



LE CONTRÔLE QUALITATIF LORS DE LA MISE EN ŒUVRE DES ENROBÉS BITUMINEUX

8 décembre 2021

Présenté par :

Yan Sylvestre, ing.

Directeur principal – Ingénierie des matériaux

Groupe ABS inc.



Plan de la présentation

1. Rôles, responsabilités et équipements
2. Vérifications préalables aux travaux de pavage
3. Vérifications lors du début des travaux de pavage
4. Vérifications lors de la mise en œuvre
5. Échantillonnage et essais en laboratoire
6. Vérifications suivant la mise en place
7. Vérifications après les travaux
8. Période de questions



RÔLE, RESPONSABILITÉS ET ÉQUIPEMENTS



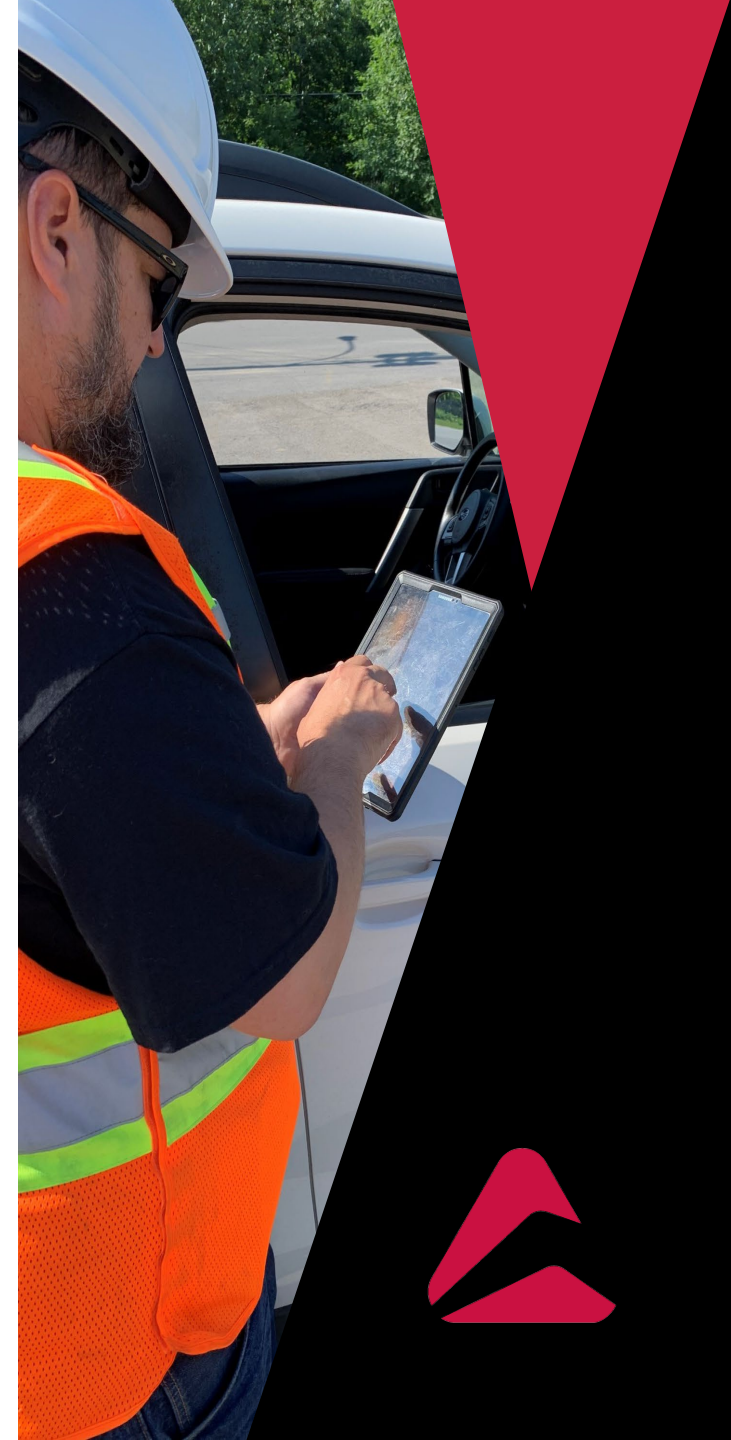
Rôle et responsabilités

Rôle de la firme mandatée pour réaliser le contrôle qualitatif des matériaux et leur mise en œuvre (laboratoire) :

