ASSURANCE DE LA QUALITE

EN

BETON BITUMINEUX

DIRECTIVES COMPLEMENTAIRES

1982

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Direction recherche et contrôle

SERVICE DES CENTRES REGIONAUX

ASSURANCE DE LA QUALITE

EN

BETON BITUMINEUX

DIRECTIVES COMPLEMENTAIRES

1982

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Direction recherche et contrôle

SERVICE DES CENTRES REGIONAUX

1Q
6-RC
102

DIRECTIVES COMPLEMENTAIRES CONCERNANT L'ASSURANCE DE LA QUALITE POUR LES MELANGES ET LES REVETEMENTS BITUMINEUX

1 9 8 2

TABLE DES MATIERES

ANNEXES

DIRECTIVES COMPLEMENTAIRES CONCERNANT L'ASSURANCE DE LA QUALITE POUR LES MELANGES ET LES REVETEMENTS BITUMINEUX

1982

1. CRITERES D'ACCEPTATION DES TRAVAUX

Tous les travaux qui ne satisfont pas aux exigences du CCDG sont jugés défectueux. Les travaux jugés défectueux en raison des écarts du mélange par rapport à la formule et de la compacité sont acceptés ou refusés suivant les conditions stipulées au CCDG, article 28.15.

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, pour la caractéristique bitume, l'écart entre chaque résultat individuel et la formule acceptée est égal ou inférieur à l'écart stipulé à l'article 16.05.1 du CCDG.

Lorsque cette condition est pas respectée, le lot est évalué suivant les conditions stipulées à l'article 28.15 du CCDG.

A noter que sur le mélange, le calcul du prix unitaire revisé est fait seulement dans le cas de non conformité à la caractéristique bitume.

Les écarts admissibles, tolérables et critiques concernant les quatre caractéristiques se rapportant à la granulométrie, de même que les limites spécifiées au tableau "Types de mélanges bitumineux", se rapportant aux caractéristiques physiques (vides interstitiels, V.A.M. stabilité, fluage) sont des points de contrôle dont il faut tenir compte et qui peuvent entrainer une mise en garde ou un arrêt des travaux.

Les écarts individuels admissibles dans le mélange par rapport à la formule acceptée sont indiqués dans l'Annexe II, tandis que les écarts tolérables et critiques sont à l'Annexe VII.

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 dans les matériaux de base ou changements dans les modes de fabrication.

2.1.1 Formule présentée par l'entrepreneur

La formule présentée peut être:

a) la moyenne de production de l'année précédente lorsque:
- cette moyenne se conforme au type de mélange.
- 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, la densité brute et les proportions en masse ou en volume des granulats froids de chaque calibre employé dans ce mélange.

b) la teneur en bitume choisie et exprimée en pourcentage de la masse du mélange ainsi que les caractéristiques physiques correspondantes (suivant les méthodes prescrites par le ministère).
Lorsqu'il s'agit de recyclage, ajouter le pourcentage de bitume contenu dans le mélange recuclé.

c) les six (6) courbes donnant les caractéristiques physiques de la teneur en bitume pour chacune des caractéristiques suivantes:
- la stabilité Marshall
- l'indice de fluage
- la masse volumique (masse unitaire)
- le pourcentage de vide dans le mélange
- le pourcentage de vide dans les granulats (VAM)
- l'épaisseur du film de bitume effectif

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 facteur de correction de la teneur en bitume.

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

e) les densités brute et maximale du mélange.

f) les copies d'analyses des granulats, afin de vérifier les résultats de densité.

g) les calculs de l'épaisseur minimale du film de bitume effectif dans l'utilisation des trois équations suivantes:
a) 9,0 - 0,005 x total granulométrique =
b) 9,5 - 0,488 x surface des granulats (m^2/kg) =
c) 8,8 - 0,18 x V.A.M. =

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

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.

Après étude, si la formule rencontre les critères d'acceptation, le ministère l'accepte provisoirement et l'entrepreneur est autorisé à débuter 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

Les données de la formule soumise par l'entrepreneur doivent être réalistes et le ministère doit être en mesure d'en vérifier l'exactitude. Lorsque les chiffres se situent à l'intérieur mais très près des limites permises, et tenant compte de l'étendue des variations de l'usine, il doit y avoir une mise en garde quant au risque d'obtenir un produit non conforme et l'étude des résultats du premier lot requiert une attention particulière.

But visé

Un mélange doit être conforme aux normes pour le but visé. (Exemple: grosseur nominale versus épaisseur à poser)

Il faut donc tenir compte du but visé pour <u>accepter la formule</u> lorsque l'épaisseur à poser est connue ou pour <u>accepter le mélange</u> au début du contrat.

Deux points importants doivent être considérés concernant le choix et l'utilisation d'un mélange.

a) Grosseur maximale des granulats

La grosseur maximale d'un granulat est donnée par la dénomination du plus petit tamis de la série standard où passent 100% des particules.

Dans un mélange, la grosseur maximale des granulats ne doit pas être supérieure à la demie de l'épaisseur de la couche à poser.

b) Pourcentage de gros granulats

Chaque type de mélange comprend un pourcentage minimum et 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 au moment de la préparation de la formule, il est recommandé que la granulométrie se situe près de la médiane.

Caractéristiques du mélange

L'acceptation provisoire est basée en grande partie sur les caractéristiques physiques. Pour appuyer le choix de la décision à prendre, il importe aussi de considérer certains points.

Note: Les équations utilisées pour déterminer:

- la densité brute moyenne des granulats
- la teneur effective en bitume
- l'épaisseur du film de bitume effectif
- le V.A.M.
- la compactabilité

sont démontrées dans "l'exemple complet des calculs impliqués" présenté à la page 10 jusqu'à la page 12 inclusivement.

- La densité brute des granulats

Pour déterminer le pourcentage effectif de bitume (Pbe) ainsi que le pourcentage de bitume absorbé (Pba), il est indispensable de connaître la densité brute des granulats (Dgb).

Les méthodes à utiliser pour déterminer les densités sont:

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

Dans le cas où la partie fine du mélange est composée de sable et criblure, la densité du granulat fin est faite sur le mélange des deux (sable +criblure) selon les mêmes proportions que celles indiquées dans la formule soumise.

La densité brute des granulats dans le mélange est la moyenne pondérée de la densité des différents calibres de granulats.

- Teneur effective en bitume (en %)

C'est la teneur totale en bitume d'un mélange moins la portion de bitume perdue par absorption dans le granulat. Elle est exprimée en pourcentage de la masse totale du mélange.

Le calcul de la teneur effective en bitume est nécessaire lors de la vérification de la formule de mélange afin de déterminer l'épaisseur du film de bitume et le VAM.

