

Calibrage des modèles du *Highway Safety Manual* pour le Québec

Patrick Barber, ingénieur, Ministère des transports du Québec

Communication préparée pour la séance suivante :
Progrès réalisés en matière de politiques sur la sécurité routière : passé, présent et avenir
du Congrès de 2014 de l'Association des transports du Canada,
à Montréal (Québec)

RÉSUMÉ

Suite à la publication du Highway Safety Manual (HSM) par l'AASHTO en 2010, le Ministère des transports du Québec s'est engagé dans le processus de calibrage des modèles de prédiction des accidents qui y sont proposés. Le but du calibrage est d'améliorer la précision des modèles afin qu'ils représentent mieux le contexte d'autres juridictions. Ce processus, entrepris par la Direction de la sécurité en transport en collaboration avec les directions territoriales du Ministère, a porté dans un premier temps sur les routes rurales à deux voies contiguës (chapitre 10 du HSM). Pour ce type de route, le HSM fournit des modèles de prédiction pour trois types d'intersections, soit les carrefours en T munis d'un arrêt sur l'approche secondaire, les carrefours en croix munis d'arrêts sur les approches secondaires et les carrefours en croix munis de feux de circulation, ainsi que pour les sections courantes.

Pour chacun des types de sites concernés, un échantillon d'environ 50 sites a été formé de façon aléatoire. Des informations sur les caractéristiques de l'aménagement et de la circulation dont tiennent compte les modèles ainsi que le nombre d'accidents observés aux sites sélectionnés durant une période de trois ans ont été compilés. Lors de la compilation, il a été observé que les proportions d'accidents impliquant des animaux étaient très variables d'une direction territoriale à l'autre et même d'un site à l'autre à l'intérieur d'une même région. Suite à la consultation d'experts en sécurité routière dans quelques directions territoriales, il a été convenu qu'il serait préférable d'établir le facteur de calibrage en excluant les accidents impliquant des animaux pour diverses raisons. De plus, il a été intéressant de constater que généralement les valeurs du facteur de calibrage obtenus ne s'éloignaient pas de l'unité de façon très importante, ce qui indique que les accidents se produisent dans des proportions relativement semblables à ce qu'on observe aux États-Unis.

Dans un deuxième volet, les proportions des différents types d'accidents et des différentes gravités ont été calculées à partir des données provenant de l'échantillon de sites choisis pour le calibrage. Ces proportions sont appliquées au nombre total d'accidents calculé avec le modèle de prédiction afin d'obtenir le nombre d'accidents de chaque type ou de chaque gravité.

La méthode de prédiction des accidents du HSM, ainsi calibrée pour le contexte des accidents au Québec, permettra donc aux experts en sécurité routière d'effectuer des analyses de sécurité plus complètes et plus précises.

INTRODUCTION

La première édition du Highway Safety Manual (1) a été publiée par l'American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) à l'été 2010. Ce manuel est le fruit de près d'une décennie d'efforts de la part du Transportation Research Board (TRB) afin de publier une référence dans le domaine de la sécurité routière. C'est en effet à partir de la fin des années 90, à la suite du constat de l'absence d'une ressource unique rassemblant l'ensemble des connaissances et méthodes d'analyse en sécurité, que le TRB a mis en place plusieurs comités visant à produire le HSM.

Le but visé par la publication du HSM est de fournir des techniques et des outils d'analyse qui permettent de quantifier les impacts possibles sur les accidents des décisions prises lors de la planification, de la conception, de l'opération et de l'entretien du réseau routier. Il consiste également à fournir une synthèse de la recherche valide en sécurité routière.

