

Manuel technique sur le marquage routier



Manuel technique sur le marquage routier



Cette publication a été réalisée par la Direction de l'encadrement et de l'expertise en exploitation et la Direction des matériaux d'infrastructures et éditée par la Direction des normes et des documents d'ingénierie du ministère des Transports du Québec.

Le contenu de cette publication se trouve sur le site Web du Ministère à l'adresse suivante : www.transports.gouv.qc.ca.

Pour obtenir des renseignements, on peut :

- composer le 511 (au Québec) ou le 1 888 355-0511 (partout en Amérique du Nord)
- consulter le site Web du ministère des Transports au www.transports.gouv.qc.ca
- écrire à l'adresse suivante : Direction des communications
Ministère des Transports
500, boul. René-Lévesque Ouest, bureau 4.010
Montréal (Québec) H2Z 1W7

© Gouvernement du Québec, novembre 2019

ISBN 978-2-550-85437-1 (PDF)

Dépôt légal – 2019

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Tous droits réservés pour tous pays. La reproduction par quelque procédé que ce soit et la traduction, même partielles, sont interdites sans l'autorisation des Publications du Québec.

Remerciements

La réalisation de cette publication a été coordonnée par Mélanie Beaulieu, ing., et Frédéric Boily, M. Sc., chimiste.

Nous remercions sincèrement les personnes suivantes pour leur contribution :

Michaël Côté, t.a.a.g., Direction des normes et des documents d'ingénierie

Gaétan Leclerc, M. Sc., chimiste, Direction des matériaux d'infrastructures

Audrée Perreault, ing., Direction de l'encadrement et de l'expertise en exploitation

Nous tenons également à remercier toutes les personnes ayant participé, de près ou de loin, à l'élaboration du présent ouvrage.

Préface

Le *Manuel technique sur le marquage routier* s'inscrit dans un processus de consolidation des connaissances générales et d'harmonisation des pratiques. En outre, il vise à améliorer la qualité des travaux de marquage longitudinal et ponctuel et, par le fait même, la sécurité routière. Il s'adresse principalement aux techniciens, aux ingénieurs et aux différents professionnels dans le domaine du marquage routier.

Ce manuel s'appuie sur divers ouvrages, normes et guides rédigés par le ministère des Transports concernant le marquage routier. Il aborde notamment l'encadrement légal, les orientations ministérielles en vigueur, la planification des travaux, les produits utilisés et la surveillance des opérations de marquage.

J'invite donc le personnel technique et opérationnel, les prestataires de services du Ministère ainsi que tous ceux et celles voulant approfondir leur compréhension du marquage routier à prendre connaissance de ce manuel.

Anne-Marie Leclerc, ing., M. Ing.
Sous-ministre adjointe
Sous-ministériat à l'ingénierie
et aux infrastructures

Table des matières

Préface	i
1 Dispositions générales	1
1.1 Encadrement légal	1
1.2 Orientations ministérielles et documents d'encadrement	2
1.2.1 Produits de courte durée	3
1.2.2 Produits de moyenne et de longue durée	3
1.3 Couleurs des marques	4
1.4 Types et dimensions des marques	5
1.5 Travaux de marquage	7
1.6 Mise en garde	7
2 Planification des travaux	9
2.1 Rôles et responsabilités des principaux intervenants	9
2.1.1 Concepteur – Devis	9
2.1.2 Surveillant	10
2.1.3 Entrepreneur et équipe de marquage	10
2.2 Visite des lieux	11
2.3 Réunion de démarrage	11
3 Prémarquage	13
3.1 Pour marquage appliqué en surface sur une nouvelle couche de surface	13
3.1.1 Disques réfléchissants (rondelles de prémarquage)	14
3.1.2 Délinéateurs temporaires de surface	15
3.1.3 Symboles au sol	16

3.2	Pour marquage incrusté sur une nouvelle couche de surface	17
3.2.1	Emplacement du prémarquage	17
3.2.2	Chaussée en enrobé	18
3.2.3	Chaussée en béton	18
3.3	Pour rafraîchissement du marquage sur un revêtement existant	19
3.3.1	Matériaux	19
3.3.2	Plaquettes de prémarquage	20
4	Produits de marquage	23
4.1	Homologation des produits de marquage routier	23
4.1.1	Évolution des produits de marquage utilisés au Ministère	26
4.1.2	Règlement sur les composés organiques volatils	28
4.2	Peinture à base d'eau	28
4.3	Peinture alkyde	31
4.4	Peinture alkyde à basse teneur en COV	32
4.5	Produit à base de résine époxydique	33
4.6	Méthacrylate de méthyle	34
4.7	Autres produits de marquage	35
4.8	Produit antidérapant pour grande surface	35
5	Échantillonnage	37
5.1	Lot de production	37
5.2	Fréquence d'échantillonnage	38
5.3	Quantité à échantillonner	38
5.4	Procédure d'échantillonnage (principes généraux)	39
5.4.1	Procédures décrites dans le <i>Guide d'échantillonnage des produits de marquage et de mesure de l'épaisseur du film humide</i>	40
5.4.2	Procédures d'échantillonnage alternatives au chantier	40
5.5	Expédition	41
6	Surveillance des travaux de marquage	43
6.1	Avant et pendant les travaux de marquage	43
6.1.1	Conditions d'application	43
6.1.2	Premarquage	44
6.1.3	Emplacement et alignement	44
6.1.4	Qualité, dimension et définition des marques	44
6.1.5	Banc d'essai	45

6.1.6	Taux de pose	45
6.1.7	Incrustation	52
6.1.8	Remise en état des lieux	62
6.2	Après les travaux de marquage	62
6.2.1	Rétroreflexion	62
6.2.2	Qualité des travaux effectués avec un produit à base de résine époxydique	69
7	Effacement du marquage	77
7.1	Banc d'essai	77
7.2	Éléments généraux concernant l'effacement	78
7.3	Méthodes d'effacement autorisées	78
7.3.1	Effacement par abrasion mécanique	78
7.3.2	Effacement avec de l'eau sous haute pression	82
7.3.3	Masquage avec des bandes polymères	86
7.4	Méthodes d'effacement non autorisées	88
7.4.1	Masquage avec de la peinture noire	88
7.4.2	Effacement avec une rectifieuse	88
7.4.3	Effacement avec des produits chimiques	89
7.5	Effacement sur chaussée en enrobé additionné de fibres d'amiante	90
	Bibliographie	91
	Annexes	93

Liste des figures

Figure 1 – Produit à base de résine époxydique bicouche sur chaussée de béton	3
Figure 2 – Exemples de types de marques	5
Figure 3 – Camion traceur pour marquage longitudinal	7
Figure 4 – Application de marquage ponctuel avec fusil à pression et gabarit	7
Figure 5 – Exemples de rondelles de prémarquage	14
Figure 6 – Délinéateurs temporaires de surface	15
Figure 7 – Exemples de symboles de prémarquage	16
Figure 8 – Utilisation des symboles de prémarquage	17
Figure 9 – Exemple de mauvais alignement du prémarquage et du marquage incrusté	18
Figure 10 – Plaquettes de prémarquage	20
Figure 11 – Exemple de plaquette de prémarquage jaune/jaune (recto)	21
Figure 12 – Exemple de plaquette de prémarquage jaune/bleu (verso)	21
Figure 13 – Exemple de banc d'essai sur route	24
Figure 14 – Évolution des produits de marquage utilisés au Ministère	27
Figure 15 – Processus du temps de séchage de la peinture à base d'eau	30
Figure 16 – Marque rouge pour voies réservées exclusivement aux autobus	35
Figure 17 – Exemple de contenant émaillé	38
Figure 18 – Exemple de contenant insuffisamment rempli	39
Figure 19 – Exemple de contenant suffisamment rempli	39
Figure 20 – Exemple d'étiquette	41
Figure 21 – Exemple de lignes continues doubles trop larges et pas assez espacées	45
Figure 22 – Exemple de point de référence pour la prise de mesures	47
Figure 23 – Prise de mesures en fonction du point de référence	47
Figure 24 – Panneau « Km étalon »	48
Figure 25 – Jauge d'épaisseur (μm)	48
Figure 26 – Jauge d'épaisseur (mil)	48
Figure 27 – Plaque au sol avec marquage	49
Figure 28 – Prise de mesures	49
Figure 29 – Exemple de calcul de l'épaisseur du film humide	50
Figure 30 – Exemple de prise de mesures (vue en plan)	51
Figure 31 – Exemple d'incrustation au fini lisse conforme	53

Figure 32 – Exemple d’incrustation au fini lisse conforme (vue rapprochée)	53
Figure 33 – Exemple d’incrustation au fini inégal avec des crêtes (non conforme)	54
Figure 34 – Exemple d’incrustation au fini rugueux (non conforme)	54
Figure 35 – Exemple de jauge conique	55
Figure 36 – Exemple de mesure avec la jauge conique	56
Figure 37 – Exemple d’alignement non conforme	57
Figure 38 – Exemple de ligne discontinue dans une incrustation continue (non conforme)	57
Figure 39 – Dimensions de l’incrustation sur chaussée en enrobé	58
Figure 40 – Exemple d’emplacement du marquage incrusté	59
Figure 41 – Dimensions de l’incrustation sur chaussée en béton	60
Figure 42 – Produit de colmatage posé à chaud	61
Figure 43 – Produit de colmatage prémoulé	61
Figure 44 – Arrachement du produit de colmatage prémoulé	62
Figure 45 – Exemple de fusils applicateurs de microbilles de verre	63
Figure 46 – Géométrie de la rétroréflexion	64
Figure 47 – Détermination visuelle de la rétroréflexion	66
Figure 48 – Exemple de dispersion adéquate des microbilles de verre	67
Figure 49 – Détermination visuelle de la rétroréflexion	67
Figure 50 – Rétroréfectomètre portable	68
Figure 51 – Rétroréfectomètre mobile monté sur un véhicule	68
Figure 52 – Phénomène de noircissement	69
Figure 53 – Ligne de marquage immédiatement après les travaux	70
Figure 54 – Ligne de marquage quelques jours après les travaux (même ligne)	70
Figure 55 – Problème récurrent de mauvais mélange (coup de pompe du camion traceur)	71
Figure 56 – Phénomène de noircissement d’une ligne d’arrêt (exemple 1)	72
Figure 57 – Phénomène de noircissement d’une ligne d’arrêt (exemple 2)	72
Figure 58 – Disparition d’une partie du symbole (exemple 1)	73
Figure 59 – Disparition d’une partie du symbole (exemple 2)	73
Figure 60 – Phénomène de noircissement (après quelques jours)	74
Figure 61 – Phénomène de noircissement (après quelques mois)	74
Figure 62 – Application d’un produit à base de résine époxydique sur un produit non durci	75
Figure 63 – Exemple de camion effaceur	79

Figure 64 – Exemple de camion effaceur (vue rapprochée)	79
Figure 65 – Montage des lames pour l’effacement par abrasion	80
Figure 66 – Exemple d’effaceur manuel	80
Figure 67 – Lames sous un effaceur manuel	81
Figure 68 – Exemple de travaux d’effacement par abrasion mécanique (avant et après)	82
Figure 69 – Exemples d’effacement avec de l’eau sous haute pression	83
Figure 70 – Jet d’eau sous haute pression	83
Figure 71 – Têtes avec buses pour l’eau sous haute pression	84
Figure 72 – Exemple de chaussée avant l’effacement	85
Figure 73 – Exemple de chaussée après l’effacement	85
Figure 74 – Dégradation prématurée du marquage effectué directement sur la zone effacée avec de l’eau sous haute pression (haut de la photo)	86
Figure 75 – Exemple de bande polymère noire	86
Figure 76 – Bonne utilisation de bandes polymères	87
Figure 77 – Arrachement des bandes polymères	87
Figure 78 – Exemple de masquage avec une peinture noire vue de jour (non conforme)	88
Figure 79 – Exemple de masquage avec une peinture noire vue de nuit (non conforme)	88
Figure 80 – Exemple d’effacement non conforme avec une rectifieuse	89
Figure 81 – Exemple d’effacement non conforme avec une rectifieuse (vue rapprochée)	89
Figure 82 – Exemple d’effacement avec un décapeur chimique (non conforme)	89

Liste des tableaux

Tableau 1 – Usages pour les couleurs des marques	4
Tableau 2 – Classification fonctionnelle de la durabilité du marquage routier	19
Tableau 3 – Critères de performance sur route des produits de marquage de courte, moyenne et longue durée	25
Tableau 4 – Constituants de la peinture à base d'eau	29
Tableau 5 – Taux de pose pour les produits à base de résine époxydique pour le marquage longitudinal	46
Tableau 6 – Taux de pose pour la peinture alkyde et la peinture à base d'eau pour le marquage longitudinal	46
Tableau 7 – Épaisseur à appliquer selon le type de produit utilisé pour le marquage ponctuel	46
Tableau 8 – Épaisseur humide calculée en fonction du taux de pose	51

1 Dispositions générales

La signalisation horizontale, ou marquage routier, est un élément permettant :

- de guider les usagers sur la chaussée en déterminant l'utilisation des différentes voies de circulation;
- d'informer les usagers de la route en complément des panneaux de signalisation.

La présence et la visibilité du marquage routier sont en lien avec la sécurité routière. En effet, des lignes présentes et visibles permettent d'assurer un réseau plus sécuritaire aux usagers de la route. Contrairement aux autres dispositifs de signalisation, le marquage routier est très sollicité par la circulation des véhicules et l'entretien hivernal des routes. Une bonne connaissance du réseau et la mise en œuvre d'une stratégie d'entretien sont des éléments essentiels pour assurer la présence du marquage tout au long de l'année.

Le marquage routier se décline en deux éléments qui sont le marquage longitudinal, composé des lignes délimitant les voies de circulation, et le marquage ponctuel, caractérisé par les marques sur la chaussée telles que les flèches de sélection de voies, les lignes d'arrêt et les passages pour piétons.

1.1 Encadrement légal

Conformément aux dispositions du Code de la sécurité routière (RLRQ, chapitre C-24.2), le marquage longitudinal revêt un caractère légal : de façon générale, les lignes continues ne peuvent être franchies qu'à certaines conditions, alors que les lignes discontinues indiquent les endroits où les dépassements sont permis. Le marquage ponctuel, quant à lui, vise à renforcer les messages transmis par les dispositifs de signalisation, notamment les panneaux et les feux de circulation, et les dispositions légales prévues au Code. Le marquage des passages pour piétons et les flèches de sélection de voies, par exemple, demeurent des éléments permettant d'attirer l'attention des conducteurs et d'induire des manœuvres sécuritaires.

Tout comme les autres dispositifs de signalisation, les marques sur la chaussée doivent être conformes aux dispositions du *Tome V – Signalisation routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers du ministère des Transports pour assurer une uniformité

sur l'ensemble du réseau routier. L'article 289 du Code prévoit d'ailleurs que toute personne responsable de la gestion ou de l'entretien de chemins publics doit respecter les normes prévues au *Tome V – Signalisation routière* lorsqu'une obligation y est indiquée, et ce, pour permettre l'atteinte de cet objectif d'uniformisation et pour faciliter la compréhension qu'ont les usagers du message transmis.

Le marquage doit être présent sur les chemins publics où le débit moyen est supérieur à 500 véhicules par jour. Chaque type de ligne et chaque symbole porte un message spécifique et doit être utilisé au bon endroit, selon les conditions prévues à la norme de signalisation routière.

Enfin, au regard de l'article 303 du Code, toute personne qui effectue des travaux doit installer, pour la durée de ceux-ci, une signalisation conforme aux dispositions du *Tome V – Signalisation routière*. Ainsi, pour toute intervention sur un chemin public, la norme de signalisation routière devient une référence.

1.2 Orientations ministérielles et documents d'encadrement

Le Ministère étant soucieux des impacts environnementaux des opérations de marquage réalisées sur les 90 000 km de lignes sous sa responsabilité, il a élaboré de nouvelles exigences permettant d'améliorer le bilan environnemental tout en offrant un réseau plus sécuritaire aux usagers.

Pour le rafraîchissement des lignes de marquage, le Ministère a notamment remplacé la peinture alkyde par la peinture à base d'eau, plus durable et moins nocive pour l'environnement, et a éliminé l'utilisation des chromates de plomb. Les microbilles de verre ajoutées aux produits de marquage, quant à elles, sont composées de verre entièrement recyclé, et les contenants utilisés pour entreposer les produits de marquage et les microbilles de verre sont également récupérés.

Les opérations de marquage ont été optimisées par une meilleure gestion des inventaires, des ressources humaines affectées aux travaux et des quantités de matériaux utilisés. Le système de gestion du marquage routier (MRG), mis en place en 2010, permet une meilleure planification des opérations ainsi qu'un suivi des travaux de marquage. Le Ministère s'est également doté d'outils pour encadrer les activités liées à la signalisation horizontale, outils qu'il met à jour régulièrement et qui comprennent notamment des devis types, des normes, des guides, des formations et des orientations ministérielles. Il poursuit également ses efforts en matière d'innovation et d'amélioration des façons de faire en mettant en œuvre des projets pilotes et des projets de recherche.

Sur son réseau, le Ministère utilise majoritairement des produits de courte durée pour rafraîchir le marquage routier, alors que les produits de moyenne et de longue durée sont utilisés généralement sur les nouvelles couches de surface pour fournir une couche de base durable au marquage.

1.2.1 Produits de courte durée

Les produits de courte durée se résument essentiellement à la peinture à base d'eau et à la peinture alkyde. Ces produits doivent être rafraîchis annuellement pour conserver un bon taux de présence au sol.

- La peinture à base d'eau est utilisée pour rafraîchir annuellement l'ensemble du marquage sur le réseau. Cette mesure assure la présence des lignes jusqu'au printemps suivant et redonne la visibilité de nuit (rétroreflexion) au marquage.
- La peinture alkyde est principalement utilisée pour des raisons de sécurité routière. Elle est appliquée pour des travaux de marquage temporaire par temps froid, étant le seul produit qui peut être appliqué dans ces conditions. La peinture alkyde peut être utilisée uniquement entre le 15 octobre et le 1^{er} mai pour des raisons environnementales, conformément au Règlement limitant la concentration en composés organiques volatils (COV) des revêtements architecturaux (DORS/2009-264). La peinture alkyde à basse teneur en COV (≤ 150 g/L) peut toutefois être appliquée à l'année.

1.2.2 Produits de moyenne et de longue durée

Les produits à base de résine époxydique (époxy) et le méthacrylate de méthyle (MMA) sont les principaux produits de moyenne et longue durée utilisés sur le réseau, et offrent une plus grande durabilité que les produits de courte durée. Les exigences de performance du Ministère sont définies sur deux ans pour les produits de moyenne durée et sur quatre ans pour ceux de longue durée.

- L'époxy et le MMA pulvérisé sont utilisés sur l'ensemble des nouvelles couches de surface pour donner une couche de base durable au marquage. Seul l'époxy est utilisé pour le marquage longitudinal, alors que les deux produits peuvent être utilisés pour le marquage ponctuel.



Source : Transports Québec

Figure 1 – Produit à base de résine époxydique bicouche sur chaussée de béton

Sur les réseaux fortement sollicités où plus de 50 000 véhicules par jour circulent annuellement, le marquage est incrusté. Cette façon de faire permet d'assurer une meilleure durabilité du marquage dans le temps.

Pour les nouvelles chaussées de béton, le marquage est également incrusté et, pour augmenter le contraste entre le marquage et la surface de la chaussée, un produit à base de résine époxydique bicouche (blanc sur noir) est utilisé pour les lignes axiales et discontinues, comme illustré à la figure 1.

1.3 Couleurs des marques

La couleur des marques sur la chaussée peut être jaune, blanche, rouge, verte, bleue ou orange. Elle doit être conforme aux spécifications prévues au chapitre « Peintures et produits de marquage » du *Tome VII – Matériaux* de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère, le tout pour assurer une uniformité dans l'ensemble de la province. Le tableau 1 résume l'usage prévu pour chacune de ces couleurs.

Tableau 1 – Usages pour les couleurs des marques

Marque de couleur	Usage
Jaune	Séparer les voies de circulation à sens contraire.
	Délimiter la rive gauche d'un chemin public à chaussées séparées.
	Délimiter la rive gauche des bretelles d'autoroutes.
	Délimiter les passages pour piétons où il n'y a pas de feux de circulation ou de panneaux « Arrêt ».
	Accentuer la visibilité des bordures.
	Délimiter les voies alternées, les voies réservées à contresens et les voies de virage à gauche dans les deux sens.
	Délimiter les endroits où le stationnement est interdit.
Blanc	Séparer les voies d'une chaussée à sens unique.
	Délimiter la rive droite d'un chemin public à chaussées séparées.
	Délimiter les deux rives d'une chaussée à double sens de circulation.
	Indiquer l'endroit où les véhicules doivent s'immobiliser.
	Indiquer les passages pour piétons où il y a des feux de circulation ou des panneaux « Arrêt ».
	Délimiter les voies réservées dans le même sens de circulation.
	Délimiter les endroits où le stationnement est permis.
Rouge	Indiquer l'accès à une voie de secours avec lit d'arrêt.
	Délimiter une voie réservée exclusivement aux autobus.
Vert	Indiquer un sas vélo.
	Augmenter la visibilité des stationnements pour véhicules électriques.
Bleu	Augmenter la visibilité des stationnements pour personnes à mobilité réduite.
Orange	Délimiter une zone de travaux routiers situés sur autoroute qui respecte les critères établis.

Le marquage appliqué en grande quantité, sur les voies exclusivement réservées aux autobus et les sas vélo, par exemple, doit inclure un produit antidérapant pour éviter de compromettre l'adhérence des pneus des véhicules et des vélos effectuant un arrêt ou une manœuvre de virage.

1.4 Types et dimensions des marques

Chaque type de ligne et chaque symbole a une utilisation spécifique et doit être utilisé au bon endroit, selon les conditions prévues au *Tome V – Signalisation routière*. La figure 2 présente des exemples de types de marques.

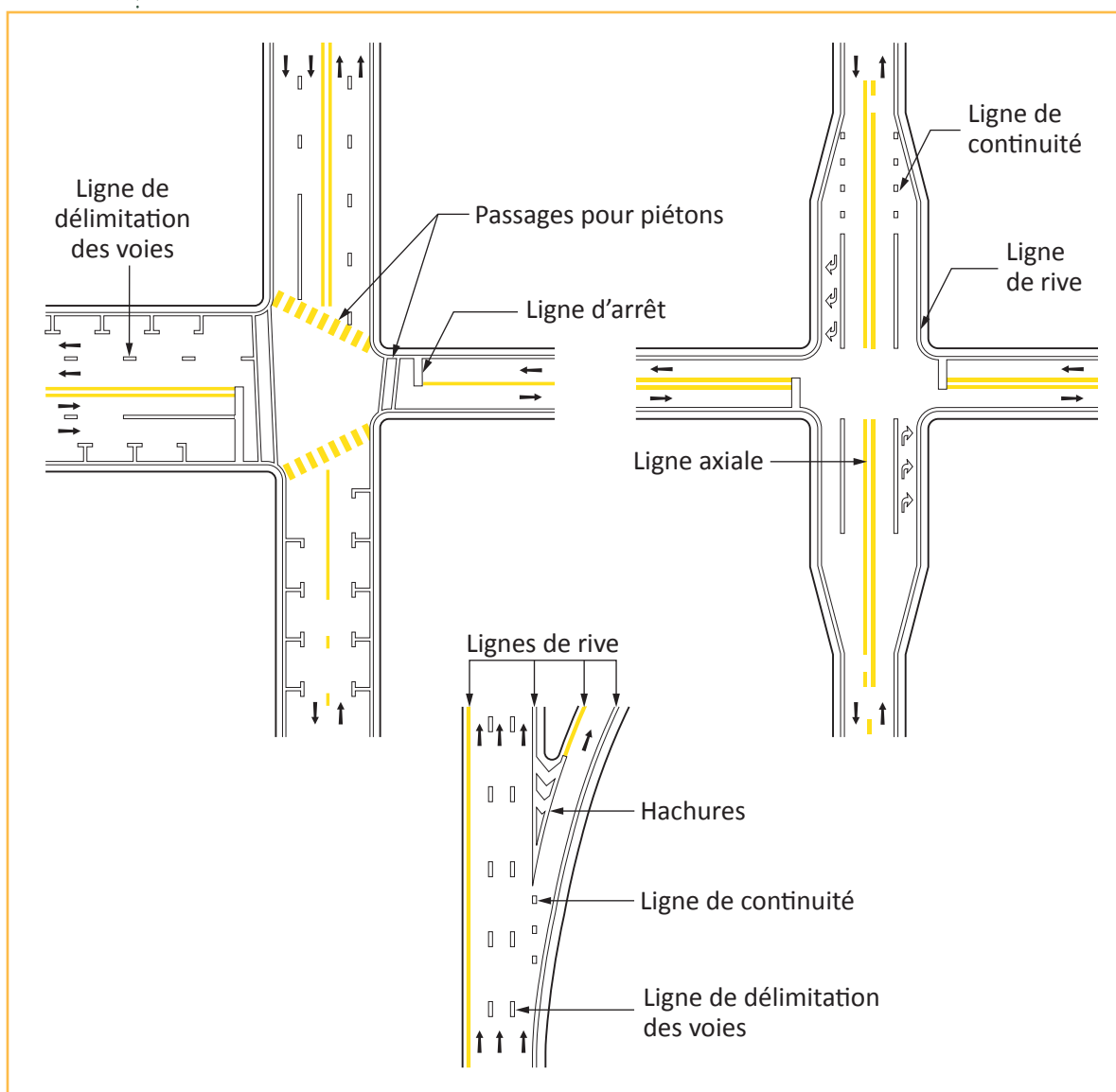


Figure 2 – Exemples de types de marques

Au *Tome V – Signalisation routière*, les dimensions de certains types de marques sont variables. À titre d'exemples, la largeur des lignes longitudinales doit être comprise entre 100 et 150 mm, les lignes d'arrêt peuvent être de 300 à 600 mm et l'espacement entre les lignes discontinues, de 6 à 9 m.

Cependant, sur le réseau du Ministère, des critères pour les dimensions ont été fixés, pour des raisons d'uniformité et de visibilité. L'ensemble de ces critères est consigné dans les documents contractuels. Les principaux critères sont résumés ci-après :

- une ligne d'arrêt est constituée d'un trait continu de peinture blanche, d'une largeur de 600 mm. La ligne doit couvrir la largeur complète de la voie de circulation sans empiéter sur la voie opposée;
- la longueur des lignes discontinues de délimitation des voies doit être de 3 m, suivie d'un espacement de 6 m;
- la longueur d'une marque ne doit pas varier de plus de 25 mm par rapport à la longueur exigée;
- la largeur des lignes de marquage longitudinal doit être de 120 à 125 mm. Lorsqu'une marque longitudinale est constituée de deux lignes parallèles, celles-ci doivent être séparées de 120 à 125 mm.

