

Ministère des Transports
Laboratoire Central

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

Pierre Langlois, ing. M. ing.
Chef - Section Enrobés

Anne-Marie Leclerc, ing. M. ing.
Chef - Division Matériaux de chaussée

Jean-Claude Moreux, chim. Ph.D.
Chef - Section Liants

CANQ
TR
GE
SM
192

Mars 1993

Ministère des Transports
Centre de documentation
930, Chemin St-Foy
6e étage
Québec (Québec)
G1S 4X0

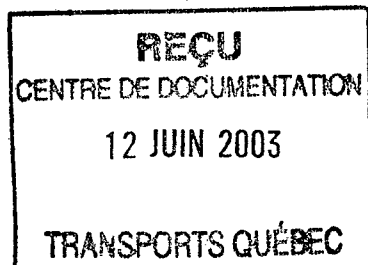


TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
1.0 CARACTÉRISATION DU BITUME ECOFLEX	3
1.1 Évaluation de la conformité du bitume Ecoflex	3
1.2 Étude chimique du bitume Ecoflex	5
1.2.1 Spectrophotométrie infrarouge	5
1.2.2 Chromatographie GPC	7
2.0 CARACTÉRISTIQUES D'ENROBÉS AU LIANT ECOFLEX	8
2.1 Analyse de performance	8
2.2 Résultats obtenus	10
3.0 PLANCHES D'ESSAIS	11
3.1 Fabrication et mise en place des enrobés à l'Ecoflex	11
3.2 Analyses de contrôle en laboratoire	12
4.0 CONCLUSION	13
4.1 Caractérisation du bitume Ecoflex	13
4.2 Enrobés au bitume Ecoflex	14

CANQ
JR
GE
SM
192

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce travail doit beaucoup à l'assistance technique de Messieurs Kalilou Kébé, chim., Pierre Plamondon, tech. , Serge Charron, tech. et Madame Monique Gauthier pour l'édition du texte.

SOMMAIRE

Le bitume Ecoflex développé par la firme Bitumar est un liant routier contenant 10% de caoutchouc provenant de pneumatiques usagés et déchiquetés.

Les analyses de conformité du liant révèlent que l'Ecoflex se compare à basse température à un bitume conventionnel de même classe de pénétration. À des températures de service élevées le comportement de l'Ecoflex s'apparente à celui d'un bitume amélioré.

À partir de l'étude chimique, la caractérisation et le dosage du caoutchouc semblent possible bien que très difficile. La composition du mélange de caoutchouc doit demeurer identique pour élaborer une méthode de mesure du sodage. Les enrobés de type MB-12,5 fabriqués au liant Ecoflex présentent de bonnes performances de maniabilité, de résistance à l'orniérage et de tenue à l'eau. Les résultats d'essais réalisés sur les enrobés fabriqués en laboratoire et sur les enrobés prélevés en chantier lors des planches d'essais sont également comparables. Le comportement des enrobés à basse température n'a pas été évalué. Lors de la réalisation des planches d'essais, aucun problème de fabrication ou de mise en oeuvre n'a été constaté. De plus, aucune modification aux procédures actuelles n'est requise pour la vérification de la conformité des enrobés.

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

INTRODUCTION

L'utilisation de pneumatiques dans les enrobés a suscité de nombreuses études par divers organismes de recherche en matériaux de chaussée. Les conclusions de ces études sont, en général, les suivantes:

- l'utilisation de granules de caoutchouc dans les granulats lors du malaxage avec le bitume conduit à des enrobés moins performants et plus coûteux. Les granules incorporées possèdent des caractéristiques qui n'améliorent en rien un enrobé. Elles sont peu anguleuses, déformables, et le liant y adhère mal. De plus, pour obtenir l'homogénéité requise, la température de malaxage de ces enrobés doit être augmentée. Au cours de ces années, nous avons tenté de fabriquer un enrobé avec des granules de caoutchouc (taux : 1 à 2%) sans succès. Plus de vingt échantillons furent fabriqués pour l'essai à l'ornièreur et aucun n'a réussi le test quelques soient la qualité des granulats, la granularité ou la teneur en liant utilisé.
- l'utilisation de liant modifié au caoutchouc conduit à des enrobés plus performants que les enrobés conventionnels. Ce type de liant est généralement très coûteux et nécessite des modifications aux centrales d'enrobage, principalement dû au fait d'une déficience de stabilité au stockage.

La firme Bitumar a mis au point un procédé d'incorporation de granules de caoutchouc provenant de pneumatiques usagés dans le bitume. Ce procédé, baptisé Ecoflex, permet selon cette firme l'incorporation de 10% de caoutchouc recyclé dans le liant.

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

Le présent rapport résume les résultats des différentes étapes d'analyse que doit franchir un nouveau produit en vue de son évaluation complète. Les échantillons de bitume Ecoflex fournis par la firme Bitumar ont été soumis aux essais de caractérisation courants des liants routiers et à une étude chimique plus approfondie... bien que toujours préliminaire. La seconde étape, l'élaboration en laboratoire d'enrobés au liant Ecoflex a croisée la troisième étape, la réalisation d'une planche d'essais. Les résultats de performance d'enrobés "théoriques" de laboratoire peuvent donc être comparés avec des enrobés "chantiers" proprement dit.

Une équipe du Service des Sols et Chaussées évalue actuellement le comportement de la planche d'essai. L'hiver n'étant pas encore terminé, toute évaluation de rendement semble prématurée. Pour l'instant, aucune contre-performance n'a été signalée. Ce dernier aspect devra faire l'objet d'un rapport complémentaire.

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

1.0 CARACTÉRISATION DU BITUME ECOFLEX

1.1 Évaluation de la conformité du bitume Ecoflex

Le bitume Ecoflex formulé par la firme Bitumar est un produit qui contient environ 10% de caoutchouc fabriqué à partir de pneumatiques hors d'usage. Le caoutchouc est réduit à l'état de poudre ou de petites particules, et subit une réaction de dévulcanisation. Il est ensuite ajouté à une base de bitume compatible où il est dissout. Le produit obtenu est homogène et on a vérifié expérimentalement qu'il possède une bonne stabilité au stockage à 160°C.

Le tableau 1 résume les résultats essentiels obtenus sur le bitume Ecoflex avant et après vieillissement par étuvage en couche mince (TFOT). Ces résultats, reportés sur diagramme d'Heukelom (figure 1), montrent que ce bitume est avant et après TFOT un bitume de type S. La droite A correspond à la variation de consistance en fonction de la température du bitume tel que livré par le producteur, la droite B à celle obtenue après vieillissement. Dans ces deux états le bitume Ecoflex a une basse susceptibilité thermique et appartient au groupe A+, le même que celui des bitumes polymères et des bitumes améliorés. L'indice de pénétration déduit de la courbe de variation de la pénétration en fonction de la température donne - 0.5 avant TFOT et + 0.1 après vieillissement. Ces valeurs sont celles qu'on peut attendre d'un bitume conventionnel.

La consistance de ce produit à 60°C (en unités de pénétration) est de 2830 avant TFOT et 1480 après TFOT. En comparaison cette valeur atteint 4000 environ, dans le cas d'un bitume conventionnel de même pénétration. Le module de rigidité de ce bitume déduit de la pénétration à 25°C, d'après

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

l'équation de Van der Poel et Saal, donne une valeur élevée de 2.5 MPA qui est multipliée par 6 après vieillissement. Le bitume Ecoflex offre donc une bonne résistance générale au fluage aux températures de service élevées.

À basse température les valeurs obtenues pour le point de Fraass sont très voisines pour les deux états du bitume Ecoflex. La valeur théorique du point de fragilité de ce bitume, lue sur le diagramme d'Heukelom (figure 1) est la même avant et après TFOT. Cependant, si on obtient, graphiquement, un point de Fraass de l'ordre de -20°C , les valeurs expérimentales sont de l'ordre de -13 à -4°C . Ces dernières valeurs du point de Fraass sont celles d'un bitume conventionnel de même classe de pénétration. La différence de température entre les points de Fraass théorique et expérimental a déjà été observée pour d'autres bitumes modifiés. Cette différence n'apparaît pas dans le cas de bitumes conventionnels pour lesquels les deux valeurs sont en accord, compte tenu des erreurs expérimentales et de la précision de l'évaluation graphique.

L'additif dans le bitume Ecoflex induit une modification de la structure du bitume de base qui augmente ses performances à haute température mais qui ne favoriserait pas une plus grande flexibilité à basse température.

L'enrobage de granulats, avec ce bitume, peut se faire entre 160 et 165°C , et la mise en oeuvre de l'enrobé à partir de 145°C . La viscosité de ce matériau après TFOT ne permet pas de prévoir de difficultés dans la maniabilité de l'enrobé aux températures de mise en oeuvre.

