

**NOUVELLE APPROCHE DE GESTION DE LA SIGNALISATION
HORIZONTALE AU QUÉBEC**

**Michel Tremblay, ing., M.B.A.
Direction du laboratoire des chaussées
Ministère des Transports du Québec**

**Exposé préparé pour la séance portant sur les
nouvelles méthodes de gestion efficace de la circulation**

**Congrès annuel de 2004
Association des transports du Canada
à Québec (Québec)**

RÉSUMÉ

L'optimisation de la sécurité routière représente une des priorités du ministère des Transports du Québec. Dans cet esprit, l'amélioration de la visibilité de la signalisation horizontale, dans toutes les conditions climatiques, constitue un enjeu important. Dans le contexte du XXI^e siècle, les progrès récents concernant les matériaux et les nouvelles normes environnementales nous obligent à réviser nos politiques ministérielles et nos pratiques.

Dans cette optique, nous présenterons la nouvelle approche de la gestion de la signalisation horizontale au Québec. Pour mieux vous situer, nous décrirons brièvement l'état de la situation de la signalisation horizontale. Nous traiterons ensuite des homologations des produits de marquage qui nous permettent d'étudier la visibilité (la durabilité et la rétro-réflexion) du marquage par le biais de plus de 300 essais réalisés avec les produits soumis par les fabricants. À la suite des homologations, nous pouvons classer les produits de courte, de moyenne (2 ans) et de longue durée (plus de 4 ans). Subséquemment, nous présenterons la nouvelle approche qui consiste à évaluer l'état du marquage pour lequel le Ministère a mis au point une classification de la durabilité et de la rétro-réflexion. Deux types d'inspections ont été élaborés, le premier se basant sur un guide d'inspection visuelle de la durabilité du marquage. Dans ce guide, nous proposons une méthode d'analyse simple et facile d'utilisation indiquant le taux de présence des lignes sur le réseau routier. Deuxièmement, une inspection à l'aide d'un rétro-réflexomètre mobile (Ecodyn) nous permet de connaître le niveau de rétro-réflexion (visibilité de nuit). Ces mesures favorisent l'uniformisation de l'inspection annuelle, l'obtention rapide d'une vue d'ensemble de l'état de la situation, l'élaboration d'une gestion efficace du marquage et elles facilitent la prise de décision des gestionnaires au niveau des directions territoriales.

NOUVELLE APPROCHE DE GESTION DE LA SIGNALISATION HORIZONTALE AU QUÉBEC

1. INTRODUCTION

L'amélioration de la sécurité routière se trouve parmi les principaux objectifs ministériels. Dans cette optique, l'amélioration de la visibilité de la signalisation horizontale dans toutes les conditions climatiques s'avère essentielle.

Dans le contexte de cette présentation, nous examinerons la nouvelle approche de gestion de la signalisation horizontale au Québec. Premièrement, nous décrirons brièvement l'état de la situation au Québec et les produits utilisés. Ensuite, nous présenterons l'homologation des produits de marquage servant à les classer en trois catégories, c'est-à-dire, de courte, de moyenne (plus de 2 ans) et de longue durée (plus de 4 ans). Nous enchaînerons en traitant du guide d'inspection de la durabilité du marquage et de l'élaboration de la classification fonctionnelle du marquage tant sur le plan de la durabilité que sur celui de la rétro réflexion. Cette classification nous permet, grâce à une inspection visuelle rapide, d'uniformiser l'inspection annuelle et de déterminer l'état du marquage. Pour terminer, nous exposerons les avantages de procéder à une telle inspection.

2. ÉTAT DE LA SITUATION ACTUELLE AU QUÉBEC

Le réseau routier relevant du ministère des Transports du Québec représente plus de 69 000 kilomètres de lignes. Le marquage de ces lignes nécessite l'attribution de budgets annuels de l'ordre de 18 M\$ (2004-2005) par les directions territoriales. La plus grande partie du marquage est réalisée en régie par les équipes du Ministère à l'aide de huit camions traceurs (dont deux à l'époxy). Nous effectuons également plusieurs autres types de marquage fournissant des indications précises aux usagers de la route, telles que des flèches et des lignes d'arrêt.

