

ASSURANCE DE LA QUALITE
EN
BETON BITUMINEUX
DIRECTIVES COMPLEMENTAIRES
1980

SERVICE DES CENTRES REGIONAUX

CANQ
TR
GE
187
1980

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Direction recherche et contrôle

483317

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
~~209, RUE D'ORCHESTER SUD, 7^e~~
~~QUÉBEC, (QUÉBEC)~~

DIRECTIVES COMPLÉMENTAIRES CONCERNANT L'ASSURANCE DE LA QUALITÉ
POUR LES MÉLANGES ET LES REVÊTEMENTS BITUMINEUX

1980

TABLE DES MATIÈRES

1. CRITÈRES D'ACCEPTATION DES TRAVAUX
 - 1.1 Spécifications du CCDG
 - 1.1.1 Types de mélanges
 - 1.1.2 Article 16,05,1 du CCDG
2. FORMULE DE MÉLANGE
 - 2.1 Présentation de la formule
 - 2.1.1 Formule à présenter
 - 2.1.2 Informations requises dans la formule
 - 2.1.3 Formulaire pour la présentation de la formule
 - 2.2 Acceptation provisoire de la formule
 - 2.2.1 Critères d'acceptation provisoire
 - 2.2.2 Granulométrie de granulats froids
 - 2.3 Acceptation de la formule du mélange
 - 2.3.1 Analyse du mélange du premier lot
 - 2.3.2 Évaluation du mélange du premier lot
 - 2.4 Modification à la formule acceptée
 - 2.4.1 Par l'entrepreneur
 - 2.4.2 Intervention du ministère
 - 2.5 Action prise par le ministère
 - 2.5.1 Objectif de l'assurance de la qualité
 - 2.5.2 Rapidité de l'intervention
 - 2.5.3 Décision

Ministère des Transports
Centre de documentation
930, Chemin Ste-Foy
6^e étage
Québec (Québec)
G1S 4X9

CANQ
TR
GE
187
1980

- 2.6 Formule acceptée
 - 2.6.1 Formule soumise par l'entrepreneur
 - 2.6.2 Formule modifiée
 - 2.6.3 Formule révisée
- 3. EVALUATION DU MELANGE SUIVANT LE DEVIS SPECIAL
 - 3.1 Plan d'échantillonnage
 - 3.1.1 Cadence d'échantillonnage
 - 3.2 **Echantillonnage du mélange**
 - 3.2.1 Rapiéçage mécanisé et correction avant pavage
 - 3.2.2 Mélange autre que pour rapiéçage posé à l'épandeuse
 - 3.2.3 Procédé d'échantillonnage
 - 3.2.4 Taille de l'échantillon
 - 3.2.5 Analyse du mélange
 - 3.2.6 Méthodes d'essais
 - 3.2.7 Essais de contrôle
 - 3.2.8 Reprise d'essais
 - 3.3 Présence du technicien sur le chantier
- 4. COMPACTITE DU REVETEMENT
 - 4.1 Carottage
 - 4.1.1 Prélèvement de carottage
 - 4.1.2 Cadence
 - 4.1.3 Méthode d'échantillonnage et d'essais
 - 4.1.4 Remplissage des trous de carottage
 - 4.1.5 Carottier
 - 4.1.6 Transports et entreposage des carottes
 - 4.1.7 Conditions à respecter lors du prélèvement
 - 4.1.8 Distance entre les travaux et le laboratoire
 - 4.1.9 Détermination de la compacité

5. EVALUATION DES TRAVAUX ET REVISION DU PRIX UNITAIRE

5.1 Mélange

5.1.1 Acceptation d'un lot

5.1.2 Rejet d'un lot

5.1.3 Production hors contrôle

5.1.4 Calcul du prix unitaire d'un lot

5.1.5 Lot incomplet

5.1.6 Recours de l'entrepreneur

5.2 Revêtement

5.2.1 Acceptation d'un lot

5.2.2 Refus d'un lot

5.2.3 Lot incomplet

5.2.4 Recours de l'entrepreneur

5.2.5 Calcul du prix unitaire révisé dans le cas d'une compacité non-conforme

5.3 Calcul des retenues permanentes

6. COMMUNICATION

6.1 But visé

6.1.1 Rapidité

6.1.2 Précision

6.1.3 Interlocuteur

6.2 Moyens efficaces de transmission

6.3 Mémo

6.3.1 Transmission des mémos

6.3.2 Suite donnée au mémo

6.4 Rapport d'analyses d'un lot

6.4.1 Formulaire

6.4.2 Transmission des rapports

- 6.5 Rapport particulier et final
- 6.6 Nombre de tonnes du lot
- 6.7 Expression des résultats
- 6.8 Numérotation des lots
- 7. CARTE DE CONTROLE
- 7.1 Formulaire proposé
- 7.2 Informations à inscrire
- 7.3 Préparation
- 7.4 Distribution

ANNEXES

- I Type de mélanges bitumineux
- II Spécifications de l'article 16,05,1 du CCDG
- III Formulaire pour présentation de la formule
- IV Table de hasard
- V Plan d'échantillonnage et d'analyse du mélange et du revêtement
- VI Méthode d'échantillonnage du mélange
- VII Tableau montrant les écarts tolérables et critiques
- VIII Formulaire pour transmission de résultats de lot
- IX Expression des résultats en chiffres arrondis ou avec décimales
- X Formule de carte de contrôle

DIRECTIVES COMPLEMENTAIRES CONCERNANT
L'ASSURANCE DE LA QUALITE POUR LES ME-
LANGES ET LES REVETEMENTS BITUMINEUX

1980

1. CRITERES D'ACCEPTATION DES TRAVAUX

Tous les travaux qui ne satisfont pas aux exigences du CCDG sont jugés défectueux. Le ministère des Transports accepte les travaux jugés défectueux en raison des écarts du mélange par rapport à la formule et de la compacité suivant les conditions stipulées au devis spécial.

1.1 Spécifications du CCDG

1.1.1 Tableau "Types de mélanges bitumineux".

(Voir Annexe 1)

1.1.2 Article 16,05,1 du CCDG

Le mélange d'un lot est accepté lorsque tous les échantillons d'un lot sont en tout point conformes aux spécifications stipulées à l'article 16,05,1 c'est-à-dire lorsque pour chaque échantillon l'écart mesuré entre le résultat et la formule est égal ou inférieur à l'écart admissible.

Article 16,05,1 (suite)

Les écarts admissibles dans le mélange par rapport à la formule acceptée constituent les critères de contrôle et sont indiqués dans l'Annexe 2.

2. FORMULE DE MELANGE

2.1 Présentation de la formule

Conformément aux stipulations du Cahier des Charges et Devis Généraux, l'entrepreneur doit soumettre par écrit une formule de mélange.

Une formule doit être exigée lorsqu'il s'agit du début de la production d'un mélange pour la saison ou lorsqu'il y a changements de sources de matériaux ou changements dans les modes de fabrication.

2.1.1 Formule à présenter

La formule présentée peut être:

- a) la moyenne de production de l'année précédente lorsque:
- cette moyenne se conforme aux normes
 - les sources de matériaux ainsi que les modes de fabrication sont demeurés les mêmes.

b) la dernière formule acceptée utilisée l'année précédente lorsque les conditions n'ont pas changé.

c) une nouvelle formule, tel que mentionné à 2.1

2.1.2 Informations requises dans la formule

L'entrepreneur doit fournir pour chaque type de mélange:

- a) La provenance, la granulométrie, l'absorption et les proportions en poids ou en volume des granulats froids de chaque calibre employé dans ce mélange.
- b) La teneur optimale en bitume choisie et exprimée en pourcentage du poids total du mélange ainsi que les caractéristiques physiques correspondantes (suivant les méthodes prescrites par le ministère).
- c) Les courbes donnant les caractéristiques physiques de la teneur en bitume pour chacune des caractéristiques suivantes:
 - La stabilité Marshall
 - L'indice de fluage
 - Le poids unitaire
 - Le pourcentage de vide dans le mélange
 - Le pourcentage de vide dans les granulats (VAM)

d) La granulométrie du mélange à partir des granulométries combinées des granulats froids.

e) La densité brute réelle et théorique maximum du mélange.

Une vérification initiale est faite par le ministère ou ses représentants afin de s'assurer que les données de la formule de mélange sont conformes aux normes.

Note: Lorsque la formule soumise par l'entrepreneur est la moyenne de la production de l'année précédente, les courbes donnant les caractéristiques physiques ne sont pas exigées. Toutefois, il faudra s'assurer que le pourcentage de bitume a été ajusté en tenant compte du pourcentage de correction.

2.1.3 Formulaire pour la présentation de la formule

Le ministère propose un formulaire et recommande son utilisation afin d'obtenir une certaine uniformité dans la présentation des formules. (ANNEXE III)

2.2 Acceptation provisoire de la formule du mélange

Après étude, si la formule du mélange présentée semble conforme, le ministère l'accepte provisoirement et l'entrepreneur est autorisé à débiter les travaux.

2.2.1 Critères d'acceptation provisoire:

Les critères d'acceptation provisoire pour les nouvelles formules ou toute formule sujette à des modifications sont ceux stipulés au nouveau tableau "Types de mélanges bitumineux" (ANNEXE I)

L'acceptation provisoire de la formule est une étape très importante dans le fonctionnement du système d'assurance de la qualité. Etant donné les conséquences de cette décision, il faut tenir compte de ce qui suit:

Réalisme

La formule doit être réaliste et comporter le minimum de risque d'obtenir un produit non conforme. Si les chiffres proposés se situent près ou sur les limites permises, il doit y avoir immédiatement recommandation pour que des modifications soient apportées.

Propriétés physiques

L'acceptation provisoire est basée en grande partie sur les propriétés physiques. Pour appuyer le choix de la décision à prendre, il importe aussi de considérer certains points comme l'absorption des granulats, le VAM, la compactibilité, le pourcentage de VAM comblé par le bitume, l'épaisseur du revêtement à poser.

