait être remplacée par la vitesse moyenne des cyclistes en tandem ou avec une remorque pour vélo, car il s'agit de la clientèle la plus lente et la plus vulnérable. Malgré la proportion restreinte des tandems et des remorques, ils sont assez nombreux sur les pistes québécoises pour qu'on les considère.

7.2 Vitesse pratiquée

La vitesse pratiquée sur la route est un élément capital. Les résultats démontrent une constante similaire à ce qui existe pour les déplacements dans le réseau routier régulier : la vitesse 85^e percentile des conducteurs, le jour, correspond à la vitesse de conception utilisée par les ingénieurs, soit 10 km/h de plus que la vitesse affichée. Le comptage par tubes (MTQ, 1999a), plus fiable qu'un relevé radar, arrive à ce résultat; il est le meilleur outil de vérification, car la fiabilité du radar dépend de la discrétion de l'observateur, de l'heure du jour et de la journée de la semaine.

7.3 Volume de circulation

Le volume de circulation est l'autre élément déterminant du processus décisionnel pour accorder la priorité à un type de passage. Le seuil des 10 000 véhicules par jour est un DJMA qui apparaît dans la littérature comme un palier à partir duquel le choix du mode de régulation prend une importance majeure. À ce degré d'achalandage, Pein (1996) suggère des feux de circulation quelle que soit la vitesse et Sustrans (OAP, 1997) ajoute la nécessité de déniveler le passage avec un 85^e percentile supérieur à 96 km/h, ce qui correspond au Québec à une vitesse de 100 km/h. Dans les mêmes conditions, soit avec des pointes de plus de 500 véhicules à l'heure, la SDD (1989) conseille le feu de circulation, mais à condition qu'il y ait au moins 50 cyclistes à l'heure.

Le volume de cyclistes est une variable à considérer dans la mesure où des améliorations peuvent être apportées en leur faveur si ces derniers sont trop nombreux pour l'utilisation sécuritaire de l'infrastructure en place. L'abandon d'un concept d'aménagement sécuritaire ne peut être justifié par le fait que trop peu de cyclistes l'utiliseront. En effet, le risque est aussi élevé pour un cycliste seul que pour un groupe de cyclistes (Davies, 1996), et il est probablement moindre s'il y a un nombre important de cyclistes, car l'achalandage augmente les chances d'être aperçu. De plus, on ne peut pas toujours prédire avec exactitude quel sera le niveau d'achalandage d'un aménagement projeté. Dans tous les cas, il faut considérer qu'un nombre restreint de cyclistes n'est pas un motif de rejet pour le développement d'un concept d'aménagement sécuritaire (Gittings *et al.*, 1994). Cela revient à dire que le meilleur gage de sécurité est sans doute de faire abstraction du nombre de cyclistes afin de laisser les aspects de sécurité prédominer. De toute façon, si l'on se base sur le nombre de cyclistes et que ce nombre augmente avec le temps, il faudra tout de même procéder à un réaménagement en mesure d'assurer la sécurité aux utilisateurs de la piste.

7.4 Types d'usagers

Le type d'utilisateur rencontré sur la piste est une variable plus importante que le volume de cyclistes car elle entraîne une variation des vitesses pratiquées sur la piste. Beaucoup d'auteurs citent la présence d'enfants comme critère de justification du choix de l'aménagement. L'expérimentation démontre plutôt que les utilisateurs les plus lents et les plus vulnérables sont les conducteurs de remorques pour vélo et les cyclistes qui roulent sur un tandem. Selon le site, les enfants sont parfois plus rapides que tous les autres groupes d'utilisateurs.

7.5 Types d'arrêts effectués sur la piste

Peu importe le genre d'utilisateur au passage, un phénomène lié au type d'arrêt mérite d'être souligné dans les recommandations. Les cyclistes qui marchent à côté de leur vélo prennent plus de temps à traverser que les utilisateurs qui pédalent. Dans l'étude, les observations démontrent que cette pratique revient à accroître de 3 secondes l'exposition au risque sur la chaussée. En fait, aucun motif de sécurité valable n'explique adéquatement pourquoi on oblige les cyclistes à une telle pratique.

Nous croyons que la signalisation des voies cyclables devrait être remise en question à cet égard. Les calculs conçus pour les cyclistes aux intersections, dont les équations pour passages cyclables, sont prévus en fonction d'utilisateurs qui pédalent pour se rendre de l'autre côté. Si on utilisait les normes de visibilité du MTQ pour les piétons, qui sont les seules à concorder avec l'inscription des panneaux (obligation de marcher à côté du vélo), les distances de visibilité seraient très souvent prohibitives et peu respectées, car trop élevées. Donc, selon le principe de transparence, il faut assurer une visibilité aux abords de route qui reflète la condition des utilisateurs qui traversent. Si l'on oblige les cyclistes à marcher, la DVT à observer comme critère d'aménagement doit être celle du piéton.

7.6 Temps d'attente et temps disponible pour traverser

Le temps d'attente présente un caractère irritant pour les cyclistes. Ces derniers peuvent décider de traverser dans des conditions « à risque » s'ils jugent qu'ils attendent depuis trop longtemps. Après 40 s de temps d'arrêt, la moitié des cyclistes observés traversent malgré la présence d'un ou de plusieurs véhicule(s) dans la zone de DVA. Pour cette raison, un temps d'arrêt ne dépassant pas 40 s serait un seuil « psychologique » à respecter puisque, dès lors, une majorité de cyclistes ne respectent plus la priorité des véhicules sur la route.

L'expérience sur le terrain ne valide pas le seuil critique de 10 000 véh/j pour l'ensemble des sites qui détiennent un DJMA de ce calibre. Avec une DVA plus courte, les sites à 70 km/h et avec 10 000 véh/j pourraient dégager davantage de créneaux de passage ou encore réduire le nombre des créneaux d'attente qui sont trop longs. Toutefois, comme il est démontré, par rapport à une zone de 90 km/h, la zone de 70 km/h ne fait qu'abaisser le temps de discrimination de 1 seconde. Il y a donc fort à parier que les créneaux disponibles seront identiques, dans ces deux zones de vitesse, avec un débit qui demeure constant. Il est donc suggéré de donner préséance au volume de circulation plutôt qu'à la vitesse affichée ou à la vitesse de conception.

Dans cette étude, l'analyse des créneaux est une ébauche expérimentale pour déterminer des seuils à considérer dans une éventuelle grille de détermination des priorités des choix d'aménagement. Cependant, il ne faut pas envisager l'utilisation de l'analyse des créneaux dans une démarche de planification. Cela est trop complexe, d'autant plus qu'avec cette technique il faut tout de même, en bout de piste, établir empiriquement les seuils critiques. Il s'agit d'une technique exploratoire utilisée dans le contexte d'une recherche.

7.7 Axe du passage

L'axe du passage doit toujours être à angle droit pour réduire au minimum la longueur et le temps de traversée. Ce principe de base (MnDOT, 1996; Pietrucha and Opiela, 1993; Vélo Québec, 1992) est vérifiable sur tout passage désaxé. Si la piste croise la route à un angle différent de 90°, cela revient à allonger le temps de traversée et le temps d'exposition aux conflits avec les véhicules. Changer l'axe du passage peut parfois entraîner une réduction significative du temps de traversée, ce qui améliore la possibilité de donner au cycliste les créneaux dont il a besoin pour traverser.

À défaut de pouvoir déplacer le passage à quelques mètres du croisement original, il faut songer à la possibilité de l'aménager sur un autre site. Cela peut être obtenu en amenant les cyclistes à longer la piste, en parallèle avec la route, sur une certaine distance. Cette option est également valable si le but est d'éliminer les croisements multiples entre une même route et une même piste. Pour limiter l'inconfort des cyclistes et les possibilités de conflits avec les véhicules motorisés, un seul croisement, maximum, par kilomètre de piste doit être considéré.

7.8 Signalisation (panneaux et marquage)

Le panneau signalant la présence d'un passage devrait être jaune comme les autres panneaux de signalisation de danger. Il faut privilégier les éléments qui attirent l'attention du conducteur. Le signal avancé devrait toujours exister, peu importe la circonstance, le lieu et le type de signalisation à l'intersection entre la piste et la route. De plus, deux panneaux valent mieux qu'un. Le panneau le plus éloigné devrait être plus gros, en plus d'afficher la distance à parcourir avant le passage.

Le marquage au sol doit servir à mettre en évidence le site de passage et à le découper par rapport au reste de l'environnement. Le meilleur traitement pour rehausser la visibilité du corridor consiste à utiliser le marquage des passages pour piétons en milieu urbain, soit le type « échelle », avec des traits de 0,4 m espacés de 0,4 m et orientés perpendiculairement au passage. Le MTQ (1990a) le recommande et l'étude de stimuli de Knoblauch *et al.* (1988) confirme qu'il est le plus efficace pour capter l'attention des conducteurs. Le passage coloré en bleu est une solution intéressante à cet égard, de par son efficacité (Pronovost *et al.*, 1995; Nilsson et La Cour Lund, 1999) et son coût abordable.

Le marquage au sol recommandé à l'heure actuelle (carrés jaunes alignés aux extrémités du corridor) est minimal et son utilité peut être remise en question. En fait, le marquage ne devrait pas servir à diriger et à canaliser le cycliste. Ce dernier sait où il va, il ne fait que suivre la piste. Le marquage a plutôt comme fonction d'avertir les automobilistes, par un message visuel, de la présence d'un risque de conflit. Les normes devraient être modifiées pour s'harmoniser avec ces notions fondamentales de sécurité routière.

7.9 Établissement des priorités des options d'aménagement

En Europe, la priorité peut être accordée au cycliste dans le seul cas où la limite de vitesse est égale ou inférieure à 50 km/h et que le débit de véhicules est faible (OAP, 1997; CTC, Davies, 1996; BA, 1994; RTD, 1993), et nécessairement inférieur à 4000 véh/j. Cependant, les experts ne retiennent cette option que dans le cas de routes très mineures (rue privée, cul-de-sac résidentiel, entrée de cour, etc.). Toutefois, cette pratique est surtout urbaine et elle s'accompagne de *traffic calming* si la vitesse est de 50 km/h ou si le DJMA est de 5000 véh/j (Pein, 1996). La problématique du milieu rural, avec une circulation à haute vitesse, ne permet pas de considérer la possibilité d'arrêter les conducteurs au milieu d'une section de route.

De même, il est difficile de concevoir un feu de circulation sur un tronçon de route numérotée en milieu rural. Cette option est déconseillée, sauf en milieux urbain et périurbain. Les principales contraintes d'un feu sont l'effet de surprise et l'impact sur la fluidité du trafic. Les arrêts de circulation causés par la phase réservée aux cyclistes peuvent faire refouler les véhicules sur la route. De plus, d'autres dangers sont reliés au feu de circulation. Si la voie est libre, le cycliste risque de ne pas utiliser le feu, ce qui nuit à la crédibilité de la signalisation, chez les cyclistes et chez les conducteurs. Il est préférable d'implanter la signalisation sur la piste cyclable et de laisser la route libre d'aménagements contraignants qui nuisent à la fluidité du trafic. Des mécanismes peuvent être utilisés pour ralentir les véhicules motorisés sans imposer d'entrave à cet égard (délinéateurs, feux clignotants et pavage vibrant).

Sur la piste, le choix entre un panneau d'arrêt ou un panneau « Cédez » est subjectif. Toutefois, le panneau « Cédez » ne devrait pas être installé si le DJMA excède 500 véh/j.

L'îlot de protection (îlot central) est une solution de rechange envisageable en milieux urbain et rural, mais elle demeure mieux adaptée au contexte urbain, surtout sur les routes déjà munies d'un terre-plein (ex. : boulevard urbain ou périurbain). L'îlot est possible si la largeur de la route existante est suffisante, à défaut de quoi une bande riveraine à la chaussée devra être ajoutée à partir de l'emprise. L'avantage de l'îlot est de diminuer les temps de traversée et les créneaux requis.

Quant au choix de déniveler ou non un passage, les recommandations d'experts relevées dans la littérature ne semblent pas appuyées de justifications scientifiques. Les observations sur le terrain vont à l'encontre de certaines grilles d'établissement des priorités. En fait, aucun élément de sécurité ne justifie un passage dénivelé dès que la route affiche 70 km/h ou plus, tel que le proposent les Finlandais (MnDOT, 1996). Plus important que la vitesse, c'est le volume de circulation qui détermine la difficulté d'un cycliste à traverser. La problématique de la vitesse est fonction de la distance de visibilité. En contrepartie, le volume de circulation ne peut pas être mis en relation avec une autre variable qui amenuise son impact. Un débit élevé reste toujours un débit élevé; il s'agit d'une contrainte indépendante de la vitesse affichée.

Nous conseillons de déniveler toute intersection du milieu rural entre une piste cyclable et une route qui détient un DJMA de 10 000 véh/j ou plus. À conditions égales, en milieu urbain ou périurbain, le recours au passage dénivelé peut être retenu lorsque toutes les autres options s'avèrent impossibles. En milieu urbain, il est toujours possible de dévier le flux cycliste vers une intersection contrôlée. Si le choix final porte sur la construction d'un passage dénivelé, il faut privilégier l'option du tunnel. Le tunnel et le demi-tunnel permettent au cycliste de traverser sans difficulté, à cause de la pente descendante qui aide à remonter la pente ascendante de l'autre côté. De plus, le tunnel n'impose pas de contrainte de dégagement au-dessus de la route.

7.10 Aménagements supplémentaires

Des recommandations techniques sont également formulées, consécutives à une synthèse des constats de la littérature et des observations sur le terrain. Ces aménagements supplémentaires n'existent pas encore au Québec, du moins sur les pistes cyclables. Ils méritent tout de même une attention particulière, et ces propositions doivent être explorées et étudiées plus à fond.

La première recommandation de cette rubrique est formelle et peut être appliquée dès maintenant. L'asphaltage des entrées de piste est fortement recommandé. Cela sert à démarquer le site de passage mais surtout à faciliter la tâche aux cyclistes. Il est plus facile de s'engager et d'accélérer sur l'asphalte que sur du gravier. Les entrées de piste devraient être asphaltées en forme d'entonnoir, afin de laisser libre cours aux manœuvres des cyclistes et de façon à permettre à plusieurs cyclistes d'y attendre en sécurité. Si l'entrée est asphaltée, il faut s'assurer qu'elle soit entretenue et gardée propre, car les débris et la poussière qui s'accumulent rendent la surface très glissante.

Des avertisseurs vibrants (chaussée encavée) permettraient de prévenir les conducteurs de la présence d'une zone de danger imminente (le passage pour cyclistes). Ce système est déjà utilisé pour réduire la vitesse à l'approche d'une zone de 50 km/h.

Une autre façon de réduire la vitesse à l'approche du passage consiste à briser la perspective du conducteur par l'effet d'entonnoir. Un marquage de l'accotement, d'une autre couleur ou d'une forme différente, permettrait de donner l'illusion au conducteur que la route rétrécit.

De façon générale, il faut chercher à éliminer les obstacles visuels aux entrées des pistes afin de ne pas gêner la visibilité des cyclistes. Cela inclut la signalisation obligatoire et toute forme de signalisation directionnelle ou commerciale.

L'installation de quatre délinéateurs assez rapprochés de la chaussée, formant un carré, est une option d'aménagement qui servirait à rehausser la perceptibilité du site par les automobilistes.

Un feu clignotant pourrait aussi être installé au-dessus de l'intersection. Il serait jaune clignotant sur la route, de façon à induire un ralentissement pour les véhicules motorisés, et rouge clignotant sur la piste, de façon à renforcer le message d'arrêt obligatoire pour les cyclistes.

8. RÉFÉRENCES

- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY TRANSPORTATION OFFICIALS TASK FORCE ON GEOMETRIC DESIGN (1991). *Guide for the Development of Bicycle Facilities*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, USA, 44 p.
- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY TRANSPORTATION OFFICIALS (1990). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, USA, 1044 p.
- ANONYME (1998). « Illuminated Crosswalk lights the way for pedestrian safety », *Traffic Management & Safety, December Supplement to Roads & Bridges*, p. 14-15.
- AULTMAN-HALL, L. et F.L. HALL, (1998). « Ottawa-Carleton commuter cyclist on-and off-road incident rates », *Accident Analysis and Prevention*, 30 (1), Pergamon Press, Tarrytown, NY, USA, p. 29-43.
- BAASS, K. (1993). *Précis sur la signalisation routière au Québec*, Association québécoise du transport et des routes, 699 p.
- BERGERON, J., C. ROBITAILLE, M.-F. JOLY, A. BAZINET et P. JOLY (1992) *Cinq ans d'observations sur le comportement des cyclistes*, Centre de recherche sur les transports, CRT-849, Université de Montréal et École Polytechnique, Montréal, 15 p.
- BICYCLE ASSOCIATION (1994). *Making Ways for the Bicycle. A Guide to Traffic-Free Path Construction*, Sustans - Paths For People, Bristol, England, 56 p.
- BISSONNETTE, A. et N. LE GAL, (1998). *Code de la sécurité routière annoté*, Éditions Yvon Blais, Cowansville, Québec, 576 p.
- BONNISON, J. A. et P. T. MCCOY (1997). *Capacity and Operational Effects of Midblock Left-Turn Lanes*, *National Cooperative Highway Research Program, Report 395*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, USA, 135 p.
- BOWMAN, B. L., J. J. FRUIN et C. V. ZEEGER (1989). *Planning, Design and Maintenance of Pedestrian Facilities*, United States Department of Transportation, Federal Highway Administration, FHWA-IP-88-019, Research, Development, and Technology, Turner-Fairbank Highway Research Center, McLean, VA, USA, 262 p.

- BRÖG, W., E. Erl, K. OTTO, et G. SAMMER (1984). « Promotion and Planning for Bicycle Transportation : An International Overview », *Transportation Research Record 959, Pedestrian and Bicycle Facilities*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, USA, p. 73-79.
- BROWN, B., C. FARLEY, et J.-F. BRUNEAU (1997). *Inventaire et inspection des infrastructures cyclables en Montérégie, 1997*, Direction de la santé publique, Régie de la santé et des services sociaux de la Montérégie, 24 juin 1998, 58 p.
- BROWNFIELD, J. et O. FABER. (1996). *Junction improvements for vulnerable road users*, 24th European Transport Forum. Proceedings of Seminar H, Traffic Management and Road Safety, Brunel University, England, 2-6 septembre 1996, PTRC Education and Research Services, 8 p.
- BRUNEAU, J.-F. (1998). *Les accidents de vélo et les conflits entre cyclistes et motorisés en milieu urbain de taille moyenne (Sherbrooke, 1989-95)*, Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, 287 p.
- CAMPEAU, S. et M. PANNETON (1997). « L'état du vélo au Québec en 1995 et 1996 », *Recherches Transport, 11*, ministère des Transports du Québec, Québec, p. 10-15.
- CLARKE, A. et L. Tracy (1995). *Bicycle Safety-Related Research Synthesis*, Bicycle Federation of America and Federal Highway Administration, FHWA-94-062, Washington, DC, USA, 152 p.
- CUMMING, A. et R. Shepherd (1999). « Aménager des pistes cyclables sur des routes existantes », *Routes/Roads*, avril (302), Association mondiale de la Route (AIPCR), Paris, France, p. 5-16.
- DAVIES, D. (1996). *Cycle friendly infrastructure: guidelines for planning and design*, Cyclists' Touring Club, Godalming, Surrey, England, 101 p.
- DAVIES, D., M. SHARPE *et al.* (1998). *Guidelines For Cycle Audit and Cycle Review*, The Institution of Highways & Transportation, London, UK, 100 p.
- FRANKLIN, J. (1999). « Two decades of the Redway cycle paths in Milton Keynes », *Traffic Engineering and Control*, 40 (7/8), p. 393-396.
- GÅRDER, P., L. LEDEN et T. Thedén (1994). « Safety implications of bicycle paths at signalized intersections », *Accident Analysis and Prevention*, 26 (4), Pergamon Press, Tarrytown, NY, USA, p. 429-439.
- GATTIS, J. L. et S. T. LOW (1999). « Gap Acceptance at Atypical Stop-Controlled Intersections », *Journal of Transportation Engineering*, 125 (3), ASCE, p. 201-207.

- GITTINGS, G. L., D. J. TORBIC et L. A. ZANGWILL (1996). « Evaluation of planning and design issues for multiuse trail and highway crossings », *Transportation Research Record 1538, Safety and Human Performance, Pedestrian and Bicycle Research*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, USA, p. 102-110.
- GITTINGS, G. L., D. J. TORBIC, D. J. et L. A. ZANGWILL (1994). *PennDOT/MAUTC Partnership Task 16: Evaluation of PennDOT Policies Related to Rails to Trails Program*, Pennsylvania Transportation Institute, PTI 9512, Pennsylvania State University, Research Office Building, University Park, PA, USA, 154 p.
- GRAHAM, C. (1995). *Joint statement on providing for walking and cycling as transport and travel*, Cyclists' Touring Club, Godalming, Surrey, England, 8 p.
- HARKEY, D. L. et J. R. STEWART (1997). « Evaluation of Shared-Use Facilities for Bicycles and Motor Vehicles », *Transportation Research Record 1578*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, USA, p. 111-118.
- HARLAND, D. G., R. G. JACOBY et D. PICKERING (1986). « Footways used by cyclists and pedestrians », *Traffic Engineering and Control*, 27 (5), p. 283-287.
- HARRISON, J. H., R. D. HALL et D. G. HARLAND (1989). *Literature review of accident analysis methodologies and cycle facilities*, Transport Research and Road Laboratory, Department of Transport, TRRL Research Report 163, Crowthorne, Berkshire, England, 39 p.
- HUGHES, R. (?). *Intersection Ingenuity*, Directions, Highway Safety Research Center, University of North Carolina, NC, USA, p. 4, 5, 15.
- INSALL, P. (1992). « Demonstrating the viability of sustainable transport », *Town and Country Planning*, 61 (nov.-déc.), p. 313-315.
- JACKSON, M. (1999). *Communication écrite*, Go Bike!, Martinez, Ca, USA.
- JANSSEN, W., R. VAN DER HORST, P. BAKKER et W. BROEKE (1988). *Auto-auto and auto-bicycle interactions in priority situations*, Road user behaviour: theory and research, Assen, Van Gorum, Netherlands, p. 639- 644.
- KETTERIDGE, P. et D. PERKINS (1993). « The Milton Keynes Redways. Highways and Transportation », *The Journal of the Institution of Highways and Transportation & IHIE*, 40 (10), The Institution of Highways and Transportation, London, England, p. 28-31.
- KJEMTRUP, K. (1992). *Guidelines for Geometric Design of Roads and Paths in Urban Areas*, Conférence Vélo Mondiale Pro Bike / Velo City, Montréal, 13-17 septembre 1992, Pro Bike / Velo City, p. 182-186.