- Film du bitume

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

a) Le film de bitume est l'épaisseur du bitume formant la couche qui enrobe les grains de granulat.

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

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 de point de repère ou de critère pour établir certaines recommandations.

b) L'épaisseur du film de bitume doit être calculée:

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

- lors de l'analyse du premier lot.

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

- Calcul de l'épaisseur du film de bitume effectif

L'épaisseur du film de bitume effectif est calculée au moyen de l'équation suivante:

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

Où: FBE = épaisseur moyenne du film de bitume effectif (en micromètre)

K = constante valant 981

Provenance de la constante "K"

Le F.B.E. est une épaisseur exprimée en micromètre, donc:

$$F.B.E. = \frac{\text{volume bitume effectif en } m^3/kg \times 1000\ 000\ \mu/m}{\text{surface totale des granulats en } m^2/kg}$$

$$F.B.E. = \frac{\% \text{ bitume effectif en masse} / \text{masse volumique bitume en } kg/m^3}{\text{surface totale granulat en } m^2/kg \times \text{granulat en masse du mélange}} \times 1000\ 000\ \mu/m$$

$$F.B.E. = \frac{\% \text{ bitume effectif} \times 1000\ 000\ \mu/m\ 1020\ kg/m^3}{\text{surface spéc. totale} \times (100 - \% \text{ bit. total})}$$

$$F.B.E. = \frac{\% \text{ bitume effectif} \times 980{,}392\ *}{SST \times (100 - \% \text{ bitume total})}$$

* Pour simplifier les calculs, on utilise 981 au lieu de 980,392.

Pour calculer l'épaisseur du film de bitume effectif, il faut connaître la surface spécifique des granulats formant le mélange; le volume du bitume divisé par cette surface donnera l'épaisseur.

- Surface spécifique totale des granulats

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

Facteurs de surface spécifique totale

Tamis en mm:	19	9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150	0,075
Facteur SST en 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 mm, la surface spécifique est estimée à une valeur de 0,41 m^2/kg.

Le tableau (page 11) démontre la méthode de calcul pour déterminer la surface spécifique totale, celle-ci étant la somme des surfaces spécifiques moyennes des granulats passant chaque tamis.

Vérification de l'épaisseur du film de bitume requis

L'épaisseur minimale du film de bitume effectif 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 (m^2/kg)

c) 8,8 - 0,18 x VAM

Cette méthode de vérification de l'épaisseur du film de bitume effectif s'applique pour tous les mélanges conventionnels inscrits au tableau de l'Annexe 1. Si pour certains mélanges (par exemple: un mélange de type ouvert), il s'avère impossible de déterminer le VAM, l'épaisseur minimale du film de bitume effectif doit être égale ou supérieure au résultat maximum des équations a) et b).

Afin d'avoir en tout temps l'épaisseur minimale requise, la teneur minimum 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.

Note: I - Cette valeur de 0,40 n'est utilisée que pour l'acceptation de la formule.

- Calcul du VAM

La valeur du VAM peut être calculée d'après la densité brute du granulat à l'aide de l'équation suivante:

$$VAM = 100 - \frac{(Dmb \times Mg)}{Dgb}$$

Où: VAM = volume des vides entre les grains du granulat

Dgb = densité brute du granulat

Dmb = densité brute du mélange compacté (LCTQ 03)

Mg = masse du granulat (exprimé en pourcentage en masse du mélange)

- Calcul de l'indice de compactabilité

La compactabilité d'un mélange est calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$C = \frac{18000 \times \text{déformation}}{V_{vi} \times \text{stabilité}}$$

C = indice de compactabilité

18000 = constante (du critère de Fromm) modifiée pour l'utilisation du SI

déformation = valeur de déformation obtenue lors de l'essai LCTQ 04 et exprimée en millimètre

stabilité = valeur de stabilité obtenue lors de l'essai LCTQ 04 et exprimée en newton.

Afin d'améliorer le degré de compactage, on doit viser une teneur en vide interstitiel comprise entre 2,5 et 3,0% ainsi qu'une compactabilité minimale de 1,5 pour les mélanges MB # 1, #2, #3 et de 2,0 pour les mélanges MB #4, #5, #6, #7.

- Pourcentage de particules passant le tamis 0,075 mm

Dans le but d'éviter de combler une partie trop importante des vides dans le mélange avec des particules fines, la granulométrie de la formule de mélange choisie doit être telle que le rapport des particules passant le tamis 0,075 mm sur celles passant le tamis 2,36 mm ne doit pas excéder 10%.

Exemple complet des calculs

1- Données nécessaires

- Granulats

35% de pierre (4,75 - 12,5 mm) Dg_1 = 2,63

39% criblure

65 % Dg_2 = 2,60

26% sable

Note: La densité brute des granulats fins est déterminée sur un mélange à 60% de criblure et 40% de sable $\left(\frac{39 \times 100}{39 + 26} = 60\ \%\right)$

2- Calculs

- Densité brute des granulats (Dgb)

$$Dgb = \frac{100}{\frac{Mg\ 1}{Dgb\ 1} + \frac{Mg\ 2}{Dgb\ 2}} = \frac{100}{\frac{35}{2,63} + \frac{65}{2,60}} = 2,61$$

Où:

Mg 1 : masse des gros granulats

Mg 2 : masse des granulats fins

Dgb 1 : densité brute des gros granulats

Dgb 2 : densité brute des granulats fins

- Calcul du pourcentage de bitume effectif (Pbe)

$$Pbe = \left(\frac{Mm}{Dmm} - \frac{Mg}{Dgb}\right) \times Db$$

Où:

Mm : masse du mélange

Mg : masse des granulats

$Mg = M_m - Mb = 100 - 5,90 = 94,10$

Mb : masse du bitume

Dmm : Densité maximale du mélange

- Formule

TAMIS NO.	% PASSANT	X FACTEUR SS	= SURFACE SPECIFIQUE
19 mm	100	--	0,41
12,5 mm	99	--	
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	1,38
		Surface spécifique totale:	5,53 m2/kg

Pourcentage de bitume total (Pb) :	5,90
Densité maximale du mélange (Dmm):	2,470
Densité brute du mélange (Dmb) :	2,370
Total granulométrique (T.G.) :	489,2

Donc:

$$Pbe = \left(\frac{100}{2,470} - \frac{94,10}{2,61}\right) \times 1.02 = 4,52$$

- Calcul de l'épaisseur du film de bitume effectif: (FBE)

$$FBE = \frac{K \times \%\ \text{bitume effectif}}{SST \times (1 - \%\ \text{bitume total corrigé})} = \frac{981 \times 0.0452}{5.53 \times (1 - 0,0590)} = 8,52 \text{ micromètres}$$

