

**Bilan environnemental et l'état des connaissances des produits de
marquage routier au ministère des Transports du Québec**

**Michel Tremblay, ing., M.B.A.
Direction du soutien aux opérations
Ministère des Transports du Québec**

Exposé préparé pour la séance portant sur l'environnement

**Congrès annuel 2014
Association des transports du Canada
Montréal (Québec)**

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	4
1. GÉNÉRALITÉS CONCERNANT LA FABRICATION DES PEINTURES	5
2. OBJECTIFS DES PROJETS, MODALITÉS DES RÉALISATIONS ET RETOMBÉES ENVIRONNEMENTALES	6
OBJECTIF 1 : ÉLIMINATION DES CHROMATES DE PLOMB	6
OBJECTIF 2 A : DIMINUTION DES COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS.....	7
OBJECTIF 2 B : DIMINUTION DES SOLVANTS ORGANIQUES	9
OBJECTIF 3 : AMÉLIORATION DU BILAN DU MTQ POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE.....	9
OBJECTIF 4 : OPTIMISER LES QUANTITÉS DE PRODUITS UTILISÉS TOUT EN MAINTENANT UNE PRÉSENCE DU MARQUAGE POUR UN GAIN EN SÉCURITÉ ROUTIÈRE	10
3. EXPÉRIMENTATION AVEC LA PEINTURE À BASE D’EAU	11
3. CONCLUSION	14

RÉSUMÉ

Dans un contexte de développement durable, le Ministère des Transports du Québec (MTQ) s'est engagé à améliorer son bilan environnemental en utilisant de nouveaux produits, en adoptant de nouvelles façons de faire et en modifiant ses normes sur les produits de marquage routier. Par ses actions, le Ministère est devenu un précurseur de nouvelles pratiques environnementales.

Cet exposé décrit brièvement les caractéristiques des produits de marquage utilisés actuellement et les normes environnementales adoptées et mises en vigueur récemment par Environnement Canada et Santé Canada. Nous en ferons ressortir les gains environnementaux qui découlent de la diminution des émissions de composés organiques volatils (COV) des peintures de marquage et de l'élimination des chromates de plomb dans la fabrication des produits de couleur jaune. Nous discuterons ensuite des nouvelles normes portant sur les microbilles de verre utilisées lors des travaux de marquage, lesquelles obligent les fabricants à utiliser 90 % de résidus de verre (préconsommation et postconsommation) et limitent l'utilisation de métaux lourds. Enfin, nous présenterons l'état des connaissances sur les peintures de marquage à base d'eau, ferons un survol des essais réalisés sur le réseau routier québécois et formulerons des recommandations quant à la venue de nouveaux produits tels les alkydes à basse teneur de COV.

Remerciements

L'auteur tient à remercier monsieur Frédéric Boily, M.Sc., chimiste pour son aide dans l'analyse des nouveaux produits de marquage, ainsi que toutes les personnes qui ont participé à cet article.

Introduction

Les préoccupations d'ordre environnemental constituent un enjeu majeur pour la survie de la planète, la santé humaine et l'équilibre des écosystèmes. Dans cette optique, le MTQ s'implique activement dans des activités à valeurs ajoutées sur le plan environnemental, et ce, depuis déjà plusieurs années, tout en s'assurant qu'une de ses missions premières est d'assurer la sécurité du public. C'est pourquoi des projets novateurs et avant-gardistes ont été mis de l'avant pour diminuer le dégagement de produits utilisés dans le marquage routier pouvant menacer l'environnement par les peintures de marquage, mais toujours dans un souci du maintien de sa qualité.

Ce document fait état des objectifs de ces projets, des modalités de réalisation des nouvelles pratiques et façons de faire et des retombées importantes pour réduire les impacts sur les écosystèmes. Mais avant, voici un résumé de quelques généralités, concernant la fabrication des peintures.

1. Généralités concernant la fabrication des peintures

Avant de considérer les alternatives visant à améliorer les performances environnementales des peintures de marquage, il importe d'apporter certaines précisions concernant les différents paramètres qui entrent en ligne de compte lors de leur fabrication. En fait, il s'agit d'un processus très complexe.

En effet, plusieurs ingrédients sont requis dans l'élaboration de tous les types de peinture, et ce, dans des proportions bien spécifiques. La modification de l'un ou l'autre de ces ingrédients peut avoir des répercussions importantes sur les caractéristiques physico-chimiques et la performance des peintures. Parmi ceux-ci, nous retrouvons, entre autres :

- un liant qui contribue à la résistance et la durabilité;
- un solvant qui favorise l'amalgame des produits lors de la fabrication et qui s'évapore lors de l'application;
- des pigments, soient des poudres de nature minérale ou organique très fines, qui assurent l'opacité et la couleur de la peinture;
- des matières de charges qui sont des poudres assurant des propriétés spécifiques et qui réduisent les coûts de fabrication;
- des additifs qui contribuent au maintien de l'équilibre des propriétés de la peinture dans le temps, tels les agents de coalescence, les antipeaux ou les fongicides.