Le HSM est constitué de quatre parties principales regroupant chacune plusieurs chapitres portant sur un thème. La partie A contient trois chapitres et introduit le lecteur au contenu du HSM et au domaine de la sécurité routière en général. La partie B contient un chapitre pour chacune des six étapes du processus d'amélioration de la sécurité routière. Ces étapes sont : l'identification des sites problématiques sur le réseau, le diagnostic, le choix des interventions, l'analyse économique, la priorisation des projets et l'évaluation. La partie C fournit une méthode de prédiction visant à estimer le niveau de sécurité de trois types de routes, soit les routes rurales à deux voies contiguës, les routes rurales à voies multiples et les artères en milieu urbain ou périurbain. Chacun de ces types de routes fait l'objet d'un chapitre distinct, soit les chapitres 10 à 12. Finalement, la partie D du HSM contient des informations relatives aux effets sur la sécurité routière de différentes interventions sur la géométrie ou le mode d'opération à un site. Des facteurs de modification des accidents (FMA) permettent de représenter de manière quantitative ces effets sur la sécurité routière. Les FMA sont regroupés selon cinq chapitres correspondant à différents types d'aménagements routiers.

MISE EN CONTEXTE

Dans la partie C du HSM, la méthode proposée est basée sur l'utilisation de modèles de prédiction des accidents, aussi appelés fonctions de performance en sécurité (FPS). Une FPS permet d'estimer une fréquence moyenne attendue d'accidents pour une période donnée en fonction des caractéristiques du site. La plupart de ces modèles ont été développés au cours des années 2000 dans le cadre de projets de recherche réalisés aux États-Unis.

Bien que l'aménagement des routes au Québec soit relativement semblable à celui utilisé ailleurs en Amérique du Nord, les résultats obtenus directement des modèles du HSM pourraient montrer des différences appréciables par rapport aux nombres d'accidents réellement observés sur les routes du Québec. Ces différences seraient principalement liées au climat, à la faune et au taux de rapport des accidents. Afin de réduire ces différences possibles entre les juridictions, le HSM a prévu une procédure de calibrage des FPS. Le but est d'améliorer la précision des modèles afin qu'ils représentent mieux le contexte d'autres juridictions. Ainsi, les analystes en sécurité routière pourront bénéficier de FPS avec une meilleure représentativité pour le Québec dans le cadre de leurs activités, que sont principalement la recherche de sites problématiques (points noirs), l'évaluation des effets des interventions (études avant/après) ou la détermination des bénéfices engendrés par des interventions projetées.

L'exercice de calibrage des modèles du HSM pour le Québec a été entrepris par la Direction de la sécurité en transport en collaboration avec les directions territoriales du Ministère des transports du Québec (MTQ). Les routes rurales à deux voies contiguës font l'objet des premiers travaux de calibrage car ce type de route est le plus commun sur le réseau routier du Ministère, soit plus de 15 000 km. Pour ce type de route, le HSM fournit des FPS pour trois types d'intersections, soit les carrefours en T munis d'un arrêt sur l'approche secondaire, les carrefours en croix munis d'arrêts sur les approches secondaires et les carrefours en croix munis de feux de circulation, ainsi que pour les sections courantes.

Le processus de calibrage prévoit également de remplacer certaines valeurs spécifiées dans le HSM, comme par exemple la distribution des accidents en fonction du type de collision ou la proportion d'accidents se produisant sous des conditions de noirceur. Il est connu que ces valeurs peuvent varier beaucoup d'une juridiction à l'autre. Il est donc recommandé de procéder au remplacement des valeurs par défaut fournies dans le HSM par des valeurs obtenues des données locales. De nouvelles valeurs ont donc été obtenues dans le cadre de l'exercice de calibrage effectué par la Direction de la sécurité en transport.

LE PROCESSUS DE CALIBRAGE

Le processus de calibrage des FPS s'effectue pour chacun des types de sites concernés selon les quatre étapes principales suivantes :

1. Choix d'un échantillon de sites;
2. Recueil des informations concernant ces sites pour une période donnée;
3. Utilisation des modèles de la partie C du HSM pour estimer la fréquence attendue d'accidents à chacun des sites;
4. Calcul du facteur de calibrage.

Chacune de ces étapes est expliquée sommairement dans les paragraphes qui suivent.