Cependant, 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 ou 4,12/100 = 0,0412

Ainsi, selon cette exigence, le calcul du film de bitume effectif minimum requis est:

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

$$FBE = \frac{981 \times 0,0412}{5.53\ (1 - 0.0590)} = 7.77 \text{ micromètres}$$

Calcul du VAM

$$VAM = 100 - \frac{(Dmb \times Mg)}{Dgb} = 100 - \frac{(2,370 \times 94,1)}{2,610} = 14,55\ \%$$

Exigence sur l'épaisseur du FBE

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

a) 9,0 - 0,005 x T.G. = 9.0 - 0,005 x 489,2 = 6,55 mm

b) 9,5 - 0,488 x SST = 9,5 - 0,488 x 5.53 = 6,80 mm

c) 8,8 - 0,18 x VAM effectif = 8,8 - 0,18 x 14,6 = 6,17 mm

Conclusions suite à cet exemple

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

- L'indice de compactabilité de 2,09 est conforme.

$$C = \frac{18000 \times 3.2}{4.05 \times 6\ 800} = 2,09$$

- Le rapport des particules passant le tamis 0,075 mm sur celles passant le tamis 2,36 mm est inférieur à 10%.

$$\text{Rapport} = \frac{4.2 \times 100}{49} = 8,7$$

2.2.2 Vérification des granulats froids

1. Echantillonnage

a) Pour l'acceptation de la formule

Il faudra prélever cinq échantillons de chaque calibre et en faire la granulométrie <u>en priorité</u> 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.

b) En cours de production

- Pour toute nouvelle source la cadence actuelle d'échantillonnage demeure la même.

- Pour les autres sources, la cadence d'échantillonnage est déterminée en fonction des informations cumulées à la banque de données.

2. Qualité et granularité des granulats

Les normes relatives à la qualité et la granularité des granulats pour béton bitumineux sont spécifiées à l'article 14.08 du CCDG (1981).

Il faut tenir compte des exigences relatives aux cinq (5) classes de granulats en fonction des travaux à exécuter. (Article 14.08 du CCDG).

L'acceptation doit se faire sur chacune des granulométries individuelles des types de granulats fins (filler minéral, sable, criblure) combinés pour former la partie fine du mélange (passant le tamis 4,75 mm).

De plus, lorsque la partie fine du mélange est composée de sable et criblure, l'utilisation de plus de 60% de criblure ne peut être faite sans une recommandation du laboratoire du ministère.

Il importe de rappeler l'existence de normes relatives au pourcentage de particules inférieures à 5 mm dans le granulat fin (voir article 14.08.2 b et c).

2.3 Acceptation de la formule du mélange

La production du premier lot est confrontée à la formule. A noter que ce lot doit être conforme aux critères d'acceptation mentionnés en Annexes II et VII.

2.3.1 Analyse du mélange du premier lot

Le laboratoire analyse les cinq (5) échantillons du premier lot le plus rapidement possible, compare les résultats avec la formule acceptée provisoirement et fait part des résultats au maître d'oeuvre et à l'entrepreneur.

Lorsque cette production est conforme à la formule, cette dernière est acceptée. Cependant, une mise en garde doit être faite à l'entrepreneur s'il y a dispersion des résultats. La production continue et les lots suivants seront évalués par rapport à cette formule acceptée.

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

Si les écarts entre la formule et les résultats du premier lot sont mineurs (les caractéristiques du mélange restent conformes), l'entrepreneur peut alors être invité à faire des ajustements à l'usine ou à ajuster la formule à la production.

2.3.2 Acceptation de la formule et évaluation du mélange en se basant sur le premier lot

Suite aux résultats fournis par le ministère sur le premier lot, l'entrepreneur fait connaître sa décision, à savoir:

a) s'il décide d'ajuster sa formule à sa production, cette formule ajustée devient la formule acceptée, la production continue et toute la production à partir du début de la fabrication de ce mélange est évaluée par rapport à cette formule acceptée.

b) s'il décide de faire des ajustements à l'usine, la formule acceptée provisoirement devient la formule acceptée et toute la production à partir du début de la fabrication de ce mélange est évaluée à partir de cette formule.

Dans les deux cas (a et b), tout le mélange fabriqué durant la période qui s'étend à partir du début de la production d'un type de mélange avec une nouvelle formule jusqu'à la prise de décision par l'entrepreneur est évalué à partir de la même formule acceptée.

2.3.3 Production du premier lot jugée non conforme

Lorsque selon les critères d'acceptation, la production du premier lot est jugée non conforme à la formule, la production est interrompue et l'entrepreneur doit faire connaître par écrit au ministère le correctif qu'il entend apporter.

La quantité de mélange produit à partir du début de la fabrication de ce mélange jusqu'à l'arrêt de production est soumise aux règles qui s'appliquent en cas de formule révisée (Voir 2.6.3)

2.4 Modification à la formule acceptée

2.4.1 Conditions

Le ministère peut accepter une modification proposée par l'entrepreneur à la formule acceptée moyennant les conditions suivantes:

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

b) Tout défaut de l'entrepreneur de signifier par écrit une modification entraine une vérification du mélange produit à partir de la formule originale.

c) La production doit être conforme aux normes d'acceptation du tableau "Type de mélange bitumineux" et convenir au but visé.

d) La modification proposée ou signifiée est effective à partir du jour de sa transmission par l'entrepreneur à condition qu'elle réponde aux critères d'acceptation et soit acceptée par le ministère.

Note: Dans le but d'accélérer la transmission de l'information, l'entrepreneur peut signifier verbalement la modification qu'il entend faire. Toutefois, cette modification doit être consignée par écrit par la suite.

e) L'entrepreneur doit justifier la modification proposée. (Exemple: en joignant à son amendement les résultats qu'il a obtenus).

2.4.2 Formule sujette à modification

Le ministère peut accepter une modification suite à la production et l'analyse d'un premier lot d'une nouvelle formule, lorsqu'il s'agit simplement d'ajustement de formule à la production d'un mélange conforme.

Le ministère peut accepter une modification de façon provisoire:

a) Suite à la production et l'analyse d'un premier lot d'une nouvelle formule, lorsque l'analyse de ce lot n'est pas assez concluante.

b) Par la suite, en cours de production. Dans ce cas, le ministère vérifie l'ensemble de la production du mélange à partir de la date de transmission de la modification afin de s'assurer qu'il ne s'agit pas seulement d'un changement temporaire de production dû aux variations à l'usine.