1.2 Étude chimique du bitume Ecoflex

La caractérisation de l'ajout dans un bitume modifié est une façon de contrôler la qualité du produit d'un fournisseur et de s'assurer que la modification a bien été obtenue. Le caoutchouc incorporé aux bitumes n'est pas un produit simple mais plutôt un mélange d'élastomères, de produits organiques divers et de noir de carbone. Si on se limite aux caoutchoucs, on peut avoir un mélange des produits suivants dans des proportions variables : le polybutadiène, le polyisoprène, le caoutchouc-naturel, et le néoprène (contenant du chlore). Mais ces produits divers possèdent en commun la fonction chimique alcène qui donne un signal en infrarouge (figure 2). Il serait donc possible d'identifier et de doser éventuellement le caoutchouc dans le bitume en se servant de cette propriété.

Parmi les techniques disponibles au laboratoire, on a privilégié la spectrophotométrie infrarouge (SIR) pour la caractérisation et le dosage du caoutchouc dans un bitume modifié et la GPC (chromatographie par tamisage moléculaire sur gel) pour juger de l'importance de la modification.

1.2.1 Spectrophotométrie infrarouge

La fonction alcène bisubstituée peut être identifiée en SIR par la présence d'un pic de vibration d'intensité moyenne à 965 cm^{-1} . Ce signal peut servir à la caractérisation du polybutadiène. La figure 3 représente le spectre d'un échantillon de caoutchouc provenant de Bitumar. Sans avoir été dévulcanisé, ce caoutchouc a été solubilisé dans la méthyl-isobutyl-cétone. Le solvant est évaporé à l'étuve après le dépôt d'un film de solution sur une lame de chlorure

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

de sodium. L'échantillon, observé par transparence, avec l'air pour référence, montre un spectre comportant un pic bien défini à 965 cm^{-1} .

Dans la région $840\text{-}790\text{ cm}^{-1}$ du spectre, il existe un signal de la fonction alcène trisubstituée correspondant au latex et/ou au polyisoprène. Ces produits se trouvent en mélange. La figure 3 montre un pic à 810 cm^{-1} qui pourrait être attribué à ce type de signal. Cependant, dans cette région du spectre se trouvent les pics d'absorption de C-H cycliques ou de naphthènes, qui existent dans le bitume. L'incertitude pourrait être levée par l'étude de spectres de différence de bitume Ecoflex de concentrations différentes en caoutchouc par rapport au bitume de base. Dans cette démarche, il faut s'assurer que la composition du mélange de caoutchoucs ne change pas si on envisage un dosage. Cette étude exige la collaboration du fournisseur.

La figure 4 montre le spectre d'un échantillon de bitume Ecoflex comparé au spectre d'un bitume conventionnel de classe de pénétration 80-100. Ces échantillons ont été préparés de la même façon que celle décrite pour l'échantillon de caoutchouc. Ici, le solvant est le toluène. On observe de grandes analogies dans les spectres de ces bitumes. Bien que les concentrations en bitume soient identiques, on constate que les pics des bitumes non modifiés sont inférieurs à ceux de l'Ecoflex. Il est possible de voir dans cette différence la contribution spectrophotométrique de l'additif aux pics d'absorption communs aux deux bitumes. La technique des spectres de différence pourrait être aussi appliquée à ce cas dans le cadre d'un dosage quantitatif. Dans le spectre du bitume Ecoflex, on peut soupçonner la présence d'un faible signal à 965 cm^{-1} , mais ce pic est trop faible pour être exploitable.

Une étude du pic d'absorption localisé à 810 cm^{-1} qui présente une meilleure définition serait une voie à explorer.

L'étude qui a été faite ici est seulement préliminaire et un travail encore important reste à faire pour aboutir à l'identification d'un caoutchouc dans un bitume et son dosage éventuel. Il est certain qu'une identification qualitative est possible alors que la mise au point d'un dosage de l'additif pourra être difficile.

L'utilisation analytique de la SIR dans le domaine des bitumes exigerait l'adoption d'un appareillage plus performant. L'appareil utilisé ici est parfait pour un travail de routine, mais moins adéquat quand il s'agit d'une étude fine et d'un dosage quantitatif précis comme l'exige cette analyse. L'appareil utilisé donne des spectres de bitume ayant un bruit de fond important qui masque une information précieuse dans ce travail. Les pics d'absorption peu intenses sont mal définis, donc d'utilisation difficile. Un spectrophotomètre (FT -IR) (spectrophotomètre IR à transformée de Fourier) donne des spectres d'une résolution satisfaisante, impossible avec le matériel utilisé.

1.2.2 Chromatographie GPC

La répartition des masses moléculaires du bitume peut être obtenue par GPC. La figure 5 représente le chromatogramme du bitume Ecoflex comparé à un bitume conventionnel. Le diagramme d'élution de ces bitumes se divise en deux zones A et M. La région A correspond aux fractions de hautes masses moléculaires (asphaltènes) tandis que la région M rassemble les fractions de masses moléculaires plus faibles (maltènes). Les fractions moléculaires de A ont

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

une masse moléculaire moyenne en masse (M_w) de 12 842 pour le bitume Ecoflex, et 10 251 pour le bitume conventionnel. Pour les deux bitumes, le M_w des fractions M sont équivalentes et très voisines de 1360. Le calcul des indices de polydispersité montre que les valeurs dans la région A sont supérieures, pour l'Ecoflex par rapport à celles du bitume conventionnel : 1.5 contre 1.3.

Ces résultats permettent d'affirmer que le caoutchouc contenu dans le bitume possède une masse moléculaire moyenne légèrement supérieure à celle des asphaltènes. Lors de l'élution de l'échantillon, ils sortent de la colonne en même temps que les asphaltènes en mélange avec ces derniers. Ils ne sont donc liés à aucune fraction du bitume si on excepte les interactions de faible énergie. Un passage rapide sur la colonne pourrait préciser la nature des associations qui pourraient se former, le cas échéant. Cette opération n'a pas été effectuée. L'isolation sur colonne préparative d'une partie de la zone A, et l'étude en SIR des produits obtenus peuvent permettre une identification rapide de la modification du bitume.

2.0 CARACTÉRISTIQUES D'ENROBÉS AU LIANT ECOFLEX

2.1 Analyses de performances

Les analyses de performances que nous avons effectuées sur des enrobés de type MB 12,5 à l'Ecoflex sont:

Maniabilité:

essai à la presse à cisaillement giratoire (PCG)

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

Résistance à l'orniérage:

essai à l'orniéreur de laboratoire

Résistance au désenrobage

tenue à l'eau.

Les essais à la PCG et à l'orniéreur, ont permis de comparer les enrobés suivants:

En laboratoire, avec des granulats de classe 1A provenant de la firme Ray Car, nous avons évalué un enrobé au liant Ecoflex et un enrobé au liant conventionnel. Suite à ces essais, deux enrobés provenant de chantiers ont été analysés:

- Enrobés de type MB 12,5 provenant du contrat du MTQ à Saint-Pierre les Becquets, soit un enrobé au liant Ecoflex et au liant conventionnel.
- Enrobés de type MB 12,5 provenant de la firme P.E.B., prélevés sur la rue Sainte-Thérèse et du boulevard Du Vallon, soit un enrobé au liant Ecoflex et au liant polymère SBS.

Le tableau 2 et les figures 6 à 11 résument les résultats obtenus à la PCG et à l'orniéreur.

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

Concernant l'essai de tenue à l'eau, nous avons fabriqué, en laboratoire, des enrobés au liant Ecoflex, au liant amélioré et au liant normal. Le tableau 3 résume les résultats obtenus.

2.2 Résultats obtenus

Du résultat de ces analyses, il ressort les points suivants:

Maniabilité: De l'essai à la PCG, les enrobés au liant Ecoflex sont légèrement moins maniables que les enrobés au liant conventionnel et polymère. Cependant, en chantier, les travailleurs n'ont pas décelé de différences par rapport à un enrobé standard et l'ont même trouvé plus maniable que l'enrobé au liant polymère. Cette légère tendance d'une moins bonne maniabilité à la PCG laisse entrevoir une meilleure résistance à l'orniérage.

Orniérage: Par rapport à l'enrobé au liant polymère, la résistance à l'orniérage est équivalente. Par rapport aux enrobés au liant conventionnel, une meilleure performance est notée. Cette légère augmentation de performance concorde avec la diminution de la maniabilité à la PCG.

Tenue à l'eau: Cet essai simule le vieillissement prématuré d'un enrobé sous l'action de l'eau et donne aussi un aperçu de la résistance au désenrobage d'un mélange bitumineux.

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

L'enrobé au liant Ecoflex présente le même comportement qu'un enrobé au liant amélioré. Tous deux sont supérieurs à l'enrobé au liant conventionnel.

En résumé, les résultats obtenus en laboratoire indiquent une bonne performance des enrobés au liant Ecoflex au point de vue maniabilité, orniérage et résistance au désenrobage.

