

# INFO NORMES

DOCUMENTS CONTRACTUELS ♦ NORMES TECHNIQUES

Volume 23, numéro 2  
Printemps 2012

## Tome III Ouvrages d'art



13<sup>e</sup>  
mise à jour

## Chroniques

- CONCEPTION
- DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ
- DOCUMENTS CONTRACTUELS
- GUQ Guichet unique de qualification



## RÉPERTOIRE

DES PLUS RÉCENTES PARUTIONS  
DISPONIBLES AUX  
PUBLICATIONS DU QUÉBEC

Maintenant distribué :



# SOMMAIRE



**Tome III - Ouvrages d'art** 3  
13<sup>e</sup> mise à jour



**Chronique Conception** 6  
Bretelle de sortie d'autoroute  
Le choix du paramètre  
de spirale précédant la  
courbe de référence



**Chronique** 13  
**Dispositifs de sécurité**  
Capacités et limites  
des dispositifs de retenue  
en fonction des conditions  
d'impact



**Chronique** 16  
**Documents contractuels**  
Tournée d'information  
sur le CCDG 2012 et autres  
documents contractuels



**Chronique Guichet unique** 18  
**de qualification (GUQ)**  
Nouveaux produits et  
nouvelles technologies

+

**Nouveau programme** 22  
**d'homologation pour**  
**les têtes de feux**  
**horizontales pour**  
**signaux lumineux**

+

**Évaluation technique des** 24  
**luminaires profilés à diodes**  
**électroluminescentes (DEL)**



**Répertoire des plus récentes** 25  
**parutions disponibles aux**  
**Publications du Québec**



*Info-Normes* est publié trimestriellement par le Service des normes et des documents contractuels de la Direction du soutien aux opérations à l'intention du personnel technique du ministère des Transports.

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

#### Direction

David Desaulniers, ing.

#### Coordination de la rédaction et de l'édition

Daniel Hamel, ing.

#### Collaboration

André Blouin, ing.  
Théhien Dang-Vu, ing.  
Pierre Desmarchais, ing.  
Michel Gourdeau, ing.  
Bruno Marquis, ing.  
Pierrette Vaillancourt, ing., M. Sc.

#### Supervision artistique

Nicole Beaudet

#### Conception graphique et mise en page

Brigitte Ouellet, t.a.a.g.

#### Révision linguistique

Direction des communications

Pour toute consultation ou demande de renseignement, ou pour tout commentaire ou toute suggestion, vous pouvez vous adresser au :

Service des normes  
et des documents contractuels  
Direction du soutien aux opérations  
Ministère des Transports du Québec  
700, boul. René-Lévesque Est, 23<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G1R 5H1  
Téléphone : 418 643-1486  
Télécopieur : 418 528-1688

ISSN 1718-5378

## Où se procurer les publications



Tous les ouvrages du ministère des Transports du Québec, mentionnés dans ce bulletin, sont en vente en version électronique et papier à l'éditeur officiel, Les publications du Québec, ou en composant le 1 800 463-2100.

[www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/produits/ouvrage\\_routier.fr.html](http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/produits/ouvrage_routier.fr.html)

# Tome III

## Ouvrages d'art

Pierrette Vaillancourt, ing., M. Sc.  
Direction du soutien aux opérations  
Service des normes et des documents contractuels

# 13<sup>e</sup>

30 janvier 2012

## mise à jour



Comme chaque année, le Tome III – Ouvrages d'art est actualisé afin de rester à l'avant-garde des pratiques dans le domaine. Cette année, les modifications portent sur les chapitres 1 à 6. Les principales sont détaillées ci-dessous.

### Chapitre 1 «Classification des ouvrages d'art»

Le pont en arc à tablier supérieur en bois a été ajouté à la classification des ouvrages d'art; il s'agit du type 77. Ainsi, lorsque des ponts de ce type seront construits sur les routes du Ministère, ils pourront facilement être enregistrés dans le système d'inventaire des ponts sous cette appellation. Un projet de construction de ce type de pont est actuellement à l'étude. Dans un avenir relativement rapproché, on pourrait donc en voir sur nos routes lorsque le contexte s'y prête.

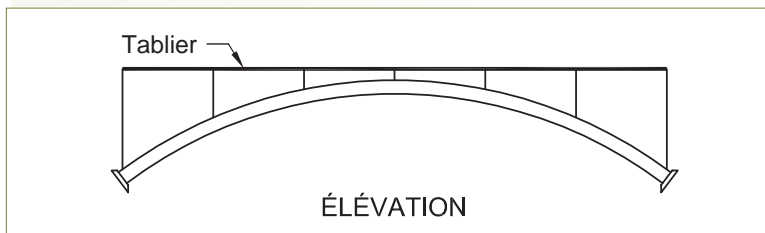


Figure 1 - Pont en arc à tablier supérieur.

### Chapitre 2 «Conception des ouvrages d'art»

La largeur carrossable d'un pont acier-bois à une seule voie a été augmentée, passant de 3,5 m à 4,1 m. La circulation d'équipement agricole en sera facilitée. Pour les ponts acier-bois à deux voies, la largeur carrossable demeure inchangée.

Cette année, des changements ont été apportés concernant la protection anticorrosion des ouvrages en acier. Le Ministère exige que les poutres en acier A ou AT d'un pont d'étagement enjambant une autoroute soient protégées par un revêtement de métallisation ou de peinture. Ainsi, il vise à réduire certains phénomènes de début de corrosion observés sur certaines structures au-dessus des grands axes routiers. Il poursuit des études afin de les détailler davantage. Toujours sur la protection de l'acier,

la référence à la norme 10104 « Systèmes de peintures pour structure d'acier » a été ajoutée au Tome III.

Cette année également, les glissières de pont en acier de types 210A, 210B, 210C, 210D et 210E, ainsi que les garde-fous de types 20 et 20C ont été illustrés plus en détail dans les normes des dessins normalisés 022 à 024 (voir figure 2). Pour la construction de ces glissières et garde-fous, le concepteur doit cependant utiliser les plans types disponibles à la Direction des structures.

Une précision a été ajoutée dans les normes spécifiant que l'utilisation de glissières différentes de part et d'autre de la chaussée est possible si cela permet d'améliorer la visibilité. Bien entendu, dans tous les cas, les glissières doivent atteindre les niveaux de performance requis.

Au dessin normalisé 012 « Joints d'articulation et de construction dans un portique » (voir figure 3), l'emplacement des bandes de membrane autocollante a été modifié afin de s'arrimer au détail actuel des culées.

### Chapitre 3 « Ponts normalisés »

Le *Manuel des ponts acier-bois* ayant été aboli, les références du chapitre 3 renvoient dorénavant au *Manuel de conception des structures*. Compte tenu du fait que tous les dessins normalisés ont été retirés du chapitre 3, le lecteur devra consulter les plans types de la Direction des structures pour retrouver les exigences relatives aux ponts acier-bois.

