



LVM
TECHNISOL

**Contrôle de la qualité du
retraitement en place à froid
(externe – donneur d'ouvrage ou laboratoire)**

**Présenté par : Dominic Sabourin, tech.
chef d'équipe**

SUJETS ABORDÉS

1. Introduction
2. Contrôle au chantier
3. Contrôle en laboratoire
4. Caractéristiques particulières
5. Conclusion
6. Références



INTRODUCTION

- Retraitement en place des chaussées et recyclage à froid des enrobés sont des techniques de réfection des chaussées existantes
- Nous verrons différentes étapes de contrôle de la qualité
- Nous élaborerons selon les techniques et cadences de contrôle appliquées au M.T.Q.
- Nous nous exempterons de discuter :
 - Des profils longitudinaux et transversaux;
 - La sauvegarde des utilités publiques.



APPAREILLAGE

- Appareillage pour le contrôle au chantier
 - Tamis 40 mm;
 - Rubans à mesurer;
 - Roue à mesurer;
 - Nucléodensimètre;
 - Divers.



APPAREILLAGE (suite)

- Appareillage pour le contrôle en laboratoire
 - Compacteur mécanique;
 - Socle de compactage;
 - Dame de compactage;
 - Moule à éprouvette;
 - Démouleur;
 - Vérin avec anneau dynamométrique (presse Marshall);
 - Mâchoire;
 - Indicateur de déformation;
 - Bain à température constante;



APPAREILLAGE (suite)

- Appareillage pour le contrôle en laboratoire (suite)
 - Dessiccateur à vide;
 - Pompe à vide;
 - Manomètre à mercure;
 - Balance;
 - Étuve;
 - Thermomètre;
 - TamisEUR;
 - Extracteur;
 - Divers.



CONTRÔLE AU CHANTIER

- Contrôle du matériau décohesionné
 - Certains contrôles à effectuer avant stabilisation lors de retraitement en place des chaussées;
 - N'est pas applicable au recyclage à froid puisque le planage de l'enrobés bitumineux et l'ajout de liant hydrocarboné s'effectuent en une seule étape;
 - Épaisseur du décohesionnement;
 - Contrôle quelques fois par jour;
 - Tolérance de ± 10 mm;
 - Matériau décohesionné ne contient pas de particules supérieures à 40 mm;
 - Échantillons ponctuels au cours de la journée de travail.



CONTRÔLE AU CHANTIER (suite)

- Contrôle du matériau décohesionné (suite)
- Prélèvement (norme LC 21-010) :
 - 1 échantillon par 2 500 m², 3 échantillons par lot de 7 500 m² ;
 - L'échantillon prélevé est de 30 kg ou plus.
- Essais
 - Analyse granulométrique (norme LC 21-040);
 - Teneur en bitume (norme LC 21-100).
- But
 - Respect du fuseau granulométrique demandé au devis;
- Note
 - Dans le cas contraire, un granulat d'apport devra être ajouté.



CONTRÔLE AU CHANTIER (suite)

- Contrôle du matériau décohesionné (suite)
- Si un granulat d'apport est requis :
 - Vérification théorique du pourcentage d'ajout proposé par l'entrepreneur;
 - Vérification de manière ponctuelle et journalière du taux de pose (kg/m^2);
 - Vérification de l'incorporation et l'homogénéité avec le matériau décohesionné;
 - Tolérance de $\pm 5 \text{ kg/m}^2$;
 - **Taux de pose du granulat d'apport (kg/m^2) = (masse volumique non tassée du granulat d'apport x 1,05 épaisseur du matériau décohesionné compacté corrigé x % d'ajout) / (1000 x 100).**



CONTRÔLE AU CHANTIER (suite)

- Contrôle du matériau décohesionné (suite)
- Finalement, il y a :
 - Mesure du degré de compacité du matériau au nucléodensimètre;
 - Teneur en eau de $3,5 \pm 0,5 \%$.