Note: Ces deux situations exigent une célérité dans l'analyse des échantillons.

Le ministère donne son approbation finale à la modification proposée si la production est uniforme, (Exemple: lorsque sur un ensemble de production, les écarts admissibles pour une caractéristique donnée, sont respectés dans l'ordre de 90%) et concorde avec la formule acceptée.

2.4.3 Valeurs de références

a) Pour l'entrepreneur

L'entrepreneur utilise ses résultats comme valeurs de référence s'il désire intervenir à temps et éviter une non conformité.

b) Pour le ministère

Le ministère utilise ses résultats pour évaluer la conformité du mélange par rapport à la formule acceptée.

2.4.4 Essais à exécuter

Lorsque la modification de la formule n'est qu'une adaptation de la formule à la production, les essais réguliers sont suffisants (Voir Annexe V).

Lorsqu'il y a modifications dans les matériaux de base, les essais complets sur le mélange <u>sont</u> nécessaires pour l'acceptation du mélange.

2.5 Action prise par le ministère

2.5.1 Rapidité de l'intervention

Lorsque se présente une non conformité, le ministère avise immédiatement l'entrepreneur.

2.5.2 Décision

Dans le cas de non conformité du mélange, le ministère remet un mémo à l'entrepreneur et une action doit être prise immédiatement pour corriger la situation sinon il y a arrêt des travaux.

Lorsque les travaux ont été interrompus à cause d'une non conformité, l'entrepreneur fait connaître par écrit le correctif qu'il entend apporter. Ce correctif doit être connu du ministère avant la reprise des travaux. Si le correctif ne répond pas aux attentes, il y a de nouveau arrêt des travaux.

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 La formule modifiée et acceptée

Lorsqu'elle a été modifiée et acceptée suivant les conditions stipulées à l'article 2.4.

2.6.3 Formule révisée

Pour des raisons très particulières, il peut parfois s'avérer nécessaire de réviser une formule. Cependant, une telle révision de formule doit faire l'objet d'une demande de la direction régionale.

Ce travail de révision est réservé à un comité formé de représentants de:

- la direction Construction ou Entretien
- la direction régionale
- la direction Recherche et Contrôle.

Lorsqu'une révision s'avère nécessaire, il est important qu'elle soit faite le plus rapidement possible au cours de la production.

Lorsqu'il y a révision, les conditions suivantes doivent être respectées: La moyenne doit être conforme aux spécifications du tableau "Type de mélange bitumineux produit" ainsi qu'aux critères d'acceptation provisoire d'une formule (2.2.1). On ne devra pas avoir plus de 10% des résultats hors normes pour une caractéristique donnée.

Les critères de décision sont les critères de contrôle et les spécifications. La carte de contrôle est un élément important qui peut servir également à juger la conformité du mélange.

Les spécifications relatives à l'échantillonnage, l'acceptation et la révision du prix unitaire du mélange et du revêtement font partie du CCDG (1981) et du cahier des clauses générales révisé en date du 15 janvier 1982.

L'article 3 et l'article 4 du présent recueil de directives rappellent les amendements au CCDG 1981 ainsi que plusieurs précisions.

---

3. SPECIFICATIONS CONCERNANT LE MELANGE

3.1 Plan d'échantillonnage

- 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.

- Un lot provient de la production d'une même formule de mélange posé sur un contrat selon l'ordre de production mais pas obligatoirement sur une section continue de route.

- Un lot unitaire est généralement constitué de 1500 tonnes de mélange.

- 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

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

Un échantillon du mélange est prélevé de façon aléatoire lors de la pose de chaque 300 t de mélange. Le lot unitaire d'acceptation est constitué de 1500 t d'un mélange fabriqué pour un même contrat selon la même formule acceptée.

Lorsqu'il y a dérogation à la quantité fixée pour lot, c'est-à-dire 1500 tonnes, l'échantillonnage et l'évaluation sont soumis à des règles de décision prévues dans le système. (Voir tableau annexe V)

Un lot d'échantillons est formé de 5 unités (N = 5) à moins que se présente l'un des cas suivants:

- La quantité de mélange prévue au contrat est inférieure au lot unitaire d'acceptation et limite le nombre d'échantillons.

- Une modification à la formule acceptée intervient.

- Un échantillon est rejeté ou manquant pour une raison jugée valable par le Ministère.

Lors d'une fin de contrat, toute quantité inférieure à 60 t est incorporée à celle de l'échantillon précédent et toute quantité égale ou supérieure à 60 t mais inférieure à 300 t fait l'objet d'un échantillonnage. Dans ce cas, le tonnage auquel se fait l'échantillonnage est déterminé en utilisant le chiffre trouvé selon la méthode aléatoire, multiplié par le nombre de tonnes que représente l'échantillon, divisé par 300. Soit:

$$\text{Tonnage} = \frac{\text{Chiffre trouvé} \times \text{Nombre de tonnes}}{300}$$

Cet échantillon fait partie d'un lot lorsqu'avec lui le nombre d'échantillons du lot est égal ou inférieur à cinq (N - 5).

S'il ne peut être inclus au lot parce que le nombre d'échantillons est égal à cinq (N = 5), il forme un lot incomplet (N = 1).

3.2 Méthode d'échantillonnage

3.2.1 Endroit d'échantillonnage

Lors de l'épandage mécanique du mélange, l'échantillon est prélevé entre le premier et le quatrième quart du chargement d'un même camion.

Lorsque le mélange est posé à l'épandeuse, 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 et l'entrepreneur.

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 8 mètres à la fois.

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.

Lorsque l'on juge impossible de prélever l'échantillon à l'arrière de l'épandeuse, il doit y avoir entente entre le ministère et l'entrepreneur pour que les prélèvements s'effectuent dans la trémie de l'épandeuse. Dans ce cas, 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.

Les quatre (4) prélèvements sont bien mélangés et le mélange est divisé en quadrants. Le mélange 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 Description du procédé d'échantillonnage

Le procédé d'échantillonnage est décrit en Annexe VI.

3.2.3 Taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon est déterminée par la norme D 979 de l'ASTM. Cette quantité est normalement suffisante pour l'exécution des essais réguliers et pour la reprise de certains essais en cas de nécessité. Pour palier à toute éventualité, le ministère demande de prélever une quantité de 9 kg.

3.3 Analyse du mélange

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

3.3.1 Méthodes d'essais

Les essais sont réalisés d'après le recueil: "Méthodes d'analyse des mélanges bitumineux" mars 1981 (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.