- KNOBLAUCH, R. L., B. H. TUSTIN, S. A. SMITH et M. T. PIETRUCHA (1988). *Investigation of Exposure Based Pedestrian Accident Areas : Crosswalks, Sidewalks, Local Streets, and Major Arterials*, United States Department of Transportation, Federal Highway Administration, FHWA-RD-88-038, Washington, DC, USA, 144 p.
- MACKAY, J. (1994). *Bicycle Facility Signing and Pavement Markings*, Eighth International Symposium on Bicycling and Walking, Portland, Oregon, 6-9 septembre 1994, Pro Bike / Pro Walk 94, p. A-10.
- MACKAY, J. (1994). *Good Design / Bad Design*, Eighth International Symposium on Bicycling and Walking, Portland, Oregon, 6-9 septembre 1994, Pro Bike / Pro Walk 94, p. A-2.
- MACKAY, J. (1992). *Rails to Trails*, Conférence Vélo Mondiale Pro Bike / Velo City, Montréal, 13-17 septembre 1992, Pro Bike / Velo City, p. 554-555.
- MCCLINTOCK, H. et D. Palmer (1999). « Planning for cycling and walking », *Highways and Transportation*, mars 1999, The Institute of Highway Incorporated Engineers, London, UK, p. 13-14.
- MILAZZO II, J. S., N. M. ROUPHAIL, D. P. ALLEN et J. E. HUMMER (1997). *Proposed Revisions to Highway Capacity Manual*. chap. IX, « Pedestrian and Bicycle Analysis Procedures », American Society of Civil Engineers, Transportation Research Board, New York, NY, USA, p. 528-534.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (1999a). *Compilation spéciale site « Capelton »*. *Comptages de véhicules et vitesses pratiquées*, 23-26 sept. 1999, ministère des Transports du Québec, Direction de l'Estrie, Sherbrooke.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (1999b). *Compilation spéciale site « Granby »*. *Comptage de véhicules et relevés de vitesses*, 16 juin 1999, ministère des Transports du Québec, Direction de la Montérégie-Est, Longueuil.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (1998). *Normes. Ouvrages routiers, Tome I, Conception routière*, chap. XV, « Voies cyclables », ministère des Transports du Québec, 33 p.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (1996). *Fichier des DJMA 1996*, ministère des Transports du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC ET SOCIÉTÉ DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC (1995). *Politique sur le vélo*, ministère des Transports du Québec, 22 p.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (1990a). *Signalisation des voies cyclables*, Les Publications du Québec, ministère des Transports du Québec, Québec, 93 p.

- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (1990b). *La signalisation routière au Québec*, Les Publications du Québec, ministère des Transports du Québec, Québec.
- MINNESOTA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (1996). *Minnesota Bicycle Transportation and Design Guidelines*, Minnesota Department of Transportation, Saint Paul, MN, USA, 70 p.
- MINNESOTA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (1992). *Plan B, The Comprehensive State Bicycle Plan : Realizing the Bicycle Dividend*, Minnesota Department of Transportation, Saint Paul, MN, USA, 87 p.
- MOE, P. C. (1994). *Resource List for Trail and Greenway Planning and Design*, Eighth International Symposium on Bicycling and Walking, Portland, Oregon, 6-9 septembre 1994, Pro Bike / Pro Walk 94, p. G-9.
- NATIONAL COMMITTEE ON UNIFORM TRAFFIC CONTROL (1998). *Bikeway Traffic Control Guidelines for Canada*, Transportation Association of Canada, Ottawa, 74 p.
- NILSSON, P. K. et Lund, B. LA COUR (1999). « Meilleurs moyens de promouvoir et protéger la marche et le cyclisme », *Routes/Roads*, janv. (301), Association mondiale de la Route (AIPCR), Paris, France, p. 49-56.
- NOORDZIJ, P. (1988). *Studies of safety at intersections : some theoretical and methodological issues. Road user behaviour: theory and research*, Assen, Van Gorum, Netherlands, p. 622- 625.
- OVE ARUP & PARTNERS, CONSULTING ENGINEERS (1997). « The National Cycle Network - Guidelines and Practical Details », *Issue 2, Sustrans, National Cycle Network*, Bristol, England, 181 p.
- PEIN, W. (1997). « Bicyclist Performance on a Multiuse Trail », *Transportation Research Record 1578, Pedestrian and Bicycle Research*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, USA, p. 127-131.
- PEIN, W. E. (1996). *Trail Intersection Design Guidelines*, Highway Safety Research Center, University of North Carolina, Chapel Hill, NC, USA.
- PFEFER, R. C., A. SORTON, J. C. FEGAN et M. J. ROSENBAUM (1982). « Chapter 15 - Bicycle Ways », in *Synthesis of Safety Research Related to Traffic Control and Roadway Elements*, United States Department of Transportation, Federal Highway Administration, vol. 2 (FHWA-TS-82-233), Washington, DC, USA, 32 p.
- PIETRUCHA, M. T. et K. S. OPIELA (1993). « Safe Accommodation of Pedestrians at Intersections », *Transportation Research Record 1385*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, USA, p. 12-21.

- PLOEGER, J. et C. BOSSELAAR (1993). *Designing for cycling, the new dutch design manual. Environmental issues*, Proceedings of Seminar A held at the PTRC European Transport, Highways and Planning, 21st Summer Annual Meeting, University of Manchester, Institute of Science and Technology, England, 13-17 septembre 1993, PTRC Education and Research Services, London, England, p. 227-238.
- PRAVETZ, J. (1995). A Review of Bicycle Policy and Planning Developments in Western Europe and North America - A Literature Search, Government of South Australia, Director-General of Transport, South Australia, 148 p.
- PRONOVOST, J.-F., J. BERGERON, E. LAVIOLETTE et M. LUSIGNAN (1995). Amélioration des traverses cyclables au moyen d'un traitement de la chaussée, Compte rendu de la 9^e Conférence canadienne multidisciplinaire sur la sécurité routière, Université de Montréal, Montréal, 28-31 mai 1995, p. 295-306.
- RÄSÄNEN, M., I. KOIVISTO et H. SUMMALA (1999). « Car Driver and Bicyclist Behavior at Bicycle Crossings Under Different Priority Regulations », *Journal of Safety Research*, 30 (1), Pergamon Press, Tarrytown, NY, USA, p. 67-77.
- RÄSÄNEN, M. et H. SUMMALA (1998). « Attention and expectation problems in bicycle-car collisions », *Accident Analysis and Prevention*, 30 (5), Pergamon Press, Tarrytown, NY, USA, p. 657-666.
- RÄSÄNEN, M., H. SUMMALA, et E. PASANEN (1998). « The safety effect of sight obstacles and road-markings at bicycle crossings », *Traffic Engineering and Control*, 39 (2), p. 98-102.
- ROUPHAIL, N. M. (1984). « Midblock Crosswalks : A User Compliance and Preference Study », *Transportation Research Record 959. Pedestrian and Bicycle Facilities*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, USA, p.41-47.
- RYAN, K.-L. (1992). Planning for a Successful Rail-Trail Design, Conférence Vélo Mondiale Pro Bike / Velo City, Montréal, 13-17 septembre 1992, Pro Bike / Velo City, p. 562-564.
- RYAN, K.-L. et J. A. WINTERICH (1993). *Secrets of Successful Rail-Trails. An Acquisition and Organizing Manual for Converting Rails into Trails*, Rails-to-Trails Conservancy, 180 p.
- SCOTTISH DEVELOPMENT DEPARTMENT (1989). *Providing for the Cyclist. Cyclists at Road Crossings and Junctions. Shared Use by Cyclists and Pedestrians*, Scottish Development Department, Edimburgh, Scotland, 42 p.
- SHAFIZADEH, K. et D. Niemeier (1997). « Bicycle Journey-to-Work. Travel Behavior Characteristics and Spatial Attributes », *Transportation Research Record 1578*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, USA, p. 84-90.

- SMITH, D. T. (1975). *Safety and Locationnal Criteria for Bicycle Facilities. Final Report*, United States Department of Transportation, Federal Highway Administration, FHWA-RD-75-112, Washington, DC, USA, 251 p.
- STUTTS, J. C. et W. W. HUNTER (1999). « Motor vehicle and roadway factors in pedestrian and bicyclist injuries : an examination based on emergency department data », *Accident Analysis and Prevention*, 31 (5), Pergamon Press, Tarrytown, NY, USA, p. 505-514.
- STUTTS, J. C., W. W. HUNTER, L. TRACY et W. C. WILKINSON (1992). *Pedestrian and bicyclist safety : A Review of Key Program and Countermeasure Developments During the 1980's*, Highway Safety Research Center, University of North Carolina, NC, USA, 121 p.
- TEPLY, S., D. I. ALLINGHAM, B. W. RICHARDSON et B. W. STEPHENSON (1995). *Canadian Capacity Guide for Signalized Intersections*, Institute of transportation engineers (ITE District 7, Canada), 115 p.
- TOP, T. et D. TIMMERMANS (1988). *Behaviour of cyclists at intersections. Road user behaviour : theory and research*, Assen, Van Gorum, Netherlands, p. 632- 638.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF TRANSPORTATION AND FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (1988). *Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways*, U.S. Government Printing Office, FHWA-SA-89-006, Washington, DC, USA.
- VÉLO QUÉBEC (1992). *Guide technique d'aménagement des voies cyclables* Vélo Québec, 2^e éd., Montréal, 189 p.
- VÉLO QUÉBEC (1995). *Les sentiers du 21^e siècle. Planification, design et gestion des sentiers polyvalents*, Vélo Québec, Traduction de Rails-to-Trails Conservancy (1993) Trails For The Twenty-First Century, Montréal, 223 p.
- WILKINSON, W. C., A. CLARKE, B. EPPERSON et R. KNOBLAUCH (1994). *The Effects of Bicycle Accomodations on Bicycle/Motor Vehicle Safety and Traffic Operations*, Federal Highway Administration, FHWA-RD-92-069, McLean, Virginia, USA, 135 p.
- ZACHARIAS, J. (1999). « The Amsterdam Experiment in Mixing Pedestrians, Trams and Bicycles », *ITE Journal*, août 1999, p. 22-28.
- ZEEGER, C. V. et S. F. ZEEGER (1992). *Design of Pedestrian Facilities*, Institute of Transportation Engineers, ITE Technical Committee 5A-5, Highway Safety Research Center, chap. X « Grade-Separated Crossings », University of North Carolina, Chapel Hill, NC, USA, p. 41-44.

Outils méthodologiques utilisés pour l'examen des sites

FICHE TECHNIQUE «Passage de piste cyclable»

Date : ____/____/____

NOSEQ : _____ Route / tronçon / section / chaînage: _____/_____/_____/_____ - _____

 Région (DT) : _____ Classe de route : nationale régionale collectrice

Mun. : _____ DJME : _____v/j (19____) % camions : _____ %

Piste : _____ Longueurs : traverse : _____m; accotements : _____m

 Type de milieu : urbain périurbain rural Présence de : école commerce tourisme industrie

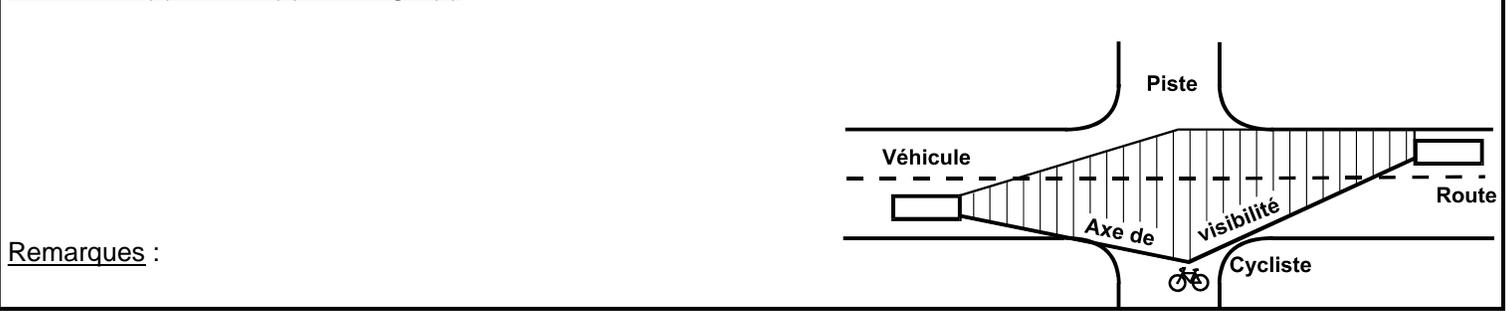
| PISTE CYCLABLE | ROUTE TRAVERSÉE |
|--|--|
| Approche 1 | Approche 1 |
| Surface : asphaltée <input type="radio"/> gravier <input type="radio"/> autre <input type="radio"/> | Surface : asphaltée <input type="radio"/> gravier <input type="radio"/> autre <input type="radio"/> : _____ |
| Pente : montée <input type="radio"/> descente <input type="radio"/> nulle <input type="radio"/> : 1 - 3 % <input type="radio"/> 4 - 7 % <input type="radio"/> 8 % + <input type="radio"/> : _____ | Pente : montée <input type="radio"/> descente <input type="radio"/> nulle <input type="radio"/> : 1 - 3 % <input type="radio"/> 4 - 7 % <input type="radio"/> 8 % + <input type="radio"/> : _____ |
| Courbe : forte <input type="radio"/> modérée <input type="radio"/> nulle <input type="radio"/> | Courbe : forte <input type="radio"/> modérée <input type="radio"/> nulle <input type="radio"/> |
| Largeur : section / entrée de piste : _____m / _____ | Vitesse : 50o 60o 70o 80o 90o o : _____ |
| Signal avancé : non <input type="radio"/> oui <input type="radio"/> : _____m | Voies : 1o 2o 3o |
| Prescription : aucune <input type="radio"/> cédez (aérien) <input type="radio"/> cédez (sol) <input type="radio"/> arrêt (aérien) <input type="radio"/> arrêt (sol) <input type="radio"/> feu <input type="radio"/> | Largeur voie(s) : _____m; accotement : _____m |
| Ligne d'arrêt : non <input type="radio"/> oui <input type="radio"/> : _____m de la chaussée | Marquage des voies : continu <input type="radio"/> dépassement permis <input type="radio"/> |
| Bollards : n ^{bre} : _____ dégagement : _____m dist. | Signal avancé traverse : non <input type="radio"/> 1 : _____m 2 : _____m |
| DVT cycliste (à gauche) : _____m (_____m) | Signal de traverse : non <input type="radio"/> oui <input type="radio"/> : _____m |
| DVT cycliste (à droite) : _____m (_____m) | Prescription : aucune <input type="radio"/> cédez <input type="radio"/> arrêt <input type="radio"/> feu <input type="radio"/> |
| | DVA motorisé : _____m (_____m) |
| Approche 2 | Approche 2 |
| Surface : asphaltée <input type="radio"/> gravier <input type="radio"/> autre <input type="radio"/> | Surface : asphaltée <input type="radio"/> gravier <input type="radio"/> autre <input type="radio"/> : _____ |
| Pente : montée <input type="radio"/> descente <input type="radio"/> nulle <input type="radio"/> : 1 - 3 % <input type="radio"/> 4 - 7 % <input type="radio"/> 8 % + <input type="radio"/> : _____ | Pente : montée <input type="radio"/> descente <input type="radio"/> nulle <input type="radio"/> : 1 - 3 % <input type="radio"/> 4 - 7 % <input type="radio"/> 8 % + <input type="radio"/> : _____ |
| Courbe : forte <input type="radio"/> modérée <input type="radio"/> nulle <input type="radio"/> | Courbe : forte <input type="radio"/> modérée <input type="radio"/> nulle <input type="radio"/> |
| Largeur : section / entrée de piste : _____m / _____ | Vitesse : 50o 60o 70o 80o 90o o : _____ |
| Signal avancé : non <input type="radio"/> oui <input type="radio"/> : _____m | Voies : 1o 2o 3o |
| Prescription : aucune <input type="radio"/> cédez (aérien) <input type="radio"/> cédez (sol) <input type="radio"/> arrêt (aérien) <input type="radio"/> arrêt (sol) <input type="radio"/> feu <input type="radio"/> | Largeur voie(s) : _____m; accotement : _____m |
| Ligne d'arrêt : non <input type="radio"/> oui <input type="radio"/> : _____m de la chaussée | Marquage des voies : continu <input type="radio"/> dépassement permis <input type="radio"/> |
| Bollards : n ^{bre} : _____ dégagement : _____m dist. | Signal avancé traverse : non <input type="radio"/> 1 : _____m 2 : _____m |
| DVT cycliste (à gauche) : _____m (_____m) | Signal de traverse : non <input type="radio"/> oui <input type="radio"/> : _____m |
| DVT cycliste (à droite) : _____m (_____m) | Prescription : aucune <input type="radio"/> cédez <input type="radio"/> arrêt <input type="radio"/> feu <input type="radio"/> |
| | DVA motorisé : _____m (_____m) |

CROQUIS DU SITE

- 1) Orienter la piste verticalement et la route horizontalement, ensuite localiser la flèche du nord.
- 2) Approche 1 (A1) : en bas pour la piste, à gauche pour la route; Approche 2 (A2) : en haut pour la piste, à droite pour la route.
- 3) Noter toute distance (visibilité, dégagement, largeur), la localisation des éléments du site (symboliser) et l'angle de prise des photos.

| | |
|--|---|
| Marquage au sol | Axe du passage : rectiligne <input type="radio"/> désaxé <input type="radio"/> décalé <input type="radio"/> les 2 <input type="radio"/> |
| Lignes pleines <input type="radio"/> discontinues <input type="radio"/> marquage zonal <input type="radio"/> | Feu clignotant : oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> |
| Parallèle à la piste <input type="radio"/> perpendiculaire <input type="radio"/> oblique <input type="radio"/> | Pavage vibrant : oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> |
| Espacement entre les traits : _____ m | Îlot de protection : oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> |
| Longueur / largeur des traits : _____ / _____ | Goulot d'étranglement : oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> |
| Couleur des traits : blanc <input type="radio"/> jaune <input type="radio"/> bleu <input type="radio"/> | Chicanes : oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> |
| Symboles : _____ | Surélévation : oui, piste <input type="radio"/> oui, route <input type="radio"/> non <input type="radio"/> |
| Ségrégation : aucune <input type="radio"/> cycliste/piéton <input type="radio"/> autre <input type="radio"/> | Intersection voisine : _____ m; Type : _____ |
| Centre de la route : terre-plein <input type="radio"/> refuge possible <input type="radio"/> | Intersection voisine : _____ m; Type : _____ |

Obstruction(s) visuelle(s) ou danger(s) :



Remarques :

ÉTUDE DE CIRCULATION EN COURS



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

N° SEQ : _____ Heure : _____ à _____

| Auto | 52 | 104 | 156 | 208 | 260 | 312 | 364 | 416 | 468 | Cam | Mot |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 53 | 105 | 157 | 209 | 261 | 313 | 365 | 417 | 469 | 1 | 1 |
| 2 | 54 | 106 | 158 | 210 | 262 | 314 | 366 | 418 | 470 | 2 | 2 |
| 3 | 55 | 107 | 159 | 211 | 263 | 315 | 367 | 419 | 471 | 3 | 3 |
| 4 | 56 | 108 | 160 | 212 | 264 | 316 | 368 | 420 | 472 | 4 | 4 |
| 5 | 57 | 109 | 161 | 213 | 265 | 317 | 369 | 421 | 473 | 5 | 5 |
| 6 | 58 | 110 | 162 | 214 | 266 | 318 | 370 | 422 | 474 | 6 | 6 |
| 7 | 59 | 111 | 163 | 215 | 267 | 319 | 371 | 423 | 475 | 7 | 7 |
| 8 | 60 | 112 | 164 | 216 | 268 | 320 | 372 | 424 | 476 | 8 | 8 |
| 9 | 61 | 113 | 165 | 217 | 269 | 321 | 373 | 425 | 477 | 9 | 9 |
| 10 | 62 | 114 | 166 | 218 | 270 | 322 | 374 | 426 | 478 | 10 | 10 |
| 11 | 63 | 115 | 167 | 219 | 271 | 323 | 375 | 427 | 479 | 11 | 11 |
| 12 | 64 | 116 | 168 | 220 | 272 | 324 | 376 | 428 | 480 | 12 | 12 |
| 13 | 65 | 117 | 169 | 221 | 273 | 325 | 377 | 429 | 481 | 13 | 13 |
| 14 | 66 | 118 | 170 | 222 | 274 | 326 | 378 | 430 | 482 | 14 | 14 |
| 15 | 67 | 119 | 171 | 223 | 275 | 327 | 379 | 431 | 483 | 15 | 15 |
| 16 | 68 | 120 | 172 | 224 | 276 | 328 | 380 | 432 | 484 | 16 | 16 |
| 17 | 69 | 121 | 173 | 225 | 277 | 329 | 381 | 433 | 485 | 17 | 17 |
| 18 | 70 | 122 | 174 | 226 | 278 | 330 | 382 | 434 | 486 | 18 | 18 |
| 19 | 71 | 123 | 175 | 227 | 279 | 331 | 383 | 435 | 487 | 19 | 19 |
| 20 | 72 | 124 | 176 | 228 | 280 | 332 | 384 | 436 | 488 | 20 | 20 |
| 21 | 73 | 125 | 177 | 229 | 281 | 333 | 385 | 437 | 489 | 21 | 21 |
| 22 | 74 | 126 | 178 | 230 | 282 | 334 | 386 | 438 | 490 | 22 | 22 |
| 23 | 75 | 127 | 179 | 231 | 283 | 335 | 387 | 439 | 491 | 23 | 23 |
| 24 | 76 | 128 | 180 | 232 | 284 | 336 | 388 | 440 | 492 | 24 | 24 |
| 25 | 77 | 129 | 181 | 233 | 285 | 337 | 389 | 441 | 493 | 25 | 25 |
| 26 | 78 | 130 | 182 | 234 | 286 | 338 | 390 | 442 | 494 | 26 | 26 |
| 27 | 79 | 131 | 183 | 235 | 287 | 339 | 391 | 443 | 495 | 27 | 27 |
| 28 | 80 | 132 | 184 | 236 | 288 | 340 | 392 | 444 | 496 | 28 | 28 |
| 29 | 81 | 133 | 185 | 237 | 289 | 341 | 393 | 445 | 497 | 29 | 29 |
| 30 | 82 | 134 | 186 | 238 | 290 | 342 | 394 | 446 | 498 | 30 | 30 |
| 31 | 83 | 135 | 187 | 239 | 291 | 343 | 395 | 447 | 499 | 31 | 31 |
| 32 | 84 | 136 | 188 | 240 | 292 | 344 | 396 | 448 | 500 | 32 | 32 |
| 33 | 85 | 137 | 189 | 241 | 293 | 345 | 397 | 449 | 501 | 33 | 33 |
| 34 | 86 | 138 | 190 | 242 | 294 | 346 | 398 | 450 | 502 | 34 | 34 |
| 35 | 87 | 139 | 191 | 243 | 295 | 347 | 399 | 451 | 503 | 35 | 35 |
| 36 | 88 | 140 | 192 | 244 | 296 | 348 | 400 | 452 | 504 | 36 | 36 |
| 37 | 89 | 141 | 193 | 245 | 297 | 349 | 401 | 453 | 505 | 37 | 37 |
| 38 | 90 | 142 | 194 | 246 | 298 | 350 | 402 | 454 | 506 | 38 | 38 |
| 39 | 91 | 143 | 195 | 247 | 299 | 351 | 403 | 455 | 507 | 39 | 39 |
| 40 | 92 | 144 | 196 | 248 | 300 | 352 | 404 | 456 | 508 | 40 | 40 |
| 41 | 93 | 145 | 197 | 249 | 301 | 353 | 405 | 457 | 509 | 41 | 41 |
| 42 | 94 | 146 | 198 | 250 | 302 | 354 | 406 | 458 | 510 | 42 | 42 |
| 43 | 95 | 147 | 199 | 251 | 303 | 355 | 407 | 459 | 511 | 43 | 43 |
| 44 | 96 | 148 | 200 | 252 | 304 | 356 | 408 | 460 | 512 | 44 | 44 |
| 45 | 97 | 149 | 201 | 253 | 305 | 357 | 409 | 461 | 513 | 45 | 45 |
| 46 | 98 | 150 | 202 | 254 | 306 | 358 | 410 | 462 | 514 | 46 | 46 |
| 47 | 99 | 151 | 203 | 255 | 307 | 359 | 411 | 463 | 515 | 47 | 47 |
| 48 | 100 | 152 | 204 | 256 | 308 | 360 | 412 | 464 | 516 | 48 | 48 |
| 49 | 101 | 153 | 205 | 257 | 309 | 361 | 413 | 465 | 517 | 49 | 49 |
| 50 | 102 | 154 | 206 | 258 | 310 | 362 | 414 | 466 | 518 | 50 | 50 |
| 51 | 103 | 155 | 207 | 259 | 311 | 363 | 415 | 467 | 519 | 51 | 51 |

