

INFO BULLETIN D'INFORMATION SUR LES NORMES DE CONSTRUCTION ET D'ENTRETIEN ROUTIERS NORMES

VOLUME 13, NUMÉRO 4

DÉCEMBRE 2002



En cette fin d'année, tout le personnel du Service de la qualité et des normes est heureux de vous souhaiter de merveilleuses fêtes de Noël.



Que l'année 2003 soit remplie d'expériences enrichissantes dans l'accomplissement de vos actions de tous les jours. Pour notre part, nous vous assurons de notre soutien habituel.



Toute l'équipe vous offre ses meilleurs vœux de prospérité et de bonheur pour l'année 2003.

Info-Normes est publié trimestriellement par le Service de la qualité et des normes de la Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures à l'intention du personnel technique du Ministère.

Info-Normes contient divers renseignements sur les activités liées à la révision des documents normatifs.

Direction : Claude Morin

Coordination à la rédaction et à l'édition : Daniel Hamel

Collaboration : Moussa Bakayoko, Théhien Dang-Vu, Pascale Guimond, François La Fontaine et Sylvain Noël

Conception graphique et infographie : Richard Murray

Comité de lecture : Paul Arsenault, Normand Nadeau, Frédéric Pellerin et Claude Robert

Révision linguistique : Direction des communications

Pour faire partie de notre liste d'abonnés, pour toute demande de consultation ou de renseignements ou encore pour tout commentaire ou toute suggestion, vous pouvez vous adresser à l'endroit suivant :

Service de la qualité et des normes
Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures
Ministère des Transports du Québec
700, boul. René-Lévesque Est, 23^e étage
Québec (Québec) G1R 5H1

Téléphone : (418) 643-7724
Télécopieur : (418) 528-1688

SOMMAIRE

CCDG en bref

- Une étape importante dans l'évolution de la gestion des travaux est franchie : l'édition 2003 du CCDG est publiée 2
- Location de voies pratiques novatrices dans les appels d'offres 5
- Le carrefour giratoire : un concept qui s'adapte aux besoins 8

GUF

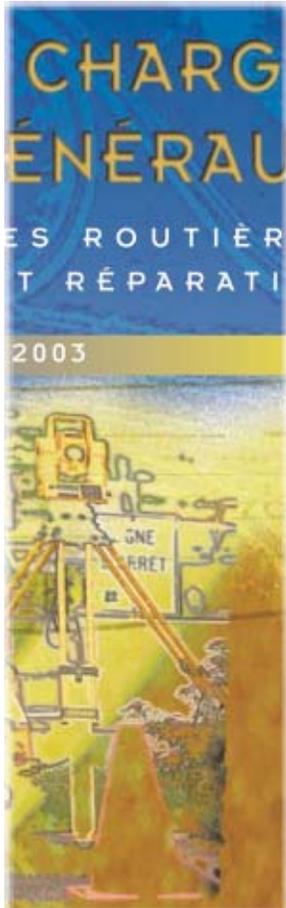
- Évaluations techniques relatives aux nouveaux produits et aux nouvelles technologies – Dossiers faisant l'objet d'un suivi technique pendant le troisième trimestre de 2002 14
- Aile de côté rétractable pour camion de déneigement – Expérimentation d'un produit nouveau 17
- Normes – Ouvrages routiers : Avez vous toutes vos mises à jour ? 20





Une étape importante dans l'évolution de la gestion des travaux est franchie :

L'édition 2003 du CCDG est publiée



Par **François La Fontaine, ing., M. Sc. A.**
 Service de la qualité et des normes
 Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures

L'édition 2003 du *Cahier des charges et devis généraux* – Infrastructures routières – Construction et réparation (CCDG) est maintenant disponible en version électronique dans le site intranet de la DSEI et disponible à compter de la mi-janvier dans le site des Publications du Québec, à l'adresse http://publicationsduquebec.gouv.qc.ca/fr/transports/index_transports.html, ou en version papier dans les librairies dépositaires des produits de cet organisme. Le présent article résume les principaux changements inclus dans cette édition comparativement à celle de 1997. À la lecture du nouveau CCDG de 2003, vous serez à même de constater que de nombreuses autres modifications ont été apportées au texte.

Modifications visant l'ensemble du CCDG

Les principales modifications qui touchent le fond du CCDG sont celles résultant de l'application des principes directeurs, qui ont servi de référence au cours de la réforme du CCDG, dans le but d'atteindre les objectifs visés tels qu'ils sont présentés dans le mémoire approuvé par le Comité de direction du Ministère en mai 2000.

Cette réforme se reflète dans la forme même du CCDG. Ainsi, le grand nombre d'articles abrogés de même que la fusion d'articles ou de sections répétitives ont amené une renumérotation des sections et, conséquemment, des articles. De plus, le nombre de niveaux hiérarchiques des articles est passé de 10 à 7 et le numéro d'identification des articles se compose maintenant d'un maximum de cinq nombres.

Dans la mesure du possible, la structure des articles est similaire d'une section à l'autre : les articles de nature générale sont présentés en premier lieu, les articles traitant des matériaux, de l'assurance de la qualité, du matériel et de la mise en œuvre suivent et ceux traitant des modes de paiement terminent cette suite. Les normes d'écriture des articles sont uniformisées, particulièrement dans le cas de ceux traitant des modes de paiement.

Changements dans la partie 1 : le *Cahier des charges*

- Les définitions sont révisées et harmonisées avec celles du document *Index et lexique* de la collection Normes – Ouvrages routiers;

- les textes sont harmonisés avec les *Instructions aux fournisseurs* et la réglementation;
- les éléments de contrôle de la qualité et la définition des modes d'assurance qualité utilisés sont révisés en profondeur;
- l'addenda sur le transport de matières en vrac et celui sur le respect des limites de charges des véhicules sont introduits dans le CCDG;
- la possibilité pour le Ministère de fixer le prix d'un avenant est réintroduite;
- pour les travaux de pose d'enrobé, une clause fixant les délais en cas d'intempéries est ajoutée.

Changements dans la partie 2 : les Devis généraux

Toutes les clauses du *Cahier de clauses générales 2002* sont incorporées au CCDG. Ainsi, les clauses A, B, C, D et E y apparaissent maintenant.

Section 10 : Organisation de chantier, locaux de chantier, maintien de la circulation, signalisation et protection de l'environnement (auparavant section 11, et les articles 7.5 et 7.13)

- Certains articles traitant d'ouvrages temporaires de protection de l'environnement sont maintenant inclus dans cette section;
- une nouvelle définition du poste de l'organisation de chantier est introduite;
- de nouvelles clauses relatives au maintien et à la circulation et la signalisation sont ajoutées conformément au *Plan d'action en matière de sécurité sur les sites des travaux routiers*, notamment certaines exigences touchant le personnel affecté à la signalisation;
- le CCDG renvoie au *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du ministère des Transports au lieu de décrire les exigences en matière de signalisation;
- l'ensemble des modes de paiement est révisé.

Section 11 : Terrassement (Section 12 auparavant)

- Les articles suivants : excavation et préparation des fondations pour ouvrages d'art, batardeaux, soutènement temporaire ainsi que drains souterrains filtrants sont rapatriés dans la section sur les ouvrages d'art;
- les articles traitant du revêtement récupéré sont retirés du CCDG;
- les textes portant sur les travaux de fossé sont remaniés;
- les clauses sur la préparation et la stabilisation de l'infrastructure ainsi que celles concernant l'essai de portance sont entièrement révisées.