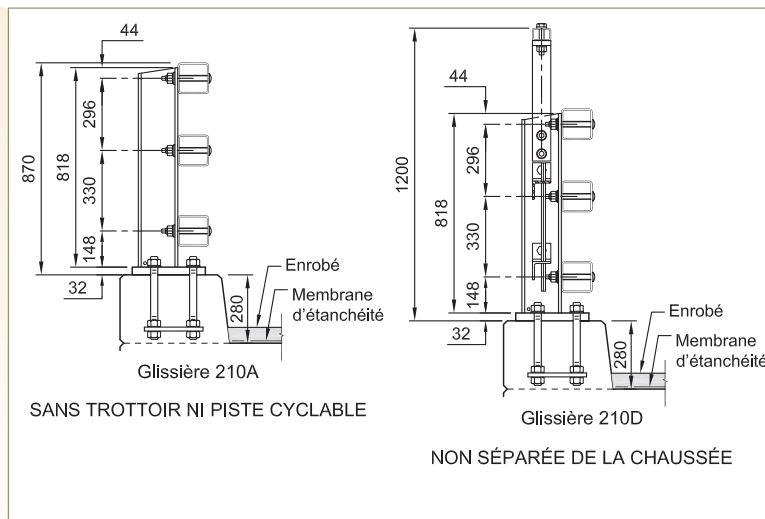


Figure 2 - Glissières de pont en acier

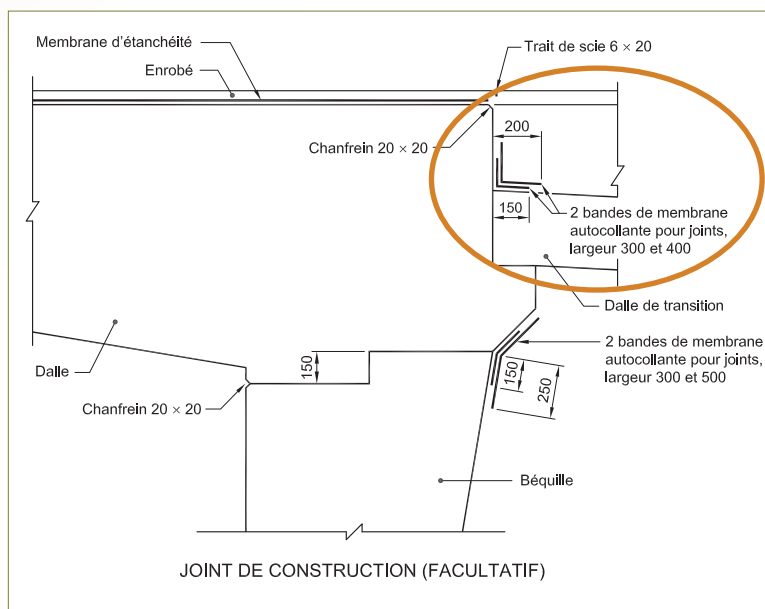


Figure 3 - Joints d'articulation et de construction dans un portique

### Chapitre 4 « Ponceaux »

Dans ce chapitre, les exigences relatives aux tuyaux en polyéthylène ont été ajustées afin d'encadrer l'utilisation des tuyaux dont le diamètre varie de 450 mm à 3050 mm, comparativement à 450-1200 mm auparavant. Pour ce faire, le protocole de certification BNQ 3624-907 « Tuyaux et raccords en polyéthylène (PE) » a été modifié afin d'y inclure, en plus de la norme BNQ 3624-120 sur les tuyaux en polyéthylène, la norme ASTM F894 « Standard Specification for Polyethylene (PE) Large Diameter Profile Wall Sewer and Drain Pipe ».

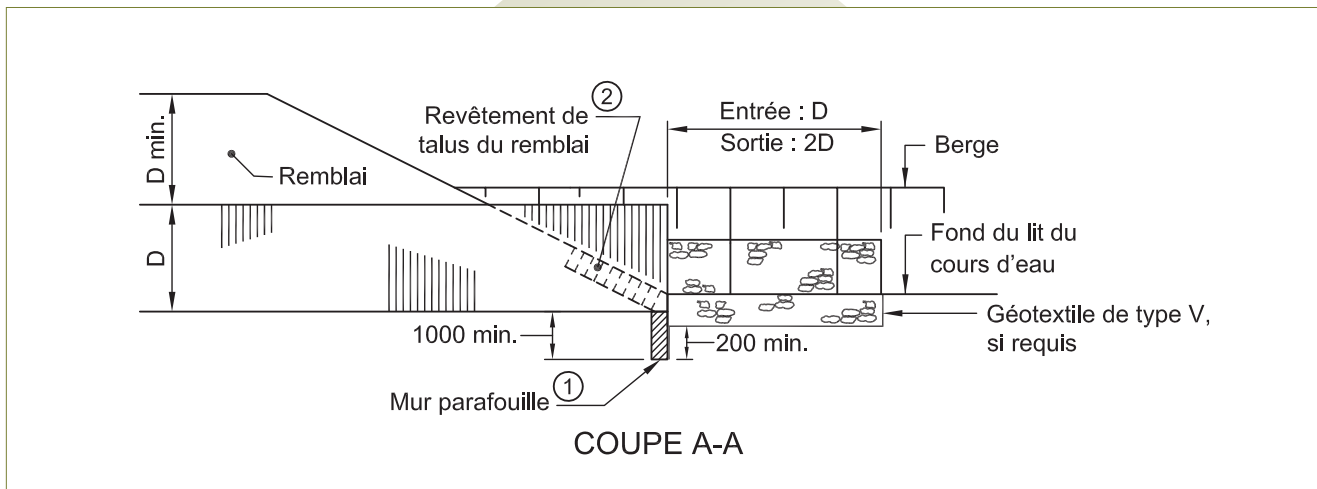


Figure 4 - Détails des matériaux à proximité du mur parafeuilles

Concernant les murs parafeuilles, l'exigence de la longueur minimale de 200 mm sous le revêtement en pierre a été ajoutée afin d'éviter une perte de matériaux à travers l'empierrement.

### Chapitre 5 « Murs »

Une précision a été apportée quant à la sensibilité au tassement différentiel du mur remblai renforcé par des inclusions du type « armatures en acier avec paroi en treillis métallique » la sensibilité est alors moyenne lorsqu'il est utilisé avec un parement en bois (voir figure 5 ci-contre).

Des éclaircissements ont également été apportés sur le rapport d'accélération de la zone sismique (A) ainsi que sur l'angle de frottement interne du sol de fondation ( $\Phi$ ).

### Chapitre 6 « Structures de signalisation, d'éclairage et de signaux lumineux »

De nombreuses modifications ont été apportées dans ce chapitre cette année. Plusieurs sections ont été restructurées en lien avec les notions de massif de fondation et de terrassement. Il faut se référer aux sections concernées, puisque les modifications sont spécifiques.

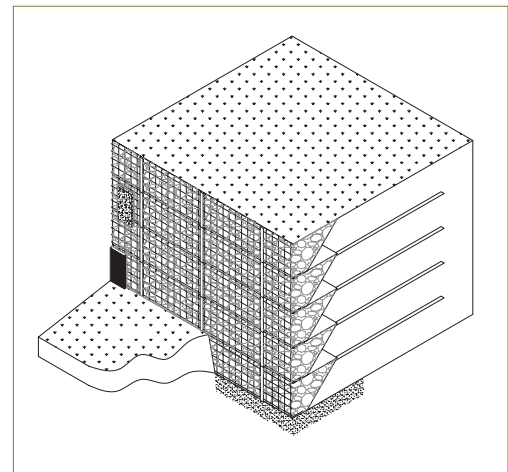


Figure 5 - Mur remblai renforcé par des inclusions du type « armatures en acier avec paroi en treillis métallique »

## Bretelle de sortie d'autoroute

## Le choix du paramètre de spirale précédant la courbe de référence

Bruno Marquis, ing.  
Service de la gestion des projets routiers  
Direction du soutien aux opérations

La présente chronique a pour but de donner des éléments d'information permettant d'expliquer le choix du paramètre de spirale approprié pour une sortie d'autoroute. La spirale est une courbe de rayon variable qui est très utile en conception routière.

« La fonction de la spirale est de permettre la transition entre un alignement droit et une courbe circulaire » (*Tome 1 – Conception routière*, chapitre 6 « Tracé et profil », section 6.3.2 « La spirale de raccordement »). On associe à une spirale un paramètre « A » en mètres, qui est une mesure de son adoucissement; plus il est grand, plus la spirale est douce. La relation « A », longueur de la spirale « L » et rayon de la courbe circulaire à raccorder « R », est donnée par :

$$A^2 = RL \text{ (équation 1)}$$

Comment se fait le choix du paramètre de la spirale? Les critères menant au choix « A » varient en fonction de la vitesse, du rayon et du dévers de la courbe à raccorder, et du nombre de voies dont il faut faire la rotation. Ces critères sont le confort de l'utilisateur, la gradation du dévers et l'esthétique de la route. La section 6.3.2 « La spirale de raccordement » donne la façon de calculer « A » pour chacun de ces critères. Le paramètre minimal de spirale choisi selon ces critères apparaît au tableau 6.3–6 « Dévers et paramètre minimal de spirale pour courbe circulaire,  $e_{\max} = 0,06$  m/m en milieu urbain à haute vitesse et en milieu rural » en fonction de la vitesse de base, du rayon de courbure, du dévers et du nombre de voies, la valeur du paramètre choisi étant la valeur calculée la plus élevée des trois critères.

Les avantages de recourir à la spirale pour raccorder une tangente à une courbe circulaire sont les suivants :

- assure une augmentation et une réduction graduelles de l'accélération latérale ressentie par le conducteur avant et après une courbe circulaire (confort);
- permet un changement graduel de direction avant la courbe circulaire en reproduisant une trajectoire naturelle (confort et sécurité);
- permet de faire la gradation complète du dévers avant la courbe circulaire (gradation du dévers et sécurité);
- assure une uniformité de la vitesse pratiquée dans les tangentes/courbes (confort et sécurité);
- réduit l'empiètement dans les voies adjacentes (confort et sécurité);
- permet d'introduire l'élargissement du revêtement avant et après les courbes (confort et sécurité);
- rehausse l'esthétique de la route.

La figure 1 Fondement des valeurs des paramètres de spirale, tirée du *Guide canadien de conception géométrique des routes* (figure 2.1.2.7 de ce guide), illustre bien le choix du critère à partir duquel est calculé le paramètre de spirale en fonction de l'augmentation du rayon de la courbe circulaire à raccorder. Dans le cas d'une rotation du dévers autour de l'axe d'une chaussée à deux voies, ce sont généralement les critères de confort et d'esthétique qui s'appliquent. Le critère de confort s'applique dans le cas des courbes au rayon minimum et légèrement supérieur, tandis que le critère d'esthétique s'applique dans le cas des plus grands rayons. Dans le cas des chaussées à 3 ou 4 voies, le paramètre de la spirale basé sur le critère de gradation du dévers dépasse généralement celui du confort pour les courbes de rayon minimum et légèrement supérieur.