Tableau A.1
Liste des paramètres de l'étude détaillée

| Variable | Code |
|-----------------|--|
| Date | Jour / mois |
| Jour | 1 = lundi 2 = mardi 3 = mercredi 4 = jeudi 5 = vendredi 6 = samedi 7 = dimanche |
| Jour_cl | 1 = jour de semaine 2 = jour de fin de semaine |
| Noseq | Numéro séquentiel unique du total d'observations |
| n° jour | Numéro séquentiel unique pour une journée d'observation |
| Sexe | 1 = Homme 2 = Femme |
| Âge | 1 = 1-14 ans 2 = 15-54 ans 3 = 55 ans et plus |
| Prov | 1 = vient de A1 2 = vient de A2 |
| Typ | 1 = cycliste 2 = patineur 3 = piéton (marche ou course) |
| Vit | 1 = continue de pédaler 2 = arrêt du pédalage 3 = freinage partiel 4 = freinage complet |
| Arrêt | 0 = reste en mouvement 1 = presque immobile 2 = 1 pied par terre 3 = 2 pieds par terre 4 = traverse en marchant à côté du vélo |
| Rep | 0 = aucun repérage (surveillance du trafic motorisé) 1 = repérage avant la ligne de chaussée 2 = repérage sur la ligne de chaussée 3 = repérage sur la chaussée |
| Ta | Temps d'arrêt (arrondi à la ½ s) |
| Tt | Temps de traversée (arrondi au 1/10 s) |

| Variable | Code |
|----------|--|
| Véh | 0 = absence de véhicule sur chaussée 1 = présence de véhicule(s) sur chaussée |
| Prov1 | 0 = absence de véhicule venant de A1 1 = présence de véhicule(s) venant de A1 |
| Prov2 | 0 = absence de véhicule venant de A2 1 = présence de véhicule(s) venant de A2 |
| Conf | 0 = absence de conflit 1 = conflit de trajectoire (manœuvre d'évitement) |
| Siège | 0 = vélo sans siège pour bébé 1 = siège pour bébé sur le vélo |
| Cab | 0 = vélo sans remorque 1 = remorque accrochée au vélo |
| Tand | 0 = vélo conventionnel 1 = vélo tandem |
| Bag | 0 = circule à lège 1 = porte des bagages de cyclotourisme |
| Imite | 0 = l'usager de la piste est seul à traverser (par approche) 1 = usager de la piste qui traverse le premier 2 = usager de la piste qui traverse en suivant un autre usager |
| TPPA | 0 = garde une trajectoire continue 1 = louvoie pour ne pas s'immobiliser complètement |
| Agbol | 0 = ne touche pas aux bollards 1 = s'agrippe à un bollard en attendant de traverser |
| Laisse | 0 = le véhicule circule normalement 1 = le véhicule s'immobilise pour laisser passer le cycliste |
| DJME | Débit journalier moyen estival (fichier MTQ) |
| DH | Débit horaire de véhicules (calculé sur le terrain) |
| DH_cl | 1 = < 200 véhicules / h 2 = 200-400 véhicules / h 3 = > 400 véhicules / h |
| Cam_h | Débit horaire de camions (calculé sur le terrain) |
| Cam_hcl | 1 = < 7 camions / h 2 = 7-12 camions / h 3 = > 12 camions / h |

Inventaire des paramètres physiques

Tableau B.1

Principales caractéristiques des traverses de vélo inspectées

| Site | Route | Piste | Vitesse affichée | DJME | Longueur traverse (m) | N^{bre} visibilitées respectées (/6) | Particularité du site |
|------------------------|--------------|--------------------|-------------------------|-------------|------------------------------|---|----------------------------------|
| Capelton (Hatley) | 108 | Gr.-Fourches | 80 | 2600 | 8,6 | 1 | Visibilité et débit de cyclistes |
| Rock Forest | 216 | Gr.-Fourches | 90 | 1680 | 8,6 | 6 | Sans problème apparent |
| Saint-Élie-d'Orford I | 220 | Axe de la clé | 50 | 14 400 | 10,2 | 5 | Traverse adjacente à l'inter |
| Saint-Élie-d'Orford II | 220 | Axe de la clé | 70 | 14 400 | 19,1 | 5 | Feu pour cyclistes |
| Bromptonville I | 222 | Axe de la clé | 90 | 4800 | 16 | 6 | Route à 4 voies |
| Bromptonville II | 75 830 | Axe Saint-François | 80 | 1730 | 8,1 | 6 | Piste longue route |
| Fleurimont | 75 830 | Axe Saint-François | 80 | 5400 | 15,5 | 6 | Sans problème apparent |
| Orford | 141 | Magog-Orford | 50 | 6100 | 8,7 | 6 | Zone touristique |
| Stukely | 69 330 | Magog-Orford | 70 | 430 | 8 | 6 | Caractère très rural |
| Waterloo | 241 | Campagnarde | 90 | 3100 | 18,2 | 5 | Traverse fortement désaxée |
| Saint-Joachim I | 241 | Campagnarde | 90 | 2360 | 11,1 | 3 | Visibilité et caractère rural |
| Saint-Joachim II | 241 | Campagnarde | 90 | 2360 | 20,5 | 6 | Longueur de la traversée |
| Saint-Joachim III | 69 691 | Campagnarde | 80 | 2140 | 10,9 | 6 | Sans problème apparent |
| Roxton | 241 | Campagnarde | 90 | 980 | 16,5 | 6 | Désaxée, aucun panneau |
| Saint-André-d'Acton | 139 | Campagnarde | 90 | 5300 | 13,4 | 6 | Aucun marquage au sol |
| Shefford | 241 | Estriade | 90 | 4300 | 7,9 | 6 | Sans problème apparent |
| Granby | 112 | Estriade | 90 | 11 400 | 12,85 | 6 | DJME et débit de cyclistes |
| Farnham | 104 | Montréal II | 90 | 3600 | 16,1 | 6 | Feu pour cyclistes |
| Saint-Grégoire | 227 | Montréal II | 90 | 1010 | 8,2 | 6 | Aucun panneau ni marquage |
| Ayer's Cliff | 141 | Tomifobia | 50 | 3200 | 12,7 | 2 | Visibilité et zone 50 km/h |
| Carignan | 223 | Canal Chambly | 50 | 3200 | 14,9 | 5 | Feu, arrêt mal placé, pont |

Tableau B.2

Caractéristiques des signaux et du mode de régulation

| Site | Signal avancé de traverse (A1 route) | Signal avancé de traverse de (A2 route) | Signal de traverse | Signal avancé d'arrêt (piste) | Signal (A1 route) | Signal (A2 route) | Signal (A1 piste) | Signal (A2 piste) |
|------------------------|--------------------------------------|---|--------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Capelton (Hatley) | 170 m; 425 m | 200 m; 400 m | Oui | 25 m | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Rock Forest | 190 m; 500 m | 300 m; 450 m | Oui | - | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Saint-Élie-d'Orford I | 45 m | - | - | - | Feu | Feu | Arrêt | Arrêt |
| Saint-Élie-d'Orford II | - | - | - | - | Feu | Feu | Arrêt + feu cyc. | Arrêt + feu cyc. |
| Bromptonville I | 200 m; 400 m | 200 m; 400 m | Oui | - | - | - | - | Arrêt |
| Bromptonville II | 170 m; 400 m | 200 m; 400 m | Oui | - | - | - | - | Arrêt |
| Fleurimont | 350 m | 150 m; 400 m | Oui | - | - | - | - | Arrêt |
| Orford | 100 m | 80 m | Oui | - | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Stukely | 150 m | 200 m | Oui | - | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Waterloo | 230 m | 185 m | Oui | - | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Saint-Joachim I | - | - | - | - | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Saint-Joachim II | 200 m | 200 m | Oui | - | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Saint-Joachim III | 180 m | 220 m | Oui | - | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Roxton | - | - | - | - | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Saint-André-d'Acton | 300 m | 280 m | Oui | - | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Shefford | 280 m; 600 m | 250 m; 600 m | Oui | 65 m | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Granby | 300 m; 500 m | 200 m; 600 m | Oui | 65 m | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Farnham | - | - | Oui | 25 m | Feu | Feu | Feu cyc. | Feu cyc. |
| Saint-Grégoire | - | - | - | - | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Ayer's Cliff | 125 m | 50 m; 300 m | Oui | - | - | - | Arrêt | Arrêt |
| Carignan | 170 m | 90 m | Oui | 25 m | Arrêt | Arrêt | - | Arrêt |

Tableau B.3
Caractéristiques géométriques des approches

| Site | Pente (A1 route) | Pente (A2 route) | Pente (A1 piste) | Pente (A2 piste) | Courbe (A1 route) | Courbe (A2 route) | Courbe (A1 piste) | Courbe (A2 piste) | Axe de traverse |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| Capelton (Hatley) | D 1-3 % | - | - | - | Forte | - | - | - | Désaxé |
| Rock Forest | M 1-3 % | D 1-3 % | M 8 %+ | D 1-3 % | Forte | Modérée | Forte | | Désaxé |
| Saint-Élie-d'Orford I | M 1-3 % | - | M 4-7 % | D 1-3 % | Forte | - | - | - | Rectiligne |
| Saint-Élie-d'Orford II | D 1-3 % | M 1-3 % | M 1-3 % | D 1-3 % | - | - | Forte | | Rectiligne |
| Bromptonville I | - | M 1-3 % | - | - | - | - | Forte | | Rectiligne |
| Bromptonville II | M 4-7 % | M 1-3 % | M 1-3 % | M 1-3 % | Modérée | - | - | - | Rectiligne |
| Fleurimont | - | - | - | - | - | - | - | - | Rectiligne |
| Orford | M 1-3 % | D 1-3 % | - | - | Modérée | - | - | - | Rectiligne |
| Stukely | D 1-3 % | - | - | M 1-3 % | - | - | Forte | | Rectiligne |
| Waterloo | - | D 1-3 % | - | - | - | - | - | - | Désaxé |
| Saint-Joachim I | D 1-3 % | M 1-3 % | - | - | - | Forte | - | - | Désaxé |
| Saint-Joachim II | M 1-3 % | D 1-3 % | M 1-3 % | - | - | - | - | - | Désaxé |
| Saint-Joachim III | M 1-3 % | D 1-3 % | M 1-3 % | - | - | - | - | - | Désaxé |
| Roxton | - | - | - | M 1-3 % | - | - | - | - | Désaxé |
| Saint-André- d'Acton | - | - | - | - | Forte | Forte | - | - | Désaxé |
| Shefford | M 1-3 % | D 1-3 % | - | - | Forte | Forte | - | - | Désaxé |
| Granby | D 1-3 % | M 1-3 % | - | - | - | - | - | - | Désaxé |
| Farnham | - | - | M 1-3 % | - | Modérée | Modérée | - | - | Rectiligne |
| Saint-Grégoire | - | - | D 1-3 % | - | - | - | - | - | Rectiligne |
| Ayer's Cliff | D 4-7 % | M 1-3 % | M 1-3 % | - | Forte | Modérée | - | - | Désaxé |
| Carignan | D 1-3 % | M 1-3 % | M 1-3 % | M 1-3 % | Modérée | Modérée | - | - | Désaxé |

Note : M = montée ; D = descente

Tableau B.4
Caractéristiques du marquage

| Site | Dépassement permis (A1 route) | Dépassement permis (A2 route) | Largeur corridor de traverse (m) | Type de trait | Couleur du trait | Dimension du trait (m) | Espacement des traits (m) |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Capelton (Hatley) | - | - | 1,8 | Carré | Jaune | 0,4 x 0,45 | 0,4 |
| Rock Forest | - | - | 1,9 | Carré | Jaune | 0,4 x 0,45 | 0,4 |
| Saint-Élie-d'Orford I | - | - | - | - | - | - | - |
| Saint-Élie-d'Orford II | - | - | - | - | - | - | - |
| Bromptonville I | - | Oui | 1,8 | Carré | Jaune | 0,45 x 0,45 | 0,45 |
| Bromptonville II | - | - | 1,8 | Carré | Jaune | 0,5 x 0,5 | 0,5 |
| Fleurimont | Oui | Oui | 1,8 | Carré | Jaune | 0,45 x 0,45 | 0,45 |
| Orford | - | - | 1,8 | Carré | Jaune | 0,45 x 0,45 | 0,45 |
| Stukely | - | - | 1,85 | Carré | Jaune | 0,4 x 0,4 | 0,6 |
| Waterloo | - | - | 2,4 | Carré | Jaune | 0,5 x 0,5 | 0,5 |
| Saint-Joachim I | - | - | 1,65 | Carré | Jaune | 0,5 x 0,5 | 0,5 |
| Saint-Joachim II | Oui | - | 1,9 | Carré | Jaune | 0,5 x 0,5 | 0,5 |
| Saint-Joachim III | Oui | - | 4,1 | Carré | Jaune | 0,5 x 0,5 | 0,5 |
| Roxton | Oui | - | - | - | - | - | - |
| Saint-André-d'Acton | - | - | - | - | - | - | - |
| Shefford | - | - | 1,8 | Carré | Blanc | 0,55 x 0,55 | 0,4 |
| Granby | - | - | 1,6 | Carré | Jaune | 0,55 x 0,55 | 0,5 |
| Farnham | - | - | 3,9 | Ligne | Blanc | 1,05 x 0,15 | 0,9 |
| Saint-Grégoire | Oui | Oui | - | - | - | - | - |
| Ayer's Cliff | - | - | - | - | - | - | - |
| Carignan | - | - | 0,4 | Ligne | Jaune | 2,4 x 0,4 | 0,5 |

Tableau B.5

Caractéristiques de la piste en bordure de la traverse

| Site | Type de revêtement | Largeur piste A1 (m) | Largeur piste A2 (m) | Largeur entrée de piste A1 (m) | Largeur entrée de piste A2 (m) | Type d'obstacle entrée | Ouvertures | | Dégagement (m) | | Obstacle – chaussée (dist. m) | |
|------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------|----|----------------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | | | A1 | A2 | A1 | A2 | A1 | A2 |
| Capelton (Hatley) | Gravier | 3,8 | 5,7 | 3 | 6,1 | Bollard + barrière | 2 | 2 | 1,05 | 1,05 | 7,1 | 8,7 |
| Rock Forest | Gravier | 2,8 | 6,4 | 6,6 | 10 | Bollard + barrière | 2 | - | 1,05 | - | 9,4 | - |
| Saint-Élie-d'Orford I | Gravier | 3,3 | 4,6 | 3,5 | 3,5 | Bollard | 4 | 3 | 0,9 | 1,0 | 6,7 | 1,0 |
| Saint-Élie-d'Orford II | Gravier | - | - | - | - | Bollard | 3 | 3 | 1,0 | 1,05 | 2,6 | 6,4 |
| Bromptonville I | Gravier | 1,6 | 3,6 | 3,2 | 3,6 | Bloc béton | - | 2 | - | 1,3 | - | 2,4 |
| Bromptonville II | Gravier | 2,9 | +10,0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Fleurimont | Asphalte | - | - | - | - | Bollard + barrière | 2 | - | 1,0 | - | 15,6 | - |
| Orford | Gravier | 2,6 | 4,7 | 2,4 | 3,3 | Barrière | 1 | 1 | 0,9 | 0,9 | 4,5 | 5,6 |
| Stukely | Gravier | 2,7 | 4,3 | 2,1 | 5,2 | Bollard + barrière | 1 | 1 | 1,3 | 1,3 | 15,5 | 25,5 |
| Waterloo | Gravier | 3,0 | 4,0 | 2,9 | 4,6 | Bollard + barrière | 2 | 2 | 0,85 | 0,8 | 18,5 | 30,5 |
| Saint-Joachim I | Gravier | 2,1 | 4,7 | 2,8 | 8,7 | Bollard + barrière | 1 | 2 | 1,7 | 0,8 | 10,3 | 9,2 |
| Saint-Joachim II | Gravier | 2,4 | 5,8 | 2,8 | 3,8 | Bollard + barrière | 1 | 2 | 0,75 | 0,8 | 17,2 | 18,7 |
| Saint-Joachim III | Gravier | 3,3 | 5,6 | 3,1 | 6,5 | Barrière | 1 | 1 | 0,9 | 0,85 | 9,0 | 9,8 |
| Roxton | Gravier | 2,9 | 7,9 | 2,8 | 6,9 | Barrière | 1 | 1 | 1,5 | 0,85 | 15,2 | 22,0 |
| Saint-André-d'Acton | Gravier | 2,5 | +10,0 | 3,0 | 5,3 | Barrière | 1 | 1 | 0,9 | 0,9 | 22,5 | 14,7 |
| Shefford | Asphalte | 3,2 | 4,0 | 3,2 | 3,9 | Bollard | 2 | 2 | 1,9 | 1,7 | 7,8 | 8,0 |
| Granby | Asphalte | 3,3 | 8,4 | 3,0 | 5,7 | - | - | - | - | - | - | - |
| Farnham | Gravier | 3,3 | 5,1 | 3,3 | 4,1 | Bollard | 3 | 3 | 0,95 | 0,95 | 20,1 | 20,5 |
| Saint-Grégoire | Gravier | 4,0 | 7,4 | 4,0 | 8,0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Ayer's Cliff | Gravier | 3,6 | 3,8 | 3,0 | 5,5 | Bollard + barrière | 2 | - | 1,05 | - | 10,6 | - |
| Carignan | Gravier | 3,3 | 3,7 | 2,5 | 4,5 | Bollard | 2 | - | 1,6 | - | 15 | - |