1. CHOIX DE L'ÉCHANTILLON

Le choix de l'échantillon devrait se faire de façon aléatoire parmi l'ensemble des sites d'un même type, selon le HSM. Les sites ne doivent pas être choisis en fonction du nombre d'accidents survenus au site, c'est-à-dire que le choix ne doit pas se faire en incluant seulement les sites présentant le plus grand nombre d'accidents ou l'inverse. L'échantillon devrait contenir typiquement de 30 à 50 sites. Cependant, si les informations requises pour le calibrage sont facilement disponibles pour un plus grand nombre de sites, ce plus grand nombre de sites devraient être utilisés pour le calibrage. Si l'administration routière possède moins de 30 sites d'un certain type, il est alors préférable d'utiliser tous les sites pour calculer le facteur de calibrage. De plus, le nombre total d'accidents observé pour l'ensemble des sites devrait être d'au moins 100 accidents par année.

Le HSM mentionne également qu'il est préférable que les sites utilisés pour le calibrage soient raisonnablement représentatifs des caractéristiques de la gamme de sites pour lesquels les modèles seront employés. Cependant, aucune catégorisation formelle en fonction du débit de circulation ou tout autre caractéristique n'est nécessaire lors du choix des sites pour le calibrage afin que la recherche des informations nécessaires soit le plus pratique possible. Finalement, lors de la mise à jour des facteurs de calibrage que le HSM recommande d'effectuer à tous les deux ou trois ans, les mêmes sites peuvent être utilisés.

2. RECUEIL DES INFORMATIONS

Pour chacun des sites choisis, on doit recueillir les informations sur les caractéristiques de l'aménagement et de la circulation dont tiennent compte les modèles. Les données nécessaires sont montrées aux tableaux 1 et 2, respectivement pour les sections et les intersections.

En plus, le nombre d'accidents observés aux sites sélectionnés durant la période choisie doit être compilé. Les accidents de toutes les gravités doivent être inclus dans le calibrage. La période choisie doit être un multiple d'une année complète afin d'éviter de possibles effets dus aux saisons. Le HSM ne recommande pas d'utiliser une période plus longue que trois ans, à cause des changements possibles aux sites et de l'évolution du bilan des accidents au sein d'une administration routière. Pour les mêmes raisons, la période choisie devrait être en principe la même pour tous les sites de l'échantillon, bien que des exceptions sont possibles à l'occasion.

Les accidents utilisés pour le calibrage devraient inclure tous les accidents relatifs aux sections ou aux intersections choisis dans l'échantillon de sites. L'assignation des accidents à une section ou à une intersection se fait selon les recommandations établies par le HSM. Celles-ci indiquent que tous les accidents se produisant à l'intérieur des limites d'une intersection sont assignés à cette intersection (zone A de la figure 1). Les accidents se produisant à l'extérieur des limites de l'intersection (zone B de la figure 1) sont assignés soit à la section en question ou soit à l'intersection située à proximité, en fonction des caractéristiques de l'accident. Par exemple, une collision arrière s'étant produit à 30 m du carrefour sera assignée à l'intersection si elle a été causée par une file d'attente à l'approche de l'intersection. Une collision de virage lors d'une manœuvre vers un accès riverain sera, quant à elle, assignée à la section sur laquelle elle s'est produit.

3. UTILISATION DES MODÈLES DE LA PARTIE C

Dans la troisième étape, le processus consiste à estimer la fréquence attendue d'accidents pour chacun des sites en utilisant les modèles de prédiction des accidents et les informations recueillies à l'étape précédente. Dans le cas présent, ce sont les modèles du chapitre 10 du HSM, concernant les routes à deux voies contiguës en milieu rural, qui ont été utilisés. La fréquence attendue d'accidents doit être estimée pour la période choisie, soit de un, deux ou trois ans.

La méthodologie de prédiction des accidents doit être appliquée sans la méthode empirique bayésienne, c'est-à-dire sans combiner la fréquence attendue d'accidents obtenue des modèles de prédiction et la fréquence observée des accidents à un site et sans utiliser de facteur de calibrage.