Le type de spirale utilisé est la clothoïde. Lorsque la spirale fait la transition entre une droite et une courbe circulaire, elle est définie comme une spirale simple ou clothoïde simple. Aussi appelée « courbe de transition », elle permet la gradation complète du dévers avant et après une courbe circulaire. La spirale peut également faire la transition entre deux courbes de rayons différents; il s'agit alors d'une spirale segmentée ou d'un ove. Ce segment de spirale permet de raccorder graduellement deux courbes circulaires en permettant la gradation du dévers entre celles-ci.

### Éléments à considérer dans la zone de décélération d'une sortie d'autoroute

Les valeurs du paramètre de la spirale du tableau 6.3–6 Dévers et paramètre minimal de spirale pour courbe circulaire,  $e_{\max} = 0,06$  m/m en milieu urbain à haute vitesse et en milieu rural sont des valeurs minimales et typiques d'une section courante de route où la vitesse pratiquée doit être maintenue constante. Il s'agit d'une spirale simple servant de courbe de transition entre la tangente et la courbe circulaire en aval. Symétriquement, une spirale ayant le même paramètre est utilisée à la fin de la courbe circulaire pour faire la transition jusqu'à la tangente.

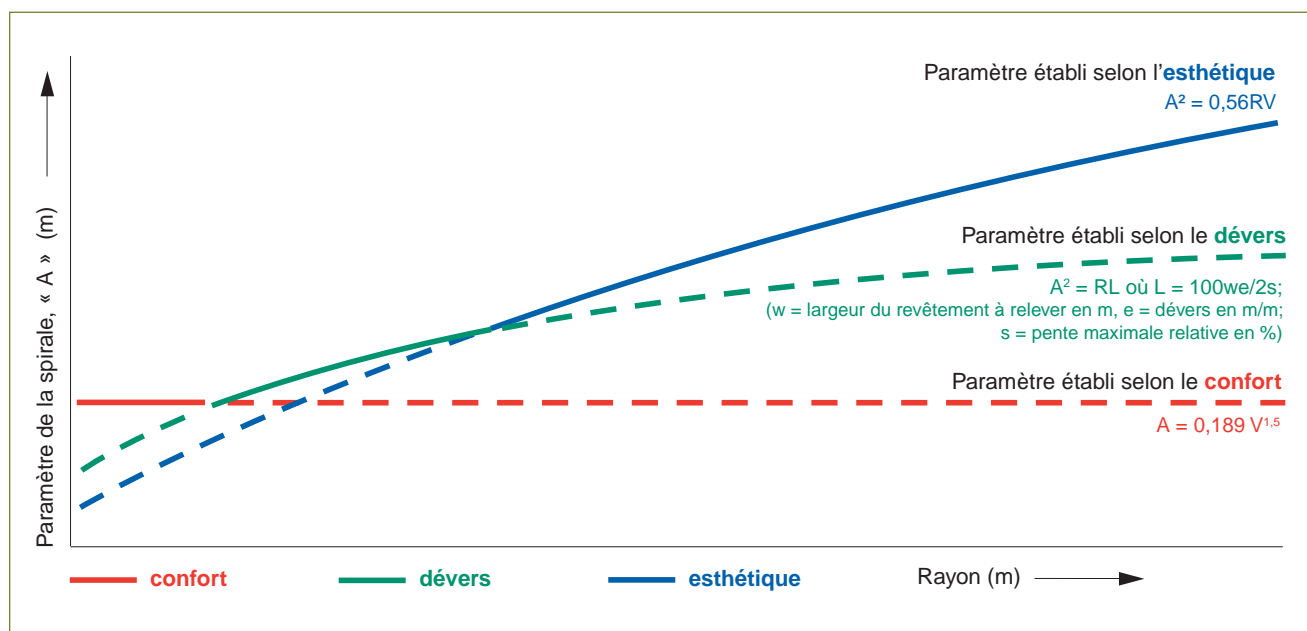


Figure 1 - Fondement des valeurs des paramètres de spirale

(Source : Association des transports du Canada)

Cependant, il en va autrement pour le choix du paramètre d'une spirale dans une bretelle d'autoroute où un critère supplémentaire doit être introduit : la distance nécessaire pour décélérer. Contrairement à une section courante de route où l'on cherche à maintenir la vitesse pratiquée la plus uniforme possible, la bretelle d'autoroute et son raccordement aux voies principales connaissent des changements de vitesse tout le long de leur tracé. Ainsi, pour s'assurer que la sortie puisse offrir une longueur de décélération suffisante jusqu'à la courbe de référence de la bretelle, il peut être nécessaire d'augmenter la longueur de la spirale. Généralement, l'ajustement de A pour répondre au critère de distance de décélération s'applique lorsque la différence entre la vitesse de base de l'autoroute et la vitesse associée à la courbe de référence de la bretelle est grande. Lorsque cette différence est petite, l'un ou l'autre des autres critères commande le paramètre de la spirale.

Indépendamment de ces considérations, un modèle doit être adopté et appliqué d'une façon générale pour répondre aux attentes de l'utilisateur et s'assurer d'un comportement adéquat de ce dernier lors d'une manœuvre de sortie d'autoroute. Pour ce faire, le concepteur doit considérer une vitesse probable à certains endroits de la sortie.

Ces endroits sont :

- le début de la zone de décélération;
- le musoir;
- le début de la courbe de référence de la bretelle.

La vitesse au début de la zone de décélération est généralement la vitesse de base de l'autoroute ou la vitesse pratiquée, selon le cas. La vitesse au musoir est considérée comme étant égale à 80 % de la vitesse de base de l'autoroute ou de la vitesse pratiquée, selon le cas. La vitesse au début de la bretelle est la vitesse associée au rayon de la courbe de référence de la bretelle ou la vitesse pratiquée, selon le cas. Ainsi, entre chacun de ces points est associé un taux de changement de vitesse qui lui est propre.

### Vitesses

Le guide de conception géométrique de l'AASHTO établit une relation entre la vitesse de base ( $V_{base}$ ) et la vitesse pratiquée ( $V_{pratiquée}$ ). La vitesse pratiquée est généralement inférieure à la vitesse de base en raison, entre autres, de l'influence qu'exercent les autres usagers de la route sur la vitesse pratiquée de l'utilisateur type considéré dans le modèle. La relation est donnée par l'équation suivante :

$$V_{pratiquée} = 0,00166 V_{base}^2 + 1,02775 V_{base} - 1,46393 \text{ en km/h (équation 2)}$$

### Taux de décélération moteur

Le modèle considère que pendant un certain temps l'utilisateur décélère, sans freiner, selon un taux calculé à partir de la vitesse initiale de la manœuvre. À partir des distances parcourues selon la vitesse initiale tirée de l'AASHTO, il est possible de calculer des valeurs de décélération. Il s'agit d'une décélération moteur ( $d_m$ ) qui est donnée par :

$$d_m = 0,0000476 V_i^2 + 0,0029661 V_i + 0,2525542 \text{ en m/s}^2 \text{ (équation 3)}$$

### Taux de décélération (freinage confortable)

À la suite de la décélération moteur, l'utilisateur décélère en freinant légèrement. Les valeurs de frottement longitudinal en fonction de la vitesse donnée dans le guide de l'AASHTO permettent de calculer une décélération confortable ( $d_f$ ) adoptée par l'utilisateur, selon la vitesse initiale, pendant cette manœuvre. Cette décélération se calcule par la formule suivante :

$$d_f = 0,0153281 V_i + 1,0300496 \text{ en m/s}^2 \text{ (équation 4)}$$



## Modèle de décélération à la sortie d'une autoroute (figures 2 et 3)

Dans le cas d'une sortie d'autoroute, la décélération s'effectue par étapes, de la vitesse sur l'autoroute jusqu'à la vitesse associée à la courbe de référence de la bretelle. Ces étapes se résument ainsi :

- le conducteur quitte la voie principale de l'autoroute à la vitesse de base ( $V_{base}$ ) jusqu'à la fin du biseau de la voie parallèle de sortie pour une sortie en parallèle ou jusqu'à l'endroit où la largeur du biseau de sortie est de 3,5 m pour une sortie en biseau. C'est le point A;
- à partir du point A, l'utilisateur commence la décélération sans freiner pendant 3 secondes, la vitesse initiale est  $V_{base}$  et la décélération est  $d_m$  calculée en utilisant l'équation 3;
- après 3 secondes, au point  $A_{3s}$ , l'utilisateur circulant à  $V_{3s}$  commence à freiner et décélère au taux  $d_f$  calculé par l'équation 4 jusqu'au point C, où sa vitesse doit correspondre à la vitesse de la courbe de référence de la bretelle ( $V_{réf}$ ) : de  $A_{3s}$  à C, l'utilisateur passe par le point B, le musoir, où  $V_{musoir}$  devrait être égale à environ  $0,8V_{base}$ . Les points B et C correspondent respectivement au début et à la fin de la spirale.

## Exemple 1 : Calcul de A en considérant la vitesse de base comme vitesse initiale

Considérons le cas d'une sortie d'autoroute dont la  $V_{base}$  égale 120 km/h et la  $V_{réf}$  de la bretelle égale 50 km/h (le rayon « R » de la bretelle est égal à 90 m). Déterminons la vitesse à chacun des points A,  $A_{3s}$ , B et C et la distance parcourue entre chacun.