Croquis des 21 sites étudiés

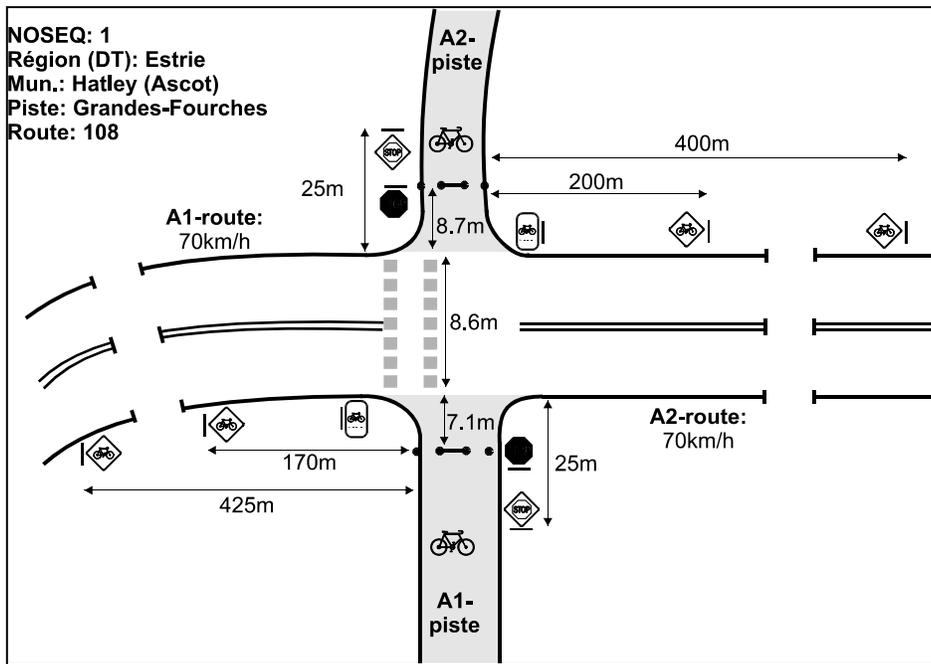


Figure C-1 Croquis du site Capelton

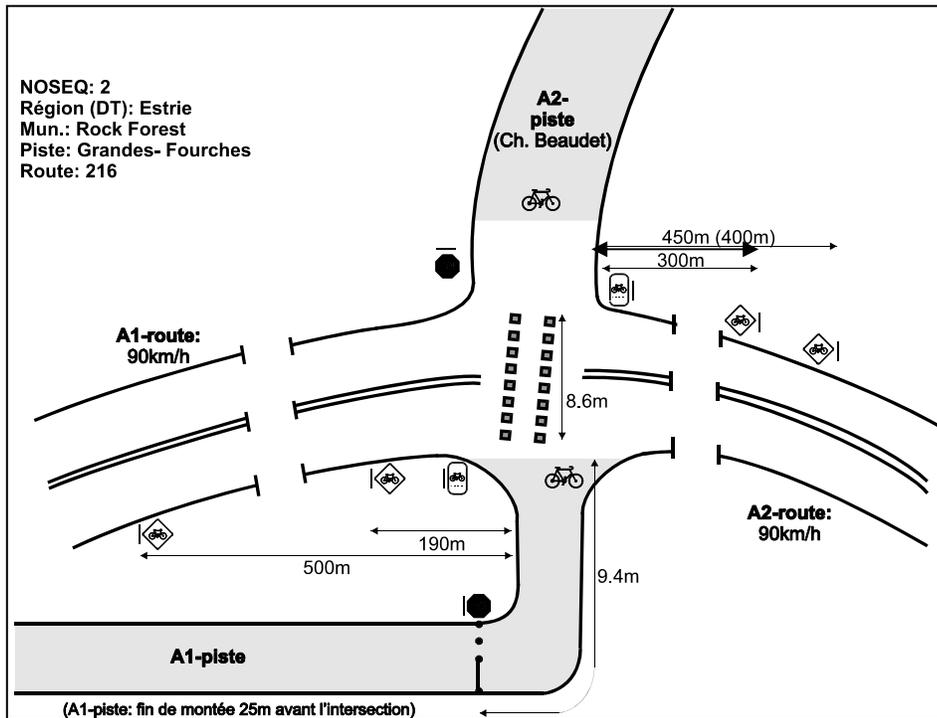


Figure C-2 Croquis du site Rock Forest

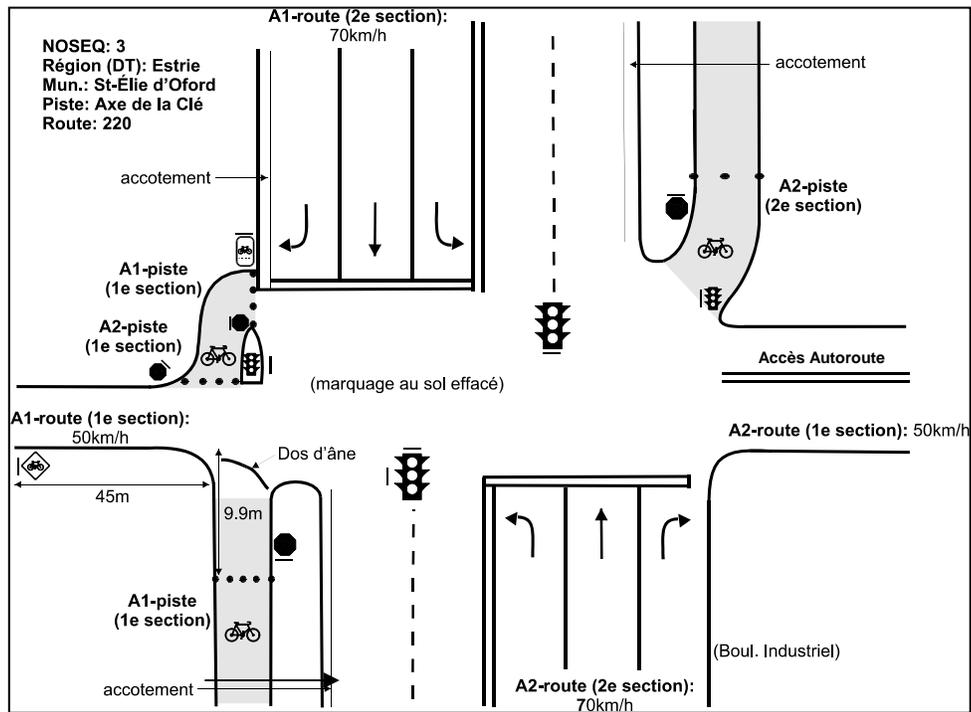


Figure C-3 Croquis du site St-Élie d'Orford

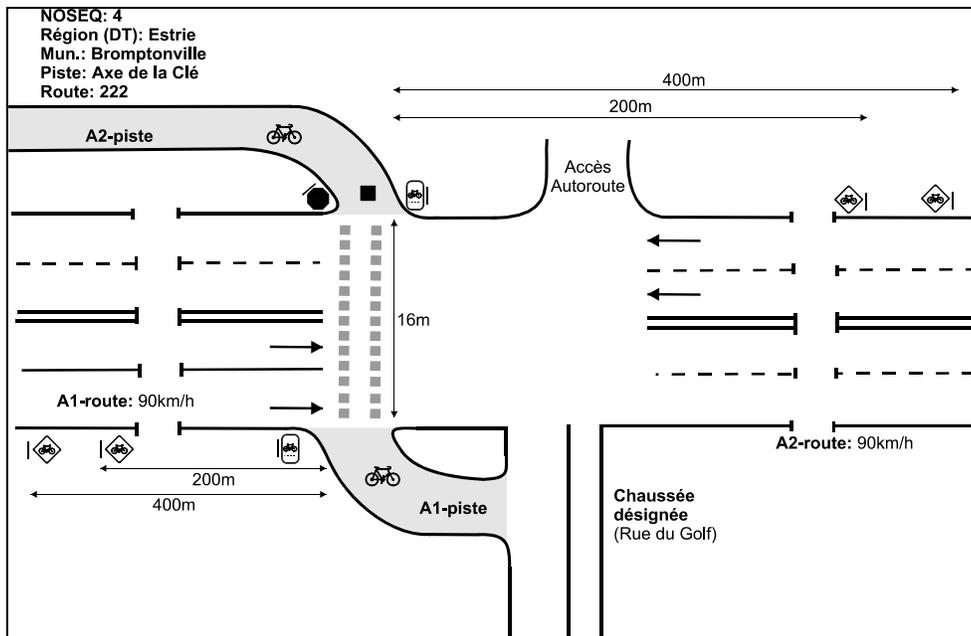


Figure C-4 Croquis du site Bromptonville I

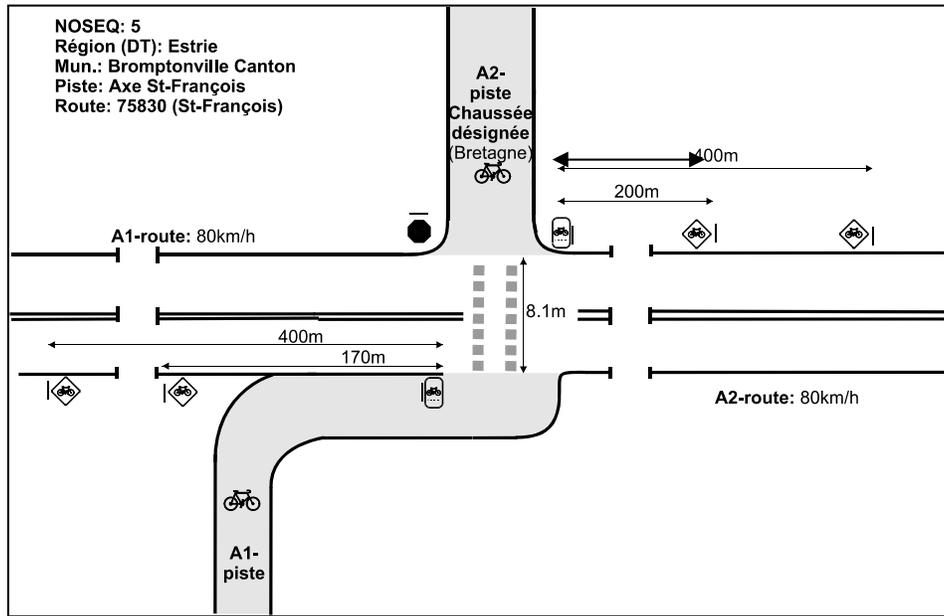


Figure C-5 Croquis du site Bromptonville II

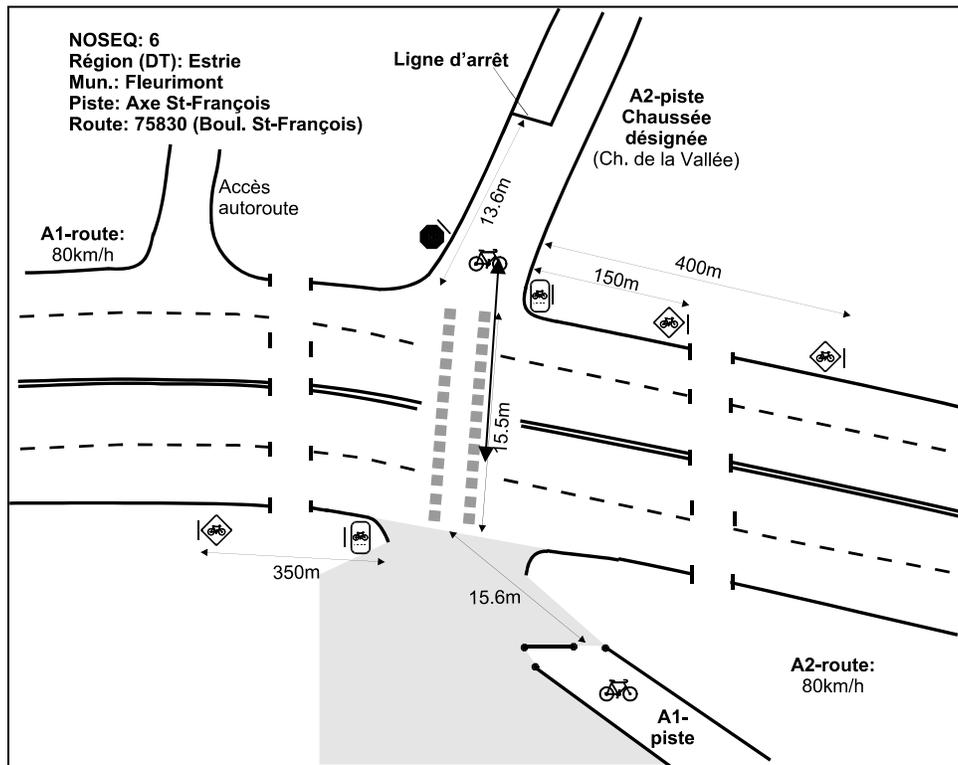


Figure C-6 Croquis du site Fleurimont

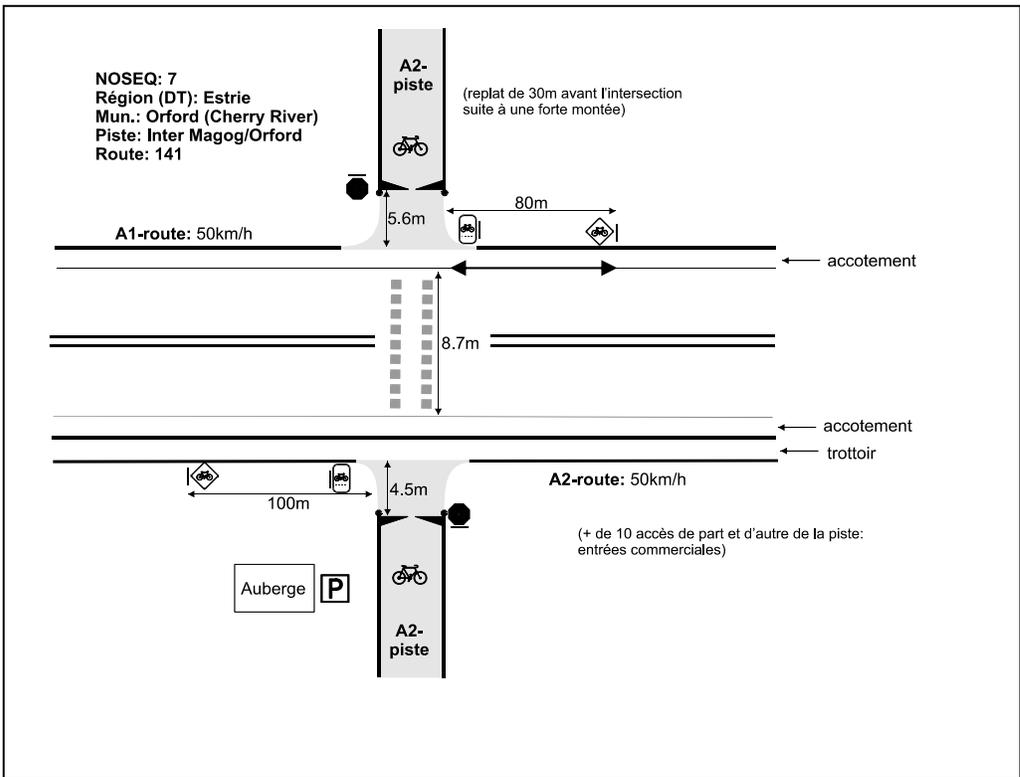


Figure C-7 Croquis du site Orford

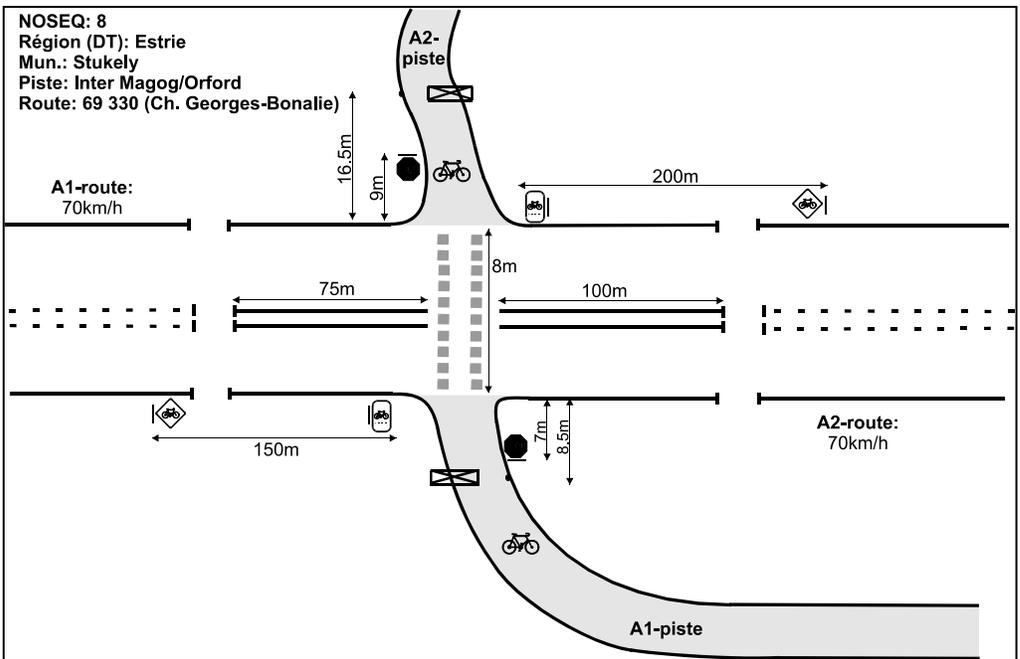


Figure C-8 Croquis du site Stukely

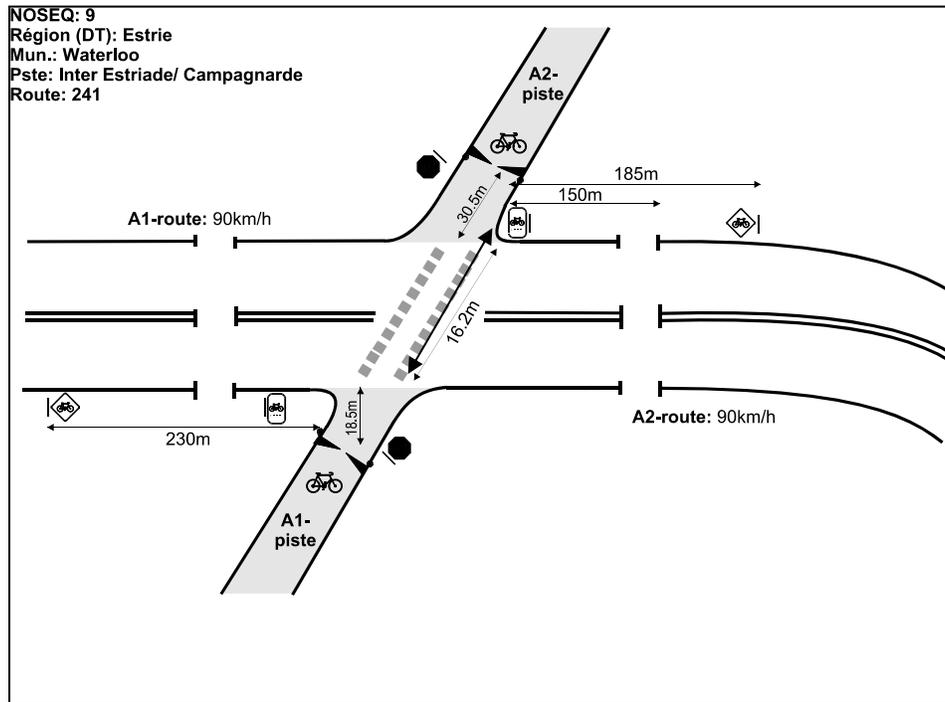


Figure C-9 Croquis du site Waterloo

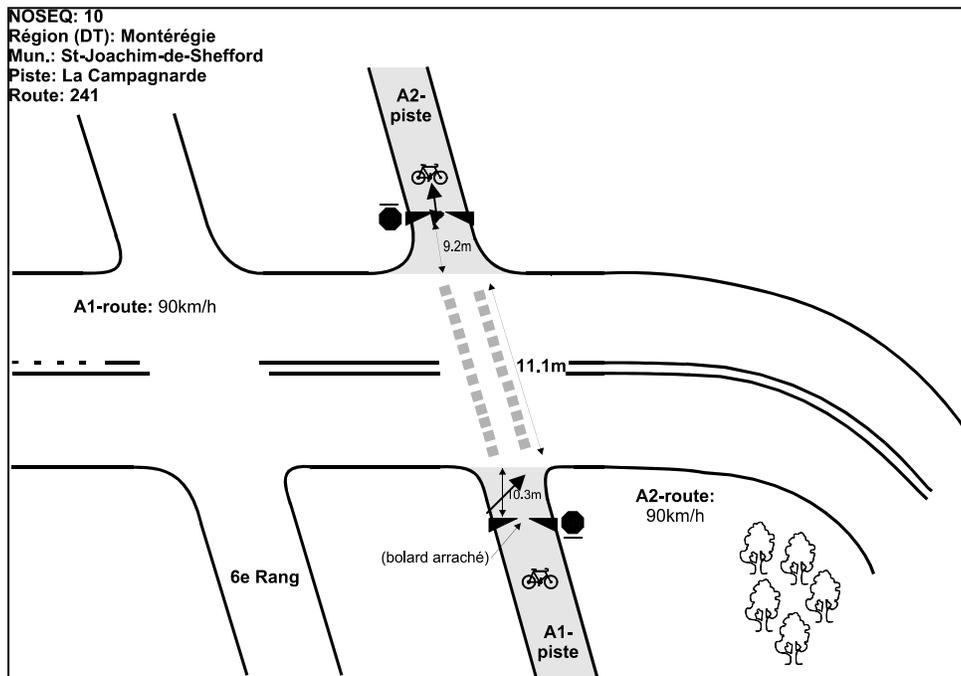


Figure C-10 Croquis du site St-Joachim I

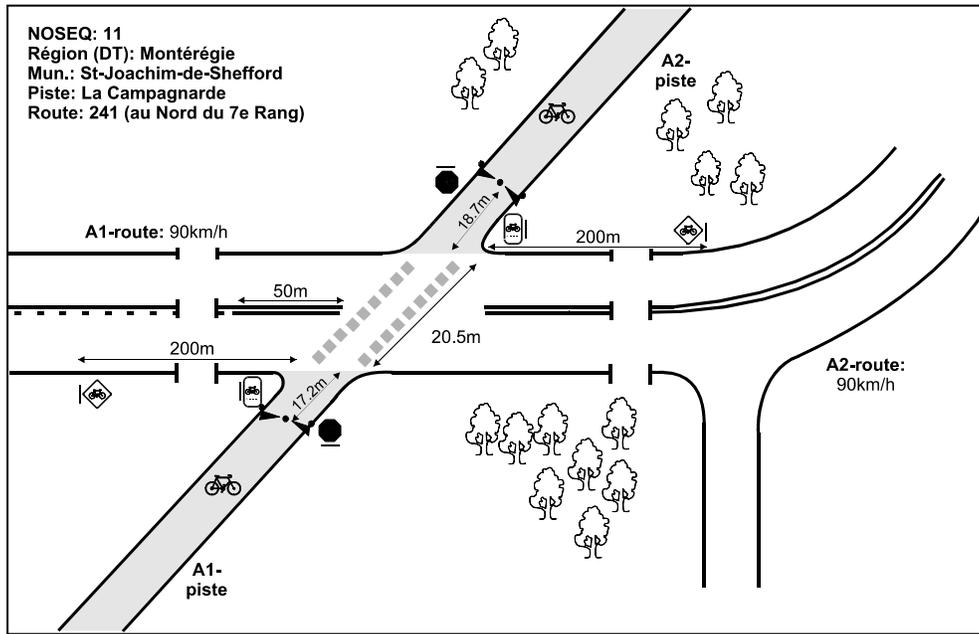


Figure C-11 Croquis du site St-Joachim II

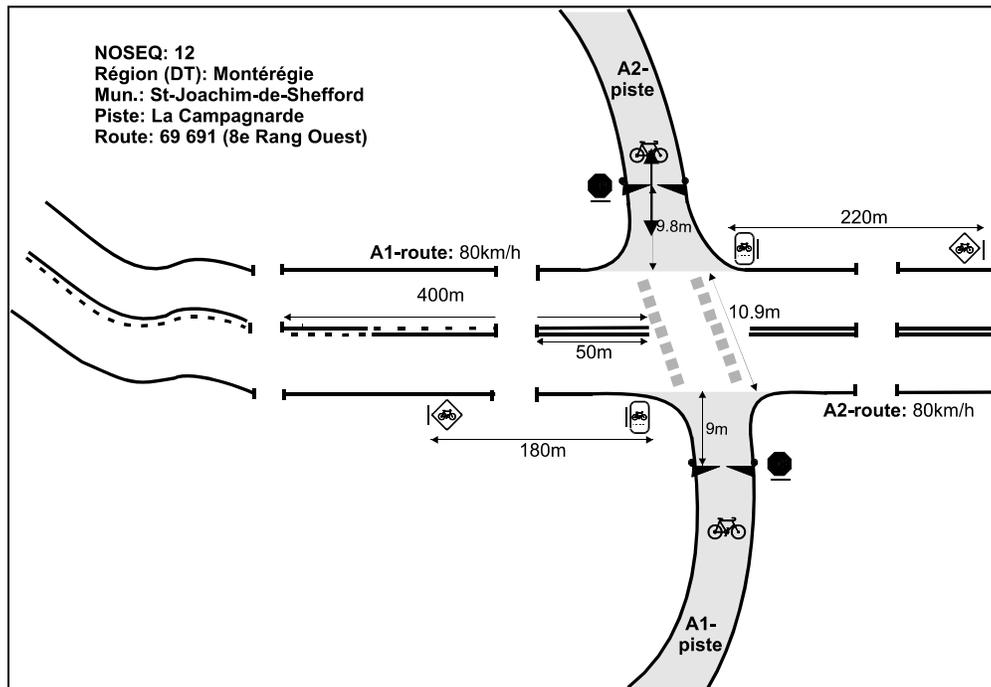


Figure C-12 Croquis du site St-Joachim III

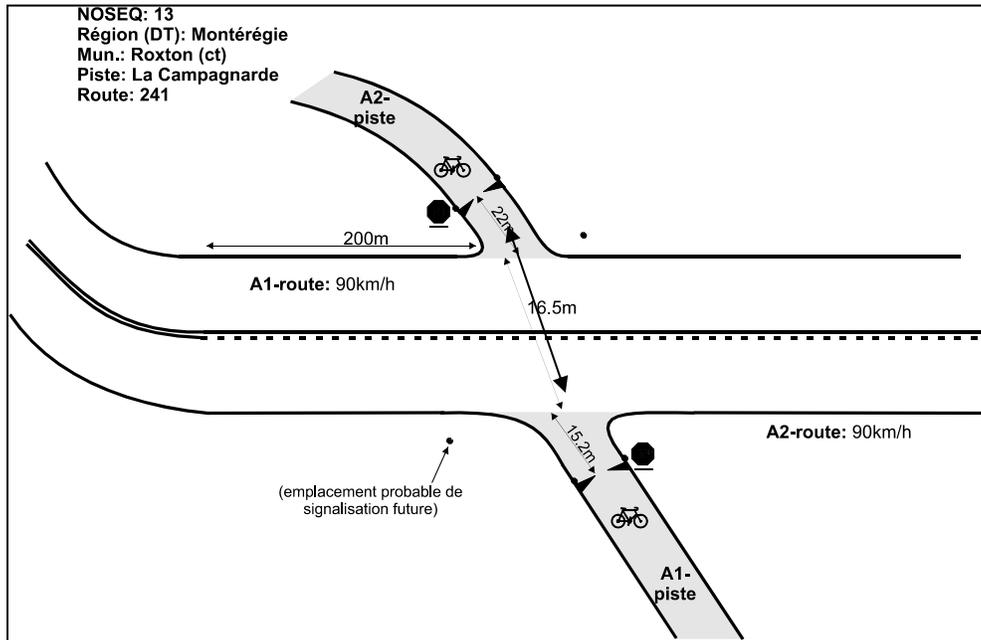


Figure C-13 Croquis du site Roxton

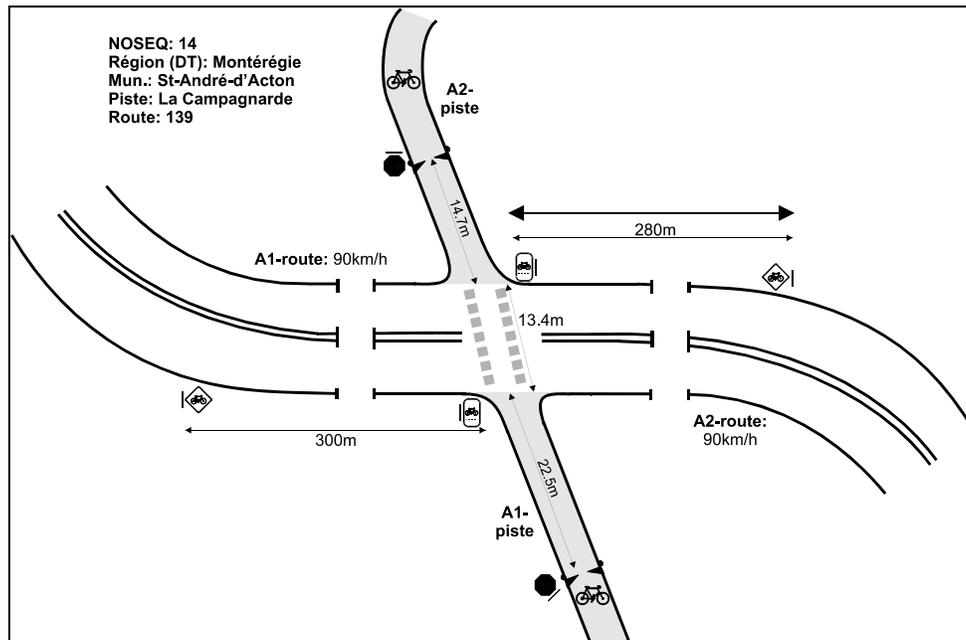


Figure C-14 Croquis du site St-André d'Acton

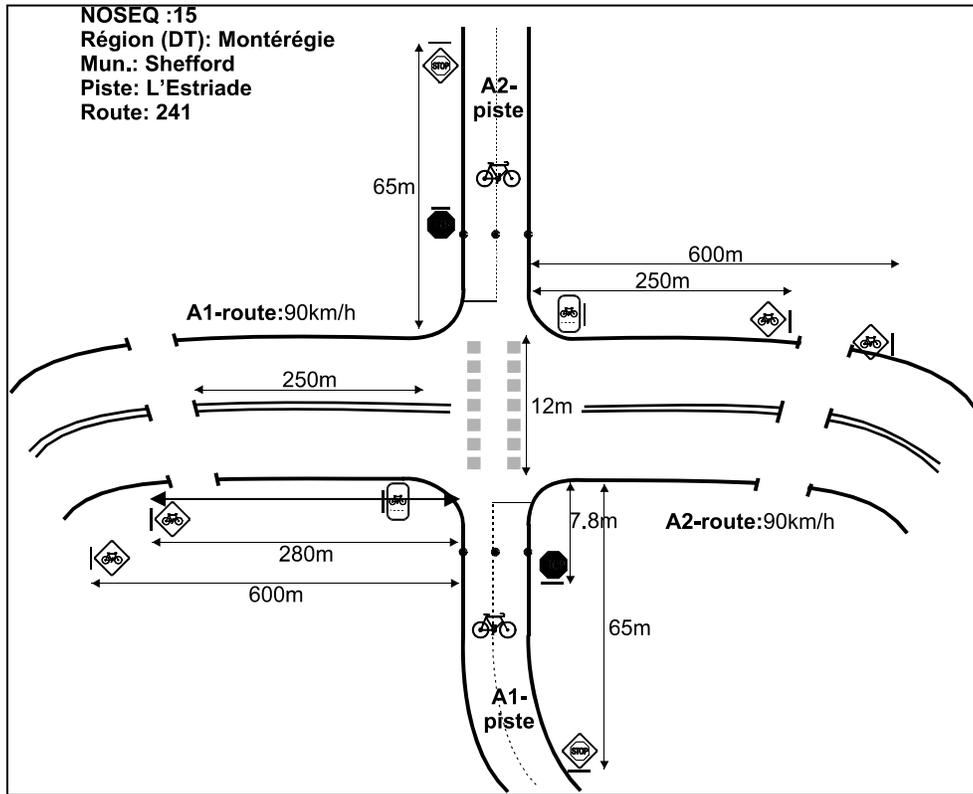


Figure C-15 Croquis du site Shefford

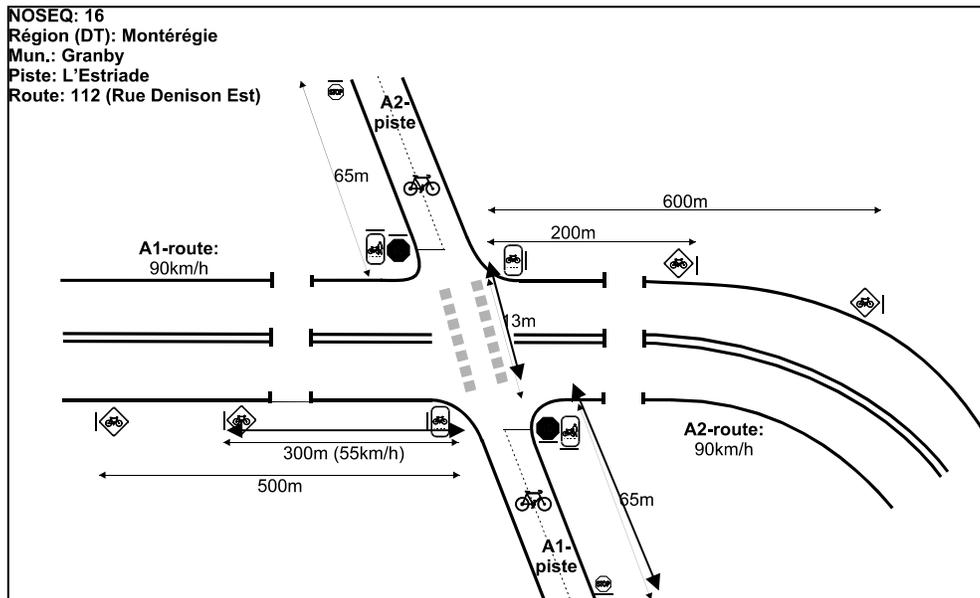


Figure C-16 Croquis du site Granby

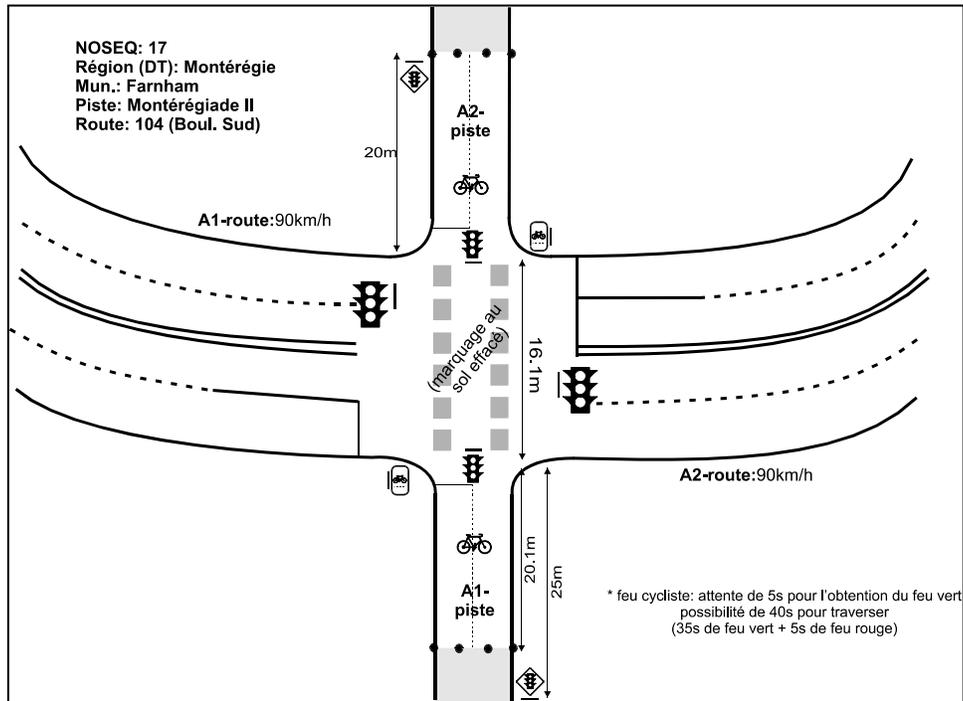


Figure C-17 Croquis du site Farnham

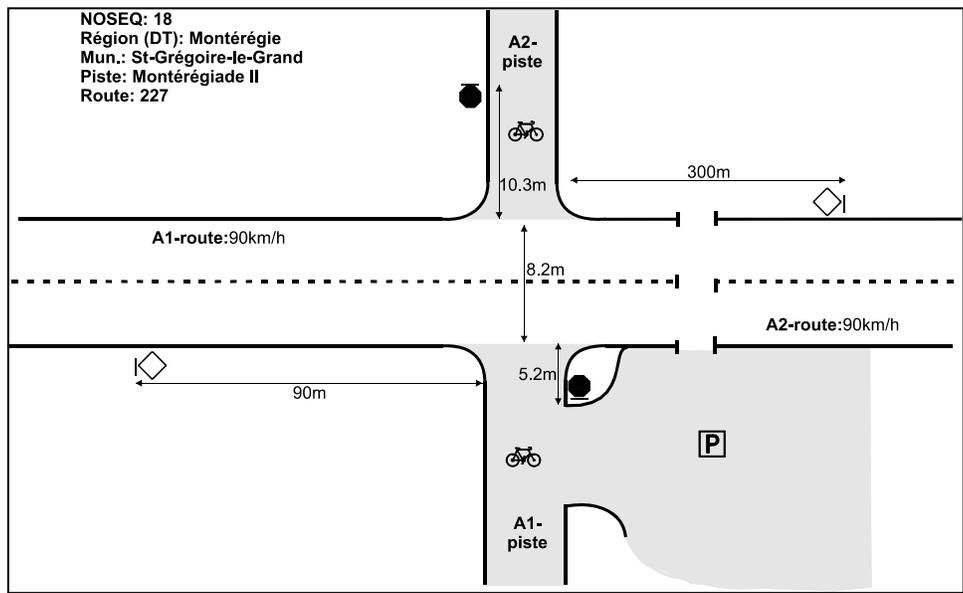


Figure C-18 Croquis du site St-Grégoire

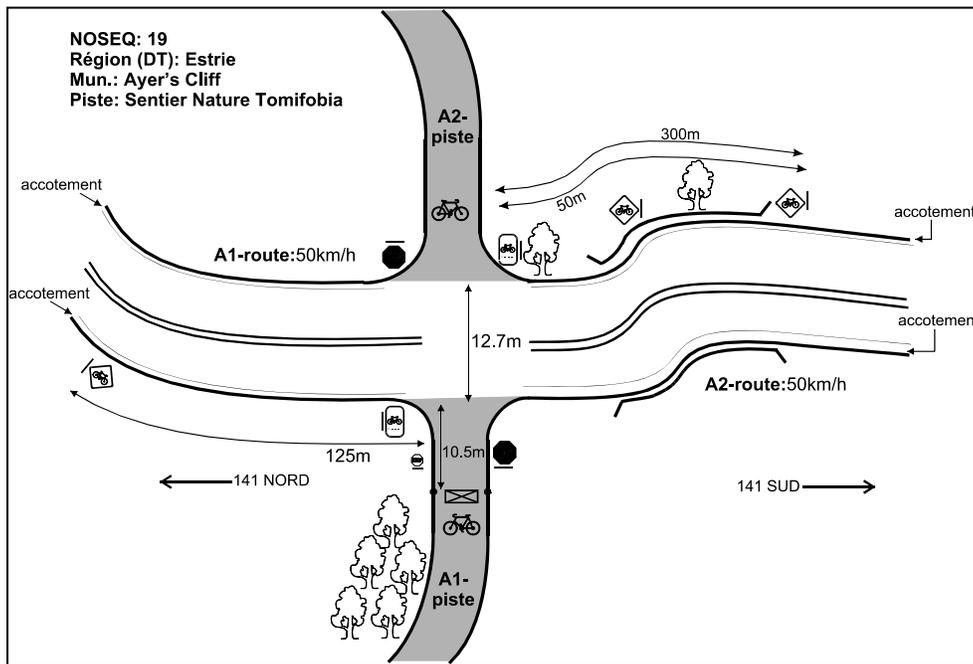


Figure C-19 Croquis du site Ayer's Cliff

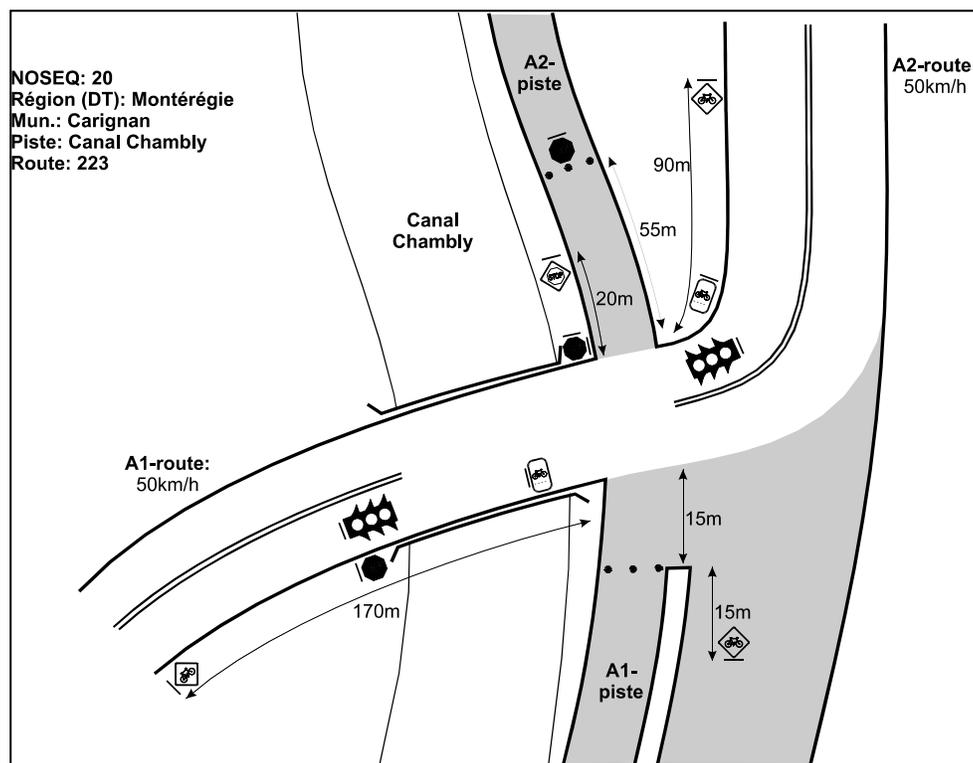


Figure C-20 Croquis du site Carignan

**Tableaux des résultats de l'étude de la fréquentation
et des comportements aux passages**

Tableau D.1
Journée de l'observation

| JOURNÉE | Shefford | | Granby | | Capelton | | Total | |
|----------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| Semaine | 827 | 57,6 % | 1142 | 61,2 % | 823 | 48,3 % | 2792 | 55,8 % |
| Fin de semaine | 608 | 42,4 % | 724 | 38,8 % | 880 | 51,7 % | 2212 | 44,2 % |
| Total | 1435 | 100,0 % | 1866 | 100,0 % | 1703 | 100,0 % | 5004 | 100,0 % |

Tableau D.2
Type d'utilisateur

| TYPE D'USAGER | Shefford | | Granby | | Capelton | | Total | |
|---------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| Cycliste | 1264 | 88,1 % | 1588 | 85,1 % | 1701 | 99,9 % | 4553 | 91,0 % |
| Patineur | 168 | 11,7 % | 272 | 14,6 % | 0 | 0,0 % | 440 | 8,8 % |
| Piéton | 3 | 0,2 % | 6 | 0,3 % | 2 | 0,1 % | 11 | 0,2 % |
| Total | 1435 | 100,0 % | 1866 | 100,0 % | 1703 | 100,0 % | 5004 | 100,0 % |

Tableau D.3
Sexe de l'utilisateur

| SEXE | Shefford | | Granby | | Capelton | | Total | |
|----------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| Masculin | 795 | 55,4 % | 1095 | 58,7 % | 990 | 58,1 % | 2879 | 57,5 % |
| Féminin | 640 | 44,6 % | 771 | 41,3 % | 709 | 41,6 % | 2120 | 42,4 % |
| Inconnu | 0 | 0,0 % | 0 | 0,0 % | 4 | 0,2 % | 4 | 0,1 % |
| Total | 1435 | 100,0 % | 1866 | 100,0 % | 1703 | 100,0 % | 5003 | 100,0 % |

Tableau D.4
Âge de l'utilisateur

| ÂGE | Sheffield | | Granby | | Capelton | | Total | |
|-------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| 1-14 ans | 121 | 8,4 % | 155 | 8,3 % | 153 | 9,0 % | 429 | 8,6 % |
| 15-54 ans | 1008 | 70,2 % | 1413 | 75,7 % | 1301 | 76,4 % | 3722 | 74,4 % |
| 55 ans et + | 306 | 21,3 % | 298 | 16,0 % | 245 | 14,4 % | 849 | 17,0 % |
| Inconnu | 0 | 0,0 % | 0 | 0,0 % | 4 | 0,2 % | 4 | 0,1 % |