Section 13 : Revêtement de chaussée en enrobés et Section 14 : Revêtement de chaussée en béton de ciment (Sections 14 et 15 auparavant)

- Le texte des deux sections est réorganisé selon une structure similaire;
- la préparation de surface propre aux travaux de revêtement de chaussée est distincte des travaux de terrassement;

- les clauses d'assurance de la qualité du bitume, du granulat et de l'enrobé concernant particulièrement les fournisseurs sont transférées aux normes 4101, 4201, 4202 du *Tome VII – Matériaux* et au *Recueil des méthodes d'essai LC*;
- de nouvelles classes de performance de bitume sont ajoutées;
- pour le revêtement de chaussée en béton de ciment, une clause d'uni de surface est introduite.

Section 15 : Ouvrages d'art, ponceaux et égouts pluviaux (section 16 auparavant)

- De nombreux renvois au code S6-00 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers » sont faits relativement à des exigences de conception, de matériaux, de fabrication ainsi que de réalisation et de contrôle;
- plusieurs nouvelles clauses provenant des devis types de la Direction des structures sont ajoutées;
- les exigences relatives à la certification des éléments en béton préfabriqué ou à l'homologation des murs sont regroupées;
- le programme de qualification MTQ pour les lanciers est remplacé graduellement par la certification de l'American Concrete Institute (ACI);
- certains contrôles de réception systématiques et des pénalités en cas de non-conformité sont abandonnés au profit d'exigences de certification.

Section 16 : Signalisation et éclairage (Sections 17 et 18 auparavant)

- Les deux sections concernant la signalisation et l'éclairage ont été fusionnées;
- le massif et la structure sont maintenant payés à l'unité et exclus du prix de l'équipement de signalisation ou d'éclairage.

Section 19 : Travaux divers (section 21 auparavant)

- Dans la mise en œuvre des bordures et des caniveaux, les tolérances sont introduites;
- les articles concernant les bordures, les dalots, les rigoles et les déversoirs en enrobé ainsi que ceux traitant des dalots, des radiers et des drains cailloutés sont retirés du CCDG;
- pour les glissières rigides, des tolérances sont ajoutées comme dans le cas des bordures.

Liste des normes et méthodes du Ministère

Cette partie du *Cahier de clauses générales* constitue maintenant la partie 3 du CCDG.

Conclusion

Le passage de l'édition 1997 du CCDG à celle de 2003 exigera des concepteurs et des surveillants une adaptation relativement rapide et une grande attention, car, pendant la prochaine saison de travaux, les deux versions seront en vigueur. Afin de vous soutenir dans ce changement, des séances d'information seront organisées par la Direction générale des infrastructures et des technologies aux cours des prochains mois. Ces séances seront annoncées dans le site intranet du Ministère.



Location de voies pratiques novatrices dans les appels d'offres

Par **Moussa S. Bakayoko, ing.**
Service de la qualité et des normes
Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures

Les projets routiers peuvent occasionner des inconvénients aux usagers de la route, principalement dans les centres urbains, là où la circulation est très dense.

Le concept

Le concept de la location de voies est un mode contractuel permettant aux concepteurs de réduire les répercussions que les chantiers occasionnent aux usagers de la route. Plusieurs formules de locations de voies ont été expérimentées et documentées à travers le monde. Ces principes incluent notamment les méthodes suivantes : la soumission sur les coûts des travaux et sur le temps (*Bidding on cost/time*), la méthode motivation/dissuasion (*Incentive/Disincentive*) et la location de voies proprement dite (*Lane rental*).

Parmi toutes ces nouvelles façons de faire, la location de voies (*Lane rental*) est l'une des rares formules à avoir été expérimentées au Québec. Mais qu'est-ce que la location de voies? C'est une méthode qui donne à l'entrepreneur la possibilité de bénéficier d'avantages financiers additionnels sous forme de primes ou de bonis afin de l'encourager à diminuer le temps d'occupation de la route durant les travaux.

La soumission

Lors de la préparation d'une soumission incluant la location de voies, les coûts traditionnels de construction ou d'entretien sont combinés aux coûts associés au nombre de jours d'entrave à la circulation nécessaires pour la réalisation des travaux. Cette façon de faire exige donc de l'entrepreneur qu'il



considère et qu'il inclue ces deux coûts dans sa soumission afin de déterminer le coût total de ses travaux.

Chaque entrepreneur doit donc présenter une soumission détaillée indiquant son propre devis estimatif de la durée des travaux et, le cas échéant, les périodes de fermeture des voies qu'il entend planifier (jour, nuit, fin de semaine). Afin de demeurer compétitif, l'entrepreneur se doit de minimiser la durée de ses travaux et le nombre de fermetures de voies tout en restant réaliste, car une prévision trop optimiste pourrait se transformer en pénalités. C'est une fois que le contrat est adjugé et que les travaux commencent que la méthode de location de voies entre en ligne de compte. En effet, chaque fois que l'entrepreneur entrave la circulation, le coût du loyer est déduit automatiquement de l'allocation totale prévue au contrat. À la fin des travaux, un solde positif est converti en prime ou boni alors qu'un solde négatif est converti en dommages et intérêts liquidés.

Calcul des coûts aux usagers

Le prix fixé dans le contrat concernant la location de voies représente le coût moyen des dommages ou des inconforts causés aux usagers de la route chaque fois que les voies sont utilisées aux fins de travaux (appelés aussi « coûts des usagers de la route »). Ces coûts sont évalués à partir de données réelles en utilisant des modèles mathématiques ou des outils informatiques. L'évaluation du coût de loyer de la voie porte essentiellement sur certains éléments qui ont un impact pécuniaire, notamment les retards (le temps perdu par les usagers) et la longueur de la file d'attente, les coûts d'utilisation des véhicules et les accidents. Ces impacts sont donc quantifiés pour la perte de temps occasionnée aux usagers de la route.

Comme on peut le constater, le coût du loyer est un élément clé de la location de voies, mais il est en même temps très difficile à déterminer. En effet, il peut se révéler ardu d'associer une valeur pécuniaire dans les documents d'appel d'offres. Il importe que le coût du loyer soit le plus réaliste possible. Si les clauses dissuasives n'ont pas l'effet escompté, l'entrepreneur ne tiendra pas compte de l'impact monétaire de ces pénalités et il risque de ne pas respecter les délais qu'il a lui-même fixés dans sa soumission. Dans le cas contraire, si le coût du loyer est trop élevé, cela pourrait conduire à des fortes réclamations.

L'expérience américaine

La méthode de soumission par la location de voies a été expérimentée dans quelques États américains depuis maintenant plusieurs années. Certains de ces contrats vont même jusqu'à diviser l'unité du temps d'entrave à la circulation en intervalles de 15 minutes en période de pointe ou aux heures de grande affluence. Dans ce cas, l'entrepreneur est contraint de réduire davantage le temps de fermeture des voies, puisque même un quart d'heure de fermeture est significatif. Cette méthode s'est donc avérée un outil majeur et efficace pour réduire la durée des travaux et restreindre les périodes où ces derniers peuvent occasionner des problèmes importants aux usagers de la route. De plus, l'effet le plus significatif de cette méthode est observé dans la diminution du nombre de fermetures de voies dans les secteurs où le volume de la circulation est très dense et à l'heure de pointe.