But visé

Un mélange doit être conforme aux normes pour le but visé. Exemple: un mélange préparé en vue d'une épaisseur de 75 mm peut être très bon mais n'aura pas les propriétés voulues s'il est posé en une couche de 37,5 mm.

Grosseur nominale

Il importe de considérer la grosseur nominale des granulats et le pourcentage de gros granulats dans le mélange. La grosseur nominale des granulats doit être entre le tiers et la demie de l'épaisseur de la couche à poser.

Pourcentage de gros granulats

Chaque type de mélange comprend un pourcentage minimum et un maximum de particules retenues sur le tamis 4,75. Chacun de ces pourcentages ainsi que les pourcentages intermédiaires doivent correspondre à une épaisseur de la couche à poser.

Dans le cas où le genre d'utilisation ne peut être clairement défini, il est recommandé que la granulométrie se situe près de la médiane.

Absorption en eau des granulats

Pour déterminer le pourcentage de bitume effectif ainsi que le pourcentage de bitume absorbé, il est indispensable de connaître le degré d'absorption en eau des granulats.

Les méthodes à utiliser pour déterminer l'absorption sont:

- Gros granulats ASTM C 127
- Granulats fins ASTM C 128

(Voir le manuel: "Méthode d'analyse des mélanges bitumineux")

Dans le cas où la partie fine du mélange est composée de sable et criblure, l'absorption du granulat fin est faite sur le mélange des deux (sable +criblure) selon les mêmes proportions que celles indiquées dans la formule soumise. (Une bonne appréciation des proportions serait 50-50)

Le pourcentage d'absorption des granulats est la moyenne pondérée de l'absorption des différents calibres de granulats.

Bitume effectif

Le calcul du bitume effectif est nécessaire lors de la vérification de la formule de mélange afin de déterminer l'épaisseur du film de bitume, le VAM.

Le calcul du bitume effectif peut être fait comme suit:

- Comme première estimation, il est possible d'utiliser la formule

$$\text{bitume effectif} = \text{bitume total} - \frac{(\text{absorption en eau})}{2}$$

- En cas de non conformité du bitume ou du VAM qui entraîne un refus de la formule, ou en cas de doute sérieux, il faudra déterminer le bitume effectif en calculant l'absorption du bitume par les granulats à l'aide de la formule suivante:

La densité relative brute moyenne (d_a), des granulats est déterminée par la formule suivante:

$$d_a = \frac{100}{\frac{P_{a1}}{d_{a1}} + \frac{P_{a2}}{d_{a2}} + \dots}$$

Où P_{a1} : Pourcentage (ou poids) du premier calibre de granulat.

d_{a1} : Densité relative brute du premier calibre de granulat.

Le calcul du pourcentage de bitume effectif est exécuté à l'aide de la formule suivante:

$$P_{be} = \frac{(P_m - P_a)}{(d_{max} - d_a)} \times db$$

Où P_m : Pourcentage du mélange = 100

P_a : Pourcentage des agrégats = $P_m - P_b$ où P_b est le pourcentage de bitume

d_{max} : Densité maximum du mélange (selon ASTM D2041)

d_a : Densité relative brute des granulats

db : Densité du bitume (habituellement 1,02)

Film du bitume

Le film du bitume minimum est un critère d'acceptation de la formule et du mélange.

Le calcul du film de bitume est un des facteurs qui permet de vérifier si le bitume est en quantité suffisante pour assurer de bonnes caractéristiques physiques au mélange et principalement sa durabilité. Il peut également servir du point de repère ou de critère pour établir certaines recommandations.

L'épaisseur du film de bitume doit être calculée:

-lors de la vérification de la formule pour l'acceptation de la formule de mélange.

-par la suite, en cas de doutes ou lorsque surviennent des changements pouvant entraîner des retenues.

N.B.: L'épaisseur du film est donnée en micromètre (μm).
Il ne faut pas confondre ce chiffre avec le pourcentage de bitume.

Méthode de calcul de l'épaisseur du film de bitume

A partir de la surface spécifique totale des granulats, l'épaisseur moyenne du film de bitume effectif est déterminée en utilisant la formule suivante:

$$\text{FBE} = \frac{K \times \% \text{ bitume effectif}}{SST \times (1 - \% \text{ bitume total corrigé})}$$

Où FBE = Epaisseur moyenne du film de bitume effectif en microns (μm)

K = Constante valant 981

SST = Surface spécifique totale des granulats en m^2 / kg .

% bitume effectif = $P_{be}/100$

Surface spécifique totale des granulats

La surface moyenne des granulats pour une formule de mélange donné se détermine en multipliant le pourcentage passant de chacun des tamis par le "facteur de surface spécifique".

Le tableau de l'Asphalt Institute concernant les "facteurs de surface spécifique" des granulats ainsi qu'un exemple de calcul sont reproduits ici.

FACTEURS DE SURFACE SPECIFIQUE

% passant									
Tamis No.	19 mm	9,52mm	4,75	2,36	1,18	600µm	300	150	75
Facteur de surface									
spécifique									
m ² / kg		(0,41)	(0,82)	(1,64)	(2,87)	(6,14)	(12,29)	(32,77)	

Pour la partie retenue sur le tamis 4,75 dans le mélange, la surface spécifique a une valeur de 0,41.

Le tableau suivant démontre la méthode de calcul pour déterminer la surface moyenne des granulats

Tamis No.	% passant	x Facteur S.S.	= Surface spécifique
19,0 mm	100	----	
9,52mm	90	----	0,41
4,75	75	0,41	0,31
2,36	60	0,82	0,49
1,18	45	1,64	0,74
600 μ	35	2,87	1,00
300	25	6,14	1,54
150	18	12,29	2,21
75	10	32,77	3,28

Surface spécifique totale 9,98 m²/kg

Vérification de l'épaisseur du film de bitume requis. L'épaisseur minimale du film de bitume effectif (exprimé en μm) doit être égale ou supérieure au résultat maximum des trois équations suivantes:

- a) 9,0 - 0,005 x total granulométrique
- b) 9,5 - 0,488 x surface des granulats (m²/kg)
- c) 8,8 - 0,18 x V A M

Où le V A M est donné par la formule:

$$V A M = \frac{\frac{P_m}{d_m} - \frac{P_a}{d_a}}{\frac{P_m}{d_m}} \times 100$$

Où P_m : Pourcentage du mélange = 100

d_m : Densité brute du mélange (selon ASTM D 1188 ou D 2726)

P_a : Pourcentage des granulats

d_a : Densité relative brute des granulats

La teneur minimum de bitume déterminée par la formule doit être au moins supérieure de 0,40 à la teneur en bitume qui permet d'obtenir l'épaisseur minimale du film de bitume effectif.

Exemple complet des calculs impliqués

1- Données nécessaires

- Granulats

35% de pierre 4,75 - 12,5 mm $d_{a1} = 2,63$

39 % criblure $d_{a2} = 2,60$

26 % sable 65 %

Note: La densité relative brute des granulats fins est déterminée

sur un mélange à 60 % de criblure et 40 % de sable $\left(\frac{39 \times 100}{39 + 26} = 60 \% \right)$

- Formule

Tamis No.	% passant	x	Facteur S.S.	= Surface spécifique
19 mm	100		----	
12,5 mm	99		----	0,41
9,5 mm	88		----	
4,75 mm	62		0,41	0,25
2,36 mm	49		0,82	0,40
1,18 mm	40		1,64	0,66
600 microns	27		2,87	0,77
300 microns	13		6,14	0,80
150 microns	7		12,29	0,86
75 microns	4,2		32,77	<u>1,38</u>
Surface spécifique totale:				5,53 m ² /kg

- Pb = pourcentage de bitume = 5,90 %
- dmax = 2,470
- dm = 2,370
- Total granulométrique = T.G. = 489,2

2- Calculs

- Densité relative brute des granulats: da

$$da = \frac{100}{\frac{Pa_1}{da_1} + \frac{Pa_2}{da_2}} = \frac{100}{\frac{35}{2,63} + \frac{65}{2,60}} = 2,61$$

- Pourcentage de bitume effectif : Pbe

$$Pbe = \frac{\left(\frac{Pm}{dm} - \frac{Pa}{da} \right)}{\left(\frac{100}{2,470} - \frac{94,10}{2,61} \right)} \times db = \frac{(100 - 94,10)}{(2,470 - 2,61)} \times 1,02 = 4,52$$

$$Où \quad Pa = Pm - Pb = 100 - 5,90 = 94,10 \%$$

- Pour tenir compte de l'exigence de 0,40 supérieure à la teneur en bitume qui permet d'obtenir l'épaisseur minimale du FBE :

$$Pbe - 0,40 = 4,52 - 0,40 = 4,12$$

et le % de bitume effectif devient:

$$\% \text{ bitume effectif} = 4,12/100 = 0,0412$$

- Film de bitume effectif : FBE

$$FBE = \frac{K \times \% \text{ bitume effectif}}{SST \times (1 - \% \text{ bitume total})}$$

$$FBE = \frac{981 \times 0,0412}{5,53 \times (1 - 0,0412)} = 7,77 \text{ microns}$$

- V A M

$$V A M = \frac{\frac{Pm}{dm} - \frac{Pa}{da}}{\frac{Pm}{dm}} \times 100 = \frac{\frac{100}{2,370} - \frac{94,10}{2,61}}{\frac{100}{2,370}} \times 100$$

$$V A M = 14,6 \%$$

- Exigences

$$a) 9,0 - 0,005 \times T.G. = 9,0 - 0,005 \times 489,2 = 6,55 \text{ mm}$$

$$b) 9,5 - 0,488 \times SST = 9,5 - 0,488 \times 5,53 = 6,80 \text{ mm}$$

$$c) 8,8 - 0,18 \times VAM \text{ effectif} = 8,8 - 0,18 \times 14,6 = 6,17 \text{ mm}$$

- Conclusion

L'épaisseur minimale du film de bitume effectif (tenant compte de la contrainte de 0,40) trouvée, soit 7,77 microns, étant plus grande que le résultat maximum de 6,80 microns, l'exigence du FBE est rencontrée.

