

*Transports*

Québec



## ÉVALUATION DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE DU CONCEPT DE LA RÉVISION 1.1

*PROJET DE RECONSTRUCTION  
DU COMPLEXE TURCOT*

*Mars 2009*



**CIMA**  
Partenaire de génie

Avec la  
collaboration  
de



synectics  
SAFETY SPECIALISTS

## **Présentation des candidats**

### **Ministère des transports du Québec**

Le Ministère des transports du Québec (MTQ) a comme mission d'assurer, sur tout le territoire québécois, la mobilité des personnes et des marchandises par des systèmes de transport efficaces et sécuritaires qui contribuent au développement durable du Québec.

Le MTQ est responsable de 29 000 km de routes et de 4 900 structures.

### **CIMA+**

CIMA+ est une société multidisciplinaire œuvrant dans plusieurs régions du Québec, comptant notamment trois bureaux dans la région métropolitaine de Montréal.

Le service en « Génie des déplacements » de CIMA+ dispose de plusieurs équipes compétentes dont certaines de ses activités s'articulent autour de la production d'analyses en transport liées à la planification, soit des plans de transport, des études Origine-Destination et des prévisions de déplacements et de trafic. Également, des réalisations de projets routiers et d'études d'opportunité sont effectuées dans le cadre de plusieurs projets.

De façon plus spécifique, la division « Transport » de CIMA+ couvre, à des niveaux de complexité élevés, autant les aspects reliés aux études de circulation, de la géométrie routière, que de l'implantation, la conception, de même que la construction de tous les types d'ouvrages routiers.

De plus, dans le cadre de ce projet spécifique de l'évaluation d'une méthode pour offrir un niveau de sécurité optimal d'une infrastructure, une équipe de la division « Transport » de CIMA+ se spécialise en sécurité routière. À cet égard, diverses études sont réalisées par cette équipe dans l'optique de rehausser la convivialité des axes routiers et d'assurer une plus grande sécurisation de lieux considérés comme étant conflictuels par les autorités municipales et gouvernementales.

## **Caractère innovateur du projet**

Au Québec, les évaluations en sécurité sont réalisées à l'aide d'indicateurs de sécurité traditionnels dont les taux d'accidents, l'indice de gravité, etc. Toutefois, pour la reconstruction du complexe Turcot, une approche innovatrice employant la méthode empirique bayésienne a été choisie. Cette méthode a permis d'adapter des modèles de prédictions américains en fonction de nombreux facteurs de modification des accidents pour tenter de reproduire les conditions de sécurité qui prévalent sur le réseau autoroutier montréalais.

## **Applicabilité générale de la méthode**

La création d'un utilitaire de calcul permet de varier les paramètres de conception afin d'en estimer les gains et pertes en sécurité. Cet outil vise également à aider les spécialistes qui réaliseront un audit de sécurité routière à mieux déterminer les risques pour la sécurité reliés aux aménagements proposés. L'avant-projet définitif du concept sera élaboré en partenariat-public-privé. Cet outil permettra d'estimer les gains et pertes tout au cours du mandat lorsque le concept sera bonifié.

La réalisation de cette étude contribuera à mieux faire connaître la méthode empirique bayésienne auprès des spécialistes du domaine de la sécurité routière et du transport québécois.

## **Présentation du projet**

### **1. Mise en contexte du projet**

L'échangeur Turcot, situé dans le Sud-Ouest de l'île de Montréal, représente un axe de desserte autoroutier important pour la région métropolitaine. Découlant des conclusions émises lors d'une étude du ministère des Transports du Québec (MTQ), réalisée en 2004, concernant l'état général de cet infrastructure, il s'avère nécessaire de reconstruire cet important carrefour autoroutier. Dans cette optique, un consortium formé entre autres de la firme CIMA+ a été mandaté afin de réaliser une étude concernant les besoins de cet échangeur et des autoroutes qui s'y croisent. Ainsi, plusieurs scénarios ont été développés et le concept retenu prévoit l'abaissement du profil des voies surélevées, le désenclavement de l'espace urbain situé en-dessous de l'échangeur ainsi que le réaménagement des échangeurs La Vérendrye et Angrignon. Le secteur faisant l'objet des interventions se nomme le complexe Turcot.