Le contrôle qualitatif lors de la mise en œuvre des enrobés bitumineux vise à assurer la pérennité des ouvrages, en s'assurant de la qualité des matériaux et de leur mise en place, selon les exigences du donneur d'ouvrages.

Responsabilités :

- Réaliser la surveillance qualitative avant, pendant et après la mise en œuvre des matériaux;
- Effectuer des prélèvements de matériaux (enrobés, liants, bitume, etc.);
- Procéder aux essais en chantier et en laboratoire;
- Effectuer un suivi constant des travaux en chantier;
- Effectuer le suivi des résultats d'essais après les travaux.



Rôle et responsabilités (suite)

Membres de l'équipe technique :

- Techniciens de chantier (1, 2 ou plus);
- Techniciens et auxiliaires de laboratoire (équipe);
- Ingénieurs (chargé de projet).

Le laboratoire...

Souvent le seul intervenant dédié spécifiquement à la qualité;

Il travaille en équipe pour que les travaux soient réalisés conformément aux objectifs du projet, aux plans et devis et aux règles de l'art;

Également un rôle de « conseiller ».

« Les professionnels en matériaux mettent à la disposition des maîtres d'ouvrages leur compréhension du comportement des matériaux et les conseillent sur l'utilisation des matériaux les plus appropriés pour atteindre les niveaux de performances voulues pour les ouvrages. »



Équipements (chantier)

Équipements usuels permettant de réaliser le contrôle qualitatif en chantier :

- Nucléodensimètre (*Troxler, Humboldt, InstroTek CPN ou Xplorer*) (autres appareils « non nucléaires » également disponibles, tel que le *Transtech Systems PQI 380*);
- Roulette de mesure;
- Thermomètres infrarouge et à aiguille;
- Panne, croix, pelle et truelle (pour échantillonnage);
- Boîtes et cannes d'échantillonnage;
- Caméra infrarouge (pour thermographie seulement);
- Équipement de protection individuel (ÉPI).



Équipements (laboratoire)

Principaux équipements permettant de réaliser le contrôle qualitatif des enrobés en laboratoire :

- Séparateur d'échantillon (splitter);
- Balance;
- Extracteur (trichloréthylène);
- Four à ignition;
- Étuve (four);
- Marteau Marshall;
- Agitateur mécanique (densité maximale);
- Tamiseur mécanique;
- Tamis de lavage;
- Équipement de protection individuel (ÉPI).



VÉRIFICATIONS PRÉALABLES AUX TRAVAUX DE PAVAGE



Vérfications préalables aux travaux

Au bureau...

- Vérification et approbation des formules de mélange (théorique);
 - Type de mélange et grade de bitume adaptés?
 - Granulats bitumineux recyclés interdits?
 - Essais spéciaux demandés?
- Au MTQ, l'approbation est réalisée par le laboratoire mandaté par le Ministère;
- Planification de l'assurance qualité (plan d'intervention au chantier et à l'usine).



Vérifications préalables aux travaux

Au chantier...

Objectif : Réaliser l'inspection préalablement aux travaux de pavage a pour objectif de déceler les situations problématiques de manière à intervenir proactivement et ainsi assurer une qualité d'ouvrage répondant aux exigences.