4. CALCUL DU FACTEUR DE CALIBRAGE

Finalement, la dernière étape du processus consiste à calculer le facteur de calibrage pour chaque type d'élément routier. Ce facteur (C_r) est obtenu en calculant le rapport de la somme des accidents observés sur la somme des accidents prédits pour l'ensemble des sites choisis dans l'échantillon, selon l'équation suivante :

$$C_r = \frac{\sum_{\text{tous les sites}} \text{accidents observés}}{\sum_{\text{tous les sites}} \text{accidents prédits}}$$

LA CUEILLETTE DES DONNÉES NÉCESSAIRES POUR LE QUÉBEC

Une liste des sites potentiels possédant les caractéristiques principales voulues (routes à deux voies contiguës, milieu rural, type de dispositif de contrôle au carrefour) a été établie pour les trois types d'intersections et les sections ciblées par le processus de calibrage. Pour ce faire, des requêtes provenant des différents systèmes de bases de données routières du Ministère ont été effectuées. Pour qu'une route soit considérée en milieu rural, la limite de vitesse affichée sur la route devait être de 80 km/h ou 90 km/h. De plus, les sections courantes ont été choisies de façon à ce que le débit de circulation (DJMA) soit constant sur la section, soit en utilisant les sections de trafic déjà définies dans le système de base de données de circulation du MTQ.

Un échantillon de 50 sites a été choisi de façon aléatoire dans la liste pour chacun des types de sites. Dans le cas des intersections en croix avec feux de circulation, le nombre total de sites potentiels étant de seulement 28 sites, ces derniers ont tous été choisis pour faire partie de l'échantillon.

À la fin du choix aléatoire des sites, une vérification de la répartition en fonction des directions territoriales a été effectuée afin de s'assurer que l'échantillon présentait des caractéristiques de répartition sur le territoire semblables à celle de l'ensemble des sites. Les tableaux 3 à 5 présentent les résultats obtenus pour les carrefours en croix avec arrêts, les carrefours en T et les sections courantes. Cette vérification n'était pas nécessaire pour les carrefours en croix avec feux de circulation, étant donné que l'échantillon était constitué de la totalité des sites. De façon générale, l'échantillon des sites a été jugé adéquat car il présentait une répartition semblable à celle de l'ensemble des sites, sans grands écarts notables. Si par la suite il était nécessaire de remplacer certains sites, un autre était choisi dans la même direction territoriale afin de maintenir cette répartition.

Par la suite, les données plus complètes sur les caractéristiques de l'aménagement et de la circulation, telles que décrites à la figure 1, ont été recueillies. Il s'agit de l'étape qui a exigé le plus de travail. De façon générale, les informations nécessaires étaient disponibles dans les systèmes de bases de données du Ministère. Pour les autres informations qui n'étaient pas disponibles ou trop difficiles à extraire des systèmes, comme par exemple la présence de voies de dépassement, la présence d'éclairage et la densité des accès, une recherche à partir des relevés vidéos a été effectuée.

Compte tenu de la corrélation très forte entre les débits de circulation et les accidents observés à un site, une attention particulière a été apportée à l'obtention des données concernant les DJMA. Pour les carrefours dont un comptage était disponible dans le système de base de données du MTQ, un ajustement des valeurs a été effectué afin qu'elles représentent les DJMA de l'année médiane (2007) de la période d'accidents choisie (2006-2008). Pour la plupart des autres carrefours ne disposant pas de données de circulation, des comptages réalisés en 2011 et 2012 et ajustés pour obtenir le DJMA de l'année médiane ont été utilisés. Les DJMA des sections de trafic sur les branches de la route principale et une estimation des DJMA sur la route secondaire ont également été employés dans certains cas. Pour les sections courantes, les DJMA de la section de trafic correspondante pour chacune des années de la période choisie ont été utilisés.

Les informations recueillies concernant les caractéristiques de l'aménagement et de la circulation ont été validées par les directions territoriales. Dans certains cas, des corrections ont été apportées aux données, tandis que dans d'autres, des sites jugés non-pertinents ont été remplacés. La validation par les directions

territoriales avait également pour but de s'assurer que des changements importants n'avaient pas été apportés aux sites au cours des années 2006 à 2008.