2.2.2 Granulométrie des granulats froids

Il faudra prélever cinq échantillons de chaque calibre et en faire la granulométrie en priorité lorsqu'une des conditions suivantes se présente:

- 1- Pour toute nouvelle source de matériaux utilisés.
- 2- Pour toute nouvelle usine dont on ne possède pas de données **granulométriques**.

2.3 Acceptation de la formule du mélange

Après la production d'un lot du mélange, la production est confrontée à cette formule. L'entrepreneur peut alors être invité à faire des ajustements à l'usine ou à ajuster la formule sur la production si les écarts sont mineurs (caractéristiques du mélange restent conformes). A noter que ce lot doit être conforme aux critères d'acceptation.

Note:

Voir annexes II et VII.

2.3.1 Analyse du mélange du premier lot

Le ministère analyse les cinq (5) échantillons du premier lot le plus rapidement possible, compare ces résultats avec la formule acceptée provisoirement et avise le résident et l'entrepreneur de sa décision.

Lorsque l'entrepreneur a ses propres résultats d'analyses sur le premier lot, il serait souhaitable que le ministère en prenne connaissance.

2.3.2 Evaluation du mélange du premier lot

Lorsque cette production est conforme à la formule selon les écarts établis, la formule est acceptée, la production continue et, à moins de changements, les lots suivants seront évalués par rapport à cette formule acceptée.

2.3.3 Granulométries et proportions des granulats chauds

Après le début de la production, le ministère peut demander les granulométries et les proportions des granulats chauds.

2.4 Modification à la formule acceptée

2.4.1 Par l'entrepreneur

L'entrepreneur peut proposer des modifications à sa formule lorsque sa production est conforme aux normes d'acceptation du tableau "Type de mélange bitumineux" et convient au but visé:

- a) Toute modification à une formule acceptée doit être signifiée par écrit par l'entrepreneur puis vérifiée et à nouveau acceptée par le ministère.

Lorsque la modification de la formule n'est qu'une adaptation de la formule à la production, des essais supplémentaires ne sont pas nécessaires.

Lorsqu'il y a modifications de la formule ainsi que de la production, les essais sur le mélange peuvent être nécessaires pour l'acceptation du mélange.

2.4.2 Intervention du ministère

Dans le but d'éviter des discussions inutiles, le ministère peut recommander à l'entrepreneur de faire des modifications lorsqu'il est démontré que le mélange est conforme, que la production est uniforme et qu'un simple ajustement de formule serait suffisant. A noter que dans ce cas, la décision est celle de l'entrepreneur.

2.5 Action prise par le ministère

2.5.1 Objectif de l'assurance de qualité

L'objectif de l'assurance de qualité est de s'assurer avant les travaux que le produit fabriqué sera conforme ainsi qu'une préoccupation constante de conserver cette conformité et de faire une intervention à chaque fois qu'un manquement aux spécifications est constaté.

2.5.2 Rapidité de l'intervention

Lorsque se présentent des anomalies, le ministère avise le plus rapidement possible l'entrepreneur.

2.5.3 Décision

Dans le cas de non conformité, le ministère remet un mémo et une action doit être prise dans le plus bref délai. Dans le cas de récidive, l'arrêt des travaux devient une solution.

Lorsque les travaux ont été interrompus à cause d'un manque de conformité, l'entrepreneur fait connaître par écrit la décision qu'il entend prendre. Cette décision doit être approuvée par le ministère.

2.6 Formule acceptée

La formule acceptée qui sert à évaluer le mélange peut être:

2.6.1 La formule soumise par l'entrepreneur lorsqu'elle est conforme.

2.6.2 Formule modifiée

Lorsqu'une production se situe à un point précis, les écarts mineurs entre la formule et la production pourront être corrigés en modifiant la formule si toutes les caractéristiques du mélange sont respectées en considérant les écarts admissibles d'une production.

2.6.3 Formule révisée

Si en cours de production, on constate un écart entre la production et la formule soumise ou modifiée, on pourra réviser cette formule en tenant compte de la conformité du mélange aux spécifications.

Les conditions suivantes devront être respectées. La moyenne doit être conforme aux spécifications du tableau du "Type de mélange bitumineux produit" ainsi qu'aux critères d'acceptation provisoire d'une formule (2.2.1). On ne devra pas s'attendre à avoir plus de 10% des résultats hors normes.

L'avantage d'utiliser ainsi la moyenne de production consiste principalement à évaluer le degré d'uniformité de la production d'un fabricant et à éliminer en partie les erreurs systématiques.

La moyenne de production est généralement utilisée comme moyen:

- pour confronter la production avec la formule acceptée (par exemple après la fabrication de 4 ou 5 lots).
- pour évaluer le mélange produit durant une période définie où se sont présentés des problèmes critiques.
- parfois pour établir une nouvelle formule en fonction du réalisme de la production lorsque celle-ci est uniforme et conforme aux spécifications.

Lorsqu'une révision s'avère nécessaire, il est important qu'elle soit faite:

- par le laboratoire responsable,
- le plus rapidement possible au cours de la production.

- Les critères de décision sont les critères de contrôle, les spécifications et la carte de contrôle.

La carte de contrôle est un élément important qui peut servir également à juger la conformité du mélange par rapport aux propriétés physiques.

- Les moyens de diffusion de l'information doivent être le plus rapide et le plus efficace afin que les personnes impliquées puissent prendre action dans le plus bref délai.

3. EVALUATION DU MELANGE SUIVANT LE DEVIS SPECIAL

3.1 Plan d'échantillonnage

Etant donné que l'évaluation des mélanges épandus mécaniquement est faite en se basant sur un lot à la fois, il importe de rappeler:

- Qu'un lot est la quantité d'un type de mélange utilisé pour un contrat ou une partie de contrat et sur laquelle est jugé le degré de conformité du mélange et du revêtement par rapport aux spécifications.

- Qu'un lot provient d'une production continue d'un même type de mélange sur un contrat mais pas obligatoirement sur une section continue de route.
- Qu'un lot unitaire est généralement constitué de 1500 tonnes de mélange .
- Que les coordonnées nécessaires à la localisation de chacun des lots doivent être clairement inscrites.

Ces indicatifs sont les chainages réels du lot et non les chainages où sont prélevés les échantillons.

3.1.1 Cadence d'échantillonnage

Le lot unitaire d'acceptation est constitué de 1500 tonnes d'un même mélange épandu sur un seul contrat. Pour chaque 300 tonnes posées, un échantillon de mélange est prélevé de façon aléatoire (*) pour fins d'analyse des caractéristiques physiques, du pourcentage de bitume et de la granulométrie.

(*) La méthode de prélèvement de façon aléatoire est décrite dans l'Annexe IV.

Lorsqu'il y a dérogation à cette quantité fixée, l'échantillonnage et l'évaluation sont soumis à des règles de décision prévues dans le système.

Ainsi, toute quantité inférieure à 750 tonnes est incorporée au dernier lot unitaire.

Toute quantité égale ou supérieure à 750 tonnes est considérée comme un lot unitaire.

Le lot unitaire d'acceptation est constitué de 1500 tonnes d'un même mélange pour les usines ayant une production journalière (10 heures) inférieure à 1500 tonnes.

Pour les usines ayant une production journalière (10 heures) supérieure à 1500 tonnes, le lot unitaire devient 3000 tonnes. Dans ce dernier cas, la cadence de l'échantillonnage demeure 1 échantillon par 300 tonnes. Cependant, seulement un échantillon sur deux est analysé et ce, tant que le mélange demeure conforme. En cas de non conformité, le reste des échantillons est analysé et le lot unitaire redevient 1500 tonnes.

On rappelle ici que pour qu'un lot unitaire soit de 3000 tonnes, l'entrepreneur doit produire de façon régulière, plus de 1500 tonnes par jour. De plus, pour qu'un lot soit de 3000 tonnes, il ne doit pas faire l'objet de retenues, pour écarts tolérables, ni de production hors contrôle.

Sur les lots de 3000 tonnes, il n'y a que cinq (5) densités maximum puisqu'il n'y a que cinq échantillons analysés. Ainsi, pour l'évaluation sur la compacité:

- a) Lorsqu'il n'y a aucune retenue, le pourcentage de compacité sur un lot de 3000 tonnes est déterminé par le rapport de la densité brute de la carotte divisée par la densité maximum moyenne trouvée lors de l'analyse des cinq (5) échantillons analysés multiplié par 100 et l'évaluation du lot est faite sur une base de six (6) résultats. (Voir annexe VII)
- b) Lorsqu'il y a une retenue sur la compacité sur l'une ou l'autre des portions de 1500 tonnes, le pourcentage de compacité est déterminé par le rapport de la densité brute de la carotte divisée par la densité maximum moyenne des 2 ou 3 résultats correspondant à cette portion du lot multiplié par 100 et l'évaluation du lot (1500 tonnes) est faite sur une base de 3 résultats (Voir annexe VII). Dans ce cas, la retenue peut être annulée puisque l'écart tolérable n'est pas le même pour 3 et 6 résultats.

c) Dans le cas (b), si la retenue est maintenue et qu'il y a contestation, il y a reprise de carottes et le pourcentage de compacité est déterminé par le rapport de la densité brute de la carotte par rapport à la densité maximum moyenne des 2 ou 3 résultats correspondant à cette portion du lot multiplié par 100. L'évaluation du lot (1500 tonnes) est faite sur une base de six (6) résultats. (3 premiers + les 3 reprises) (Voir annexe VII).

3.2 Echantillonnage du mélange

L'échantillonnage consiste à récupérer avant le compactage une quantité du mélange fraîchement posé.

L'échantillon est prélevé entre le premier et le quatrième quart du chargement d'un même camion.

3.2.1 Rapiéçage mécanisé et correction avant pavage

a) Lorsque le mélange est posé à la niveleuse, l'échantillon est constitué de quatre (4) prélèvements effectués sur la route entre le premier et le quatrième quart du chargement d'un même camion.