Il existe de nombreux produits de marquage de courte, de moyenne et de longue durée, par exemple, les peintures à l'alkyde, les peintures à base d'eau, les résines époxydiques, les rubans de marquage, les thermoplastiques, la famille des produits à deux composantes et autres. Plus précisément, nous entendons par moyenne durée les produits répondant aux normes de rétro réflexion et de résistance à l'usure pour une période de deux ans, et par longue durée ceux s'y conformant pour une durée de quatre ans. Concernant les produits de moyenne et de longue durée, les normes 10202 et 10203 du *Tome VII-Matériaux* du ministère des Transports les régissent. Évidemment, chacun des produits de marquage comporte des avantages et des inconvénients. Précisons que lors de l'étude des divers produits, nous devons tenir compte de deux contraintes importantes soit, les conditions climatiques particulières du Québec et la courte période pendant laquelle il est possible d'effectuer le marquage, c'est-à-dire, environ 100 jours par année.

Le Ministère utilise principalement les produits de marquage à base d'alkyde, des résines époxydiques et quelques autres produits tels que les rubans de marquage et le méthacrylate de méthyle (MMA). Le Ministère a fait aussi plusieurs essais des produits à base d'eau et il a transformé une partie de ses équipements applicateurs, compte tenu que le ministère de l'Environnement du Québec devrait bannir les peintures à base d'alkyde pour le 1 janvier 2006.

Voici une brève description des produits utilisés au Québec :

Peinture alkyde - Cette peinture est la moins coûteuse (de 0,15 \$ à 0,20 \$ le mètre linéaire), mais sa durée de vie s'échelonne sur six à huit mois sur plusieurs tronçons de route compte tenu de nos conditions climatiques. Par conséquent, à certains endroits, la pose doit être refaite deux et même trois fois par année. Il est important de noter qu'au Québec, le ministère de l'Environnement devrait bannir ce type de peinture à partir du 1 janvier 2006.

Peinture à base d'eau - Dans ce type de peinture, le solvant est remplacé par de l'eau. Nous avons commencé à utiliser cette peinture lors de l'été 2001. Son coût est de 0,20 \$ à 0,25 \$ le mètre linéaire et son taux de composé organique volatil (COV) se situe autour de 135 g/l. En ce qui a trait aux résultats, ils peuvent s'avérer équivalents à ceux obtenus avec les peintures à l'alkyde. Cependant, cette peinture nécessite des conditions climatiques particulières lors de la pose.

Résine époxydique - La résine époxydique contient elle aussi deux composantes qui, lorsqu'elles sont mélangées, forment un produit à 100 % solide. Le ratio est d'environ deux parties d'une des composantes pour une partie de l'autre composante. Ses coûts peuvent varier, mais le prix de base pour une durabilité de deux ans est d'environ 0,60 \$ à 1,50 \$ le mètre linéaire. Son dégagement de COV se situe à moins de 5 g/l. En ce qui concerne sa durée de vie, elle varie en fonction de sa composition, ce qui signifie de deux à quatre ans.

M.M.A. - Le M.M.A. ou méthacrylate de méthyle constitue un autre produit à deux composantes et représente des coûts de 2,00 \$ à 4,00 \$ le mètre linéaire. Le dégagement de COV est de moins de 5 g/l. Il possède une durée de vie variant de deux à cinq ans selon l'épaisseur appliquée et la technique de pose. Certains M.M.A. sont homologués quatre ans en Europe, mais les conditions climatiques québécoises peuvent compromettre sa durabilité. Les résultats obtenus à cet égard par des essais au Québec varient entre une durée de six mois à six ans, selon le mode d'application.

La pose de ce produit peut s'exécuter à l'aide d'un camion traceur ou manuellement. Par contre, les résultats semblent indiquer que lorsque le méthacrylate de méthyle est appliqués manuellement, la durabilité est excellente toutefois, quand la pose est effectuée par des camions traceurs, la durabilité est en deçà des espérances. Étant donné son coût et la non-productivité lors de la pose (3 à 5 km par jour en moyenne), même s'il constitue un des meilleurs produits sur le marché, son utilisation demeurera restreinte à certains endroits spécifiques.

Bandes préfabriquées - Ces bandes souples sont fabriquées en usine. Elles sont constituées d'une partie solide et d'un liant assurant la cohésion de l'ensemble. Les coûts pour ce produit se chiffrent entre 4,00 \$ et 7,00 \$ le mètre. Étant donné que ce produit est fabriqué en usine le seul dégagement de COV provient de la colle appliquée sous la bande. En ce qui concerne l'apparence, ce procédé s'avère le plus performant. Toutefois, ses conditions de pose influent grandement sur sa durabilité. Par exemple, son application ne peut être réalisée que sur du pavage neuf au moment où ce dernier est encore à une température de 60 °C et il doit être enfoncé immédiatement après avec le rouleau compacteur sinon il sera arraché durant la période hivernale.