En ce qui concerne les données d'accidents, des requêtes ont été effectuées dans le système de base de données des accidents du MTQ afin de compiler les accidents survenus à chacun des sites choisis pour les années 2006 à 2008. Les rapports numérisés de chaque accident ont été examinés afin de s'assurer de la pertinence de l'accident, de l'exactitude de la localisation et éventuellement de corriger certaines erreurs de saisie.

Lors de l'analyse préliminaire des données concernant le nombre d'accidents observés à chacun des sites, il a été remarqué que les proportions d'accidents impliquant des animaux étaient très variables d'une direction territoriale à l'autre et même d'un site à l'autre à l'intérieur d'une même région. Les directions territoriales où les proportions étaient très élevées sont la Mauricie-Centre-du-Québec, la Chaudière-Appalaches, l'Estrie et l'Outaouais. Le même phénomène était observé aussi à l'Est-de-la-Montérégie et à l'Ouest-de-la-Montérégie, mais dans une mesure moindre. Cette particularité avait des répercussions assez importantes sur la valeur du facteur de calibrage, particulièrement pour les sections courantes et amenait une certaine problématique sur le choix final du facteur de calibrage. L'utilisation d'une valeur unique aurait amené une sous-estimation du nombre d'accidents à certains endroits et l'inverse ailleurs.

La consultation d'experts en sécurité routière dans quelques directions territoriales a permis de statuer qu'il serait préférable d'utiliser un facteur de calibrage unique, mais que celui-ci devrait être établi en excluant les accidents impliquant des animaux. Cette façon de faire correspond à ce qui est généralement fait en directions territoriales, c'est-à-dire d'exclure les accidents impliquant des animaux lors des analyses de sécurité routière dont le but est d'identifier des lacunes de l'infrastructure routière. Les accidents avec la grande faune est une problématique particulière qui peut faire l'objet d'une analyse spécifique, mais elle ne s'effectue généralement pas lors d'une analyse de site, dans laquelle les modèles de prédiction des accidents du HSM seront utilisés.

LES RÉSULTATS

Dans un premier volet, des facteurs de calibrage à appliquer aux modèles de prédiction des accidents ont été obtenus pour les quatre types d'éléments relatifs aux routes rurales à deux voies contiguës. Les résultats sont présentés dans le tableau 6. On peut constater que l'objectif du nombre minimum d'au moins 100 accidents observés par année n'a pas été atteint pour les carrefours avec arrêts (en croix et en T). Selon le nombre moyen d'accidents observés à ces sites, près de 200 sites supplémentaires auraient été nécessaires pour atteindre le nombre d'accidents recommandés. Compte tenu des efforts additionnels importants qu'aurait exigés l'ajout d'un tel nombre de sites, il a été décidé de procéder ultérieurement à une mise à jour du calibrage, incluant un nombre plus élevé de sites pour ces deux cas.

Les facteurs de calibrage du tableau 6 devraient être utilisés respectivement dans les équations 10-2 (sections courantes) et 10-3 (intersections) du HSM lors du calcul du nombre d'accidents prédits par les modèles. Il est intéressant de constater que les valeurs du facteur de calibrage ne s'éloignent pas de l'unité de façon très importante (sauf peut-être pour les intersections en croix avec arrêts), ce qui indique que les accidents se produisent dans des proportions relativement semblables à ce qu'on observe aux États-Unis.

Dans un deuxième volet, les proportions des différents types d'accidents et des différentes gravités ont été calculées à partir des données provenant de l'échantillon de sites choisis pour le calibrage. Ces proportions sont appliquées au nombre total d'accidents calculé avec le modèle de prédiction afin d'obtenir le nombre d'accidents de chaque type ou de chaque gravité. Les tableaux 7 et 8 présentent respectivement les proportions des accidents selon le type pour les sections courantes et pour les intersections. Dans le tableau 8, les valeurs nulles obtenues pour la proportion d'accidents impliquant des cyclistes et des piétons aux carrefours en croix avec des arrêts sont dues au faible nombre d'accidents dans l'échantillon. L'utilisation d'une valeur de 0,1 %, soit la proportion obtenue dans le HSM, est suggérée dans ce cas.