Toujours dans un objectif d'uniformité, les dessins normalisés des différentes marques au sol sont disponibles sur le site Web du *Répertoire des dispositifs de signalisation routière du Québec*. Il s'agit des devis techniques des différents types de flèches utilisés sur le réseau, des marques de voies cyclables et de certains symboles, tels la boucle de détection, le véhicule électrique, le fauteuil roulant et les pictogrammes d'écoliers et de piétons.

1.5 Travaux de marquage

Le marquage longitudinal est généralement réalisé au moyen d'un camion traceur. La figure 3 montre un camion de marquage utilisé pour appliquer des peintures à base d'eau. Pour le marquage ponctuel, qui consiste en le traçage de symboles au sol, un fusil à pression et des gabarits sont généralement utilisés, comme montré à la figure 4.



Source : Transports Québec

Figure 3 – Camion traceur pour marquage longitudinal



Source : Transports Québec

Figure 4 – Application de marquage ponctuel avec fusil à pression et gabarit

1.6 Mise en garde

L'application de marquage au sol de façon à créer une forme d'art qui peut être de différentes couleurs ne doit pas nuire à la visibilité, à la lisibilité ou à la compréhension de la signalisation routière, essentielles à la sécurité des usagers de la route. La signalisation routière prévue au *Tome V – Signalisation routière* ne peut donc pas être modifiée pour mettre en place ce type de marquage.

Ce type de marquage peut amener de la confusion et des distractions chez les usagers de la route. Il peut également donner un faux sentiment de sécurité aux piétons.

2 **Planification des travaux**

La planification des travaux de marquage est essentielle pour s'assurer que ceux-ci seront exécutés en conformité avec les spécifications du *Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation* (CCDG), les différents devis types et les normes du Ministère. Une planification adéquate permet d'anticiper et de prévenir les situations problématiques et, par le fait même, de veiller au bon déroulement des travaux de marquage.

Le Ministère publie également le *Guide de surveillance – Chantiers d'infrastructures de transport*, auquel les différents intervenants peuvent se référer pour la planification des travaux.

2.1 **Rôles et responsabilités des principaux intervenants**

La planification débute dès la phase de conception du projet et se poursuit avec la surveillance et la réalisation des travaux. Les travaux peuvent être effectués par un entrepreneur ou par une équipe de marquage du Ministère.

2.1.1 **Concepteur – Devis**

Le rôle du concepteur est de concevoir des plans et devis conformes aux normes en vigueur. Pour ce faire, il doit se référer aux versions les plus récentes du CCDG et des devis types concernant le marquage longitudinal et ponctuel. Les devis types sont mis à jour régulièrement pour intégrer, le cas échéant, les orientations ministérielles et modifier les exigences. Les devis types sont disponibles sur le site Web du Ministère.

De plus, le concepteur doit valider et approuver les documents fournis par l'entrepreneur et les demandes de modification aux plans et devis transmises par l'entrepreneur ou le surveillant.

2.1.2 Surveillant

Le surveillant doit se reporter aux documents contractuels et à la documentation de référence pour assurer la surveillance des travaux.

Le surveillant doit également, sans s'y restreindre :

- prendre connaissance des documents soumis par l'entrepreneur;
- s'assurer du respect des documents contractuels;
- transmettre les demandes de modification au concepteur;
- procéder à l'échantillonnage, s'il y a lieu;
- établir les non-conformités en chantier, s'il y a lieu;
- valider la rétroflexion suivant la pose;
- documenter le déroulement des travaux;
- approuver les travaux;
- recommander le paiement des travaux.

La fréquence de surveillance dépend, entre autres, de l'ampleur des travaux de marquage, du nombre de personnes attitrées à la surveillance, du nombre d'équipes de marquage, du territoire à couvrir et des horaires de travail. En fonction du déroulement général du contrat, il faut envisager d'adapter la fréquence de surveillance pour assurer la conformité des travaux.

2.1.3 Entrepreneur et équipe de marquage

Le rôle de l'entrepreneur et de l'équipe de marquage est de tout mettre en œuvre pour que les travaux de marquage soient effectués de façon à assurer la sécurité des usagers de la route et des travailleurs. De plus, les travaux doivent être réalisés en conformité avec les documents contractuels, le CCDG et les différentes normes du Ministère. Le marquage doit satisfaire aux exigences du Ministère sur la durabilité et la rétroflexion, sinon des pénalités pourront être appliquées, le cas échéant.

L'entrepreneur doit également :

- fournir les documents et les échantillons exigés aux documents contractuels;
- coopérer avec le surveillant;
- respecter les conditions techniques d'application du fournisseur du produit de marquage;
- respecter les conditions d'application prescrites dans les documents contractuels et au CCDG.

2.2 Visite des lieux

La visite des lieux avant l'arrivée de l'équipe de marquage, que les travaux soient faits à contrat ou en régie, est une étape fondamentale pour s'assurer que l'état des lieux permet d'effectuer efficacement le marquage. C'est également lors de cette visite que le surveillant détermine les endroits où le prémarquage et le balayage seront nécessaires, le cas échéant.

La section à marquer doit être propre, et le prémarquage complet doit avoir été fait pour que l'entrepreneur ou l'équipe de marquage en régie puisse effectuer efficacement son travail sans être retardé. Il importe ainsi de coordonner les opérations de balayage et de prémarquage.

2.3 Réunion de démarrage

Lorsque les travaux sont exécutés à contrat, la réunion de démarrage permet, entre autres, d'établir une relation entre l'entrepreneur en marquage et le surveillant. En plus de la mise en place des mécanismes de communication et de la réalisation d'une revue des principales clauses du contrat de marquage, les sujets suivants devraient être abordés lors de cette rencontre :

- la présentation et le rôle des intervenants;
- les communications et les interventions d'urgence;
- les délais et l'ordonnancement des travaux, l'horaire de travail et le calendrier des travaux;
- le mode de paiement et la fréquence;
- les sous-traitants et les fournisseurs de matériaux;
- le contrôle de qualité (attestation de conformité, fiches de données de sécurité et échantillonnage);
- les points importants, novateurs, majeurs ou critiques des plans et devis;
- la signalisation des travaux routiers (plans de signalisation);
- les documents fournis par le Ministère et par l'entrepreneur;
- la liste des équipements et de la machinerie;
- la procédure pour les ouvrages imprévus;
- les avis à l'entrepreneur;
- la santé et la sécurité du travail;
- la procédure de réclamation;
- l'inspection et la réception des travaux.

.....
..... Lors de la rencontre, il importe également de rappeler à l'entrepreneur les documents
..... qu'il doit fournir avant les travaux. Ces documents visent, notamment, à s'assurer de
..... la conformité des produits utilisés et de la méthodologie qu'il compte mettre en place
..... pour les travaux.

..... Il est à noter que cette liste n'est pas exhaustive et que d'autres sujets pourraient être
..... abordés lors de la réunion de démarrage. Pour faciliter les échanges subséquents, un
..... compte rendu de la réunion doit être rédigé.

3 **Prémarquage**

Le prémarquage sert à placer sur la chaussée des points de repère en vue du traçage des lignes. Il permet de tracer le bon type de ligne au bon endroit en plus de guider les usagers de la route jusqu'à ce que le marquage définitif soit exécuté.

Selon qu'il est réalisé sur une nouvelle couche de surface ou sur un revêtement existant, le prémarquage se fait de différentes façons, telles qu'elles sont présentées dans les sections suivantes. Lors de travaux de réhabilitation de routes ou lorsque le marquage n'est plus visible, le prémarquage de la chaussée doit être effectué avant l'arrivée de l'équipe de traçage, et ce, autant pour le marquage longitudinal que ponctuel.

- Dans le cas d'une réfection de route, il est de la responsabilité de la direction des projets de la direction générale territoriale de voir à la réalisation du prémarquage.
- Lorsque le marquage n'est plus visible et qu'une opération de prémarquage est nécessaire, celle-ci relève de la responsabilité du centre de services (p. ex. : rafraîchissement annuel des lignes).

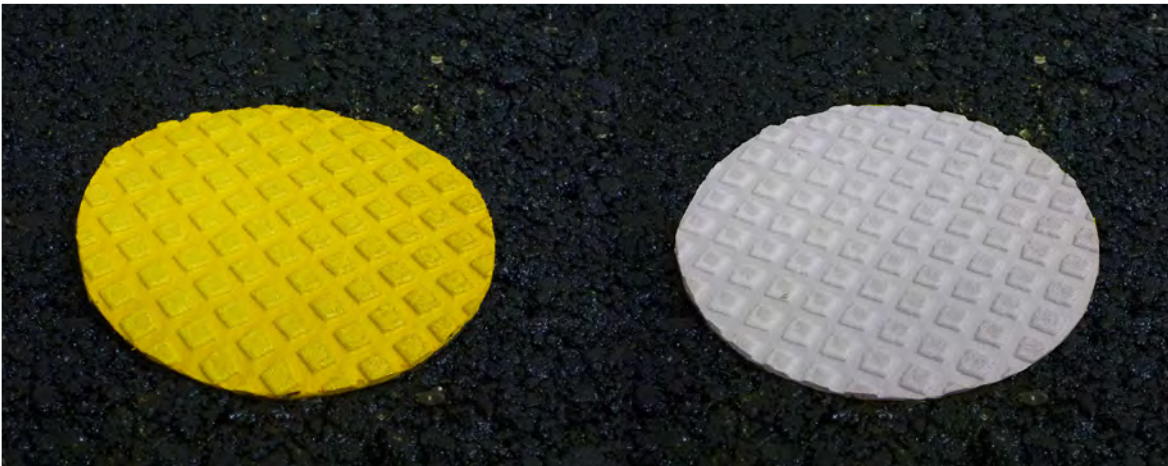
Le prémarquage devrait toujours être basé sur un plan de marquage afin d'assurer l'efficacité du message transmis à l'utilisateur tout en respectant les normes établies. Lorsque le marquage est effectué à contrat, les plans de marquage doivent être fournis à l'entrepreneur, accompagnés du devis descriptif.

3.1 Pour marquage appliqué en surface sur une nouvelle couche de surface

Sur une nouvelle couche de surface, le prémarquage fait avant le marquage appliqué en surface consiste à appliquer des disques réfléchissants, des délinéateurs temporaires de surface et des symboles au sol.

3.1.1 Disques réfléchissants (rondelles de prémarquage)

Les disques réfléchissants, ou rondelles de prémarquage, permettent de déterminer l'alignement du marquage. Ils sont principalement utiles pour l'équipe de marquage et doivent être mis en place pour tous les types de lignes. La figure 5 présente des exemples de rondelles de prémarquage. À titre informatif, d'autres types de rondelles de prémarquage peuvent être utilisés.



Source : Transports Québec

Figure 5 – Exemples de rondelles de prémarquage

Les rondelles de prémarquage sont installées par l'entrepreneur lors de la pose de l'enrobé et tout juste avant le passage du rouleau de finition. L'espacement des disques doit être approximativement de 10 m en ligne droite et de 5 m en ligne courbe. La précision de l'alignement des disques doit être de 100 mm longitudinalement et de 10 mm transversalement pour assurer un alignement précis des lignes de marquage qui seront ensuite tracées.

Les rondelles de prémarquage doivent être produites à partir de bandes préfabriquées à base de polymère imputrescible, non absorbantes, stables chimiquement et inaltérables par les chlorures de sodium et de calcium.

Les disques réfléchissants doivent être de couleur blanche ou jaune, autocollants par pression, flexibles et sans craquelures, d'une épaisseur de 1,5 mm à 2 mm (excluant le dos protecteur) et d'un diamètre de 90 mm à 100 mm, et être dotés, au verso, d'une pellicule amovible qui protège l'adhésif.

Malgré leur nom, les disques réfléchissants sont peu rétro réfléchissants et ne permettent pas de guider adéquatement les usagers de la route, surtout en condition de noirceur. Des délinéateurs temporaires de surface doivent donc être installés pour augmenter la visibilité de nuit du prémarquage.

3.1.2 Délinéateurs temporaires de surface

Les délinéateurs temporaires de surface (DTS) avec leur bande rétro réfléchissante, présentés à la figure 6, permettent d'indiquer les différentes voies de circulation la nuit.

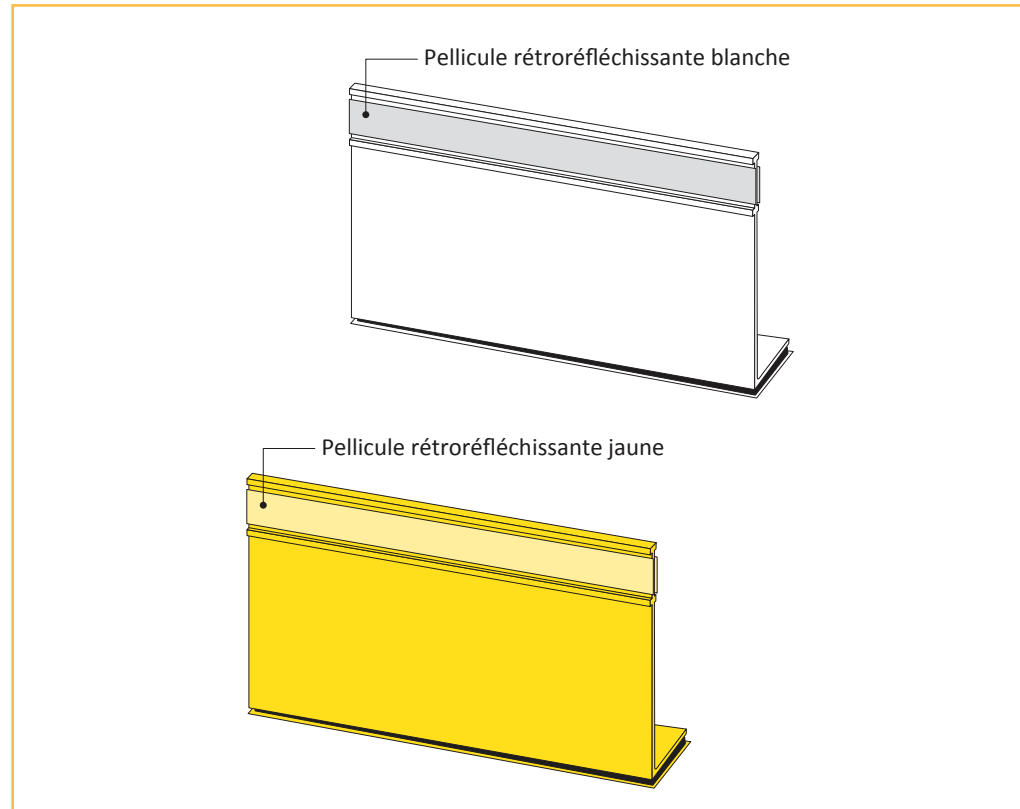


Figure 6 – Délinéateurs temporaires de surface

L'installation des DTS doit être accomplie selon les instructions du fabricant. L'utilisation d'un dispositif d'ancrage mécanique avec un ou des clous est interdite pour des raisons de sécurité routière.

L'espacement des DTS doit être approximativement de 20 m dans les sections droites et de 10 m dans les courbes. Il y a donc un DTS toutes les deux rondelles de prémarquage. Ils doivent être installés avant de rétablir la circulation et remplacés au besoin avant la réalisation du marquage définitif. La durée de vie des DTS varie de quelques jours à environ deux semaines, selon l'endroit où ils ont été posés (courbe, ligne de délimitation des voies, etc.) ou le débit journalier moyen annuel (DJMA). Il n'est pas nécessaire de retirer les DTS avant de procéder aux travaux de marquage.

Les délinéateurs temporaires de surface doivent respecter les exigences des *Tome V – Signalisation routière* et *Tome VII – Matériaux* pour la pellicule rétro réfléchissante. De façon générale, ils doivent être de couleur blanche ou jaune, autocollants par pression, flexibles et sans craquelures, dotés d'une pellicule amovible qui protège l'adhésif et munis d'une bande rétro réfléchissante.

3.1.3 Symboles au sol

Les symboles au sol permettent d'indiquer le type de ligne à tracer ou de délimiter les zones de changement de type de produit. Les symboles complètent le prémarquage fait avec les rondelles de prémarquage et les DTS.

Les symboles doivent être réalisés conformément aux spécifications du *Tome VI – Entretien* de la collection Normes – Ouvrages routiers du ministère des Transports, qui définit le symbole à appliquer en fonction du type de marque. La figure 7 présente des exemples de symboles de prémarquage.

Changement de ligne	Symbole de prémarquage ⁽¹⁾
Continue double à discontinue 3-6 double (3 m ligne - 6 m d'espacement)	
Continue double à discontinue 3-6 simple	
Continue double à discontinue 3-6 droite	
Continue double à discontinue 3-6 gauche	
Discontinue simple à discontinue 3-6 gauche double	
Continue simple à discontinue 3-6 simple	
Continue simple à discontinue 1-3 simple (1 m ligne - 3 m d'espacement)	
Début d'une ligne de continuité 1-3	
Fin d'une ligne double	
Fin d'une ligne simple	
Début d'un musoir	

1. Le ratio d'espacement des lignes pointillées (1-3 ou 3-6) peut être indiqué sur le revêtement lorsque cela est nécessaire.

Figure 7 – Exemples de symboles de prémarquage

La figure 8 montre bien que, sans la présence des symboles au sol, il est difficile de différencier les types de lignes à tracer en se basant uniquement sur la présence des rondelles de prémarquage. Les rondelles permettent l'alignement des lignes de marquage, alors que les symboles de prémarquage précisent le type de ligne ou de marque à tracer. Ils sont essentiels pour que l'équipe de marquage puisse accomplir efficacement son travail.

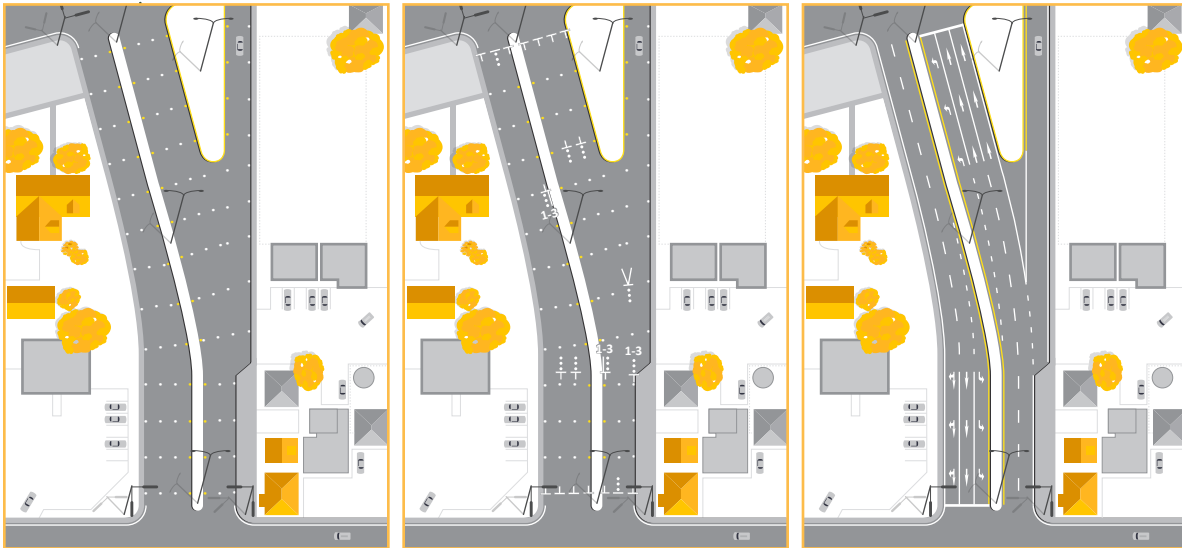


Figure 8 – Utilisation des symboles de prémarquage

Les symboles de prémarquage sont réalisés avec une peinture en aérosol de couleur blanche.

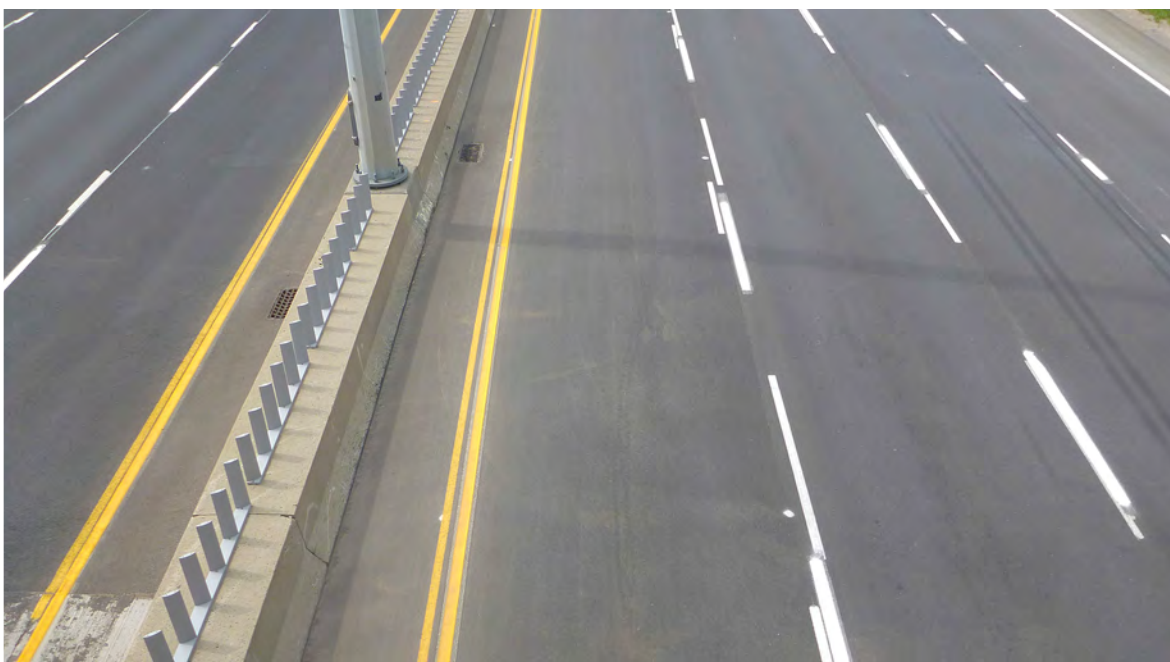
3.2 Pour marquage incrusté sur une nouvelle couche de surface

Sur une nouvelle couche de surface, le type de prémarquage fait avant le marquage incrusté est déterminé en fonction de la chaussée sur laquelle est réalisée l'incrustation.

3.2.1 Emplacement du prémarquage

Peu importe le type de chaussée, le prémarquage doit être effectué selon les plans de marquage aux mêmes endroits que le marquage incrusté. Le prémarquage se trouve donc à être effacé au moment de l'incrustation.

La figure 9 présente un exemple de mauvais alignement du prémarquage et du marquage incrusté. Ainsi, après les travaux de marquage, les lignes de rive jaunes sont doubles et les lignes discontinues ne respectent pas les dimensions exigées quant à la largeur, à la longueur et à l'espacement.



Source : Transports Québec

Figure 9 – Exemple de mauvais alignement du prémarquage et du marquage incrusté

3.2.2 Chaussée en enrobé

À la suite de la pose de l'enrobé, le prémarquage peut être fait avec des rondelles de prémarquage, des délinéateurs temporaires de surface et des symboles au sol, comme décrit précédemment.

La durée de vie des délinéateurs temporaires de surface étant très limitée sur les réseaux fortement sollicités, un prémarquage avec une peinture à base d'eau homologuée doit être réalisé dans un délai de 72 heures après la pose de l'enrobé.

Les lignes de prémarquage doivent être tracées selon les spécifications des documents contractuels. L'entrepreneur doit également respecter les exigences de rétroréflexion mentionnées dans ces documents.

Le produit de marquage utilisé doit être une peinture à base d'eau homologuée qui satisfait aux exigences du *Tome VII – Matériaux*.

3.2.3 Chaussée en béton

Sur une chaussée en béton, le prémarquage est effectué avec un produit à base de résine époxydique puisque les produits de courte durée ont une durabilité très limitée sur ce type de surface. Les marques doivent être réalisées conformément aux spécifications des documents contractuels. L'entrepreneur doit également satisfaire aux exigences de rétroréflexion mentionnées dans les documents contractuels.

Le produit de marquage utilisé doit être à base de résine époxydique qui satisfait aux exigences du *Tome VII – Matériaux*.

3.3 Pour rafraîchissement du marquage sur un revêtement existant

Sur un revêtement existant, le prémarquage est nécessaire lorsqu'il n'est plus possible de bien distinguer les marques au sol pour permettre le rafraîchissement de celles-ci. C'est donc le taux de présence du marquage au sol qui détermine la nécessité du prémarquage.

L'évaluation du taux de présence du marquage consiste en une analyse de l'état du marquage au sol en fonction des photos standardisées et d'une classification fonctionnelle élaborée en 2003 et basée sur la norme ASTM D913 «Standard Practice for Evaluating Degree of Traffic Marking Line Wear». La méthodologie complète de l'évaluation du taux de présence du marquage est décrite dans le *Guide d'inspection de la durabilité du marquage*. Le tableau 2 présente la classification fonctionnelle.

Tableau 2 – Classification fonctionnelle de la durabilité du marquage routier

Classe	Taux de présence au sol (%)	Couleur
1	96 à 100	
2	75 à 95	
3	50 à 74	
4	15 à 49	
5	0 à 14	

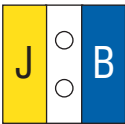
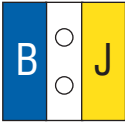
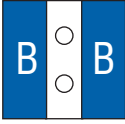
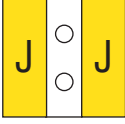
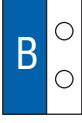
Le prémarquage est nécessaire lorsque le marquage existant est de classe 5, c'est-à-dire lorsque le taux de présence au sol est inférieur à 15%. En dessous de ce pourcentage, il devient difficile, voire impossible, pour l'opérateur du camion traceur de s'assurer du bon emplacement ou du bon alignement pour refaire le marquage au même endroit.