3. HOMOLOGATION DES PRODUITS DE MARQUAGE

Le Service des matériaux d'infrastructures de la Direction du laboratoire des chaussées et le Service de la gestion des ressources matérielles, avec la collaboration des différentes directions territoriales ont mis en place un programme d'homologation des produits de marquage de moyenne et de longue durée. Par le biais de ces homologations, les caractéristiques des produits de marquage peuvent être déterminées, de même que leur durée de vie, les problématiques vécues lors de leur utilisation et les résultats obtenus avec chacun de ces produits jusqu'à maintenant. Nous évaluons principalement la durabilité, la rétro réflexion et la couleur.

À l'intérieur de ce programme, les bancs d'homologation nous permettent d'étudier la visibilité (la durabilité et la rétro réflexion) par le biais de plus de 300 essais réalisés avec les produits soumis par les fabricants. Les bancs d'homologation ont lieu sur différents sites représentant la moyenne des diverses caractéristiques des routes du Québec. Le schéma de pose consiste en 6 lignes longitudinales de 3 m de long. Les données de rétro réflexion sont recueillies selon les nouvelles normes de 30 m avec l'aide d'un appareil LTL2000.

Dans les années futures, le Service des matériaux d'infrastructures continuera de faire deux inspections des bancs d'homologation au cours de l'année soit au printemps et à l'automne. Les essais s'échelonnent sur une période de deux ans pour la moyenne durée et de quatre ans pour la longue durée.

4. DEVIS DE PERFORMANCE

Actuellement, pour effectuer la pose de marquage autre que celui réalisé à partir de peinture à l'alkyde, le ministère des Transports procède par appels d'offres avec des devis de performance. L'entrepreneur se voit dans l'obligation de respecter des critères minimaux pour maintenir une bonne qualité du marquage. De plus, si des problèmes surviennent au cours des années suivant la pose, l'entrepreneur doit reprendre le marquage à ses frais. L'entrepreneur assume la responsabilité tant en ce qui a trait à la qualité du produit qu'à celle de la pose. Par contre, le produit doit faire partie de la liste d'homologation du ministère des Transports du Québec pour les marquages sur chaussée avec des produits de moyenne durée (2 ans) ou de longue durée (4 ans). Lors de l'attribution de ce type de contrat, nous exigeons un cautionnement d'entretien de 35% de la valeur totale du contrat. Le tableau 1 décrit les garanties minimales à respecter en fonction des années.

Tableau 1 : Garanties minimales

	Moyenne durée			Longue durée		
	Durabilité	Rétro réflexion ¹		Durabilité	Rétro réflexion ¹	
		Blanc	Jaune		Blanc	Jaune
0 an	100 %	200	140	100 %	200	140
1 an	85 %	100	80	95 %	120	100
2 ans	75 %	60	50	85 %	100	80
3 ans	-	-	-	80 %	80	65
4 ans	-	-	-	75 %	60	50

1. $\text{mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$






5. GUIDE D'INSPECTION DE LA DURABILITÉ DU MARQUAGE

Compte tenu des difficultés reliées à l'évaluation de l'état du marquage, le Ministère a élaboré un guide pour en faciliter l'inspection. Dans ce guide, nous proposons une méthode simple et facile d'application permettant d'analyser la durabilité du marquage. Par conséquent, il sera possible d'uniformiser l'inspection annuelle, d'obtenir rapidement une vue d'ensemble de l'état de la situation et d'assurer une gestion efficace du marquage.

Plus spécifiquement, le guide comporte des informations portant sur la procédure d'échantillonnage et les différentes classes de durabilité élaborées à partir des normes ASTM D913. Les photos jointes illustrent clairement les classes de durabilité.

Vous remarquerez qu'à chacune des classes présentées dans le tableau 2 la durabilité est associée à un pourcentage de peinture encore présente sur la chaussées, donc à la présence des lignes ou à la visibilité de jour. Également, une couleur correspond à chaque classe afin de faciliter la cartographie des résultats de durabilité obtenus.