Afin de construire une infrastructure plus sécuritaire, le ministère des Transports du Québec (MTQ) désire développer une approche quantitative et d'évaluation adaptée à l'échangeur Turcot pour évaluer le gain de sécurité entre la situation actuelle et celle du scénario projeté. Dans ce contexte, la firme CIMA+ a été mandatée pour élaborer une méthodologie d'évaluation de la sécurité routière. L'utilisation de la méthode empirique bayésienne (EB) a été retenue.

### **2. Méthodologie**

Habituellement au Québec, la méthode utilisée pour une évaluation quantitative de la sécurité routière est celle du taux d'accidents. Cependant, dans le cadre de l'analyse du niveau de sécurité du scénario projeté de l'échangeur Turcot, cette méthode présente certaines limites compte tenu de l'envergure et de la complexité de la problématique étudiée.

Afin d'offrir un niveau de sécurité optimal pour les usagers qui emprunteront la nouvelle configuration liée à l'échangeur Turcot, les endroits les moins performants de l'ensemble

de cette structure doivent être ciblés. C'est dans l'optique d'obtenir une analyse la plus précise possible de la performance en matière de sécurité du scénario sélectionné pour le nouvel échangeur Turcot que la méthode empirique bayésienne a été retenue. Cette méthode permettra d'évaluer le niveau de sécurité de l'échangeur Turcot de façon comparative entre la situation actuelle et celle projetée.

### 2.1 Description de la Méthode d'évaluation empirique bayésienne

La méthode EB est basée sur la combinaison de deux données qui permettent d'obtenir un « nombre d'accident estimé ». Ces deux données sont :

1. Le nombre d'accidents observé au site (estimateur classique);
2. Le nombre d'accidents moyen pour des sites similaires (population de référence).

Notons que la fréquence d'accidents moyenne de la population de référence est établie à l'aide de modèles de prédiction d'accidents aussi appelés « fonctions de performance de sécurité » (FPS).

#### Formules de calcul

Le nombre d'accidents estimé ( $f_{EB}$ ) selon la méthode EB se calcule de la façon indiquée ci-dessous. Notons que cette formule représente une version simplifiée de la méthode permettant de comprendre le lien entre les deux sources d'information combinées. La formule utilisée dans le cadre de cette étude est présentée ci-dessous.

$$f_{EB} = w * f_p + (1-w) * f$$

Où

$f_{EB}$  = Nombre d'accidents estimé

$w$  = Facteur de pondération (poids)

$f_p$  = Nombre d'accidents prédit selon la FPS

$f$  = Nombre d'accidents observés au site

Par ailleurs, le calcul du poids «  $w$  » s'effectue ainsi :

$$w = \frac{K}{K + (n * FPS)}$$

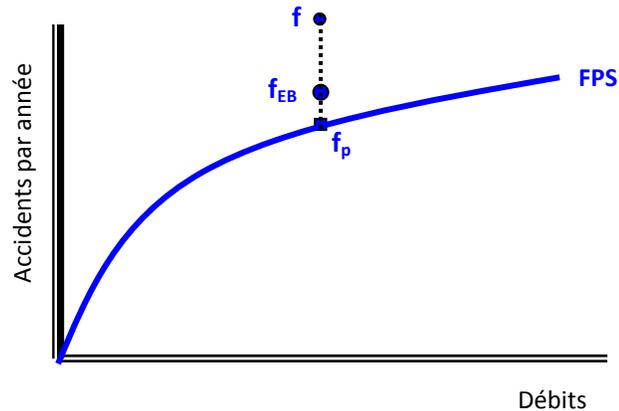
Où :

$k$  = Paramètre de sur-dispersion  
(constante établie)

$n$  = Nombre d'années

La figure 1 illustre de façon graphique la méthode empirique bayésienne.