D'autres contraintes s'ajoutent et complexifient la fabrication ou la modification des peintures de marquage. Les compagnies fabricantes doivent s'assurer que leurs produits rencontrent les caractéristiques exigées par le MTQ, par exemple :

- un temps de séchage court pour faciliter l'application particulièrement sur des routes achalandées;
- une opacité suffisante permettant de couvrir l'enrobé bitumineux de couleur noire par l'application d'une seule couche de peinture;
- une viscosité permettant une application à grande vitesse par un camion traceur (dans le cas des peintures de base, un camion peut appliquer plus de 2000 L/h);
- une possibilité d'être appliquée à différentes conditions climatiques;
- une résistance à l'usure occasionnée par le passage des véhicules et des équipements de déneigement;
- une rétroréflexion assurant la visibilité de nuit (par l'ajout de la microbille de verre);
- une durabilité prédéterminée;
- un maintien de la couleur dans le temps malgré l'effet des rayons ultraviolets du soleil et du passage des véhicules.

Or, pour respecter ces diverses contraintes, les fabricants ont opté principalement depuis les années vingt pour le développement de peintures à base d'alkyde. C'est d'ailleurs pourquoi le MTQ y a eu recours majoritairement à ces produits dans le passé. Ce type de produit, bien qu'offrant une durabilité très courte, présentait comme avantage de pouvoir être utilisé même dans des conditions hivernales, ce qui constituait un atout majeur au Québec.

De nombreux autres produits de marquage ont fait leur apparition à travers le monde par la suite. Ainsi, en plus des peintures à l'alkyde, le MTQ a utilisé des peintures à base d'eau, des résines époxydiques, des méthacrylates de méthyle (MMA) et des bandes polymères. Évidemment, chacun des produits de marquage comporte des avantages, mais aussi des inconvénients pour l'environnement. (voir annexe A)

2. Objectifs des projets, modalités des réalisations et retombées environnementales

Le réseau routier, sous l'autorité du MTQ, comporte environ 90 000 kilomètres de lignes et par conséquent requiert plus de la moitié de la quantité des peintures de marquage appliquées au Québec. Des budgets annuels de l'ordre de 30 M\$ sont nécessaires à cet effet. Il s'avère donc d'autant plus important que des mesures soient mises en place pour assurer que les produits utilisés comportent le moins d'impact possible sur l'environnement. En ce sens, le MTQ a décidé de faire preuve de leadership et, en plus de contribuer à la sécurité routière, de contribuer à la sécurité de l'environnement en fonction de quatre objectifs, et ce sur l'ensemble de son réseau routier;

- Le premier objectif vise l'élimination des produits à base de chromate de plomb;
- Le deuxième a trait à la diminution des dégagements de COV dans l'atmosphère;
- Le troisième consiste à améliorer son bilan relatif au développement durable;
- Le dernier consiste à optimiser les ressources en favorisant une diminution des quantités de produits utilisés sans diminuer la sécurité routière.

Objectif 1 : Élimination des chromates de plomb

Comme mentionné précédemment, lors de la fabrication des peintures, les compagnies ajoutent des pigments pour obtenir soit la couleur blanche ou la couleur jaune. Il existe deux types de pigments:

- Les pigments minéraux tels que le dioxyde de titane, le chromate de plomb ou l'oxyde de fer;
- Les pigments organiques sont des produits dérivés de la chimie organique et élaborés à partir du carbone.

Il est à noter que le MTQ utilisait annuellement plus 1,5 million de litres de peinture jaune, ce qui correspond à un dégagement de 235 000 kg de chromate de plomb dans l'environnement. Le chromate de plomb utilisé dans les peintures de marquage était encapsulé, ce qui permettait de rencontrer toutes les normes environnementales.

Malgré tout, dès 1998, le MTQ a tenté de déterminer des alternatives pour diminuer l'utilisation de ce pigment. Le recours à des pigments organiques a été mis à l'essai et évalué. Les premiers résultats obtenus étaient insatisfaisants puisque les premières générations de peinture élaborées avec les pigments organiques n'étaient pas en mesure de conserver leur couleur et que celle-ci pâlisait très rapidement dans le temps. En 2003, ce problème était résolu pour la majorité des produits. Cependant, un autre problème a fait surface. Certains des pigments organiques utilisés lors de la fabrication offraient un niveau de rétroreflexion très faible, ce qui nuisait à la visibilité du marquage la nuit et par le fait à la sécurité routière. Suite à cette découverte en 2004, les compagnies ont éliminé de leurs produits, les types de pigments organiques occasionnant ce problème. Le MTQ a ensuite modifié ses critères d'acceptabilité. Il a donc été la première administration au Canada à bannir les chromates de plomb de ses produits de marquage acceptés pour homologation. Sur le réseau routier du MTQ, la conversion des produits à base de chromate de plomb vers les pigments organiques s'est échelonnée de 2005 à 2007, ce qui en faisait un projet avant-gardiste et novateur. Depuis ce moment, aucun produit de marquage ne comporte des produits avec des pigments à base de chromate de plomb. Cette mesure contribue à une diminution de l'émanation de plus de 235 000 kg de chromate de plomb dans l'environnement. Par la suite, Santé Canada a banni l'utilisation du chromate de plomb en 2010,

Objectif 2 a : Diminution des composés organiques volatils

Le traçage de l'ensemble des lignes couvrant le réseau routier du MTQ requiert l'achat de près de 3,8 millions de litres de peinture, ce qui représente un dégagement d'environ 1,5 million de kilogrammes de composés organiques volatils (COV) par an dans l'environnement si le Ministère utilisait des peintures à base d'alkyde conventionnelle.