L'inspection préalable aux travaux de pavage consiste à vérifier les éléments suivants (surface granulaire) :

- Mise en forme de la fondation permettant le libre écoulement de l'eau;
- S'assurer du degré de compacité adéquat du substrat support;
- S'assurer de l'absence de zones instables (essai de portance);
- Absence d'irrégularités (> 10 mm dans 3 mètres);
- Absence de boue, flaques d'eau, surface gelée et autres débris;
- Obtention des résultats conformes d'analyses granulométriques de la fondation après l'épreuve de compactage (lot) – 5 jours ouvrables.

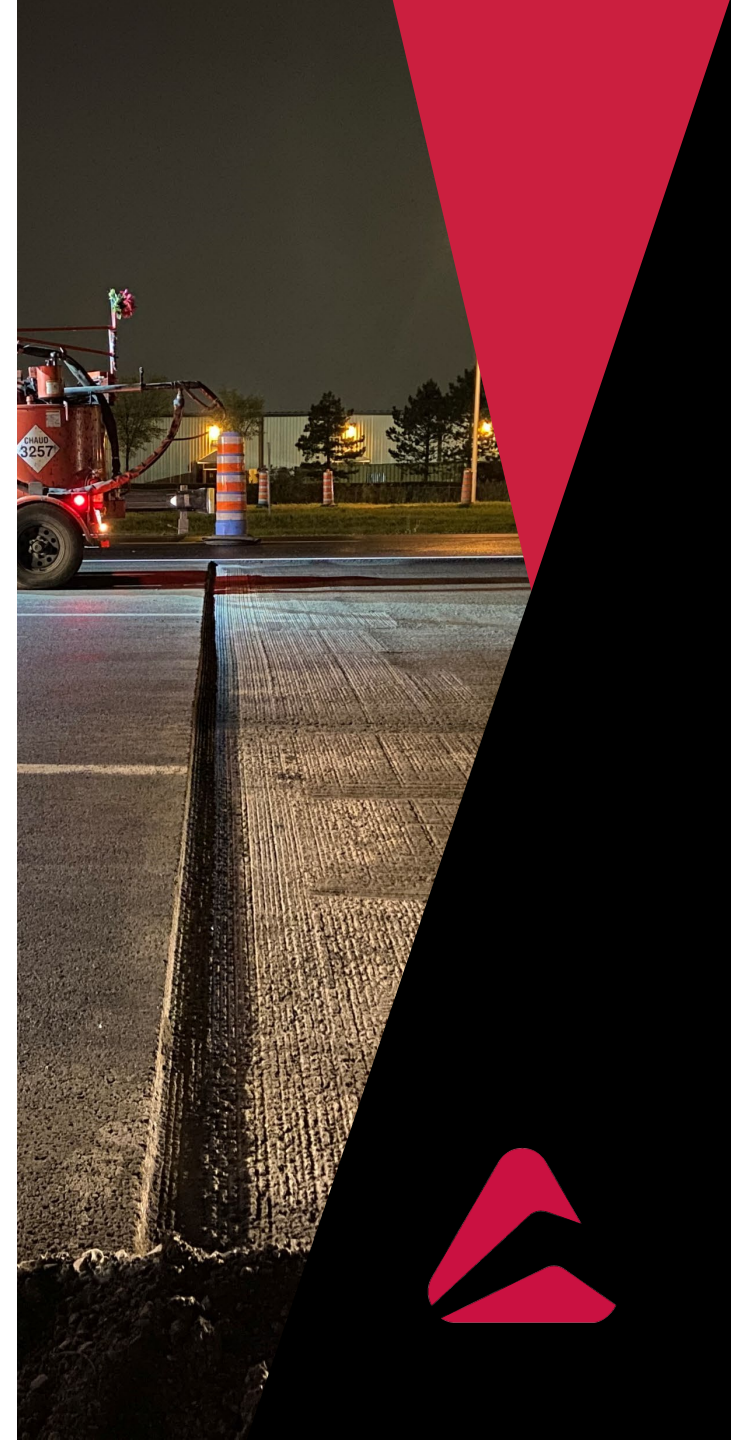


Vérifications préalables aux travaux

Au chantier... (suite)

L'inspection préalable aux travaux de pavage consiste à vérifier les éléments suivants (revêtement existant en enrobé ou en béton) :

- Surface nettoyée (absence de boue, débris et produits de scellement);
 - Nouvelle procédure du MTQ après planage.
- Repérer les obstacles;
- Couche de correction et/ou réparations ponctuelles, si requises;
- Préparation des joints (clé).