Tableau 2 : Classification fonctionnelle de la durabilité du marquage

CLASSE	INTERVALLE (%)	COULEUR
1	96 à 100	<u>VERT</u> 
2	75 à 95	<u>JAUNE</u> 
3	50 à 75	<u>ORANGE</u> 
4	15 à 50	<u>ROUGE</u> 
5	0 à 15 (pré-marquage requis)	<u>NOIR</u> 

La procédure de collecte des données comporte les trois étapes suivantes :

1. Inspecter visuellement le marquage aux lignes de rive gauche et droite ainsi que les lignes de séparation des voies sur une longueur d'au moins 5 mètres aux endroits suivants :
 - au début de chaque section
 - chaque fois qu'un changement de classe est observé
 - tous les 3 km (environ);
2. Comparer le marquage observé aux photos pour déterminer la classe de durabilité à laquelle il correspond;
3. Cartographier les résultats obtenus.

Pour procéder à la collecte des données, l'inspection du marquage s'effectue préférablement à la fin du mois de mars ou au début du mois d'avril c'est-à-dire, avant que le nouveau traçage soit effectué.

Voici un exemple des classes de durabilité du marquage:

Classe 1 : 95 % à 100 %

Classe 2 : 75 % à 95 %

Classe 3 : 50 % à 75 %



Classe 4 : 15 % à 50% (25 % à 50 %)

Classe 4 : 15 % à 50 % (15 % à 25 %)

Classe 5 : 0 % à 15 %








Actuellement, le Ministère procède à l'inspection de toutes les lignes de marquage au printemps. Un logiciel visant à enregistrer les données et à élaborer une carte de la durabilité de toutes les lignes de marquage sur les routes du Québec a également été conçu (voir une exemple des cartes en annexe).

6. CLASSIFICATION DE LA RÉTRORÉFLEXION DU MARQUAGE

Une classification fonctionnelle de la visibilité de nuit du marquage a c'est-à-dire de la rétroréflexion de ce dernier, a été élaborée dans le but d'uniformiser l'inspection, d'obtenir rapidement une vue d'ensemble de l'état de la situation et de gérer efficacement le marquage.

Le ministère des Transports possède différents appareils dont un LTL 2000 et un rétroréflexomètre mobile de marque Ecodyn. Vous remarquerez qu'à chacune des classes de rétroréflexion présentées dans le tableau 3 est associé une intervalle de rétroréflexion. Également, une couleur correspond à chaque classe afin de faciliter la cartographie les résultats (voir une exemple des cartes en annexe).

Tableau 3 : Classification fonctionnelle de la rétroréflexion

CLASSE	INTERVALLE (mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²)	COULEUR
1	140 et plus	<u>BLEU</u> 
2	100 à 140	<u>VERT</u> 
3	75 à 100	<u>JAUNE</u> 
4	50 à 75	<u>ORANGE</u> 
5	Moins de 50	<u>ROUGE</u> 

7. GESTION DU MARQUAGE

Dans le passé, il n'existait aucune façon standardisée d'évaluer le marquage. Il était donc difficile, voire impossible, de bien planifier la gestion du marquage, ainsi que de déterminer le type de produit offrant les meilleures performances. Grâce aux modes d'évaluation actuels, nous sommes en mesure d'examiner le degré de présence des lignes sur l'ensemble de notre réseau routier et les différentes caractéristiques du marquage telle que la visibilité de jour et de nuit (rétroréflexion). Les résultats obtenus par ces analyses assurent une meilleure planification les travaux d'entretien du marquage et le maintien d'une qualité optimale.

L'évaluation de la durabilité s'effectue au début du mois d'avril sur l'ensemble du réseau routier appartenant au ministère des Transports. En ce qui a trait à l'évaluation de la rétroréflexion, elle s'échelonne du mois de mai au mois d'octobre et elle est réalisée à l'aide du rétroréflexomètre mobile de marque Écodyn. Cet appareil procède à la prise de mesures en circulant à une vitesse de 90 km/h, nous pouvons ainsi évaluer environ 9000 km de lignes annuellement.

Dans le futur, l'élaboration d'une politique de marquage plus précise sera possible à la lumière des résultats obtenues. Nous pourrions améliorer la planification des travaux de marquage en connaissant la qualité de celui-ci et accorder la priorité aux zones où le marquage se situe dans la classe 4 ou 5.

Actuellement, nous évaluons la possibilité de gérer la quantité de peinture à appliquer en fonction de sa durabilité, afin de réduire les coûts. Par exemple, lorsqu'une ligne de rive est évaluée catégorie 1 au printemps, nous pourrions soit appliquer une couche plus mince pour effectuer son rafraîchissement ou encore ne pas la retracer à certains endroits.