- Facteur de correction pour le calcul de la teneur en bitume. La méthode d'essai à utilisé doit être celle identifiée LCTQ 07. De plus, l'année de référence des résultats ne doit pas être inférieure à 1981.

  a) Les facteurs de correction appliqués en 1981 sont utilisés en 1982 lorsqu'il s'agit du même laboratoire, de granulats similaires et de mêmes méthodes d'essai.

  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.

Chaque résultat du pourcentage de bitume apparaissant sur les feuilles de lot doit inclure le facteur de correction du bitume.

3.3.2 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 1 et 3.

Exemple:

Lot comprenant:

1 échantillon = densité brute sur le 1°

2 échantillons = densité brute sur le 1°

3, 4, 5 échantillons = densité brute sur les 1° et 3°

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

Essais sur mélange servant au rapiéçage manuel

Le service des Centres Régionaux ou son représentant fait effectuer les essais suivants sur ces échantillons:

- la granulométrie
- la teneur en liant
- la détermination de "filler"

Une copie des résultats est transmise à:

District concerné

Région administrative

3.3.3 Reprise d'essais

Lorsque l'analyse des échantillons démontre des résultats ayant des grandes variations, le laboratoire de contrôle doit s'assurer de la valeur de ces résultats, en se basant sur les critères qui suivent:

A) Pourcentage de bitume

1) Si l'étendue des résultats d'un lot est supérieure à:

0,75 pour n = 3

0,91 pour n = 4

1,03 pour n = 5

vérifier les essais en cours, calculs, méthodes, etc...

Si cette vérification révèle quelque chose d'anormal, les résultats sont rejetés et remplacés par les résultats trouvés lors de la reprise.

2) Si rien n'est décelé, il doit y avoir reprise de l'essai sur l'échantillon le plus éloigné de la moyenne du lot. S'il arrive que deux résultats ont un écart identique par rapport à la moyenne (un supérieur et l'autre inférieur à la moyenne), il y a reprise de celui qui s'éloigne le plus de la production moyenne de l'usine, ou les deux.

Dans ce dernier cas, si l'écart entre le résultat initial et celui de la reprise est égal ou inférieur à 0,52, la moyenne des deux (2) résultats devient le résultat officiel.

3) Si l'écart est supérieur à 0,52, une deuxième reprise doit être effectuée. Si deux (2) de ces trois résultats ont un écart inférieur à 0,52, 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 0,52, on rejette les résultats et une vérification des méthodes et appareils du laboratoire est nécessaire.

B) Autres essais

Tout autre variation sur les essais jugée 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 et inclure les deux résultats trouvés ainsi que la moyenne.

Exemple: reprise du pourcentage de bitume sur le 3ième échantillon.
résultats trouvés: 5.68 et 5.60
moyenne: 5.64

3.4 Echantillons-témoins du mélange

3.4.1 L'échantillonnage

L'échantillon-témoin représente le double (réplique) de l'échantillon servant aux essais de contrôle. Il doit donc être prélevé en même temps que l'échantillon de contrôle et selon la même méthode conformément aux méthodes de prélèvement mentionnées à l'article 3.2.1.

3.4.2 Endroit d'entreposage

Pour les travaux contrôlés par les firmes privées, la firme mandatée prend entente avec le maître d'oeuvre pour que les échantillons-témoins soient entreposés adéquatement dans un local du district concerné. Toutefois, pour éviter les difficultés de récupérer ces échantillons-témoins lorsqu'il y a une retenue appliquée sur l'échantillon de contrôle et qu'il y a contestation par l'entrepreneur, il est demandé d'appliquer la procédure suivante:

- Dès que le laboratoire décèle une non conformité, il récupère les échantillons-témoins du lot et les conserve intacts dans ses locaux au cas où il y aurait contestation.

- Les autres échantillons-témoins qui ne sont impliqués dans une retenue sont conservés au district.

3.4.3 Durée de l'entreposage

Selon le CCDG, l'entrepreneur a un délai de 15 jours pour se prévaloir de son droit de recours après avoir été informé officiellement des résultats par le ministère. Avant de jeter les échantillons-témoins non impliqués dans une contestation, il faudra s'enquérir auprès du maître d'oeuvre des intentions de l'entrepreneur et fixer une date pour disposer des échantillons-témoins.

Il est demandé de conserver les dates de destruction des échantillons-témoins.

3.4.4 Identification

Le laboratoire peut utiliser le système qui lui convient pour classifier ces échantillons-témoins.

Toutefois, il est nécessaire que les échantillons-témoins soient clairement identifiés. Sur les parois extérieures des boîtes, il faudrait trouver les informations sur les items suivants:

- contrat ou no. de commande
- usine
- type de mélange
- lot
- échantillon
- date de l'échantillonnage
- district

3.5 Echantillons-témoins de granulats et de bitume

3.5.1 Prélèvement

Lorsque le mélange est produit par une usine "mobile", le laboratoire désigné prélève les échantillons-témoins des granulats et du bitume et les garde entreposés avec les échantillons-témoins de béton bitumineux. Les échantillons pourront servir en cas de contestation.

3.5.2 Quantité à prélever

a) Granulats

La quantité à prélever doit correspondre à la norme ASTM C136. Habituellement, un sac de 10 kilogrammes par calibre représente une quantité adéquate.

b) Bitume

La quantité suggérée par mélange est généralement d'environ un litre.

3.6 Acceptation du mélange

Les critères d'acceptation du mélange sont mentionnés à l'article 1 du présent recueil.

Le cheminement qui suit précise les étapes à suivre lors de l'évaluation et l'acceptation du mélange.

3.6.1 Première étape - écart individuel admissible

Si l'écart entre chaque résultat du lot et la formule est conforme à l'écart individuel admissible (article 16.05.1) le lot est accepté. Dans le cas contraire, on passe à la deuxième étape.

3.6.2 Deuxième étape - production hors contrôle

Une production est jugée hors contrôle seulement lorsque l'écart entre 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. 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 mm comme écart individuel au pourcentage de bitume sont jugés défectueux et le tonnage représenté par l'échantillon n'est pas payé.

3.6.3 Troisième étape - calcul du prix unitaire

Lorsque les résultats d'un lot ne peuvent satisfaire aux exigences de l'écart admissible et qu'ils ne font pas l'objet d'une production hors contrôle, le lot est évalué par rapport aux écarts tolérables et critiques en fonction du type de mélange et du nombre (n) d'échantillons. (Voir le tableau Annexe VII)

3.6.4 Lot incomplet

Lorsque N = 3, 4, 5, par exemple suite à un changement de formule, l'évaluation du mélange est faite en utilisant les écarts relatifs au nombre d'échantillons tel que stipulé à l'annexe VII.