En effet, ce type de peinture (alkyde conventionnelle) contient une quantité importante de solvants. Lors de son application et de son séchage, les solvants sont libérés dans l'atmosphère. La majorité de ces solvants contribue aux COV. Ils sont les précurseurs de l'ozone troposphérique et du smog, car ils réagissent dans le processus photochimique faisant intervenir la lumière du soleil. Rappelons que le smog est un problème important au Canada, parce qu'il est associé à de graves effets sur la santé, notamment des milliers de décès prématurés, d'hospitalisations et d'admissions à l'urgence tous les ans (tiré de l'ébauche du Plan stratégique pour la mise en œuvre de l'utilisation de revêtements de marquage routier à faible teneur en composés organiques volatils du ministère de l'Environnement du Canada, 2007).

Actuellement, toutes les administrations au Canada visent à améliorer leur bilan d'émission de COV en recherchant de nouveaux produits. Les ministères de l'Environnement du Canada ont élaboré une loi limitant les émissions de COV dans les

peintures de marquage à 150 g/L. Donc depuis le 10 septembre 2012, il est interdit d'utiliser des peintures de marquages avec des COV de plus de 150 g/L entre le 1^{er} mai et le 15 octobre.

Pour sa part, le MTQ a commencé dès l'année 1998 à expérimenter différents produits pouvant remplacer les peintures alkydes. Pour ce faire, des essais sur route et sur des bancs d'homologation ont été effectués pour comparer leur résistance sur un même site, donc dans les mêmes conditions. Dans un premier temps, des produits à plus d'un composé, comme les résines époxydiques, ont offert des performances prometteuses qui permettaient d'envisager l'élimination presque complète de COV. Cependant, ces produits s'avèrent dispendieux et requièrent des conditions de pose complexes, voire difficiles à respecter ou à appliquer. Par conséquent, il devenait difficile de les envisager comme produit de substitut aux peintures à base d'alkyde.

Au début des années 2000, le MTQ a commencé à homologuer des produits à base d'eau pouvant offrir des résultats similaires aux peintures alkyde déjà connues. En 2001 et en 2002, une expérimentation de ces peintures sur grande échelle a été effectuée pour évaluer leur performance.

En décembre 2005, malgré le fait qu'aucune norme environnementale ne régissait les COV au Québec et au Canada et que les produits de remplacement étaient très dispendieux, le comité de gestion du MTQ a décidé que pour l'an 2009, des produits à base d'eau, moins nocifs pour l'environnement, devaient remplacer les produits à base d'alkyde appliqués sur son réseau. Dans le cadre de cette orientation, deux projets pilotes ont été mis en place au cours de l'été 2007 dans deux régions : soit celle de Saguenay-Côte-Nord et celle de Sherbrooke. Étant donné les résultats prometteurs obtenus, le MTQ a décidé d'aller de l'avant pour étendre cette pratique à l'ensemble de son réseau routier pour 2009. Pour ce faire, trois autres camions traceurs ont été modifiés à cette fin pour 2008. De sorte qu'en 2009, tout le marquage routier effectué sur le réseau routier du MTQ ou octroyé par contrat a été réalisé avec des produits émettant moins de 150 g/L de COV.

En considérant que les peintures à base d'alkyde émettaient environ 400 g/L, que les nouvelles peintures à base d'eau émettent moins de 100 g/l et que les résines époxydiques en émettent moins de 5 g/L, une réduction des émissions de COV de l'ordre d'environ 1,5 million de kilogrammes annuellement par ce changement. Cela constitue un bénéfice notable tant pour l'environnement que pour la santé de la population.



Objectif 2 b : Diminution des solvants organiques

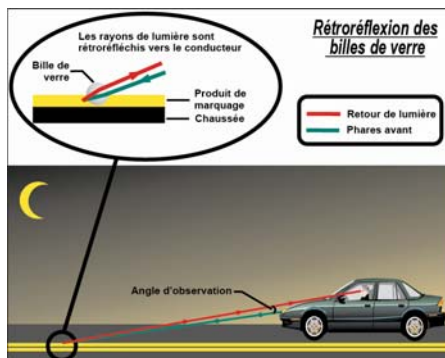
À la suite de ces changements législatifs, les fabricants de peinture ont développé des peintures à base d'alkyde ayant des teneurs en COV inférieure à 150 g/L. Pour ce faire, les fabricants utilisent des solvants organiques principalement à base d'acétone. Ces produits sont de plus en plus employés étant donné leur facilité d'application par temps froid ou humide.