3.0 PLANCHES D'ESSAIS

3.1 Fabrication et mise en place des enrobés à l'Ecoflex

Le ministère des Transports a utilisé sur la route 132 à Saint-Pierre les Becquets, cinq cents cinq (505) tonnes d'enrobés de type MB-12.5 au liant Écoflex à l'automne 1992. Plus précisément, les travaux avec cet enrobé se déroulèrent du 9 au 15 octobre, contrat numéro 4033-92-0626. La firme Pagé Construction a fabriqué l'enrobé et réalisé les travaux de mise en place. Les commentaires fournis par les représentants du service de l'assurance qualité à Trois-Rivières sont à l'effet que ce type d'enrobé se comporte comme un enrobé au liant standard, que ce soit à la fabrication de l'enrobé ou à sa mise en place. Aucun problème particulier par rapport à un enrobé au liant normal fut noté. Sur le même contrat, un enrobé du même type au liant conventionnel fut utilisé pour compléter les travaux. Ceci permet de comparer, avec une certaine précision, la fabrication et la mise en place de l'enrobé à l'Écoflex.

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

La ville de Québec a utilisé, en octobre 1992, un enrobé de type MB-12.5 à l'Ecoflex, dans quelques rues dont la rue Sainte-Thérèse, où des échantillons furent prélevés pour fins d'analyses de performance au Laboratoire central.

Selon le représentant de l'entreprise P.E.B. Construction, la fabrication et la mise en place de cet enrobé de type MB 12,5 au liant Ecoflex ne diffèrent en rien des enrobés au liant conventionnel. Il est à noter que le ministère des Transports a utilisé le même enrobé, mais fabriqué au liant polymère SBS sur l'autoroute Du Vallon quelques mois auparavant. Les deux types d'enrobés peuvent donc être comparés. De l'avis général des ouvriers de l'entreprise P.E.B., l'enrobé au liant Ecoflex est plus facile à travailler (mise en place) qu'un enrobé au liant polymère, surtout à basse température.

En résumé, la fabrication et la mise en place des enrobés au liant Ecoflex n'entraînent aucun problème particulier et ne diffère pas des travaux avec un enrobé au liant conventionnel.

3.2 Analyses de contrôle en laboratoire

Les analyses de contrôle de l'enrobé provenant de la route 132 à Saint-Pierre les Becquets donnent des résultats conformes aux exigences du Ministère des Transports (voir annexe 2). La réalisation des essais s'est effectuée normalement malgré le fait que le liant utilisé était caoutchouté. Les caractéristiques Marshall de ce type d'enrobé sont semblables à celles d'un enrobé conventionnel, et ne permettent donc pas d'en anticiper la performance.

Nous n'avons pas effectué d'essais de contrôle sur les enrobés provenant de la rue Sainte-Thérèse à Québec, seul les essais de performance furent exécutés et sont discutés en 2.1.

4.0 CONCLUSIONS

4.1 Caractérisation du bitume Ecoflex

Le bitume Ecoflex se compare avantageusement à un bitume amélioré par son comportement à des températures de services élevées, quoique ses performances à basse température exigent une évaluation plus poussée car elles ne pourraient ne pas dépasser celles d'un bitume conventionnel de bonne qualité.

La caractérisation et le dosage du caoutchouc semblent possible à partir de l'étude chimique. La réalisation de cette opération exige la poursuite du travail d'analyse déjà entrepris en infrarouge. Cependant, l'utilisation d'un appareillage plus performant permettrait d'accélérer considérablement cette étude et de fournir des résultats plus reproductibles et précis.

Par GPC on apprend que le caoutchouc ajouté au bitume s'y trouve sous forme de particules de grosseurs voisines de celles des asphaltènes, mais il n'y a aucune évidence de liaison de type chimique entre ces deux entités. Cependant, cette technique peut permettre l'isolement d'un mélange asphaltènes-caoutchouc et l'identification éventuelle de l'additif par SIR.

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

Compte tenu des informations obtenues en GPC, on envisage d'ajouter aux techniques précédentes, celle de chromatographie sur couche mince de silice dans laquelle les espèces éluées sont révélées et dosées par ionisation de flamme (TLC-FTID). Cette méthode est utilisée dans la détermination de la composition chimique des bitumes. La procédure d'élution, devra cependant être modifiée de façon à bien séparer les caoutchoucs des autres espèces chimiques. Une stratégie d'étude dans ce sens a déjà été établie.

4.2 Enrobés au bitume Ecoflex

Suite aux travaux effectués par le MTQ et la ville de Québec, aux analyses de contrôles et de performance, il se dégage que l'enrobé à l'Ecoflex se compare avantageusement aux enrobés au liant conventionnel non modifié. La maniabilité n'est pas affectée et la résistance à l'orniérage est légèrement améliorée. Quant à la tenue à l'eau, elle est considérablement augmentée, ce qui laisse présager d'une bonne résistance au désenrobage.

Le principal avantage de ce procédé est la possibilité d'ajouter du caoutchouc dans un enrobé sans avoir à modifier les centrales d'enrobage et sans modifications au processus de mise en oeuvre des enrobés ainsi qu'aux analyses de contrôle de la qualité.

Si on fait un parallèle entre les résultats obtenus avec des enrobés comportant des granules de caoutchouc additionnés au malaxage, les résultats des enrobés à l'Ecoflex sont très différents. Les enrobés additionnés de granules de caoutchouc sont non performants et nécessitent d'importantes modifications aux centrales.

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

Nous pouvons donc résumer ainsi les résultats obtenus sur les enrobés à l'Ecoflex.

- maniabilité inchangée par rapport à l'enrobé conventionnel;
- meilleure résistance à l'orniérage;
- excellente tenue à l'eau: bonne résistance prévue au désenrobage;
- aucune modification aux centrales d'enrobage et aux équipements de mise en place.

Il nous reste cependant à vérifier si ces enrobés ont réussi avec succès le test du premier hiver. Ce rapport ne traite pas de la résistance à la fissuration de ce type d'enrobé, ce qui demeure une inconnue.

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

TABLEAUX 1 À 3 INCLUSIVEMENT

ÉVALUATION DES SPÉCIFICATIONS DES BITUMES

Produit : <u>ECOFLEX</u>		Origine : <u>BITUMAR</u>		No de laboratoire : <u>92-589</u>	
Essai	Avant vieillissement	Exigences Min. Max.	Après vieillissement	Norme de l'essai	
<u>Pénétration</u> (500g, 5s, 1°C) x 0,1mm				NQ 2300-270	
5°C	11		12		
10°C	21		16		
15°C	31		25		
25°C	72	80 - 100	62		
30°C	134		97		
<u>Equation log Pen</u> = f(T°C)	$\log P = 2.0433 + 0.853$		$\log P = 2.0440$		
<u>Consistance</u> à 60°C	2831		1480		
<u>P.I. Pen</u>	- 0.52		+ 0.10		
<u>Pénétration</u> (100g, 0,4s, 25°C) x 0,1mm	38		27		
<u>Module de rigidité</u> à 25°C (MPa)	2,5		12,8		
<u>Viscosité absolue</u> (30mm Hg, 1°C) Pa.s				ASTM D 2171	
60°C	232.2		571.1		
70°C	74.1		-		
<u>Viscosité Koppers</u> (30 mm Hg, 60°C, 1s) Pa.s	233.0		567.5	ASTM D 2171	
<u>Viscosité cinématique</u> (T°C) mm ² s ⁻¹				NQ 2300-600	
110°C	2645		5065		
135°C	594		1071		
150°C	345		525		
175°C					
<u>Point éclair</u> (°C)	285		-	ASTM D 92	
<u>Densité</u> (25°C)	1.032		-	ASTM D 70	
<u>Solubilité</u> dans TCE (%)	99.6		99.7	ASTM D 2042	
<u>Perte</u> du TFOT du IRFOT %			- 0.22	ASTM D 1754 ou D 2872	
<u>Pénétration conservée</u> à 25°C %			67		
<u>Groupe</u>				CAN/CGSB-16.3-M90	
PVN 135	A+		A+		
PVN 60					
<u>Point de ramollissement</u> (°C)	48.0		52.1	ASTM D 36	
PIBA	-		-		
<u>Point de Fraess</u>	- 13.3		- 13.8	IP80	
<u>Intervalle de plasticité</u> (°C)	61.3		65.9		
<u>Ductilité</u> (5mm/min) cm T°C =	20.0		10.2	ASTM D 113	
<u>Retour élastique</u> (10°C, 20 cm) %	0		-	LC-25-05	
<u>Force de ductilité</u> (4°C, 30 cm) f ₂ /f ₁	-		-	LC-25-04	
<u>Essai de stabilité</u> (Bitume polymère)	0.2°C		-	LC-25-03	
TECHNICIEN(S) : <u>K. Kéar, chim., St. Chokem.</u> DATE : <u>92 09 02</u>					

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

TABLEAU 2
RÉSULTATS DES ESSAIS À LA PRESSE À CISAILLEMENT GIRATOIRE
ET À L'ORNIÈREUR DE LABORATOIRE

ESSAI À LA PCG							
ENROBÉ	LIANT 80-100	VIDES EN % AU NOMBRE DE GIRATIONS					
		10	40	60	80	100	200
Ray Car	Ecoflex	22	16	14	14	13	11
Ray-Car	Conventionnel	20	15	13	12	12	10
Pagé Const.	Ecoflex	15	10	9	8	8	6
Pagé Const.	Conventionnel	14	10	9	8	7	6
P.E.B	Ecoflex	12	9	8	7	7	5
P.E.B.	S.B.S.	11	8	7	6	6	4

* Exigence : vides < ou = 9% à 60 girations.