Le principe de location de voies offre donc la possibilité au Ministère de diminuer la durée des travaux et le nombre de voies occupées par ceux-ci. Cette méthode a un effet réducteur sur les inconforts occasionnés aux usagers de la route.

L'expérience québécoise

Au Québec, la notion de location des voies en est encore au stade expérimental, et seulement quelques directions territoriales en ont fait l'essai :

- La Direction de l'Île-de-Montréal expérimente depuis maintenant deux ans cette méthode avec le contrat de l'autoroute Décarie. Dans ce projet, différents types de fermetures autorisées sont listés et accompagnés à l'avance d'un horaire et d'un tarif propres à chacun. Pendant les travaux,

s'il y a lieu, les fermetures sont sujettes à l'application d'un loyer par utilisation à l'intérieur de la plage horaire correspondante.

- La Direction de la Mauricie-Centre-du-Québec a déjà utilisé cette méthode dans la réalisation du contrat de reconstruction du pont des Voltigeurs à Drummondville. Cette expérience avait été très concluante, et les résultats ont été à la hauteur des attentes des responsables territoriaux.
- La Direction de Québec a décidé, pour la saison des travaux 2002, d'intégrer la location de voies dans le contexte d'un projet pilote. Il s'agit d'un projet de réfection de la structure de chaussée en direction ouest sur l'autoroute Félix-Leclerc.

De plus, au cours de la période de garantie pour les trois contrats de performance adjugés en 2002, la fermeture de voies pour la réalisation de travaux d'entretien et de réparation fait aussi l'objet d'un coût du loyer payable par l'entrepreneur.

Le plan d'action pour 2003

Étant donné l'intérêt que suscite au Ministère la méthode de location de voies pour réduire la durée des travaux et les inconvénients causés aux usagers de la route et aux commerces, la Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures (DSEI) a proposé cette année un plan d'action visant à favoriser l'intégration de clauses liées à la location de voies dans des projets pilotes. Ce plan d'action vise, dans un premier temps, à vulgariser la notion de la location de voies et, dans un deuxième temps, à effectuer la mise en marche et le suivi de certains projets pilotes. Une grille de sélection pourra par la suite être élaborée et une ou plusieurs clauses types pourront être formulées afin que toutes les DT puissent utiliser les mêmes outils.

Pour réaliser ces projets pilotes, la DSEI a lancé un appel aux directions générales territoriales pour mettre sur pied des projets pilotes dans le but d'expérimenter certaines méthodes de location de voies pour la saison des travaux 2003.

D'ici là, pour plus de renseignements, n'hésitez pas à communiquer avec l'auteur du présent article par téléphone au (418) 646-2528 ou par courriel à l'adresse mbakayoko@mtq.gouv.qc.ca, ou avec M. Frédéric Pellerin par téléphone au (418) 644-3962 ou par courriel à l'adresse fpellerin@mtq.gouv.qc.ca

Le carrefour giratoire un mode de gestion différent

Le guide du Service de la qualité et des normes traitant de l'implantation du carrefour giratoire comme mode de gestion de la circulation au Québec est maintenant disponible.

Ce guide vise à fournir aux concepteurs les éléments de base nécessaires à l'implantation du carrefour giratoire dans un milieu. Il comporte l'historique du carrefour giratoire, ses conditions d'implantation, les méthodes de calcul de sa capacité, les critères de sécurité pour tous ses usagers, sa géométrie et ses autres aménagements possibles.

Il est disponible aux Publications du Québec et dans le site Internet des Publications du Québec à l'adresse suivante :

http://publicationsduquebec.gouv.qc.ca/fr/transports/index_transports.html





le carrefour giratoire

Un concept qui s'adapte aux besoins

Par **Pascale Guimond, ing.**
Service de la qualité et des normes
Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures

Dans le précédent article sur le carrefour giratoire, l'historique de ce mode de gestion de la circulation était exposé, de même que ses avantages et ses inconvénients comparativement aux intersections conventionnelles avec feux de circulation ou « Arrêt ». Le présent article permet de préciser les éléments physiques et les caractéristiques géométriques du carrefour giratoire, de définir ces caractéristiques, de distinguer les quatre catégories de carrefours giratoires et finalement d'établir les conditions d'implantation de ce mode de gestion de la circulation. La connaissance de ces informations est essentielle afin de déterminer si un milieu est propice à l'installation d'un carrefour giratoire et d'adapter les composantes géométriques de ce concept en fonction des besoins.

1. La géométrie

Comme toutes les infrastructures routières, le carrefour giratoire possède des éléments physiques communs à tous les carrefours, comme les trottoirs, les bordures, les passages pour personnes et les lignes de marquage, etc. De plus, le carrefour giratoire possède des éléments qui lui sont propres.

Les éléments propres au carrefour giratoire (figure 1)

- La chaussée annulaire : partie circulaire où circulent les véhicules, dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, autour de l'îlot central;
- l'îlot central : aménagement circulaire, construit ou marqué selon la catégorie du carrefour, situé à l'intersection des voies et autour duquel circulent les véhicules;
- la bande franchissable : espace aménagé sur le pourtour de l'îlot central, pouvant être utilisé par les véhicules lourds au moment de manœuvres de virage;
- les îlots séparateurs : espaces surélevés ou marqués séparant les voies d'entrée et de sortie d'une branche et pouvant servir de refuge aux piétons et aux usagers vulnérables durant leur traversée;
- les lignes de « Cédez le passage » : lignes de marquage qui indiquent l'endroit où les véhicules entrants doivent céder le passage à tous les véhicules circulant sur la chaussée annulaire.

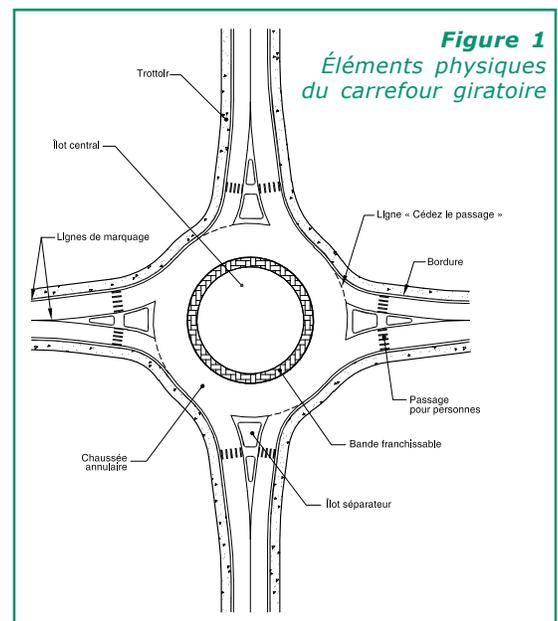


Figure 1
Éléments physiques du carrefour giratoire

Le dimensionnement optimal du carrefour giratoire est obtenu en ajustant l'ensemble des caractéristiques géométriques qui le composent. La détermination de la taille du carrefour est un processus itératif, et la modification d'une variable influence l'ensemble du concept. Les dimensions du carrefour giratoire doivent être adaptées aux éléments de son environnement tels que le milieu, le débit de circulation, la classification de la route, l'emprise disponible, le nombre de

branches et la topographie des lieux. L'expérience démontre que plus la taille d'un carrefour giratoire est modeste, plus le gain en sécurité augmente. Surdimensionner un carrefour giratoire accroît les risques pour tous les usagers, mais surtout pour les piétons et les cyclistes.