Le tableau 1 donne la distance parcourue entre de B et C. Cette distance correspond à la longueur « L » que doit avoir la spirale. Le paramètre de spirale « A » est égal à  $(RL)^{1/2}$ , soit  $(90\text{ m} \cdot 103,6\text{ m})^{1/2}$ , c'est-à-dire 97 m, arrondi à 100 m. Cette valeur est supérieure à ce qui est recommandé au tableau 6.3-6 « Dévers et paramètre minimal de spirale pour courbe circulaire,  $e_{max} = 0,06$  m/m en milieu urbain à haute vitesse et en milieu rural » du *Tome I – Conception routière*, chapitre 9, « Carrefours dénivelés » pour une section courante de route, soit 65 m comme paramètre de spirale.

Tableau 1 - Vitesse en divers points d'une bretelle de sortie d'autoroute, cas où la vitesse initiale est égale à la vitesse de base

Point	Vitesse	Distance parcourue depuis le point précédent
	(km/h)	(m)
A	120	0
$A_{3s}$	106	94,2
B Musoir, début de la spirale	96	29,4
C Fin de la spirale et début de la bretelle rayon de 90 m	50	103,6
Longueur de la décélération =		227

## Exemple 2 : Calcul de A en considérant la vitesse pratiquée comme vitesse initiale

La longueur totale de décélération de 227 m calculée au tableau 1 ne correspond pas à la valeur de 170 m du tableau 9.4-1 permettant de décélérer d'une  $V_{base}$  de 120 km/h à une  $V_{réf}$  de 50 km/h. Cette différence s'explique du fait que la vitesse initiale à laquelle l'utilisateur type quitte la route principale correspond à la vitesse pratiquée plutôt qu'à la vitesse de base, la vitesse pratiquée étant obtenue par l'équation 2. Le début et la fin de la zone de décélération correspondent respectivement aux points A et C, comme énoncé au cas précédent.

Comme calculé et présenté au tableau 2, l'utilisateur dispose de 70 m pour réduire sa vitesse de 78 à 46 km/h. Cette distance « L » sert à calculer le paramètre de spirale nécessaire. Dans le cas d'un rayon de courbure de 90 m,  $(RL)^{\frac{1}{2}}$ , soit  $(90 \text{ m} * 70 \text{ m})^{\frac{1}{2}}$ , égale 79 m. La valeur de « A » est également supérieure à 65 m par rapport à celle qui est recommandée au tableau 6.3-6.

Les calculs de ces deux exemples démontrent bien la nécessité d'ajuster la valeur de « A » pour considérer la distance de décélération. Cet ajustement est justifié puisque la différence entre la vitesse de la voie principale de l'autoroute et la vitesse associée à la courbe de référence est grande : pour l'exemple 1, où la vitesse de base est considérée, la différence est 70 km/h; pour l'exemple 2, où la vitesse pratiquée est considérée, la différence est 52 km/h.

Par contre, pour ces mêmes exemples, mais en posant une vitesse de base de la courbe de référence de la bretelle égale à 80 km/h (dont le rayon de courbure est égal à 255 m), les conditions sont tout autres. Ainsi, la différence n'est que de 40 km/h en considérant la vitesse de base de l'autoroute (120 km/h) et la vitesse de base de la bretelle (80 km/h), et de seulement 28 km/h en considérant la vitesse pratiquée de l'autoroute (98 km/h) et la vitesse pratiquée de la bretelle (70 km/h). Pour ces différences de vitesse, les longueurs de spirale nécessaires donnent des valeurs de « A » de l'ordre de 105 m et 73 m respectivement. Ces dernières sont inférieures à 125 m, comme recommandé au tableau 6.3-6, valeur de « A » qui répond aux critères de confort, de gradation du dévers et d'esthétique.

Tableau 2 - Vitesse en divers points d'une bretelle de sortie d'autoroute, cas où la vitesse initiale est égale à la vitesse pratiquée

Point	Vitesse		Distance parcourue depuis le point précédent
	Base (km/h)	Pratiquée (km/h)	(m)
A	120	98	0
A <sub>3s</sub>	–	87	77,1
B Musoir, début de la spirale	–	78	23,7
C Fin de la spirale et début de la bretelle	50	46	70,0
Longueur de décélération =			170,8