ESSAI À L'ORNIÈREUR * *					
ENROBÉ	LIANT 80-100	ORNIÈRES EN % AU NOMBRE DE CYCLES			
		1000	3000	10000	30000
Ray Car	Ecoflex	1.7	2.9	8.1	11.5 (18 000 CYCLES)
Ray-Car	Conventionnel	2.9	5.3	10.8	12.6 (16 000 CYCLES)
Pagé Const.	Ecoflex	2.2	3.5	4.8	5.6
Pagé Const.	Conventionnel	2.9	4.0	5.8	7.0
P.E.B	Ecoflex	2.2	3.5	4.7	5.3
P.E.B.	S.B.S.	2.0	3.0	4.6	5.9

* * Exigence : ornière < ou = 10% à 30 000 cycles

ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

TABLEAU 3
TENUE À L'EAU*

% de bitume

TYPE DE LIANT	RAPPORT DE STABILITÉ (%)
Conventionnel	56
Amélioré	76
Ecoflex	74

* Exigence : valeur minimale de 70

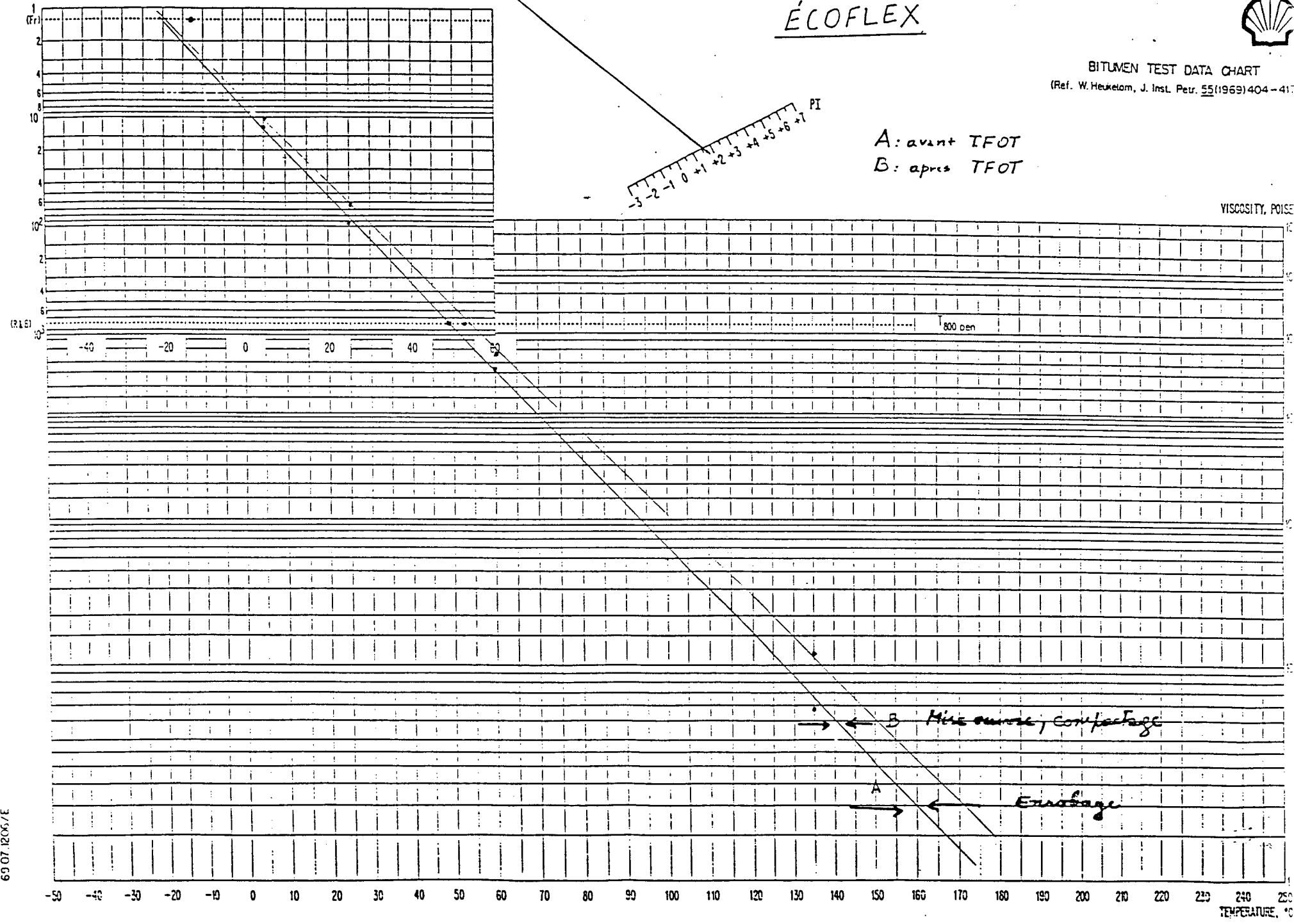
ENROBÉS FABRIQUÉS AU LIANT ECOFLEX

FIGURES 1 À 11 INCLUSIVEMENT

ÉCOFLEX



BITUMEN TEST DATA CHART
(Ref. W. Heukelom, J. Inst. Petr. 55(1969)404-417)