3.3.1 Matériaux

Le prémarquage sur le revêtement existant se fait avec une peinture en aérosol de couleur blanche. Il suffit de tracer les symboles au sol, comme présenté précédemment, ainsi que de petits traits pour indiquer l'alignement des lignes de marquage.

3.3.2 Plaquettes de prémarquage

Les plaquettes de prémarquage permettent de déterminer le type de ligne à tracer. Elles présentent un code de couleur indiquant le type de ligne séparant deux voies contiguës. La figure 10, qui illustre les configurations possibles pour les plaquettes de prémarquage, est tirée du *Tome VI – Entretien*. La couleur jaune indique une ligne discontinue, alors que la couleur bleue désigne une ligne continue.

Ligne axiale	Plaquettes de prémarquage
	
	
	
	
	

J : Jaune B : Bleu

Figure 10 – Plaquettes de prémarquage

Les plaquettes de prémarquage sont installées l’une en arrière de l’autre (recto verso) d’un seul côté de la route contiguë. Les figures 11 et 12 montrent respectivement le recto et le verso d’une plaquette de prémarquage en bordure d’une route.



Source : Transports Québec

Figure 11 – Exemple de plaquette de prémarquage jaune/jaune (recto)

...



Source : Transports Québec

Figure 12 – Exemple de plaquette de prémarquage jaune/bleu (verso)

4 *Produits de marquage*

En plus de l'entretien hivernal des routes, d'autres facteurs influenceront directement la durabilité du marquage. Ces éléments doivent être pris en compte lors de la sélection des produits et de l'élaboration de la stratégie d'entretien :

- **le produit utilisé.** Pour une même catégorie de produits, chacun présente des caractéristiques qui lui sont propres. Certains produits sont toutefois plus durables que d'autres, mais chacun présente des limites;
- **la qualité des travaux.** Une couche de peinture non uniforme ou trop mince affecte directement la durabilité;
- **le respect des conditions de pose.** Les conditions météorologiques et routières influenceront directement le temps de séchage ou de durcissement du produit;
- **l'état du revêtement.** Un marquage appliqué sur un nouvel enrobé sera plus durable que sur un enrobé dégradé et fissuré. Le marquage doit être appliqué sur une surface propre.

4.1 Homologation des produits de marquage routier

Puisque chaque produit présente des performances qui lui sont propres, il n'est pas possible de prévoir la durabilité d'un produit en se basant uniquement sur sa formulation ou en effectuant simplement des essais en laboratoire. Les essais sur route sont donc indispensables pour connaître la performance réelle d'un produit.

Le programme d'homologation des produits de marquage sur route vise à valider la performance des produits avant leur utilisation et à s'assurer qu'ils satisfont aux exigences du Ministère. Des essais de laboratoire complètent les essais sur route et permettent de caractériser chacun des produits soumis afin de valider, par la suite, que ce sont bien les produits homologués qui sont appliqués sur le réseau.

Les essais sur route consistent à appliquer, pour chaque produit évalué, six lignes parallèles de 3 m de long selon un plan de marquage bien défini (figure 13). Par la suite, un suivi de la durabilité (taux de présence au sol) et de la rétroréflexion est effectué deux fois par année sur chacun des produits appliqués.



Source : Transports Québec

Figure 13 – Exemple de banc d'essai sur route

Les produits satisfaisant aux exigences sur route et en laboratoire sont inscrits sur une des listes de produits homologués. Ces listes sont disponibles sur le site Web du Ministère.

Le tableau 3 présente les exigences de durabilité et de rétroréflexion auxquelles doivent satisfaire les produits de courte, moyenne et longue durée pour être homologués, ainsi que l'exigence relative à la résistance à la glissance pour les produits antidérapants pour grande surface.

Tableau 3 – Critères de performance sur route des produits de marquage de courte, moyenne et longue durée

		Critères de performance sur route des produits de marquage ⁽¹⁾		Produits de marquage antidérapants pour grande surface
		Durabilité (%) ⁽²⁾⁽³⁾	Rétroreflexion (mcd·m ⁻² ·lux ⁻¹)	Résistance à la glissance (BPN) ⁽⁴⁾
Courte durée	Automne (environ 2 semaines après l'application)	100	≥ 250 (blanc) ≥ 175 (jaune)	—
	Printemps suivant (environ 8 mois)	65 (peinture à base d'eau) 55 (peinture alkyde à basse teneur en COV)	—	—
Moyenne durée	Automne (environ 2 semaines après l'application)	100	≥ 250 (blanc) ≥ 175 (jaune)	≥ 45
	Après 1 an	85	—	≥ 45
	Après 2 ans	75	—	≥ 45
Longue durée	Automne (environ 2 semaines après l'application)	100	≥ 250 (blanc) ≥ 175 (jaune)	≥ 45
	Après 1 an	95	—	≥ 45
	Après 2 ans	85	—	≥ 45
	Après 3 ans	80	—	≥ 45
	Après 4 ans	75	—	≥ 45

1. Toutes les autres couleurs (vert, bleu, rouge, orange et noir) doivent respecter les critères de durabilité et si applicable, au minimum, la rétroreflexion de la couleur jaune.
2. Le pourcentage de présence de marques sur la chaussée est calculé à l'aide d'images photographiques, en prenant comme référence le moment de la pose du produit (100 %). La méthode ASTM D913 « Standard Practice for Evaluating Degree of Traffic Marking Line Wear » est utilisée.
3. Le Ministère accepte une marge d'erreur de ± 1 % sur la valeur de durabilité obtenue lors de l'évaluation.
4. Ce critère s'applique spécifiquement aux produits de marquage appliqués en grande surface qui doivent être antidérapants pour des raisons de sécurité routière, notamment. L'essai est réalisé selon les spécifications de la méthode ASTM E303 « Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester ». Trois mesures sont effectuées, soit deux dans le passage des roues et une entre celles-ci. Aucune des trois mesures ne doit être inférieure à un BPN de 45.

Le seuil minimal de rétroréflexion du marquage est de $100 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$. La rétroréflexion au printemps est souvent bien inférieure à cette valeur en raison des opérations d'entretien hivernal qui arrachent ou brisent les microbilles de verre qui sont ajoutées aux produits de marquage pour permettre la visibilité de nuit. C'est donc pour cette raison que les exigences de rétroréflexion couvrent seulement la période suivant l'application du marquage routier.

L'exigence de durabilité requise pour les produits de moyenne durée après deux ans est la même que celle requise après quatre ans pour les produits de longue durée.

Un second programme d'homologation est réservé exclusivement aux peintures alkydes. Comme les peintures alkydes peuvent être utilisées uniquement entre le 15 octobre et le 1^{er} mai pour des raisons environnementales et que, très souvent, les conditions d'application sont peu favorables, la notion de performance sur route a été exclue du programme. Ainsi, ce programme consiste essentiellement à réaliser des essais en laboratoire pour déterminer la conformité physico-chimique de la peinture alkyde.

4.1.1 Évolution des produits de marquage utilisés au Ministère

L'utilisation des produits de marquage des routes au Ministère a beaucoup évolué depuis 2006. Ce sont principalement les orientations ministérielles qui ont dicté ces changements, et ce, toujours dans un souci d'amélioration de la présence des lignes. Les orientations ministérielles, pour leurs parts, s'appuient sur l'expertise interne, sur la revue de littérature ainsi que sur des données recueillies à partir du banc d'homologation et de projets pilotes. La figure 14 montre l'évolution des principaux produits de marquage des routes utilisés au Ministère depuis 2006.

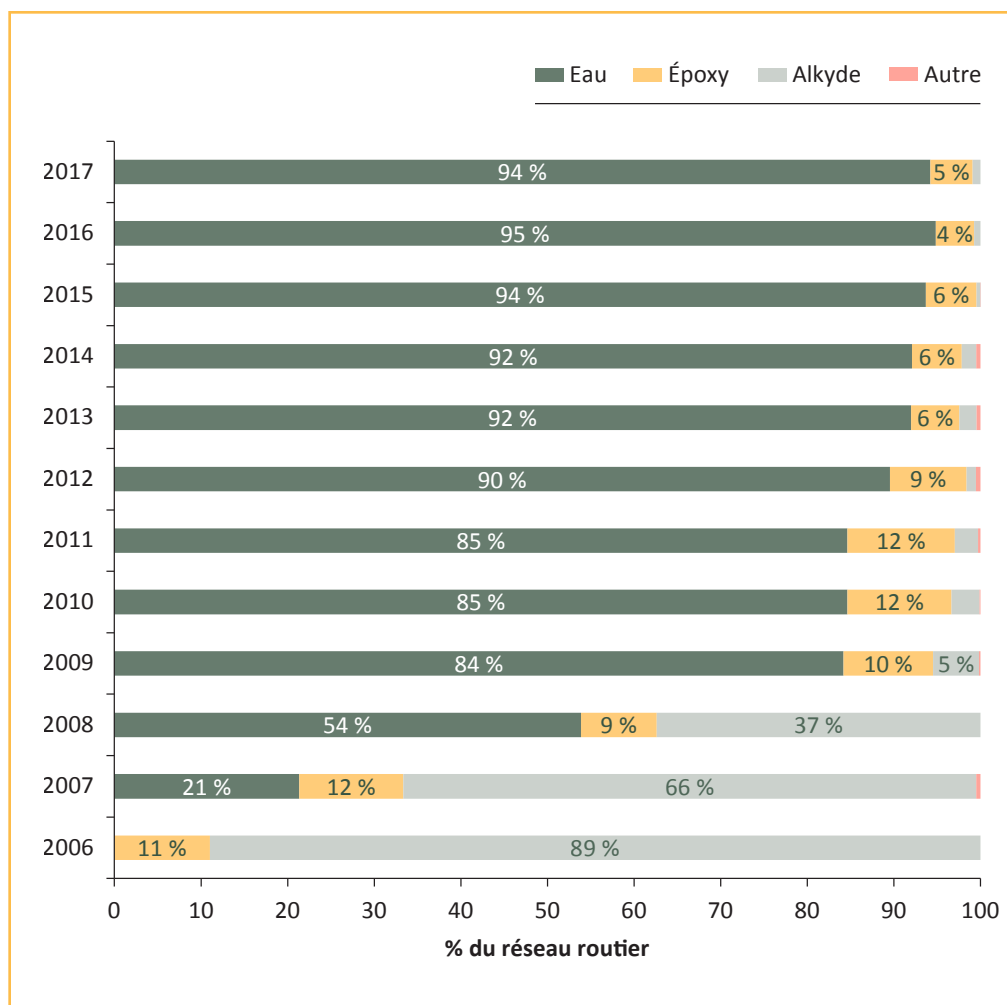


Figure 14 – Évolution des produits de marquage utilisés au Ministère

Les trois faits saillants depuis 2006 sont :

- le passage, entre 2006 et 2009, de la peinture alkyde à la peinture à base d'eau;
- l'application dès 2009 du Règlement limitant la concentration en composés organiques volatils (COV) des revêtements architecturaux (DORS/2009-264);
- la diminution en 2012-2013 du rafraîchissement systématique avec un produit à base de résine époxydique.

4.1.2 Règlement sur les composés organiques volatils

En septembre 2009, Environnement Canada a publié le Règlement limitant la concentration en composés organiques volatils (COV) des revêtements architecturaux (DORS/2009-264). Ce règlement s'applique aux fabricants, aux importateurs, aux vendeurs ainsi qu'aux utilisateurs. Il interdit, entre le 1^{er} mai et le 15 octobre, d'utiliser des peintures de marquage dont la concentration en COV est supérieure à 150 g/L. De plus, le règlement limite la concentration en COV à 450 g/L pour les peintures pouvant être utilisées entre le 15 octobre et le 1^{er} mai.

Cette nouvelle exigence réglementaire fédérale comportait une période de mise en œuvre de trois ans pour permettre à l'industrie et aux administrations de s'adapter. Ainsi, depuis septembre 2012, les peintures alkydes sont interdites d'utilisation en période estivale, à l'exception des peintures alkydes à basse teneur en COV.

Les COV sont des substances formées d'au moins un atome de carbone et un d'hydrogène à l'état gazeux dans l'atmosphère. Plusieurs de ces composés réagissent par des processus photochimiques (lumière du soleil) et contribuent à la formation d'ozone troposphérique et de particules qui composent le smog.

Dans les peintures de marquage, les COV résultent de l'utilisation de solvants. Ces solvants sont rejetés dans l'atmosphère par évaporation lors du séchage. Cependant, tous les solvants présents dans les peintures de marquage ne sont pas considérés comme des COV. Ainsi, les composés exclus de l'article 65 de l'annexe 1 de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) et l'acétate de tert-butyle ($C_6H_{12}O_2$) ne sont pas pris en compte dans le calcul de la teneur en COV, leur réactivité photochimique étant négligeable et puisque, théoriquement, ils ne participent pas à la formation du smog.

4.2 Peinture à base d'eau

La peinture à base d'eau est le produit de marquage le plus utilisé au Ministère et par les administrations nord-américaines. Annuellement, presque la totalité des 90 000 km de lignes composant le réseau du Ministère est rafraîchie avec ce produit de courte durée pour redonner la visibilité de nuit au marquage et assurer la présence des lignes jusqu'au printemps suivant. Pour pouvoir être utilisée par les équipes en régie ou à contrat, la peinture à base d'eau doit préalablement être homologuée.

La peinture à base d'eau est constituée d'un liant (résine en émulsion dans l'eau), de solvants, de pigments, de matières pulvérulentes et de divers additifs. Au total, une peinture à base d'eau peut être constituée de plus de 10 produits. Le tableau 4 décrit les rôles des principaux constituants.

Tableau 4 – Constituants de la peinture à base d'eau

Constituant	Définition	Rôle
Liant	Le liant est composé d'une résine et de plastifiant en émulsion dans l'eau.	Le liant agglomère les pigments et les matières pulvérulentes entre elles lorsque le film de peinture durcit. Il assure l'adhérence de la peinture avec la route. De plus, le liant a un effet majeur sur la durabilité de la peinture et sur les propriétés physico-chimiques de celle-ci.
Solvant	Le solvant est un liquide volatil dans lequel le liant et les autres constituants sont dispersés. Dans la peinture à base d'eau, le solvant principal est l'eau, mais il peut aussi être constitué en faible quantité d'alcool (méthanol). Le solvant s'évapore lors du séchage de la peinture.	Le solvant régularise la viscosité de la peinture pour la rendre applicable sur la route. Le solvant favorise également la formation du film de peinture.
Pigments	Les pigments sont des substances minérales ou organiques se retrouvant sous forme de poudre en suspension dans la phase liquide. Le pigment le plus important est le dioxyde de titane (TiO ₂).	Les pigments influent sur l'opacité et la couleur de la peinture.
Matières pulvérulentes	Les matières pulvérulentes sont des substances minérales sous forme de poudre en suspension dans la phase liquide qui servent de charges inertes. Elles sont beaucoup moins coûteuses que les autres constituants.	Les matières pulvérulentes peuvent améliorer, jusqu'à un certain point, les propriétés de la peinture. Leurs effets sur l'opacité et la couleur sont par contre très minimes. Les matières pulvérulentes permettent notamment de réduire le coût de production.
Additifs	Les additifs sont des produits ajoutés en faible quantité dans la peinture. Il peut s'agir d'agents : • mouillants; • coalescents; • thixotropiques; • antimousses; • antifongiques.	Les additifs ont des rôles très précis pour améliorer les propriétés ou caractéristiques de la peinture lors de la fabrication, de l'entreposage ou de l'application.

Source : Centre de recherches routières

La peinture à base d'eau utilisée sur le réseau du Ministère est à séchage rapide. Dans les conditions favorables, la peinture est considérée comme sèche au toucher 5 minutes après l'application. Elle ne cause alors pas d'éclaboussures sur un véhicule traversant la ligne de marquage. Toutefois, après 5 minutes, la peinture n'est pas complètement sèche puisque le processus d'évaporation de l'eau peut prendre jusqu'à 14 jours. C'est grâce à un composant ammoniacé (p. ex. : hydroxyde d'ammonium), qui s'évapore très rapidement, que la peinture à base d'eau est gélifiée après quelques minutes.

La figure 15 décrit le processus de séchage de la peinture à base d'eau jusqu'à l'obtention d'un film durable. À 24 °C et à 50% d'humidité relative, l'obtention d'un film durable de peinture peut prendre jusqu'à 2 heures (pour une épaisseur de 400 µm). Cependant, le temps de séchage peut augmenter exponentiellement lorsque l'humidité relative est très haute et que la température ambiante est très basse. De plus, si un orage survient 30 à 45 minutes suivant l'application, la peinture à base d'eau pourrait être lessivée totalement si celui-ci dure assez longtemps. Même si les intempéries de courte durée ne semblent pas en apparence affecter la peinture à base d'eau, elles pourraient compromettre la cohésion du film de peinture avec le revêtement et ainsi réduire sa durabilité à long terme. Si le marquage est altéré par les intempéries, les travaux doivent être repris pour assurer que le marquage satisfait aux exigences.



Adapté de : Ennis-Flint

Figure 15 – Processus du temps de séchage de la peinture à base d'eau

Les deux éléments les plus importants lors des opérations de marquage sont les notions de « sèche au toucher » et de « résistance à l'eau ».

De façon plus précise, les facteurs influençant le temps de séchage de la peinture à base d'eau sont les suivants :

- l'humidité relative (HR), qui doit être inférieure à **80 %**;
- la température ambiante (T°), qui doit être supérieure à **10 °C**;
- la température du revêtement, qui doit être supérieure à la température calculée du **point de rosée**;
- l'humidité au sol;
- l'ensoleillement;
- la vitesse du vent;
- les intempéries.

Le point de rosée est la température la plus basse à laquelle une masse d'air peut être soumise, à pression et humidité données, sans qu'il se produise une formation d'eau liquide par saturation. Lorsque la température du revêtement atteint la température calculée du point de rosée, de la condensation se forme sur celui-ci. Le marquage réalisé dans ces conditions ne sera pas durable, puisqu'une couche d'humidité se trouve entre le revêtement et la peinture appliquée. Une différence minimale de 2 °C entre la température du revêtement et la température calculée du point de rosée doit être respectée.

4.3 Peinture alkyde

La peinture alkyde peut être utilisée uniquement entre le 15 octobre et le 1^{er} mai lorsque les conditions météorologiques et routières le permettent. Elle est appliquée pour des travaux de marquage palliatifs, notamment durant la période hivernale ou lors de contrats de revêtement de chaussées qui se terminent tard à l'automne, puisqu'aucun autre produit ne peut être utilisé dans des conditions climatiques plus froides. L'utilisation de la peinture alkyde ne devrait être envisagée que lorsque les conditions météorologiques ne permettent pas l'application de produits homologués plus durables tels que les peintures à base d'eau, les produits à base de résine époxydique ou les méthacrylates de méthyle.

La peinture alkyde est constituée d'un liant (résine alkyde), de solvants, de pigments, de matières pulvérulentes et de divers additifs. Le solvant utilisé dans la formulation est un naphta léger, ce qui fait en sorte que la peinture alkyde est un produit inflammable qui nécessite des dispositions particulières.

La peinture alkyde sèche également par évaporation, mais elle est beaucoup moins dépendante des conditions météorologiques que la peinture à base d'eau. Les risques de lessivage après un orage sont donc moins probables. Même s'il est moins affecté que pour la peinture à base d'eau, le temps de séchage de la peinture alkyde est influencé par :

- l'humidité relative (HR);
- la température ambiante (T°);
- la température du revêtement;
- l'humidité au sol;
- le point de rosée;
- l'ensoleillement;
- la vitesse du vent.

4.4 Peinture alkyde à basse teneur en COV

Les changements législatifs limitant la concentration des COV dans les produits de marquage ont fait en sorte que les fabricants ont élaboré une nouvelle gamme de peinture alkyde dont la teneur en COV est inférieure à 150 g/L. La peinture alkyde à basse teneur en COV peut donc être utilisée toute l'année.

La peinture alkyde à basse teneur en COV est constituée d'un liant (résine alkyde), de solvants, de pigments, de matières pulvérulentes et de divers additifs. Le solvant utilisé dans la formulation est de l'acétone (en majorité), ce qui fait en sorte que la peinture alkyde à basse teneur en COV est un produit inflammable. Pour le processus du temps de séchage, le même principe d'évaporation s'applique.

Même si, techniquement, la peinture alkyde à basse teneur en COV peut être utilisée sans restriction entre le 1^{er} mai et le 15 octobre, le Ministère ne compte pas remplacer l'emploi de la peinture à base d'eau par ce type de peinture de courte durée en saison estivale pour les raisons suivantes :

- la durabilité est moindre que la peinture à base d'eau (exigence moins élevée lors de l'homologation);
- la teneur en COV est plus élevée (près du double) que celle de la peinture à base d'eau;
- le dégagement de solvant organique par évaporation peut avoir une influence sur la santé et l'environnement;
- elle est inflammable;
- des dispositions particulières sont requises pour la manutention de matières dangereuses.

4.5 Produit à base de résine époxydique

Au Ministère, les produits à base de résine époxydique sont appliqués sur les nouvelles couches de surface. Sur les chaussées de béton, ces produits sont ceux qui offrent la meilleure durabilité parmi tous ceux utilisés par le Ministère.

Les produits à base de résine époxydique sont également utilisés pour le rafraîchissement des lignes de marquage dans des secteurs très sollicités. Il importe toutefois de noter que la superposition des couches de produits de moyenne ou de longue durée à base de résine époxydique doit être minimisée. La création de contraintes de tension, lors du durcissement de chacune des applications de produit, peut amener des problèmes d'arrachement prématuré du marquage. Ainsi, au maximum deux rafraîchissements avec un produit à base de résine époxydique sont acceptables. En ce qui concerne le rafraîchissement d'une ligne marquée avec un produit à base de résine époxydique avec une peinture à base d'eau, il n'y a aucune limite quant au nombre de rafraîchissements subséquents.

Pour éviter des problèmes d'arrachement prématuré du marquage, il ne faut également jamais appliquer un produit à base de résine époxydique sur un produit de courte durée dont le taux de présence est supérieur à 50%. En effet, un arrachement prématuré pourrait survenir en raison d'une mauvaise adhérence du produit à base de résine époxydique avec la chaussée.

En ce qui concerne le marquage bicouche (blanc sur noir) réalisé sur les chaussées en béton, le devis type exige que l'application des deux couches de produits à base de résine époxydique soit faite durant une seule fermeture, le marquage noir suivi du marquage blanc. Toutefois, un délai maximal de 24 heures entre les deux applications doit être respecté pour assurer une bonne cohésion entre les deux couches de marquage.

Les produits à base de résine époxydique sont constitués de deux composants, soit d'une résine et d'un catalyseur (durcisseur). Ils ne contiennent pas de solvant et durcissent par réaction chimique après le mélange des composants dans un ratio précis de 2/1 en volume (résine/catalyseur). La résine est constituée de plusieurs composés organiques, comprenant entre autres des groupements époxyde, éther et phénol, des pigments inorganiques ou organiques (couleur jaune) et des additifs. Le catalyseur, quant à lui, est constitué de plusieurs composés organiques, comprenant entre autres des groupements phénol, amine et éther.

Pour assurer un bon mélange des composants et, par le fait même, d'obtenir la durabilité escomptée, chacun des composants doit être chauffé à une température différente pour que leur viscosité soit semblable dans la chambre de mélange du fusil applicateur. Toutefois, le fait de devoir chauffer les composants amène une logistique pouvant occasionner des enjeux supplémentaires pour le marquage ponctuel.

Lors du mélange de la résine avec le catalyseur, celui-ci provoque un processus de polymérisation qui fait durcir le mélange. Puisqu'il ne s'agit pas d'une évaporation, les produits à base de résine époxydique n'émettent pas de COV dans l'atmosphère en durcissant.

Le temps de durcissement des produits à base de résine époxydique peut varier en fonction des composants utilisés, de la température ambiante et de la température de la surface du revêtement. Le temps de durcissement peut être de 20 à 60 minutes. Les conditions d'application suivantes doivent être respectées pour assurer d'avoir la meilleure durabilité possible :

- il ne doit y avoir aucun risque d'intempéries avant que le produit ne soit durci;
- la température ambiante (T°) doit être supérieure à **10 °C**;
- la température du revêtement doit être supérieure à la température calculée du **point de rosée**.

4.6 Méthacrylate de méthyle

Le méthacrylate de méthyle (MMA) est un produit de marquage qui peut être appliqué soit manuellement, soit par pulvérisation. Le MMA pulvérisé est utilisé par le Ministère pour le marquage ponctuel. Toutefois, pour l'obtention de résultats comparables aux produits à base de résine époxydique, l'épaisseur du produit appliqué doit être plus importante.

Le MMA pulvérisé est un produit qui se présente sous deux types de systèmes différents.

- Le premier type est un système à deux composants constitués d'une résine A et d'une résine B. Un catalyseur solide à base de peroxyde de benzoyle (BPO) est ajouté à la résine B. Les deux résines sont ensuite mélangées dans un ratio 1/1 en volume.
- Le second type est aussi un système à deux composants constitués d'une résine A et d'un catalyseur liquide à base de peroxyde de benzoyle (BPO). Chacun des composants est ensuite mélangé dans un ratio 98/2 en volume (A/BPO).

Le MMA durcit par réaction chimique (polymérisation) au contact de la résine A avec le BPO liquide ou avec la résine B additionnée de BPO solide. Contrairement aux produits à base de résine époxydique, les composants du MMA n'ont pas à être chauffés pour l'ajustement de leur viscosité, ce qui réduit le risque de mauvais mélange. Généralement, le MMA est formulé pour durcir en environ 10 minutes. Par contre, la teneur en BPO peut être modifiée pour ajuster le temps de durcissement. Puisqu'il ne s'agit pas d'une évaporation, le MMA n'émet pas de COV dans l'atmosphère lors du processus de durcissement.