- b) Lorsque le mélange est posé à la profileuse, l'échantillon est récupéré sur une plaque ou un tissu placé préalablement sur la surface à recouvrir.

L'échantillonnage se fait à un seul endroit à l'arrière de l'épandeuse, dans la partie centrale, c'est-à-dire, dans l'espace situé entre les pneus ou les chenilles de l'épandeuse. Toute modification à ce procédé doit être au préalable acceptée par le ministère.

Note: Il peut y avoir certaines exceptions. Par exemple, l'utilisation d'une épandeuse outillée de façon à pouvoir épandre le mélange sur une largeur pouvant aller jusqu'à 25 pieds à la fois.

- c) Lorsque l'on juge impossible de prélever l'échantillon à l'arrière de l'épandeuse, il doit y avoir entente entre le ministère des Transports du Québec et les entrepreneurs pour que les prélèvements s'effectuent dans la trémie du finisseur.

L'échantillon est constitué de quatre (4) prélèvements dans la trémie de l'épandeuse, un dans chaque quart de la trémie. Les prélèvements sont pris entre le premier et le dernier quart du chargement d'un même camion.

Dans les cas a) et c) les 4 prélèvements sont bien mélangés et le mélange est divisé en quadrants. Celui localisé dans deux quadrants opposés par le sommet est destiné aux essais alors que celui localisé dans les deux autres quadrants est conservé comme échantillon-témoin.

3.2.2 Mélange (autre que pour rapiéçage) posé à l'épandeuse

La méthode d'échantillonnage consiste à placer sur la chaussée, à l'endroit sélectionné selon la méthode aléatoire et immédiatement avant le passage de l'épandeuse, une plaque de métal ou un carton glacé sur au moins (1) côté.

Immédiatement après l'épandage, le mélange est récupéré. A l'endroit où a eu lieu le prélèvement, l'entrepreneur corrige le revêtement de façon à ce que la texture de la pièce soit identique au revêtement adjacent.

La plaque ou les cartons doit couvrir une surface d'au moins 65 cm x 65 cm.

- Carton glacé:

Deux types ont retenu l'attention:

le "RAILROAD" blanc no. 409 (56 cm x 71 cm) et

le "SINGBOARD" (56 cm x 71 cm)

3.2.3 Le procédé d'échantillonnage est décrit en annexe VI.

3.2.4 Taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon est déterminée par la norme D979 de l'ASTM. Toutefois, la quantité exigée par le ministère pour chaque échantillon est de 9 kg.

3.2.5 Analyse du mélange

L'analyse du mélange sera complète ou partielle dépendant des conditions faisant partie du tableau (annexe V).

3.2.6 Méthodes d'essais

Les essais sont réalisés d'après le recueil: "Méthodes d'analyse des mélanges bitumineux" (Publié par le ministère des Transports)

Il faudra porter une attention particulière aux deux essais suivants:

- Pourcentage de fines dans le bitume

La méthode qui sera utilisée est celle appelée "volumétrique". L'utilisation d'une méthode autre doit être approuvée au préalable par le ministère.

- Correction du pourcentage de bitume

Chaque résultat du pourcentage de bitume apparaissant sur les feuilles de lot doit avoir été corrigé.

- a) Si ce sont les mêmes laboratoires qu'en 1978 ou 1979, ainsi que les mêmes granulats et les mêmes méthodes d'analyse, il n'est pas nécessaire de refaire l'essai et le pourcentage de correction de bitume de 1979 peut être appliqué en 1980.

b) Dans les autres cas, il faut refaire l'essai.

Les types de mélanges sont divisés en 2 groupes:

1- le groupe MB1, MB2, MB3

2- le groupe MB4, MB5, MB6, MB7

Les types de mélanges sur lesquels la correction de bitume doit s'effectuer sont de préférence les types MB2 et MB5.

3.2.7 Essais de contrôle

Les essais à exécuter sont déterminés par le ministère et sont énumérés au tableau. (annexe V)

A noter: Sur le premier lot, au début d'une production annuelle pour le mélange concerné et à chaque changement significatif de la formule, tous les essais sont effectués. Il n'est pas requis de faire tous les essais sur le premier lot de chaque contrat. Par la suite:

a) la densité brute est faite sur deux (2)

échantillons sur cinq (5) par lot, à savoir sur les échantillons 2 et 4.

b) la stabilité et le fluage ne sont faits que lorsque se présentent des problèmes graves et sur approbation du service des Centres Régionaux.

Exemple:

Lot comprenant:

- 1 échantillon = pas de densité brute
- 2 échantillons= densité brute sur le 2⁰
- 3 échantillons= densité brute sur le 2⁰
- 4 échantillons= densité brute sur le 2⁰ et 4⁰
- 5 échantillons= densité brute sur le 2⁰ et 4⁰

3.2.8 Reprises d'essais

Lorsque l'analyse d'un échantillon démontre des résultats ayant des variations plus ou moins grandes, le laboratoire de contrôle doit s'assurer de la valeur de ces résultats.

A) Pourcentage de bitume

- 1) Si les résultats individuels d'un lot sont à l'extérieur de 0,56 de la moyenne du lot, vérifier les essais en cours, calculs, méthodes, etc...

Si on décèle quelque chose d'anormal, le résultat initial est annulé.

2) Si rien n'est décelé, il doit y avoir une reprise d'essais sur les échantillons dont les résultats ont un écart supérieur à 0,56. Dans ce dernier cas, si l'écart entre les deux (2) résultats est égal ou inférieur à 0,34, on fait la moyenne des résultats.

3) Si l'écart est supérieur à 0,34, une deuxième reprise doit être effectuée. Si deux (2) de ces résultats ont un écart inférieur à 0,34, les deux (2) résultats dont l'écart est le plus faible sont utilisés pour la détermination du pourcentage moyen de bitume.

4) Si aucun des résultats précités n'entre dans l'écart de 0,34, on rejette les résultats et une vérification des méthodes et appareils du laboratoire est nécessaire.

B) Autres essais

Tout autre variation sur les essais jugés anormale doit faire l'objet d'une vérification par le laboratoire.

C) Indiquer sur le rapport de lot à l'endroit "REMARQUE" qu'il y a eu reprise d'essai sur tel item de tel échantillon (exemple: reprise du pourcentage de bitume sur le 3ième échantillon).

4. COMPACITE DU REVETEMENT

4.1 Carottage

4.1.1 Prélèvement par carottage

La compacité des revêtements bitumineux est vérifiée au moyen d'échantillons prélevés par carottage.

Les carottes doivent être prélevées le plus tôt possible à l'intérieur d'une semaine suivant la pose du mélange. Il importe de mettre la priorité sur les nouveaux contrats ou sur les nouveaux types de mélange.

4.1.2 Cadence

Une carotte est prélevée de façon aléatoire sur la superficie couverte par 500 tonnes d'enrobé bitumineux. Le lot unitaire est constitué de 3 carottes. Toute superficie couverte par 750 tonnes et plus est considérée comme un lot unitaire alors que toute superficie couverte par moins de 750 tonnes est incorporée au dernier lot unitaire. Pour toute surface couverte par moins de 750 tonnes, la cadence d'échantillonnage est fixée à l'Annexe V.

La méthode de prélèvement de façon aléatoire est décrite dans l'Annexe IV.

4.1.3 Méthode d'échantillonnage et d'essais

Les carottes sont prélevées et mesurées selon les normes D 979- et D-2726- de l'ASTM.

4.1.4 Remplissage des trous de carottage

Le remplissage des trous laissés par le carottage est effectué par le ministère.

4.1.5 Carottier

Le carottier utilisé doit être muni d'un support qui permet de bien le maintenir en place durant l'opération de carottage afin d'éviter de briser la carotte.

4.1.6 Transports et entreposage des carottes

Les échantillons doivent toujours être manipulés avec grand soin, que ce soit durant le transport, la séparation des différentes couches ou l'essai.

Pour le transport, il est recommandé de déposer les carottes dans un contenant solide (coffret) afin de leur éviter les chocs.

Pour l'entreposage, il est recommandé que les carottes soient gardées dans un endroit frais.

4.1.7 Conditions à respecter lors du prélèvement

Afin d'éviter d'endommager les carottes et risquer que les résultats soient rejetés, il est préférable de ne pas prélever des carottes lorsque la température ambiante et les conditions sont telles que les résultats pourraient être faussés.

L'idéal serait de pouvoir abaisser la température du revêtement de façon à le rendre propice pour faire le prélèvement sans risque.

4.1.8 Dans les cas où le laboratoire où sont exécutés

habituellement les essais est situé à de grandes distances des travaux, la densité brute peut être effectuée sur les carottes à l'usine, en autant que l'on retrouve l'équipement nécessaire et les conditions favorables.

4.1.9 Détermination de la compacité

Le pourcentage de compacité est déterminé par le rapport de la densité brute de la carotte divisée par la densité maximum moyenne trouvée lors de l'analyse des échantillons de mélange du lot correspondant multiplié par 100.

5. EVALUATION DES TRAVAUX ET REVISION DU PRIX UNITAIRE

5.1 Mélange

5.1.1 Acceptation d'un lot

Un lot est accepté lorsque l'écart entre la moyenne des résultats du lot et la formule du mélange pour la caractéristique principale "bitume" est égal ou inférieur à l'écart tolérable. (Annexe VII)

5.1.2 Rejet d'un lot

Un lot est rejeté lorsque l'écart entre la moyenne des résultats du lot et la formule du mélange pour la caractéristique principale "bitume" est supérieur à l'écart critique. Les travaux sont repris aux frais de l'entrepreneur.

5.1.3 Production hors contrôle

Si l'analyse des échantillons d'un lot montre que la moyenne des résultats du lot est à l'intérieur de l'écart tolérable mais que l'étendue des résultats est supérieure à deux fois l'écart critique de la caractéristique principale "bitume", la production est considérée hors contrôle.