VÉRIFICATIONS LORS DU DÉBUT DES TRAVAUX DE PAVAGE



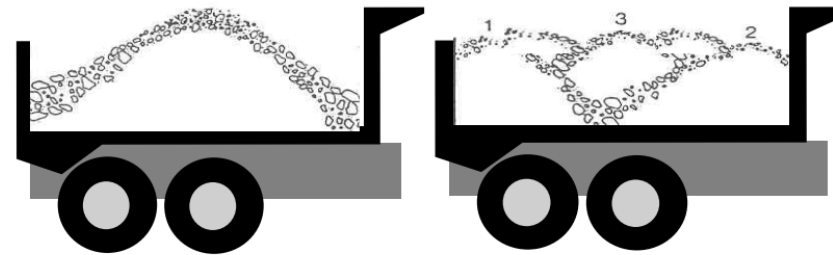
Vérfications lors du début des travaux

Le contrôle qualitatif lors du début des travaux de pavage consiste à...

- Identifier des conditions climatiques actuelles et prévues;
- Vérifier les informations relatives aux matériaux livrés en chantier afin de s'assurer qu'ils correspondent aux attestations de conformité préalablement approuvées;

➤ Vérifier l'état des chargements :

- Chargement adéquat; →
- Présence d'une bâche adéquate;
- Propreté de la benne;
- Étanchéité de la benne.



Non conforme

Conforme

- Vérifier la cure adéquate et évaporation des solvants du liant d'accrochage;
- Récupérer les attestations de conformité (bitume et liant);
- Identifier les méthodes de travail et les équipements (rouleaux en nombre suffisant, types de rouleaux, VTM, etc.).



VÉRIFICATIONS LORS DES TRAVAUX DE PAVAGE



Vérifications lors de la mise en place

Le contrôle qualitatif lors de la mise en œuvre de l'enrobé bitumineux consiste à réaliser certaines observations visuelles :

- Inspecter visuellement (en continu) les surfaces de recouvrement :
 - Propreté, flaques d'eau, surface sèche ou humide, débris, etc. ;
 - État de la surface (compactée/lâche ou enrobé bitumineux);
 - Application et délais de cure adéquate du liant d'accrochage (exemple : joints longitudinal et/ou transversal).

- Superviser les méthodes de travail de l'entrepreneur (exemple : joint de départ (irrégularité permise : < 5 mm sur 3 mètres), vitesse finisseuse, etc.).

Exemples de non-conformités :

Nettoyage des bennes sur le tracée de la finisseuse

Utilisation d'un produit antiadhésif à base d'hydrocarbure pétrolier

Correction de ségrégation à froid (Sablage)