Lorsqu'un lot est incomplet (N = 1, 2), le jugement sur le mélange posé est porté sur chaque échantillon et la quantité représentée par l'échantillon n'est pas payée si l'écart entre le résultat et la formule est supérieur à 0,75. Cette décision peut faire l'objet d'un droit de recours.

4. SPECIFICATIONS CONCERNANT LE REVETEMENT

4.1 Echantillonnage par carottage

4.1.1 Délai pour carottage

Les carottes doivent être prélevées le plus tôt possible à l'intérieur d'une semaine suivant un délai de 12 heures après la mise en place du mélange.

4.1.2 Cadence

La cadence d'échantillonnage est fixée à l'annexe V.

Une carotte est prélevée de façon aléatoire sur la superficie couverte par 500 t d'enrobé bitumineux. Le lot unitaire d'acceptation est constitué de 1500 t d'un mélange fabriqué pour un même contrat selon la même formule acceptée.

Un lot d'échantillons est formé de 3 unités (N = 3) à moins que la quantité de mélange prévue au contrat soit inférieure au lot unitaire d'acceptation et limite le nombre d'échantillons ou qu'intervienne une modification à la formule acceptée.

Lors d'une fin de contrat, toute superficie couverte par moins de 60 t est incorporée à celle de l'échantillon précédent et toute superficie couverte par une quantité égale ou supérieure à 60 t mais inférieure à 500 t fait l'objet d'un échantillonnage. Dans ce cas, le tonnage auquel se fait l'échantillonnage est déterminé en utilisant le chiffre trouvé selon la méthode aléatoire, multiplié par le nombre de tonnes que représente l'échantillon, divisé par 500. Soit:

$$\text{Tonnage} = \frac{\text{Chiffre trouvé} \times \text{Nombre de tonnes}}{500}$$

4.2 Méthode d'échantillonnage et d'essais

4.2.1 Normes

Les carottes sont prélevées et mesurées selon la norme LCTQ 03.
La méthode de prélèvement de façon aléatoire est décrite dans l'annexe IV.

4.2.2 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.

4.2.3 Transport 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.

4.3 Essais en chantier sur carotte

Dans les cas où il est demandé que la densité brute sur les carottes soit effectuée à l'usine, il est requis d'avoir l'équipement nécessaire et les conditions favorables à la réalisation de l'essai.

4.4 Acceptation du revêtement

4.4.1 Lot incomplet

a) Lorsqu'un lot est incomplet (N = 2) 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 dans l'environnement de la carotte brisée et le jugement est porté sur le lot complet.

b) Lorsqu'un lot est incomplet (N = 1), les travaux ne rencontrant pas l'exigence minimale de 88% sont jugés défectueux et la quantité représentée par la carotte n'est pas payée. Cette décision peut faire l'objet d'un droit de recours.

4.4.2 Recours de l'entrepreneur

Dans le cas de contestation:

1- Lorsqu'il s'agit d'un lot complet (N = 3), le nombre de carottes reprises est de trois (3) et l'effectif total du lot est porté à six (6) échantillons.

2- Lorsque dans un lot N = 1, 2 par suite de quantité insuffisante du mélange, l'effectif total est le double du nombre de carottes déjà prélevées.

3- Pour le calcul de la compacité, la densité maximale moyenne utilisée est celle du lot, à moins que l'entrepreneur ne demande que les densités maximales soient reprises par le laboratoire désigné pour la contestation. Advenant la reprise des densités maximales, la densité maximale utilisée pour déterminer la compacité provient de la moyenne de l'effectif total de ces densités.

5. COMMUNICATIONS

5.1 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.

5.1.1 Rapidité

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

5.1.2 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...

5.1.3 Interlocuteur

La communication se fait entre l'entrepreneur, le maître d'oeuvre 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.

5.2 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.

5.3 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.

5.3.1 Transmission des mémos

Les mémos sont faits au maître d'oeuvre et copie remise à l'entrepreneur.

5.3.2 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.

5.4 Rapport d'analyses d'un lot

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

5.4.1 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.

5.4.2 Transmission des rapports

a) Information au maître d'oeuvre

Lorsqu'un résultat individuel démontre un manque grave de conformité, le technicien du contrôle doit aviser le maître d'oeuvre 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 maître d'oeuvre dans les huit (8) jours ouvrables à partir de la journée de prélèvement du dernier échantillon du lot.

Note: La transmission des résultats à l'entrepreneur par l'organisme chargée de la vérification de la qualité 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.

5.5 Rapport particulier et rapport final

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

5.6 Nombre de tonnes du lot

Le nombre de tonnes qui composent le lot doit être inscrit sur le rapport à l'endroit approprié.

5.7 Expression des résultats

Les résultats d'essais en laboratoire sont exprimés soit en chiffre entier, soit avec 1, 2 ou 3 décimales comme il est montré dans l'annexe IX. Les règles d'arrondissement sont définies dans la norme BNQ 9911-950, et une copie de ces règles apparait en annexe X.

5.8 Numérotation des lots

La numérotation des lots pour un contrat exécuté avec un même type de mélange peut se faire en identifiant: le type de mélange, le numéro de la formule, le numéro du lot.

Lorsqu'il y a modification ou changement à la formule, le seul changement qui intervient sur la numérotation du lot est le numéro de la formule.

6. 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.

6.1 Formulaire proposé

Le formulaire proposé est présenté en annexe X.(Revisé en juin 1981, Annexe XI)

6.2 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 évènement, 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)

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.

6.3 Préparation

La carte de contrôle est préparée pour visualiser 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.

6.4 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 apparait 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

ANNEXE I

CLAUSE A

TYPES DE MÉLANGES BITUMINEUX

TYPE	MB 1	MB 2	MB 3	MB 4	MB 5	MB 6	MB 7
USAGE	BASE	BASE	COUCHE UNIQUE OU BASE *	SURFACE	SURFACE OU SURFAÇAGE	SURFACE OU SURFAÇAGE	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 x total granulométrique.
b) 9,5 - 0,488 x surface des granulats (m^2/kg).
c) 8,8 - 0,18 x 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

ANNEXE II

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

Tamis	Ecarts admissibles
% 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.

ANNEXE III

FORMULE DE MELANGE - BETON BITUMINEUX

ANNEXE III

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

GRANULATS FROIDS		GRANULOMETRIE													
CALIBRE	PROVENANCE	TAMIS EN MM.							TAMIS EN MICRONS				% UTILISE	% D'ABSORPTION EN EAU	Densité /relative
		25	19	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	600	300	150	75			
COMBINE															

MELANGE

	TAMIS EN MM							TAMIS EN MICRONS					CARACTERISTIQUES PHYSIQUES						
	25	19	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	600	300	150	75	T.G.	% Bitume	% vides	V.A.M.	Stab. (N)	Fl. (MM)	DENSITE Brute	DENSITE Max.
FORMULE																			
EXIGENCES SELON LE C.C.D.G.																			