Dans un tel cas, le jugement sur le mélange posé est porté pour chacun des échantillons du lot et les travaux ne rencontrant pas l'exigence 0,75 comme écart individuel au pourcentage de bitume sont jugés défectueux et le tonnage représenté par l'échantillon n'est pas payé.

5.1.4 Calcul du prix unitaire révisé d'un lot

Le prix du lot unitaire est ajusté à l'aide de la formule présentée plus bas si l'écart entre la moyenne des résultats et la formule du mélange pour la caractéristique principale "bitume" est supérieure à l'écart tolérable mais égale ou inférieure à l'écart critique.

$$PR_m = PU \times F_b$$

PR_m : prix révisé pour le mélange

PU : prix unitaire du revêtement bitumineux comprenant les matières premières (granulats, sable et fines) et les opérations (fabrication, transport, pose, etc...)

F_b : facteur de correction pour la caractéristique principale "bitume".

$$: 0,90 - 0,40 \times \frac{E_{f/m} - E_t}{E_c - E_t}$$

$E_{f/m}$: écart entre la formule et la moyenne du lot

E_t : écart tolérable

E_c : écart critique

Note: Les quatre caractéristiques principales se rapportant à la granulométrie du mélange ne sont pas utilisées dans le calcul du prix unitaire révisé du mélange.

Cependant, elles servent de critères de contrôle et la non-conformité des écarts peut entraîner une mise en garde ou un arrêt de la production pour révision.

5.1.5 Lot incomplet

Lorsqu'un lot est incomplet par suite d'un changement de formule ou pour toute autre raison, l'évaluation du mélange est faite sur les échantillons restants en utilisant les écarts tolérables stipulés à l'Annexe VII.

Lorsqu'il y a moins que trois (3) échantillons, le jugement sur le mélange posé est porté pour chacun des échantillons restants et les travaux ne rencontrant pas l'exigence 0,75 comme écart individuel au pourcentage de bitume sont jugés défectueux et le tonnage représenté par l'échantillon n'est pas payé.

5.1.6 Recours de l'entrepreneur

Si la valeur moyenne de la caractéristique principale "bitume" d'un lot ne rencontre pas l'écart tolérable, l'entrepreneur peut, pour obtenir une meilleure estimation de cette caractéristique, demander l'essai d'un ou plusieurs échantillons témoins.

L'essai de l'échantillon ou des échantillons témoins doit être effectué en présence d'un représentant du ministère des Transports et l'entrepreneur peut, à ses frais, déléguer un observateur. La moyenne des deux résultats de l'échantillon contesté sert à déterminer la nouvelle valeur moyenne de la caractéristique du lot. Le coût de l'essai ou des essais additionnels est à la charge de l'entrepreneur à moins que la valeur moyenne calculée à partir de l'ensemble des nouveaux résultats n'indique que le lot unitaire satisfait aux exigences du présent devis.

La demande d'analyse d'un ou plusieurs échantillons témoins doit être faite au plus tard dans les quinze (15) jours qui suivent la transmission des résultats par le ministère des Transports.

A noter que si l'analyse d'un échantillon témoin ne rencontre pas l'écart de reproductivité (ASTM D2172) l'échantillon est automatiquement rejeté, et le tableau 2 sert à évaluer la qualité du lot à l'aide des échantillons restants.

5.2 Revêtement

5.2.1 Acceptation d'un lot

Un lot est accepté lorsque l'écart entre la moyenne des résultats du lot est égale ou inférieure à l'écart tolérable. (Annexe VII)

5.2.2 Refus d'un lot

Un lot est rejeté lorsque l'écart entre la moyenne des résultats du lot est supérieure à l'écart critique. (Annexe VII)

5.2.3 Lot incomplet

Lorsqu'un lot est incomplet, par exemple à cause du bris d'une carotte au laboratoire, le lot est accepté si le résultat de compacité de chacune des deux autres carottes est au moins égal à 92. Si cette condition n'est pas respectée, il y aura prélèvement d'une carotte additionnelle et le jugement sera porté sur le lot complet.

Lorsqu'un contrat comprend moins de 750 tonnes où seulement une (1) carotte a été prélevée, le résultat de la compacité de cette carotte est évalué individuellement par rapport à l'écart critique.

5.2.4 Recours de l'entrepreneur

Si la valeur moyenne de la compacité tombe au-dessous de l'exigence minimum sur laquelle l'écart tolérable s'applique, l'entrepreneur peut, pour obtenir une meilleure estimation de la compacité moyenne, demander qu'un laboratoire indépendant reconnu prélève trois (3) carottes supplémentaires de façon aléatoire selon la procédure établie. L'effectif total du lot doit être porté à six (6) échantillons. Le carottage et les essais supplémentaires doivent être effectués en présence d'un représentant du ministère des Transports et les résultats des six (6) échantillons servent au calcul de la compacité moyenne du lot.

Le coût du carottage additionnel et de la détermination de la compacité est à la charge de l'entrepreneur à moins que la valeur moyenne calculée à partir de l'ensemble des résultats du nouveau lot n'indique que le lot unitaire satisfait aux exigences du présent devis. La demande de carottage supplémentaire doit être faite au plus tard dans les quinze (15) jours qui suivent la transmission des résultats par le ministère des Transports.

5.2.5 Calcul du prix unitaire révisé dans le cas d'une compacité non conforme:

$$PR_C = PU (1 - F_C)$$

PR_C : prix révisé pour la compacité

PU : prix unitaire du revêtement bitumineux comprenant les matières premières (granulats, sable et fines) et les opérations (fabrication, transport, pose, etc...)

F_C : facteur de correction pour la compacité
 $0,125 \times (92 - D)$

92 : compacité minimum requise

D : compacité moyenne du lot

5.3 Calcul des retenues permanentes

La retenue pour un mélange non-conforme est obtenue en multipliant $PU - PR_m$ par les quantités affectées.

La retenue pour une compacité non-conforme est obtenue en multipliant $PU - PR_C$ par les quantités affectées.

Lorsqu'un revêtement bitumineux fait l'objet d'une retenue et pour le mélange et pour la compacité, le prix révisé total (PR_t) se calcule comme suit: $PR_t = PU (F_b - F_C)$

La retenue pour un revêtement bitumineux non-conforme et pour le mélange et pour la compacité est obtenue en multipliant $PU - PR_t$ par les quantités affectées.

6. COMMUNICATIONS

6.1 But visé

Avec les essais de laboratoire, la communication est un des facteurs les plus importants des travaux. En effet, elle représente une grande part dans l'assurance de la qualité lorsqu'elle répond au but visé, à savoir:

- prévenir les malfaçons (problèmes)
- informer qui de droit des anomalies et aussi des résultats.

La communication trouve son efficacité dans la rapidité d'intervention, la précision de l'information et la disponibilité des interlocuteurs.

6.1.1 Rapidité

Lorsqu'une situation urgente l'exige, la transmission des informations peut se faire verbalement (par exemple, par téléphone) mais doit être confirmée par écrit.

6.1.2 Précision

L'information doit se rapporter à un sujet précis, se référer à un article du CCDG et contenir les détails pertinents, c'est-à-dire cas signalés, recommandation, etc...

6.1.3 Interlocuteur

La communication se fait entre l'entrepreneur, le résident et le responsable du contrôle. Chacun peut déléguer un représentant qui devient l'interlocuteur disponible en son absence.

Avant les travaux, par exemple, lors de la première réunion de chantier, il faudra donc que les interlocuteurs soient désignés.

6.2 Moyens officiels de transmission

- Les moyens habituels sont les mémos, les rapports de lot, les rapports particuliers et finals.
- Le technicien de contrôle doit conserver tous les documents relatifs aux informations recueillies et transmises durant l'exécution des travaux.

6.3 Mémo

Toute dérogation aux stipulations du CCDG et relative à l'exécution des travaux doit être signalée sans délai.

Toute récidive doit être signalée à nouveau.

6.3.1 Transmission des mémos

Les mémos sont faits au résident et copie remise à l'entrepreneur.

6.3.2 Suite donnée au mémo

Le technicien de contrôle doit vérifier et signaler si son intervention a été suivie d'une prise d'action par le ministère et par l'entrepreneur.

6.4 Rapport d'analyses d'un lot

Ce rapport doit contenir tous les renseignements relatifs au mélange utilisé.

6.4.1 Formulaire

Le formulaire qui doit être utilisé est celui préparé et soumis par le ministère et portant le numéro d'identification V-7908. (Annexe VIII)

Ceux qui utilisent le système informatique doivent disposer les informations dans le même ordre que celui du ministère.

6.4.2 Transmission des rapports

a) Information au résident

Lorsqu'un résultat individuel démontre un manque grave de conformité, le technicien du contrôle doit aviser le résident et l'entrepreneur et s'enquérir de la cause probable et si des défauts étaient signalés, savoir s'ils ont été corrigés de façon satisfaisante.

Tous les rapports de lots complétés sont envoyés selon les directives déjà données au RDSP.

b) Délai pour transmission des résultats

Pour fixer les idées sur les délais admissibles, nous croyons que 80 % des rapports devrait parvenir au résident dans les huit (8) jours ouvrables à partir de la journée de prélèvement du dernier échantillon du lot.

Note: La transmission des résultats par le ministère à l'entrepreneur est une information et ne constitue pas un engagement ni une directive. Si un rapport individuel tient lieu de mémo, cela doit être clairement indiqué.

6.5 Rapport particulier et rapport final

Les rapports doivent être préparés et envoyés selon les directives déjà données (RDSP).

6.6 Nombre de tonnes du lot

Le nombre de tonnes qui composent le lot doit être inscrit sur le rapport à l'endroit approprié, ou au moins à l'endroit marqué "REMARQUE".

6.7 Expression des résultats

Les résultats d'essais en laboratoire sont exprimés en chiffre entier arrondi à l'unité la plus près, ou avec 1, 2 ou 3 décimales comme il est montré dans l'annexe IX.