CONTRÔLE AU CHANTIER (suite)

- Contrôle du matériau stabilisé ou recyclé à froid
 - Contrôler, quelques fois par jour, l'épaisseur de stabilisation ou de recyclage à froid;
 - Tolérance de ± 10 mm
 - Vérifier de manière ponctuelle, par travée, et journalière les taux de poses du liant hydrocarboné (l/m^2), tolérance de ± 5 %;
 - **Taux de pose du liant hydrocarboné (l/m^2)** = (Masse volumique sèche en place (kg/m^3) x épaisseur stabilisée (mm) x % ajout du liant) / ($1,02 \times 1000 \times 100$).
 - **Si émulsion : taux de pose du liant corrigé (l/m^2)** = ($100 \times$ taux de pose du liant (l/m^2)) / (% de bitume résiduel de l'émulsion).
 - **Taux de pose d'additif (kg/m^2)** = (Masse volumique sèche en place (kg/m^3) x épaisseur stabilisée (mm) x % ajout d'additif) / (1000×100).



CONTRÔLE AU CHANTIER (suite)

- Contrôle du matériau stabilisé ou recyclé à froid
 - En début de chantier :
 - Vérification de l'uniformité transversale et en profondeur du matériau stabilisé;
 - Uniformité transversale, échantillons de 10 kg prélevés sur pleine profondeur :
 - Échantillon en bordure latérale gauche;
 - Échantillon au centre de chaque travée;
 - Échantillon à l'interface de 2 travées;
 - Échantillon en bordure latérale droite.



CONTRÔLE AU CHANTIER (suite)

- Contrôle du matériau stabilisé ou recyclé à froid
 - Uniformité en profondeur, échantillons de 10 kg par couches successives de 50 mm d'épaisseur;
 - Échantillon à un seul endroit;
 - Essais (norme LC 26-002)
 - Teneur en eau;
 - stabilité Marshall à sec;
 - stabilité Marshall après immersion.



CONTRÔLE AU CHANTIER (suite)

- Tout au long des travaux de retraitement en place à froid :
 - Prélever des échantillons de 20 kg ou plus à chaque 2 500 m²;
 - 3 échantillons par lot de 7 500 m²;
 - 1 échantillon de 20 kg est 3 prélèvements transversaux dans la travée stabilisée;
 - Essais de teneur en eau, stabilité Marshall à sec et stabilité Marshall après immersion exécutés sur les échantillons 1 et 3 de chaque lot;
 - Essais de teneur en bitume, densité brute, densité maximale et enrobement sont en plus exécutés sur l'échantillon 2 du lot;
 - Norme LC 26-002.



CONTRÔLE AU CHANTIER (suite)

- Finalement, il y a :
 - Mesure du degré de compacité du matériau au nucléodensimètre;
 - Exigence de 98 % de la planche de référence;
 - Teneur en eau optimum est celle de la formulation, $\pm 0,5$ %;
 - Dans certains cas, un essai de portance peut être exigé, selon les exigences du devis.



CONTRÔLE EN LABORATOIRE

- Analyse granulométrique (norme LC 21-040)
 - Matériau décohesionné;
 - Apporter les modification suivantes à la norme :
 - Température de séchage de l'échantillon de 50°C;
 - Temps maximal de tamisage du gros granulat de 3 minutes;
 - Temps maximal de tamisage du granulat fin de 10 minutes.



CONTRÔLE EN LABORATOIRE (suite)

- Teneur en bitume (norme LC 26-100)
 - Il n'y a pas de pesé des ballons volumétriques;
 - La teneur en bitume se résume :
 - $(\text{Masse initiale} - \text{masse après extraction}) / (\text{masse initiale} \times \text{par } 100)$.
 - Aucune correction n'est apportée pour la masse du filler.