| Total | 1435 | 100,0 % | 1866 | 100,0 % | 1703 | 100,0 % | 5004 | 100,0 % |

Tableau D.5
Type de freinage (manœuvre de décélération)

| FREINAGE | Sheffield | | Granby | | Capelton | | Total | |
|---------------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| Continue de pédaler | 161 | 11,2 % | 183 | 9,8 % | 109 | 6,4 % | 453 | 9,1 % |
| Arrêt du pédalage | 479 | 33,4 % | 562 | 30,1 % | 911 | 53,5 % | 1952 | 39,0 % |
| Freinage partiel | 308 | 21,5 % | 164 | 8,8 % | 204 | 12,0 % | 676 | 13,5 % |
| Freinage complet | 467 | 32,5 % | 946 | 50,7 % | 479 | 28,1 % | 1892 | 37,8 % |
| Inconnu | 20 | 1,4 % | 11 | 0,6 % | 0 | 0,0 % | 29 | 0,6 % |
| Total | 1435 | 100,0 % | 1866 | 100,0 % | 1703 | 100,0 % | 5004 | 100,0 % |

Tableau D.6
Type de freinage en présence de véhicules

| FREINAGE | Sheffield | | Granby | | Capelton | | Total | |
|---------------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| Continue de pédaler | 22 | 3,4 % | 71 | 5,2 % | 30 | 3,8 % | 123 | 4,4 % |
| Arrêt du pédalage | 82 | 12,8 % | 251 | 18,3 % | 241 | 30,7 % | 574 | 20,5 % |
| Freinage partiel | 106 | 16,6 % | 119 | 8,7 % | 76 | 9,7 % | 301 | 10,8 % |
| Freinage complet | 428 | 66,9 % | 929 | 67,8 % | 438 | 55,8 % | 1795 | 64,2 % |
| Total | 640 | 100,0 % | 1370 | 100,0 % | 785 | 100,0 % | 2795 | 100,0 % |

Tableau D.10
Repérage du trafic par l'utilisateur

| REPÉRAGE | Shefford | | Granby | | Capelton | | Total | |
|-------------------------------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| Aucun repérage | 22 | 1,5 % | 23 | 1,2 % | 46 | 2,7 % | 91 | 1,8 % |
| Repérage avant la ligne de chaussée | 1366 | 95,2 % | 1801 | 96,5 % | 1587 | 93,2 % | 4754 | 95,0 % |
| Repérage sur la ligne de chaussée | 34 | 2,4 % | 28 | 1,5 % | 60 | 3,5 % | 122 | 2,4 % |
| Repérage sur la chaussée | 11 | 0,8 % | 14 | 0,8 % | 10 | 0,6 % | 35 | 0,7 % |
| Inconnu | 2 | 0,1 % | 0 | 0,0 % | 0 | 0,0 % | 2 | 0,0 % |
| Total | 1435 | 100,0 % | 1866 | 100,0 % | 1703 | 100,0 % | 5004 | 100,0 % |

Tableau D.11
Équipements spécialisés des cyclistes (% des cyclistes)

| ÉQUIPEMENT | Shefford | | Granby | | Capelton | | Total | |
|-----------------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
| | N ^{bre} | % |
| Siège pour bébé | 14 | 1,0 % | 21 | 1,3 % | 10 | 0,6 % | 45 | 1,0 % |
| Remorque vélo | 16 | 1,1 % | 25 | 1,6 % | 32 | 1,9 % | 73 | 1,5 % |
| Tandem | 26 | 1,8 % | 24 | 1,5 % | 34 | 2,0 % | 84 | 1,7 % |
| Bagages | 10 | 0,7 % | 6 | 0,4 % | 1 | 0,1 % | 17 | 0,3 % |
| Total | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tableau D.12
Présence de véhicules

| VÉHICULE | Shefford | | Granby | | Capelton | | Total | |
|----------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| Non | 795 | 55,4 % | 496 | 26,6 % | 918 | 53,9 % | 2209 | 44,1 % |
| Oui | 640 | 44,6 % | 1370 | 73,4 % | 785 | 46,1 % | 2795 | 55,9 % |
| Total | 1435 | 100,0 % | 1866 | 100,0 % | 1703 | 100,0 % | 5004 | 100,0 % |

Tableau D.13
Position de l'utilisateur dans le groupe

| POSITION | Shefford | | Granby | | Capelton | | Total | |
|-------------------------------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| Usager de la piste seul à traverser | 366 | 25,5 % | 467 | 25,0 % | 403 | 23,7 % | 1236 | 24,7 % |
| Usager traverse le premier | 416 | 29,0 % | 561 | 30,1 % | 509 | 29,9 % | 1486 | 29,7 % |
| Usager suit un autre usager | 653 | 45,5 % | 838 | 44,9 % | 791 | 46,4 % | 2282 | 45,6 % |
| Total | 1435 | 100,0 % | 1866 | 100,0 % | 1703 | 100,0 % | 5004 | 100,0 % |