Le tableau 9, quant à lui, présente les proportions des accidents selon la gravité pour les sections courantes et pour les intersections. Ici aussi, le faible nombre d'accidents dans l'échantillon explique les proportions obtenues qui sont inférieures à 1 %. L'utilisation d'une valeur de 1 % est recommandée dans ce cas.

CONCLUSION

L'exercice de calibrage effectué par la Direction de la sécurité en transport du MTQ avait pour but d'obtenir pour le Québec les facteurs de calibrage pour les quatre FPS concernant les routes rurales à deux voies que l'on retrouve dans le HSM. Cet exercice a permis de constater que le contexte des accidents au Québec n'est pas très différent de celui des États-Unis puisque les valeurs des facteurs de calibrage obtenues varient de 0,76 à 1,07.

L'exercice de calibrage a également consisté à établir les proportions des différents types d'accidents et des différentes gravités des accidents en se basant sur les données des sites de l'échantillon. Cette information sera utile lors de l'application des modèles de prédiction des accidents afin d'obtenir la répartition de ceux-ci selon leur type ou leur gravité.

Il est prévu que la Direction de la sécurité en transport poursuive le calibrage des modèles de prédiction des accidents du HSM. Les modèles du chapitre 11, portant sur les routes rurales à voies multiples, sont l'objet d'un calibrage présentement en cours. Finalement, ce seront les modèles du chapitre 12, pour les artères en milieu urbain et péri-urbain, qui seront éventuellement calibrés.

La méthode de prédiction des accidents du HSM, ainsi calibrée pour le contexte des accidents du Québec permettra donc aux experts en sécurité routière d'effectuer des analyses de sécurité plus complètes et plus précises pour le Québec. Cette méthode fait présentement l'objet d'une implantation au sein des façons de faire du MTQ, plus particulièrement pour la recherche de sites à potentiel d'amélioration, pour l'estimation des impacts sur la sécurité lors de l'évaluation de projets et dans le cadre des études avant-après suite à des interventions.

RÉFÉRENCE

(1) AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2010, *Highway Safety Manual*, 1st Edition, Washington, D.C.

Tableau 1 Données concernant l'aménagement et la circulation nécessaires pour le calibrage des sections

<ul style="list-style-type: none"> - Longueur de la section - DJMA* - Longueur des courbes - Rayon des courbes - Présence de spirales - Variations du dévers - Pourcentage de pente - Largeur des voies - Type d'accotements 	<ul style="list-style-type: none"> - Largeur des accotements - Présence d'éclairage - Densité des accès - Voies de dépassement - Présence de VVG2S - Bandes rugueuses médianes - Indice de dangerosité des abords - Présence de photo-radar
---	---

* débit journalier moyen annuel

Tableau 2 Données concernant l'aménagement et la circulation nécessaires pour le calibrage des intersections

<ul style="list-style-type: none"> - DJMA* de la route principale - DJMA* de la route secondaire - Angle de croisement 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de voies de virage à gauche - Nombre de voies de virage à droite - Présence d'éclairage
---	--

* débit journalier moyen annuel

Tableau 3 Répartition des carrefours en croix avec arrêts en fonction des directions territoriales

Direction territoriale	Échantillon		Répartition pour l'ensemble des sites
	Nb de sites	En %	
Abitibi-Témiscamingue	5	10%	9%
Bas-Saint-Laurent-Gaspésie-Iles-de-la-Madeleine	8	16%	14%
Chaudière-Appalaches	5	10%	12%
Côte-Nord	0	0%	1%
Capitale-Nationale	1	2%	3%
Estrie	5	10%	10%
Est-de-la-Montérégie	7	14%	10%
Laurentides-Lanaudière	5	10%	11%
Laval-Mille-Iles	0	0%	<1%
Mauricie-Centre-du-Québec	5	10%	11%
Outaouais	2	4%	7%
Ouest-de-la-Montérégie	3	6%	6%
Saguenay-Lac-Saint-Jean-Chibougamau	4	8%	7%
TOTAL	50	100%	100%

Tableau 4 Répartition des carrefours en T avec arrêts en fonction des directions territoriales