FIGURE 1 : RELATION ENTRE LE NOMBRE D'ACCIDENTS OBSERVÉ AU SITE ET LE NOMBRE D'ACCIDENTS ESTIMÉ SELON LA MÉTHODE EB



Selon cette figure, le nombre d'accidents observé pour un site donné correspond à la valeur  $f$ . La fonction de performance de sécurité, représentée par la courbe, permet de connaître le nombre d'accidents prédit d'une population de référence  $f_p$  pour un débit équivalent. En combinant les deux valeurs,  $f$  et  $f_p$ , il est possible d'obtenir le nombre d'accidents estimé  $f_{EB}$  selon la méthode EB.

Notons que c'est la valeur  $f_{EB}$  qui détermine, de façon plus juste, le niveau de sécurité à long terme d'un aménagement. En effet, selon le manuel de sécurité routière de l'AIPCR, il est indiqué que les décisions d'intervention en sécurité devraient être prises par les praticiens et décideurs à partir de la fréquence d'accidents estimée puisqu'elle constitue la meilleure approximation de la fréquence d'accidents à long terme<sup>1</sup>.

### Calcul du gain ou de la perte en sécurité entre la géométrie actuelle et le nouveau concept (concept nommé « révision 1.1)

L'estimation du gain ou de la perte en sécurité est réalisée en comparant le nombre d'accidents estimés pour la géométrie actuelle avec celui estimé pour la révision 1.1. L'année de référence pour la comparaison est établie à 2016, année où le projet sera complété.

### Aspects à considérer dans l'évaluation

Les FPS sont développées à partir des modèles statistiques qui considèrent l'exposition ainsi que certaines caractéristiques géométriques, notamment le type de milieu, le nombre de voies, le type d'échangeur etc.). Par contre, les FPS ne considèrent pas

<sup>1</sup>. Manuel de sécurité routière, Association mondiale de la Route, AIPCR, 2003 p. 120.

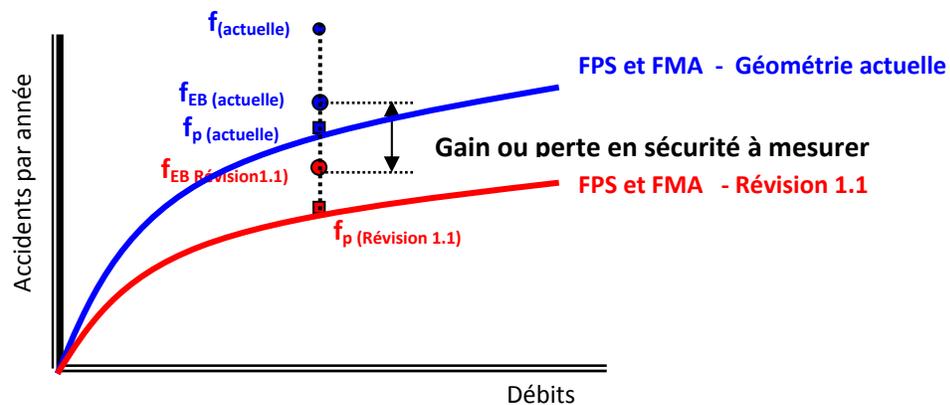
toutes les caractéristiques géométriques qui influencent le niveau de sécurité du complexe Turcot, à savoir :

- Largeur intérieure et extérieure des accotements et des voies de circulation;
- Nombre et longueur des zones de convergence, divergence et d'entrecroisement;
- Alignements horizontal et vertical;
- Dévers;
- Longueurs des biseaux.

Pour pallier à cette situation, il est nécessaire d'intégrer dans les FPS des facteurs de modification des accidents (FMA). Ces FMA sont développés à partir d'études « avant-après » qui permettent d'établir le ratio entre la fréquence d'accidents mesurée après une intervention sur la fréquence d'accident mesurée avant une intervention. Par conséquent, tous les FMA sont multipliés à une FPS pour représenter un modèle représentatif des conditions.

Une illustration de cette approche est présentée à la figure 2.