Les caractéristiques géométriques du carrefour giratoire (figure 2)

- le rayon extérieur (R_g) : distance entre le centre du carrefour et la limite extérieure de la chaussée annulaire;
- le rayon intérieur (R_i) : rayon de l'îlot central incluant la bande franchissable;
- la largeur de l'anneau : largeur de la chaussée annulaire délimitée par les limites extérieures des rayons extérieur et intérieur;
- les rayons d'entrée (R_e) et de sortie (R_s) : rayons intérieurs des voies d'entrée et de sortie;
- la largeur des entrées (L_e) et des sorties (L_s) : largeur des voies d'entrée et de sortie mesurée entre la bordure du côté droit et la ligne de marquage du côté gauche, perpendiculairement à leur jonction avec l'anneau;
- la largeur des approches : largeur de la ou des voies de circulation en amont du carrefour avant tout changement à la géométrie.

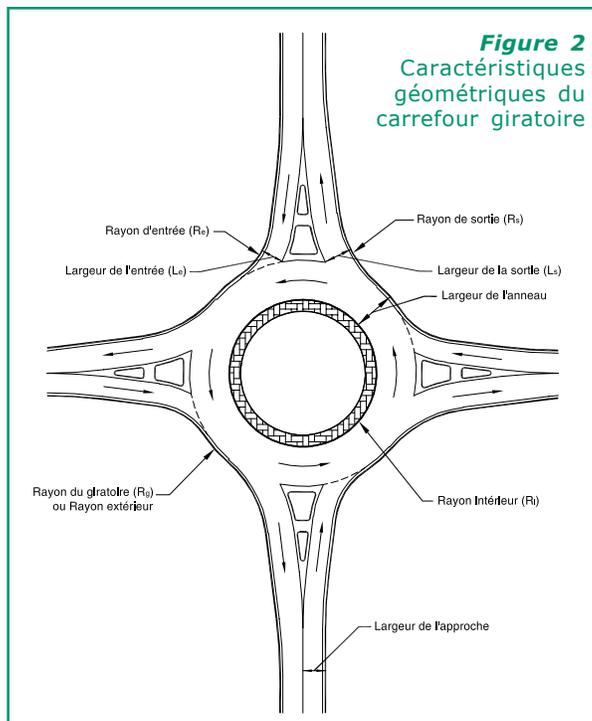


Figure 2
Caractéristiques géométriques du carrefour giratoire

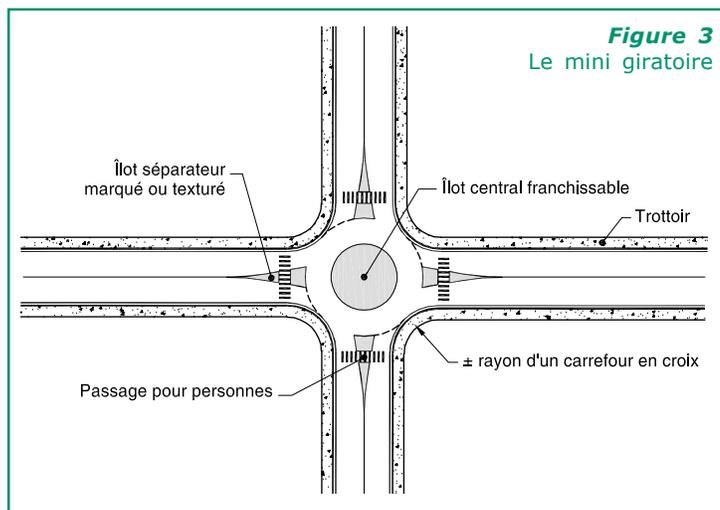


Figure 3
Le mini giratoire

2. Les catégories

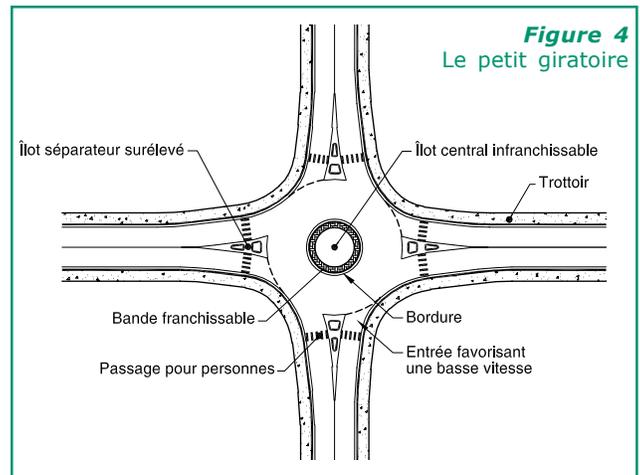
Pour faciliter l'implantation du carrefour giratoire dans un milieu, quatre catégories ont été définies en fonction du rayon extérieur et des vitesses d'entrée recommandées. Chacune d'elles possède ses limites d'utilisation afin d'assurer la sécurité de tous les usagers.

La première catégorie est le **mini giratoire** (voir figure 3). Il se caractérise par un rayon extérieur de 6 à 12 m et une vitesse d'entrée maximale de 25 km/h. Les éléments physiques du mini giratoire ne sont pas aussi perceptibles que ceux des autres catégories. Son îlot central est texturé ou légèrement bombé et ses îlots séparateurs sont marqués ou texturés afin de rendre l'ensemble entièrement franchissable.

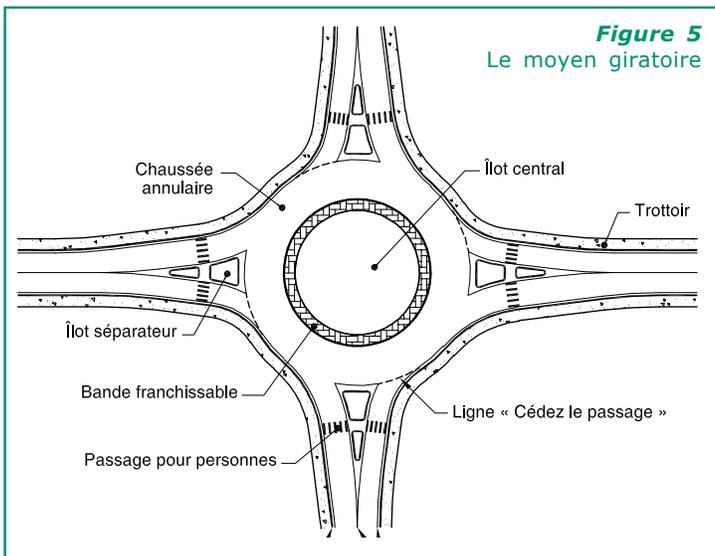
L'aménagement de ce type de carrefour peut se faire à certaines conditions. Il convient aux rues locales en milieu urbain uniquement, aux intersections où la limite de vitesse des axes est inférieure ou égale à 50 km/h, aux emprises restreintes, aux rues à très faible débit de véhicules lourds et aux rues situées en dehors des circuits de transport en commun. Il ne peut toutefois pas constituer le premier aménagement en entrée d'agglomération à cause de la contrainte de vitesse qu'il impose. Pour des

raisons d'entretien hivernal, l'implantation de ce type de carrefour giratoire peut s'avérer plus difficile au Québec. En effet, en saison hivernale, pour que ce carrefour conserve ses particularités de giratoire, son îlot central doit être convenablement dégagé afin d'être visible. De plus, le bombement de ce dernier peut aussi occasionner certains inconvénients à l'occasion de l'entretien hivernal.