Par ailleurs, d'une part, nous savons que le marquage réalisé à l'aide de résine époxydique ne peut être appliqué sur du marquage fait à l'alkyde s'il se situe dans la classe 1 ou 2, parce que dans ce cas le taux d'arrachement au cours de l'hiver est beaucoup trop élevé. D'autre part, dans le cadre du programme du ministère du Transport, nous effectuons 8000 km de marquage avec la résine époxydique. Cependant, compte tenu de son coût plus élevé, il s'avère primordial de bien sélectionner les sites où ce type de marquage doit être effectué. Le nouveau mode d'évaluation du marquage indique clairement les zones de marquage à l'alkyde se situant dans la classe 1 ou 2, ce qui évite que du marquage fait avec de la résine époxydique soit appliqué à ces endroits et donc en favorise une meilleure gestion. La priorité pourrait être accordée aux zones catégorisées classe 4 ou 5 afin d'optimiser la qualité du marquage sur l'ensemble du réseau routier.

Également, les résultats obtenus à la suite de l'évaluation de la rétroréflexion nous permettent de déterminer si la pose a été réalisée correctement par les équipes de marquage, de faire le suivi des contrats de performance et d'établir un seuil minimal acceptable de la visibilité de nuit.

8. CONCLUSION

Historiquement, le traçage des lignes de marquage se faisait avec des produits peu coûteux et n'assurant pas le maintien d'une visibilité de jour et de nuit sur une année complète. Actuellement, aucun produit n'offre les résultats optimaux relativement à tous les aspects compte tenu des conditions climatiques du Québec. Un des facteurs primordiaux pour la majorité des produits s'avère être les conditions lors de la pose. Toutefois, les manufacturiers procèdent à des recherches en vue d'améliorer les différents produits de marquage existants et de concevoir de nouveaux produits.

À la suite des résultats des essais et des bancs d'homologation, nous devons établir des politiques de marquage basées sur des performances minimales, puisque aucune norme minimale n'existe en matière de rétro réflexion au Canada et aux États-Unis. Toutefois, la Federal Highway Administration américaine procède à des analyses dans le but de formuler des recommandations portant sur les valeurs minimales de rétro réflexion. Actuellement, nous considérons le marquage déficient lorsque la présence (durabilité) est inférieure à 75 % et la visibilité (rétro réflexion) de 60 mcd.lx⁻¹.m⁻² pour le blanc et 50 mcd.lx⁻¹.m⁻² pour le jaune. Ces seuils de visibilité minimaux pourraient être augmentés lorsque les divers fournisseurs auront adapté leurs produits aux conditions climatiques du Québec.

De plus, la collaboration entre le ministère des Transports et les fournisseurs s'avère essentielle. Elle assure le maintien de la recherche et du développement pour améliorer les produits existants et mettre au point de nouveaux produits en vue de satisfaire aux normes de visibilité de jour, et particulièrement à celles de la nuit et par temps de pluie.

Le Ministère doit continuer d'avoir recours à des devis de rendement et de performance pour les produits de moyenne et de longue durée. Ainsi, tout nouveau produit devra être approuvé selon les normes 10202 et 10203 du MTQ avant que les entreprises puissent soumissionner. Il est à noter que nous ne pouvons pas utiliser les homologations établies ailleurs dans le monde pour différents produits sans faire des tests ici compte tenu de nos méthodes de déneigement (lames au carbure), des différents abrasifs utilisés, des cycles de gel et de dégel à la surface du pavage et des autres particularités liées au climat du Québec.

De plus, grâce à l'utilisation des nouveaux modes d'évaluation et de classification du marquage, la prise de décisions par le gestionnaire sera facilitée et favorisera une meilleure rentabilité.