À l'automne 2013, le ministère a analysé ces nouveaux produits tant au point de vue de leur durabilité, des impacts environnementaux que de la sécurité des travailleurs. Étant donné que le ministère utilise environ 3,8 millions de litres de peinture, si ce nouvel alkyde à basse teneur en COV est utilisé, cela entraînerait que plus de 1,4 million kg de solvant organique supplémentaire serait rejeté dans l'atmosphère. Tandis qu'en utilisant la peinture à l'eau, tel qu'actuellement, seulement 380 000 kg sont rejetés.

Ainsi, bien que les peintures à base d'alkyde à faible teneur en COV soient de même coût que la peinture à l'eau, sa durabilité est légèrement inférieure. Comme elles contiennent des solvants à base d'acétone, contrairement à la peinture à l'eau, elles présentent un risque d'explosion plus grand, donc pouvant compromettre la sécurité de tous. Par ailleurs, comme mentionné précédemment, elles entraînent une émanation de solvants organiques dans l'atmosphère de plus de 1 million de kg par rapport à la peinture à l'eau. Dans un souci de développement durable et pour faire en sorte de ne pas reculer par rapport à ses gains environnementaux, le ministère a décidé de limiter l'application de ces produits à la période hivernale seulement étant donné leur facilité d'application par temps froid ou humide.

Objectif 3 : Amélioration du bilan du MTQ pour un développement durable

Depuis le milieu des années quarante, le MTQ exige l'ajout de microbilles de verre dans les peintures de marquage afin d'augmenter la rétro réflexion. Pour ce faire, les microbilles de verre, de la grosseur d'un grain de sucre, sont incorporées dans la peinture lors de son application sur la chaussée. Grâce à un phénomène optique, les microbilles de verre agissent comme un miroir et réfléchissent la lumière des phares du véhicule vers l'œil du conducteur. Par le fait même, les lignes de marquage deviennent plus visibles, particulièrement la nuit, ce qui contribue à augmenter la sécurité routière.



Initialement, les microbilles de verre étaient produites au Québec pour notre utilisation. Elles étaient produites principalement à partir de déchets tels que le verre servant à la fabrication des fenêtres de maison.

En 2004, le MTQ a analysé des microbilles de verre provenant de différentes compagnies et de différents pays. Les résultats obtenus ont fait valoir que dans certains cas, la teneur en métaux lourds pouvait être très élevée. Une des explications possibles peut être que le verre utilisé pour la fabrication de ces microbilles de verre provenait d'écran cathodique.

Dans le cadre du développement durable, en 2007, le MTQ a mis en place une clause innovatrice spécifiant que les résidus de verre servant à la fabrication des microbilles devaient être produits au Canada et/ou dans l'État de New York (Accord commercial). Cette clause mentionne également que les microbilles de verre doivent contenir un minimum de 90 % de résidus de verre recyclés. Par ailleurs en 2013, le MTQ a apporté des modifications aux spécifications d'achat pour faire en sorte de limiter la teneur en métaux lourds dans les microbilles de verre à seulement quelques parties par million (PPM), c'est-à-dire : 75 mg/kg pour l'antimoine (Sb), 50 mg/kg pour l'arsenic (As), 20 mg/kg pour le cadmium (Cd), 20 mg/kg pour le mercure (Hg) et 50 mg/kg pour le plomb (Pb). Deux motifs sont à la base de ces actions. Le premier est d'éviter d'importer des métaux lourds en provenance d'ailleurs dans le monde et pouvant contaminer notre environnement. En effet, des résidus des produits de marquage se retrouvent sur les accotements des routes et peuvent par le fait même contaminer les écosystèmes avoisinants. Le deuxième motif est de favoriser le recyclage de nos propres déchets pour diminuer leur quantité et ainsi alléger le fardeau des sites d'enfouissement. Plus spécifiquement au Québec, chaque année, environ 2,8 millions de kilogrammes de verre pourront être recyclés au lieu d'être acheminés vers les sites d'enfouissement. Depuis, ces normes ont été reprises par la majorité des administrations en Amérique du Nord.

Objectif 4 : Optimiser les quantités de produits utilisés tout en maintenant une présence du marquage pour un gain en sécurité routière

Étant donné l'ampleur de notre réseau, environ 90 000 km de lignes de marquage doivent être tracés par année. Il était donc important de développer des outils pour effectuer un suivi de l'état du marquage en termes de présence (durabilité) et de visibilité de nuit (rétro réflexion).

Pour ce faire, au cours des dernières années, le ministère a innové en concevant une classification fonctionnelle de la durabilité associée à une inspection rapide (environ 3 semaines) de l'ensemble des lignes de marquage au printemps. Ainsi, le ministère est en mesure de connaître la présence minimale de la visibilité de jour du marquage sur son réseau. Elle est réalisée par une trentaine d'équipe de releveur au début du mois d'avril sur l'ensemble du réseau. Ainsi, le MTQ a pu augmenter le taux de conformité de la présence du marquage sur les routes au printemps de 73 % à 93 % (2008 à 2013), ce qui constitue un gain important pour la visibilité des lignes (voir annexe B).

Ce système de suivi a permis au cours des dernières années de connaître les zones plus critiques où le marquage s'use plus rapidement. Ainsi, elle nous permet de mieux évaluer les besoins de traçage et de recourir à différents taux d'application en fonction du taux de présence réel. Ces modifications au niveau de l'application contribuent à optimiser le taux d'application sans diminuer la sécurité routière.