Chauffage de joint ou de surface à l'aide d'un chalumeau ou d'une flamme vive

Arrêt complet de la finisseuse durant plus de 2 minutes



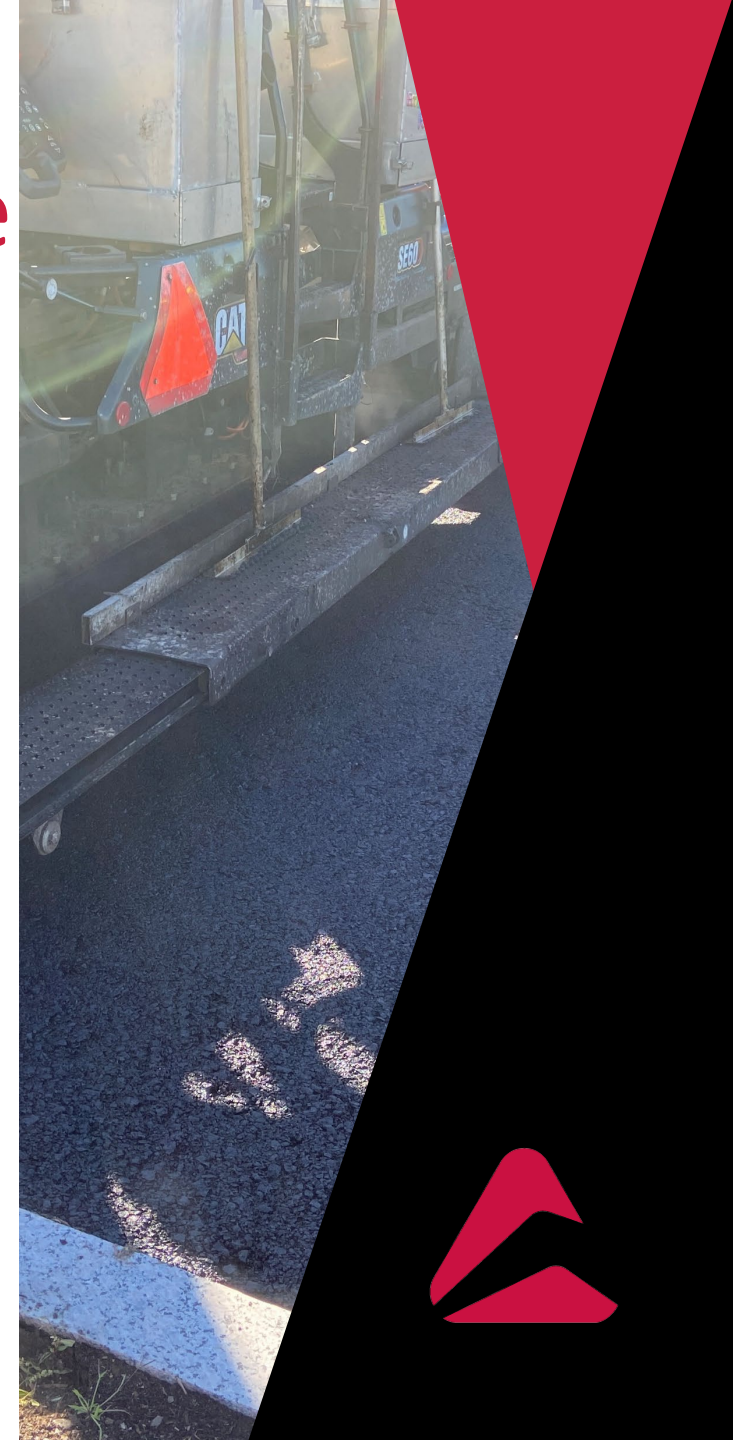
Vérifications lors de la mise en place

Le contrôle qualitatif lors de la mise en œuvre de l'enrobé bitumineux consiste à...

- Effectuer des vérifications régulières des températures :
 - Ambiante (moins de 50 mm : $T^{\circ} > 10^{\circ}\text{C}$ | 50 mm et plus : $T^{\circ} > 2^{\circ}\text{C}$);
 - Mélange ($150^{\circ}\text{C} < T^{\circ} < 170^{\circ}\text{C}$); * Écart de 15°C acceptable après transport.
 - Joints ($T^{\circ} < 85^{\circ}\text{C}$: application d'un liant d'accrochage);
 - Surface ($T^{\circ} > 0^{\circ}\text{C}$ / non gelée);
 - Lors de l'activité de compactage.

** Selon le grade de bitume et le type de mélange.*

La compaction finale devrait être réalisée avant que l'enrobé n'atteigne $80-90^{\circ}\text{C}$.