6.8 Numérotation des lots

Lorsqu'il y a changement ou modification de formule, la numérotation des lots pour un même contrat et même type de mélange n'est pas affectée.

- a) Dans le cas de changement de formule, le numéro de la formule change.

Exemple:	No. de <u>formule</u>	Type de <u>mélange</u>	No. du <u>Lot</u>
Le lot 4 s'identifiait comme suit:	1	MB5	4
après ce lot est survenu un changement de formule, le lot suivant s'identifiera comme suit:	2	MB5	5

- b) Dans le cas de modification de formule, une lettre est ajoutée au numéro de formule.

Exemple:	No. de <u>formule</u>	Type de <u>mélange</u>	No. du <u>lot</u>
Le lot 2 s'identifiait comme suit:	2	2	2
après le lot survient une modifica- tion de formule, le lot suivant s'identifiera comme suit:	2A	2	3

7. CARTE DE CONTROLE

La carte de contrôle du bitume est un moyen rapide d'évaluer visuellement le cheminement de la production d'un type de mélange. Elle est un outil de travail et doit être considérée comme faisant partie du système de l'assurance de la qualité.

7.1 Formulaire proposé

Le formulaire proposé est celui présenté en annexe X.

7.2 Informations à inscrire sur la carte

Les informations relatives à chacune des étapes des opérations sont inscrites par ordre chronologique.

Elles comprennent la date de chaque événement, les pourcentages de bitume ainsi que les remarques qui correspondent à cette date, comme par exemple:

- réception de la formule
- acceptation provisoire
- amendements proposés
- numéros de contrat
- mémos de chantier
- etc...

(Voir exemple: Annexe X B)

7.2 Formulaire proposé (suite)

Notes:

- 1) La date de réception de la formule est celle à laquelle la formule a été reçue par le laboratoire mandaté pour le contrôle.
- 2) La date de réception de la moyenne du lot est celle à laquelle le rapport du lot a été communiqué à l'entrepreneur par le technicien de contrôle.

Sur un formulaire se retrouvent seulement les informations concernant un seul type de mélange.

7.3 Préparation

La carte de contrôle est préparée pour évaluer l'ensemble de la production d'un type de mélange. Elle doit être cumulative et représenter la production totale à date et non être appliquée seulement par contrat.

Dans le rapport final du contrat, toute la carte pour un même type de mélange doit être incluse en délimitant clairement la partie concernée par le contrat.

7.4 Distribution

Une copie de cette carte de contrôle est jointe au rapport périodique ou final du contrat.

Etant donné que cette carte est un moyen de contrôle, il apparaît normal que le technicien de chantier en reçoive une copie pour en prendre connaissance.

Suggestion: A titre d'informations à l'usage des personnes concernées par l'assurance de la qualité, la même procédure peut être appliquée sur tous les items de contrôle et principalement sur la granulométrie.

ANNEXE I

CLAUSE A

TYPES DE MÉLANGES BITUMINEUX

TYPE USAGE	MB 1 BASE	MB 2 BASE	MB 3 COUCHE UNIQUE OU BASE *	MB 4 SURFACE	MB 5 SURFACE OU SURFAÇAGE	MB 6 SURFACE OU SURFAÇAGE	MB 7 SURFACE
EPAISSEUR mm	75	45 - 90	45 - 75	37,5 - 63	25 - 50	19 - 50	12,5 - 37,5
37,5 mm	100						
25 mm		100	100	100			
19 mm	60-85	75-100	80-100	100			
12,5 mm				80-100	100	100	
9,5 mm	40-65	45-80	60-80	70-90	80-100	85-100	100
4,75 mm	30-50	30-50	48-65	50-70	55-75	70-85	85-100
2,36 mm	20-45	20-45	35-60	38-63	42-67	57-75	65-90
1,18 mm							
600 µm	5-30	10-30	16-40	18-42	20-44	25-50	25-65
300 µm	3-22	5-22	10-30	11-31	13-33	15-40	18-48
150 µm	2-15	2-15	4-20	5-21	6-22	7-25	8-30
75 µm	1-8	1-8	2-10	2-10	2-10	4-12	3-12
% VIDE	3-8	2-6	2-6	2-5	2-5	2-5	2-6
V.A.M.	+ 12	+ 13	+ 13	+ 14	+ 15	+ 15	+ 16
STABILITE (N)	+ 5300	+ 5300	+ 5300	+ 5300	+ 5300	+ 5300	+ 3300
FLUAGE (mm)	1,7-4,0	2,0-4,0	2,0-4,0	2,0-4,0	2,0-4,5	2,0-4,5	2,0-4,5
BITUME (%)	3-5,5	4,0-6,5	4,5-7,0	4,5-7,0	4,5-7,0	5-10	6,0-10,0

L'épaisseur minimale du film de bitume effectif (exprimé en µm) doit être égale ou supérieure au résultat maximum des trois équations suivantes:

a) $9,0 - 0,005 \times \text{total granulométrique}$.

b) $9,5 - 0,488 \times \text{surface des granulats (m}^2/\text{kg)}$.

c) $8,8 - 0,18 \times \text{V.A.M.}$

La teneur minimum de bitume déterminée par la formule doit être au moins supérieure de 0,40% à la teneur en bitume qui permet d'obtenir l'épaisseur minimale du film de bitume effectif.

* LORSQUE POSÉ A L'AUTOMNE SANS REVÊTEMENT DE SURFACE.

ANNEXE II

SPECIFICATIONS DE L'ARTICLE 16,05,1 DU CCDG

Tamis

Ecart admissible

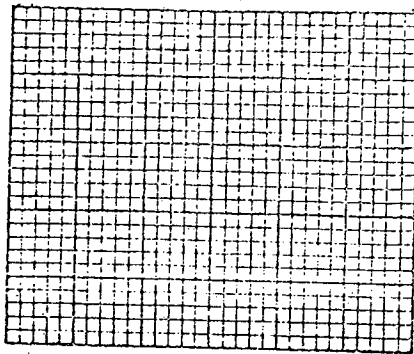
% passant les tamis 9,5 mm et supérieurs	± 5
% passant le tamis 2,36 mm	± 6
% passant le tamis 75 µm	± 2
% de bitume	± 0,50
Total granulométrique (somme des % passant les tamis 19- 12,5 - 9,5 - 4,75 - 2,36 - 1,18 mm et 600 - 300 - 150 - 75 µm)	± 25
% de vide*	± 1,5

*Cependant, la valeur de pourcentage de vide ne doit jamais être inférieure respectivement à 1 dans les mélanges fabriqués avec les bitumes de pénétration 85-100 et 2 dans ceux fabriqués avec les bitumes 120-150, 150-200 et 200-300.

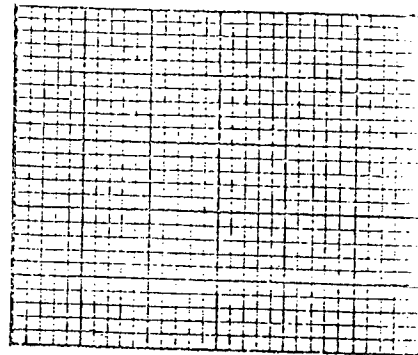
Préparé par: _____

GRAPHIQUES D'ESSAIS PHYSIQUES
METHODE MARSHALL

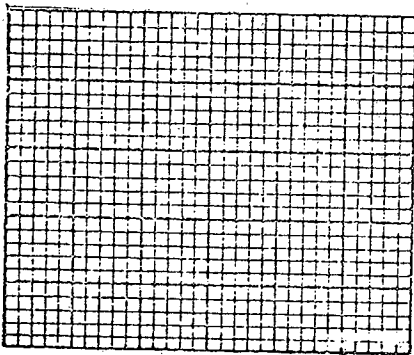
STABILITE



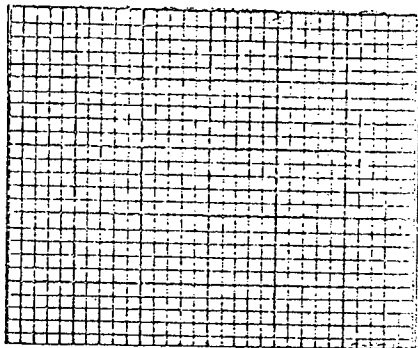
POIDS UNITAIRE



% BITUME

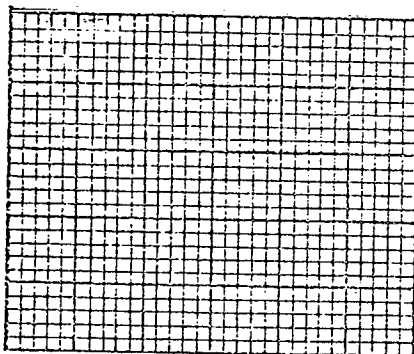


% BITUME



INDICE DE FLUAGE

% BITUME



% BITUME

FORMULES

$$\text{Compactibilité} = \frac{1000 \times \text{Fluage}}{\text{Vol. des vides} \times \text{stabilité}}$$

$$\text{V.A.M.} = \text{Volume du bitume} + \text{Volume des vides effectif dans le mélange}$$

$$\text{Bitume effectif} = \text{Z bitume total} - \left(\frac{\text{Z absorption en eau}}{2} \right)$$

$$\text{Z du V.A.M. comblé par le bitume} = \left(\frac{\text{Vol. du bitume effectif} \times 100}{\text{V.A.M.}} \right)$$

% BITUME

RESUME

CALCUL DE LA TENEUR OPTIMALE
EN BITUME SACHANT QUE L'IN-
DICE DE FLUAGE ET LE % DES
VIDES (V.A.M.) DANS L'AGREGAT
SONT CONFORMES:

% Bitume

Stabilité (maximum) _____

Poids unitaire (max.) _____

Volume des vides (med.) _____

% Bitume (moyenne) _____

	A	B	C	D	E
% Bitume					
% Vides					
V.A.M.					
Poids unitaire					
Stabilité					
Ind. Fluage					
Compactibilité					

ANNEXE III

FORMULE DE MELANGE - BETON BITUMINEUX

PAGE 3 DE 3

Entrepreneur:	Formule numéro:
Localisation de l'usine:	Type de mélange:

TREMIES CHAUDES

CALIBRE	POIDS	%

TOTAL		
-------	--	--

COMBINE

GRANULATS CHAUDS - GRANULOMETRIE

TAMIS EN MM							TAMIS EN MICRONS			
25	19	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	600	300	150	75

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

DETERMINATION DES ENDROITS DE PRELEVEMENT DE BETON BITUMINEUX PAR
LA METHODE DES NOMBRES ALEATOIRES PRIS DANS LA TABLE DE HASARD

PRELEVEMENTS DU MELANGE

Il faut choisir dans la table de hasard I pour chacun des lots, cinq (5) nombres aléatoires consécutifs pour déterminer les tonnages où les prélèvements de mélange doivent être faits. Par exemple, choisissons les numéros 71 à 75.