Cette nouvelle façon de procéder va nous permettre de réaliser une économie de 150 000 L de peinture, ce qui représente une économie de plus 450 000 \$ annuellement. Par conséquent, elle nous permet également d'améliorer encore notre bilan environnemental.

Dans la même optique, le ministère a développé une classification fonctionnelle (voir annexe) de la rétro réflexion qui va nous permettre dans le futur d'améliorer la visibilité de nuit des lignes de marquage. Pour ce faire, le ministère s'est doté d'un véhicule muni d'un appareil de mesure à haut rendement, c'est-à-dire pouvant prendre des mesures de rétro réflexion en roulant jusqu'à 100 km/h. Annuellement, environ 20 000 km de lignes sont mesurés. Il est le premier véhicule du genre au Canada. Le MTQ dispose aussi de douze appareils de mesure portatifs en complément (voir annexe C).

3. Expérimentation avec la peinture à base d'eau

Comme le démontre l'historique dressé précédemment, le MTQ a décidé de mettre à l'essai des produits correspondant à ces nouvelles normes environnementales depuis plusieurs années, c'est-à-dire, la peinture à base d'eau. Ce changement a entraîné des modifications importantes dans les équipements de traçage pour rencontrer les spécifications techniques des produits à base d'eau. D'abord, comme les peintures à base d'eau sont des produits dont le potentiel hydrogène pH se situe aux environs de 10, il constitue un milieu basique, ce qui fait qu'il réagit avec des produits tels le cuivre et l'aluminium. Par conséquent, les réservoirs des camions traceurs doivent être faits en acier inoxydable. Lors de la conception du camion, il faut aussi tenir compte que la masse volumique des peintures à base d'eau est d'environ 1,6 kg/L comparativement à 1,3 kg/L pour les peintures à l'alkyde. Les peintures à base d'eau sont donc plus lourdes d'environ 25% comparativement à celles à l'alkyde. Par ailleurs, les peintures à base d'eau sont des produits beaucoup plus complexes et beaucoup moins stables dans le temps comparativement aux peintures à l'alkyde. Donc, des mesures particulières doivent être prises lors du remplissage du camion traceur et de sa manutention. Par exemple, il faut éviter la pénétration d'air et de vider complètement les réservoirs, s'assurer que les réservoirs reste plein, etc. De plus, étant donné que le MTQ désire utiliser des peintures à séchage rapide, il faut aussi modifier le camion traceur pour disposer d'un chauffe-peinture par échangeur de chaleur (avec le moteur et/ou le compresseur), c'est-à-dire qui n'entre pas directement en contact avec la peinture. Il est recommandé de maintenir la température de ce type de peintures aux alentours de 40°C idéalement. Une augmentation de la température des peintures à base d'eau au-delà de 50°C est à éviter, car dans un tel cas, leur consistance deviendrait gélatineuse.

Bien que l'utilisation des peintures à base d'eau entraîne des modifications importantes des équipements de marquage, les essais du MTQ ont permis de constater des avantages appréciables qui en découlent. Notamment :

- la pose s'exécute plus facilement ;
- le nettoyage des camions traceurs est simplifié ;
- la productivité est semblable ;
- les températures estivales normales permettent un séchage plus rapide, ce qui permet la réouverture plus rapide de la circulation ;
- la définition du marquage est plus précise ;
- une amélioration de la durabilité est notée sur le banc d'essai et sur la route ;
- les coûts du produit sont semblables.

Par contre, certains inconvénients ont été notés :

- s'il y a de la pluie dans les 30 minutes suivant la pose, la peinture se fait « laver » ;
- Plus les températures extérieures s'abaissent, plus la durée du temps de séchage augmente (voir figure) ;
- si l'humidité relative est supérieure à 80 %, le temps de séchage augmente rapidement (voir figure) et la peinture risque de pas sécher ;
- ce produit dégage des odeurs d'ammoniac. De ce fait, certaines modifications aux équipements seraient nécessaires pour éviter que ces odeurs incommodes les conducteurs des camions traceurs et les applicateurs de cônes;
- il est impossible de travailler par température très froide;
- difficulté de séchage lors de rafraîchissement sur des lignes de marquage trop apparentes lors des travaux de nuit.