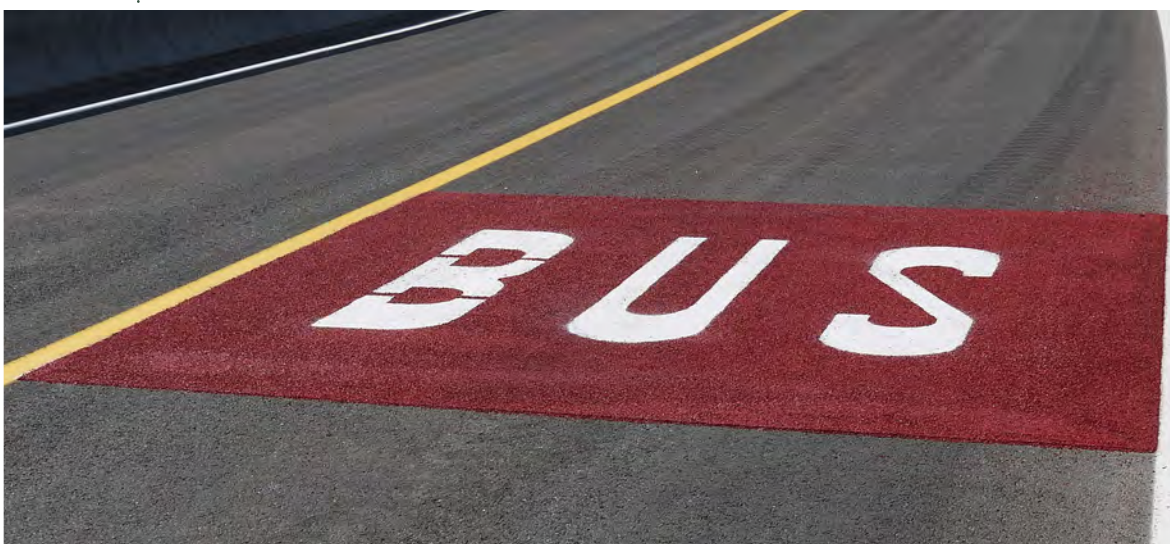
Tout comme pour les produits à base de résine époxydique, le temps de durcissement du MMA est influencé principalement par la température ambiante et la température du revêtement. Les conditions d'application exigées sont également les mêmes que pour les produits à base de résine époxydique, bien que, théoriquement, le MMA puisse être appliqué à 0 °C.

4.7 Autres produits de marquage

Il existe d'autres produits de marquage sur le marché et ils peuvent répondre à des besoins spécifiques. D'ailleurs, le Ministère reste à l'affût des nouvelles technologies disponibles dans le domaine du marquage routier et il accepte généralement l'application de tous les types de produits sur le banc d'essai dans le cadre du processus d'homologation.

4.8 Produit antidérapant pour grande surface

Pour renforcer la signalisation des voies réservées exclusivement aux autobus, une marque de couleur rouge, sur laquelle le mot *BUS* est inscrit en blanc, peut être ajoutée, comme montré à la figure 16. La marque et son utilisation doivent être conformes aux spécifications du *Tome V – Signalisation routière*. Pour des raisons de sécurité routière, un mélange antidérapant doit être ajouté au produit de marquage pour réduire la glissance de la surface.



Source : Transports Québec

Figure 16 – Marque rouge pour voies réservées exclusivement aux autobus

5 Échantillonnage

L'échantillonnage est essentiel pour établir la conformité des produits de marquage et, par le fait même, veiller à ce qu'ils n'aient pas été modifiés par l'applicateur ou le fournisseur. Puisque les résultats d'analyses sont toujours comparés avec ceux obtenus lors du processus d'homologation du Ministère, l'échantillonneur doit s'assurer de l'homogénéité des produits de marquage avant la prise d'échantillons. Cette représentativité est primordiale pour ne pas biaiser les conclusions sur la conformité des échantillons prélevés.

Les principales procédures d'échantillonnage sont décrites dans le *Guide d'échantillonnage des produits de marquage et de mesure de l'épaisseur du film humide*, publié par le Ministère. Toutefois, la section suivante présente également des méthodes alternatives pouvant être réalisées en chantier durant les travaux de marquage.

5.1 Lot de production

Un lot de production correspond à une quantité déterminée d'un produit présentant les mêmes caractéristiques physico-chimiques et fabriquée selon la même formule, à partir de la même source d'approvisionnement et au cours d'une période de production ininterrompue.

Ainsi, si le mélange n'est pas modifié par l'applicateur et que le produit est homogène, un même lot de production obtiendra des résultats d'essais en laboratoire similaires à ceux obtenus lors de l'homologation. Les résultats inscrits sur l'attestation de conformité, fournie par le laboratoire du fabricant, ne concernent qu'un lot de production donnée, et il est normal qu'ils diffèrent légèrement d'un lot à l'autre. Ainsi, il faut éviter, autant que possible, de procéder à l'échantillonnage lorsque plusieurs lots de production sont mélangés.

Le numéro du lot de production est inscrit sur l'attestation de conformité, et non sur la fiche technique. La première donne des informations sur le lot de production, alors que la seconde donne des informations générales sur le produit.

5.2 Fréquence d'échantillonnage

Lors des travaux de marquage avec une peinture à base d'eau, l'entrepreneur doit fournir des échantillons au début des travaux. Par la suite, la fréquence d'échantillonnage peut être très variable d'un contrat à l'autre, notamment en raison de l'ampleur du contrat de marquage et du déroulement général de celui-ci.

Pour les contrats de grande envergure avec une peinture à base d'eau s'échelonnant sur plusieurs semaines, une prise d'échantillons hebdomadaire serait adéquate.

Il est impératif d'échantillonner la peinture à base d'eau en cours de contrat, car celle-ci peut facilement être diluée avant l'application, et sa formulation peut être modifiée en substituant certaines matières premières à d'autres, moins coûteuses. Ces modifications peuvent avoir des conséquences importantes sur les propriétés physico-chimiques (p. ex. : temps de séchage) et sur les performances (durabilité et rétro réflexion) de la peinture.

Par leur complexité et leur stabilité, les produits à base de résine époxydique sont difficilement altérables entre le moment où ils sont échantillonnés et le moment où ils sont appliqués par l'entrepreneur. Ainsi, un échantillonnage à la source, c'est-à-dire directement chez le distributeur, est effectué dans le but de tracer un portrait des produits appliqués au Québec et surtout de limiter la redondance des analyses. Si des non-conformités majeures étaient décelées lors de l'échantillonnage, les produits ne pourraient pas être utilisés pour les contrats du Ministère.

Si le surveillant de chantier a un doute sur la conformité des produits, il doit communiquer avec le chimiste responsable de la Direction des matériaux d'infrastructures (DMI). De plus, si un problème particulier est observé lors des travaux, un échantillonnage supplémentaire de chacun des composants (résine et catalyseur) doit être réalisé.



Source : Transports Québec

Figure 17 – Exemple de contenant émaillé

5.3 Quantité à échantillonner

Peu importe le type de produit de marquage et la méthode utilisée lors de l'échantillonnage, il faut prélever 2×1 L d'échantillon provenant d'un même lot de production. De plus, les échantillons doivent être prélevés dans un contenant hermétique de 1 L en métal avec un revêtement intérieur de type émaillé (figure 17).

Il est à noter que pour prévenir l'évaporation des solvants, l'utilisation des contenants en plastique est prohibée, car même si ces contenants semblent hermétiques, certains solvants pourraient s'évaporer à travers leur paroi.

5.4 Procédure d'échantillonnage (principes généraux)

Avant de procéder à l'échantillonnage, l'échantillonneur doit prendre connaissance de la fiche de données de sécurité et porter l'équipement de protection nécessaire. Une fois l'échantillon prélevé, peu importe la méthode utilisée, il faut fermer hermétiquement le contenant sans délai pour prévenir la formation de peau et l'évaporation. Un délai trop long peut modifier les propriétés physico-chimiques du produit. De plus, il faut minimiser la quantité d'air présente dans les contenants, d'où la nécessité de les remplir jusqu'à 1 cm du rebord.



Source : Transports Québec

Figure 18 – Exemple de contenant insuffisamment rempli



Source : Transports Québec

Figure 19 – Exemple de contenant suffisamment rempli

Un non-respect des principes généraux et des méthodes d'échantillonnage décrits ci-après pourrait induire des non-conformités dans les échantillons prélevés et ainsi mener à l'application de pénalités injustifiées. L'évaporation, même minime, peut modifier significativement les propriétés des produits (viscosité, masse volumique, etc.).

Toujours dans un but de préserver l'intégrité de l'échantillon, il faut également éviter de l'exposer à des températures extrêmes entre le moment où il est prélevé et reçu au laboratoire pour les analyses. Ainsi, les échantillons doivent être envoyés dans la semaine suivant le prélèvement.

5.4.1 Procédures décrites dans le *Guide d'échantillonnage des produits de marquage et de mesure de l'épaisseur du film humide*

Les procédures d'échantillonnage, détaillées dans le guide, peuvent avoir lieu **avant les travaux de marquage**. Il s'agit de :

- l'échantillonnage dans un bac-citerne (valve de sortie);
- l'échantillonnage dans un bac-citerne (tube d'échantillonnage);
- l'échantillonnage dans un contenant de 20 L;
- l'échantillonnage lors du chargement du camion traceur;
- l'échantillonnage des microbilles de verre.

Ces procédures doivent être privilégiées puisqu'elles sont réalisées généralement hors chantier et permettent de prélever un échantillon homogène.

5.4.2 Procédures d'échantillonnage alternatives au chantier

Dans un contexte de surveillance des travaux de marquage, il est parfois impossible d'utiliser une des méthodes décrites dans le *Guide d'échantillonnage des produits de marquage et de mesure de l'épaisseur du film humide*, notamment lorsque le produit de marquage est déjà dans le camion traceur au moment de procéder à l'échantillonnage. Une méthode alternative en chantier doit alors être utilisée pour le prélèvement d'un échantillon représentatif du contenu du réservoir.

Peu importe la méthode choisie, l'échantillonneur doit s'assurer que les lieux sont propices et sécuritaires pour procéder à l'échantillonnage.

5.4.2.1 Échantillonnage au fusil applicateur

L'échantillonnage au fusil applicateur est approprié seulement pour les peintures à base d'eau ou peintures alkydes. Avant de procéder au prélèvement, il faut s'assurer qu'il n'y a pas d'eau résiduelle ayant servi au lavage (ou de solvant) dans le tuyau entre le réservoir du camion et le fusil. Pour ce faire, l'entrepreneur doit tracer quelques kilomètres de lignes avant de procéder à l'échantillonnage.

Par la suite, la pression d'application doit être abaissée au minimum et la buse du fusil, enlevée pour permettre un remplissage à basse pression, prévenant ainsi les éclaboussures. De plus, l'échantillonneur doit accorder une attention particulière pour que des débris ne tombent pas dans le contenant d'échantillonnage.

Dans le cas du marquage ponctuel, il est possible de procéder de la même manière après que l'entrepreneur ait tracé quelques marques au sol.

Il ne faut jamais procéder à l'échantillonnage des produits directement après le remplissage des réservoirs. Dans le cas de la peinture à base d'eau, il est inévitable de pomper de l'eau à la fin du chargement pour nettoyer le système de pompage et éviter

qu'il se colmate. La quantité maximale d'eau ajoutée doit être de 10 L pour chaque remplissage, car au-delà de cette quantité, les propriétés physico-chimiques pourraient être modifiées considérablement et avoir une influence sur la performance.

5.4.2.2 Échantillonnage par une valve de dérivation

Certains camions traceurs sont équipés d'une valve de dérivation permettant l'échantillonnage du produit de marquage. Cependant, comme ils sont tous différents, il est difficile d'établir une procédure générale.

Si le camion traceur est équipé d'une valve de dérivation, l'échantillonneur devrait, en premier lieu, s'assurer que l'emplacement de celle-ci fait en sorte que l'échantillon ainsi prélevé est représentatif du contenu du réservoir et que le produit de marquage est bien homogénéisé. Dans certains cas, l'emplacement de la valve peut faire en sorte que l'échantillon soit dilué par de l'eau de lavage, par exemple. Ainsi, si l'intégrité de l'échantillon n'est pas garantie, il faut envisager une autre méthode d'échantillonnage.

5.5 Expédition

Pour les besoins du laboratoire de la DMI, il est obligatoire d'apposer une étiquette (figure 20) sur chacun des contenants.

V-1037	
Fournisseur	
Type de produit	
Couleur	
Code du produit	
Numéro de lot	
Date de fabrication	
Date de réception	
Date d'échantillonnage	
Nom de l'échantillonneur	
Nom du destinataire (si différent)	

Figure 20 – Exemple d'étiquette

Sur l'étiquette, le nom du destinataire correspond à la personne à qui le rapport d'analyse doit être envoyé. Lors d'un premier envoi, il importe d'inscrire l'adresse courriel sur l'étiquette ou d'ajouter une carte professionnelle dans le colis.

Le colis doit être accompagné du formulaire d'expédition V-1037. Le *Guide d'échantillonnage des produits de marquage et de mesure de l'épaisseur du film humide* ou le *Guide de l'utilisateur* précisent les sections à remplir et les renseignements nécessaires pour faciliter le traitement des échantillons à la DMI.

6 *Surveillance des travaux de marquage*

Pour assurer la durabilité du marquage, le surveillant doit vérifier certains aspects durant les travaux, mais également avant et après ceux-ci.

6.1 Avant et pendant les travaux de marquage

6.1.1 Conditions d'application

Les conditions d'application du produit de marquage doivent être respectées. De plus, les travaux de marquage de chaussée ne doivent pas être exécutés lorsque :

- la chaussée est humide ou mouillée;
- le produit risque d'être mouillé par la pluie avant le délai de séchage ou le temps de durcissement;
- la chaussée est contaminée par diverses saletés pouvant nuire à l'adhérence du produit de marquage.

Après une averse, un délai suffisant doit être prévu pour que la chaussée soit complètement sèche avant que le produit de marquage puisse être appliqué.

L'état de la chaussée influence également la durabilité du marquage. Effectivement, les produits de marquage n'adhèrent pas convenablement à la chaussée si cette dernière est recouverte de saletés ou de débris. Il est donc essentiel de réaliser un nettoyage adéquat avant de procéder au marquage.

Pour les peintures à base d'eau, il faut prêter une attention particulière à la température et à l'humidité, qui peuvent influencer de façon importante le temps de séchage. Certains secteurs plus humides doivent faire l'objet d'une surveillance accrue lors des travaux. Dans des cas extrêmes, le temps de séchage pourrait s'échelonner sur plusieurs heures et nécessiter la pose de signalisation supplémentaire, telle que des cônes, pour s'assurer de protéger le marquage.

6.1.2 Prémarquage

Afin de ne pas entraîner de délai supplémentaire pour l'équipe de marquage, il faut s'assurer que le prémarquage est fait et conforme. Ainsi, avant l'arrivée de l'équipe, il est impératif de vérifier que les disques réfléchissants ou les traits de peinture, le cas échéant, sont bien appliqués pour un alignement adéquat des lignes de marquage. Il faut également s'assurer que les symboles de prémarquage sont réalisés et complets pour indiquer le type de ligne à tracer et le type de produit à appliquer, le cas échéant.

6.1.3 Emplacement et alignement

Lorsqu'il s'agit du rafraîchissement, l'équipe de marquage doit effectuer celui-ci au même emplacement que les marques existantes.

Lorsqu'un plan de marquage est fourni par le Ministère, l'entrepreneur doit l'implanter avec exactitude. Le plan de marquage doit clairement indiquer l'emplacement des lignes de marquage ainsi que les autres types de marques (musoirs, flèches, etc.).

- L'alignement longitudinal du marquage ne doit pas dévier transversalement de plus de 25 mm par rapport au plan de marquage.
- La position d'une marque d'une longueur inférieure à 3 m ne doit pas dévier longitudinalement de plus de 25 mm par rapport au plan de marquage.
- Pour une marque d'une longueur supérieure à 3 m, cette tolérance est de 50 mm.

Dans le cas où le marquage est inexistant et si aucun plan de marquage n'est fourni au contrat, l'entrepreneur doit suivre le prémarquage au sol effectué par le surveillant ou son représentant.

6.1.4 Qualité, dimension et définition des marques

Le produit de marquage doit être appliqué de façon uniforme, homogène, nette et précise. Pour le marquage ponctuel, l'entrepreneur doit procéder à l'application du produit de marquage à l'aide d'un fusil à pression. Des gabarits rigides doivent être utilisés pour tracer les symboles au sol. Ceux-ci doivent être en bon état et ne doivent pas nuire à l'atteinte des exigences. Il est interdit d'utiliser du ruban adhésif pour délimiter les formes au sol. Dans le cas où une autre méthode est envisagée, l'entrepreneur doit effectuer une demande par écrit au surveillant.

La dimension des marques doit être conforme aux dispositions du *Tome V – Signalisation routière* et aux spécifications des documents contractuels. La figure 21 présente une ligne double où les lignes sont trop larges et l'espacement entre celles-ci est insuffisant.



Source : Transports Québec

Figure 21 – Exemple de lignes continues doubles trop larges et pas assez espacées

6.1.5 Banc d'essai

Au début des travaux, l'entrepreneur doit faire un banc d'essai afin que sa méthode de marquage soit approuvée par le surveillant. Pour le marquage longitudinal, le banc d'essai peut se faire au même endroit où sont prévus les travaux.

Pour le marquage ponctuel, il est recommandé de procéder à un banc d'essai sur un site témoin. Le site doit se trouver dans un endroit où la circulation est plus limitée, car il peut être possible de s'y référer en cas de litige ou de non-conformité. Au moment de réaliser le site témoin, l'entrepreneur et le surveillant doivent s'entendre sur l'aspect visuel d'un symbole ou deux jugés conformes par les deux parties. Il est également recommandé de mesurer l'épaisseur du film humide à ce moment et de prendre des photos pour documenter le tout.

6.1.6 Taux de pose

La surveillance pendant l'application est essentielle pour assurer la qualité des travaux et ultimement la durabilité du marquage. En effet, un produit appliqué en trop faible quantité risque d'avoir une moins bonne durabilité que si le taux de pose est respecté. De plus, il n'est pas possible de vérifier avec certitude l'épaisseur de produit appliqué après les travaux.

6.1.6.1 Taux de pose et épaisseur exigés

Pour les produits de courte durée, des taux de pose doivent être respectés. Pour les taux de pose de microbilles de verre et de produits de moyenne ou de longue durée, les taux de pose sont à titre indicatif; les contrats sont plutôt basés sur des valeurs de performance relativement à la rétro réflexion et à la durabilité. Pour le marquage longitudinal, les taux de pose sont précisés aux tableaux 5 et 6 en fonction du type de

produit appliqué. Dans le cas où deux lignes de marquage de même couleur requérant des dosages différents sont tracées en même temps, le dosage supérieur devrait être appliqué. Enfin, pour le marquage ponctuel, l'épaisseur est précisée au tableau 7.

Tableau 5 – Taux de pose pour les produits à base de résine époxydique pour le marquage longitudinal

Produit à base de résine époxydique			Microbilles de verre
Enrobé neuf (< 2 mois d'usure)	Enrobé et béton	Raфраîchissement	
66 L/km	60 L/km	39 L/km	2 kg/L

Tableau 6 – Taux de pose pour la peinture alkyde et la peinture à base d'eau pour le marquage longitudinal

Peinture alkyde ou peinture à base d'eau			Microbilles de verre
Enrobé neuf	Raфраîchissement Taux de présence au sol < 50 %	Raфраîchissement Taux de présence au sol ≥ 50 %	
48 L/km	48 L/km	35 L/km ⁽¹⁾	0,6 kg/L

1. Ce taux de pose ne s'applique qu'aux équipes de marquage en régie. En fonction du DJMA, il peut être décidé de conserver un taux de 48 L/km pour le rafraîchissement.

Tableau 7 – Épaisseur à appliquer selon le type de produit utilisé pour le marquage ponctuel

Type de produit	Épaisseur à appliquer (µm)
MMA pulvérisé	Entre 600 et 800
Produit à base de résine époxydique	550
Peinture à base d'eau ou peinture alkyde	400

6.1.6.2 Méthodes de vérification des taux de pose appliqués

Il existe principalement deux méthodes pour procéder à la vérification des taux de pose du marquage longitudinal en chantier :

- la validation des quantités à même les réservoirs du camion traceur;
- la mesure de l'épaisseur du film humide.

6.1.6.2.1 Validation des quantités à même les réservoirs

La méthode par validation des quantités à même les réservoirs permet d'établir le taux de pose en calculant la quantité de peinture appliquée en fonction du nombre de kilomètres de lignes tracées.

Cette méthode exige de l'entrepreneur qu'il fournisse au Ministère un moyen de connaître, de façon précise, la quantité de peinture et de microbilles de verre contenues dans les réservoirs du camion traceur. Généralement, un plan schématique des réservoirs est transmis.

Avant de commencer les travaux, il faut prendre une mesure du niveau du produit de marquage dans les réservoirs (niveau de peinture initiale). Par la suite, des mesures doivent être prises au cours des travaux et avant tout remplissage des réservoirs pour déterminer, à l'aide du schéma du réservoir fourni, la quantité de peinture appliquée en litres (différence entre la seconde mesure et la mesure initiale). À partir du nombre de kilomètres parcourus entre les deux mesures, le taux de pose (L/km) peut être calculé.

Les mesures peuvent être prises avec une règle ou un appareil au laser. Il faut toutefois s'assurer de prendre toutes les mesures avec le même point de référence. La figure 22 indique le point de référence choisi, qui se trouve sous le pourtour de l'ouverture du réservoir. Dans la figure 23, il est possible de voir que la personne se place selon le point de référence choisi pour prendre la mesure de la quantité du produit de marquage dans le réservoir.



Source : Transports Québec

Figure 22 – Exemple de point de référence pour la prise de mesures



Source : Transports Québec

Figure 23 – Prise de mesures en fonction du point de référence

Pour déterminer le nombre de kilomètres de lignes tracées, il est possible d'utiliser l'odomètre du camion traceur ou de tout autre véhicule. Il faut simplement s'assurer qu'il est calibré. Pour ce faire, il existe des kilomètres étalons sur le réseau du Ministère pour procéder à cette vérification. La zone permettant de calibrer l'odomètre d'un véhicule est indiquée par le panneau « Km étalon » (figure 24).



Figure 24 – Panneau « Km étalon »

6.1.6.2.2 Mesure de l'épaisseur du film humide

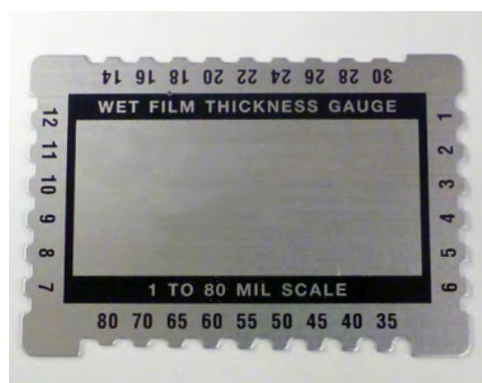
L'utilisation d'une jauge d'épaisseur donne un très bon aperçu de l'épaisseur réelle du film humide. Elle peut être utilisée pour tout produit, autant pour le marquage longitudinal que ponctuel. Toutefois, cette méthode demeure moins précise que la méthode par validation des quantités à même les réservoirs. Il est donc important de suivre une procédure rigoureuse pour obtenir les mesures les plus justes possible.

Les jauges mesurent l'épaisseur soit en micromètres (μm) (figure 25), soit en millièmes de pouce (mil) (figure 26), ou elles donnent les deux possibilités.



Source : Transports Québec

Figure 25 – Jauge d'épaisseur (μm)



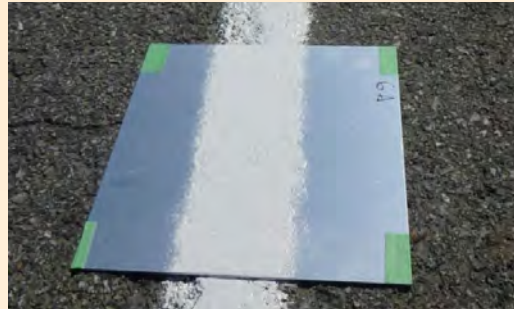
Source : Transports Québec

Figure 26 – Jauge d'épaisseur (mil)

La procédure qui suit explique comment mesurer adéquatement l'épaisseur du film humide à l'aide d'une jauge d'épaisseur.

1. Placer un support lisse et rigide au sol sur lequel le produit de marquage sera appliqué. Il ne faut aucune microbille pour ne pas biaiser les résultats.

- Utiliser une plaque de plexiglas, une plaque d'aluminium ou toute autre surface lisse comme support.
- Ne jamais mesurer l'épaisseur du film humide directement sur la chaussée, car sa surface est irrégulière.

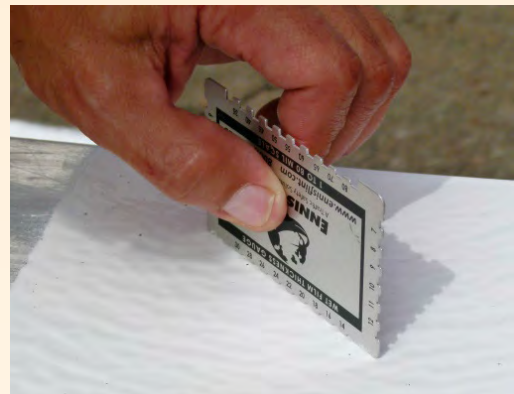


Source : Transports Québec

Figure 27 – Plaque au sol avec marquage

2. Apposer la jauge d'épaisseur verticalement et à angle droit dans le film humide.

- Apposer la jauge le plus rapidement possible après l'application du produit de marquage pour éviter qu'il se forme une peau pouvant fausser la mesure.
- S'assurer que les deux extrémités de la jauge sont fermement appuyées sur la surface du support.
- Ne pas prendre de mesures sur les côtés de la ligne, car l'épaisseur peut être différente de celle du centre de la ligne.



Source : Transports Québec

Figure 28 – Prise de mesures

3. Retirer la jauge du film humide et repérer la dernière dent marquée par le produit.

- L'épaisseur réelle du film humide se situe entre la dernière dent marquée et la suivante non marquée (faire la moyenne des deux mesures). La figure 29 illustre un exemple de calcul.

4. Nettoyer rapidement la jauge après chaque utilisation.

- Prendre soin de bien nettoyer les extrémités de la jauge et chacune des dents.
- Utiliser un linge et un solvant de nettoyage approprié si nécessaire.

5. Prendre trois mesures pour faire une moyenne plus représentative de l'épaisseur appliquée.

Dans l'exemple qui suit, la mesure inscrite sur la dernière dent marquée est 406 μm et celle sur la suivante non marquée est 457 μm . Selon le calcul de la moyenne de ces deux mesures, l'épaisseur réelle du film humide obtenue est 432 μm ou 17 mils $((406 \mu\text{m} + 457 \mu\text{m})/2)$.