AUTRES INFORMATIONS

Compactibilité = Requise _____ Anticipée _____

Bitume effectif : _____

% du V.A.M. comble par le bitume: _____

Type de bitume (pénétration): _____

S.S.T.: _____

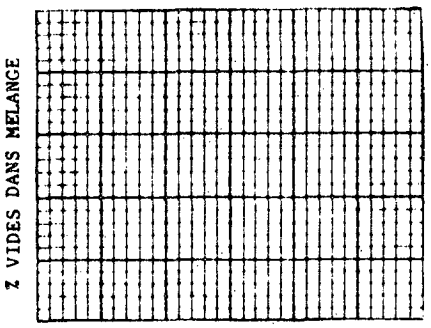
F.B.E : _____ EXIGENCES: _____

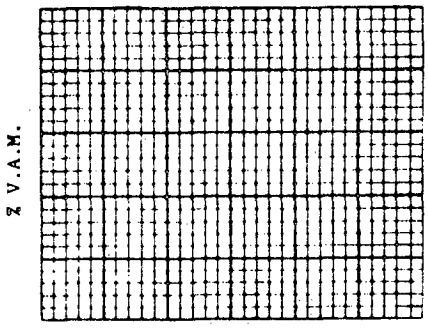
Formule présentée à:		
Représentant du ministère	Fonction	Date
Formule présentée par:		
Représentant de l'entrepreneur	Fonction	

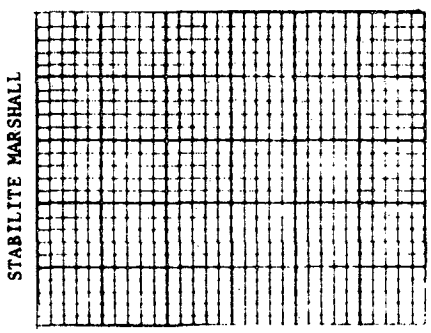
Préparé par: _____

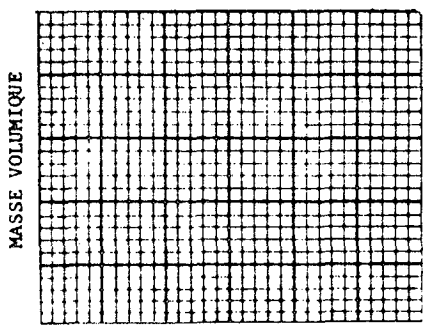
Format régulier 8½"x 14"

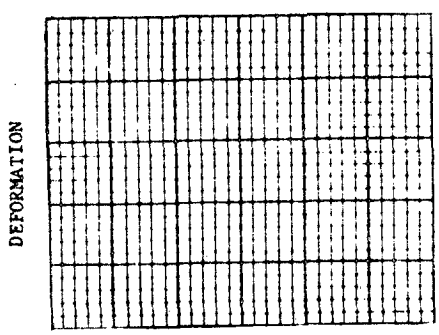
DIAGRAMMES POUR L'INTERPRETATION DES RESULTATS

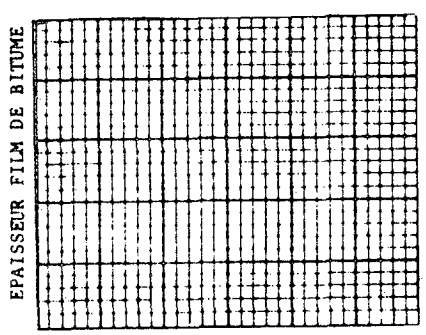












RESUME

	A	B	C	D	E
% Bitume					
% Vides					
V.A.M.					
Masse volumique					
Stabilité					
Déformation					
Epaisseur Film de bitume					

ANNEXE III

FORMULE DE MELANGE - BETON BITUMINEUX

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

Format régulier 8½" x 14"

ANNEXE IV

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.

Numéro	Tonnage par quantité de 300 tonnes	Tonnage cumulatif à partir du début du lot
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	58	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 doivent être faits. Pour déterminer la distance de la bordure gauche extérieure de la travée, il suffit de trouver dans la table II, 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, trois (3) valeurs successives acceptables sont choisies dans la colonne dont la largeur est immédiatement supérieure à celle posée. Par exemple, pour une travée de 2,44 mètres de largeur, trois (3) nombres successifs sont choisis au hasard dans la colonne de 3,0 mètres, soit 26, 27 et 28. Les valeurs correspondantes sont 0,7 - 2,0 et 2,4. Etant donné que 2,4 est une largeur impossible à utiliser, elle est rejetée au profit de la suivante utilisable. Les valeurs acceptées seront donc 0,7 - 2,0 et 0,4; ce qui correspond aux nombres 26, 27 et 29.

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

TABLE DE HASARD II

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

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 (nb) par contrat	Nombre de lots (note 2)	Nombre d'échantillons (note 2)	Nombre d'analyses complètes (note 3)	Nombre d'analyses partielles (note 4)	Nombre de carottes	Nombre de densité brute
Nb < 60	Cas particulier - fait l'objet d'une décision individuelle					
60 ≤ Nb < 300	1	1	1	0	1	1
300 ≤ Nb < 1560	1	1 éch. par 300 t. maximum : 5	1° cas (Voir note:5) maximum: 5 par lot	1° cas : 0	1 carotte/500t. maximum 3	1/carotte
Nb ≥ 1560	Minimum: 2	1 éch. par 300 t. maximum: 5 par lot	2° cas (voir note:6) sur 1°, 3° échantillon	2° cas sur 2°, 4° et 5° échantillon	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: Un lot peut être formé de 1500 tonnes et comprend 5 échantillons à raison de 1 échantillon par 300 tonnes, sauf lorsque le nombre de tonnes du contrat se situe entre 60 et 1559 tonnes. Lors d'une fin de contrat, toute quantité inférieure à 60 tonnes est incorporée à l'échantillon précédent et toute quantité égale ou supérieure à 60 tonnes mais inférieure à 300 tonnes fait l'objet d'un échantillonnage et forme un lot.

Note 3: Analyse complète comprend: granulométrie, (stabilité et fluidité sur le premier lot - Voir note 5), teneur en bitume, récupération de filler, calcul du pourcentage des vides et VAM, densité brute, densité maximale, stabilité, fluidité.

Note 4: Analyse partielle comprend: densité maximale, teneur en bitume, récupération de filler et granulométrie.