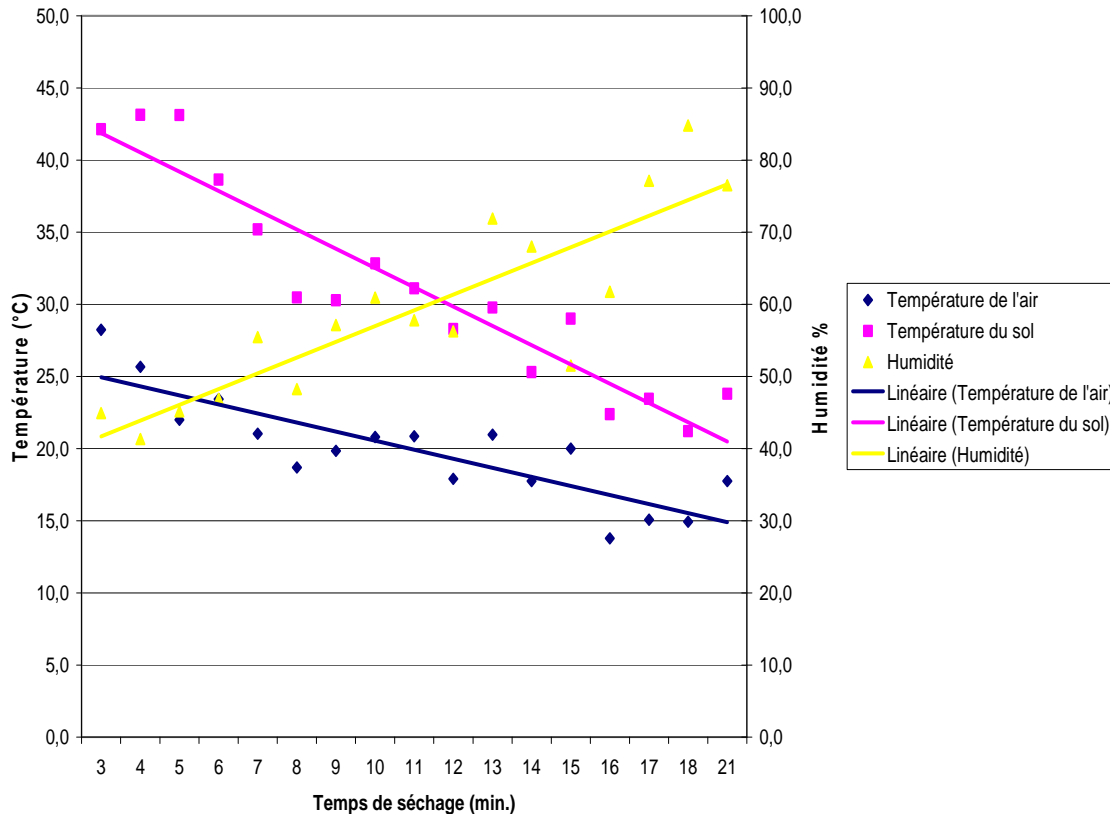
Il est à noter que malgré tout, nous avons pu effectuer le marquage avec des peintures à base d'eau jusqu'au début du mois de novembre dans la région de Sherbrooke. Par contre, nous avons dû convertir nos équipements de traçage pour appliquer des peintures à base d'alkyde dans les régions plus nordiques dès octobre. Au printemps, il a été possible de recourir à des peintures à base d'eau compte tenu d'un ensoleillement plus long et que l'humidité de l'air disparaît plus rapidement en cours de journée.

Il est bon de comprendre que les peintures à l'eau sèchent différemment que celle des peintures à base d'alkyde. Dans un premier temps, elles sèchent en surface par une évaporation de l'eau et par la suite par une coalescence de l'émulsion dans la peinture. Cela fait en sorte que même si la peinture est sèche en surface, le centre demeure liquide pour un certain temps. Voici les principaux facteurs qui influencent le temps de séchage :

1. Humidité relative
2. Température de chauffage
3. Température du pavage
4. Température de l'air
5. Point de rosée
6. Épaisseur du marquage
7. Ensoleillement
8. Vitesse du vent
9. Taux d'application de la microbille de verre

Cependant, suite à nos expérimentations, nous croyons que le taux d'humidité relative et la température du pavage sont les deux facteurs qui exercent le plus d'influence sur le temps de séchage des peintures à base d'eau. (Voir le graphique suivant)

Temps de séchage en fonction de la température de l'air, du sol et du pourcentage d'humidité - Moyenne Chicoutimi/Sherbrooke



Afin d'être en mesure de prévoir le temps de séchage, il importe que les équipes de traçage soient munies d'un thermomètre infrarouge pour mesurer la température du sol et d'un hygromètre. Il faut aussi qu'elles tiennent compte des prévisions météorologiques. Par exemple, avant un orage l'humidité relative augmente souvent très rapidement, ce qui augmente le temps de séchage et contribue à ce que la peinture soit complètement « lavée » par l'orage même jusqu'à 30 minutes après l'application. Au contraire, nous avons constaté un raccourcissement significatif du temps de séchage, par journée ensoleillée et en présence de vent. Dans de telles conditions, nous obtenons régulièrement une durée de temps de séchage de moins de 5 minutes. Cela nous permet d'appliquer le marquage sans procéder à la pose préalable de cônes de signalisation, lorsque de telles conditions sont présentes.

3. Conclusion

En conclusion, dans le cadre de ses projets le MTQ a mis en place des mesures concrètes permettant d'atteindre les objectifs qu'il s'était donné, c'est-à-dire l'élimination complète des chromates de plomb dans les peintures de marquage utilisées sur son réseau routier pour une élimination totale de 235 000 kg de chromate de plomb, une diminution significative des dégagements de COV en utilisant maintenant des peintures à base d'eau pour un gain d'environ 1,1 million de kg, aussi par le fait de continuer de travailler avec les peintures à l'eau au lieu des nouvelles formulations de peintures alkydes on évite de dégager de 1 million de kg de solvants organiques. En favorisant le recyclage du verre, cela permet une amélioration notable de son bilan de développement durable par l'utilisation 2,8 millions de kg de verre recyclé et en évaluant mieux l'état du marquage cela nous permet dès cette année d'appliquer 150 000L de peinture de moins avec une économie de 450 000 \$.