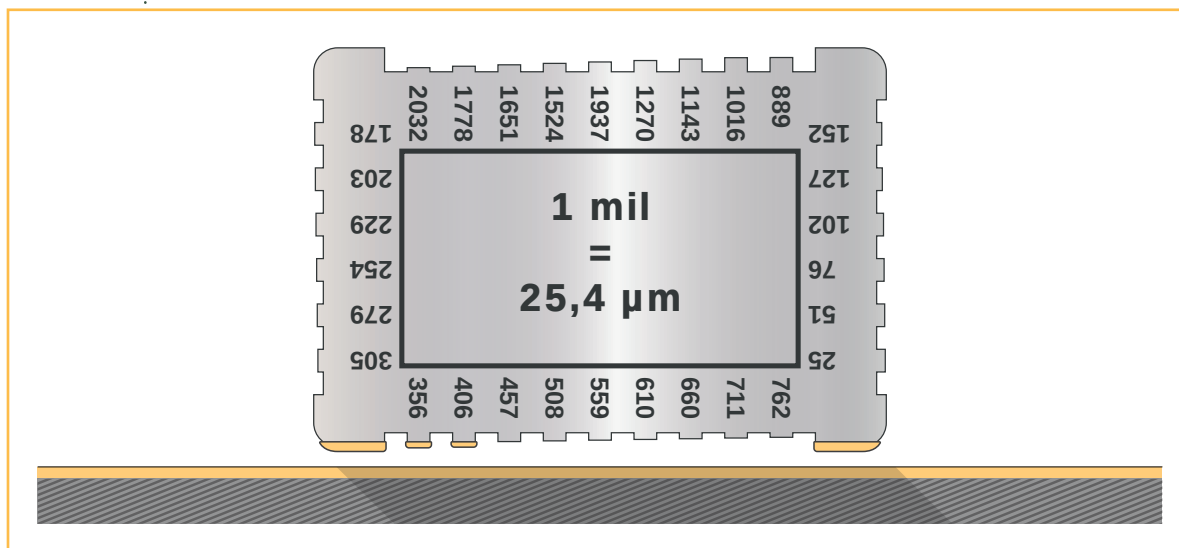


Figure 29 – Exemple de calcul de l'épaisseur du film humide

L'aspect «vagué» du film de peinture est la principale source d'erreur par rapport à la mesure. Le fait de prendre plusieurs mesures, comme montré à la figure 30, permet de réduire cette erreur.

Pour diminuer encore plus l'erreur liée à la mesure de l'épaisseur, il faut apposer et retirer la jauge dans un mouvement continu sans la laisser trop longtemps dans le produit de marquage. Il est à noter que certains types de produits ont tendance à être «attirés» par la jauge d'épaisseur (surévaluation), tandis que d'autres ont tendance à être «repoussés» (sous-évaluation). Un utilisateur expérimenté obtient généralement une précision d'environ 10%.

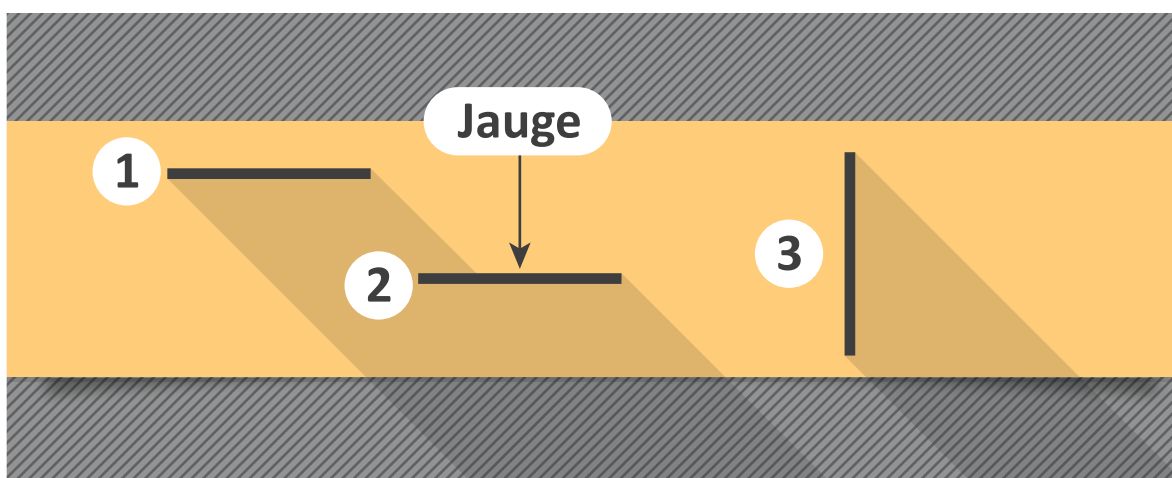


Figure 30 – Exemple de prise de mesures (vue en plan)

- ⋮ Le tableau 8 montre différentes épaisseurs en fonction des principaux taux de pose
- ⋮ utilisés au Ministère, toujours à partir d'une ligne de 120 mm de large.

Tableau 8 – Épaisseur humide calculée en fonction du taux de pose

Taux de pose (L/km)	35	48	60	66
Épaisseur en $\mu\text{m}^{(1)}$	292	400	500	550
Épaisseur en mil ⁽²⁾	11,50	15,75	19,70	21,65

1. Épaisseur humide théorique pour une ligne de 120 mm de large.

2. Conversion mathématique à partir de l'épaisseur en μm ($25,4 \mu\text{m} = 1 \text{ mil}$).

6.1.6.3 Marquage longitudinal

Pour la peinture à base d'eau et la peinture alkyde, l'équipe de marquage est responsable du respect du taux de pose. Elle doit avoir en tout temps un système de contrôle des quantités de produits appliqués, et prendre les mesures nécessaires pour valider le taux de pose du produit de marquage et des microbilles de verre appliqués. Toutefois, une bonne pratique pour le surveillant est de procéder à certaines vérifications durant les travaux de marquage avec une des deux méthodes précédemment décrites.

Pour ce qui est d'un produit à base de résine époxydique, la vérification du taux de pose n'est pas obligatoire, car l'entrepreneur est normalement soumis à des exigences de performance. Cependant, aux fins de vérification, le surveillant peut procéder au contrôle du taux de pose par la méthode de mesure du film humide. La méthode de validation avec les quantités dans les réservoirs est davantage complexe, puisqu'il y a deux réservoirs sur le camion traceur, soit un pour chacun des composants du produit de marquage.

Afin de s'assurer des taux de pose réellement appliqués en régie par les camions traceurs, le Ministère a élaboré deux procédures de vérification du calibrage des camions pour les taux de pose de la peinture et des microbilles de verre. Ces procédures sont présentées en annexe.

6.1.6.4 Marquage ponctuel

La seule méthode applicable pour déterminer le taux de pose sur un symbole de marquage ponctuel est celle de la mesure de l'épaisseur du film humide. Cependant, comme l'application se fait généralement en plusieurs passages successifs avec un fusil à pression, le surveillant doit demeurer vigilant pour s'assurer que l'épaisseur appliquée sur la plaque demeure représentative de celle appliquée sur le sol.

6.1.7 Incrustation

Les travaux d'incrustation consistent à rainurer mécaniquement la chaussée (enrobé ou béton) uniquement aux endroits où les lignes de marquage seront tracées. Le marquage appliqué dans ces tranchées est davantage protégé des opérations de déneigement et du passage des véhicules, augmentant ainsi sa durabilité.

Le marquage incrusté est réalisé sur les nouvelles couches d'usure où plus de 50 000 véhicules par jour circulent annuellement et sur les nouvelles chaussées en béton. Dans tous les cas, la profondeur d'incrustation est de 3 à 5 mm. Le marquage incrusté peut aussi s'avérer une solution permettant de répondre à des problèmes récurrents de durabilité à un endroit particulier. Dans ce cas, la profondeur d'incrustation est généralement de 1 à 2 mm.

6.1.7.1 Éléments généraux pour tous les types de chaussées

Peu importe le type de chaussée, l'incrustation doit avoir un fini lisse et propre avant l'application du produit de marquage. Le surveillant doit donc prêter une attention particulière à ces éléments puisque ceux-ci auront une influence directe sur la durabilité des lignes de marquage. Les figures 31 à 34 montrent des exemples de finis conformes et non conformes auxquels le surveillant peut se référer.



Source : Transports Québec

Figure 31 – Exemple d’incrustation au fini lisse conforme



Source : Transports Québec

Figure 32 – Exemple d’incrustation au fini lisse conforme (vue rapprochée)



Source : Transports Québec

Figure 33 – Exemple d’incrustation au fini inégal avec des crêtes (non conforme)

⋮



Source : Transports Québec

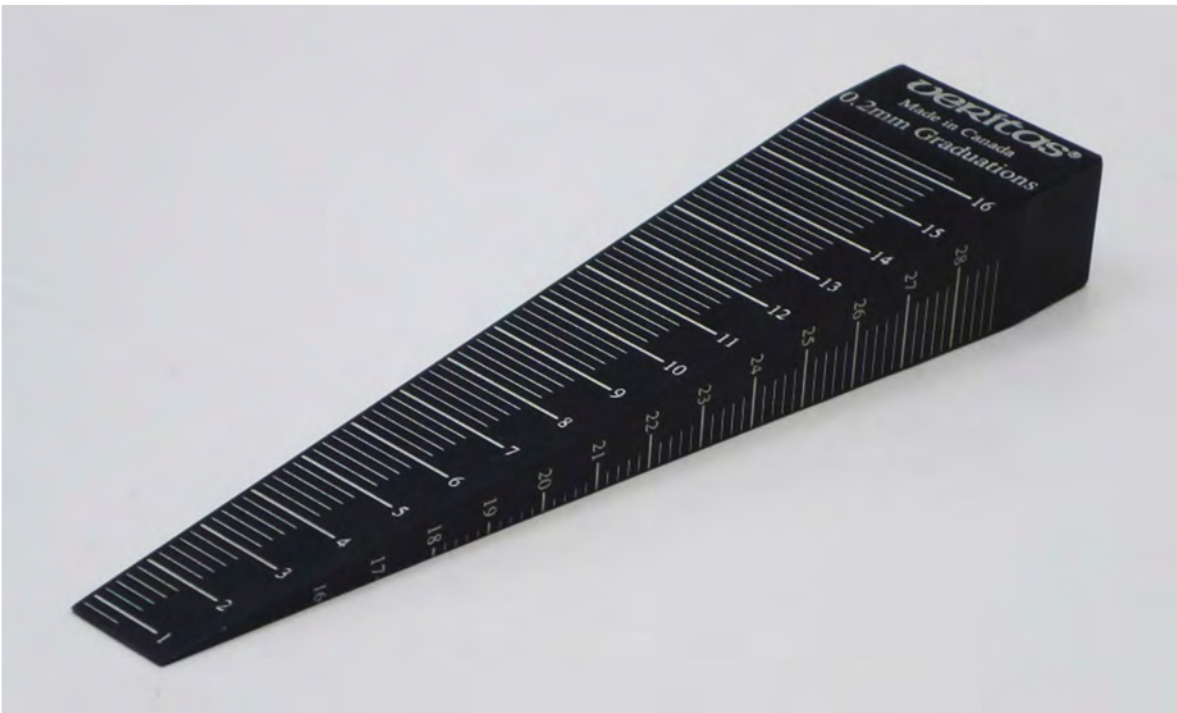
Figure 34 – Exemple d’incrustation au fini rugueux (non conforme)

6.1.7.2 Banc d'essai avant les travaux d'incrustation

Au début des travaux, l'entrepreneur doit réaliser un banc d'essai de 50 m pour faire approuver sa méthode d'incrustation par le surveillant. Lors du banc d'essai, les éléments suivants doivent être documentés et validés par le surveillant, dont :

- les dimensions de l'incrustation;
 - la largeur;
 - la profondeur;
 - la longueur (ligne discontinue);
- le fini;
- la propreté.

Pour déterminer la profondeur de l'incrustation, le surveillant doit utiliser une jauge conique (figure 35) et une règle. Il suffit de déposer la jauge conique dans l'incrustation et de la glisser sous une règle déposée de façon à l'appuyer de part et d'autre de la tranchée, comme présenté à la figure 36.



Source : Transports Québec

Figure 35 – Exemple de jauge conique



Source : Transports Québec

Figure 36 – Exemple de mesure avec la jauge conique

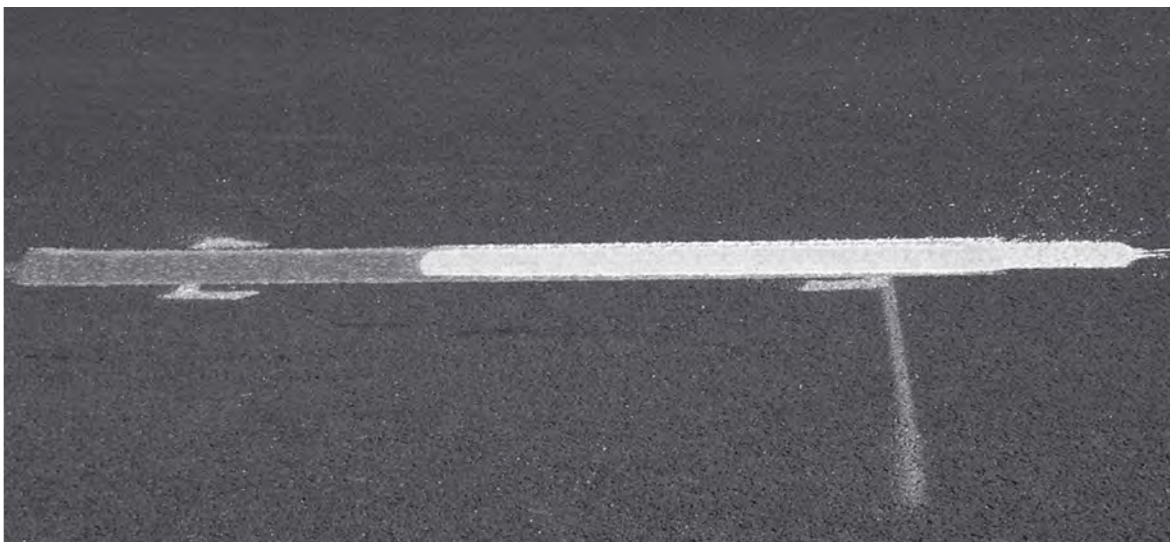
Si la technique est jugée non conforme, les correctifs doivent être apportés par l'entrepreneur et celui-ci doit effectuer un autre banc d'essai de 50 m. Les bancs d'essai peuvent être réalisés à l'endroit prévu pour le marquage.

6.1.7.3 Réalisation des travaux d'incrustation

Lors des travaux, la vérification de la profondeur d'incrustation doit être accomplie avant le marquage. Des mesures doivent être prises à plusieurs endroits et sur toute la largeur de l'incrustation pour assurer de satisfaire aux exigences quant à la profondeur. Pour ce faire, l'entrepreneur doit prendre les mesures à la fréquence prévue dans les documents. Il doit enregistrer les résultats de ces mesures par écrit et les transmettre au surveillant. Tout au long des travaux, le surveillant devrait, de façon aléatoire, valider les dimensions, le fini et la propreté de l'incrustation afin d'exiger des correctifs, le cas échéant. La profondeur de l'incrustation ne peut pas être mesurée après les travaux de marquage.

À la fin des travaux, le surveillant doit s'assurer que les résidus d'incrustation sont éliminés selon les exigences des documents contractuels. Par la suite, le marquage est fait entièrement à l'intérieur de l'incrustation.

- ⋮ La figure 37 illustre deux non-conformités, soit le non-respect du prémarquage
- ⋮ (incrustation décalée) et l'application du produit de marquage en dehors de l'incrustation.



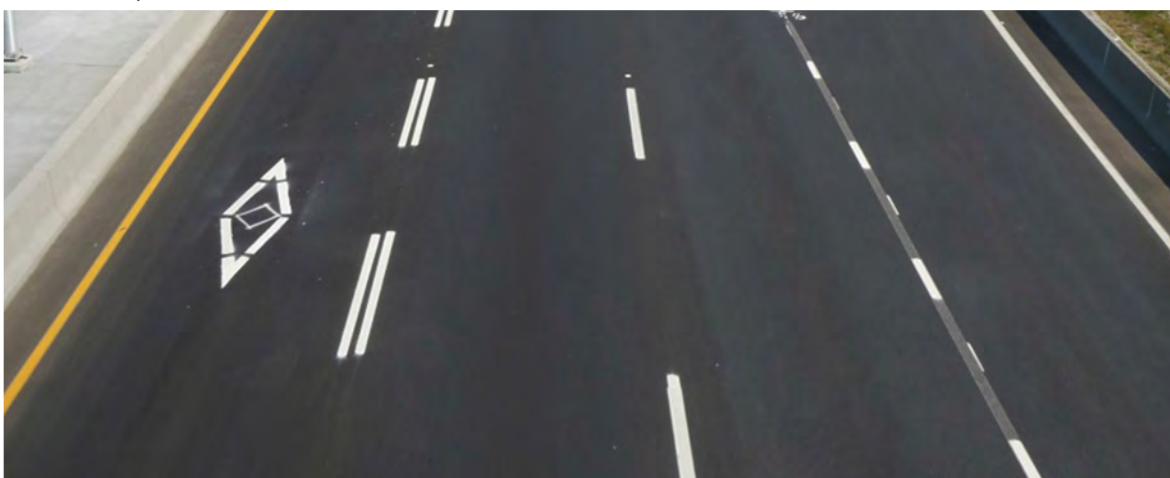
Source : Transports Québec

Figure 37 – Exemple d’alignement non conforme

6.1.7.4 Incrustation sur chaussée en enrobé

En plus des éléments généraux décrits précédemment, d’autres éléments doivent faire l’objet d’une surveillance lors de travaux d’incrustation sur chaussée en enrobé. En effet, pour assurer de ne pas altérer la chaussée neuve, un délai minimal de sept jours doit être respecté entre la pose de l’enrobé et les travaux d’incrustation.

L’incrustation doit être réalisée uniquement aux endroits où le marquage est fait, tout en respectant les plans de marquage. Par exemple, pour une ligne discontinue, l’incrustation doit aussi être discontinue. La figure 38 présente un exemple non conforme de ligne discontinue dans une incrustation continue.



Source : Transports Québec

Figure 38 – Exemple de ligne discontinue dans une incrustation continue (non conforme)

Les dimensions de l'incrustation (figure 39) doivent être les suivantes :

- la largeur d'incrustation doit être de 135 à 150 mm;
- la longueur d'incrustation pour les lignes discontinues peut dépasser le marquage d'au maximum 150 mm à chaque extrémité;
- la profondeur d'incrustation doit être de 3 à 5 mm sur toute la largeur.

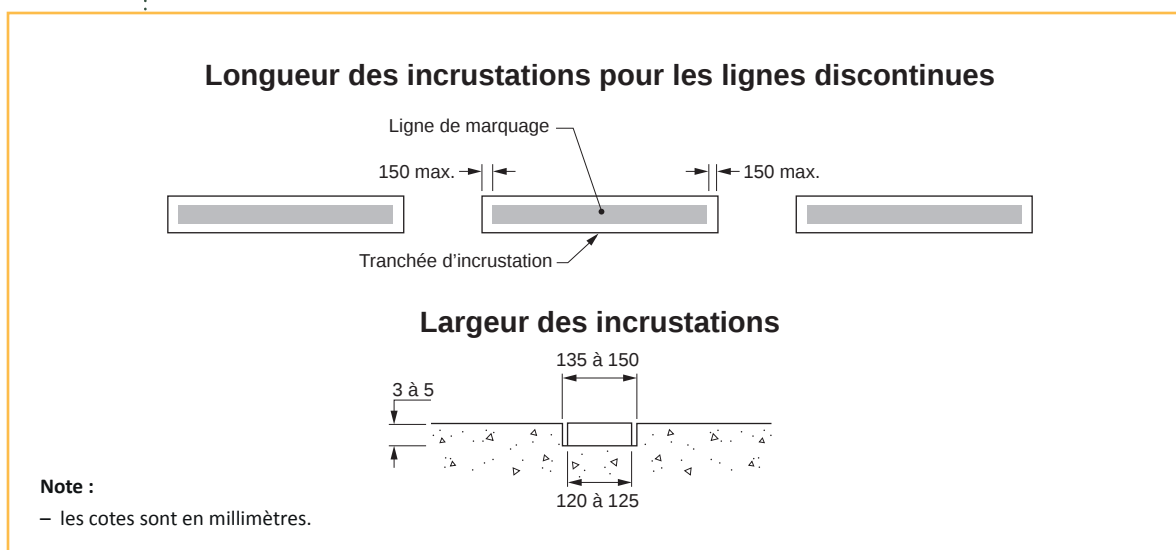


Figure 39 – Dimensions de l'incrustation sur chaussée en enrobé

6.1.7.5 Incrustation sur chaussée en béton

En plus des éléments généraux, d'autres éléments doivent faire l'objet d'une surveillance lors de travaux d'incrustation sur chaussée en béton. En effet, pour assurer une cure adéquate du béton, les travaux d'incrustation ne peuvent pas être accomplis moins d'un an après la construction de la chaussée en béton, d'où la nécessité d'un marquage temporaire adéquat avec un produit à base de résine époxydique.

L'incrustation doit être réalisée en une seule opération tout en respectant les plans de marquage. De plus, pour des raisons techniques, les travaux d'incrustation ne doivent pas être exécutés sur une surface mouillée.

La distance entre le bord de l'incrustation et le joint longitudinal doit être d'au moins 35 mm afin d'éviter les épaufrures. La distance recommandée est de 50 mm, avec une tolérance de 15 mm. Lorsque la ligne du joint a une géométrie brisée, l'entrepreneur doit s'ajuster pour s'assurer d'un bon alignement visuel de la ligne de marquage dans le respect de la configuration de la route. À moins d'indication contraire du concepteur, l'incrustation doit être localisée du côté droit du joint longitudinal (figure 40).

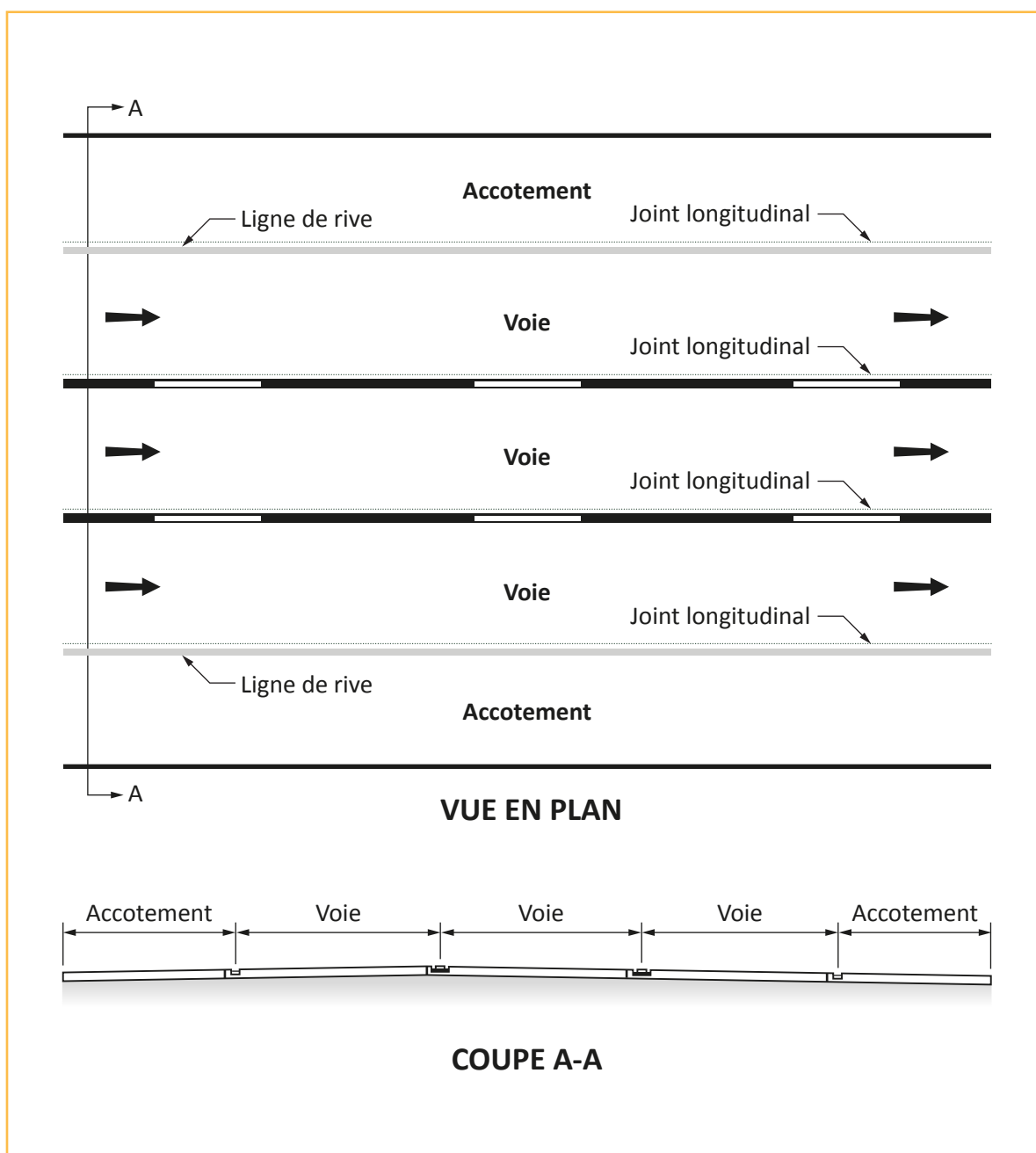


Figure 40 – Exemple d’emplacement du marquage incrusté

Les dimensions de l'incrustation (figure 41) doivent être les suivantes :

- pour les lignes de rive et de continuité, la largeur d'incrustation doit être de 135 à 150 mm;
- pour les lignes de délimitation des voies, la largeur d'incrustation doit être de 250 à 265 mm;
- la profondeur d'incrustation doit être de 3 à 5 mm sur toute la largeur.