Note 5: Au début de la production annuelle pour le mélange concerné et à chaque changement significatif de la formule. Lorsque le nombre de tonnes du lot ne permet pas d'avoir 5 échantillons, le nombre d'analyses complètes est le même que le nombre d'échantillons du lot.

Note 6: Production autre que celle mentionnée à la note 5.

ANNEXE VI

ANNEXE VI

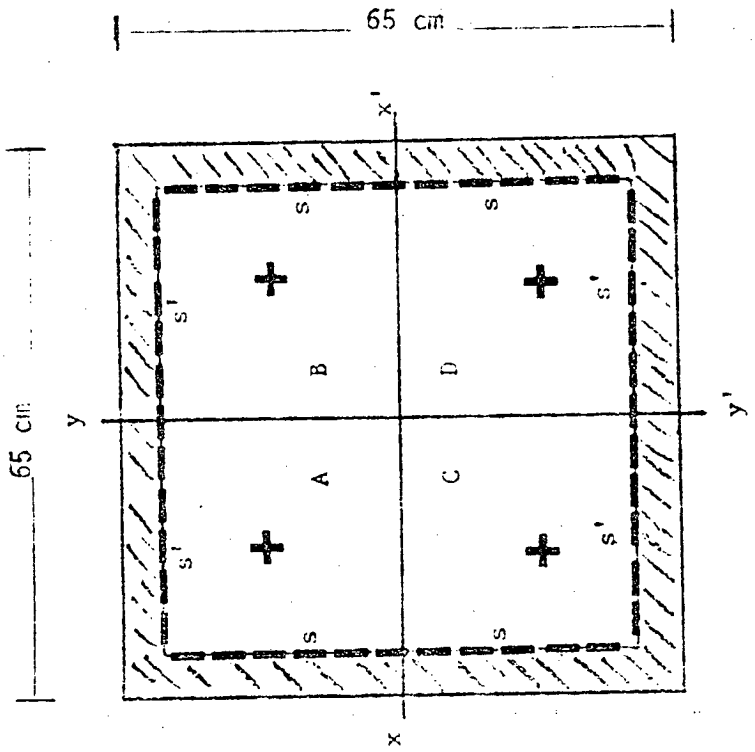
1- Procédé d'échantillonnage derrière l'épandeuse

Afin d'éviter la contamination du mélange fraichement posé par le matériau sous-jacent, l'échantillon est récupéré sur une plaque placée préalablement, avant le passage de l'épandeuse, sur la surface à recouvrir.

La plaque peut être remplacée par un carton ou un tissu à condition d'obtenir la même efficacité.

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 partie 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.

- Résumé du cheminement d'échantillonnage

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

a) Avant le passage de l'épandeuse, fixer la plaque à l'endroit déterminé selon la table de hasard.

b) Après le passage de l'épandeuse, localiser la plaque.

c) Déterminer la surface qui, selon le taux de pose, donnera la masse requise 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.

h) 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 le mélange uniquement sur la plaque.

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.

ANNEXE VII

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 = 1,2,3,4,5
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 µm (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 pour N = 1,2,3,4,6
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

ANNEXE VIII

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Direction recherche et contrôle

BÉTON BITUMINEUX
Rapport par lot

N° de formule	Type de mélange	N° de lot	Tonnage du lot

N° de laboratoire

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

MÉLANGE

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

Facteurs de correction ▶ Fb= Fc=

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

PRT = PU (Fb – Fc) = _____ PU

Remarques	Préparé par	Date
	Approuvé par	Date

V-790 (79-08)

ANNEXE IX

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		

ANNEXE X

3. RÈGLES

Pour arrondir un nombre, il faut d'abord déterminer le nombre de chiffres qu'il est pertinent de conserver (chiffres significatifs), en tenant compte de la précision que les appareils et les techniques de mesure peuvent permettre d'atteindre et du degré de précision souhaité. Les règles énumérées ci-dessous peuvent alors être appliquées.

1) Si le premier chiffre suivant le dernier à conserver est inférieur à 5, celui-ci ne change pas et les suivants sont éliminés.

   ex.: dans le cas où deux décimales doivent être conservées:

   24,793 devient 24,79

   ex.: dans le cas où seuls les entiers doivent être conservés:

   24,293 devient 24

2) Si le premier chiffre suivant le dernier à conserver est supérieur à 5, celui-ci est accru d'une unité et les suivants sont éliminés.

   ex.: dans le cas où deux décimales doivent être conservées:

   24,798 devient 24,80

   ex.: dans le cas où seuls les entiers doivent être conservés:

   24,798 devient 25

3) Si le premier chiffre suivant le dernier à conserver est un 5 seul ou suivi de zéros exclusivement, le dernier chiffre à conserver est ramené au chiffre pair le plus près.

   ex.: dans le cas où deux décimales doivent être conservées:

   24,79500 devient 24,80

   24,78500 devient 24,78

   ex.: dans le cas où seuls les entiers doivent être conservés:

   23,5000 devient 24

   24,5000 devient 24

4) Si le premier chiffre suivant le dernier à conserver est un 5 suivi d'un chiffre différent de zéro, le dernier chiffre à conserver est accru d'une unité et les chiffres suivants sont éliminés.

ex.: dans le cas où deux décimales doivent être conservées:

24,7851	devient	24,79
24,785001	devient	24,79

ex.: dans le cas où seuls les entiers doivent être conservés:

24,51	devient	25
24,5001	devient	25

5) L'arrondissement devrait être effectué en une seule étape, après l'exécution des opérations, le cas échéant. Si le nombre de chiffres à traiter est si grand qu'il nécessite des arrondissements en cours d'opérations, on doit tenir compte des effets de ces arrondissements sur le résultat final.

ex.: 24,753 X 1,615 = 39,976095

arrondi à une décimale à la suite de l'opération devient 40,0, alors que si l'arrondissement est effectué sur les termes de l'opération avant l'exécution de celle-ci,

24,8 X 1,6 = 39,68

et si le résultat est lui-même arrondi à une décimale, il devient 39,7.

-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-

ANNEXE XI

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des centres régionaux

BETON BITUMINEUX

CARTE DE CONTROLE DU BITUME

ANNEXE XI

NO D'USINE	
TYPE DE MELANGE	
PAGE DE	

Producteur du mélange	
Contrôle exécuté par	

ET: ±	
EC: ±	

DATE A M J	POURCENTAGE DE BITUME DANS LE MELANGE VERSUS LA FORMULE ACCEPTEE					NOTE
	-EC	-ET	FORMULE	+ ET	+ EC	

V: Début de la production pour une formule acceptée.
*: Résultat d'analyse. ⊗ : Moyenne de lot.