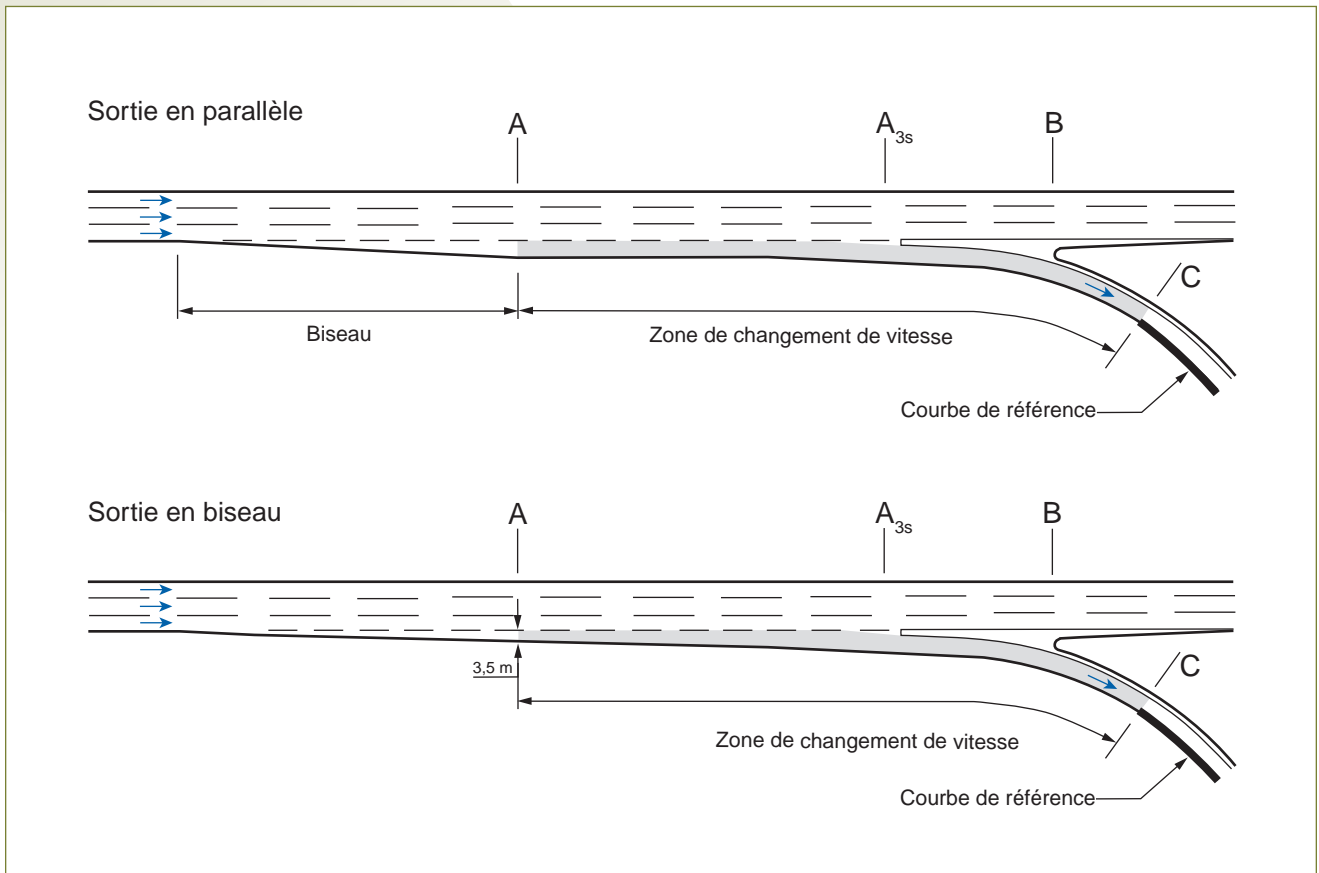


Figure 2 - Voies de changement de vitesse

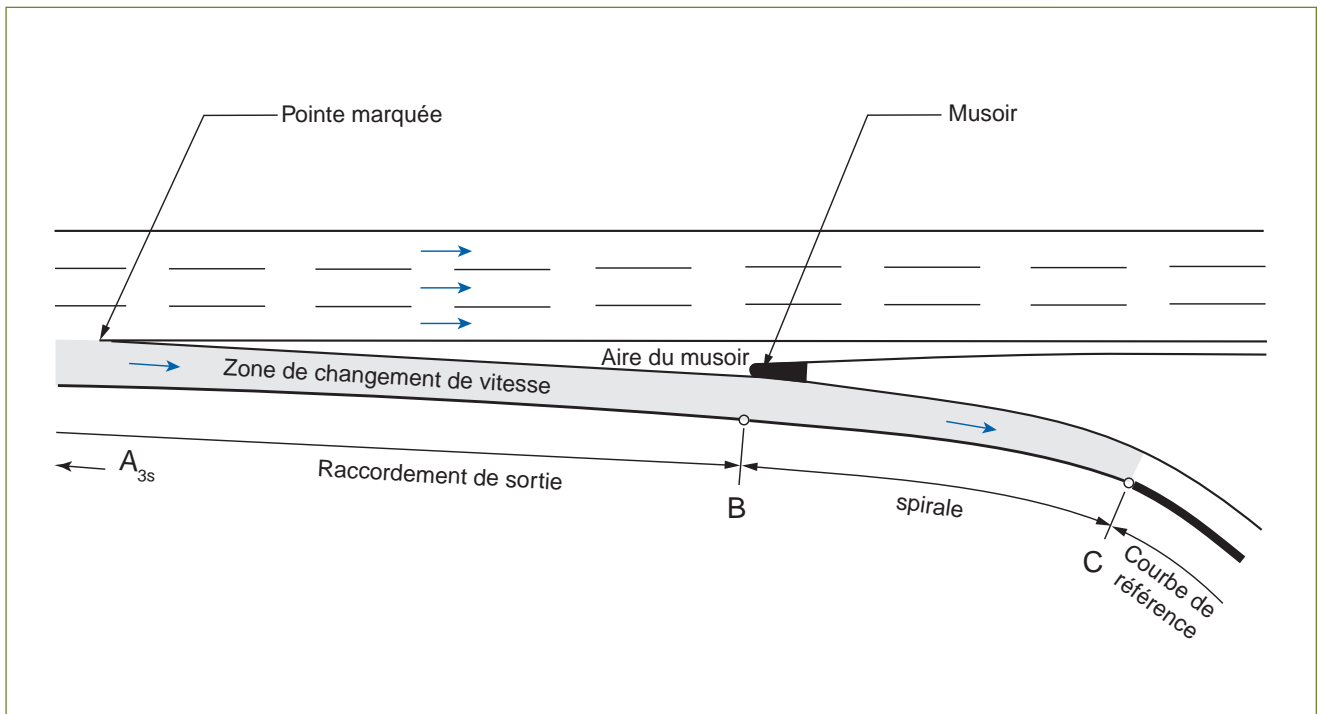


Figure 3 - Aire du musoir et zone de changement de vitesse d'une bretelle de sortie d'autoroute

Pour raccorder deux courbes circulaires successives de rayons différents, c'est la courbe dont le rayon est le plus petit qui détermine le choix du paramètre de spirale. Le segment de spirale raccordant les deux courbes est un ove dont la longueur est égale à la différence des longueurs requises des spirales calculées pour chacune des courbes.

**Exemple 1.** Cas d'une sortie d'autoroute en parallèle où il faut raccorder une courbe de rayon « R1 » égale à 1500 m à une courbe de rayon « R2 » égale à 90 m. Le paramètre de spirale « A » nécessaire étant 100 m, alors la longueur de l'ove doit être égale à

$$(100\text{ m})^2/90\text{ m} - (100\text{ m})^2/1500\text{ m} = 111,11\text{ m} - 6,67\text{ m} = 104,44\text{ m}.$$

**Exemple 2.** Cas d'une sortie d'autoroute en biseau où il faut raccorder une courbe de rayon « R1 » égale à 3500 m à une courbe de rayon « R2 » égale à 90 m. Le paramètre de spirale « A » nécessaire étant 100 m, alors la longueur de l'ove doit être égale à

$$(100\text{ m})^2/90\text{ m} - (100\text{ m})^2/3500\text{ m} = 111,11\text{ m} - 2,86\text{ m} = 108,25\text{ m}.$$

(Référence : *Tome I – Conception routière*, chapitre 9 « Carrefours dénivelés » DN I-9-007)

## Conclusion

Le choix du paramètre d'une spirale en section courante de route doit répondre aux trois critères suivants : le confort de l'utilisateur, la gradation du dévers et l'esthétique de la route. Dans le cas d'une bretelle de sortie d'autoroute, un critère supplémentaire doit être respecté, soit la distance de décélération nécessaire avant de négocier la courbe circulaire de la bretelle. Néanmoins, lorsque la différence entre la vitesse de la voie principale de l'autoroute et la vitesse associée à la courbe de référence de la bretelle est petite, l'ajustement du paramètre de spirale en fonction du critère de la distance de décélération peut ne pas s'appliquer puisqu'il est inférieur à l'un ou l'autre des critères pour les sections courantes (données du tableau 6.3–6).

Le modèle de décélération pour la bretelle de sortie d'autoroute permet d'expliquer et de reproduire les valeurs du tableau 9.4-1 à l'intérieur d'un écart de 8 m. Bien que les vitesses indiquées dans ce tableau, autant pour la route que pour la bretelle, réfèrent à leur vitesse de base respective, c'est à partir de la

vitesse pratiquée, calculée selon l'équation 2, qu'il est possible d'en reproduire les valeurs.

Considérer la vitesse de base ou la vitesse pratiquée n'est pas problématique en soi, mais laisse entrevoir la possibilité de considérer d'autres longueurs de décélération toutes aussi pertinentes. Les valeurs plus élevées pourraient éventuellement mener au développement d'un domaine de définition pour les zones de décélération des sorties d'autoroute. De plus, les longueurs de décélération mesurées dans les exemples de sortie d'autoroute au chapitre 9 « Carrefours dénivelés » du *Tome I – Conception routière* laissent entrevoir la possibilité d'étendre davantage ce domaine de définition de manière à offrir un plus large éventail de valeurs pouvant répondre aux besoins des diverses situations se présentant sur le réseau routier québécois.

## Bibliographie

ASSOCIATION DES TRANSPORTS DU CANADA. *Guide canadien de conception géométrique des routes*, 1999.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAYS AND TRANSPORTATION. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, 6<sup>th</sup> edition, 2011.

BAASS, Kasten. *Méthode de calcul d'une sortie d'autoroute*. Séminaire sur la géométrie routière, Notes de cours, janvier 2002.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC. Normes – Ouvrages routiers, *Tome I – Conception routière* (2011 10 30).



# Chronique DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ

## Capacités et limites des dispositifs de retenue en fonction des conditions d'impact

Pierre Desmarchais, ing.  
Service de la gestion des projets routiers  
Direction du soutien aux opérations

*Les accidents impliquant une sortie de route peuvent être aggravés considérablement par la présence d'obstacles aux abords des routes, tels les objets fixes, les talus abrupts et les plans d'eau. Bien que l'élimination et le déplacement de ces obstacles constituent des solutions de premier choix pour les concepteurs et les gestionnaires de réseau, le choix de la solution doit aussi tenir compte des coûts, de l'espace disponible et de la nécessité de maintenir à proximité des voies de circulation certains éléments indispensables à l'exploitation du réseau comme les ponts d'étagement, l'éclairage et la signalisation.*

Les supports fragilisés et les dispositifs de retenue s'avèrent donc des solutions indispensables à l'exploitation du réseau routier lorsque des objets fixes ne peuvent pas être éliminés ou déplacés. Les dispositifs de retenue peuvent s'avérer indispensables également en présence de talus abrupts ou de plans d'eau. Avant de pouvoir être utilisés sur le réseau routier, ces

dispositifs sont soumis à des critères de performance rigoureux. Or, si ces dispositifs ont des capacités, ils ont aussi des limites qui sont liées aux conditions des impacts auxquels ils peuvent être soumis. La présente chronique fait état des limites de certains de ces dispositifs en cas d'impacts latéraux.

### Impact frontal et impact latéral

Tous les essais d'impact prévus à la méthode d'essai édictée au rapport 350 du *National Cooperative Highway Research Program* (NCHRP 350) sont réalisés avec des véhicules dont la trajectoire est parallèle à leur axe longitudinal de telle sorte que le point d'impact est situé à l'avant du véhicule, tel qu'il est illustré aux figures 1 et 2.