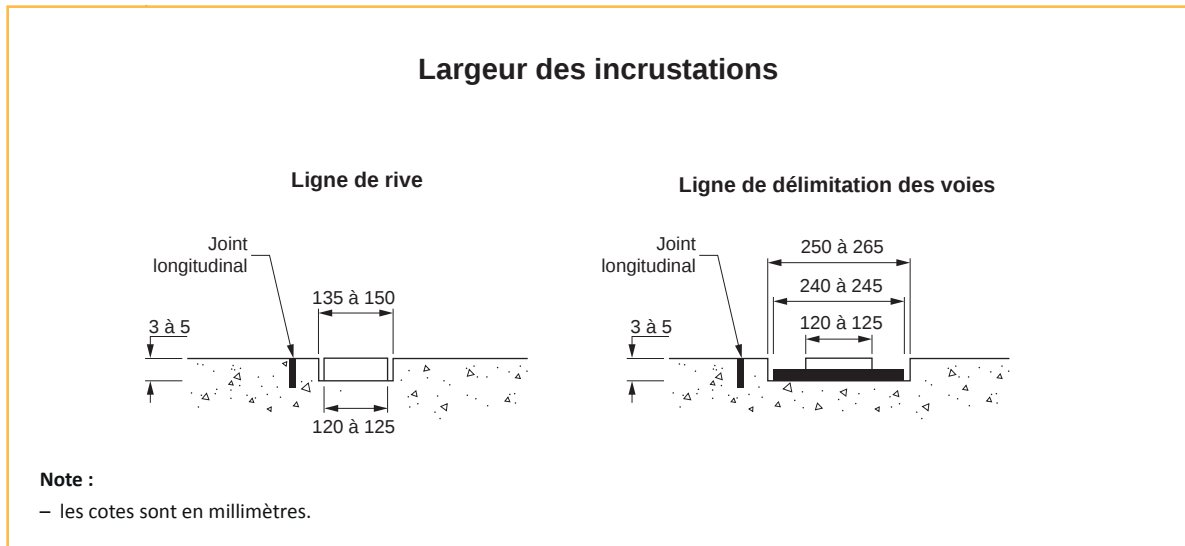


Figure 41 – Dimensions de l'incrustation sur chaussée en béton

Lorsque les travaux sont réalisés près des joints transversaux de la dalle, le surveillant doit porter une attention particulière à la profondeur de l'incrustation pour que le produit de colmatage (figures 42 à 44) servant au scellement des joints ne soit pas arraché par les équipements mécaniques. Le produit de colmatage se trouvant généralement entre 6 et 9 mm sous la surface, la profondeur d'incrustation ne doit pas être supérieure à 5 mm.

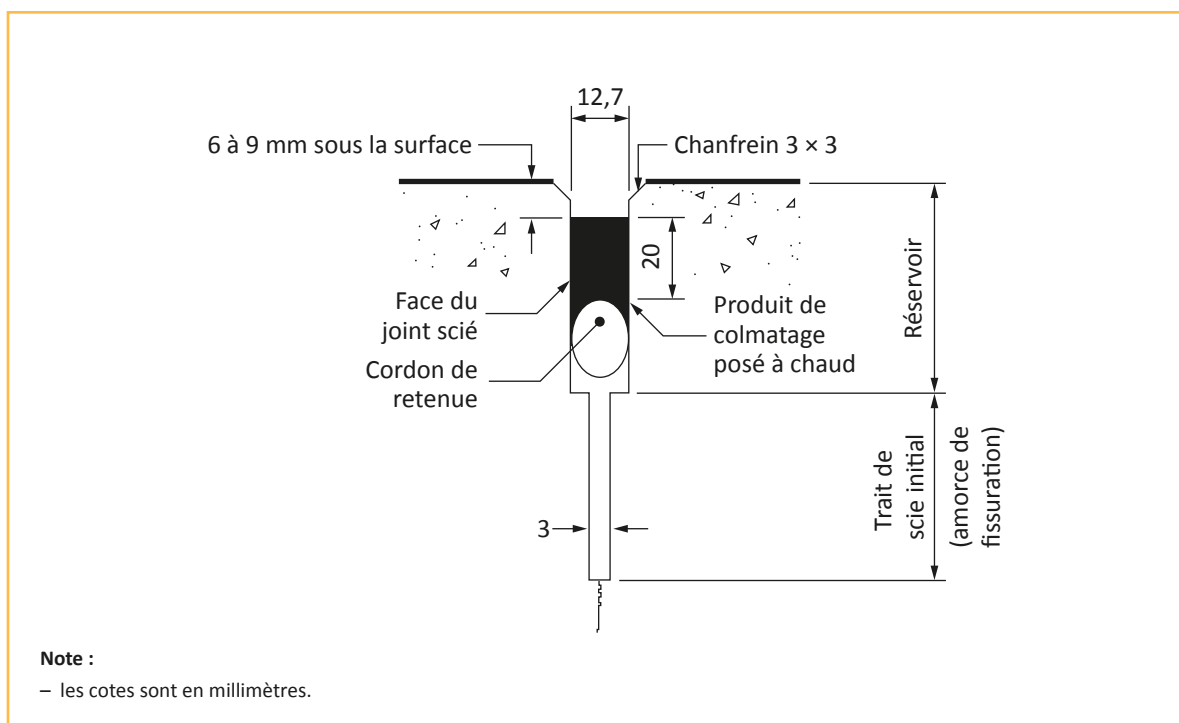


Figure 42 – Produit de colmatage posé à chaud

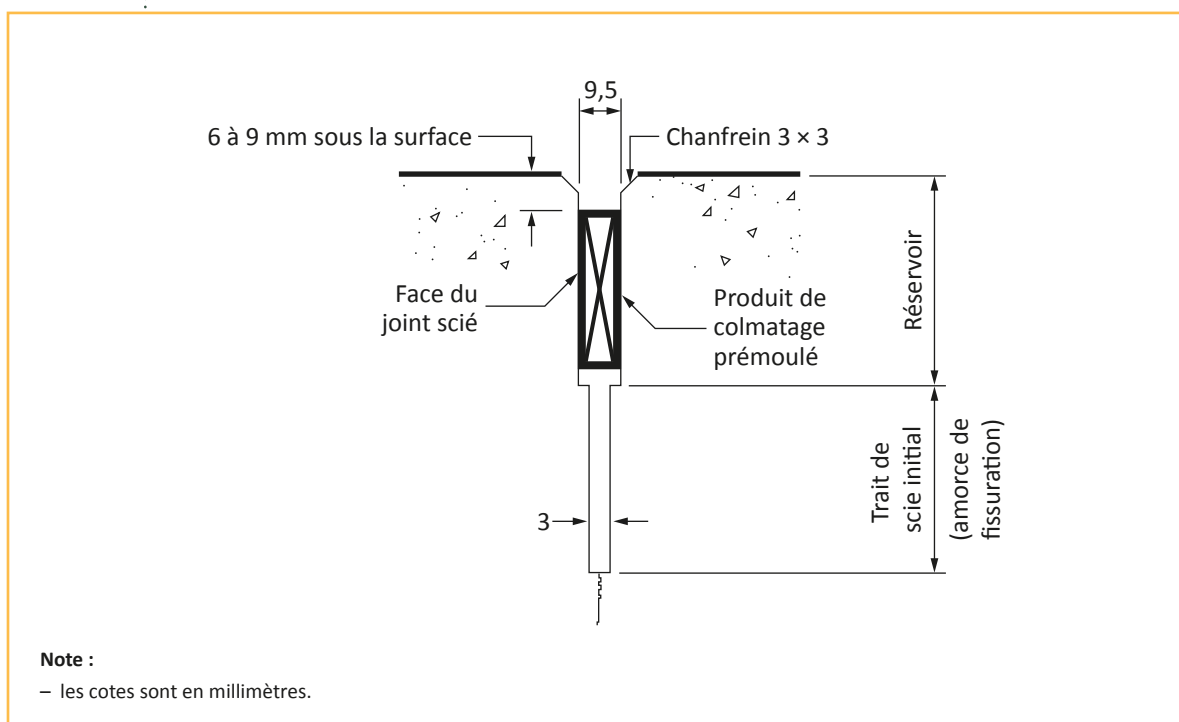


Figure 43 – Produit de colmatage prémoulé



Source : Transports Québec

Figure 44 – Arrachement du produit de colmatage prémoulé

6.1.8 Remise en état des lieux

L'entrepreneur doit remettre la route dans le même état qu'avant le début des travaux. Le nettoyage de l'équipement est interdit sur les voies de circulation et dans l'emprise du Ministère.

Pour le marquage ponctuel, lorsque la peinture est complètement sèche, l'entrepreneur doit souffler le surplus de microbilles de verre sur la chaussée à l'aide d'un jet d'air puissant. Cette étape est primordiale, car les microbilles de verre rendent la chaussée très glissante.

6.2 Après les travaux de marquage

Dans les jours suivant la fin des travaux de marquage, le surveillant doit prêter une attention particulière à la rétroreflexion (pour tous les types de produits ou de peintures) et au phénomène de noircissement des produits à base de résine époxydique.

6.2.1 Rétroreflexion

La vérification de la rétroreflexion doit être réalisée à l'aide d'un rétroreflectomètre mobile ou d'un appareil manuel qui satisfait aux exigences de la norme ASTM E1710 « Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN-Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer ».

Le texte qui suit est tiré du *Guide sur la rétroreflexion du marquage routier – Principes et évaluation*, publié par le Ministère, qui traite des principes de base de la visibilité de nuit du marquage routier ainsi que des méthodes d'évaluation. Le surveillant peut s'y référer pour approfondir ses connaissances sur la rétroreflexion.

6.2.1.1 Principes de base de la rétro réflexion

La rétro réflexion, qui définit la visibilité de nuit du marquage routier, est l'élément le plus important concernant la sécurité des usagers de la route qui circulent le soir ou la nuit (faible luminosité). En l'absence d'une source lumineuse extérieure (lampadaire), la visibilité des lignes de marquage est alors assurée essentiellement par la lumière des phares du véhicule qui est rétro réfléchée vers l'œil du conducteur.

La rétro réflexion de la lumière des phares est principalement assurée par l'ajout de microbilles de verre sphériques sur et dans le produit de marquage lors de la pose de ce dernier. L'ajout des microbilles se fait soit par jet à pression, soit par gravité au moyen de fusils applicateurs (figure 45) situés directement à l'arrière de celui servant à appliquer le produit de marquage.

Les microbilles de verre agissent comme de petits miroirs qui rétro réfléchissent la lumière des phares vers l'œil du conducteur, rendant ainsi les lignes de marquage plus brillantes.



Source : Transports Québec

Figure 45 – Exemple de fusils applicateurs de microbilles de verre

La rétro réflexion est exprimée par le coefficient de luminance rétro réfléchée (R_L). Celui-ci est mesuré par le ratio de luminance (L) de la ligne de marquage dans la direction d'observation divisée par l'illumination (E_L) mesurée à la normale par rapport à la chaussée.

$$R_L = L/E_L$$

Ce coefficient de luminance rétroréfléchie (R_L) est exprimé en millicandelas par mètre carré par lux ($\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lux}^{-1}$).

Comme mentionné précédemment, la rétroréflexion est régie selon des paramètres géométriques définis par des normes internationales (CEN EN 1436 et ASTM E1710). Ces paramètres géométriques simulent la visibilité, par le conducteur, du marquage à une distance de 30 m lorsque celui-ci est éclairé avec les phares d'une automobile (standard) situés à 0,65 m de hauteur et que l'observateur (yeux) se trouve à 1,20 m de hauteur, comme illustré à la figure 46.

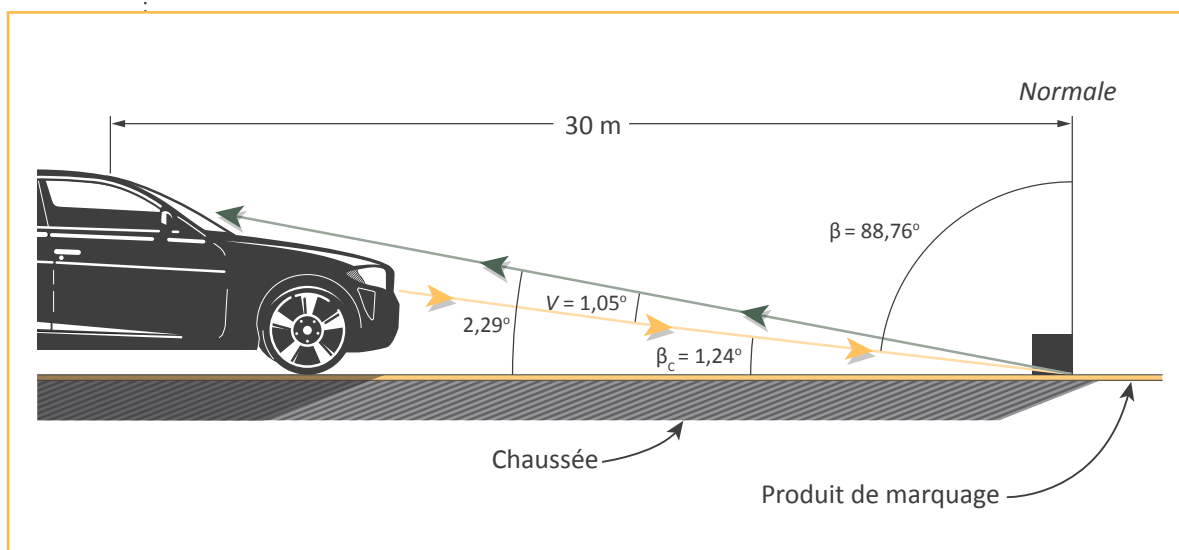


Figure 46 – Géométrie de la rétroréflexion

6.2.1.2 Microbilles de verre

Les microbilles de verre utilisées par le Ministère ne sont pas homologuées, mais doivent respecter les spécifications techniques prévues au *Tome VII – Matériaux*. Outre les exigences portant sur la sphéricité, les imperfections, la granularité, l'indice de réfraction, les revêtements de surface (hydrofuge et d'adhérence) et la teneur maximale en contaminants, la norme oblige les fabricants à inclure minimalement 90% de résidus de verre provenant d'un procédé industriel (préconsommation) ou de verre récupéré après usage qui aurait normalement rejoint le flux des déchets (postconsommation).

6.2.1.3 Facteurs influençant la rétroréflexion

Les facteurs influençant la rétroréflexion sont liés directement aux microbilles de verre ou à des causes externes.

Pour que le retour de lumière soit optimal, sept caractéristiques intrinsèques aux microbilles de verre doivent être respectées.

- Elles doivent être sphériques et exemptes d'imperfections (**qualité**).
- Elles doivent avoir un indice réfractaire d'au moins 1,50 (**indice réfractaire**).
- Elles doivent être enfoncées entre 40% et 60% dans le produit de marquage (**niveau de pénétration**).
- Elles doivent être en quantité suffisante (sans excès) pour assurer un retour optimal de la lumière (**quantité**).
- Elles doivent être dispersées adéquatement dans le produit de marquage pour assurer la rétention de la rétroréflexion (**dispersion**).
- Elles doivent être recouvertes des deux revêtements prescrits par le Ministère pour assurer la rétention de la rétroréflexion (**revêtement**).
- La qualité du pigment (couleur) a aussi une incidence sur la rétroréflexion, car c'est ce qui joue le rôle de « miroir » avec les microbilles de verre pour rétroréfléchir la lumière (**qualité du pigment**).

Outre les facteurs directement liés aux microbilles de verre, plusieurs facteurs externes peuvent aussi avoir une grande influence sur la rétroréflexion. De façon générale, la rétroréflexion diminue considérablement lorsque les microbilles de verre sont recouvertes d'un « corps étranger ».

- La **saison hivernale** est l'élément ayant le plus d'incidence sur la diminution de la rétroréflexion. En plus de la neige et des abrasifs (sable et autres) qui peuvent recouvrir les microbilles de verre, le sel appliqué sur la route a un effet direct sur la visibilité de nuit (parfois même de jour), puisque, lorsque la chaussée sèche, le sel en solution se dépose à la surface des microbilles de verre et les obstrue. Les activités de déneigement vont également briser ou arracher les microbilles de verre, occasionnant ainsi une perte de rétroréflexion.
- La **pluie** agit aussi directement sur le niveau de rétroréflexion. Même une légère bruine fait diminuer la rétroréflexion. Lorsque les microbilles de verre sont recouvertes d'une mince couche d'eau, la lumière provenant des phares subit une réflexion diffuse au contact de l'eau.
- Les **autres substances** masquant les microbilles influencent également la rétroréflexion. Lorsque les microbilles de verre sont masquées par une autre substance (débris, saletés, traces de freinage, huile, etc.), la lumière provenant des phares n'atteint pas les microbilles de verre et, par le fait même, ne peut pas être rétroréfléchie vers l'œil du conducteur.

- La **technique de projection** des microbilles de verre utilisée peut aussi avoir un effet sur la rétro réflexion, car une légère bruine de peinture peut être projetée à la surface des microbilles de verre au moment de l'application et venir les masquer. La technique de projection des microbilles peut aussi faire en sorte qu'elles roulent au contact du produit de marquage et créent ainsi un léger ourlet sur un des côtés des microbilles.
- L'**irrégularité du revêtement** fait en sorte qu'un phénomène d'ombrage peut diminuer la rétro réflexion.

6.2.1.4 Évaluation visuelle

Pour évaluer rapidement la rétro réflexion d'un nouveau marquage ou d'un marquage existant, une méthode d'évaluation visuelle peut être réalisée de jour ou de nuit. L'évaluation visuelle ne sert qu'à établir un ordre de grandeur et ne peut pas être utilisée pour établir la conformité de la rétro réflexion.

L'évaluation visuelle de jour permet d'évaluer rapidement la qualité de la pose des microbilles de verre et de déterminer les sections problématiques (sombres). Le principe est de simuler la rétro réflexion de nuit en remplaçant les phares d'un véhicule par la lumière du soleil (figure 47).

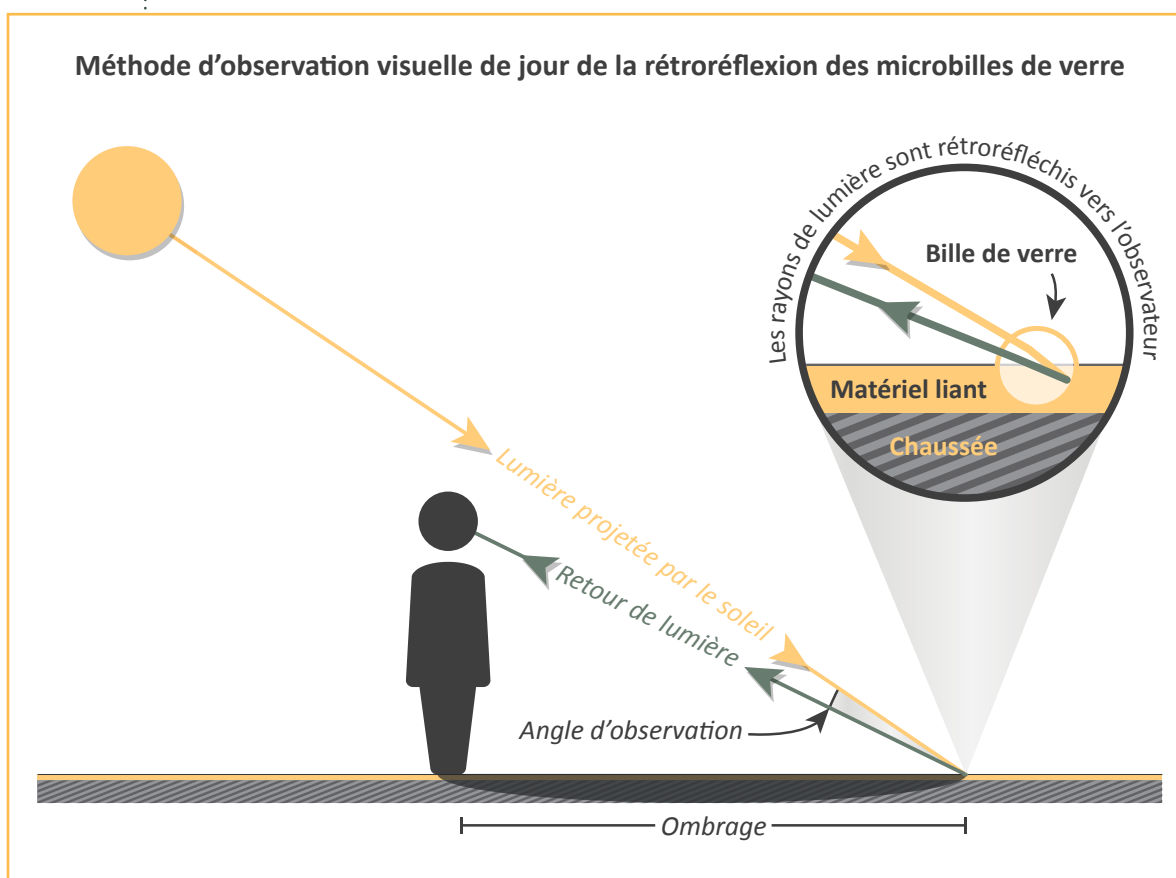


Figure 47 – Détermination visuelle de la rétro réflexion

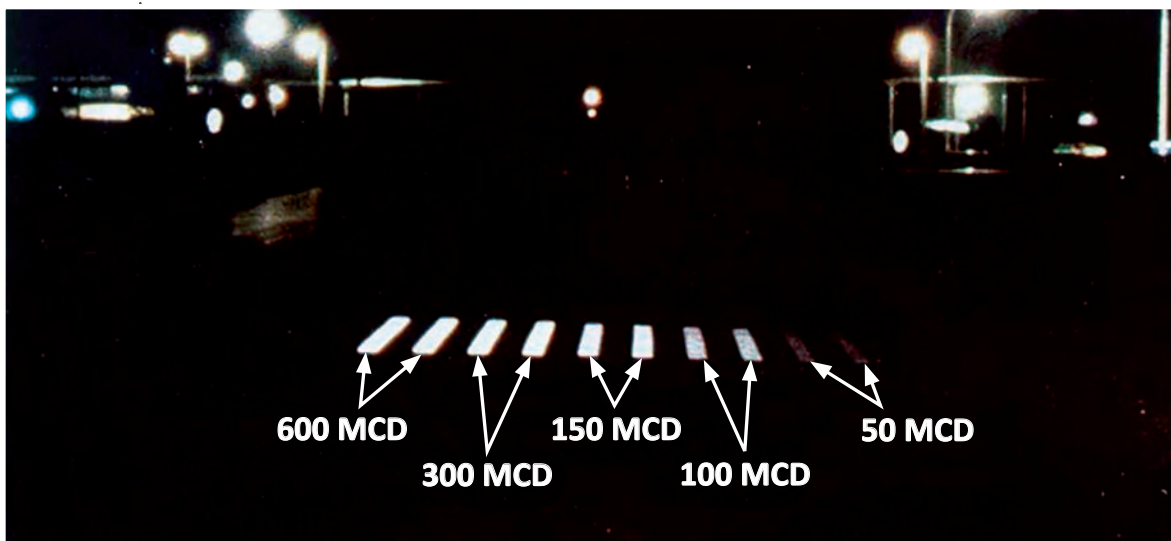
Pour obtenir un meilleur résultat, l'évaluation doit être faite lorsque le soleil est le plus bas, soit tôt le matin, soit en fin de journée. Si les microbilles de verre sont correctement enfoncées (niveau de pénétration) et dispersées, la ligne de marquage, directement au-dessus de l'ombre, émettra alors un rayonnement éclatant et uniforme (figure 48).



Source : Transports Québec

Figure 48 – Exemple de dispersion adéquate des microbilles de verre

L'évaluation visuelle de nuit permet aussi de déterminer rapidement les sections problématiques. Toutefois, cette méthode ne permet pas d'établir avec exactitude la mesure de rétroréflexion. La figure 49 illustre qu'au-delà de $150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{luxe}^{-1}$, il est difficile de distinguer les différents niveaux de rétroréflexion.



Source : 3M

Figure 49 – Détermination visuelle de la rétroréflexion

Lorsque la valeur de la rétroréflexion est en dessous de $100 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lux}^{-1}$, la détection des lignes de marquage est difficile pour un usager de la route. Il s'agit donc du seuil minimal de visibilité.

6.2.1.5 Évaluation avec un appareil portable ou mobile

Pour établir la conformité de la rétroréflexion, il est impératif d'utiliser un rétroreflectomètre portable ou mobile, respectivement présenté aux figures 50 et 51. Dans les deux cas, la procédure d'évaluation est décrite dans le *Guide sur la rétroréflexion du marquage routier – Principes et évaluation*.



Source : Transports Québec

Figure 50 – Rétroreflectomètre portable



Source : Transports Québec

Figure 51 – Rétroreflectomètre mobile monté sur un véhicule

Lorsque l'évaluation est faite sur du marquage nouvellement appliqué, il est recommandé d'attendre environ deux semaines avant de procéder à la prise de mesures, mais sans dépasser six semaines après l'application. Cette période d'attente minimale est nécessaire pour limiter les facteurs externes (microbilles qui n'ont pas adhéré ou film de peinture recouvrant celles-ci) pouvant mener à des valeurs erronées. De plus, les 50 premiers mètres d'un marquage nouvellement appliqué devraient être évités, car ils peuvent ne pas être représentatifs de l'ensemble du contrat. En effet, l'équipe de marquage a souvent des ajustements à faire sur le camion traceur pour atteindre le taux de pose visé.

Que ce soit dans le cas de l'évaluation d'un nouveau marquage ou d'un marquage existant, il faut absolument que la ligne de marquage soit sèche lors de la prise de mesures de rétro réflexion. La prise de mesures doit donc être interrompue dès l'apparition des premières gouttes de pluie, puisque l'eau à la surface de la ligne de marquage a un effet très négatif sur la rétro réflexion. Si la prise de mesures doit être faite tôt au printemps, il faut attendre au moins deux averses de pluie abondante pour permettre un bon nettoyage de la chaussée (sel déglacant, abrasif, etc.).

6.2.2 Qualité des travaux effectués avec un produit à base de résine époxydique

Après la réalisation des travaux de marquage avec un produit à base de résine époxydique, le surveillant doit accorder une attention particulière au phénomène de noircissement des lignes (figure 52), puisque celui-ci a un effet direct sur la durabilité du marquage.



Source : Transports Québec

Figure 52 – Phénomène de noircissement

Comme mentionné précédemment, un produit à base de résine époxydique est composé d'une résine et d'un catalyseur qui doivent être mélangés dans un ratio de 2/1 (résine/catalyseur) pour obtenir les bonnes propriétés physico-chimiques et la durabilité attendue avec ce type de produit. Pour ce faire, chaque composant doit être chauffé à une température différente pour qu'il ait la même viscosité dans la chambre de mélange du fusil applicateur. Le mauvais mélange des composants ou l'excès d'un des deux composants peut affecter le durcissement du marquage en laissant des sections collantes. Les saletés environnantes peuvent alors adhérer à la ligne, faisant apparaître des sections noires.