Vérifications lors de la mise en place

➤ Vérifier les taux de pose :

- Détermination des taux de pose ponctuel(s) et journalier moyen;
- Calcul du taux de pose et de l'épaisseur l'enrobé bitumineux (Tolérance : ± 6 mm).

- Calcul du taux de pose du liant d'accrochage:

Enrobé bitumineux



$$\text{Taux de pose } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = \frac{\text{épaisseur}(\text{mm}) \times \left[D_{\text{max}} \times 997 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \right] \times \text{exigence}(93\%)}{1000}$$

Liant d'accrochage



$$\text{Taux d'application } \left(\frac{\text{L}}{\text{m}^2} \right) = \frac{\text{taux de bitume résiduel } \left(\frac{\text{L}}{\text{m}^2} \right)}{\text{résidu de distillation } (\%)}$$



Vérifications lors de la mise en place

➤ Vérifier le degré de compacité :

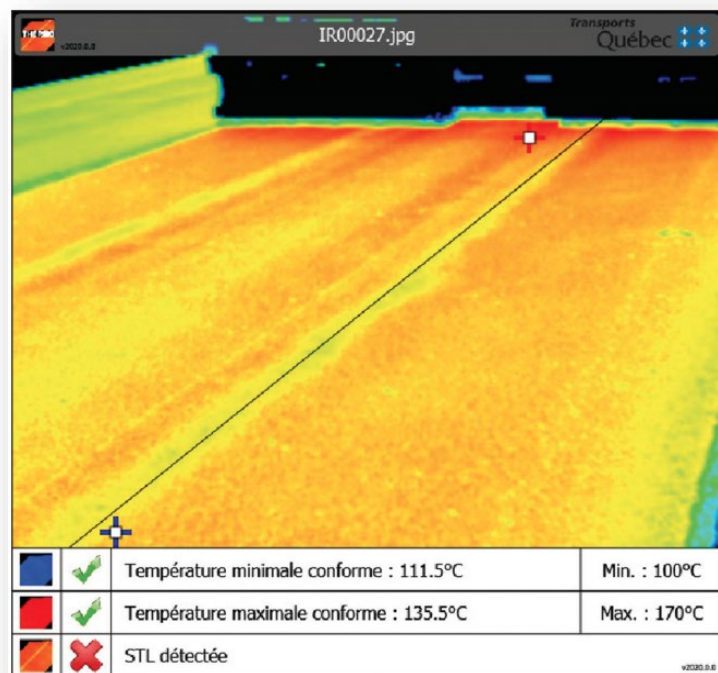
- Exigences :
 - 93.0 % à 98.0 % (92.0 % à 98.0 % sur les ponts/viaducs)
 - 90.0 % min. pour les joints (< 150 mm du joint) – Voir devis
- Utilisation d'un nucléodensimètre :
 - Par méthode direct (par insertion de la tige);
 - Par méthode de rétrodiffusion (facteur de correction requis).
- Cadences d'essais :
 - Au MTQ : 6 localisations (5 lectures par localisation) (déterminées à l'aide d'une table des hasard);
 - Autres donneurs d'ouvrage : Important de prendre connaissance des exigences contractuelles;
 - Joints transversaux : 3 essais par largeur de finisseuse;
 - Joints longitudinaux : 1 essai aux 100 m (pour les premiers 100 m), lorsque 2 essais conformes consécutifs, 1 essai aux 300 m.



Thermographie

L'homogénéité de pose des enrobés (thermographie)

- Contrôle qualitatif en chantier normalisé (LC 26-800)
- Sujet couvert par un autre conférencier



ÉCHANTILLONNAGE ET ESSAIS EN LABORATOIRE



Échantillonnage

L'échantillonnage peut être réalisé pour les matériaux suivants :

- Enrobés bitumineux (à l'usine ou en chantier);
- Bitume (au robinet de la centrale d'enrobage);
- Liant d'accrochage (en chantier).