Direction territoriale	Échantillon		Répartition pour l'ensemble des sites
	Nb de sites	En %	
Abitibi-Témiscamingue	3	6%	7%
Bas-Saint-Laurent-Gaspésie-Iles-de-la-Madeleine	4	8%	14%
Chaudière-Appalaches	6	12%	9%
Côte-Nord	2	4%	2%
Capitale-Nationale	1	2%	4%
Estrie	4	8%	11%
Est-de-la-Montérégie	5	10%	7%
Laurentides-Lanaudière	9	17%	18%
Laval-Mille-Iles	0	0%	1%
Mauricie-Centre-du-Québec	8	15%	10%
Outaouais	4	8%	7%
Ouest-de-la-Montérégie	4	8%	6%
Saguenay-Lac-Saint-Jean-Chibougamau	2	4%	6%
TOTAL	52	100%	100%

Tableau 5 Répartition des sections courantes en fonction des directions territoriales

Direction territoriale	Échantillon		Répartition pour l'ensemble des sites
	Nb de km	En %	
Abitibi-Témiscamingue	21	12%	13%
Bas-Saint-Laurent-Gaspésie-Iles-de-la-Madeleine	26	16%	15%
Chaudière-Appalaches	20	12%	11%
Côte-Nord	5	3%	7%
Capitale-Nationale	3	2%	4%
Estrie	17	10%	8%
Est-de-la-Montérégie	11	7%	6%
Laurentides-Lanaudière	11	7%	8%
Laval-Mille-Iles	1	1%	<1%
Mauricie-Centre-du-Québec	21	12%	9%
Outaouais	4	2%	6%
Ouest-de-la-Montérégie	11	7%	4%
Saguenay-Lac-Saint-Jean-Chibougamau	15	9%	9%
TOTAL	166	100%	100%

Tableau 6 Facteurs de calibrage pour les routes rurales à deux voies contiguës

Élément	Nombre total d'accidents observés (3 ans)	Nombre total d'accidents prédits (3 ans)	Facteur de calibrage (C_r)
Sections courantes	337	316	1,07
Intersections en T avec arrêt	83	92	0,90
Intersections en croix avec arrêts	146	193	0,76
Intersections en croix avec feux	415	427	0,97

Tableau 7 Proportion des accidents selon le type pour les sections courantes

Type d'accident	Proportion (%)
Véhicule seul	
Cycliste	0,3
Piéton	0,6
Capotage	9,5
Sortie de route	51,0
Autre	3,9
Total véhicule seul	65,3
Multiples véhicules	
Angle	4,1
Frontal	6,2
Gauche opposant	2,7
Arrière	15,7
Latéral	1,2
Autre	4,8
Total multiples véhicules	34,7
Total	100

Tableau 8 Proportion des accidents selon le type pour les intersections

Type d'accident	Proportion (%)		
	T (Arrêt)	Croix (Arrêts)	Croix (Feux)
Véhicule seul			
Cycliste	2,4	0	0,5
Piéton	1,2	0	0,5
Capotage	7,2	0,7	1,0
Sortie de route	41,0	18,5	10,3
Autre	1,2	0,7	1,7
Total véhicule seul	53,0	19,9	14,0
Multiples véhicules			
Angle	12,1	39,7	21,7
Frontal	6,0	3,4	1,7
Gauche opposant	6,0	8,9	12,1
Arrière	15,7	9,6	38,1
Latéral	2,4	10,3	6,7
Autre	4,8	8,2	5,7
Total multiples véhicules	47,0	80,1	86,0

Tableau 9 Proportion des accidents selon la gravité pour les routes rurales à deux voies

Type d'élément	Gravité de l'accident			
	Mortel	Grave	Léger	DMS
Section courante	2 %	5 %	27 %	66 %
T (arrêt)	<1 %	3 %	25 %	72 %
Croix (arrêts)	2 %	6 %	34 %	58 %
Croix (Feux)	<1 %	4 %	27 %	69 %

Figure 1 Zones utilisées pour définir un accident relié à une intersection ou à une section (selon HSM)