Il est à noter que ce phénomène apparaît habituellement dans un délai de 24 à 72 heures suivant l'application du produit. La vitesse d'apparition du noircissement dépend grandement de l'environnement de la route et du débit de circulation, puisque le noircissement est attribuable aux saletés ambiantes qui se déposent sur la surface de la ligne restée collante (non durcie). La figure 53 présente une ligne de marquage immédiatement après l'application, alors que la figure 54 montre la même ligne de marquage quelques jours plus tard. Sur cette dernière, il est possible d'apercevoir le phénomène de noircissement.



Source : Transports Québec

Figure 53 – Ligne de marquage immédiatement après les travaux



Source : Transports Québec

Figure 54 – Ligne de marquage quelques jours après les travaux (même ligne)

Pour le marquage longitudinal, le noircissement apparaît souvent au début du contrat sur une très courte distance en raison des ajustements effectués sur le camion pour atteindre le taux de pose visé. Cela a donc très peu d'effet sur l'ensemble du contrat. Toutefois, dans certains cas, le phénomène est plus étendu et nécessite des corrections (figure 55). Un suivi doit donc être fait dans les jours suivant les travaux pour documenter les endroits problématiques et exiger de l'entrepreneur les correctifs nécessaires, le cas échéant.

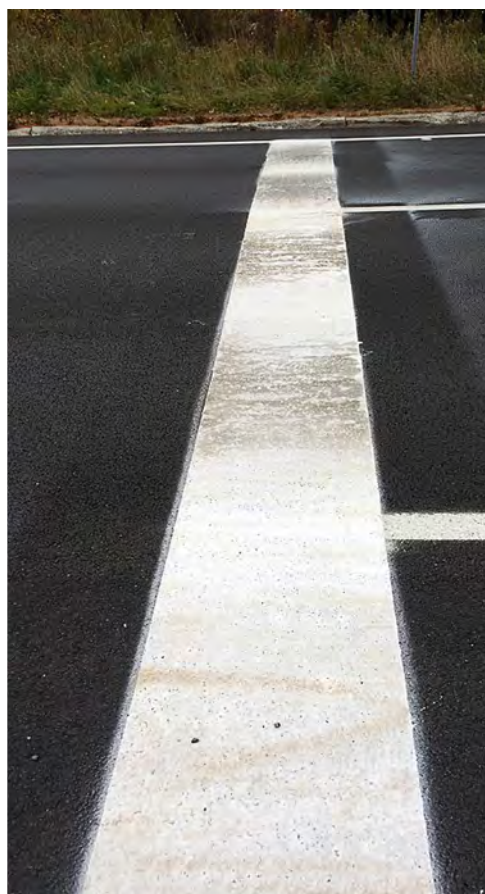


Source : Transports Québec

**Figure 55 – Problème récurrent de mauvais mélange
(coup de pompe du camion traceur)**

Il se peut parfois que le surveillant soit en mesure de déceler un problème potentiel parce que des sections ont une apparence (couleur et opacité) ou un temps de durcissement différents. Dans ce cas, si les travaux sont toujours en cours au moment des observations, l'équipe de marquage doit établir la cause du problème et apporter les correctifs nécessaires.

Un phénomène de noircissement est plus susceptible de se produire lors de travaux de marquage ponctuel. Puisque les travaux sont statiques et souvent entrecoupés de périodes d'attente, il est plus difficile d'obtenir un mélange parfait des composants. Comme dans le cas du marquage longitudinal, le noircissement apparaît dans les 24 à 72 heures après la fin des travaux. La majorité du temps, le phénomène de noircissement est généralisé sur l'ensemble du symbole (figures 56 et 57).



Source : Transports Québec

Figure 56 – Phénomène de noircissement d'une ligne d'arrêt (exemple 1)



Source : Transports Québec

Figure 57 – Phénomène de noircissement d'une ligne d'arrêt (exemple 2)

Dans certains cas, le phénomène peut même engendrer la disparition d'une partie du symbole dans les jours suivant la fin des travaux (figures 58 et 59).



Source : Transports Québec

Figure 58 – Disparition d’une partie du symbole (exemple 1)



Source : Transports Québec

Figure 59 – Disparition d’une partie du symbole (exemple 2)

6.2.2.1 Conséquence du noircissement des lignes de marquage

Comme mentionné précédemment, le noircissement est une preuve visuelle que le durcissement du produit à base de résine époxydique n'est pas adéquat. Cela a un effet direct sur la durabilité du produit, car ce mauvais durcissement affaiblit les liens entre le revêtement et le produit. Le marquage sera ainsi plus facilement arraché par l'équipement de déneigement et il s'usera prématurément.

Même si le noircissement semble mineur, il peut être annonciateur d'un problème important de durabilité. La figure 60 montre une ligne d'arrêt quelques jours après son application et la figure 61 montre la même ligne d'arrêt quelques mois plus tard. Il est à noter qu'aucune intervention n'avait été faite pour corriger la situation à la suite de l'apparition du noircissement.



Source : Transports Québec

Figure 60 – Phénomène de noircissement (après quelques jours)



Source : Transports Québec

Figure 61 – Phénomène de noircissement (après quelques mois)

6.2.2.2 Correctifs à apporter à la suite de l'observation du noircissement

Le noircissement indique que l'adhérence entre le revêtement et le produit n'est pas optimale et, dans la grande majorité des cas, il en résultera un arrachement du marquage durant la période hivernale. Ainsi, la seule solution envisageable pour corriger ces travaux défectueux est d'effacer les sections problématiques et d'appliquer à nouveau un produit à base de résine époxydique.

En aucun cas, l'application d'un produit, et ce, quelle que soit sa nature, ne doit être réalisée sur les sections problématiques sans effectuer un effacement préalable. La figure 62 montre des résultats de l'application d'un produit à base de résine époxydique sur un autre non durci : aucun des deux produits n'offre une durabilité acceptable.



Source : Transports Québec

Figure 62 – Application d'un produit à base de résine époxydique sur un produit non durci

Toutefois, si le phénomène de noircissement est localisé sur une très courte distance au début de la ligne de marquage et que l'arrachement du marquage à cet endroit n'entraîne pas de conséquence pour la sécurité routière, le marquage peut être accepté sans qu'aucune correction soit effectuée.

7 *Effacement du marquage*

Les travaux d'effacement consistent à enlever mécaniquement les lignes de marquage, soit par abrasion, soit avec de l'eau sous haute pression. L'effacement est effectué essentiellement en zone de travaux lors d'un changement de phase, à la fin des travaux ou lorsque les lignes de marquage existantes n'ont plus leur raison d'être (p. ex. : changement de géométrie). Il faut également effacer le marquage existant lorsqu'un rafraîchissement est nécessaire et qu'il y a déjà une superposition de trois couches de produits de moyenne ou longue durée.

Dans tous les cas, la méthode utilisée pour procéder à l'effacement doit minimiser les dommages à la surface de la chaussée.

7.1 Banc d'essai

Il importe de connaître, avant la réalisation des travaux, la méthode d'effacement qui sera utilisée. Différentes méthodes peuvent être employées, mais les principales sont l'effacement par abrasion et par jet d'eau sous haute pression.

Au début des travaux d'effacement, un banc d'essai de 50 m doit être réalisé afin de valider la méthodologie utilisée et les résultats obtenus, le tout dans l'objectif d'apporter les correctifs nécessaires pour la suite des travaux. Lors du banc d'essai, les éléments suivants doivent être validés :

- le pourcentage du produit restant;
- l'état de la surface;
- la propreté.

Si la technique n'est pas jugée conforme, les correctifs doivent être apportés et un autre banc d'essai de 50 m doit avoir lieu. Les bancs d'essai peuvent être réalisés à l'endroit prévu pour l'effacement du marquage.

7.2 Éléments généraux concernant l'effacement

Tout au long des travaux, il est important de continuer le suivi des éléments validés au cours du banc d'essai et d'apporter les correctifs nécessaires, le cas échéant. Une attention particulière doit être accordée au pourcentage du produit restant, à l'état de la surface et à la propreté, puisque ceux-ci auront une influence sur la durabilité des lignes de marquage tracées au même endroit que l'effacement.

L'effacement du marquage incrusté est permis seulement lorsque celui-ci doit être complètement refait ou que des problèmes d'application du produit de marquage ont été constatés. Dans ce cas, la tranchée créée par l'effacement doit demeurer inférieure à 5 mm.

En aucun cas, de la peinture noire ne peut être utilisée pour masquer du marquage.

Si la section effacée ne peut être marquée avant la réouverture des voies de circulation, l'entrepreneur doit procéder au prémarquage.

À la fin des travaux, le surveillant doit s'assurer que les résidus d'effacement sont éliminés conformément aux exigences des documents contractuels.

7.3 Méthodes d'effacement autorisées

Les deux méthodes d'effacement qui sont principalement utilisées par le Ministère sont l'effacement par abrasion mécanique et par jet d'eau sous haute pression. Chacune de ces méthodes comprend des avantages et des inconvénients qui sont précisés dans les sections suivantes.

7.3.1 Effacement par abrasion mécanique

La méthode d'effacement par abrasion mécanique est la plus fréquemment utilisée sur le réseau du Ministère. Celle-ci peut être réalisée avec un camion effaceur ou avec un petit appareil manuel pour les travaux de moindre envergure.

Le camion effaceur (figures 63 et 64) offre un très bon rendement du nombre de mètres effacés en fonction du temps et permet de mieux contrôler la profondeur de la marque (sillon) laissée sur la chaussée. De plus, la plupart des camions effaceurs possèdent un système d'aspiration des résidus qui permet de laisser la surface plus propre qu'avec un effaceur manuel. Avant la réalisation du marquage, il faut tout de même prêter une attention particulière à la propreté de la surface et exiger, si nécessaire, un nettoyage supplémentaire.



Source : Transports Québec

Figure 63 – Exemple de camion effaceur



Source : Transports Québec

Figure 64 – Exemple de camion effaceur (vue rapprochée)



Source : Transports Québec

Figure 65 – Montage des lames pour l'effacement par abrasion

contrôle de la profondeur d'effacement. L'expérience de l'opérateur a donc un effet direct sur le résultat final de l'effacement. De plus, comme ce type d'appareil ne possède pas de système d'aspiration des résidus, une étape supplémentaire est requise pour débarrasser la chaussée des débris et assurer qu'elle est suffisamment propre pour ne pas affecter la durabilité du marquage devant être réalisé par la suite. Il importe donc d'être vigilant concernant la propreté de la surface et d'exiger, si nécessaire, un nettoyage supplémentaire avant d'autoriser la réalisation du marquage.

Le principe de fonctionnement d'un camion effaceur consiste à aligner plusieurs lames dentelées sur un arbre de transmission, comme présenté à la figure 65, qui tourne à une vitesse déterminée. La largeur de l'effacement peut alors être établie en fonction du nombre de lames ajoutées, tandis que la profondeur d'incrustation est généralement fixée par l'opérateur du camion effaceur.

Le type de lame ajouté au montage peut varier en fonction de la surface à effacer et de la méthode de l'entrepreneur.

L'effaceur manuel (figure 66), pour sa part, offre un moins bon rendement que le camion effaceur et rend plus difficile le



Source : Transports Québec

Figure 66 – Exemple d'effaceur manuel

Même si le rendement est moindre qu'avec un camion effaceur, la maniabilité de l'effaceur manuel fait en sorte que c'est un appareil idéal pour l'effacement du marquage ponctuel.

Le principe de fonctionnement d'un effaceur manuel est légèrement différent de celui d'un camion effaceur. L'effaceur manuel contient moins de lames (figure 67) et celles-ci tournent à la fois sur elles-mêmes et sur un autre axe (tête contenant les lames). Le type de lame qui est ajouté au montage peut également varier en fonction de la surface à effacer et de la méthode de l'entrepreneur.



Source : Transports Québec

Figure 67 – Lames sous un effaceur manuel

7.3.1.1 Avantages de l'effacement par abrasion mécanique

Les principaux avantages de l'effacement par abrasion mécanique sont les suivants :

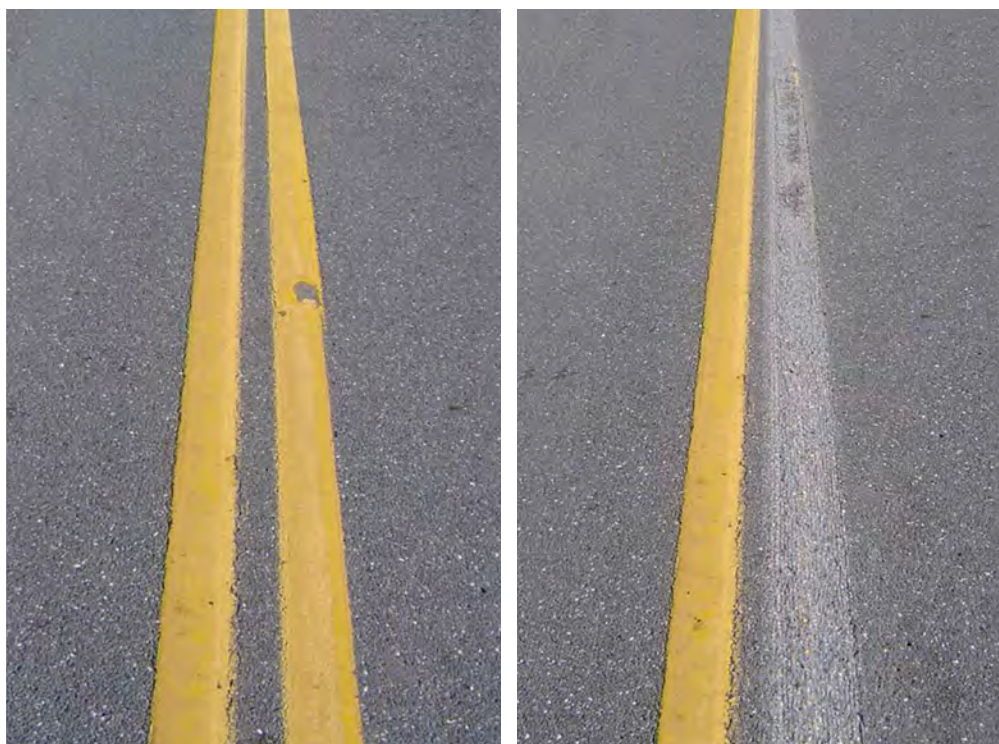
- il s'agit de la méthode fréquemment utilisée et bien maîtrisée;
- le marquage peut être réalisé au même endroit que l'effacement;
- un temps d'attente n'est pas requis avant la réalisation du marquage lorsque la chaussée est propre.

7.3.1.2 Inconvénients de l'effacement par abrasion mécanique

Les principaux inconvénients de l'effacement par abrasion mécanique sont les suivants :

- une marque (sillon) sur la chaussée pouvant être plus ou moins profonde (figure 68);
- la présence de marquage résiduel si le revêtement est très grenu;
- la présence de résidus sur la chaussée qui dépend de l'efficacité du système d'aspiration des résidus et du nettoyage après l'utilisation d'un effaceur manuel.

Particulièrement lors de précipitations, la marque laissée par l'effacement peut donner l'impression à l'utilisateur qu'il s'agit d'une ligne de marquage. Ce dernier pourrait donc avoir de la difficulté à se guider. Il importe donc d'accorder une attention particulière à la profondeur de l'effacement en zone de travaux, lorsque l'effacement vise à modifier l'alignement des voies de circulation. Dans ce cas, un faible pourcentage de marquage résiduel est acceptable.



Source : Transports Québec

Figure 68 – Exemple de travaux d’effacement par abrasion mécanique (avant et après)

7.3.2 Effacement avec de l’eau sous haute pression

La méthode d’effacement avec de l’eau sous haute pression est relativement récente sur les chantiers du Ministère. Celle-ci est effectuée avec un camion effaceur de taille et de capacité variables (réservoir d’eau).

Le camion effaceur avec de l’eau sous haute pression (figure 69) offre également un très bon rendement du nombre de mètres effacés en fonction du temps. Cette méthode laisse moins de marques que l’effacement par abrasion. Cependant, celle-ci désenrobe les granulats et les polit. La sévérité du désenrobage dépend de la pression d’eau et de la vitesse d’avancement du camion effaceur. Le surveillant doit donc prêter une attention particulière pour que l’effacement soit fait uniquement sur la largeur requise. Par conséquent, cette technique doit être privilégiée lorsque le marquage n’est pas réalisé au même endroit que l’effacement, en zone de travaux par exemple.

Les camions effaceurs avec de l’eau sous haute pression possèdent un système d’aspiration de l’eau et des résidus qui permet de laisser la surface plus propre qu’avec la méthode par abrasion. Cependant, il importe toujours d’accorder une attention particulière à la propreté de la surface et d’exiger, si nécessaire, un nettoyage supplémentaire avant d’autoriser le marquage des lignes. De plus, il faut accorder un délai raisonnable, au minimum 12 heures, entre la réalisation des travaux d’effacement et des travaux de marquage pour permettre à la chaussée de sécher complètement.



Source : Transports Québec

Figure 69 – Exemples d’effacement avec de l’eau sous haute pression

Le principe de fonctionnement de ce type de camion effaceur consiste à pulvériser de l’eau sous haute pression (jusqu’à environ 40000 psi), comme montré à la figure 70, à l’aide d’une tête rotative sur laquelle des buses sont alignées.



Source : Transports Québec

Figure 70 – Jet d’eau sous haute pression

Sur certains modèles de camions, la largeur d'effacement est facilement ajustable en ouvrant ou en fermant des buses (figure 71).



Source : Transports Québec

Figure 71 – Têtes avec buses pour l'eau sous haute pression

7.3.2.1 Avantages de l'effacement avec de l'eau sous haute pression

Les principaux avantages de l'effacement avec de l'eau sous haute pression sont les suivants :

- il ne laisse pas de marques (sillons) sur la chaussée;
- il ne laisse pas de résidus sur la chaussée;
- il n'y a pas de marquage résiduel même si le revêtement est très grenu.

7.3.2.2 Inconvénients de l'effacement avec de l'eau sous haute pression

Les principaux inconvénients de l'effacement avec de l'eau sous haute pression sont les suivants :

- le polissage et le désenrobage des granulats. Les figures 72 et 73 présentent respectivement l'état de la chaussée avant et après la réalisation d'un effacement à l'eau sous haute pression;
- le temps d'attente pour la réalisation du marquage (12 heures);
- le marquage ne peut pas être fait immédiatement au même endroit que l'effacement. La figure 74 montre une dégradation prématurée du marquage réalisé peu de temps après les travaux d'effacement avec de l'eau sous haute pression.



Source : Transports Québec

Figure 72 – Exemple de chaussée avant l'effacement

⋮



Source : Transports Québec

Figure 73 – Exemple de chaussée après l'effacement



Source : Transports Québec

Figure 74 – Dégradation prématurée du marquage effectué directement sur la zone effacée avec de l’eau sous haute pression (haut de la photo)



Source : Transports Québec

Figure 75 – Exemple de bande polymère noire

7.3.3 Masquage avec des bandes polymères

Le masquage des lignes est autorisé uniquement en zone de travaux lorsque le marquage existant est incrusté. Le masquage doit être réalisé avec une bande polymère de couleur noire, comme montré à la figure 75. La surface de la bande polymère doit être mate pour ne pas refléter la lumière.

Le seul inconvénient pour le masquage des lignes avec une bande polymère est que si elle est laissée trop longtemps au sol et que les voitures circulent dessus, le retrait de cette dernière peut alors être ardu. Pour prévenir cette situation, la bande polymère doit être changée plus ou moins régulièrement selon les prescriptions du fabricant.

Il faut également prévoir de remplacer les bandes polymères qui ont été arrachées par le passage des véhicules, car les lignes non masquées peuvent amener de la confusion chez l'utilisateur de la route.

Les figures 76 et 77 présentent respectivement un bon exemple d'utilisation de bandes polymères et un exemple où un remplacement est nécessaire à la suite de leur arrachement.



Source : Transports Québec

Figure 76 – Bonne utilisation de bandes polymères



Source : Transports Québec

Figure 77 – Arrachement des bandes polymères

7.4 Méthodes d'effacement non autorisées

Les méthodes d'effacement décrites ci-après sont, dans tous les cas, interdites sur le réseau du Ministère.

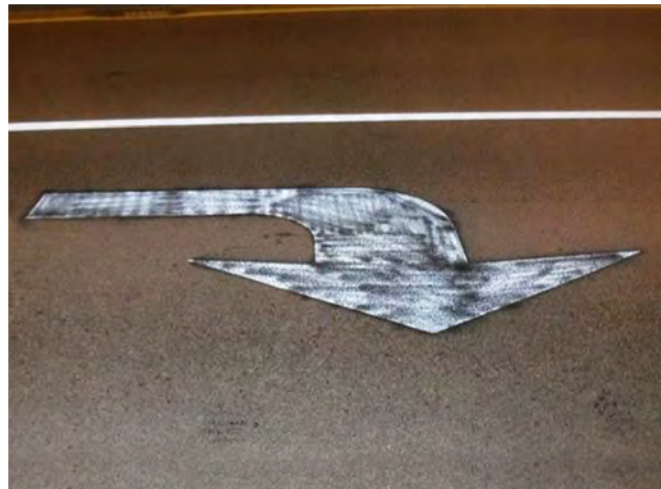
7.4.1 Masquage avec de la peinture noire

Comme mentionné précédemment, le masquage des lignes avec une peinture noire est interdit, car la plupart du temps, la peinture se trouvant en dessous demeure visible la nuit (figures 78 et 79). Plus précisément, avec l'usure de la peinture noire, les microbilles de verre peuvent revenir en surface et permettre une rétro réflexion. Selon les caractéristiques de la peinture noire utilisée, ce phénomène peut être très rapide. Cette méthode est donc interdite puisqu'elle peut compromettre la sécurité routière.



Source : Transports Québec

Figure 78 – Exemple de masquage avec une peinture noire vue de jour (non conforme)



Source : Transports Québec

Figure 79 – Exemple de masquage avec une peinture noire vue de nuit (non conforme)

7.4.2 Effacement avec une rectifieuse

Peu importe la méthode d'effacement choisie, celle-ci doit avoir le moins d'effets négatifs possible sur la surface de la chaussée. Pour cette raison, l'utilisation de méthodes alternatives non reconnues doit être interdite par le surveillant, et ce, même pour de petites surfaces (figures 80 et 81).



Source : Transports Québec

Figure 80 – Exemple d’effacement non conforme avec une rectifieuse



Source : Transports Québec

Figure 81 – Exemple d’effacement non conforme avec une rectifieuse (vue rapprochée)

7.4.3 Effacement avec des produits chimiques

Le Ministère a réalisé quelques essais avec des produits chimiques (figure 82) aux fins de recherche et ceux-ci n’ont pas donné de très bons résultats. Il faut également considérer que certains produits peuvent endommager la chaussée. Cette méthode est donc interdite sur le réseau du Ministère.



Source : Transports Québec

Figure 82 – Exemple d’effacement avec un décapeur chimique (non conforme)

7.5 Effacement sur chaussée en enrobé additionné de fibres d'amiante

Lorsque des travaux d'effacement sont planifiés sur une chaussée en enrobé additionné de fibres d'amiantes chrysotile, le Ministère a la responsabilité d'informer l'entrepreneur qui va réaliser les travaux. Conséquemment, des règles très strictes doivent être respectées pour assurer la sécurité des travailleurs et la gestion adéquate des débris. Les travaux doivent donc être planifiés afin de mettre en place les moyens nécessaires pour veiller à ce qu'ils soient exécutés en conformité avec les différents règlements et lois en vigueur.

À tout moment, si une des exigences réglementaires n'est pas respectée, les travaux d'effacement doivent être suspendus jusqu'à ce que les mesures nécessaires aient été mises en place pour régler la situation problématique.

Bibliographie

1. American Society for Testing and Materials (ASTM), *ASTM D913 «Standard Practice for Evaluating Degree of Traffic Marking Line Wear»*, 2015.
2. American Society for Testing and Materials (ASTM), *ASTM E303 «Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester»*, 2018.
3. American Society for Testing and Materials (ASTM), *ASTM E1710 «Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN-Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer»*, 2018.
4. BOILY, F. et M. TREMBLAY, *Facteurs influençant la durabilité des produits du marquage à base de résine époxydique*, Congrès annuel 2011, Association québécoise du transport et des routes (AQTR), 2011.
5. BOILY, F. et M. TREMBLAY, *Guide d'échantillonnage des produits de marquage et de mesure de l'épaisseur du film humide*, ministère des Transports (MTQ), 2015.
6. BOILY, F. et M. TREMBLAY, *Guide sur la rétroréflexion du marquage routier – Principes et évaluation*, ministère des Transports (MTQ), 2014.
7. Centre de recherches routières (CRR), *Code de bonne pratique pour l'exécution des marquages routiers*, Belgique, 2007.
8. Comité européen de normalisation (CEN), *CEN EN 1436 «Road marking materials – Road marking performance for road users and test methods»*, 2018.
9. Ennis-Flint, *Traffic Paint Guidebook – Waterborne (MKT-00071-ENG-180309)*, adresse : <https://www.ennisflintamericas.com>.
10. Gouvernement du Canada, *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) (L.C. 1999, ch. 33)*, 2018.
11. Gouvernement du Canada, *Règlement limitant la concentration en composés organiques volatils (COV) des revêtements architecturaux (DORS/2009-264)*, 2018.
12. Gouvernement du Québec, *Code de la sécurité routière (RLRQ, chapitre C-24.2)*, 2018.

13. Ministère des Transports (MTQ), *Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation (CCDG)*, collection Documents contractuels, 2018.
14. Ministère des Transports (MTQ), *Documents contractuels*, adresse : <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/entreprises-partenaires/entreprises-reseaux-routier/contrats/Pages/Documents-contractuels.aspx>, 2018.
15. Ministère des Transports (MTQ), *Guide de l'utilisateur – Formulaire d'expédition d'échantillon V-1037*, 2018.
16. Ministère des Transports (MTQ), *Guide de surveillance – Chantiers d'infrastructures de transport*, collection Guides et manuels, 2017.
17. Ministère des Transports (MTQ), *HOM 8010-100 Programme d'homologation de marquage des routes*, 2018.
18. Ministère des Transports (MTQ), *HOM 8010-201 Programme d'homologation de peinture alkyde pour le marquage des routes*, 2018.
19. Ministère des Transports (MTQ), *Tome V – Signalisation routière*, collection Normes – Ouvrages routiers, 2018.
20. Ministère des Transports (MTQ), *Tome VI – Entretien*, collection Normes – Ouvrages routiers, 2015.
21. Ministère des Transports (MTQ), *Tome VII – Matériaux*, collection Normes – Ouvrages routiers, 2018.
22. Ministère des Transports (MTQ), *site Web*, adresse : <https://www.transports.gouv.qc.ca>, 2018.
23. Ministère des Transports (MTQ), *site intranet*, adresse : <http://intranet.mtqprm.qc.ca/GestInfr/Routieres/Pages/Marquage.aspx>, 2018.
24. TREMBLAY, M., *Guide d'inspection de la durabilité du marquage*, ministère des Transports (MTQ), 2004.