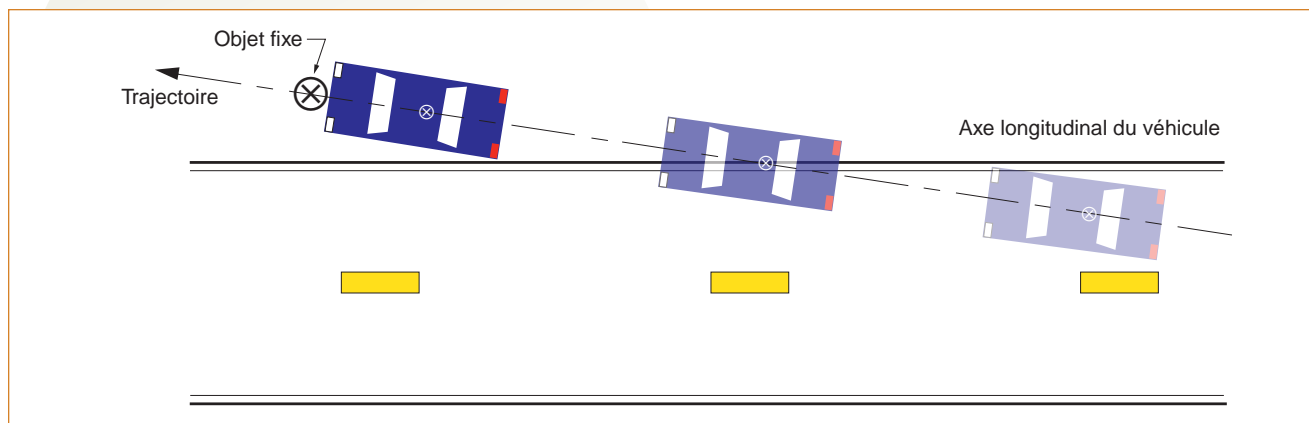


Figure 1 - Représentation schématique d'un essai d'impact d'un véhicule dont la trajectoire est parallèle à son axe longitudinal

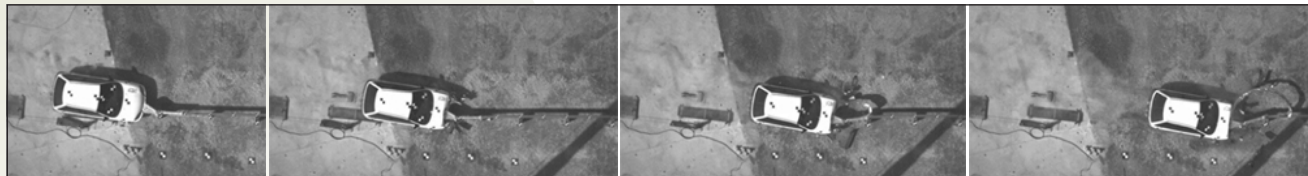


Figure 2 - Collision frontale contre un dispositif d'extrémité de glissière semi-rigide

Pour un support fragilisé ou pour un dispositif de retenue frontal, ce type de collision constitue une condition favorable au bon fonctionnement du dispositif, et ce, pour deux raisons :

- de par la construction des véhicules routiers, une telle collision permet de maximiser l'impulsion transmise au dispositif, ce qui est de nature à favoriser son fonctionnement (exemple : rupture d'un support fragilisé);
- au moment d'une collision frontale, la déformation de la structure du véhicule est limitée, permettant ainsi de préserver l'espace vital des occupants.

Il arrive toutefois en situations réelles que des véhicules en perte de maîtrise dérapent, de telle sorte que leur trajectoire ne soit plus parallèle à leur axe longitudinal au moment d'un impact contre un objet fixe. Dans les cas les plus sévères, la trajectoire du véhicule peut même être perpendiculaire à son axe longitudinal (voir figure 3).

Dans le cas d'une telle collision, c'est le côté du véhicule qui entre en contact en premier avec l'obstacle. Un support fragilisé ou l'extrémité d'un dispositif de retenue frontal qui est frappé de cette façon ne peut généralement pas fonctionner de manière à satisfaire les critères de performance prévus à la méthode d'essai. Deux raisons expliquent ce phénomène :

- au lieu d'être transmise au dispositif de sécurité pour en activer le mécanisme de rupture, la plus grande partie de l'énergie cinétique de la collision est dissipée dans la déformation du véhicule en raison du fait que, dans l'axe transversal, la structure des véhicules n'a pas la même rigidité que dans l'axe longitudinal;

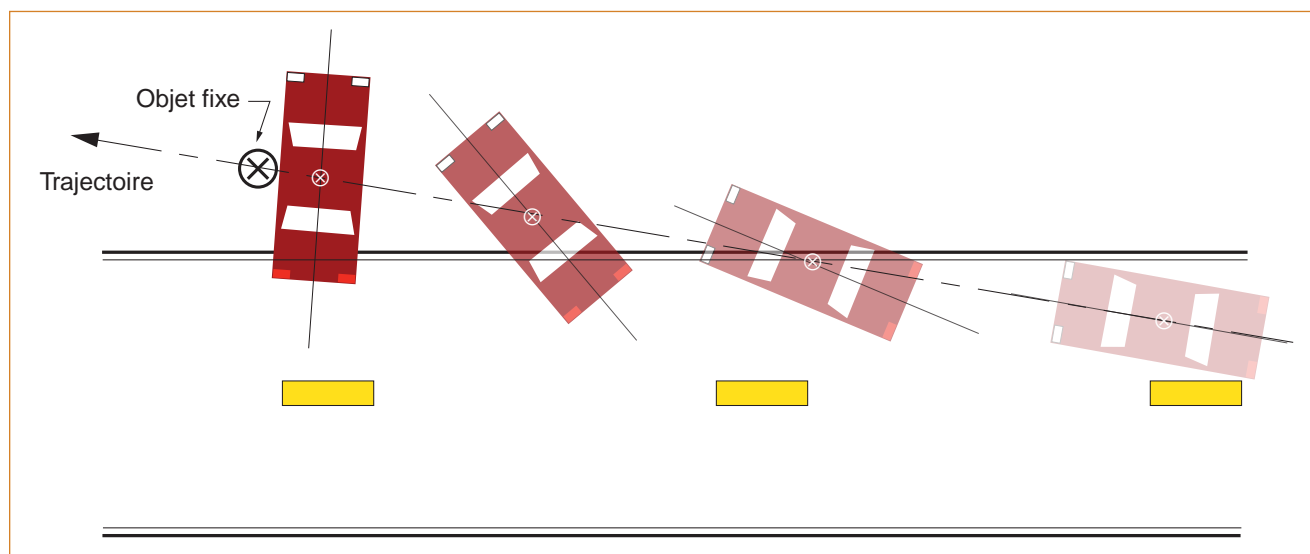


Figure 3 - Représentation schématique d'une collision en situation de dérapage

- une collision latérale contre un objet fixe étroit peut déformer l'habitacle du véhicule et empiéter significativement sur l'espace vital des occupants, ces derniers n'étant alors protégés du monde extérieur que par la seule épaisseur de la portière.

Les conséquences de telles collisions latérales contre un obstacle étroit ont été vérifiées expérimentalement et en situations réelles, comme en témoignent les figures 4 et 5.

### Conclusion

La performance en situations réelles des supports fragilisés et des dispositifs de retenue frontaux peut soulever des interrogations dans le cas des collisions latérales contre un de ces dispositifs. La réponse se trouve essentiellement dans la réalité physique de ces collisions, qui ne permettent pas de transmettre aux dispositifs de sécurité l'impulsion minimale nécessaire à leur fonctionnement et qui, de surcroît, favorisent la déformation de l'habitacle des véhicules.

On ne peut donc pas mettre en cause la performance de ces dispositifs de sécurité qui, au fil des années, ont contribué à réduire considérablement la gravité des collisions contre certains objets fixes, ici comme ailleurs. Ils peuvent donc être utilisés en toute confiance lorsqu'il est impossible d'éliminer ou de déplacer l'obstacle.



Source : National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)



Figure 4 - Essai d'impact latéral d'un véhicule contre un fût de lampadaire (V = 32 km/h)

Source : Ministère des Transports du Québec



Figure 5 - Impact latéral d'un véhicule contre un dispositif de glissière semi-rigide

**Tournée d'information  
sur le CCDG 2012  
et autres documents contractuels**

André Blouin, ing.  
Service des normes et des documents contractuels  
Direction du soutien aux opérations

*Comme chaque année, le Service des normes et des documents contractuels (SNDC) de la Direction du soutien aux opérations (DSO) a réalisé une tournée d'information afin de présenter les modifications apportées au Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation (CCDG) ainsi qu'aux autres documents contractuels qu'elle produit.*

**Un contexte particulier**

C'est à compter du mois d'octobre 2011 que le SNDC a entrepris la préparation de la tournée d'information sur le CCDG 2012 et autres documents contractuels.

En plus de la préparation de six séances d'information à Québec, Longueuil et Laval, une invitation a été transmise aux directions territoriales désireuses d'organiser une séance pour leur personnel, leurs mandataires et les entrepreneurs locaux. Encore un fois cette année, les réponses affirmatives à cette invitation ont été nombreuses.

Comme par les années passées, la Direction des structures du Ministère a délégué un présentateur à chacune des séances d'information pour accompagner le présentateur de la DSO. Ainsi, du 26 janvier au 15 février 2012, le duo de présentateurs constitué de M. André Blouin, ingénieur de la DSO, et, tour à tour de MM. Bernard Pilon, ing., Denis Bérubé, ing. ou Michel Blouin, ing., a offert un total de 15 séances d'information. Elles ont été tenues successivement dans les villes de Québec, Saguenay, Sherbrooke, Châteauguay, Longueuil, Laval, Trois-Rivières, Gatineau, Baie-Comeau et Rouyn-Noranda.

**De nombreux invités**

En plus des invitations transmises par les directions territoriales, les associations partenaires, soit l'Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGTQ), l'Association des ingénieurs-conseils du Québec (AICQ) et l'Association des consultants et laboratoires experts (ACLE), ont reçu



le calendrier de formation et le formulaire d'inscription. Cette année encore, l'Association des ingénieurs municipaux du Québec (AIMQ) a été conviée à transmettre l'invitation à ses membres. Les participants de l'extérieur du Ministère ont été nombreux (67 % du total des participants).