Enfin, en vue d'améliorer la sécurité routière tout en optimisant les dépenses, nous devons nous rappeler, avant de faire des choix adéquats, que **la sécurité a un coût mais l'insécurité coûte encore plus cher.**

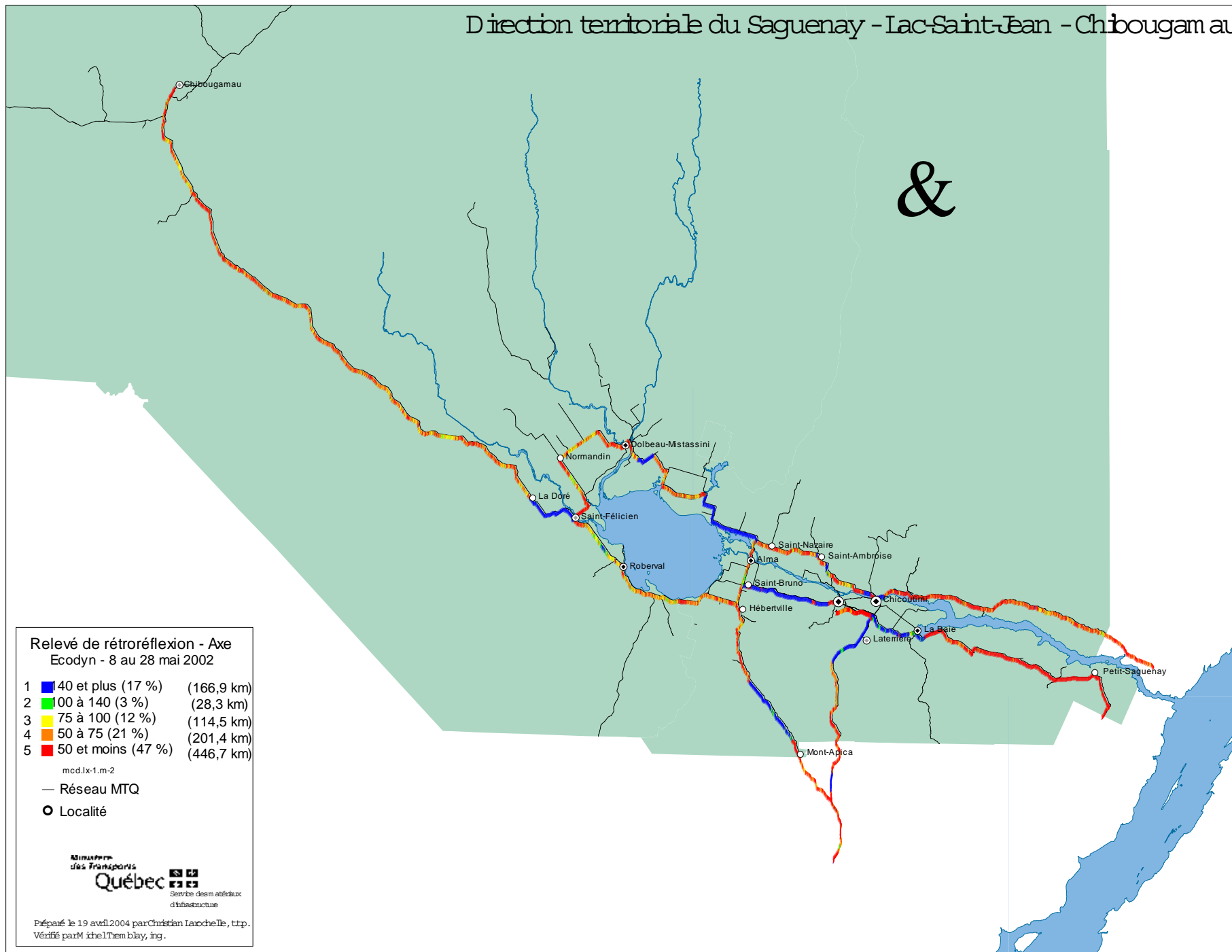
9. RÉFÉRENCES

Tremblay, M. *Guide d'inspection de la durabilité du marquage*, ministère des Transports du Québec, 2001.
Tremblay, M. *Guide to the evaluation of pavement marking durability*, ministère des Transports Québec, 2001.