La deuxième catégorie est le **petit giratoire** (voir figure 4). Ce carrefour présente un rayon extérieur compris entre 12 et 15 m et permet une vitesse d'entrée maximale de 25 km/h. Il possède un îlot central avec bande franchissable, lorsqu'elle est justifiée par la conception, et des îlots séparateurs surélevés incluant des « passages pour personnes » abaissés.



Ce concept s'adapte bien aux sites où il y a une forte concentration de piétons et de cyclistes, car ses approches ne comportent qu'une seule voie de circulation et les vitesses aux entrées et aux sorties sont très faibles. Il convient principalement à des véhicules automobiles, mais peut supporter un faible pourcentage de camions de type SU et d'autobus. L'installation d'un petit giratoire est appropriée sur des rues locales ou des collectrices municipales en milieu urbain, sur des rues où il y a un très faible débit de véhicules lourds et en dehors des circuits de transport en commun.



La catégorie suivante est le **moyen giratoire** (voir figure 5). Il s'agit d'un carrefour giratoire dont le rayon extérieur se situe entre 15 et 25 m et dans lequel la vitesse d'entrée maximale peut atteindre 40 km/h. Sa conception est généralement caractérisée par une chaussée annulaire et des branches d'approche à voie simple. Il possède un îlot central avec une bande franchissable, si elle est justifiée au moment de la conception, et des îlots séparateurs surélevés. Il se différencie du petit giratoire par son rayon extérieur plus grand, mais aussi par ses entrées et sorties plus tangentielles qui permettent une meilleure fluidité de la circulation.

Lorsqu'il est implanté en zone urbaine, ce type de carrefour giratoire peut comporter des trottoirs, des pistes cyclables, des passages pour personnes, du mobilier urbain et un aménagement paysager distinctif. S'il est installé dans une zone rurale, son rayon extérieur peut être légèrement plus grand et ses approches peuvent être aménagées de manière à réduire la vitesse des véhicules.

La quatrième catégorie est le **grand giratoire** (voir figure 6). Le rayon extérieur de ce dernier est compris entre 20 et 30 m et sa vitesse d'entrée maximale est de 50 km/h. Ce carrefour se caractérise par sa chaussée annulaire plus large pouvant permettre le passage de deux petits véhicules côte à côte et par ses entrées et sorties à une ou deux voies ou par ses entrées présentant un évasement. Il comprend un îlot central sans bande franchissable, des îlots séparateurs infranchissables et une déflexion appropriée des voies d'entrée (voir figure 7). Cette déflexion impose aux véhicules un changement de trajectoire qui les oblige à réduire leur vitesse pour contourner l'îlot central. La

conception de ce carrefour permet des vitesses de circulation plus élevées en raison de son rayon extérieur et de ses rayons d'entrée plus grands. Pour qu'il conserve une bonne performance en sécurité, les concepteurs doivent porter une attention particulière au traitement de ses approches.

Ce type de carrefour giratoire doit être réservé aux secteurs où il y a très peu de piétons et de cyclistes, car il n'offre pas un bon niveau de sécurité. Des aménagements spécifiques sont toutefois possibles pour sécuriser les déplacements de ce type d'utilisateurs. Le grand giratoire s'adapte très bien aux routes nationales faisant partie du réseau de camionnage où le débit de véhicules lourds est significatif.

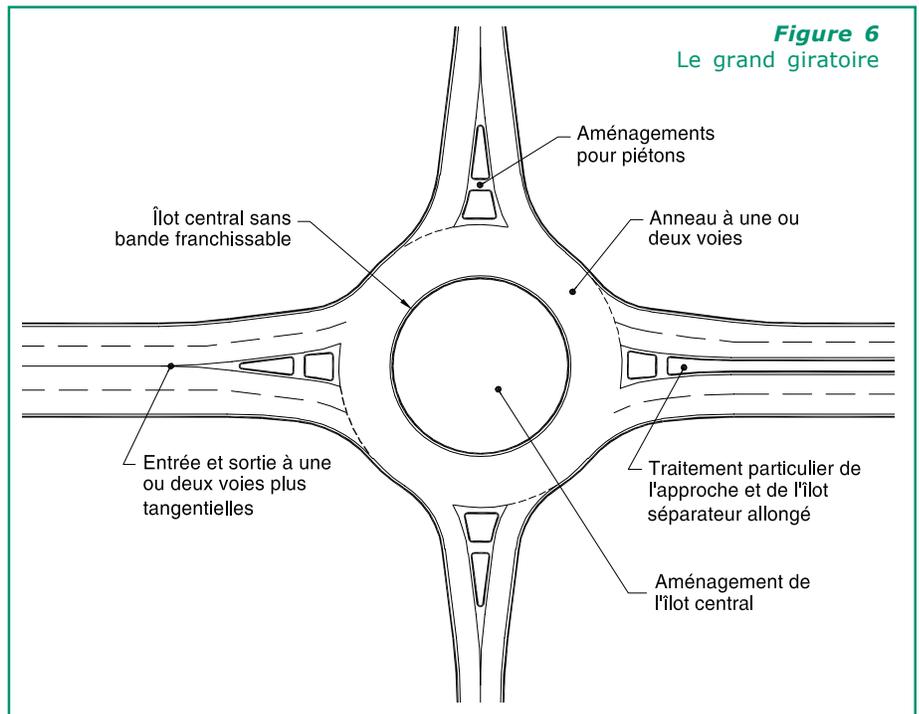


Figure 7

Exemple de déflexion d'une entrée



3. Les conditions d'implantation

Le carrefour giratoire peut être implanté dans tous les milieux (urbain, périurbain ou rural), sur toutes les catégories de routes (de nationales à locales) (voir tableau 1) et sur des axes à deux, trois ou quatre voies, et ce, indifféremment des vitesses affichées. En effet, cette intersection, si elle est bien perçue, contraint le conducteur du véhicule en approche à ralentir, sinon à arrêter, pour la franchir. Bien sûr, des conditions particulières sont à considérer au moment du choix de ce mode de gestion, et certains sites sont plus appropriés que d'autres pour son aménagement.

Les situations propices à l'implantation d'un carrefour giratoire

- La condition la plus favorable à l'implantation d'un carrefour giratoire est la fréquence des accidents à un carrefour conventionnel.