La réalisation de ces projets novateurs et avant-gardistes offre des retombées environnementales indéniables. Le ministère des Transports participe au mieux-être des citoyens en adaptant les produits utilisés pour le marquage des routes aux nouveaux concepts environnementaux. En somme, sur une grande échelle, des produits offrant un haut niveau de performance environnementale remplacent des produits depuis peu jugés plus dommageables pour l'environnement et des mesures énergiques sont mises en place pour favoriser le recyclage de matériaux; ce qui contribue à une utilisation rationnelle et durable des ressources. Ils s'assurent en même temps d'augmenter la durabilité du marquage sur les routes et du niveau de sécurité routière pour les usagers de la route.

Une autre retombée très importante et non négligeable découle de ce projet. L'initiative du MTQ sert de modèle dans l'ensemble du Canada et plusieurs provinces et villes vont nécessairement emboîter le pas et prendront le virage vert quant à l'utilisation de produits de marquage des routes plus sécuritaires pour l'environnement.

RÉFÉRENCES

- Boily, F. et Tremblay M. « Guide sur la rétro réflexion du marquage routier – Principes et évaluation », ministère des Transports du Québec, janvier 2014, 43p.
- Environnement Canada,
<http://www.ec.gc.ca/Publications/E9F55776-FFBD-4043-965F-2CA4D030D103/VousAppliquezDesRevetementsDeMarquageRoutier.pdf>
- Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999), Règlement limitant la concentration en composés organiques volatils (COV) des revêtements architecturaux, Environnement Canada, DORS/2009-264, 9 septembre 2009
- Loi sur les produits dangereux (2005), Règlement sur les revêtements, Santé Canada, DORS/2005-109, 19 avril 2005
- Ministère du Développement durable, Environnement, Faunes et Parcs du Québec (MDDEFP)
<http://www.mddefp.gouv.qc.ca/air/cov/index.htm>
- Tremblay, M. (2005) État de la situation horizontale au Québec, ministère des Transports du Québec
- Tremblay, M. (2008) État des connaissances sur les peintures à base d'eau pour le marquage routier, Congrès de l'Association québécoise du transport et des routes
- Tremblay, M. (2004) *Guide d'inspection de la durabilité du marquage*, ministère des Transports du Québec







Annexe A

Caractéristiques des différents produits de marquage au Québec

Produit	Durabilité (Présence de ligne)	Coût/mètre	\$/an	Rétroreflexion (Visibilité de nuit)	Pose	Avantages	Inconvénients
1- Courte durée							
À base d'eau	9 mois à 1 an	0,25 \$	0,25 à 0,50 \$ (1 à 2 fois)	Bonne initiale Très faible après un hiver	Facilité de pose	Meilleur que les produits à l'alkyde Vitesse de pose rapide (20 km/h) MTQ possède 7 camions Température de séchage (moins de 5 min.)	Conditions d'applicabilité restreintes (humidité et froid)
À base d'alkyde	6 mois à 1 an	0,25 \$	0,25 à 0,50 \$ (1 à 2 fois)	Bonne initiale Très faible après un hiver	Facilité de pose	Vitesse de pose rapide (20 km/h)	Le produit le moins durable Peut s'appliquer en période hivernale seulement
Alkyde à basse teneur en COV	6 mois à 1 an	0,25 \$	0,25 à 0,50 \$ (1 à 2 fois)	Bonne initiale Très faible après un hiver	Facilité de pose	Vitesse de pose rapide (20 km/h) Rencontre les normes de COV Peut s'appliquer à l'année	Le produit le moins durable
2- Moyenne durée							
Résine époxydique	2 à 4 ans	0,75 à 2 \$	0,25 à 1 \$	Bonne initiale Faible après un hiver	Complexité à appliquer Produit à deux composantes (2:1)	Meilleur produit sur le béton Très bonne assise sur de l'enrobé neuf	Produit à 2 composantes Équipement de pose spécifique Conditions d'applicabilité restreintes (humidité et froid) Vitesse d'application moyenne 10 km/hr Problématique d'arrachement (voir info DLC juin 2011) Temps de séchage (30 à 60 min)
MMA (pulvérisé)	2 à 4 ans	2 \$	1 \$	Bonne initiale Faible après un hiver	Application manuelle	Produit prometteur pour le marquage ponctuel	Produit à 2 composantes Équipement de pose spécialisé
3 – Longue durée							
Résine époxydique incrustée	4 à 5 ans	4 à 7 \$	1 à 2 \$	À l'essai	Idem Obligation de faire une incrustation	À l'essai sur l'enrobé Très bon contraste sur le béton	Produit à 2 composantes Équipement de pose spécifique Vitesse d'application lente
MMA (Manuel)	4 à 6 ans	15 à 20 \$	4 à 5 \$	Bonne initiale Faible après un hiver	Application manuelle	Produit prometteur pour le marquage ponctuel	Produit à 2 composantes Équipement spécialisé Condition d'applicabilité restreinte
Bandes polymères	2 à 4 ans	15 à 20 \$	4 à 7 \$	À l'essai	Application sur de l'enrobé neuf seulement entre les rouleaux de compaction et de finition. L'enrobé doit être à plus de 60 °C	Apparence excellente Signalisation horizontale présente lors de l'ouverture des travaux	Vitesse d'application faible Condition d'applicabilité restreinte Problématique d'arrachement