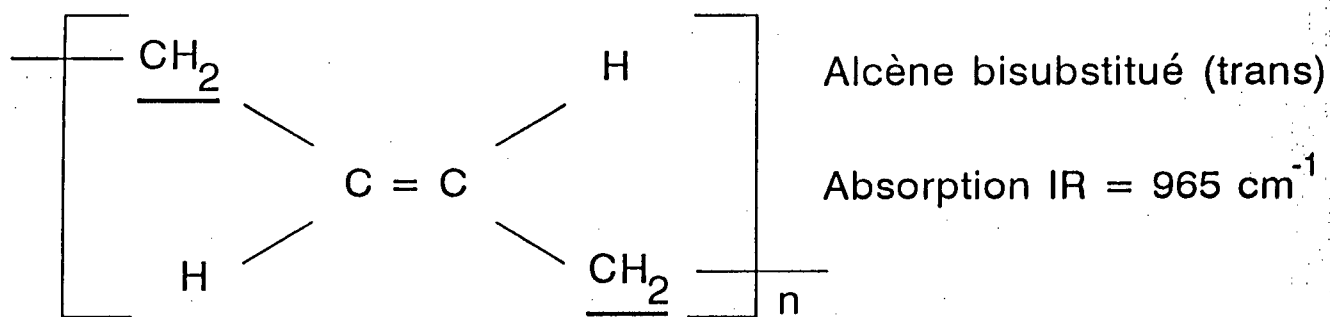


69 07 1206/E

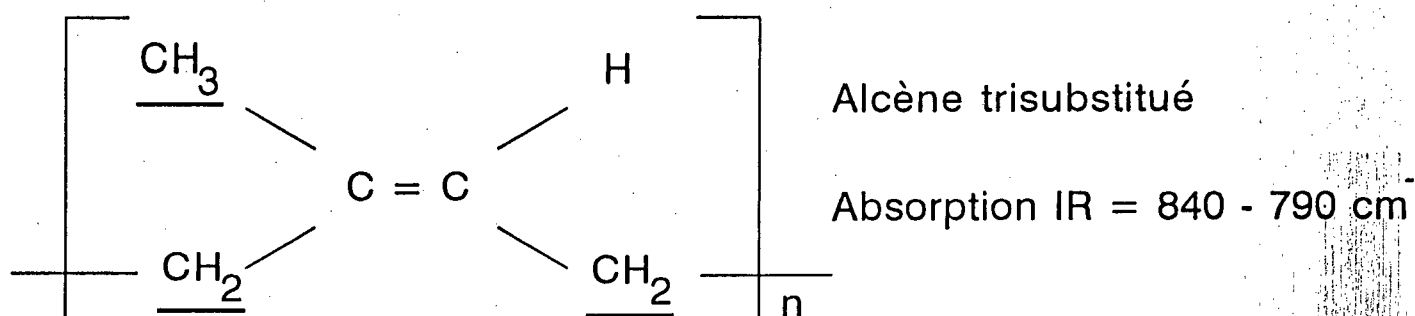
TEMPERATURE, °C

FIGURE 2 - CAOUTCHOUCS MONOMERES

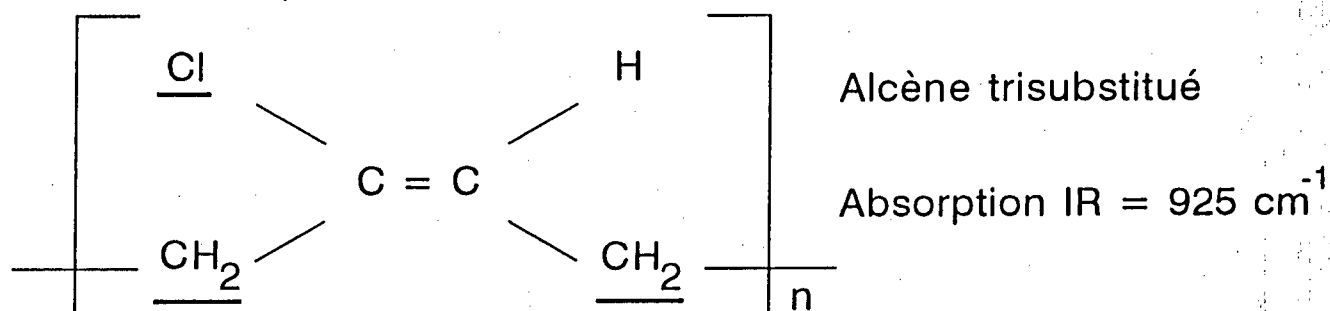
1. Polybutadiène



2. Polyisoprène ou caoutchouc naturel



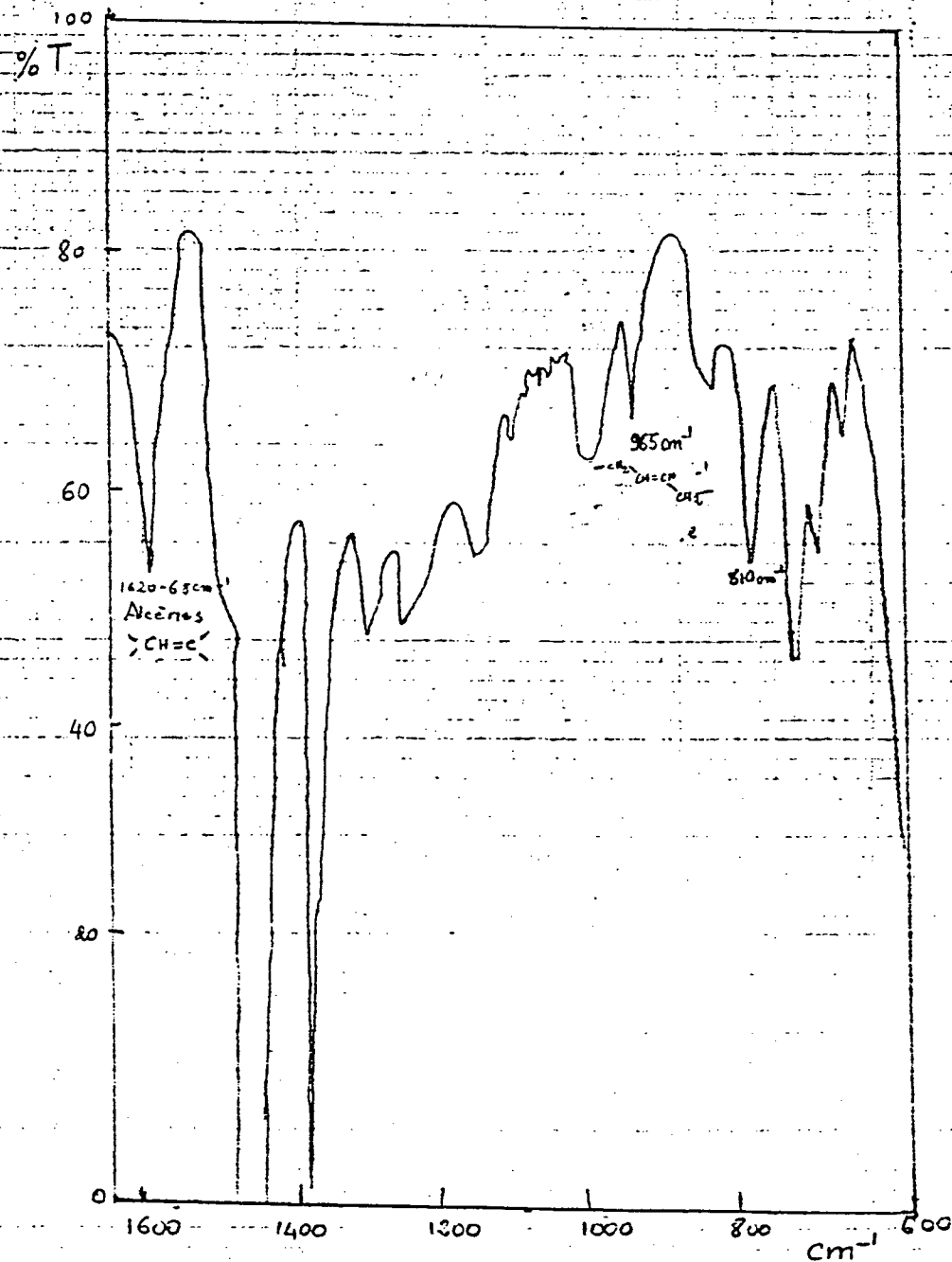
3. Néoprène



Notes:

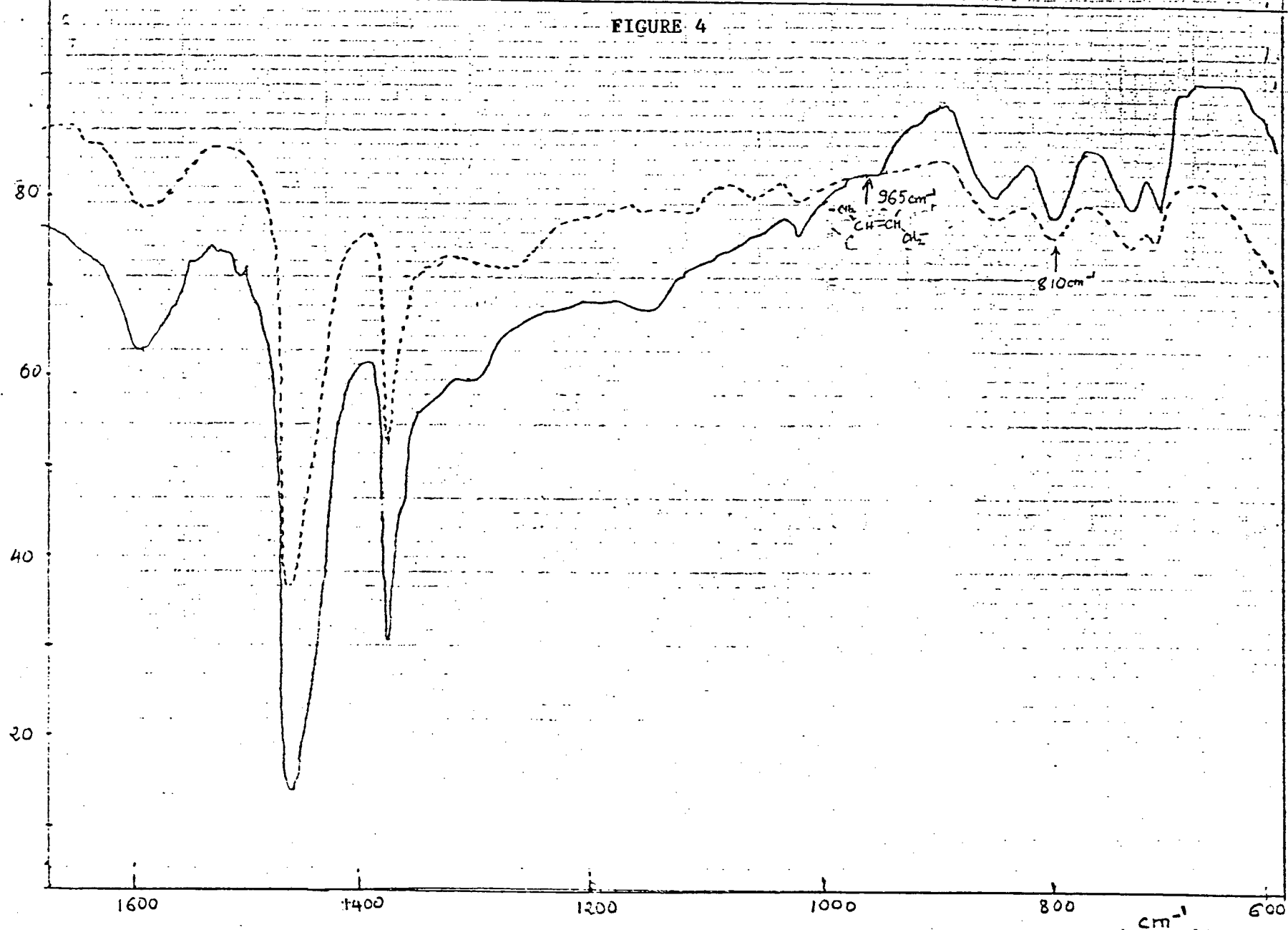
1. La fonction alcène est caractérisée par la présence d'une double liaison entre 2 carbones successifs.
2. Les résidus de substitution sont soulignés dans les formules

FIGURE 3



Particules de caoutchouc Biruman
SOLUBILISÉ DANS Me-isobutyl-cétone, étalé sur lame de NaCl

FIGURE 4



— ECOFLEX

--- BITUME NON MODIFIÉ 80-100

Solubilisés dans le Toluène ; étalement sur lame de NaCl.