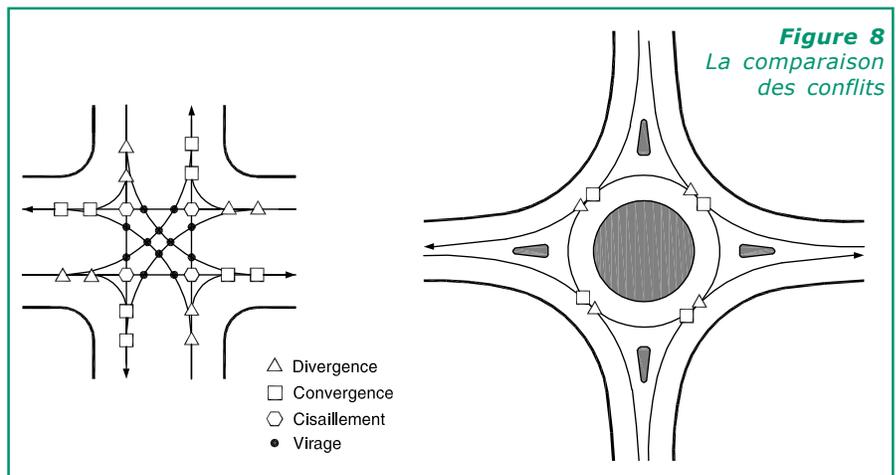
Dans ce cas, le carrefour giratoire vient éliminer les conflits de cisaillement et de virage (voir figure 8), et permet de réduire le nombre de conflits de divergence et de convergence ainsi que leur gravité. Les

Tableau 1
Possibilités d'aménagement des carrefours giratoires selon la catégorie des routes concernées

	Routes nationales et régionales, artères	Routes collectrices	Collectrices municipales	Rues locales
Routes nationales et régionales, artères	+*	+	-	-**
Routes collectrices	+	+	+	+
Collectrices municipales	-	+	++	+
Rues locales	-**	+	+	++

++ : très approprié + : approprié - : moins approprié
 * L'implantation d'un carrefour dénivelé se justifie lorsque la capacité de la route est atteinte, ou pour des raisons de sécurité.
 ** On ne devrait pas installer ce type de carrefour, en principe.

gains en matière de sécurité pour les automobilistes sont plus marqués dans les intersections complexes à plusieurs branches, mais plus faibles pour les piétons et les cyclistes. Ces avantages sont notamment attribuables aux vitesses modérées aux approches et dans le carrefour. La présence d'une forte proportion de virages à gauche à une intersection est également favorable à l'aménagement d'un carrefour giratoire, car ces mouvements y sont assurés dans les meilleures conditions de sécurité.



Les autres conditions favorables à l'implantation d'un carrefour giratoire se présentent dans les cas suivants :

- des retards importants sont enregistrés sur l'axe secondaire;
- la capacité d'une intersection est insuffisante et elle ne peut pas être augmentée pour des raisons de sécurité et d'espace;
- l'instauration d'une priorité entre les axes n'est pas souhaitable à cause de la hiérarchie routière et de la structuration de l'espace, autant en zone résidentielle qu'ailleurs;
- les demi-tours sont fréquents et doivent être facilités;
- la géométrie du carrefour est complexe en raison des branches actuelles ou prévues;
- le changement de caractère du lieu nécessite un changement dans l'environnement et une réduction de la vitesse, par exemple en entrée d'agglomération;
- les débits prévus dans un secteur sont appelés à connaître une forte croissance dans les prochaines années.

Conditions moins favorables

Certaines conditions peuvent cependant être moins appropriées pour l'aménagement de carrefours giratoires. Cela ne veut toutefois pas dire que l'option du carrefour giratoire doit être éliminée pour autant. Même dans ces conditions, le carrefour giratoire peut s'avérer une solution plus sécuritaire que le carrefour conventionnel. Une analyse détaillée doit donc être effectuée avant de rejeter son utilisation.

- Une première condition moins favorable à l'implantation d'un carrefour giratoire peut se présenter lorsque le débit sur la route secondaire est trop faible comparativement à celui de la route principale. Des difficultés de fonctionnement du carrefour giratoire peuvent apparaître dans ce cas, car les usagers de la route secondaire et les piétons n'auront pas de créneaux suffisants pour s'insérer dans le carrefour ou le traverser. Des problèmes plus importants surviennent toutefois lorsque les débits des deux routes sont très déséquilibrés (supérieur à 10 fois). Des problèmes peuvent aussi se présenter lorsque les débits sont très élevés et que le carrefour giratoire fonctionne à un débit proche de sa capacité maximale;
- La présence d'une hiérarchie très différente entre les axes d'une intersection occasionne aussi des problèmes, car les usagers de la route principale se voient imposer des retards inutiles. De même, la présence importante de piétons, de cyclistes et d'usagers vulnérables rend nécessaires des aménagements particuliers dans le carrefour giratoire afin d'améliorer leurs conditions de sécurité;
- Une topographie accidentée peut constituer une deuxième condition moins favorable à l'implantation d'un carrefour giratoire. L'aménagement d'un plateau pour le carrefour s'avère difficile dans des pentes variant de 3 à 6 %. De plus, la localisation du carrefour giratoire à un point bas ou à un point haut du profil en long de la route entraîne des complications en ce qui concerne la sécurité. À un point haut, le carrefour giratoire risque de ne pas être assez visible. Une signalisation avancée, un aménagement paysager et un éclairage adéquat doivent alors être mis en place pour compenser cette lacune. En bas de pente, son installation est déconseillée en raison des vitesses d'approche plus élevées et des risques de perte de contrôle, surtout pour les véhicules lourds. Des problèmes de perception et de lisibilité du carrefour sont aussi présents lorsque ce dernier se situe dans une courbe ou à la sortie d'une courbe.
- La difficulté d'aménager cette infrastructure de forme circulaire dans un bâti existant orthogonal constitue une autre condition moins favorable à l'implantation d'un carrefour giratoire. La proximité des bâtiments en milieu urbain contraint les dimensions du carrefour, qui ne peut pas être aménagé de façon convenable. L'installation d'un carrefour giratoire à proximité de feux de circulation ou en présence de mesures de gestion de la circulation sur l'axe est déconseillée, car ces modes de contrôle peuvent entraîner un refoulement de la circulation et réduire l'efficacité du carrefour giratoire. De plus, cet aménagement ne s'intègre pas bien sur des circuits de transport en commun. Dans cette situation, la présence de carrefours giratoires entraîne de l'inconfort pour les passagers, surtout s'il y en a plus d'un sur le même axe;
- Finalement une quatrième condition moins favorable peut se présenter lorsque l'aménagement de l'axe comprend un alignement d'arbres ou d'éléments verticaux pouvant fausser la perception des conducteurs. La présence d'un carrefour giratoire sur un tel parcours pourrait surprendre effectivement les conducteurs.

En résumé, le carrefour giratoire est un concept qui s'adapte facilement aux besoins en raison de sa grande polyvalence. En suivant les principes établis et en analysant adéquatement le milieu, il est possible de l'implanter dans presque toutes les conditions. La méthode de conception du carrefour giratoire permet de le dimensionner en fonction des contraintes présentes et futures, et divers aménagements sont possibles pour corriger les lacunes sur le plan de la sécurité que peuvent présenter certains emplacements. Ces aménagements, de même que la méthode de conception du carrefour giratoire, vous seront exposés dans le prochain article.