<u>Numéro</u>	<u>Tonnage par quantité de 300 tonnes</u>	<u>Tonnage cumulatif à partir du début du lot</u>
71	83	83
72	280	580 (300+ 280)
73	69	669 (600+ 69)
74	119	1019 (900+ 119)
75	279	1479 (1200+ 279)

Pour déterminer les endroits sur le terrain à partir du tonnage cumulatif du lot, il est nécessaire de faire un suivi des factures en collaboration avec le receveur, ou encore de calculer les endroits en se servant du taux de pose.

ECHANTILLONNAGE DE MELANGE BITUMINEUX A LA CADENCE DE 1 ECHANTILLON PAR 300 TONNES

Numéro	300t	Numéro	300t	Numéro	300 t	Numéro	300t	Numéro	300t	Numéro	300t
1	173	31	191	61	166	91	128	121	245	151	209
2	268	32	189	62	189	92	228	122	37	152	239
3	201	33	241	63	151	93	200	123	277	153	104
4	183	34	108	64	216	94	259	124	119	154	107
5	291	35	55	65	274	95	283	125	250	155	209
6	16	36	129	66	184	96	136	126	30	156	259
7	243	37	257	67	199	97	21	127	267	157	100
8	24	38	150	68	99	98	208	128	157	158	273
9	295	39	243	69	54	99	79	129	278	159	222
10	28	40	271	70	47	100	261	130	202	160	180
11	153	41	166	71	83	101	189	131	215	161	127
12	111	42	67	72	280	102	120	132	275	162	128
13	49	43	10	73	69	103	165	133	298	163	276
14	143	44	100	74	119	104	169	134	239	164	268
15	236	45	173	75	279	105	240	135	31	165	58
16	170	46	238	76	128	106	220	136	186	166	17
17	270	47	49	77	165	107	46	137	132	167	66
18	141	48	107	78	268	108	3	138	249	168	189
19	20	49	41	79	207	109	281	139	267	169	130
20	262	50	130	80	75	110	268	140	61	170	27
21	269	51	187	81	275	111	141	141	299	171	89
22	262	52	262	82	87	112	85	142	225	172	81
23	57	53	124	83	196	113	24	143	155	173	181
24	102	54	200	84	230	114	237	144	76	174	276
25	254	55	38	85	6	115	157	145	192	175	194
26	265	56	63	86	284	116	225	146	271		
27	139	57	33	87	283	117	171	147	69		
28	37	58	227	88	45	118	244	148	296		
29	35	59	176	89	53	119	174	149	32		
30	251	60	249	90	134	120	97	150	119		

PRELEVEMENT DE CAROTTES

Il s'agit d'appliquer la même méthode que pour le prélèvement du mélange.

Il faut choisir dans la table de hasard II pour chacun des lots, trois (3) nombres aléatoires consécutifs pour déterminer les tonnages où les prélèvements de mélange doivent être faits.

Pour déterminer la distance de la bordure extérieure de la travée de la bordure extérieure de la travée, il suffit de trouver dans la table III, les valeurs correspondantes aux nombres aléatoires déjà choisis.

Deux colonnes sont disponibles pour les largeurs de 3,0 et 3,4 mètres. Dans le cas où la dimension est différente de ces deux (2) largeurs, on prend la colonne dont la largeur est supérieure à celle posée et on choisit trois (3) valeurs successives acceptables. Par exemple, pour une travée de 2,44 mètres de largeur, on prend la colonne de 3,0 mètres et on choisit trois (3) nombres successifs au hasard soit 86, 87 et 88. Les valeurs correspondantes sont 0,5 - 2,9 - et 2,9. Vu que 3,0 est une largeur impossible à utiliser, on la rejette et on prend les deux suivantes. Les valeurs acceptées seront donc 0,5 - 2,9 et 0,1 ce qui correspond aux nombres 86, 88 et 89.

Dans le cas où la largeur posée de la travée est supérieure à celles trouvées dans la table III, on multipliera les valeurs successives obtenues aléatoirement par le rapport largeur posée/largeur choisie dans la table II .

ANNEXE IV

TABLE DE HASARD II

PAGE 5 DE 5

ECHANTILLONNAGE DE CAROTTES DE B.B. A LA CADENCE DE 1 ECHANTILLON PAR 500 TONNES

Nombre	500 t	Travée		Nombre	500 t	Travée		Nombre	500 t	Travée	
		3.0 m	3.4 m			3.0 m	3.4 m			3.0 m	3.4 m
1	288	2,2	2,5	31	318	0,6	0,1	61	276	0,2	0,2
2	446	2,8	3,2	32	315	2,0	2,3	62	314	0,8	0,9
3	334	2,2	2,5	33	402	0,3	0,3	63	251	1,3	1,5
4	304	1,5	1,7	34	180	0,6	0,7	64	360	0,4	0,5
5	485	2,5	2,8	35	91	2,0	2,3	65	457	1,7	1,9
6	26	2,7	3,1	36	215	2,3	2,6	66	307	1,5	1,7
7	405	0,5	0,6	37	429	0,1	0,1	67	332	2,0	2,3
8	40	0,8	0,9	38	250	1,2	1,4	68	165	1,8	2,0
9	491	1,4	1,6	39	404	0,4	0,5	69	90	1,2	1,3
10	47	2,4	2,7	40	451	1,4	1,6	70	78	0,5	0,6
11	254	0,8	0,8	41	277	1,9	2,2	71	135	2,6	2,9
12	185	0,2	0,2	42	112	0,5	0,6	72	467	0,3	0,3
13	82	2,3	2,7	43	17	0,1	0,1	73	115	1,5	1,7
14	238	1,6	1,8	44	167	2,8	3,2	74	198	0,1	0,1
15	394	0,3	0,3	45	288	1,3	1,5	75	498	1,2	1,4
16	283	2,4	2,7	46	397	2,6	2,9	76	213	2,3	2,6
17	450	1,0	1,1	47	82	2,5	2,8	77	274	1,2	1,4
18	235	2,0	2,3	48	178	1,1	1,3	78	433	1,5	1,7
19	34	0,7	0,8	49	68	0,5	0,6	79	345	2,4	2,7
20	437	1,3	1,5	50	217	1,9	2,2	80	125	2,7	4,1
21	448	2,6	3,0	51	311	1,6	1,8	81	458	2,7	3,1
22	437	2,9	3,3	52	436	2,9	3,3	82	145	0,5	0,6
23	95	2,1	2,4	53	206	0,2	0,2	83	327	3,0	3,4
24	170	2,1	2,4	54	333	1,1	1,2	84	383	0,6	0,7
25	423	1,1	1,2	55	63	0,8	0,9	85	10	2,7	3,1
26	441	0,7	0,8	56	104	2,6	2,9	86	473	0,5	0,6
27	232	2,0	2,3	57	54	2,5	2,8	87	471	3,0	3,4
28	61	2,4	2,7	58	378	0,8	0,9	88	75	2,9	3,3
29	58	0,4	0,4	59	293	2,7	3,1	89	97	0,1	0,2
30	418	0,6	0,7	60	415	0,7	0,8	90	224	0,6	0,7

ANNEXE V

BETON BITUMINEUX

PLAN D'ECHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE DU MELANGE ET DU REVETEMENT (Note 1)

MELANGE					REVETEMENT	
CHANTIER			LABORATOIRE		CHANTIER	LABORATOIRE
Nombre de tonnes par contrat	Nombre de lots	Nombre d'échantillons	Nombre d'analyses complètes (note 2)	Nombre d'analyses partielles (note 3)	Nombre de carottes	Nombre de densité brute
Moins de 450	-	1	1	-	1	1
450 et moins de 750	-	2	1e 2e échantillon	1	1	1
750 à 2250	1	5	A, (note 4) 5 B, (note 5) 2/lot	A, - B, 3/lot	3	3
Plus de 2250	$N = \frac{\text{Nb tonnes}}{1500}$ (Voir note 6)	5/ lot	A, 5 B, 2/ lot	A, - B, 3/lot	3/ lot	3/ lot

Note 1 : Dans le cas de rapiéçage manuel, on fera des analyses partielles sans densité maximum sur le mélange et aucun prélèvement de carottes sur le revêtement. Dans le cas de couches de correction, elles sont analysées au point de vue mélange de la façon précisée ci-dessus et non analysées au point de vue compacité.

Note 2 : Analyse complète comprend: stabilité, fluidité, densité brute, densité maximum, pourcentage de bitume et pourcentage de récupération de filler, granulométrie (stabilité et fluidité sur le premier lot - Voir note 4A).

Note 3 : Analyse partielle comprend: densité maximum, pourcentage de bitume, pourcentage récupération de filler et granulométrie.

Note 4 A- Au début de la production annuelle pour le mélange concerné et à chaque changement significatif de la formule.