FIGURE 5

ESSAI GPC

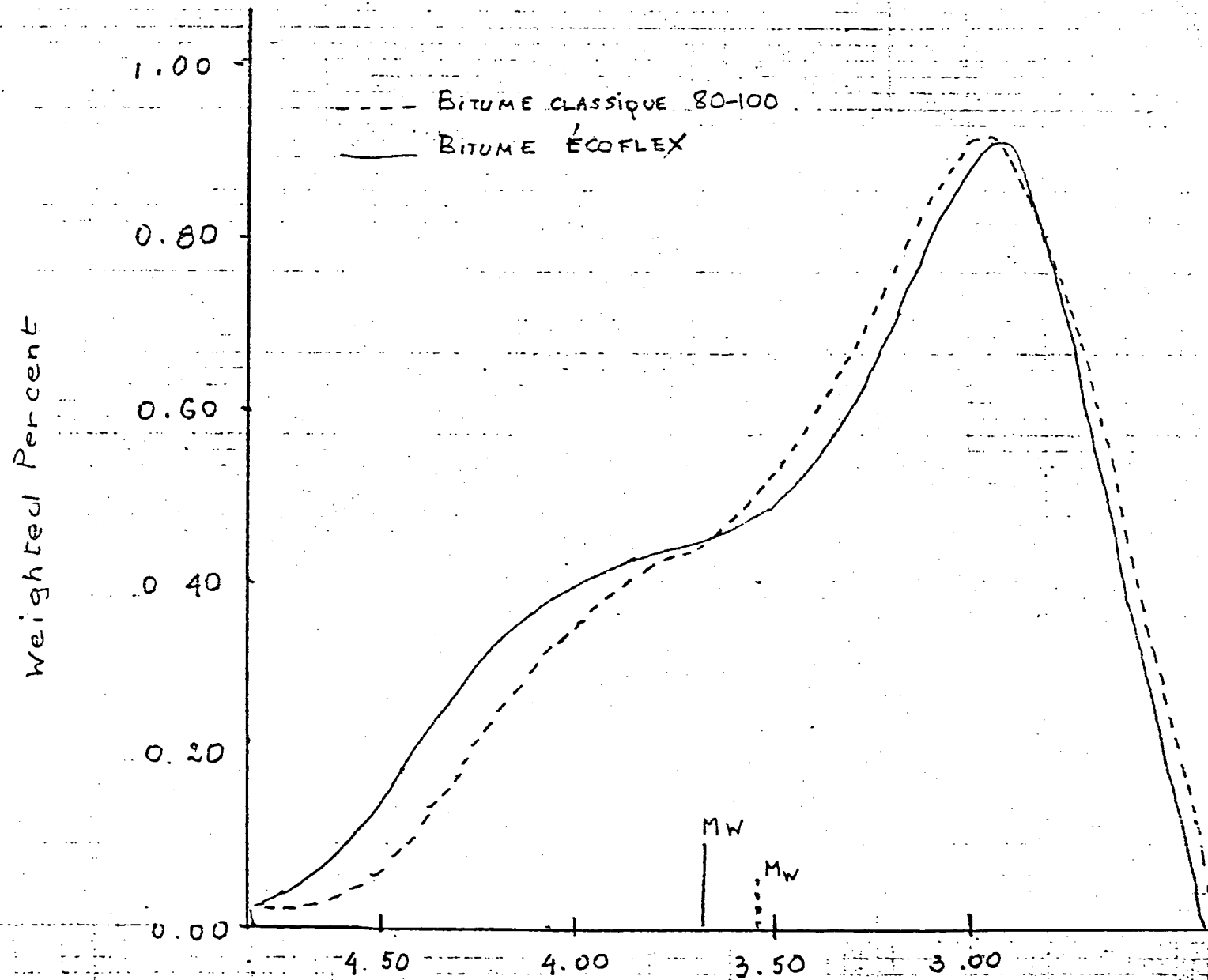


FIGURE 6

ESSAI A LA PCG(melange de laboratoire)
MB-12,5 RAY-CAR

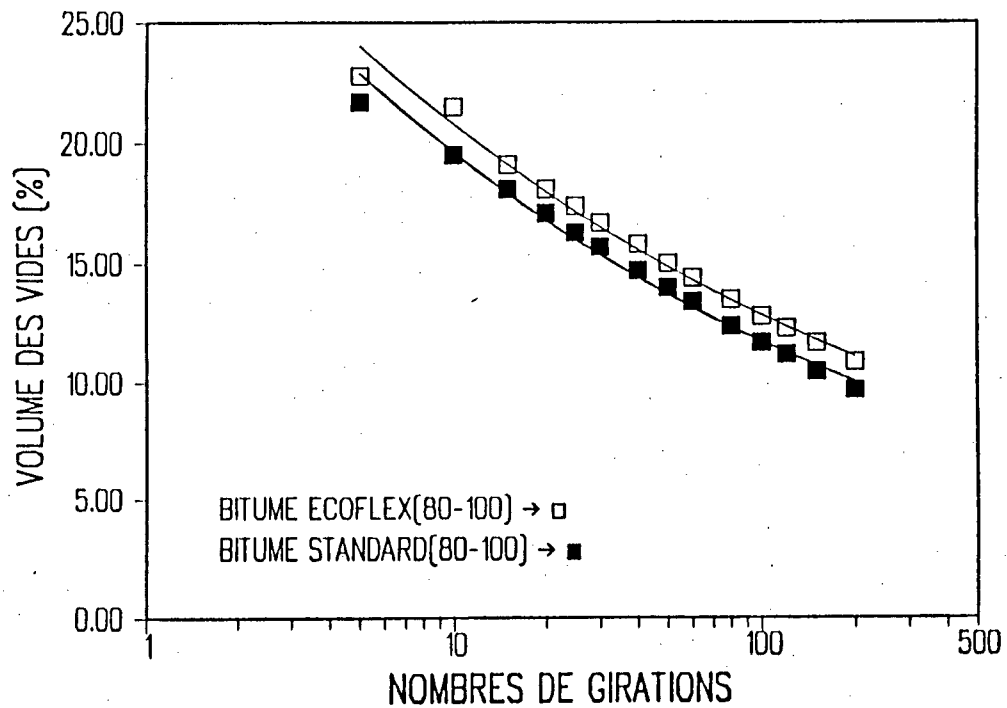


FIGURE 7

ESSAI A L'ORNIERAGE(melange de laboratoire)
MB-12,5 RAY-CAR

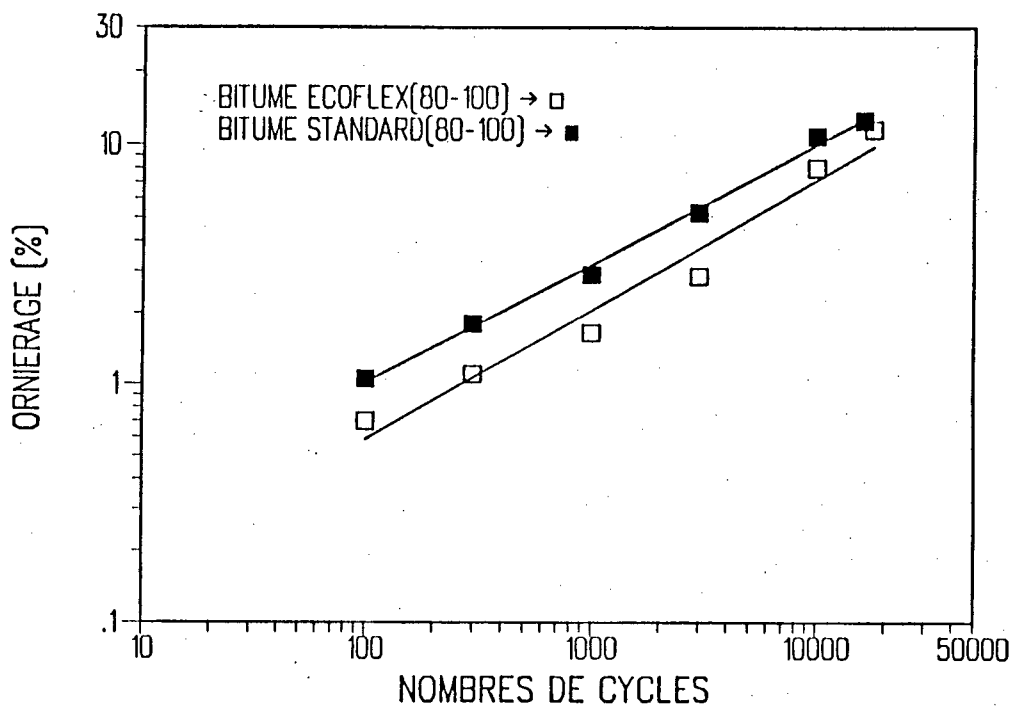


FIGURE 8
ESSAI A LA PCG
MB-12,5 PAGE CONSTRUCTION