Annexe A

Aide-mémoire



Cette publication a été réalisée par la Direction de l'encadrement et de l'expertise en exploitation et la Direction des matériaux d'infrastructures et éditée par la Direction des normes et des documents d'ingénierie du ministère des Transports.

Novembre 2019

Table des matières

Prémarquage

Prémarquage sur une nouvelle couche de surface (sans incrustation)	3
Marquage temporaire avant incrustation sur une nouvelle couche de surface	4
Prémarquage sur revêtement existant	5

Marquage longitudinal

Marquage longitudinal avec une peinture à base d'eau	6
Marquage longitudinal avec un produit à base de résine époxydique	7

Marquage longitudinal avec un produit à base de résine époxydique incrusté	8
Marquage longitudinal avec une peinture alkyde	9

Marquage ponctuel

Marquage ponctuel avec une peinture à base d'eau	10
Marquage ponctuel avec un produit à base de résine époxydique	11
Marquage ponctuel avec une peinture alkyde	12

Table des matières (suite)

Liste des figures

Figure 1 – Symboles de prémarquage	13
Figure 2 – Plaquettes de prémarquage	14
Figure 3 – Marquage incrusté sur une chaussée en enrobé	15
Figure 4 – Marquage incrusté sur une chaussée en béton	16

Liste des tableaux

Tableau 1 – Marquage temporaire avant incrustation sur une chaussée en enrobé	17
Tableau 2 – Marquage temporaire avant incrustation sur une chaussée en béton	17
Tableau 3 – Dimension des lignes de marquage	18

Prémarquage sur une nouvelle couche de surface (sans incrustation)

Unité responsable : Service des projets	
Élément à vérifier	Exigence
Plan de marquage	Respect du plan de marquage
Rondelles de prémarquage (appliquer en même temps que l'enrobé de surface)	Espacement • 10 m en ligne droite • 5 m dans les courbes Précision requise • 100 mm longitudinalement • 10 mm transversalement
Délinéateurs temporaires de surface	Espacement • 20 m en ligne droite • 10 m dans les courbes
Symboles de prémarquage	Pour chaque type de ligne : • utiliser le symbole approprié (voir figure 1, page 13); • préciser le type de ligne discontinue, le cas échéant (voir figure 1, page 13); • préciser le type de produit (eau ou époxy).

Note : Les rondelles de prémarquage et les délinéateurs temporaires de surface doivent être posés en alternance dans l'alignement des futures lignes de marquage. Les délinéateurs n'ont pas à être enlevés avant le marquage.

Prémarquage

3

Prémarquage

4

Marquage temporaire avant incrustation sur une nouvelle couche de surface

Unité responsable : Service des projets	
Élément à vérifier	Exigence
Plan de marquage	Respect du plan de marquage Le marquage temporaire doit être réalisé au même endroit que le marquage incrusté.
Produit de marquage utilisé pour le marquage temporaire (avant les travaux d'incrustation)	Chaussée en enrobé • Peinture à base d'eau homologuée Chaussée en béton • Produit à base de résine époxydique homologué
Dimension du marquage temporaire (avant les travaux d'incrustation)	Chaussée en enrobé • Voir tableau 1, page 17 Chaussée en béton • Voir tableau 2, page 17

Prémarquage sur revêtement existant

Taux de présence du marquage existant $\leq 15\%$

Unité responsable : Centre de services

Élément à vérifier	Exigence
Marquage longitudinal et ponctuel	Marques sur la chaussée avec de la peinture en aérosol, précisant : - la position des lignes de marquage (marquage longitudinal); - l'emplacement des marques sur la chaussée (marquage ponctuel).
Symboles de prémarquage	Pour chaque type de ligne : - utiliser le symbole approprié (voir figure 1, page 13); - préciser le type de ligne discontinue, le cas échéant (voir figure 1, page 13); - préciser le type de produit (eau ou époxy).
Plaquettes de prémarquage	Respect des plaquettes de prémarquage (voir figure 2, page 14)

Prémarquage

5

Marquage longitudinal

6

Marquage longitudinal avec une peinture à base d'eau

Rafrâichissement du marquage existant

Élément à vérifier	Exigence
À la pose	Respect des conditions météorologiques et routières - Chaussée sèche et propre - Aucun risque de pluie avant que la peinture soit sèche - Humidité relative $\leq 80\%$ - Température $\geq 10^\circ\text{C}$ $T^\circ\text{ surface} \geq (T^\circ\text{ point de rosée} + 2^\circ\text{C})$
	Respect du prémarquage, le cas échéant
	Alignement du marquage par rapport au marquage existant (rafrâichissement du marquage)
	Dimension des lignes de marquage (voir tableau 3, page 18)
	Qualité des travaux, dont l'uniformité du film humide et la définition des lignes
	Taux de pose appliqué (mesures prises dans les réservoirs) – 48 L/km
	Échantillonnage (si nécessaire)
Deux semaines après la pose	Rétroreflexion du marquage - Blanc $\geq 250\text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$ - Jaune $\geq 175\text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$

Marquage longitudinal avec un produit à base de résine époxydique

Élément à vérifier	Exigence
À la pose	Respect des conditions météorologiques et routières • Chaussée sèche et propre • Aucun risque de pluie avant que le produit soit sec • Température $\geq 10^{\circ}\text{C}$ • T° surface $\geq (T^{\circ} \text{ point de rosée} + 2^{\circ}\text{C})$
	Respect du prémarquage
	Alignement du marquage
	Dimension des lignes de marquage (voir tableau 3, page 18)
	Qualité des travaux, dont l'uniformité du film humide et la définition des lignes
Deux semaines après la pose	Rétroreflexion du marquage • Blanc $\geq 250 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$ • Jaune $\geq 175 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$
Après un an et deux ans	Mesurer le taux de présence des lignes de marquage et valider s'il satisfait aux exigences prévues au devis

Marquage longitudinal

7

Marquage longitudinal

8

Marquage longitudinal avec un produit à base de résine époxydique incrusté

Élément à vérifier		Exigence
À la pose	Incrustation	Dimension de l'incrustation • 3 à 5 mm de profondeur sur la largeur de l'incrustation • Largeur et longueur respectant les exigences du devis (voir figures 3 et 4, pages 15 et 16)
		Incrustation réalisée seulement aux endroits où il y aura du marquage
	Marquage	Respect des conditions météorologiques et routières • Chaussée sèche et propre • Aucun risque de pluie avant que le produit soit sec • Température $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ • T° surface $\geq (T^{\circ}$ point de rosée + $2\text{ }^{\circ}\text{C}$)
		Dimension des lignes de marquage (voir tableau 3, page 18)
		Qualité des travaux, dont l'uniformité du film humide et la définition des lignes
		Marquage appliqué dans l'incrustation
Deux semaines après la pose		Rétroreflexion du marquage • Blanc $\geq 250\text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lux}^{-1}$ • Jaune $\geq 175\text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lux}^{-1}$
Après un an, deux ans, trois ans et quatre ans		Mesurer le taux de présence des lignes de marquage et valider s'il satisfait aux exigences prévues au devis

Marquage longitudinal avec une peinture alkyde

Entre le 15 octobre et le 1^{er} mai

Élément à vérifier	Exigence
À la pose	Respect des conditions météorologiques et routières • Chaussée sèche et propre • Aucun risque de pluie avant que la peinture soit sèche • Température $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ • T° surface $\geq (T^{\circ}$ point de rosée + $2\text{ }^{\circ}\text{C}$)
	Respect du prémarquage, le cas échéant
	Alignement du marquage par rapport au marquage existant, le cas échéant
	Dimension des lignes de marquage (voir tableau 3, page 18)
	Qualité des travaux, dont l'uniformité du film humide et la définition des lignes
	Taux de pose appliqué (mesures prises dans les réservoirs) – 48 L/km
Deux semaines après la pose	Échantillonnage (si nécessaire)
	Rétroreflexion du marquage • Blanc $\geq 250\text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$ • Jaune $\geq 175\text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$

Marquage longitudinal

9

Marquage ponctuel

10

Marquage ponctuel avec une peinture à base d'eau

Rafraîchissement du marquage existant

Élément à vérifier	Exigence
À la pose	Respect des conditions météorologiques et routières • Chaussée sèche et propre • Aucun risque de pluie avant que la peinture soit sèche • Humidité relative $\leq 80\%$ • Température $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ • T° surface $\geq (T^{\circ}$ point de rosée + $2\text{ }^{\circ}\text{C}$)
	Alignement du marquage par rapport au marquage existant (rafraîchissement du marquage)
	Dimension des marques • Références : documents contractuels et devis techniques disponibles au www.rsr.transports.gouv.qc.ca
	Qualité des travaux, dont l'uniformité du film humide et la définition des lignes
	Taux de pose appliqué – 400 microns
	Échantillonnage (si nécessaire)
Deux semaines après la pose	Rétroreflexion du marquage • Blanc $\geq 250\text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$ • Jaune $\geq 175\text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$
	Uniformité de la dispersion des microbilles de verre

Note : Un site témoin en début de travaux est recommandé pour valider la qualité des travaux réalisés.

Marquage ponctuel avec un produit à base de résine époxydique

Élément à vérifier	Exigence
À la pose	Respect des conditions météorologiques et routières • Chaussée sèche et propre • Aucun risque de pluie avant que le produit soit sec • Température $\geq 10^{\circ}\text{C}$ • $T^{\circ}\text{ surface} \geq (T^{\circ}\text{ point de rosée} + 2^{\circ}\text{C})$
	Dimension des marques • Références : documents contractuels et devis techniques disponibles au www.rsr.transports.gouv.qc.ca
	Emplacement des marques
	Qualité des travaux, dont l'uniformité du film humide et la définition des lignes
Deux semaines après la pose	Rétroréflexion du marquage • Blanc $\geq 250 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$ • Jaune $\geq 175 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$
	Uniformité de la dispersion des microbilles de verre
Après un an et deux ans	Mesurer le taux de présence des lignes de marquage et valider s'il satisfait aux exigences prévues au devis

Marquage ponctuel

11

Marquage ponctuel

12

Marquage ponctuel avec une peinture alkyde

Élément à vérifier	Exigence
À la pose	Respect des conditions météorologiques et routières • Chaussée sèche et propre • Aucun risque de pluie avant que la peinture soit sèche • Température $\geq 0^{\circ}\text{C}$ • $T^{\circ}\text{ surface} \geq (T^{\circ}\text{ point de rosée} + 2^{\circ}\text{C})$
	Dimension des marques • Références : documents contractuels et devis techniques disponibles au www.rsr.transports.gouv.qc.ca
	Emplacement des marques
	Qualité des travaux
	Taux de pose appliqué – 400 microns
	Échantillonnage (si nécessaire)
Deux semaines après la pose	Rétroréflexion du marquage • Blanc $\geq 250 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$ • Jaune $\geq 175 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{luxe}^{-1}$
	Uniformité de la dispersion des microbilles de verre

Changement de ligne	Symbole de prémarquage ⁽¹⁾	Changement de ligne	Symbole de prémarquage ⁽¹⁾
Continue double à discontinue 3-6 double (3 m ligne - 6 m d'espacement)		Continue simple à discontinue 3-6 simple	
Continue double à discontinue 3-6 simple		Continue simple à discontinue 1-3 simple (1 m ligne - 3 m d'espacement)	
Continue double à discontinue 3-6 droite		Début d'une ligne de continuité 1-3	
Continue double à discontinue 3-6 gauche		Fin d'une ligne double	
Discontinue simple à discontinue 3-6 gauche double		Fin d'une ligne simple	
		Début d'un musoir	

1. Le ratio d'espacement des lignes pointillées (1-3 ou 3-6) peut être indiqué sur le revêtement lorsque cela est nécessaire.

Figure 1 – Symboles de prémarquage

13

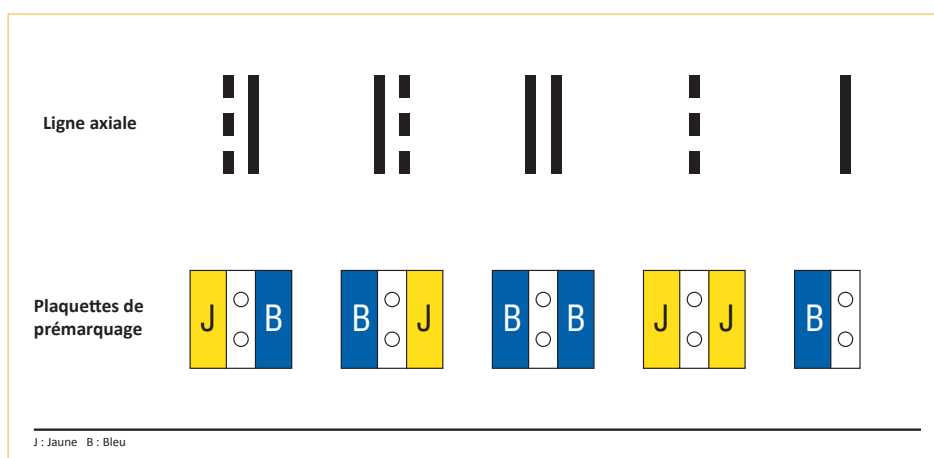
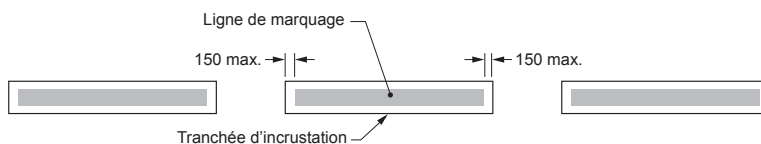


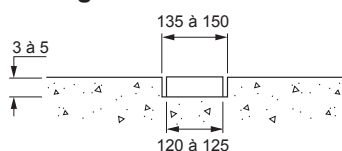
Figure 2 – Plaquettes de prémarquage

14

Longueur des incrustations pour les lignes discontinues



Largeur des incrustations



Note :

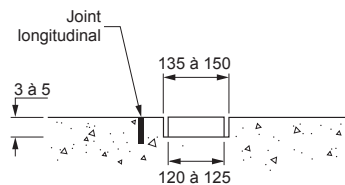
- les cotes sont en millimètres.

Figure 3 – Marquage incrusté sur une chaussée en enrobé

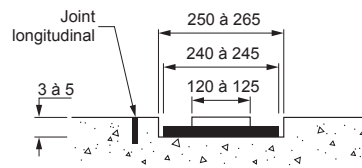
15

Largeur des incrustations

Ligne de rive



Ligne de délimitation des voies



Note :

- les cotes sont en millimètres.

Figure 4 – Marquage incrusté sur une chaussée en béton

16

Tableau 1 – Marquage temporaire avant incrustation sur une chaussée en enrobé

Type de ligne	Largeur	Longueur	Espacement
Ligne pleine	90 à 100 mm	—	—
Ligne de délimitation des voies		1,5 m	7,5 m
Ligne de continuité		0,75 m	3,25 m

Tableau 2 – Marquage temporaire avant incrustation sur une chaussée en béton

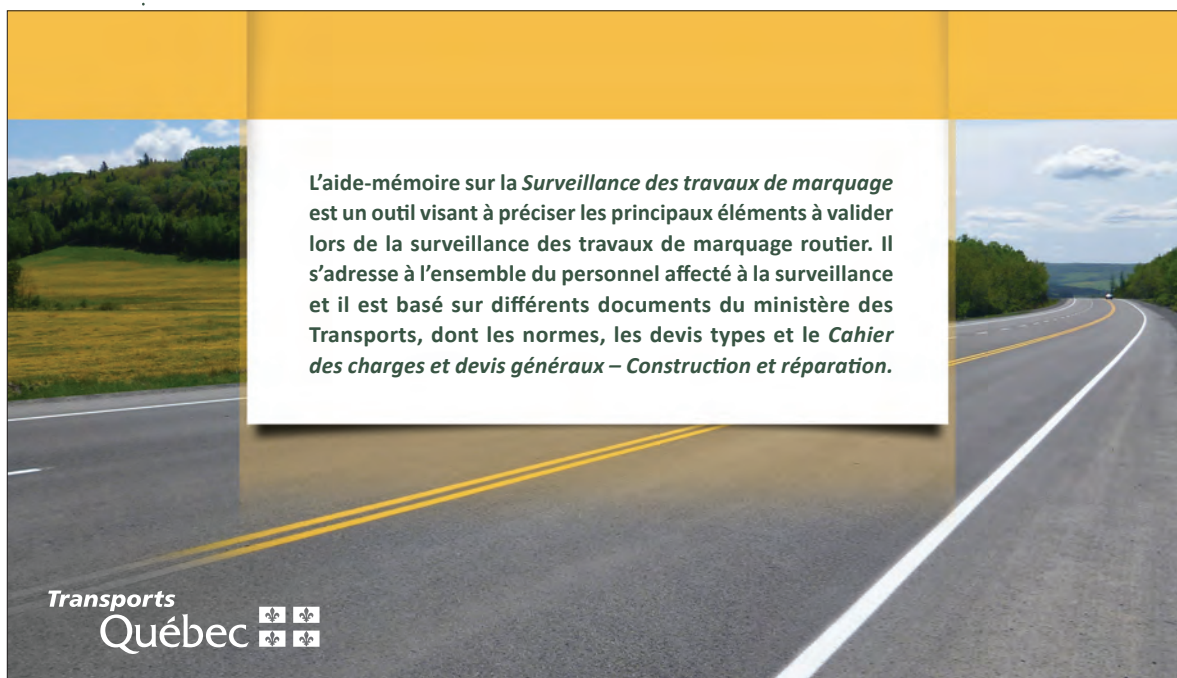
Type de ligne	Largeur	Longueur	Espacement
Ligne pleine	120 à 125 mm	—	—
Ligne de délimitation des voies		3 m	6 m
Ligne de continuité		1 m	3 m

17

18

Tableau 3 – Dimension des lignes de marquage

Type de ligne	Largeur	Longueur	Espacement
Ligne pleine	120 à 125 mm	—	—
Ligne de délimitation des voies		3 m	6 m
Ligne de continuité		1 m	3 m
Ligne de guidage		0,5 m	1 m



Annexe B

Procédure de vérification du calibrage

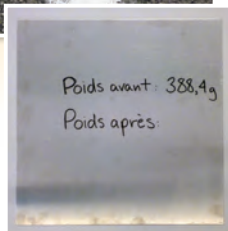
Procédure de vérification du calibrage TAUX DE POSE DE PEINTURE

Matériel nécessaire

- Balance ayant une précision de $\pm 0,1$ g
- 9 plaques lisses et rigides par taux de pose évalué (p. ex. : plaques d'aluminium ou de plexiglas de 30 cm x 30 cm)
- Fichier Excel de vérification du calibrage
- Peinture en aérosol

Fréquence de calibrage

- En début de saison
- À la suite du calibrage du camion par le Centre de gestion de l'équipement roulant (CGER)
- 1 fois par mois
- Lorsqu'un problème est détecté



La vérification du taux de pose de peinture est une procédure simple visant à déterminer les taux de pose de peinture appliquée ainsi que les écarts entre les taux de pose inscrits au système de contrôleur des camions traceurs et les taux de pose réels au sol.

Procédure de vérification du calibrage

Éléments importants à considérer

- La vérification du calibrage doit être réalisée pour chacun des fusils applicateurs :
 - pour tous les taux de pose de peinture appliquée;
 - pour chacune des vitesses de traçage.
- L'équipe doit prévoir la signalisation adéquate pour travailler de manière sécuritaire. **Il est fortement conseillé de réaliser la procédure sur une route à faible débit de circulation.**

Avant

Numérotation et pesage des plaques

1. Numéroté les plaques qui seront utilisées lors de la vérification du calibrage. Cette numérotation servira à entrer l'information dans le fichier Excel de vérification du calibrage. **Pour obtenir des résultats représentatifs, il importe d'utiliser trois plaques pour chaque fusil applicateur par essai.**
2. Peser séparément chaque plaque, sans peinture, en s'assurant de remettre la balance à zéro (tarer) au début des mesures.
3. Noter le poids (en grammes) sur chacune des plaques, au verso.

Québec 

Pendant

Application de la peinture sur les plaques

1. Placer les 3 plaques au moins 1 km après le début des travaux. Les plaques doivent être distancées d'environ 50 cm.
2. Faire une ligne au sol avec de la peinture en aérosol quelques mètres avant la première plaque pour indiquer l'endroit où arrêter l'application de microbilles.
 - Tracer au moins 1 km de chaque couleur et, dans la même opération, tracer la section avec les plaques.
 - Il est important de s'assurer de garder une vitesse de traçage constante tout au long de l'opération.
 - Dans le cas d'une ligne double, placer deux plaques côte à côte de manière à avoir une seule ligne sur chacune.
3. Noter le taux de pose indiqué au système axial au moment du traçage des plaques pour chaque couleur.
4. Laisser les plaques sécher, à plat, pendant une période d'au moins 24 heures avant la réalisation des étapes suivantes.

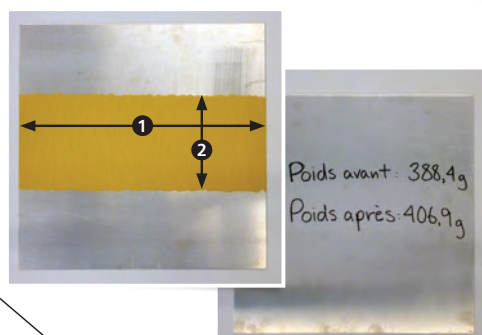


Deux plaques doivent être utilisées pour les lignes axiales.

Après

Pesage des plaques et détermination du taux de pose

Après la période de séchage minimale de 24 heures, le taux de pose est déterminé par la prise des mesures nécessaires et leur inscription dans le fichier Excel de vérification du calibrage (dimension des lignes de marquage et poids des plaques avec peinture).



② Largeur (cm) du marquage sur la plaque

Trois mesures de largeur doivent être prises. La moyenne des trois valeurs est inscrite au fichier Excel.

① Longueur (cm) de la plaque

	C	D	E	G	H	I	J	K	L
23	Numéro de la plaque	Poids des plaques sans microbilles		Dimensions de la ligne de marquage			Taux de pose	Taux de pose au système de contrôleur	Écart
24		sans peinture (g)	avec peinture (g)	longueur (cm)	largeur (cm)		(L/km)	(L/km)	(%)
25	1								
26	2								
27	3								

Poids des plaques avant l'application de la peinture

Poids des plaques avec la peinture sèche

Taux de pose inscrit au système de contrôleur lors de l'application

Note : Le taux de pose appliqué et l'écart sont calculés à partir des données inscrites dans le fichier Excel.

Novembre 2019

Annexe C

Procédure de calibrage

Procédure de calibrage TAUX DE POSE DE MICROBILLES

Matériel nécessaire

- Chronomètre
- 1 contenant gradué de 4 L
- Fichier Excel de vérification du calibrage

Fréquence de calibrage

- En début de saison
- 1 fois par semaine
- Lorsqu'un problème est détecté



Le calibrage de la microbille de verre est une procédure simple visant à assurer le respect des taux de pose. Le taux de pose de microbilles appliquées au sol ne fait l'objet d'aucune vérification lors du calibrage en début d'année par le Centre de gestion de l'équipement roulant (CGER).

Temps d'écoulement des microbilles

La première étape consiste à déterminer le temps d'écoulement des microbilles cibles pour remplir le contenant de 2 L. Pour ce faire, utiliser le tableau ci-dessous ou le fichier Excel de vérification du calibrage.

Temps d'écoulement pour la cible de 2 L (en secondes)

Vitesse du camion traceur (km/h)	Taux de pose de microbilles (kg/L)		
	0,3	0,6	0,8
16	49	25	18
18	44	22	16
20	39	20	15
22	36	18	13
24	33	16	12
26	30	15	11
28	28	14	11
30	26	13	10

A	B	C	D	E	F	G
1	VÉRIFICATION DU TAUX DE POSE DE MICROBILLES					
2						
3	Taux d'application – microbilles de verre (kg/L)				0,6	
4	Taux d'application – peinture (L/km)				48	
5	Vitesse du camion traceur (km/h)				20	
6						
14	Temps d'écoulement pour la cible (2 L)				20	

Québec

Procédure de calibrage

Le calibrage du taux de pose de microbilles nécessite au minimum deux personnes.

La vérification doit être réalisée pour chacun des fusils de microbilles.

Étapes à suivre pour chacun des fusils

1. S'assurer que la pression du réservoir de microbilles indiquée sur le cadran est stable.
2. Placer le contenant de récupération sous le fusil de microbilles.
3. Ouvrir et fermer deux fois le fusil de microbilles pour s'assurer de remplir complètement le tuyau d'approvisionnement.
4. Vider le contenant de récupération et le placer de nouveau sous le fusil de microbilles.
5. Ouvrir le fusil de microbilles et démarrer, au même moment, le chronomètre.
6. Arrêter le fusil de microbilles lorsque le temps d'écoulement ciblé est atteint.
7. Agiter le contenant de récupération pour égaliser le niveau de microbilles.
8. Si la quantité de 2 L n'est pas atteinte, augmenter le débit de microbilles, puis recommencer l'essai.
9. Si la quantité de 2 L est dépassée, réduire le débit de microbilles, puis recommencer l'essai. Un écart de ± 200 ml est acceptable.



Le taux de pose de microbilles doit être ajusté lorsqu'il y a une modification de la vitesse de traçage ou du taux de pose de peinture appliquée.

S'il est impossible d'obtenir le taux de pose requis, communiquer avec le CGER.

Novembre 2019



Le *Manuel technique sur le marquage routier* est un outil visant à consolider les connaissances générales et à harmoniser les pratiques liées aux opérations de marquage. Il s'appuie sur divers ouvrages, normes et guides rédigés par le ministère des Transports concernant le marquage routier. Le *Manuel technique sur le marquage routier* aborde notamment l'encadrement légal, les orientations ministérielles en vigueur, la planification des travaux, les produits utilisés et la surveillance des opérations de marquage. Il s'adresse principalement aux techniciens, aux ingénieurs et aux différents professionnels dans le domaine du marquage routier.