FIGURE 2 : RELATION ENTRE LE NOMBRE D'ACCIDENTS ESTIMÉ POUR LA GÉOMÉTRIE ACTUELLE ET CELUI POUR LA RÉVISION 1.1 SELON LA MÉTHODE EB



Selon la figure précédente, le nombre d'accidents estimé  $f_{EB}$  pour la géométrie actuelle est illustré en bleu. En rouge, est illustré le nombre d'accidents estimé  $f_{EB}$  pour la révision 1.1. La différence entre le nombre d'accidents estimé pour la situation actuelle et celui calculé pour la révision 1.1 constitue donc le gain ou la perte en sécurité à mesurer.

### Fonctions de performance de sécurité choisies

L'analyse des FPS, provenant des études énumérées au chapitre précédent, a permis de déterminer que les FPS développées par le Federal Highway Administration (FHWA) en 2007 semblent être les mieux appropriées pour le complexe Turcot. En effet, cette récente étude englobe tous les types d'infrastructures présents sur un réseau

autoroutier. Spécifiquement, les FPS considèrent les tronçons autoroutiers, les bretelles d'entrées/sorties, les bretelles dans les échangeurs et les voies d'accélération et de décélération.

### **3. Présentation des résultats**

Un utilitaire a été développé pour effectuer les calculs de la méthode empirique bayésienne à l'aide du logiciel Excel. Cet outil permet d'estimer le nombre d'accidents ainsi que les gains et/ou pertes tout en permettant de varier les dimensions des paramètres de conception du complexe (ex. largeur de voie, d'accotement, etc.) ainsi que les débits de circulation.

Cet utilitaire permet d'estimer le gain ou la perte en sécurité pour différentes années d'analyse se situant entre 1999 et 2016.

#### **Analyse des résultats**

Le niveau de sécurité a été estimé pour tous les tronçons autoroutiers du réseau routier actuel ainsi que pour ceux de la révision 1.1.

Pour chacun des mouvements, les principaux indicateurs de sécurité considérés pour déterminer l'impact sur la sécurité sont l'indice de sécurité ainsi que le nombre d'accidents estimés par année. Ces deux indicateurs sont utilisés pour présenter les résultats pour l'ensemble des accidents et pour les accidents impliquant des blessures corporelles seulement.

Des indices de sécurité inférieurs à 1 indiquent un gain en termes de sécurité alors que ceux supérieurs à 1 signifient une perte. Lors de l'interprétation des données il a été remarqué que plusieurs caractéristiques géométriques influencent les résultats. Une de ces caractéristiques est la longueur du mouvement puisque plus le tronçon est long, plus l'exposition au risque augmente. Pour certains mouvements dont la longueur est augmentée, les résultats indiquent une perte en sécurité malgré l'amélioration des autres caractéristiques géométriques telles que les largeurs d'accotement. Pour ces mouvements, une interprétation des résultats a été nécessaire.

### **4. Conclusions**

De façon globale, le concept révision 1.1 offre un gain en sécurité puisque l'indice de sécurité est inférieur à 1. Ce gain est principalement attribuable à la provision d'accotements intérieurs et extérieurs en section courante qui offrira une zone de récupération aux conducteurs. En ce qui a trait au nombre d'accidents impliquant des blessures uniquement, il est noté que la majorité des mouvements procurent un gain en sécurité comparativement au concept actuel.

Par ailleurs, certains mouvements sont caractérisés par une plus grande longueur de chaussée carrossable. Cette particularité augmente l'exposition au risque des usagers et par conséquent le nombre d'accidents estimé. Toutefois, cette augmentation de la chaussée carrossable procure des gains en termes de sécurité qui ne peuvent pas être quantifiées par cette évaluation. En effet, l'augmentation de la chaussée carrossable

permet d'augmenter les distances d'entrecroisement, les longueurs des voies d'accélération/décélération tout en permettant d'éliminer certaines bretelles d'entrée situées sur le côté gauche. Pour l'analyse de ces mouvements, l'augmentation de l'exposition au risque ne permet pas toujours de mettre en évidence les gains en sécurité anticipés par les aménagements géométriques proposés.



**CIMA**  
Partenaire de génie

Avec la  
collaboration  
de



**synectics**  
SAFETY SPECIALISTS