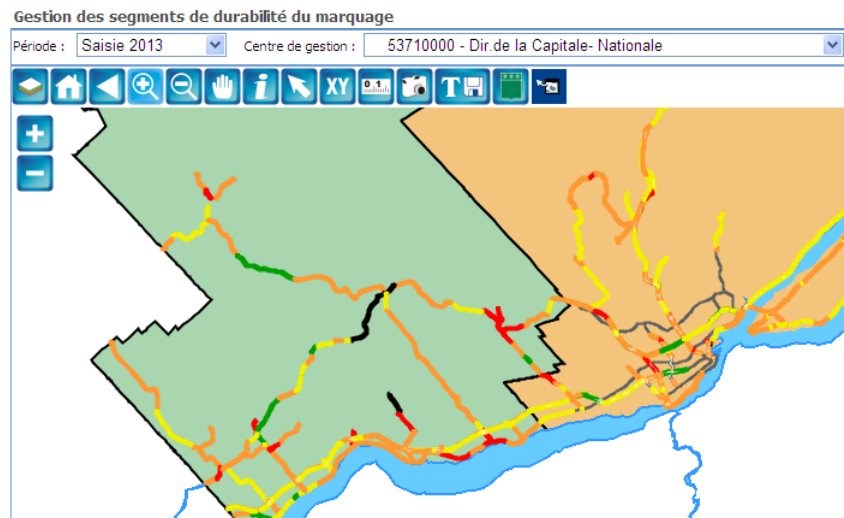
Annexe B

Classification fonctionnelle de la durabilité

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


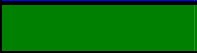





Exemple de carte de durabilité



Annexe C

Classification fonctionnelle de la rétro réflexion (mcd/lux/m²)

A	250 et plus	BLEU	
B	175 à 249	VERT	
C	100 à 174	JAUNE	
D	50 à 99	ORANGE	
E	Moins de 50	ROUGE	

- **Les valeurs de rétro réflexion sont en mcd/lux/m².**
- Rétro réflexion minimale du marquage de couleur blanc que tous les types de produit doivent obtenir lors de l'application initiale.
 - Rétro réflexion minimale du marquage de couleur jaune que tous les types de produit doivent obtenir lors de l'application initiale.
 - Minimum de rétention de la rétro réflexion que le marquage doit obtenir selon les données probantes des chercheurs pour maintenir un niveau de visibilité minimale.
 - Rétro réflexion en dessous du seuil minimal et normalement, lorsque le marquage le marquage atteint ce seuil, il devrait être refait.
 - Rétro réflexion en dessous du seuil de visibilité de nuit du marquage.

Exemple de carte de rétro réflexion



Annexe D

Bref historique qui permet de mieux comprendre les changements entrepris par le MTQ:

- Avant 1990 : utilisation des peintures alkydes;
- 1990 : 1^{er} essai en Californie avec des peintures à base d'eau;
- 1998 : 1^{er} essai au MTQ avec des peintures à base d'eau;
- 1998 : 1^{er} essai au MTQ avec des peintures sans chromate de plomb;
- 2000 : Début de l'homologation des peintures à base d'eau;
- 2001 : 1^{er} camion traceur pour l'application des peintures à base d'eau (Saguenay);
- 2001-2002 : Expérimentation en chantier avec des peintures à base d'eau;
- 2003 : Problématique de rétroflexion avec les pigments organiques;
- 2005 : Décision du comité de gestion concernant la migration vers les peintures à base d'eau;
- 2007 : Élimination du plomb dans les pigments jaunes et remplacement par des pigments organiques;
- 2007 : Début de l'application des peintures à base d'eau au MTQ (Saguenay et Sherbrooke);
- 2008 : Application des peintures à base d'eau avec 3 autres camions traceurs au MTQ (Boucherville, Cacouna et Gatineau);
- 2009 : Application des peintures à base d'eau avec un 6^e camion traceur (Amos);
- 2009 : Dégagement maximal en COV inférieur à 150 g/L pour tous les produits utilisés sur le réseau du MTQ
- 2010 : Règlement sur l'interdiction d'utiliser du chromate de plomb dans les peintures de marquage par Santé Canada
- 2011 : 1^{er} essai avec des peintures alkydes à basse teneur en COV sur le banc d'homologation;
- 2012 : Entrée en vigueur du règlement sur les COV par le ministère de l'Environnement du Canada (max 150 g/L du 1^{er} mai au 15 octobre) ;
- 2013 : Mise en place des orientations concernant l'optimisation des produits utilisés