Tableau D.14
Courtoisie du conducteur (cède à l'utilisateur de la piste)

| COURTOISIE | Shefford | | Granby | | Capelton | | Total | |
|--------------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| Normal | 1419 | 98,9 % | 1853 | 99,3 % | 1670 | 98,1 % | 4942 | 98,8 % |
| Cède aux cyclistes | 16 | 1,1 % | 13 | 0,7 % | 33 | 1,9 % | 62 | 1,2 % |
| Total | 1435 | 100,0 % | 1866 | 100,0 % | 1703 | 100,0 % | 5004 | 100,0 % |

Tableau D.15
Conflits de trajectoire

| CONFLIT | Shefford | | Granby | | Capelton | | Total | |
|----------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| Absence | 1430 | 99,7 % | 1829 | 98,0 % | 1683 | 98,8 % | 4942 | 98,8 % |
| Présence | 5 | 0,3 % | 37 | 2,0 % | 20 | 1,2 % | 62 | 1,2 % |
| Total | 1435 | 100,0 % | 1866 | 100,0 % | 1703 | 100,0 % | 5004 | 100,0 % |

Tableau D.16
Temps d'arrêt des usagers

| TEMPS D'ARRÊT | Shefford | | Granby | | Capelton | | Total | |
|---------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| Aucun | 1016 | 70,8 % | 956 | 51,2 % | 1270 | 74,6 % | 3242 | 64,8 % |
| 0,5 à 4,5 s | 96 | 6,7 % | 97 | 5,2 % | 83 | 4,9 % | 276 | 5,5 % |
| 5,0 à 9,5 s | 136 | 9,5 % | 221 | 11,8 % | 153 | 9,0 % | 510 | 10,2 % |
| 10 à 19 s | 121 | 8,4 % | 319 | 17,1 % | 132 | 7,8 % | 572 | 11,4 % |
| 20 à 40 s | 56 | 3,9 % | 216 | 11,6 % | 52 | 3,1 % | 324 | 6,5 % |
| 40 s et + | 8 | 0,6 % | 57 | 3,1 % | 5 | 0,3 % | 70 | 1,4 % |
| Inconnu | 2 | 0,1 % | 0 | 0,0 % | 8 | 0,5 % | 10 | 0,2 % |
| Total | 1435 | 100,0 % | 1866 | 100,0 % | 1703 | 100,0 % | 5004 | 100,0 % |

Tableau D.17
Temps d'arrêt des usagers en présence de véhicules

| TEMPS D'ARRÊT | Shefford | | Granby | | Capelton | | Total | |
|---------------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| | N ^{bre} | % |
| Aucun | 242 | 37,8 % | 472 | 34,5 % | 379 | 48,3 % | 1093 | 39,1 % |
| 0,5 à 4,5 s | 85 | 13,3 % | 92 | 6,7 % | 74 | 9,4 % | 251 | 9,0 % |
| 5,0 à 9,5 s | 128 | 20,0 % | 214 | 15,6 % | 145 | 18,5 % | 487 | 17,4 % |
| 10 à 19 s | 119 | 18,6 % | 319 | 23,3 % | 130 | 16,6 % | 568 | 20,3 % |
| 20 à 40 s | 56 | 8,8 % | 216 | 15,8 % | 52 | 6,6 % | 324 | 11,6 % |
| 40 s et + | 8 | 1,3 % | 57 | 4,2 % | 5 | 0,6 % | 70 | 2,5 % |
| Inconnu | 2 | 0,0 % | 0 | 0,0 % | 0 | 0,0 % | 2 | 0,0 % |
| Total | 640 | 100,0 % | 1370 | 100,0 % | 785 | 100,0 % | 2795 | 100,0 % |

Tableau D.18
Temps moyen d'arrêt à la traverse selon le groupe d'utilisateurs

| GROUPE D'USAGERS | Shefford | Granby | Capelton | Total |
|-------------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------|
| Remorque vélo | 6,4 | 9,7 | 4,1 | 6,5 |
| Tandem | 5,2 | 8,8 | 5,2 | 6,2 |
| 1-14 ans | 4,2 | 11,1 | 5,0 | 6,9 |
| 15-54 ans | 3,3 | 7,8 | 2,5 | 4,7 |
| 55 ans et + | 3,3 | 8,1 | 2,6 | 4,8 |
| Masculin | 2,9 | 7,2 | 2,3 | 4,3 |
| Féminin | 3,9 | 9,4 | 3,4 | 5,7 |
| Cycliste | 3,4 | 8,2 | 2,7 | 4,8 |
| Patineur | 3,3 | 7,7 | - | 6,0 |
| Total | 3,4 | 8,1 | 2,7 | 4,9 |

Tableau D.19
Vitesse moyenne de traversée (km/h) selon le groupe d'utilisateurs

| GROUPE D'USAGERS | Shefford | Granby | Capelton | Total |
|-------------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------|
| Remorque vélo | 7,8 | 8,6 | 6,9 | 7,7 |
| Tandem | 8,2 | 10,2 | 7,0 | 8,3 |
| 1-14 ans | 9,3 | 11,3 | 9,0 | 9,9 |
| 15-54 ans | 9,5 | 12,0 | 9,9 | 10,6 |
| 55 ans et + | 8,9 | 10,6 | 9,4 | 9,6 |
| Masculin | 9,8 | 12,5 | 10,1 | 10,9 |
| Féminin | 8,9 | 10,6 | 9,3 | 9,6 |
| Cycliste | 9,5 | 11,9 | 9,7 | 10,4 |
| Patineur | 8,6 | 10,9 | - | 10,0 |
| Total | 9,4 | 11,7 | 9,7 | 10,4 |

Tableau D.20
Vitesse médiane de traversée (km/h) selon le groupe d'usagers

| GROUPE D'USAGERS | Sheffield | Granby | Capelton | Total |
|-------------------------|------------------|---------------|-----------------|--------------|
| Remorque vélo | 6,3 | 7,8 | 6,7 | 7,3 |
| Tandem | 8,1 | 8,4 | 6,9 | 7,7 |
| 1-14 ans | 8,6 | 10,4 | 8,8 | 9,3 |
| 15-54 ans | 9,2 | 11,3 | 9,7 | 10,0 |
| 55 ans et + | 8,6 | 10,3 | 9,4 | 9,4 |
| Masculin | 9,2 | 11,6 | 10,0 | 10,3 |
| Féminin | 8,6 | 10,1 | 9,1 | 9,3 |
| Cycliste | 9,2 | 11,0 | 9,7 | 9,8 |
| Patineur | 8,1 | 10,5 | - | 9,3 |
| Total | 8,9 | 11,0 | 9,7 | 9,7 |

Tableau D.21
Vitesse 85^e percentile de traversée (km/h) selon le groupe d'usagers

| GROUPE D'USAGERS | Sheffield | Granby | Capelton | Total |
|-------------------------|------------------|---------------|-----------------|--------------|
| Remorque vélo | 5,5 | 4,7 | 5,6 | 5,6 |
| Tandem | 5,9 | 5,5 | 4,4 | 5,1 |
| 1-14 ans | 6,1 | 7,0 | 6,2 | 6,5 |
| 15-54 ans | 6,3 | 7,7 | 7,2 | 7,1 |
| 55 ans et + | 6,3 | 6,8 | 7,0 | 6,6 |
| Masculin | 6,6 | 8,1 | 7,2 | 7,2 |
| Féminin | 6,2 | 7,1 | 6,9 | 6,6 |
| Cycliste | 6,3 | 7,7 | 7,0 | 6,9 |
| Patineur | 6,2 | 7,7 | - | 6,8 |
| Total | 6,3 | 7,7 | 7,0 | 6,9 |

Tableau D.22

Vitesse 95^e percentile de traversée (km/h) selon le groupe d'usagers

| GROUPE D'USAGERS | Shefford | Granby | Capelton | Total |
|-------------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------|
| Remorque vélo | 9,5 | 12,2 | 7,9 | 9,7 |
| Tandem | 10,5 | 12,7 | 9,7 | 10,3 |
| 1-14 ans | 12,9 | 15,4 | 11,1 | 13,5 |
| 15-54 ans | 12,9 | 16,0 | 12,4 | 14,2 |
| 55 ans et + | 11,9 | 14,5 | 11,9 | 12,4 |
| Masculin | 12,9 | 16,5 | 12,4 | 14,7 |
| Féminin | 11,4 | 14,5 | 11,5 | 12,5 |
| Cycliste | 12,9 | 16,0 | 12,4 | 14,0 |
| Patineur | 12,4 | 14,0 | - | 13,5 |
| Total | 12,4 | 15,4 | 12,4 | 14,0 |

Tableau D.23

Créneaux de temps disponibles pour traverser

| Créneau (s) | Shefford | | Capelton | | Granby | |
|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| | N^{bre} | % | N^{bre} | % | N^{bre} | % |
| 1 à 4 | 49 | 11,5 | 83 | 16,8 | 150 | 28,4 |
| 5 à 9 | 69 | 16,2 | 90 | 18,2 | 161 | 30,4 |
| 10 à 14 | 55 | 12,9 | 67 | 13,5 | 90 | 17,0 |
| 15 à 19 | 58 | 13,6 | 50 | 10,1 | 60 | 11,3 |
| 20 à 24 | 39 | 9,2 | 44 | 8,9 | 36 | 6,8 |
| 25 à 29 | 21 | 4,9 | 33 | 6,7 | 12 | 2,3 |
| 30 à 34 | 27 | 6,4 | 22 | 4,4 | 8 | 1,5 |
| 35 à 39 | 21 | 4,9 | 24 | 4,8 | 5 | 0,9 |
| 40 à 44 | 20 | 4,7 | 23 | 4,6 | 1 | 0,2 |
| 45 à 49 | 12 | 2,8 | 20 | 4,0 | 3 | 0,6 |
| 50 à 54 | 5 | 1,2 | 8 | 1,6 | 2 | 0,4 |
| 55 à 59 | 7 | 1,6 | 9 | 1,8 | 0 | 0,0 |
| 60 à 64 | 5 | 1,2 | 7 | 1,4 | 0 | 0,0 |
| 65 à 69 | 8 | 1,9 | 3 | 0,6 | 0 | 0,0 |
| 70 à 74 | 10 | 2,4 | 3 | 0,6 | 0 | 0,0 |
| 75 à 79 | 3 | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| 80 à 84 | 2 | 0,5 | 2 | 0,4 | 0 | 0,0 |
| 85 à 89 | 7 | 1,6 | 2 | 0,4 | 0 | 0,0 |
| 90 et + | 7 | 1,6 | 5 | 1,0 | 1 | 0,2 |
| Total | 425 | 100,0 | 495 | 100,0 | 529 | 100,0 |

Note : 4 heures d'observations pour chaque site (fin juillet)

Tableau D.24
Créneaux d'achalandage

| Créneau (s) | Shefford | | Capelton | | Granby | |
|----------------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
| | N ^{bre} | % | N ^{bre} | % | N ^{bre} | % |
| 5 à 9 | 312 | 73,1 | 387 | 77,9 | 175 | 33,1 |
| 10 à 14 | 64 | 15,0 | 79 | 15,9 | 115 | 21,7 |
| 15 à 19 | 28 | 6,6 | 20 | 4,0 | 87 | 16,4 |
| 20 à 24 | 16 | 3,7 | 10 | 2,0 | 55 | 10,4 |
| 25 à 29 | 4 | 0,9 | 1 | 0,2 | 21 | 4,0 |
| 30 à 34 | 1 | 0,2 | 0 | 0,0 | 29 | 5,5 |
| 35 à 39 | 2 | 0,5 | 0 | 0,0 | 20 | 3,8 |
| 40 à 44 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 9 | 1,7 |
| 45 à 49 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 7 | 1,3 |
| 50 à 54 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 5 | 0,9 |
| 55 à 59 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 0,2 |
| 60 à 64 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 3 | 0,6 |
| 65 à 69 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 2 | 0,4 |
| 70 à 74 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 0,2 |
| Total | 427 | 100,0 | 497 | 100,0 | 530 | 100,0 |

Note : 4 heures d'observations pour chaque site (fin juillet)

Tableau D.25
Cyclistes qui traversent en présence de véhicules

| Créneau (s) | Shefford | | Capelton | | Granby | |
|----------------|------------------|-----|------------------|------|------------------|-------|
| | N ^{bre} | % | N ^{bre} | % | N ^{bre} | % |
| 5 à 9 | 15 | 4,8 | 17 | 4,4 | 16 | 9,1 |
| 10 à 14 | 0 | 0,0 | 4 | 5,1 | 8 | 7,0 |
| 15 à 19 | 1 | 3,6 | 1 | 5,0 | 15 | 17,2 |
| 20 à 24 | 0 | 0,0 | 2 | 20,0 | 10 | 18,2 |
| 25 à 29 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 6 | 28,6 |
| 30 à 34 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 7 | 24,1 |
| 35 à 39 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 6 | 30,0 |
| 40 à 59 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 11 | 50,0 |
| 60 à 74 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 6 | 100,0 |
| Total | 16 | 3,7 | 24 | 4,8 | 85 | 16,0 |

**Guide d'établissement des priorités
des choix d'aménagement
pour les passages de pistes cyclables**

AVANT-PROPOS

Ce document propose cinq solutions pour l'aménagement des passages de pistes cyclables. Ces solutions s'appuient sur la littérature scientifique et technique ainsi que sur les connaissances acquises par les chercheurs lors d'une expérimentation sur le terrain, telles qu'elles sont présentées dans le rapport technique (p. 97-112) : Bruneau, J.-F., M. Pouliot, et D. Morin (2000) *Rapport final : Problématique d'aménagement des passages de pistes cyclables en milieu rural*, Coopératif de recherche en sécurité routière de l'Université de Sherbrooke, 87 p.

Ce présent guide est un outil pratique qui donne des suggestions et des choix à l'intervenant devant aménager un passage pour cyclistes. Une fois les choix faits, il faut s'assurer de leur conformité avec les normes du ministère des Transports du Québec. Voici les tomes des normes du ministère des Transports du Québec auxquels on doit se référer, selon le cas, lors de la planification et de la construction d'ouvrages routiers :

- *Tome I – Conception routière;*
- *Tome I – Construction routière;*
- *Tome III – Ouvrages d'art;*
- *Tome IV – Abords de route;*
- *Tome V – Signalisation routière;*
- *Tome VI – Entretien;*
- *Tome VII – Matériaux;*
- *Tome VIII – Matériel.*

INTRODUCTION

Ce guide présente un processus de prise de décision dans le but d'orienter le choix d'une option lors de l'aménagement d'un passage pour cyclistes en milieu rural ou en milieu périurbain (figure 1). L'objectif est de fournir à l'intervenant un outil qui sert à déterminer l'option d'aménagement la plus sécuritaire dans le contexte routier observé. La démarche prend la forme d'un arbre logique et elle s'articule autour des cinq étapes suivantes.

- 1) Grands principes : notions de base à respecter dans tout aménagement.
- 2) Qualification du site : calcul des distances de visibilité (DVA et DVT).
- 3) Sélection d'un type d'aménagement : en fonction du DJMA et du milieu.
- 4) Les aménagements : solutions techniques appliquées cas par cas.
- 5) Les suivis : éléments à planifier après l'aménagement des infrastructures.

Les grands principes d'aménagement sont exposés en premier lieu. Il s'agit de formuler les notions qui prévalent en toute circonstance, peu importe le type de passage et les conditions de circulation. La deuxième étape est un critère de qualification du site, basé sur le principe de visibilité d'arrêt. Le conducteur doit distinguer le passage d'assez loin pour être en mesure de s'arrêter, s'il y a un cycliste en conflit de trajectoire. Si la DVA est suffisante, le site se qualifie pour la prochaine étape du processus décisionnel. La DVT est également mesurée à cette étape. À la troisième étape, le DJMA et l'environnement physique servent de critères de sélection du type d'aménagement. L'avant-dernière étape est celle du raffinement de l'option retenue. Il s'agit de critères d'aménagement de base, de conseils pratiques ou de solutions techniques qui s'appliquent au besoin et cas par cas. La dernière étape expose les suivis à envisager lorsque l'intersection est aménagée.

La grille de sélection du type d'aménagement propose cinq solutions selon la situation observée :

- 1) arrêt sur la route;
- 2) arrêt sur la piste;
- 3) arrêts sur la piste avec ou sans îlot de protection;
- 4) feu de circulation;
- 5) passage dénivelé (tunnel ou passerelle).

L'intervenant qui doit aménager un passage pour cyclistes doit tenir compte du contexte légal défini par le ministère des Transports du Québec. Selon le *Code de la sécurité routière*, il est interdit aux cyclistes de circuler sur les autoroutes et sur les routes à accès contrôlés. Dans ces deux cas, il doit forcément y avoir un passage dénivelé pour aider les cyclistes à franchir l'obstacle.

Dans ce guide, les remarques s'appliquant aux cyclistes incluent également les patineurs.

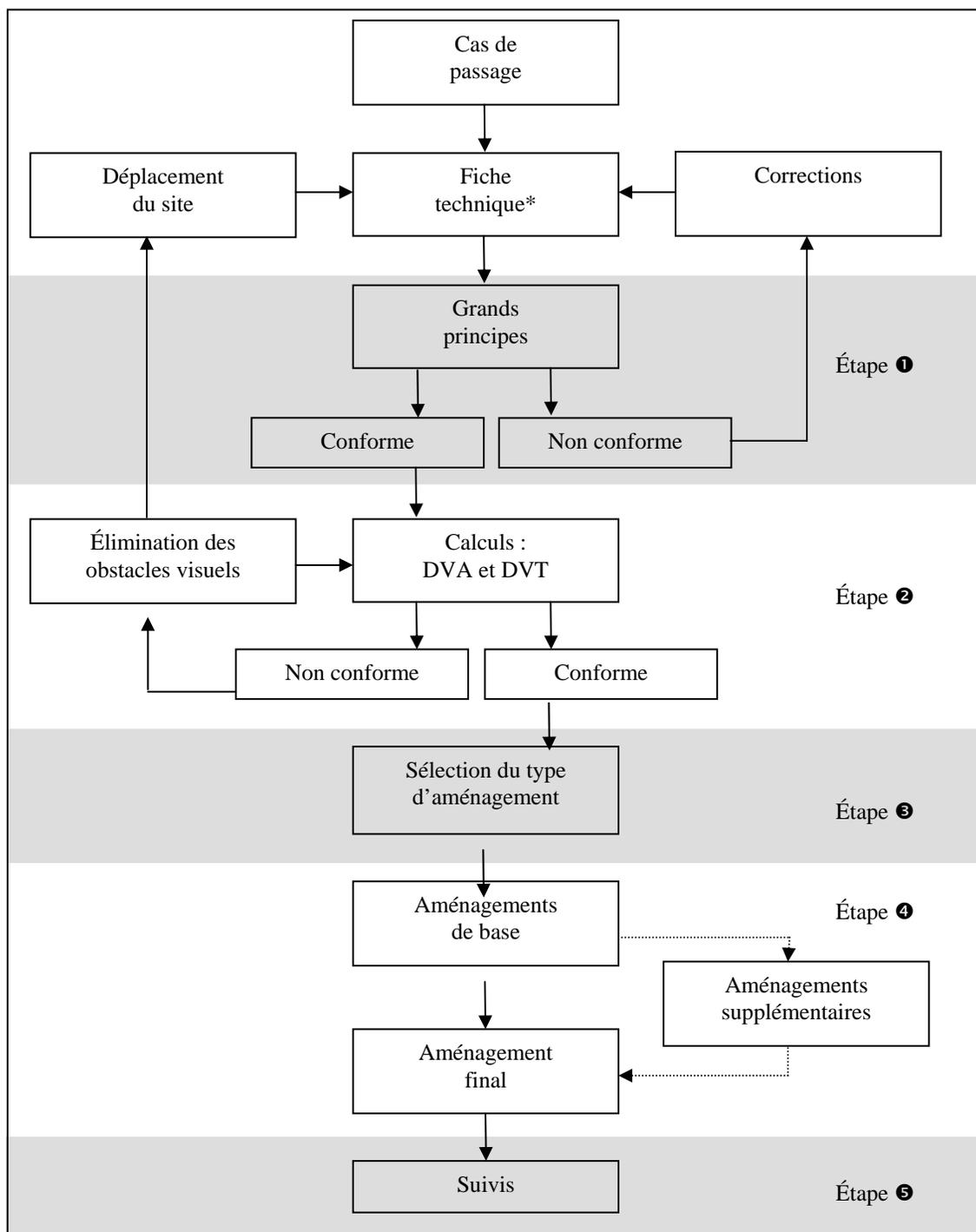


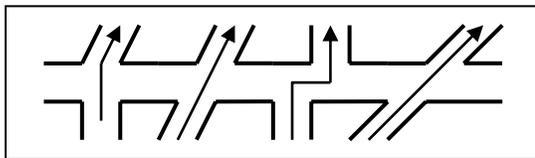
Figure 1 Organigramme du processus décisionnel

* Annexe A

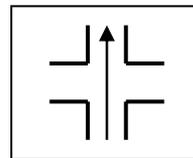
1^{RE} ÉTAPE : GRANDS PRINCIPES

Principe de base I : AXE DU PASSAGE

La piste cyclable et la route doivent former un angle de 90°. Les passages désaxés, dont l'angle du croisement diffère de 90°, allongent le temps de traversée et le temps d'exposition au risque et augmentent la difficulté pour les cyclistes pour voir venir les véhicules. Cette caractéristique est surtout liée à la reconversion des anciens chemins de fer. Sur une nouvelle piste, il faut planifier un tracé rectiligne à l'approche de la route et aligner les deux entrées. Sur une ancienne voie ferrée, on peut dévier au besoin la piste en longeant la route sur quelques mètres. Il faut éviter de conserver l'angle désaxé d'un passage. Il s'agit d'une importante source de problèmes, et qui sont difficiles à régler par la suite.



Inacceptable

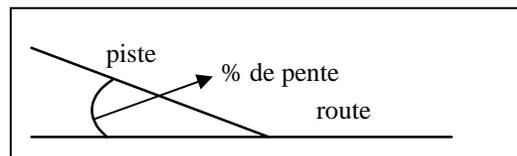


Acceptable

Principe de base II : NIVEAU DU PASSAGE

- 1) Aménager le passage sur un espace aussi plat que possible.
- 2) La traversée doit préférablement se faire à niveau.
- 3) Sur la piste, éviter un pourcentage de pente excessif par rapport au passage. Voici les pourcentages de pente à considérer aux approches de la piste :

| | |
|--------------|---------|
| Excellent | < 2 % |
| Satisfaisant | 2 à 4 % |
| À éviter | > 4 % |



Considérations préalables

- 1) Tenir compte de l'utilisateur le plus vulnérable sur la piste (le plus lent).
- 2) Intégrer les cyclistes, les piétons et les patineurs pour concentrer la demande, mais séparer les piétons et les cyclistes s'ils sont nombreux.
- 3) Prévoir l'évolution de la clientèle à moyen et à long terme en tenant compte d'éventuelles jonctions avec un réseau plus vaste.
- 4) Tenter de conserver la fluidité du trafic sur la route mais ne pas envisager de compromis quant à la sécurité des cyclistes.
- 5) Aménager le passage le plus loin possible d'une intersection routière (de 25 à 230 m selon la vitesse affichée) ou la ramener à celle-ci.
- 6) Sur un itinéraire cyclable, réduire le temps d'attente des cyclistes au minimum (< 20 secondes d'attente par km de piste, jamais > 30 s/km).
- 7) Réduire le nombre de passages par unité de distance (≤ 2 arrêts/km de piste).
- 8) Un faible volume cycliste ne justifie pas l'abandon d'un concept sécuritaire.