Direction des contrats et des ressources matérielles

Responsable : Théhien Dang-Vu, ing., coordonnateur ministériel

Téléphone : (418) 644-2368

Évaluations techniques relatives aux nouveaux produits et aux nouvelles technologies

Dossiers faisant l'objet d'un suivi technique pendant le troisième trimestre de 2002

Dossier	Sujet	Demandeur	Remarques
GUF 0499	Système portable de contrôle de circulation (*) Appareil muni d'un dispositif de contrôle à distance (voir photos)	RC Flagman Inc.	Produit suscite de l'intérêt. Une démonstration au CS d'Anjou a eu lieu au début de l'automne.
GUF 0494	Panneaux de revêtement Stone Panels (*) Panneau constitué d'une couche de pierre naturelle renforcée d'une structure alvéolaire en aluminium (voir photos)	Ellesse International Trade Ltd	Intérêt confirmé pour utilisation dans les tunnels du réseau routier.
GUF 0490	Robot hydrodémolition Aqua Cutter (*) pour la réfection des surfaces de béton (voir photos)	Canadian Flexible T.M. Inc.	Intérêt confirmé à la suite de la démonstration du produit au mois de septembre. L'expérimentation sera pilotée par la Direction des structures.
GUF 0458	Ampoules de signalisation routière (**) Ampoules ayant 10 ans de durée utile	OTL Division de 3173879 Canada Inc.	Produit expérimenté par la Direction de l'Est-de-la-Montérégie. L'évaluation technique sera réalisée par le Service de l'ectrotechnique de la Direction des structures.
GUF 0412	Revêtement de zinc Métalflux (**) pour protéger une surface métallique contre la corrosion	Améta	Rapport technique du Service des matériaux d'infrastructure attendu pour la fin de 2002. Des essais sur site sont prévus en 2003.
GUF 0416	Dissolvant anti-graffiti Eco-Mur (**) Produit biodégradable qui enlève les graffitis par une action nettoyante, sans solvant agressif, acide ou caustique	Éco-Graffiti Inc.	Produit évalué par la Direction des structures et accepté à titre expérimental. Sa qualité devra être confirmée à l'usage et, selon les besoins, des commandes pourront être considérées à l'occasion des achats courants du Ministère.
GUF 0247	Aile de côté rétractable pour camion de déneigement Reflex(**) (voir article dans le présent numéro)	Transport Savard Ltée	Première expérience réalisée avec la participation de trois CS. Équipement jugé efficace pour le déneigement des endroits étroits et pour nettoyer les glissières.

Évaluations techniques relatives aux nouveaux produits et aux nouvelles technologies (suite)

Dossiers faisant l'objet d'un suivi technique pendant le troisième trimestre de 2002

Dossier	Sujet	Demandeur	Remarques
GUF 0213	Panneau de béton flexible (**) Panneau fait de composite laminé destiné à être utilisé sur certains éléments de structure tels que murs, platelage en bois	Betflex	Produit évalué par la Direction des structures et utilisé à titre expérimental par certains CS.
GUF 0134	Drain pour route Puistar(***) Système ajustable de drainage de rue (voir photos)	Puistar Inc.	Système évalué par la Direction des structures et qui présente l'avantage de pouvoir s'ajuster par rapport à la bordure de la rue et de maximiser l'efficacité de captage des eaux de ruissellement.

- (*) **Produit d'intérêt** : produit présentant un intérêt pour le MTQ et qui a été soumis à une évaluation préliminaire.
- (**) **Produit expérimental** : produit soumis à une évaluation technique ou à une expérimentation en vue de déterminer son potentiel d'utilisation ou sa qualité à l'usage.
- (***) **Produit éprouvé** : produit dont le potentiel d'utilisation ou la qualité à l'usage ont été confirmés.



GUF 0499 : Système portable de contrôle de circulation



GUF 0494 : Panneaux de revêtement – Stone Panels



GUF 0490 : Robot hydrodémolition – Aqua Cutter



GUF 0134 : Drain pour route – Puistar



Aile de côté rétractable pour camion de déneigement

Expérimentation d'un nouveau produit

Par Sylvain Noël, ing., M.Sc.
Service des technologies d'exploitation
Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures



1. Introduction

En septembre 2000, l'entreprise Transport Savard Ltée proposait aux représentants du Ministère une démonstration de son innovation en matière d'entretien hivernal des glissières de sécurité : l'aile de côté rétractable pour camion de déneigement. Des représentants du Centre de gestion de l'équipement roulant (CGER), du Service des technologies d'exploitation (STE), du Guichet unique de qualification des produits des fournisseurs (GUF) ainsi que ceux de la Direction de la Côte-Nord ont assisté à une démonstration organisée par cette entreprise à Baie-Comeau. Il a été convenu que ce produit présentait un intérêt pour le Ministère et qu'il ferait l'objet d'une demande officielle en vue d'une évaluation technique.

À la suite de la demande déposée au GUF le 19 septembre 2000, une analyse détaillée de l'aile rétractable été effectuée par le STE en collaboration avec le CGER

afin de vérifier différents éléments de son efficacité et de connaître son plein potentiel. Dès lors, une recherche de partenaires internes au Ministère s'est amorcée afin de pouvoir expérimenter cet équipement et d'en faire une évaluation éclairée. Les centres de services de Chicoutimi et de Lac-Etchemin ont accepté de participer à une expérimentation *in situ*, tandis que celui de Baie-Comeau a été mandaté pour recueillir de l'information sur le circuit entretenu par le fournisseur du produit expérimental.

2. Expérimentation

Le Centre de services de Chicoutimi a commencé l'installation de cet équipement le 4 décembre 2000, et les opérateurs de ce CS l'ont utilisé pour la première fois le 11 décembre 2000. Puisque le produit expérimental répondait aux premières attentes de base, il a été décidé de poursuivre l'expérimentation en planifiant l'installation d'une seconde aile de côté, cette fois pour le Centre de services du Lac-Etchemin. L'installation s'est effectuée encore une fois au Centre de services de Chicoutimi afin de

bénéficier de l'expertise développée au moment de la première installation par l'équipe de mécaniciens locaux. L'aménagement a permis la livraison du second équipement le 24 janvier, et le premier essai s'est effectué le 25 janvier.

L'analyse des informations recueillies auprès des centres de services visait à évaluer le produit sous différents aspects afin de déterminer son rendement mécanique, son efficacité quant aux opérations de déneigement et les économies potentielles en ce qui concerne la réparation des glissières endommagées.

À la fin de la première saison, faisant suite à l'expérimentation effectuée à ce jour et en tenant compte de la possibilité offerte par le CGER de retirer ces équipements, il a été convenu par les deux centres de services de conserver les ailes rétractables sur leurs matériels respectifs. Comme l'expérimentation ne s'était pas effectuée durant toute une période d'entretien d'hiver, le Service des technologies d'exploitation a convenu de poursuivre celle-ci pour une seconde saison.

3. Résumé des résultats de l'expérimentation

Rendement mécanique

L'évaluation des coûts d'entretien du nouvel équipement, relevés au cours de la première saison d'utilisation, démontre qu'il n'y a pas de différence significative des coûts par rapport à un équipement conventionnel. Ce constat est corroboré par l'opinion des opérateurs sur l'observation du nombre de bris de l'aile. Ceux-ci estiment que les bris sont aussi fréquents (sans être plus nombreux) qu'avec un équipement conventionnel et que le temps d'arrêt est comparable. L'appréciation de la majorité des opérateurs concernant la solidité et la fiabilité du produit révèle qu'il est égal ou supérieur à un équipement conventionnel. Toutefois, en ce qui concerne la conception et le rendement mécanique spécifique à l'usage demandé, l'opinion des opérateurs est très partagée. Deux sont d'avis que l'équipement répond amplement à l'usage demandé, deux estiment qu'il répond adéquatement, deux affirment que l'équipement répond mais avec des faiblesses, et un seul des opérateurs est d'avis que l'aile rétractable ne répond pas à l'usage demandé. Le déneigement des bancs de neige compacts, vérifié au point suivant, est en cause.