ANNEXE

Direction territoriale du Saguenay - Lac-Saint-Jean - Chibougamau au

&



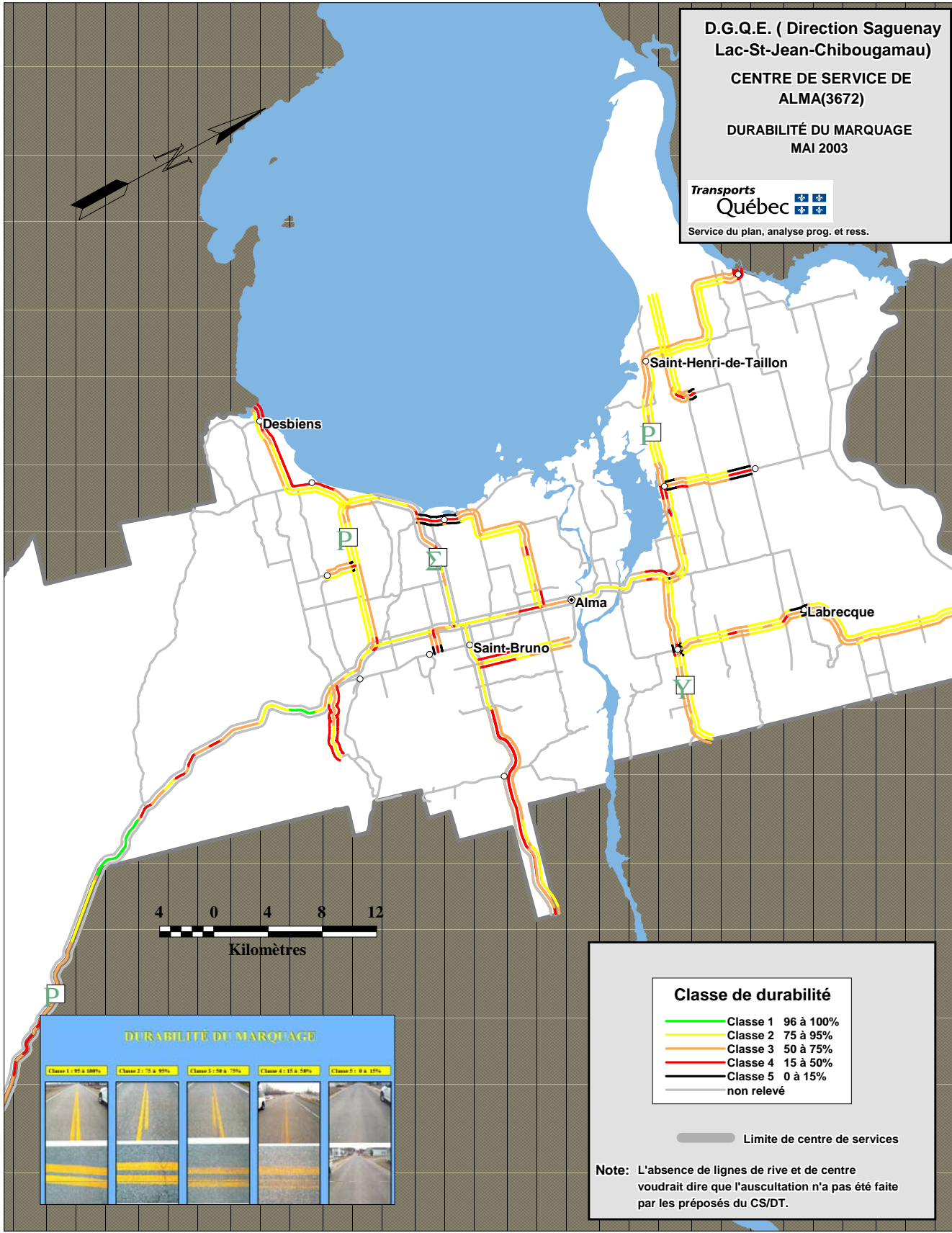
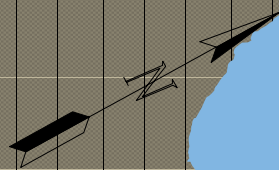
D.G.Q.E. (Direction Saguenay
Lac-St-Jean-Chibougamau)

CENTRE DE SERVICE DE
ALMA(3672)

DURABILITÉ DU MARQUAGE
MAI 2003

Transports
Québec

Service du plan, analyse prog. et ress.



4 0 4 8 12
Kilomètres

DURABILITÉ DU MARQUAGE

Classe 1 : 96 à 100%	Classe 2 : 75 à 95%	Classe 3 : 50 à 75%	Classe 4 : 15 à 50%	Classe 5 : 0 à 15%

- Classe de durabilité**
- Classe 1 96 à 100%
 - Classe 2 75 à 95%
 - Classe 3 50 à 75%
 - Classe 4 15 à 50%
 - Classe 5 0 à 15%
 - non relevé

— Limite de centre de services

Note: L'absence de lignes de rive et de centre voudrait dire que l'auscultation n'a pas été faite par les préposés du CS/DT.