2^E ÉTAPE : QUALIFICATION DU SITE

1) Distance de visibilité d'arrêt (DVA)

Le conducteur doit distinguer d'assez loin le passage et les cyclistes qui s'y trouvent pour être en mesure de s'immobiliser à temps s'il y a un conflit de trajectoire. Pour assurer ce délai, on mesure la DVA (figure 2). Sur le terrain, on peut mesurer la DVA en suivant ce processus :

- 1) positionner deux observateurs sur la route de façon qu'ils s'aperçoivent;
- 2) l'un reste immobile sur le passage et l'autre s'éloigne en longeant la route;
- 3) l'observateur sur la route, à l'aide d'un repère de 1,05 m de hauteur, simule la position de l'œil d'un conducteur;
- 4) l'observateur sur le passage se place sur la ligne de rive, du côté qui offre la distance de visibilité la plus courte;
- 5) mesurer la distance le long de la route entre les deux observateurs;
(ruban, roue à mesurer ou autre)
- 6) répéter 1 à 5 pour l'autre approche routière.

Comparer les distances mesurées avec les distances théoriques. Les distances théoriques résultent de la combinaison des tableaux 1 et 2. Pour que le site puisse accueillir un passage pour cyclistes, la DVA doit être respectée aux deux approches routières. Dès qu'une des deux DVA n'est pas respectée, il faut trouver un moyen d'améliorer la visibilité. Le plus souvent, il s'agit de procéder à un élagage de la végétation qui gêne la visibilité ou de déplacer un panneau de signalisation ou toute affiche publicitaire. Dans le pire des cas, il faut trouver une solution de rechange et déplacer le passage. N'aménagez pas un passage qui souffrira d'un manque de visibilité. Il est impératif de respecter la DVA minimale.

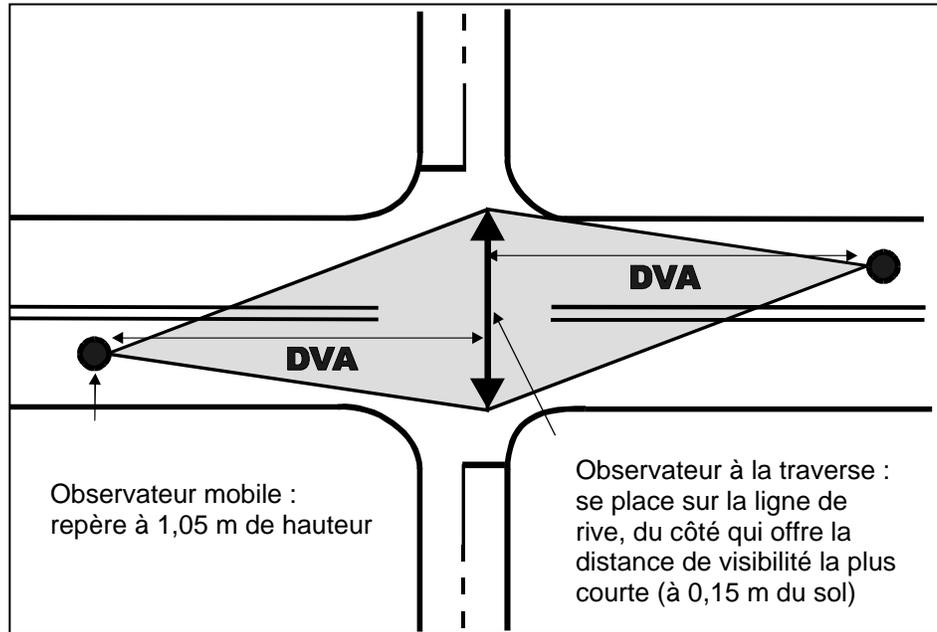


Figure 2 Mesure de la distance de visibilité d'arrêt (DVA) aux deux approches

Tableau 1
Distances de visibilité d'arrêt du conducteur (DVA)

| Vitesse affichée (km/h) | Réaction de freinage | | Coefficient de friction | Distance de freinage (m) | DVA | |
|-------------------------|----------------------|--------------|-------------------------|--------------------------|--------------|----------------|
| | Temps (s) | Distance (m) | | | Calculée (m) | Conception (m) |
| 30 | 2,5 | 27,8 | 0,38 | 16,6 | 44,4 | 45 |
| 40 | 2,5 | 34,7 | 0,36 | 27,3 | 62,0 | 65 |
| 50 | 2,5 | 41,7 | 0,34 | 41,6 | 83,5 | 85 |
| 60 | 2,5 | 48,6 | 0,32 | 60,2 | 108,8 | 110 |
| 70 | 2,5 | 55,6 | 0,31 | 81,2 | 136,8 | 140 |
| 80 | 2,5 | 62,5 | 0,30 | 106,2 | 168,7 | 170 |
| 90 | 2,5 | 69,4 | 0,30 | 131,1 | 200,5 | 200 |
| 100 | 2,5 | 76,4 | 0,29 | 164,3 | 240,7 | 240 |

Tiré de : MTQ (1998) *Tome I - Conception routière*, chapitre VII, « Distance de visibilité ».

Note : les valeurs de DVA contiennent déjà la majoration de 10 km/h par rapport à la vitesse affichée; les valeurs sont calculées selon la vitesse pratiquée 85^e percentile par rapport à la vitesse affichée.

Tableau 2
Effet de la pente sur la distance de visibilité d'arrêt du conducteur

| Vitesse affichée (km/h) | Correction de la DVA (m) | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|-----|-----|------|--------------------------|-----|-----|------|
| | Diminution en montée | | | | Augmentation en descente | | | |
| | 3 % | 6 % | 9 % | 12 % | 3 % | 6 % | 9 % | 12 % |
| 30 | - | - | - | - | - | - | - | 10 |
| 40 | - | - | 5 | 5 | - | 5 | 10 | 15 |
| 50 | - | 5 | 5 | 10 | 5 | 10 | 15 | 25 |
| 60 | 5 | 10 | 10 | 15 | 10 | 15 | 25 | 40 |
| 70 | 5 | 10 | 15 | 20 | 10 | 20 | 35 | 55 |
| 80 | 5 | 15 | 20 | 30 | 10 | 30 | 45 | 70 |
| 90 | 10 | 20 | 30 | 35 | 15 | 30 | 60 | 90 |
| 100 | 15 | 25 | 35 | 45 | 20 | 45 | 75 | 115 |

Tiré de : MTQ (1998) *Tome I - Conception routière*, chapitre VII, « Distance de visibilité ».

Note : les valeurs de DVA contiennent déjà la majoration de 10 km/h par rapport à la vitesse affichée; les valeurs sont calculées selon la vitesse pratiquée 85^e percentile par rapport à la vitesse affichée.

Notes

- Dans le tableau 2, la majoration ou la diminution de la DVA est calculée en fonction du pourcentage de pente sur la longueur de la DVA.
- Avec une pente descendante, on ajoute la distance en mètres du tableau 2 à celle du tableau 1.
- Dans le cas d'une montée en direction du passage pour cyclistes, on soustrait la valeur du tableau 2 de celle du tableau 1.

2) Distance de visibilité de traversée des cyclistes (DVT)

Le cycliste doit lui aussi voir les véhicules d'assez loin pour être en mesure de décider s'il a le temps de s'engager et de traverser la chaussée. Pour ce faire, on mesure la DVT, en présumant que le cycliste s'engage à partir d'une position stationnaire. La DVT est évaluée à gauche et à droite (figure 3). Les seuils sont basés sur la vitesse des véhicules, la longueur de la traversée et la capacité du cycliste à accélérer (figure 4). Le tableau 3 donne les distances théoriques selon la longueur de traversée. Pour mesurer la DVT du cycliste sur la piste, il faut suivre les étapes suivantes :

- 1) positionner deux observateurs de façon qu'ils s'aperçoivent;
- 2) l'un reste immobile à la ligne d'arrêt ou au panneau d'arrêt sur la piste (à au moins 1,5 m de la ligne de rive);
- 3) l'autre longe la route et s'éloigne (simule un véhicule arrivant);
- 4) l'observateur immobile évalue le lieu où l'autre observateur disparaît;
- 5) mesurer la distance sur route entre les observateurs (ruban, roue à mesurer);
- 6) répéter 1 à 5 pour l'autre approche routière (à gauche et à droite);
- 7) répéter 1 à 6 pour l'autre approche de la piste;
- 8) mesurer la longueur du passage (entre les deux lignes de rive) et ajouter 2 m (l'équivalent d'une longueur de vélo);
- 9) pour la distance vers la gauche, tenir compte de la largeur des voies de circulation dans l'approche gauche (ex. : 1 voie, 2 voies, 3 voies, etc.);
- 10) pour la distance vers la droite, tenir compte de la largeur du total des voies de circulation (sauf si sens unique de gauche à droite);
- 11) comparer les distances mesurées avec les distances théoriques (tableau 3).

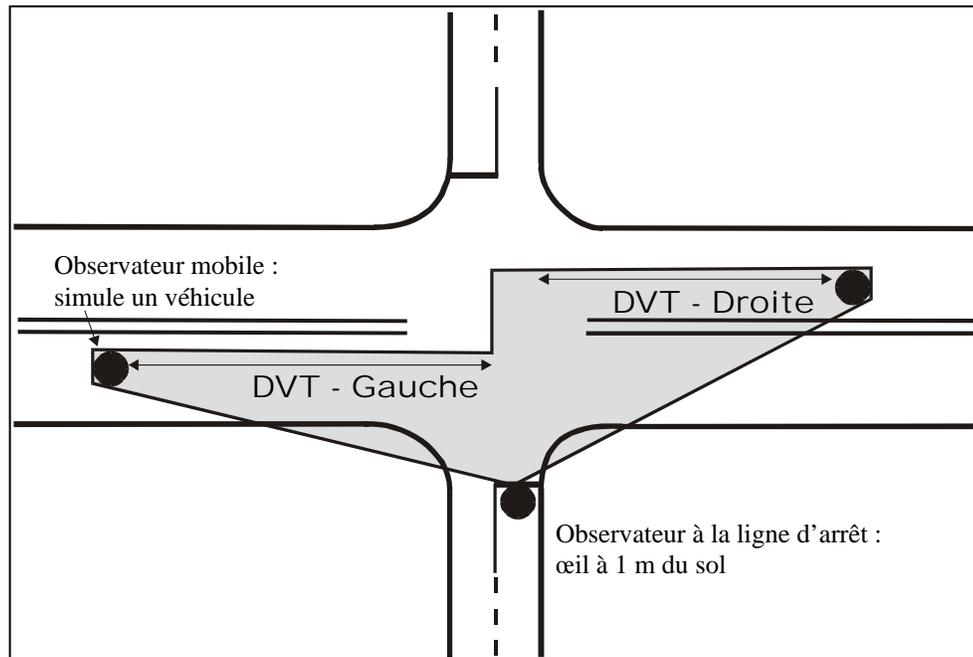


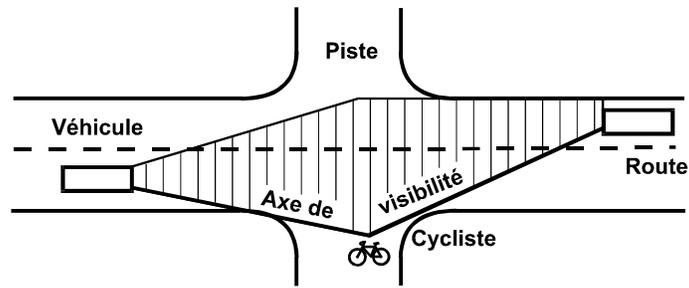
Figure 3 Mesure de la distance de visibilité de traversée (DVT) à gauche et à droite

Tableau 3
Distance de visibilité de traversée (DVT) requise par un cycliste (m)

| Longueur passage (m) | Temps de traversée (s) | Vitesse affichée (km/h) | | | | | | |
|----------------------|------------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 4 | ± 5,7 | 80 | 95 | 110 | 125 | 145 | 160 | 175 |
| 5 | ± 6,0 | 85 | 100 | 120 | 135 | 150 | 170 | 185 |
| 6 | ± 6,4 | 90 | 110 | 125 | 145 | 160 | 180 | 200 |
| 7 | ± 6,8 | 95 | 115 | 135 | 155 | 170 | 190 | 210 |
| 8 | ± 7,1 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 |
| 9 | ± 7,5 | 105 | 125 | 150 | 170 | 190 | 210 | 230 |
| 10 | ± 7,8 | 110 | 130 | 155 | 175 | 195 | 220 | 240 |
| 11 | ± 8,2 | 115 | 140 | 160 | 185 | 205 | 230 | 255 |
| 12 | ± 8,5 | 120 | 145 | 165 | 190 | 215 | 240 | 260 |
| 13 | ± 8,9 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 |
| 14 | ± 9,3 | 130 | 155 | 185 | 210 | 235 | 260 | 285 |
| 15 | ± 9,6 | 135 | 160 | 190 | 215 | 240 | 270 | 295 |
| 16 | ± 10,0 | 140 | 165 | 195 | 220 | 250 | 280 | 305 |
| 17 | ± 10,3 | 145 | 170 | 200 | 230 | 260 | 285 | 315 |
| 18 | ± 10,7 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 295 | 325 |
| 19 | ± 11,0 | 155 | 185 | 215 | 245 | 275 | 305 | 335 |
| 20 | ± 11,4 | 160 | 190 | 220 | 255 | 285 | 315 | 350 |
| 21 | ± 11,8 | 165 | 195 | 230 | 260 | 295 | 330 | 360 |
| 22 | ± 12,1 | 170 | 200 | 235 | 270 | 305 | 335 | 370 |

Modifié de : CROW (1993) *Sign up for the Bike, Design Manual for a Cycle-Friendly Infrastructure*.

Note : les valeurs de DVT contiennent déjà la majoration de 10 km/h par rapport à la vitesse affichée; les valeurs sont calculées selon la vitesse pratiquée 85^e percentile par rapport à la vitesse affichée.



Paramètres à introduire : - Accélération maximale : 0,8 m/s²
 (Exemple avec un - Temps de réaction : 2,5 s
 passage de 7 m) - Vitesse maximale du cycliste : 10 km/h (2,8 m/s)

1) T₁ : temps requis pour atteindre la vitesse maximale; passer de 0 m/s à 2,8 m/s :

$$V_{\max} = V_0 + a T_1 \quad \text{Où : } V_{\max} = \text{vitesse maximale}$$

$$T_1 = (V_0 + V_{\max}) / a \quad V_0 = \text{vitesse de départ}$$

$$T_1 = (0 + 2,8) / 0,8 \quad a = \text{accélération}$$

$$T_1 = 3,5 \text{ s} \quad T_1 = \text{temps requis pour } V_{\max}$$

2) X : distance parcourue en 3,5 secondes :

$$X_1 - X_0 = V_0 T_1 + \frac{1}{2} a T_1^2 \quad \text{Où : } X_1 = \text{distance parcourue en 3,5 s}$$

$$X_1 = (V_0 T_1 + \frac{1}{2} a T_1^2) - X_0 \quad X_0 = \text{distance de départ}$$

$$X_1 = (0 + \frac{1}{2} (0,8) (3,5)^2) - 0 \quad V_0 = \text{vitesse de départ}$$

$$X_1 = 4,9 \text{ m} \quad a = \text{accélération}$$

3) T₂ : temps requis pour franchir le reste du passage :

$$X_T - X_1 = V_{\max} T_2 \quad \text{Où : } X_1 = \text{distance parcourue en 3,5 s}$$

$$T_2 = (X_T - X_1) / V_{\max} \quad X_T = \text{distance totale parcourue (7 m)}$$

$$T_2 = (7 - 4,9) / 2,8 \quad V_{\max} = \text{vitesse maximale}$$

$$T_2 = 0,75 \text{ s} \quad T_2 = \text{temps requis pour le reste}$$

4) Temps total de traversée :

$$T_T = \text{Temps de réaction} + T_1 + T_2$$

$$T_T = 2,5 + 3,5 + 0,75$$

$$T_T = 6,75 \text{ ou } 6,8 \text{ s}$$

5) Distance de visibilité dans l'axe de la route (vitesse de 50 km/h ou 13,89 m/s) :

$$D = T_T V_v \quad \text{Où : } T_T = \text{temps total de traversée}$$

$$D = (6,8 \text{ s}) (13,89 \text{ m/s}) \quad V_v = \text{vitesse du véhicule}$$

$$D = 95 \text{ m} \quad D = \text{distance de visibilité sur route}$$

Figure 4 Distance de visibilité requise par un cycliste immobilisé à l'arrêt (DVT)

Modifié de : CROW (1993), dans Gittings *et al.* (1994)

3) Distance de visibilité de traversée des piétons (DVT_p) (selon le cas)

S'il y a une signalisation obligeant le cycliste à descendre de sa bicyclette pour traverser la route ou s'il y a beaucoup de piétons sur le site, il faut calculer la distance de visibilité de traversée du piéton (tableau 4). Traiter la présente section comme la section 2, en comparant les distances mesurées aux valeurs du tableau 4. Voici la formule de calcul de la DVT du piéton si les valeurs calculées au tableau 4 sont insuffisantes :

$$DVT_p = 0,2778 V_v [(L / V_p) + T]$$

Où : D = distance de visibilité du piéton vers sa droite (m)

L = longueur du passage (m)

V_p = vitesse du piéton (1,22 m/s)

V_v = vitesse du véhicule (vitesse affichée + 10 km/h) (km/h)

T = délai de départ (2,5 s)

Tableau 4
Distance de visibilité de traversée des piétons (DVT_p) (m)

| Longueur passage (m) | Temps de traversée (s) | Vitesse affichée (km/h) | | | | | | |
|----------------------|------------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 4 | ± 7,4 | 80 | 95 | 110 | 130 | 145 | 160 | 175 |
| 5 | ± 8,6 | 90 | 110 | 130 | 145 | 165 | 185 | 200 |
| 6 | ± 9,8 | 105 | 125 | 145 | 165 | 185 | 205 | 225 |
| 7 | ± 11,0 | 115 | 135 | 160 | 185 | 205 | 230 | 250 |
| 8 | ± 12,3 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 |
| 9 | ± 13,5 | 135 | 165 | 190 | 220 | 245 | 275 | 300 |
| 10 | ± 14,7 | 150 | 180 | 210 | 240 | 265 | 295 | 325 |
| 11 | ± 15,9 | 160 | 190 | 225 | 255 | 290 | 320 | 350 |
| 12 | ± 17,1 | 170 | 205 | 240 | 275 | 310 | 345 | 375 |
| 13 | ± 18,4 | 185 | 220 | 255 | 290 | 330 | 365 | 400 |
| 14 | ± 19,6 | 195 | 235 | 270 | 310 | 350 | 390 | 425 |
| 15 | ± 20,8 | 205 | 245 | 290 | 330 | 370 | 410 | 450 |
| 16 | ± 22,0 | 215 | 260 | 305 | 345 | 390 | 435 | 475 |
| 17 | ± 23,2 | 230 | 275 | 320 | 365 | 410 | 455 | 500 |
| 18 | ± 24,5 | 240 | 290 | 335 | 385 | 430 | 480 | 525 |
| 19 | ± 25,7 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 |
| 20 | ± 26,9 | 260 | 315 | 365 | 420 | 470 | 525 | 575 |
| 21 | ± 28,1 | 275 | 330 | 385 | 440 | 495 | 550 | 600 |
| 22 | ± 29,3 | 285 | 340 | 400 | 455 | 515 | 570 | 625 |

Inspiré de : Pietrucha and Opiela (1993). *Safe Accommodation of Pedestrians at Intersections*.

Note : les valeurs de DVT contiennent déjà la majoration de 10 km/h par rapport à la vitesse affichée; les valeurs sont calculées selon la vitesse pratiquée 85e percentile par rapport à la vitesse affichée.

4) Décision : conforme ou non conforme

DVA

En conclusion de cette étape, si la mesure de visibilité à l'arrêt est insuffisante (DVA), le site n'est pas propice à l'aménagement d'un passage pour cyclistes dans les conditions existantes. Il faut alors trouver un moyen de rendre la visibilité conforme. Quatre moyens permettent de corriger la situation :

- 1) éliminer le ou les obstacle(s) visuel(s);
- 2) déplacer le passage;
- 3) réduire la limite de vitesse affichée, à condition que le milieu s'y prête;
- 4) aménager un îlot central ou un feu de circulation, si le milieu s'y prête.

Si la DVA ne peut être améliorée ou si le site ne peut accueillir une des transformations proposées ci-dessus, il faut nécessairement déniveler le passage au moyen d'un tunnel ou d'une passerelle.

DVT

La DVT est importante pour le confort du cycliste, mais à une vitesse donnée, la DVT est toujours plus élevée que la DVA. La DVT est sensible à la longueur du chemin parcouru par le cycliste sur la chaussée, ce que la DVA ne prend pas en considération. Pour tenter de dégager le minimum de visibilité requis par la DVT, il faut préalablement respecter un des grands principes d'aménagement, soit de prévoir un angle route / piste de 90°. Cela a pour effet de réduire au minimum la longueur du passage, et ainsi de réduire la DVT requise.

Si la DVT n'est pas respectée, il faut tenter de l'améliorer lors de la troisième étape par des choix d'aménagement appropriés (ex. : îlot).

3^E ÉTAPE : SÉLECTION DU TYPE D'AMÉNAGEMENT

La sélection du type d'aménagement permet de formuler un premier diagnostic quant à la faisabilité du projet selon les paramètres déterminants de l'environnement (tableau 5). La grille donne un avis de conformité pour aller de l'avant avec un projet de passage. La sélection s'effectue avec le DJMA, le nombre de voies et l'environnement physique.

Tableau 5
Grille de sélection du type d'aménagement

| Environnement physique | DJMA < 500 | DJMA 500 – 4999 | DJMA 5000 - 9999 | DJMA 10 000 et + |
|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---|--|
| Urbain | Arrêt piste | Arrêt piste | Arrêt piste | Feu de circulation* |
| | <i>Arrêt piste</i> | <i>Arrêt piste + îlot</i> | <i>Arrêt piste + îlot</i> | <i>Arrêt piste + îlot ou feu de circulation*</i> |
| Périurbain | Arrêt piste ou Cédez piste | Arrêt piste | Arrêt piste | Arrêt piste + îlot ou feu de circulation* |
| | | <i>Arrêt piste + îlot</i> | <i>Arrêt piste + îlot</i> | <i>Arrêt piste + îlot ou feu de circulation*</i> |
| Rural | Arrêt piste ou Cédez piste | Arrêt piste | Arrêt piste | Passage dénivelé ou arrêt piste + îlot |
| | | <i>Arrêt piste + îlot</i> | <i>Arrêt piste + îlot ou passage dénivelé</i> | <i>Passage dénivelé ou arrêt piste + îlot</i> |

D'après : J.-F. Bruneau et M. Pouliot, 2000.