Parmi les problèmes mineurs rencontrés, notons le poids de l'équipement et, selon le type de véhicule, l'encombrement qu'il représente au moment de l'inspection de routine avant le départ.

Rendement de l'aile de côté rétractable quant à l'efficacité du déneigement et à la facilité d'utilisation

La majorité des opérateurs sont convaincus d'une augmentation de l'efficacité pour le déneigement des glissières de sécurité. L'opinion est favorable, mais moins marquée concernant l'efficacité de l'équipement à déneiger les garde-fous (parapets de pont). L'opinion est partagée en ce qui touche l'efficacité à déneiger les bordures (partage des opinions entre une efficacité égale et une efficacité supérieure à un équipement conventionnel). Le partage des opinions concernant l'efficacité de l'aile de côté rétractable à restreindre la neige résiduelle devant les glissières et les bancs de neige compacts démontre que cet équipement devra être modifié afin d'atteindre une efficacité égale à celle d'un équipement conventionnel lorsque les fortes précipitations laissent des bancs de neige très compacts. Les observations par les contremaîtres respectifs des deux centres de services démontrent que l'usage de ce nouvel équipement réduit l'usage de souffleuses pour la neige devant les glissières (CS de Lac-Etchemin) et de la niveleuse pour l'enlèvement de la neige et de la glace devant les bordures (CS de Chicoutimi).

Concernant le degré d'appréciation de la diminution du temps d'opération, les avis très partagés. Très sommairement, les opérateurs du CS de Chicoutimi affirment qu'ils réduisent ainsi leur temps d'opération pour les approches du pont Dubuc. Ceux du CS de Lac-Etchemin ne se sont pas

prononcés à propos de la diminution du temps de travail. Ils ont constaté que, lorsque l'accumulation est importante, plus d'un passage est nécessaire. Cependant, il leur est maintenant possible de nettoyer les glissières à 100 % sans recourir à une souffleuse (à l'exception des bancs de neige compactée).

Concernant la facilité d'utilisation de l'aile rétractable par rapport à un équipement conventionnel, la majorité des opérateurs sont d'avis qu'il y a une amélioration pour le déneigement des glissières, des endroits restreints et des intersections serrées. L'opinion est partagée concernant les bretelles d'accès. Cependant, pour l'usage spécifique du CS de Chicoutimi, le progrès est tel que les opérateurs ont l'impression de travailler de façon plus sécuritaire. Cette observation est motivée par le fait suivant : l'entretien des bretelles d'accès du pont Dubuc s'effectue par l'insertion répétée du véhicule dans un trafic urbain. Auparavant, avant l'insertion sur la voie principale à partir d'une bretelle d'accès, l'attention de l'opérateur était partagée entre la circulation et la portée de l'aile de côté. Si celle-ci heurtait la bordure latérale, il risquait d'endommager le véhicule, d'immobiliser ce dernier sur la voie principale et même d'être la cause d'un accident. Maintenant, l'opérateur n'a plus à surveiller la portée de son aile de côté, mais seulement les véhicules circulant sur la voie principale avant de s'insérer.

Économie des coûts d'entretien des glissières de sécurité

Les observations donnent des résultats difficilement quantifiables. Le CS de Baie-Comeau rapporte qu'il n'y a eu que des bris négligeables (en considérant le volume de circulation de véhicules lourds et la géométrie de la route) sur la route entretenue par Transport Savard Ltée. Le CS de Chicoutimi a observé une diminution des longueurs de glissières remplacées. Cependant, une bonne partie des glissières sont localisées derrière des bordures. Le CS de Lac-Etchemin ne s'est pas prononcé de façon très précise. Ces deux derniers centres de services sont d'avis que les dommages aux glissières de sécurité attribuables aux impacts directs avec de l'équipement ont diminué. Par contre, le CS de Lac-Etchemin craint que l'usage répété de l'aile de côté rétractable en contact avec la glissière ne risque d'endommager celle-ci à la longue. On nous recommande une étude plus poussée à ce sujet.

4. Conclusion

L'expérimentation a mis en valeur l'importance de bien préciser l'usage qui sera fait de ce nouvel équipement en fonction de l'environnement de travail avant de procéder à son acquisition. Son usage implique la modification des processus de travail et cette modification peut apporter certains avantages. Ainsi, l'environnement plus urbanisé du circuit de Chicoutimi a mis davantage les qualités de l'aile rétractable en valeur. L'usage sur un circuit rural, tout en présentant certains avantages, s'est avéré plus contraignant (selon les résultats du questionnaire) pour les opérateurs que dans le cas du circuit urbanisé.

Dans le but de mieux déterminer l'environnement qui assurera le rendement optimal de cet équipement et de permettre de mieux quantifier les gains concernant les réparations de glissières, le Ministère a avantage à assurer le suivi de ce nouvel équipement en permettant son expérimentation à d'autres directions.

La principale difficulté rapportée par les centres de services concerne le déneigement des bancs de neige compacts. Cette contrainte devra être considérée par le fournisseur de l'équipement s'il veut atteindre une efficacité de déneigement comparable à un équipement conventionnel (sans les inconvénients de ce dernier) lorsque les fortes précipitations engendrent des bancs de neige compacts.

Normes - Ouvrages routiers

Avez-vous toutes vos mises à jour ?*(Le site Internet des Publications du Québec « Lui » est toujours à jour!)*

Tomes	Date	N° de la mise à jour
Tome V – Signalisation routière <i>Volume V – Traffic Control Devices</i>	Février 2003* February 2003*	26
Tome II – Construction routière	2003 01 15*	25
Tome III – Ouvrages d'art	2003 01 01*	24
Tome VII – Matériaux	2003 01 01*	23
Tome V – Signalisation routière <i>Volume V – Traffic Control Devices</i>	Juin 2002 June 2002	22
Tome VI – Entretien	2002 05 15	21
Tome III – Ouvrages d'art	2002 01 01	20
Tome VII – Matériaux	2001 12 15	19
Tome IV – Abords de route	2001 12 01	18
Tome V – Signalisation routière <i>Volume V – Traffic Control Devices</i>	Avril 2001 April 2001	17
Tome I – Conception routière	2001 04 15	16
Tome VII – Matériaux	2000 12 01	15
Tome III – Ouvrages d'art	2000 10 30	14
Tome II – Construction routière	2000 09 15	13
Tome V – Signalisation routière <i>Volume V – Traffic Control Devices</i>	Juillet 2000 July 2000	12
Tome VII – Matériaux	99 12 01	11
Tome VI – Entretien	99 06 01	10
Tome VII – Matériaux	99 06 01	9
Tome IV – Abords de route	98 10 01	8
Tome I – Conception routière	98 09 15	7
Tome III – Ouvrages d'art	98 03 25	6
Tome VII – Matériaux	97 06 27	5
Tome II – Construction routière	96 09 23	4
Tome VII – Matériaux Tome VIII – Matériel	96 09 23	3
Tome I – Conception routière	96 05 09	2
Tome I – Conception routière Tome VI – Entretien	95 03 02	1

Ouvrages connexes à la collection	Date	N° de la mise à jour
Méthodes d'essai LC	2002 12 15*	6
Entretien des aéroports <i>Airport Maintenance</i>	2002 11 30* 2002 11 30*	3

* Veuillez compter environ deux semaines de plus pour la réception des mises à jour en version papier.