### **Le contenu**

Chacune des séances d'une demi-journée faisait état des modifications apportées aux différentes sections de l'édition 2012 du CCDG – Construction et réparation, de même que les nouvelles éditions des CCDG de déneigement et déglçage, de services de nature technique et de services professionnels. Les nouveautés touchant les notes aux concepteurs, les notes aux surveillants et les devis types ont été présentées. Un volet de la présentation a été consacré aux plus récentes mises à jour des normes de la collection Normes – Ouvrages routiers.

### **Une forte participation**

Nous avons constaté une hausse appréciable de la participation en comparaison avec l'année dernière. Au total, plus de 1600 personnes ont assisté aux différentes séances de la tournée, dont 46 représentants de villes et de municipalités.

La répartition des participants est comparable aux années précédentes :







- ▶ personnel du Ministère (32 %);
- ▶ mandataires (47 %);
- ▶ entrepreneurs (18 %);
- ▶ villes et municipalités (3 %).



La compilation des fiches d'évaluation montre que, dans l'ensemble, les participants sont satisfaits de la présentation. La formule d'une demi-journée, le contenu abordé et la satisfaction des attentes sont particulièrement appréciés dans une proportion de plus de 96 %.

Les présentateurs tiennent à souligner le soutien constant des représentants des directions territoriales qui ont recueilli les inscriptions, organisé une rencontre et fait en sorte que tous, participants et présentateurs, profitent des meilleures conditions possible. Merci pour votre précieuse contribution à la réussite de cette activité.



Thézien Dang-Vu, ing.  
Chef du Guichet unique de qualification des produits et des fournisseurs (GUQ)  
Direction des contrats et des ressources matérielles  
Téléphone : 418 643-5055, poste 2018

N° GUQ	Sujet	Étape	Détails	Demandeur	Remarques
GUQ-1521 	Miniguard Glissière de sécurité	Produit d'intérêt	Dispositif de retenue et de protection pour les zones de travaux à basse vitesse, système séparateur de voies modulaires en acier galvanisé	BSD Sécurité innovation & signalisation	Ce produit fera l'objet d'un projet d'expérimentation en collaboration avec les directions territoriales intéressées.
GUQ-1522 	Varioguard Glissière de sécurité	Produit d'intérêt	Dispositif de retenue et de protection pour les zones de travaux à haute vitesse, système séparateur de voies modulaires en acier galvanisé	BSD Sécurité innovation & signalisation	Ce produit fera l'objet d'un projet d'expérimentation en collaboration avec les directions territoriales intéressées.
GUQ-1584 	Line-x xs-100 Revêtement protecteur pour métal	Produit éprouvé	Revêtement protecteur pour métal de l'équipement routier	Centre esthétique auto suprême inc.	Ce produit est déjà utilisé comme revêtement à l'intérieur d'une caisse de camionnette, comme revêtement de plancher de remorque ou pour la protection d'épandeur.
GUQ-1585 	GloGreen DHID Ballast électronique	Produit d'intérêt	Ballast électronique pour lampes de type MH ou HPS. Il remplace l'ancien ballast magnétique et permet des économies d'énergie significatives.	Canada Trade Network Ltd	Ce produit sera soumis à l'étude par le Service de l'électrotechnique, en collaboration avec les unités administratives concernées du Ministère.
GUQ-1586 	Bartec Manchon de raboutage pour barres d'armatures	Produit d'intérêt	Principalement utilisé pour les ouvrages d'art et les travaux publics	Dextra America Inc.	Ce produit est soumis à l'étude par le Service des matériaux d'infrastructures, en collaboration avec la Direction des structures du Ministère.
GUQ-1587 	Bartec Embout d'ancrage des armatures du béton	Produit d'intérêt	Principalement utilisé pour les ouvrages d'art et les travaux publics	Dextra America Inc.	Ce produit est soumis à l'étude par le Service des matériaux d'infrastructures, en collaboration avec la Direction des structures du Ministère.

N° GUQ	Sujet	Étape	Détails	Demandeur	Remarques
GUQ-1593 	Tour d'éclairage mobile	Produit expérimental	Tour d'éclairage alimentée à l'énergie solaire pour chantier de construction ou de réparation de route	Pannex automation contrôle inc.	Le projet pilote aura lieu dans la Direction des Laurentides-Lanaudière en août 2012.
GUQ-1594 	Aura sodinette long life Lampe pour éclairage routier	Produit d'intérêt	Lampes au sodium haute pression ayant une durée de vie très longue en raison de son excellente qualité	Canada Trade Network Ltd	Ce produit sera soumis à l'étude par le Service de l'électrotechnique, en collaboration avec les unités administratives concernées du Ministère.

**Produit d'intérêt :** Produit présentant un intérêt pour le MTQ et qui a été soumis à une évaluation préliminaire.

**Produit éprouvé :** Produit dont le potentiel d'utilisation ou la qualité à l'usage a été confirmé.

**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.



GUQ-1521 Miniguard Glissière de sécurité



GUQ-1522 Varioguard Glissière de sécurité





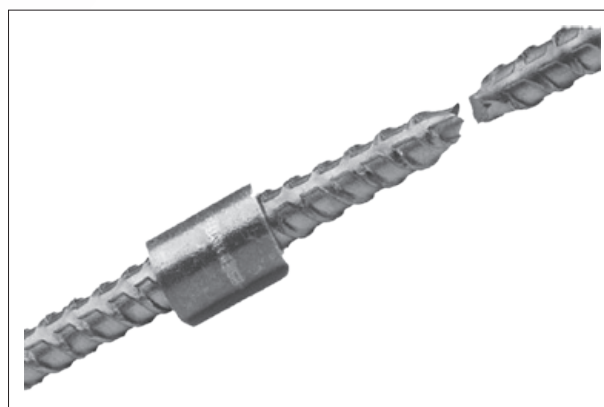
GUQ-1584 Line-X XS-100 Revêtement protecteur pour métal



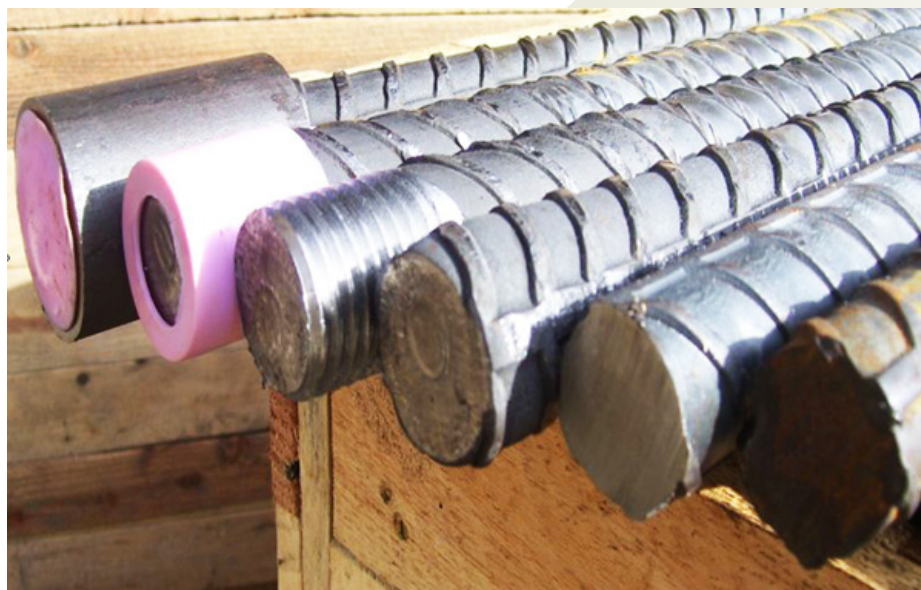
GUQ-1585 GloGreen DHID Ballast électronique



GUQ-1586 Bartec  
Manchon de rabotage pour barres d'armatures



GUQ-1587 Line-x xs-100 Revêtement protecteur pour métal

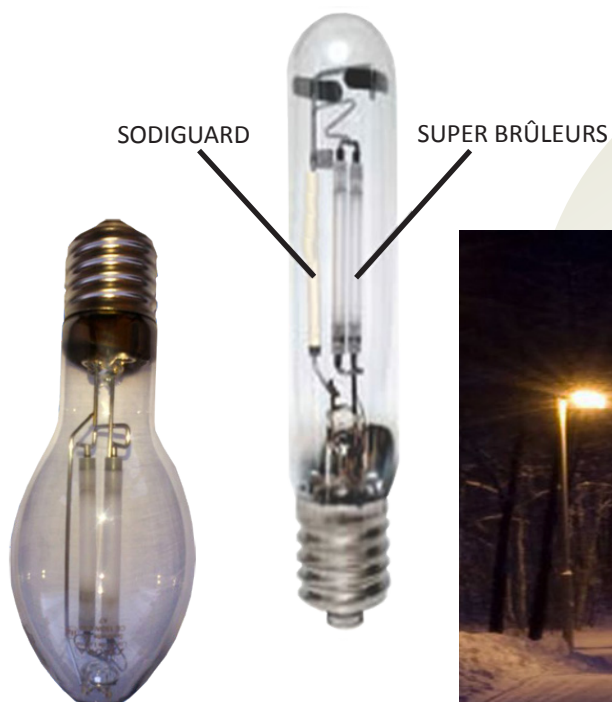




GUQ-1593 Tour d'éclairage mobile



GUQ-1594 Aura sodinette long life Lampe pour éclairage routier



## Nouveau programme d'homologation pour les têtes de feux horizontales pour signaux lumineux

Michel Gourdeau, ing.  
Guichet unique de qualification des produits et des fournisseurs (GUQ)  
Direction des contrats et des ressources matérielles