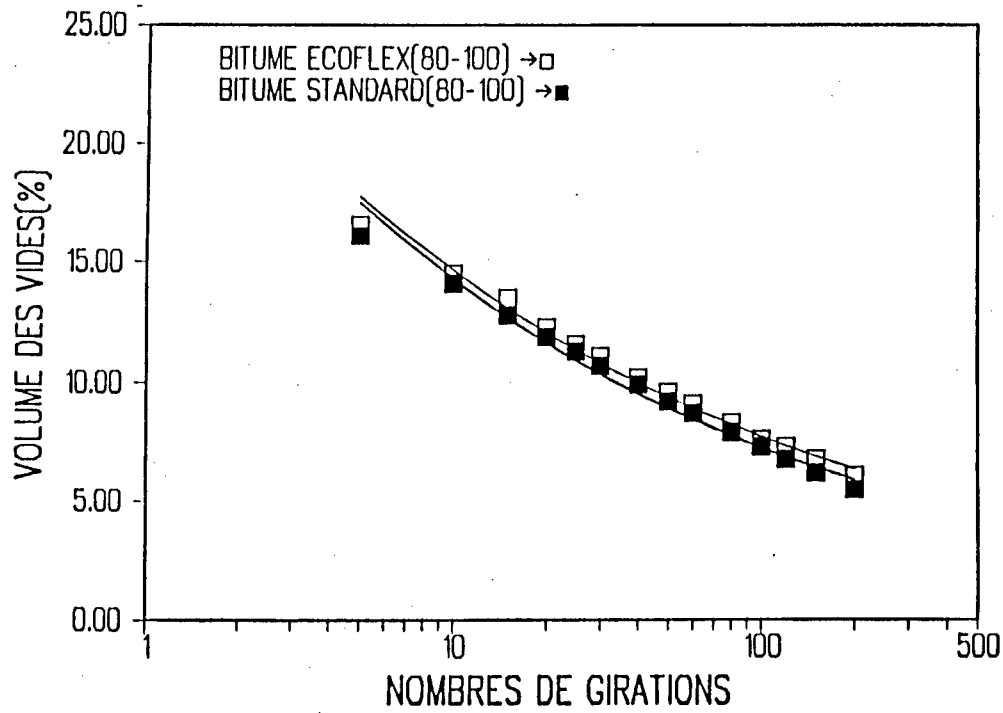


FIGURE 9
ESSAI A L'ORNIERAGE
MB-12,5 PAGE CONSTRUCTION

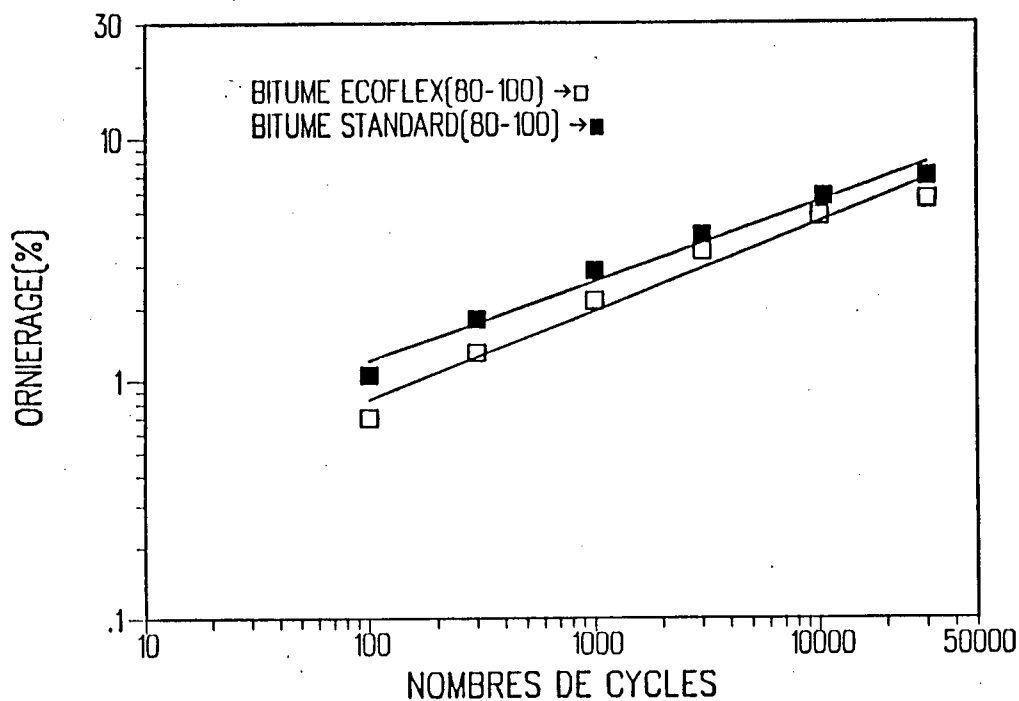


FIGURE 10

ESSAI A LA PCG
MB-12,5 P.E.B.

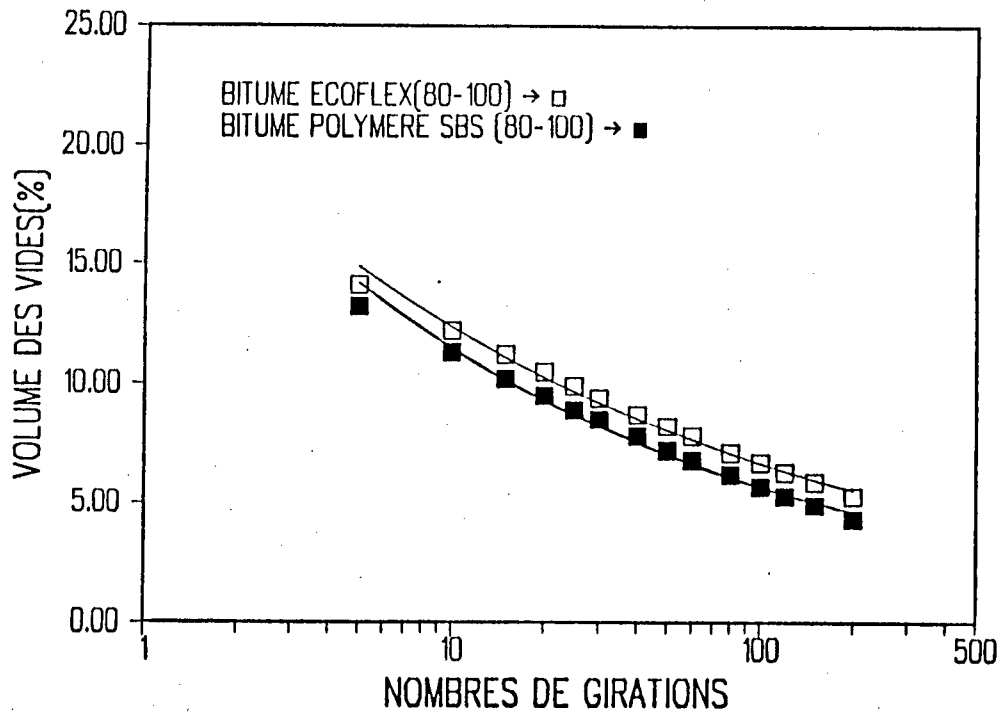
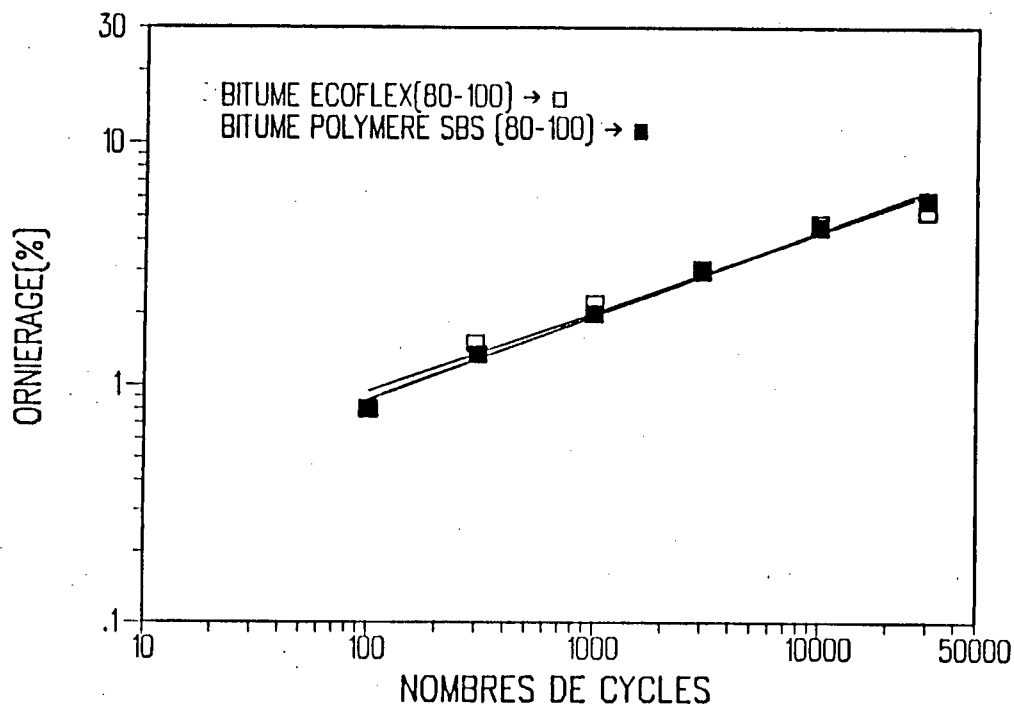


FIGURE 11

ESSAI A L'ORNIERAGE
MB-12,5 P.E.B.