Légende :

| |
|---------------------------|
| Deux voies |
| <i>Plus de deux voies</i> |

* Feu de circulation sur demande

Le DJMA est généralement disponible dans les fichiers du MTQ pour les routes sous sa responsabilité. Il s'agit de repérer le numéro RTSC (route, tronçon, section, chaînage) correspondant au site étudié. Si le DJMA est absent du fichier, il faut l'estimer avec le segment de route le plus rapproché. Le nombre de voies renvoie à la longueur du passage mais aussi à la complexité de la route. Une route à quatre voies n'est pas seulement plus longue à traverser, elle est plus complexe (dépassement, angles morts, vitesse pratiquée, etc.). Cette distinction est importante. Une route à voies multiples possède au moins trois voies de circulation, avant et après le passage, sur une distance minimale de 200 m. Les voies de virage ne comptent pas. Le passage doit être aménagé loin de toute voie de virage. Dans ce cas, il faut plutôt utiliser l'intersection ou déplacer le passage à l'extérieur de la zone d'influence de l'intersection (à plus de 100 m). L'environnement physique est déterminé selon les conditions suivantes,

Urbain : zone avec une forte densité d'occupation du sol (≤ 50 km/h)

Périurbain : zone en marge du périmètre urbain (50 à 80 km/h)

Rural : zone avec une très faible densité d'occupation du sol (70 à 90 km/h)

Cédez piste

Les sites avec des débits inférieurs à 500 véhicules par jour peuvent s'accommoder d'un panneau « Cédez » sur la piste, au lieu d'un panneau d'arrêt. Dans les cas où la piste croise plusieurs entrées de cour ou plusieurs voies d'accès privées sur une courte distance, il peut être préférable de ne pas implanter de panneau à chaque croisement, pour éviter l'excès de signalisation.

Arrêt piste (avec ou sans îlot)

L'arrêt sur la piste est le principal mode de régulation et le type d'aménagement dominant. On peut ajouter un îlot de protection au centre de la chaussée ou sur le terre-plein existant si la route a plus de deux voies ou si l'emprise de la route est de largeur suffisante pour l'accueillir (voir 4^e étape, point 5). En général, les artères urbaines et périurbaines sont les deux environnements où il est possible d'aménager un îlot de protection. Dans des conditions très exceptionnelles, il sera possible d'implanter un îlot en milieu rural. Cependant, il faut faire attention car l'îlot est un obstacle sur la chaussée et peut être à l'origine d'un problème de signalisation.

Feu de circulation

Le feu de circulation sur demande peut être implanté sans problème en milieu urbain. En milieu périurbain, il est une option à considérer. En milieu rural, le feu de circulation sur demande est à éviter, autant que possible. Le passage pour cyclistes n'étant pas signalé au même titre qu'une intersection routière et n'imposant pas de changement de direction au conducteur, un feu autre qu'un feu clignotant n'est donc pas anticipé par les conducteurs de véhicules motorisés. L'effet de surprise n'est pas le seul désavantage; le feu rouge activé à répétition réduira la fluidité du trafic et entraînera une désobéissance potentielle de la part des automobilistes.

Passage dénivelé

Le passage dénivelé est une option qui doit être retenue en recours ultime, peu importe le milieu. Si l'on cherche absolument à améliorer le confort des cyclistes, le passage dénivelé peut bien sûr être aménagé n'importe où, que ce soit en milieu rural ou en milieu urbain, pourvu que les conditions du site de passage s'y prêtent bien.

Dans la grille, le passage dénivelé est suggéré seulement en milieu rural, car d'autres options moins complexes sont disponibles en milieux urbain et périurbain. En effet, il est préférable, dans ces cas, de recourir à d'autres options, plus esthétiques et moins coûteuses, comme la déviation vers des intersections contrôlées. Le passage dénivelé est fortement conseillé en milieu rural lorsque le DJMA est supérieur à 10 000 véhicules par jour et que la vitesse affichée est de 90 km/h.

4^E ÉTAPE : LES AMÉNAGEMENTS

1) Aménagements de base

Parmi les dispositifs de sécurité qui existent, il y a des aménagements de base à prévoir pour tout passage sur une route asphaltée (figure 5).

- 1) Angle route / piste de 90°
- 2) Signal avancé d'arrêt (piste) de 15 à 30 m avant l'intersection
- 3) Signal avancé de passage (route) :

| <u>Vitesse</u> | <u>Distance d'implantation</u> |
|----------------|--------------------------------|
| 30 | 25 m |
| 50 | 50 m |
| 60 | 75 m |
| 70 | 100 m |
| 80 | 150 m |
| 90 | 200 m |

- 4) Signal de passage (route)
- 5) Marquage de blocs de 0,4 m espacés de 0,4 m, identiques à ceux des passages pour piétons, soit sur la largeur du passage
- 6) Délinéateurs flexibles : nombre impair, à 15 m de la ligne de rive
- 7) Ligne jaune double continue de part et d'autre du passage (dans le but d'interdire les dépassements)

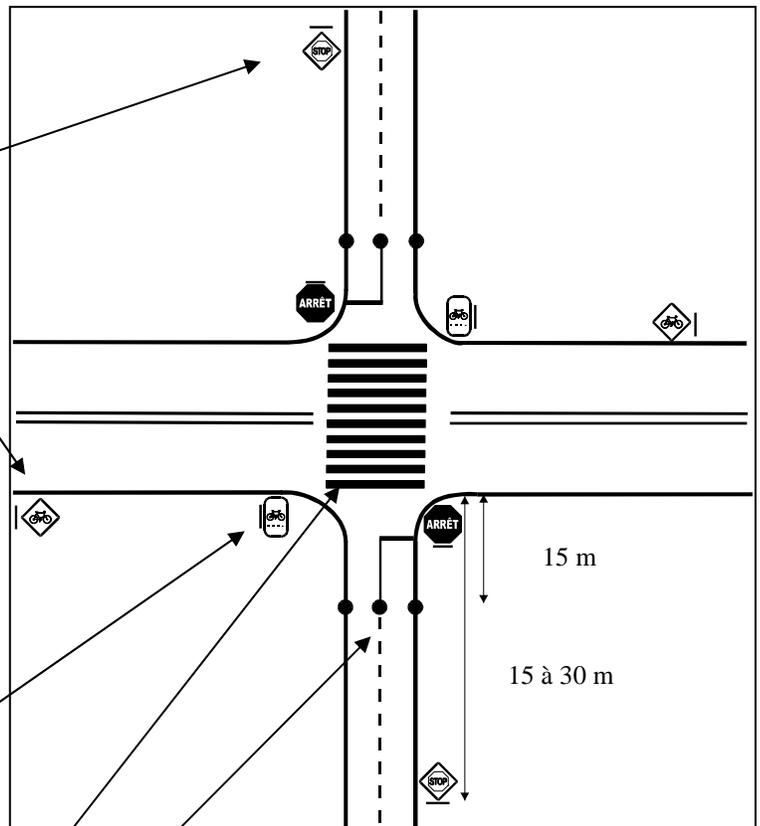


Figure 5 Aménagements de base

2) Aménagements supplémentaires à considérer

1) Aménagements liés à la signalisation

- 1) Minimiser la signalisation autour du site (éviter la surcharge d'informations).
- 2) Les signaux pour cyclistes peuvent servir aux piétons.
- 3) Les panneaux pour cyclistes doivent ressembler à ceux destinés aux conducteurs (logique, forme, contenu), sauf en ce qui a trait à leur dimension.
- 4) Le signal avancé d'arrêt (piste) est fortement recommandé si la pente est descendante.
- 5) Le feu clignotant rouge (piste) et jaune (route) démarque la zone de risque.

2) Aménagements suggérés pour réduire la vitesse

Parmi la variété d'aménagements qui peuvent servir à réduire la vitesse des véhicules (*traffic calming*), quatre éléments sont acceptables en milieu rural ou périurbain, là où la vitesse affichée est égale ou supérieure à 70 km/h (figure 6). Les autres dispositifs sont à proscrire pour tout type de passage.

Acceptables :

- 1) quatre délinéateurs réfléchissants en marge des lignes de rive, avec une base fragilisée si route > 50 km/h;
- 2) feu clignotant rouge (piste) et feu clignotant jaune (route);
- 3) pavage vibrant \pm 200 m avant le passage (route).

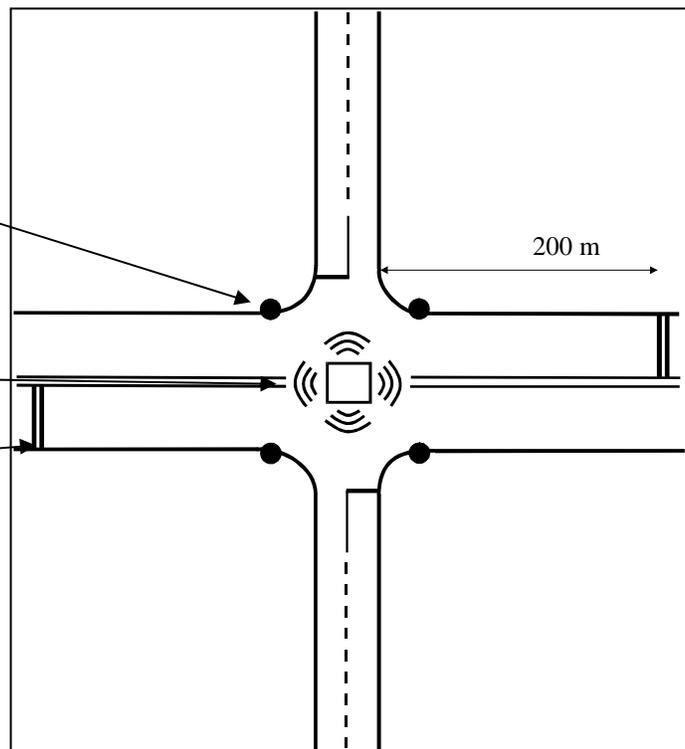


Figure 6 Aménagements suggérés pour réduire la

Inacceptables :

- 1) goulot d'étranglement ou rétrécissement de la chaussée;
- 2) dos d'âne destinés à ralentir les cyclistes ou les automobilistes;
- 3) surélévation du passage, surtout si la route est importante et que la vitesse est > 50km/h;
- 4) aménagements qui briment l'accès aux fauteuils roulants et aux remorques :
 - chicanes sur la piste;
 - barrières fixes sur la piste.

3) Aménagements suggérés aux entrées de piste

- 1) Asphalter l'entrée de piste (aide aux départs et facilite le contrôle).
- 2) Élargir l'entrée d'une piste fréquentée (manœuvres, encombrement à l'arrêt).

Toutefois, l'entrée de la piste ne doit pas induire l'automobiliste en erreur en évoquant une voie d'accès pour véhicules

4) Aménagements avec ou sans délinéateurs

Les délinéateurs découragent les conducteurs de véhicules motorisés d'accéder à la piste cyclable mais ils nuisent aux cyclistes. Ils découragent les utilisateurs de tandem et de remorques pour vélo. Une solution pratique consiste à dédoubler la piste bidirectionnelle en créant deux pistes unidirectionnelles. Ensuite, on sépare les deux bouts des pistes par un aménagement paysager (figure 7). Dans le cas où des délinéateurs flexibles sont implantés, voici la liste des recommandations :

- 1) nombre : impair (1 ou 3);
- 2) éloignement : à 15 m de la ligne de rive;
- 3) espacement : au moins 1,5 m;
- 4) hauteur : environ 1 m;
- 5) flexibles et amovibles pour permettre l'accès aux véhicules d'urgence;
- 6) visibles de jour et de nuit (réfléchissants).

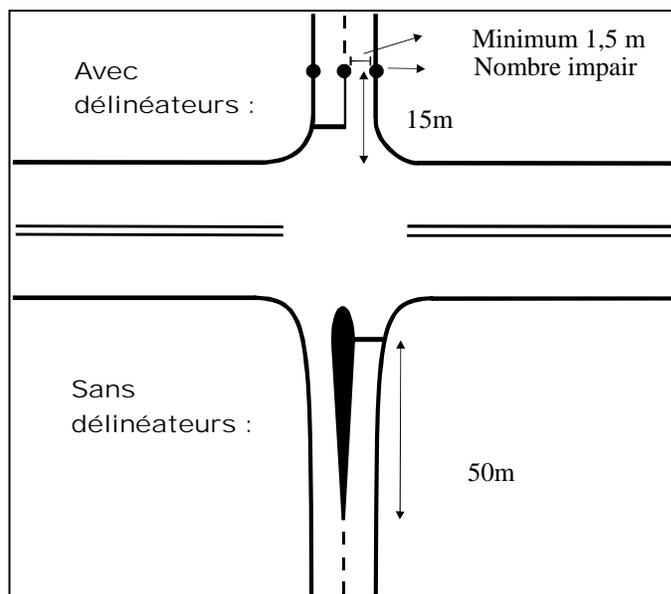


Figure 7 Dispositifs visant à décourager les véhicules d'accéder à la piste

5) Aménagement possible d'un îlot de protection (milieux urbain et périurbain)

L'îlot de protection peut être aménagé si la largeur de l'emprise routière le permet. Deux types d'îlots peuvent être aménagés, selon le contexte : l'îlot perpendiculaire à la route (figure 8) et l'îlot parallèle à la route (figure 9). En l'absence de terre-plein, il faut prévoir une légère courbe sur la route afin de contourner l'îlot. La courbe commence au même endroit que le marquage en oblique au centre de la chaussée (voir formule à la figure 8). Voici les recommandations générales pour l'aménagement d'un îlot :

- 1) l'îlot doit être le plus dégagé possible;
- 2) prévoir l'utilisation par des fauteuils roulants;
- 3) signal avancé pour cycliste nécessaire avant l'accès à l'îlot;
- 4) considérer les deux étapes de la traversée de façon distincte : visibilité (DVA, DVT), signalisation, marquage et délinéateurs pour chaque étape de la traversée;
- 5) largeur de l'entrée de l'îlot : 3 m (piste bidirectionnelle).

L'îlot de protection perpendiculaire à la route est aménagé lorsque l'axe du passage est rectiligne. Ce modèle convient à la grande majorité des sites de passages de pistes cyclables en milieu rural québécois. Voici les dimensions recommandées :

- longueur de l'îlot = 2,5 m;
- largeur de l'îlot = 3 m.

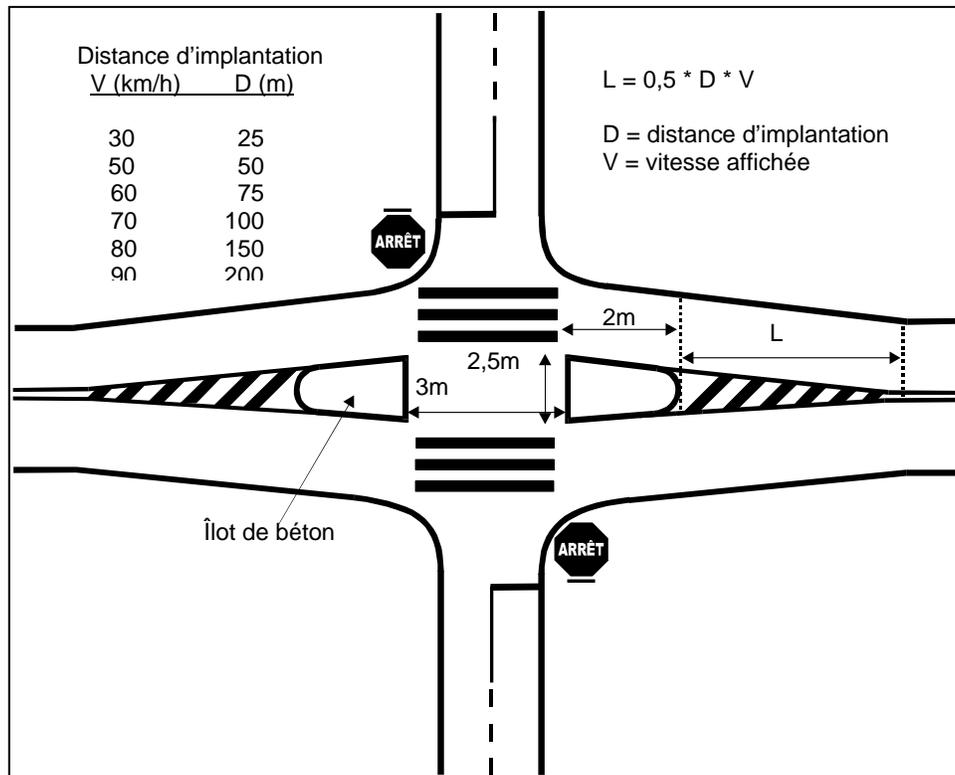


Figure 8 Îlot de protection perpendiculaire à la route

L'îlot parallèle à la route convient lorsque les deux entrées de la piste sont décalées. Cette situation est cependant impossible à trouver sur les anciennes voies ferrées et plutôt rare sur les pistes en milieu rural. De façon générale, on aménage un îlot parallèle sur un terre-plein existant, sur un boulevard urbain que l'on cherche à traverser de façon sécuritaire. L'îlot parallèle peut ainsi créer un lien entre deux rues voisines ou sur une même rue dont les deux accès ne sont pas alignés. Dans des conditions exceptionnelles, un passage extrêmement désaxé pourrait faire l'objet d'un îlot parallèle moyennant une correction de la géométrie des entrées de piste. Voici les recommandations générales pour l'aménagement d'un îlot parallèle à la route :

- longueur de l'îlot : dépend de l'éloignement entre les deux entrées de piste;
- largeur de l'îlot = 4 m (3 m de piste bidirectionnelle et 0,5 m de chaque côté);
- les virages du cycliste doivent se faire à l'intérieur de l'îlot et non sur la route;
- installer une bordure continue en béton ou un autre type de séparateur physique pour protéger les extrémités latérales du corridor de l'îlot.

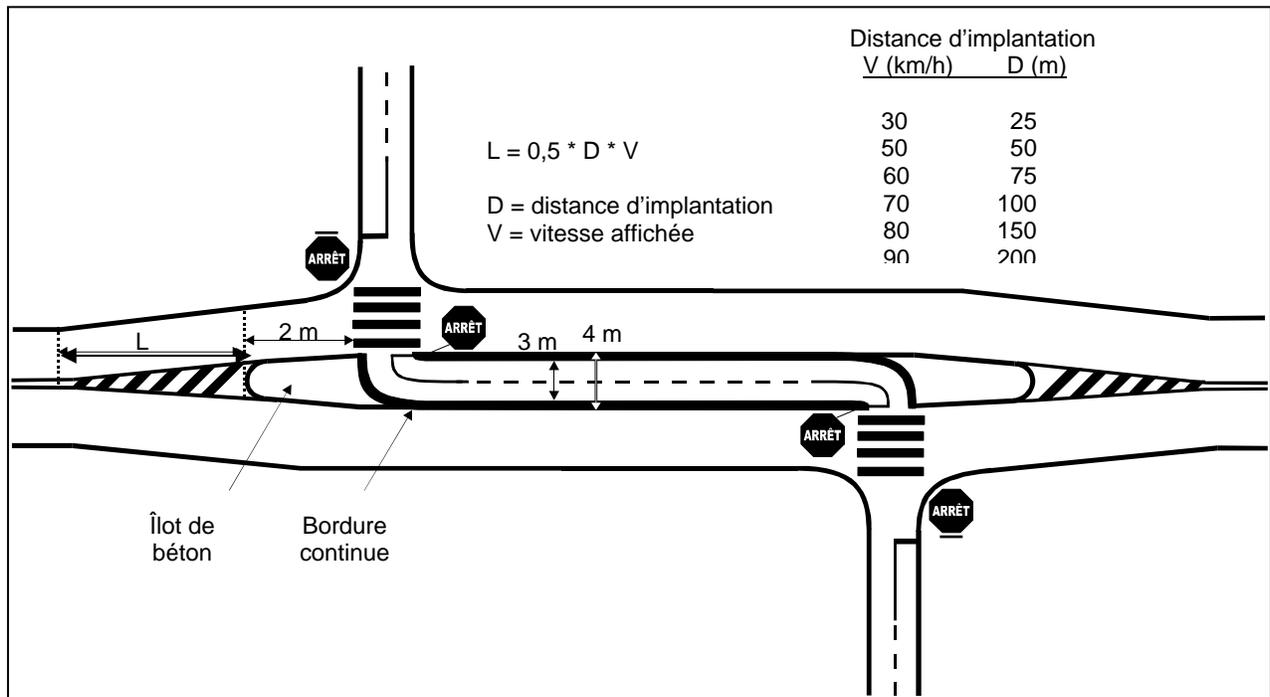


Figure 9 Îlot de protection parallèle à la route

6) Aspects techniques

Lorsque vient le temps d'effectuer des calculs ou des relevés sur le site, il faut considérer les éléments suivants :

- relevés de vitesse; utiliser le conducteur 85^e percentile le plus rapide;
- vitesse de conception routière = vitesse affichée + 10 km/h;
- vitesse de marche des piétons = 1,22 m/s;
- vitesse de déplacement des cyclistes = 4,0 m/s;
- temps de perception et de réaction d'un usager = 2,5 s;
- longueur de la traversée = distance entre les 2 lignes de rive + 2 m (1 vélo).

5^E ÉTAPE : LES SUIVIS

Tout processus d'aménagement doit s'accompagner d'actions de suivi afin d'évaluer les besoins en rétroaction. Le processus vise à observer sur le terrain l'adéquation des moyens mis en œuvre et à les ajuster à la situation. Nos travaux sur le terrain nous amènent à énoncer les éléments suivants.

1) Entretien des aménagements

Une fois les éléments d'aménagement en place (signalisation, éléments de géométrie, équipements, etc.), on doit s'assurer de leur entretien. Nous avons observé à maintes occasions que la signalisation était effacée, cachée par des végétaux, détériorée au point de la rendre illisible.

Les surfaces de roulement doivent être conservées très propres. Le sable, le gravier et les morceaux de verre ou de métal aux intersections et aux entrées de piste asphaltées sont des pièges pour le cycliste.

2) Étude des comportements

Des séances d'observation des cyclistes aux intersections devraient être réalisées afin d'analyser leur comportement. Une caméra vidéo bien placée et orientée peut relever autant les bons points que les points faibles de tout aménagement.

3) Étude auprès des cyclistes

Des enquêtes devraient être faites auprès des usagers cyclistes afin d'évaluer leur niveau de satisfaction. Ce sont les premiers concernés, et leur expérience peut devenir un outil de confirmation ou d'infirmité du choix des modes d'aménagement utilisés.

4) Planification et développement du réseau

Enfin, un souci visant l'utilisation à long terme des pistes cyclables devrait être à la base de la prise de décision des décideurs et aménagistes. On devrait être en mesure d'évaluer les clientèles à long terme.