L'échantillonnage de l'enrobé peut être réalisé à différents endroits, dont :

- À l'usine (dans la benne des camions);
- Lors de la mise en place de l'enrobé en chantier.

Importance du quartage pour obtenir des échantillons représentatifs



Essais en laboratoire

Principaux essais réalisés en laboratoire :

➤ Analyse complète du mélange (Type I)

- *Selon la méthode Marshall*
 - Détermination de la densité brute;
 - Détermination de la densité maximale;
 - Analyse granulométrique;
 - Détermination de la teneur en bitume;
 - Pourcentage de « filler »;
 - Stabilité Marshall;
 - Fluage.
- *Selon la méthode du Laboratoire des chaussées*
 - Détermination de la densité maximale;
 - Analyse granulométrique;
 - Détermination de la teneur en bitume;
 - Pourcentage de « filler »;
 - Essai d'aptitude au compactage (presse à cisaillement giratoire (PCG)).

➤ Analyse partielle du mélange (Type II)

- Détermination de la densité brute;
- Détermination de la densité maximale;
- Analyse granulométrique;
- Détermination de la teneur en bitume;
- Pourcentage de « filler ».

➤ Analyse partielle du mélange (Type III)

- Détermination de la densité maximale;
- Analyse granulométrique;
- Détermination de la teneur en bitume;
- Pourcentage de « filler ».



Essais en laboratoire

Une problématique persistante depuis 1994...

Dans le cadre de mandats de contrôle de la qualité des matériaux, certains devis municipaux exigent que les enrobés mis en place respectent les exigences de la section 13 du Cahier de charges et devis généraux (C.C.D.G.) du MTQ. Malheureusement, dans de tels cas, pour les laboratoires, il est impossible de statuer sur la conformité des matériaux utilisés en chantier.

Pourquoi? Selon le C.C.D.G., les entrepreneurs fabriquant d'enrobé bitumineux (fournisseurs) sont responsables de réaliser un contrôle interne de la fabrication des mélanges d'enrobé (principe du contrôle interne et du contrôle statistique).

À la suite de la production des rapports par lot, les cartes de contrôle sont produites par le fabricant en compilant chronologiquement selon 2 gammes d'enrobés, soit les grossiers et les fins.

Autres problématiques :

- Méthode Marshall n'étant plus supportée par le MTQ (incluant C.C.D.G.);
- Il est impossible d'effectuer des essais de teneur en bitume par ignition sans facteur de correction. (Un facteur de correction doit être effectué pour chaque mélange et est attribuable à un seul four à ignition).



VÉRIFICATIONS SUIVANT LA MISE EN PLACE



Vérifications suivant la mise en place

Le contrôle qualitatif suivant les travaux de pavage consiste à détecter toute déficience ou situation telle que :

- Irrégularité ou dépression;
 - Couche de surface : 5 mm max. dans 3 mètres
 - Autres couches : 6 mm max. dans 3 mètres
- Ségrégation;
- Uniformité de texture déficiente;
- Ressuage;
- Sens d'écoulement de l'eau déficient;
- Présence et aspect visuel des joints.



VÉRIFICATIONS APRÈS LES TRAVAUX



Vérifications après les travaux

L'échantillonnage de carottes d'enrobé bitumineux, après mise en œuvre et compactage de l'enrobé bitumineux, permet d'obtenir certains paramètres. Les plus courants sont :

- Détermination du facteur de correction (densité maximale);
- Réévaluation du degré de compacité (densité brute);
- Évaluation de l'épaisseur de pose réelle;
- Essai AMAC (*liaison des couches d'enrobés*).

Les résultats obtenus suivants la réalisation de travaux de carottage peuvent être utilisés afin de déterminer la conformité des travaux, mais également dans le cadre de droit de recours.





Des questions?