*Le Guichet unique de qualification des produits et des fournisseurs (GUQ) a analysé la pertinence d'un programme d'homologation relativement aux têtes de feux horizontales de signaux lumineux à la suite d'une demande présentée par le Service de l'électrotechnique du ministère des Transports à l'automne 2011.*

La justification de ce programme est basée sur les points suivants :

- ▶ il s'agit d'un produit normalisé d'usage courant, acheté annuellement au moyen d'un contrat (ouvert) à commande;
- ▶ le temps de fabrication et les délais d'évaluation des prototypes sont généralement très longs et récurrents;
- ▶ les vérifications techniques (rapports d'essais et preuves de conformité) et les approbations (dessins d'atelier et notes de calcul) entraînent souvent des délais importants. Dans plusieurs cas, ces activités prolongent la période d'analyse des soumissions reçues dans le cadre d'un appel d'offres public;

- ▶ les délais nécessaires pour obtenir les résultats contribuent également à retarder l'attribution des contrats. Par exemple, l'obtention des résultats de l'essai de vibrations et de chocs, l'approbation du système de peinture par le Service des matériaux d'infrastructures, l'attestation de conformité à la norme ITE ST-017B) comportent des délais importants. Pour le plus bas soumissionnaire conforme, les délais accordés pour nous fournir toutes les preuves de conformité technique, ainsi que les dessins d'atelier et les notes de calcul exigées lors des appels d'offres ont des répercussions importantes sur le délai d'analyse des soumissions.

Pour la documentation de référence, ce nouveau programme d'homologation s'appuiera sur la norme MTQ 8601 « Têtes de feux horizontales pour signaux lumineux » (*Tome VII – Matériaux,*

chapitre 8 « Matériaux électriques »), qui constitue la principale référence technique. Les ressources suivantes sont également disponibles :

- ▶ le Service de l'électrotechnique fournit le soutien technique (évaluation des prototypes) pour l'achat de ce produit d'usage courant;
- ▶ quatre fournisseurs potentiels sont déjà connus : Électroméga, Services STI, Tacel et Econolite Canada.

Le but principal du programme d'homologation est d'optimiser le processus d'acquisition d'un produit normalisé et d'usage courant, dans la perspective de favoriser une saine concurrence. Le

GUQ entreprendra bientôt l'élaboration d'un projet de programme d'homologation pour les têtes de feux horizontales pour signaux lumineux avec la collaboration du Service de l'électrotechnique.

Le GUQ procédera par la suite à la formation d'un comité ministériel d'homologation composé de représentants des directions suivantes :

- ▶ Structures,
- ▶ Soutien aux opérations,
- ▶ Laboratoire des chaussées,
- ▶ Contrats et ressources matérielles,
- ▶ Directions territoriales.

Le lancement du programme d'homologation sur le site du Système électronique d'appel d'offres (SEAO) est prévu pour l'automne 2012.



# Évaluation technique des luminaires profilés à diodes électroluminescentes (DEL)

Michel Gourdeau, ing.  
Guichet unique de qualification des produits et des fournisseurs (GUQ)  
Direction des contrats et des ressources matérielles

*Le présent article fait suite à celui concernant le même sujet paru dans Info-Normes, été 2011.*



Un projet d'évaluation technique de nouveaux produits a débuté en 2011 dans le cadre du futur programme d'homologation des luminaires pour l'éclairage routier.

Le Guichet unique de qualification des produits et des fournisseurs (GUQ) a publié sur le Système électronique d'appel d'offres (SEAO), du 3 octobre au 3 novembre 2011, un avis d'intérêt pour l'évaluation de luminaires profilés à DEL.

Cet avis public contenait une spécification technique (ST8308-09-2011 Luminaires profilés à DEL) préparée par le Service de l'électrotechnique du Ministère avec la participation du comité d'homologation des luminaires profilés pour l'éclairage routier.

De nombreux fournisseurs ont répondu à cet avis public et le GUQ a traité jusqu'à maintenant une vingtaine de dossiers de demande d'évaluation de nouveaux luminaires profilés à DEL.

La documentation technique fournie par les demandeurs a été transmise au Service de l'électrotechnique pour analyse de conformité par rapport à la spécification technique ST8008-09-2011. Les fournisseurs ayant des luminaires jugés acceptables seront admissibles à participer à différents projets pilotes qui seront réalisés en 2012-2013. Chaque fournisseur participant devra alors nous fournir cinq prototypes de chacun des luminaires à DEL qui seront installés sur le réseau du Ministère.

Les projets pilotes doivent respecter les critères suivants :

- ▶ route à deux voies contigües en milieu rural ou urbain;
- ▶ luminaires installés par le Ministère, du même côté de la route;
- ▶ hauteur de montage de 12 mètres (rural) ou 10 mètres (urbain);
- ▶ puissance équivalant à 250 watts au sodium haute pression, 347 volts.

Les projets pilotes sont effectués dans le but d'établir des critères d'homologation. L'analyse des résultats de ces projets sera communiquée dans une prochaine publication de l'*Info-Normes*.





## COLLECTION NORMES – OUVRAGES ROUTIERS

N° mise à jour collection	N° mise à jour du tome	Date	Document
86	13	2012-01-30	<i>Tome III – Ouvrages d'art</i>
85	16	2011-12-15	<i>Tome VII – Matériaux</i>
84	18	Décembre 2011 December 2011	<i>Tome V – Signalisation routière</i> <i>Volume V – Traffic Control Devices</i>
83	–	2011-10-30	<i>Tome VIII – Dispositifs de retenue</i>
82	11	2011-10-30	<i>Tome II – Construction routière</i>
81	12	2011-10-30	<i>Tome I – Conception routière</i>
76	8	2010-06-15	<i>Tome IV – Abords de route</i>
70	8	2009-12-15	<i>Tome VI – Entretien</i>

## AUTRES NORMES

N° mise à jour	Date	Document
1	Septembre 2011 September 2011	<i>Aéroports et héliports</i> <i>Airports and Heliports</i>
2	Juin 2011 June 2011	<i>Signalisation – Sentiers de véhicule hors route</i> <i>Signs and Signals – Off-Highway Vehicle Trails</i>

## OUVRAGES CONNEXES

N° mise à jour	Date	Document
10	Décembre 2011	<i>Signalisation routière – Tiré à part – Travaux</i>
2	Décembre 2007	<i>Signalisation routière – Tiré à part – Voies cyclables</i>

## DOCUMENTS CONTRACTUELS

2012	2011-12-15	<i>Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation, édition 2012</i>
2012	2011-12-15	<i>Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Déneigement et déglacage, édition 2012</i>
2012	2011-12-15	<i>Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Services de nature technique, édition 2012</i>
2012	2011-12-15	<i>Cahier des charges et devis généraux – Services professionnels, édition 2012</i>

## GUIDES ET MANUELS

### CHAUSSÉE

Version	Date	Document
1	2010	<i>Guide de planification et de réalisation des études de reconnaissance de sols</i>
15	2011-12-15	<i>Recueil des méthodes d'essai LC</i>

### CONCEPTION ET CONSTRUCTION

1	Octobre 2002	<i>Le carrefour giratoire, un mode de gestion différent</i>
---	--------------	---

### ÉLECTROTECHNIQUE

3	2012-03	<i>Manuel de conception d'un système d'éclairage routier</i>
3	2012-03	<i>Manuel de conception d'un système de signaux lumineux</i>

### GESTION DE PROJETS

3	Décembre 2010	<i>Guide de surveillance – Chantiers d'infrastructures de transport</i>
2	2007-08-30	<i>Guide de préparation des projets routiers</i>

### OUVRAGES D'ART

4	2012-02	<i>Manuel de conception des structures</i>
2	Janvier 2012	<i>Manuel d'inspection des structures</i>
1	Décembre 2011	<i>Manuel de construction et de réparation des structures CCDG 2012</i>
1	Juillet 2011	<i>Manuel d'évaluation patrimoniale des ponts du Québec</i>
1	Mars 2011	<i>Manuel d'évaluation de la capacité portante des structures</i>
1	Décembre 2010	<i>Manuel d'entretien des structures</i>
3	2010-07	<i>Manuel de conception des ponceaux</i>
1	Janvier 2005	<i>Manuel de conception hydraulique des ponts – Procédure pour la réalisation des études hydrauliques</i>

### STRUCTURES DE SIGNALISATION OU D'ÉCLAIRAGE

1	Juillet 2010	<i>Manuel des structures de signalisation – Inventaire, inspection et entretien</i>
---	--------------	---