CONTRÔLE EN LABORATOIRE (suite)

- **Teneur en eau (norme LC 21-201)**



CONTRÔLE EN LABORATOIRE (suite)

- **STABILITÉ MARSHALL À SEC, APRÈS IMMERSION, DENSITÉ BRUTE ET MAXIMALE (NORME LC 26-002)**
 - Norme de formulation des matériaux recyclés stabilisés à l'émulsion;
 - Adapter la norme en éliminant tous les articles liés à la formulation tels que :
 - Ajout de bitume;
 - Ajustement de la teneur en eau;
 - Etc.
 - Première étape : préparer 4 éprouvettes Marshall;
 - Semblable à la préparation des éprouvettes d'enrobés bitumineux;
 - Exception :
 - 50 coups de dame de compactage par face;
 - Les particules retenues au tamis 28 mm sont enlevées.



CONTRÔLE EN LABORATOIRE (suite)

- Laisser reposer les éprouvettes sur le côté, dans leurs moules, de manière à permettre une ventilation égale des 2 faces, à la température de la pièce, pour une période de 24 heures;
- Démouler, puis mettre à l'étuve à $38 \pm 2^{\circ}\text{C}$, pour une période de 24 heures;
- Laisser les éprouvettes revenir à une température de $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$.



CONTRÔLE EN LABORATOIRE (suite)

- Échantillon 2 du lot :
 - Effectuer des densités brutes (norme LC 26-040);
 - Exception :
 - Température du bain maintenue à $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$;
 - Temps d'immersion de 3 à 5 minutes.
 - Les stabilités marshall à sec s'effectuent après la densité brute.
- Échantillons 1 et 3 du lot :
 - Effectuer la stabilité Marshall à sec.



CONTRÔLE EN LABORATOIRE (suite)

- **Stabilité Marshall à sec**
(norme LC 26-060)
 - Exception :
 - Pas de trempage de 30 à 40 minutes dans l'eau à $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- L'essai s'effectue sur les éprouvettes à sec, température de $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- **Note** : seulement 2 des 4 éprouvettes sont soumises à cet essai. Les 2 autres sont soumises à l'essai de stabilité Marshall après immersion.



CONTRÔLE EN LABORATOIRE (suite)

- **Stabilité Marshall après immersion (normes LC 26-002 et 26-060)**
 - Donc, 2 éprouvettes sont mises à l'intérieur d'un dessiccateur et recouvertes d'eau à $22 \pm 1^\circ\text{C}$;
 - Appliquer un vide à une pression résiduelle égale à 100 mm de mercure, pour une heure;
 - Suite à cette période, relâcher le vide et laisser tremper, pour une heure additionnelle dans l'eau;
 - Finalement, effectuer la stabilité Marshall après immersion comme la stabilité Marshall à sec a été effectuée.



CONTRÔLE EN LABORATOIRE (suite)

- **Ne pas oublier d'effectuer :**
 - La densité maximale sur l'échantillon 2 (norme LC 26-045);
 - Appliquer à l'échantillon la même cure que pour les éprouvettes, soit :
 - 24 h à l'air libre et 24 h à $38 \pm 2^\circ\text{C}$.



CONTRÔLE EN LABORATOIRE (suite)

- **Ces essais permettent de connaître:**
 - La stabilité Marshall à sec, exigence minimale de 7 500 N ou 11 000 N s'il y a ajout de 1,5 % de ciment ou plus;
 - La stabilité retenue, exigence minimale de 70 %
 - Le pourcentage de vides, dont il est souhaitable qu'il soit inférieur à 15 %;
 - Le pourcentage d'humidité absorbée.



CONTRÔLE EN LABORATOIRE (suite)

■ Enrobement (norme LC 26-002)

- Estimer visuellement la surface totale du granulat qui est recouverte de bitume suite à un séchage à l'air;
- L'exigence minimale est de 80 % d'enrobement;
- Cet essai est difficile s'il y a ajout cimentaire, cet ajout a tendance à blanchir la surface des granulats;
- Cet essai est demandé en formulation, mais rarement en contrôle.



CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES

- **Température de séchage du matériau décohesionné : 50 °C**
- **Temps de tamisage du gros granulat du matériau décohesionné : 3 minutes**
- **Temps de tamisage du granulat fin du matériau décohesionné : 10 minutes**



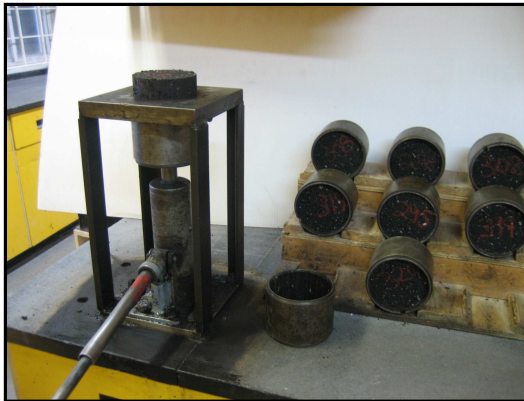
CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES (suite)

- Échantillon de matériau placé dans un sac en plastique fermé hermétiquement pour empêcher l'évaporation d'eau.
- Délai maximal entre le prélèvement et la confection des éprouvettes : 3 heures
 - Noter qu'étant donné le délai maximal de 3 h entre le prélèvement et la confection des essais, il est impossible de réaliser une reprise d'essai;
 - Les échantillons doivent être transportés au laboratoire dès leurs prélèvements afin de respecter ce délai;
 - En chantier éloigné, un laboratoire de chantier devra être aménagé;
 - Il faut suggérer un délai maximal de 2 h lorsqu'il y a ajout cimentaire;
 - Il est sous-entendu que l'échantillonnage se réalise dès la fin de la stabilisation de l'endroit échantillonné.



CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES (suite)

- Nombre de coups par face de la dame de compactage : 50 coups
- Cure des éprouvettes : 24 h à température ambiante et 24 h à 38 °C
 - Noter qu'aucun résultat ne peut être fourni avant 72 h après le prélèvement;
 - Aucun retard ne peut être pris dans la réalisation des essais.



CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES (suite)

- Arrêt des travaux en période de pluie ou d'averses abondantes.
- Sous faible précipitation de pluie : densification rapide du matériau.
- Température extérieure supérieure à 10°C
- Correction du nucléodensimètre au niveau de la teneur en eau.
 - Noter que le bitume est considéré, à divers degrés, comme de l'eau.
- Teneur en eau optimale au compactage : selon formulation, tolérance de $\pm 0,5 \%$
- Teneur en eau prémix : selon formulation, tolérance de $\pm 0,5 \%$
 - Noter que la teneur en eau prémix ne peut pas être inférieure, mais pourrait lui être supérieure.



CONCLUSION

- Nous pouvons conclure que le contrôle qualité du retraitement en place à froid est simple;
- L'appareillage requis est le même que celui utilisé pour le contrôle qualité des granulats et des enrobés à l'exception du dessiccateur;
- Les procédures de contrôle en chantier sont similaires à celles utilisées pour les sols et les enrobés bitumineux;
- En laboratoire, les procédures diffèrent. Les procédures font références aux normes existantes et connues, mais de légères modifications peuvent être oubliées par les exécutants d'essais;
- Les cadences, exigences, tolérances et essais de contrôle mentionnés sont basés sur les exigences habituelles du M.T.Q. Par contre, chaque devis, client, mandat de contrôle ont leurs particularités.



RÉFÉRENCES

- Retraitement en place des chaussées, Laboratoire des chaussées 2005
- Cahier des charges et devis généraux : infrastructures routières : construction et réparation, édition 2007, Publications du Québec 2006
- Cahier des charges pulvérisation et stabilisation au liant bitumineux de chaussées d'asphalte, Ville de Montréal janvier 2000
- Recueil des méthodes d'essais LC, Publications du Québec 2006
- Retraitement en place de la chaussée avec un liant hydrocarboné, devis type 2005
- Annexe 1 Spécifications des matériaux décohésionnés et stabilisés au liant hydrocarboné, devis type 2005