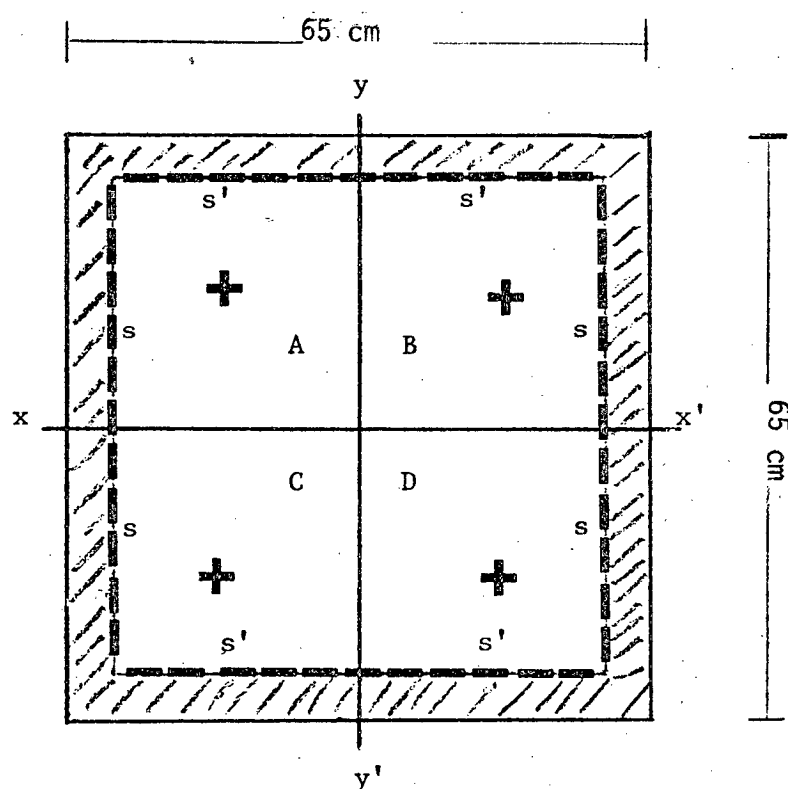
Note 5 B- Production autre que celle mentionnée à la note 4.

Note 6 N- Nombre de lots et ce nombre est arrondi à l'unité la plus près. Toute fraction de lot inférieure à 750 tonnes est incorporée au dernier lot complet.

- Procédé d'échantillonnage

L'échantillonnage doit toujours être fait selon le procédé appelé quadrants (Voir le schéma qui suit).

SCHEMA DU PROCEDE PAR QUADRANTS



Explications

La surface est divisée en quatre parties égales comme l'indiquent les lignes perpendiculaires y - y' et x - x' .

L'échantillon doit toujours être constitué de deux parties situées en diagonale, soit A et D ou B et C.

Le technicien du ministère doit toujours procéder à l'échantillonnage de la même façon.

Lors de l'échantillonnage, il est souhaitable que le représentant de l'entrepreneur soit présent.

Lorsque l'entrepreneur désire échantillonner en même temps que le ministère, il est autorisé à prélever le mélange contigu à l'échantillon prélevé par le ministère sur la même plaque, au besoin, s'équiper d'une plaque ou de carton plus grand.

Le ministère ne prélève pas l'échantillon pour l'entrepreneur.

- Détermination de la quantité de mélange à ramasser

La quantité ramassée et expédiée au laboratoire pour fin d'analyses doit être d'environ 9 kilogrammes et une autre quantité équivalente (9 kilogrammes) est conservée comme échantillon-témoin.

- Résumé du cheminement d'échantillonnage

Voici en résumé le cheminement que doit suivre l'échantillonneur.

a) Fixer la plaque à l'endroit déterminé selon la table de hasard.

- b) Après le passage de l'épandeuse, localiser parfaitement la plaque.
- c) Déterminer la surface (voir tableau) qui, selon le taux de pose, donnera le poids requis en traçant les lignes $s - s'$ (voir schéma du procédé par quadrants).
- d) Tracer les lignes $y - y'$ et $x - x'$ suivant le schéma.
- e) En suivant les lignes tracées, séparer chaque partie de ce carré en ramenant le mélange vers le centre (+).
- f) Ramasser sur toute l'épaisseur la quantité de mélange requise prélevée uniformément dans chacune des deux parties.
- g) Déposer le mélange destiné aux essais et celui devant être conservé comme échantillon-témoin dans deux (2) boîtes différentes. Le contenu de chaque boîte doit correspondre à environ 9 kg.

En toute occasion, il doit rester une lisière d'environ 10 cm de largeur entre le bord de la plaque et la partie du revêtement où se fait l'échantillonnage. Ceci a pour but de s'assurer de prélever du mélange uniquement sur la plaque. La quantité de mélange récupérée (9 kg) est suffisante pour satisfaire aux exigences de l'ASTM et pour faire les essais en laboratoire.

ANNEXE VII

TABLEAU MONTRANT LES ÉCARTS TOLÉRABLES (E_t) ET LES ÉCARTS
CRITIQUES (E_c) À LA FORMULE POUR LES CARACTÉRISTIQUES
PRINCIPALES EN FONCTION DES TYPES DE MÉLANGE ET DU
NOMBRE (N) D'ÉCHANTILLONS CONSTITUANT LE LOT

MÉLANGE BITUMINEUX

Caractéristique principale	Mélange type	E_t pour N = 5	E_t pour N = 4	E_t pour N = 3	E_c pour N = 3,4,5
Passant 9,5 mm (f_p)	MB 2	4,8	5,4	6,2	10
	MB 3,4	3,7	4,1	4,8	8
	MB 5,6	3,3	3,7	4,3	7
Passant 2,36 mm (f_s)	MB 2	3,0	3,3	3,8	6
	MB 3,4,5,6	3,7	4,1	4,8	9
Passant 75 μ m (f_f)	tous les mélanges	0,8	0,9	1,0	2
Total granulométrique (f_g)	MB 2	20	21	25	60
	MB 3,4,5	18	20	23	30
	MB 6	16	18	21	30
Bitume (f_b)	tous les mélanges	0,35	0,39	0,45	0,75

COMPACITÉ DU REVÊTEMENT

Caractéristique principale	Mélange type	E_t pour N = 2	E_t pour N = 3	E_t pour N = 4	E_t pour N = 6	E_c N = 2,3,4,6
Compacité (f_c)	MB 2	1,4	1,2	1,1	0,8	4
	MB 3,4,5,6	1,6	1,4	1,3	1,0	4

Note 1: Pour la compacité, les écarts E_t et E_c sont appliqués à l'exigence minimum de 92%.

Note 2: Les écarts E_t et E_c s'appliquent à la valeur moyenne du lot par rapport à la formule du mélange.

Note 3: La valeur des écarts indiqués est exprimée en %.

ANNEXE VIII

BÉTON BITUMINEUX
Rapport par lot

N° du contrat	Entrepreneur	Route	N° de formule	Type de mélange	N° de lot	Tonnage du lot
N° d'usine	Producteur du mélange	Municipalité	N° de laboratoire			
District	Sous-traitant (mise en oeuvre)	Comté	Localisation du lot			

MÉLANGE																	REVÊTEMENT								
Echantillon				Granulométrie % passant								Total granulométrie	% du bitume	% de vides	V.A.M.	Stabilité	Fluage	Densité		N°	Chainage	Epaisseur	Densité brute	% de compacité	
				Tamis en mm						Tamis en um								Brute	Max.						
J.	M.	N°	Chainage	25	19	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	600	300	150	75											
Ecart admissible au C.C.D.G.				± 5	± 5	± 5	± 5		± 6					± 2	± 25	± 0,5	± 1,5								
Moyenne du lot																									
Formule																									
Ecart mesuré (E _f /m)																									
Ecart tolérable (E _t)																									
Ecart critique (E _c)																									
Facteurs de correction															F _b =	F _c =									

Note: Un astérisque doit accompagner tout résultat individuel qui est supérieur à l'écart admissible au C.C.D.G.

PRT = PU (F_b - F_c) = PU

Remarques	Préparé par	Date
	Approuvé par	Date

ANNEXE IX

ITEM	RESULTAT INDIVIDUEL PAR ECHANTILLON				RESULTAT MOYEN PAR LOT			
	CHIFFRE ENTIER	1 DECI- MALE	2 DECI- MALES	3 DECI- MALES	CHIFFRE ENTIER	1 DECI- MALE	2 DECI- MALES	3 DECI- MALES
TAMIS								
25 mm	X				X			
19	X				X			
12,5	X				X			
9,5	X					X		
4,75	X				X			
2,36	X					X		
1,18	X				X			
600 μ	X				X			
300	X				X			
150	X				X			
75		X				X		
Total Granulo.	X				X			
CARACTERISTIQUES								
% Vides		X				X		
% Bitume			X				X	
V.A.M.		X				X		
STABILITE	X				X			
FLUAGE		X				X		
Dens. Brute				X				X
Dens. Maximum				X				X
Compacité		X				X		

CARTE DE CONTROLE

PAGE: DE:

[illegible]

CARTE DE CONTROLE

PAGE :

DE :

NUMERO D'USINE: TYPE DE MELANGE: 3		PRODUCTEUR DU MELANGE:										CONTROLE EXECUTE PAR:																			
DATE	POURCENTAGE DE BITUME VERSUS FORMULE ACCEPTEE															INFORMATIONS DIVERSES															
780601																	Formule (1) présentée														
780603																	Formule (1) vérifiée et refusée														
780614																	Formule (2) présentée														
780620	E _c			E _t		F		E _c									Formule (2) vérifiée et acceptée provisoirement														
780622	4.65			5.00		5.30		5.60									Début de production de ce type de mélange pour la saison														
	▽			▽		▽		▽									Contrat: 399-9999-8														
780628								M.L ⊗									M.L: 5.68 (en date du 2 juillet 1978)														
780703																	Recommandations (1) Constatation ()														
780704																															
								M.L ⊕									M.L : 6.05 (en date du 8 juillet 1978)														
780705																															
780706																	M.L : 5.46 (en date du 10 juillet 1978)														
								M.L ⊙																							
													</																		

MINISTERE DES TRANSPORTS



QTR A 086 006