ANNEXES

- 1. MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE**
- 2. RAPPORT DU SERVICE DE L'ASSURANCE QUALITÉ**

CONTRAT : 4033-92-0626

ROUTE 132 - SAINT-PIERRE LES BECQUETS - LOTBINIÈRE

MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

ECOFLEX 1992

ÉTUDE DE LABORATOIRE

A. CARACTÉRISATION DU BITUME CAOUTCHOUC

Essais réalisés avant et après vieillissement T.F.O.T.

- Susceptibilité thermique
- Ductilité
- Recouvrance élastique
- Pénétration
- Stabilité au stockage
- Conservation des propriétés

Bitume caoutchouc - version 1

- Les essais sont complétés sur les échantillons du 22 juillet fournis par Bitumar

Bitume caoutchouc - version chantier

- Les essais seront réalisés par le Laboratoire Central sur des échantillons prélevés par le S.A.Q.

B. DÉVELOPPEMENT D'ENROBÉS SPÉCIAUX

- Formulation
- Caractérisation physique
- Essais de performance

Enrobé de référence de type MB-12,5

- Tous les essais sont réalisés par le Laboratoire Central
- Étude comparative de l'influence de différents types de bitume sur la performance de l'enrobé

Enrobé de chantier de type MB-16

- L'étude de formulation est réalisée par l'entrepreneur, la caractérisation de contrôle par le S.A.Q. et les essais de performance par le Laboratoire Central

RÉALISATION DE LA PLANCHE D'ESSAI

- Caractérisation du site
- Confirmation de la faisabilité des enrobés
- Expérimentation des modalités de contrôle
- Suivi de comportement

À cette étape, l'équipe devient multidisciplinaire et se compose :

- Représentant de la Direction régionale et du district pour les aspects administratifs et la surveillance de chantier
- Représentant du service des Sols et Chaussées pour la caractérisation du site et le suivi de comportement
- Représentant du service de l'Assurance de la qualité pour les modalités de contrôle et la confirmation de la faisabilité des enrobés
- Représentant du Laboratoire Central pour établir une relation entre les essais de performance, la faisabilité et le comportement du mélange et pour la coordination.

Sainte-Foy, le 7 octobre 1992



Trois-Rivières-Ouest,
le 92-11-13.

M. Pierre Camiré, Ing.,
Ministère des Transports
District 33
555, rue Pierre Laviolette
Nicolet, P. Qué.
JOG 1E0

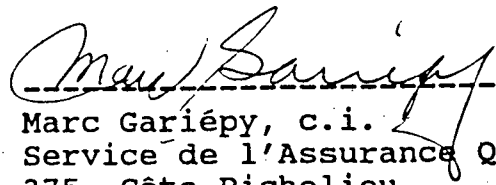
OBJET: Rapport final
Contrat: 4033-92-0626
route 132
St-Pierre les Becquets
Comté Lotbinière

Monsieur,

Vous trouverez ci-joint un exemplaire des documents constituant notre rapport final relatif aux travaux de contrôle qualitatif effectués sur le contrat cité en titre.

Les feuilles " d'évaluation technique " ci-annexées décrivent les travaux effectués et présentent une appréciation du travail ainsi que nos commentaires et recommandations.

Espérant le tout à votre entière satisfaction, je vous prie d'agréer, cher monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.



Marc Gariépy, c.i.
Service de l'Assurance Qualité
375, Côte Richelieu
Trois-Rivières-Ouest, P. Qué.

c.c.: M. Paul Brodeur, Ing., Région 04
M. Jacques Lavallée, c.i.
Dossier



DONNÉES GÉNÉRALES D'UN CONTRAT

Numéro du contrat-Projet-Dossier 4033-92-0626		Entrepreneur général Pagé Construction Inc., 376-2551	
Route 132		Surintendant M. Jean Comeau 376-2551	
Longueur en milles ou kilomètres 4.161 km		Contremaître M. Marcel Beaunoyer 371-7571	
Municipalité St-Pierre les Becquets	Circonscription électorale Lotbinière	Contremaître Téléphone	
Surveillant M. Pierre Camiré, Ing.,		Organisme M.T.Q. - District 33	Téléphone 293-4488
Surveillant M. Richard Smith, t.t.p.		Organisme M.T.Q. - District 33	Téléphone 293-4488
Responsable du contrôle M. Marc Gariépy, c.i.		Organisme M.T.Q. - S.A.Q.	Téléphone 371-6403
Technicien(s) du contrôle MM. W. Quirion et R. Roy		Organisme M.T.Q. - S.A.Q.	Téléphone 371-6403
N° de plan: _____			
Nature des travaux: Couche d'usure à l'enrobé bitumineux. MB-10 C.: 836 t. 30kg/m²			
MB-12,5 surface: 1 800t. 75kg/m² MB-12,5 Ecoflex 500t. 75kg/m².			
Délai d'exécution au contrat ☐			
Sous-entrepreneur		Nature des travaux	Contremaître
Sous-entrepreneur		Nature des travaux	Contremaître
Sous-entrepreneur		Nature des travaux	Contremaître

Périodes d'exécution des travaux

	An	Mois	Jour		An	Mois	Jour
1-	92	10	09	à	92	10	15
2-				à			
3-				à			
4-				à			
5-				à			
6-				à			
7-				à			
8-				à			

Indiquer au verso, à "Remarques", la raison de la ou des suspension(s) des travaux entre les périodes d'exécution.

Périodes du contrôle qualitatif

	An	Mois	Jour		An	Mois	Jour
1-	92	10	09	à	92	10	15
2-				à			
3-				à			
4-				à			
5-				à			
6-				à			
7-				à			
8-				à			

Indiquer au verso, à "Remarques", la raison de la non-correspondance aux périodes d'exécution.

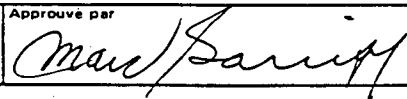
**ÉVALUATION TECHNIQUE DU BÉTON BITUMINEUX
PAR CONTRAT - PAR TYPE DE MÉLANGE**

Page 1 de 1

RAPPORT: Périodique ☐ Annuel ☐ Final ☒

N° de contrat 033-92-0626	Entrepreneur Pagé Construction Ltée	Route 132	Détails du contrat					
District 33	Producteur du mélange Pagé Construction Ltée	Municipalité St-Pierre les Becquets	Type de mélange	Longueur en km	Taux de pose kg/m ²	Nombre de tonnes		
						Prévues	Posées	Type de bitume
			MB-10	2,850	30	620	621.90	80-100
Sous-traitant (mise en oeuvre)			Circonscription électorale Lotbinière			Période d'exécution 92-10-09 au 92-10-15		

Matériaux - Mélange - Compacité	Appréciation de la mise en oeuvre	Remarques - Recommandations
<u>PRÉPARATION DE LA SURFACE À RECOUVRIR:</u> Bitume d'accrochage: SS-1. Viscosité: Non conforme. Résidu de distillation: conforme. (Voir les résultats ci-joints) <u>MÉLANGE ET REVÊTEMENT:</u> Le contrôle de la qualité de ce mélange (622 t.) a nécessité la formation d'un lot de deux (2) échantillons. La moyenne du lot suit la formule présentée. Un essai de densité n'a été effectué à cause du taux de pose trop faible.	<u>PRÉPARATION DE LA SURFACE À RECOUVRIR:</u> Nettoyage de la surface: conforme. Le liant d'accrochage a été posé, sous pression, uniformément sur toute la surface à recouvrir. Le temps de cure fut respecté. <u>MÉLANGE ET REVÊTEMENT:</u> Le transport du mélange est adéquat. La température est conforme. Les agrégats sont bien enrobés. La texture du mélange est uniforme. La mise en place a été effectuée de façon conforme.	<u>PRÉPARATION DE LA SURFACE À RECOUVRIR:</u> ... <u>MÉLANGE ET REVÊTEMENT:</u> Aucune pénalité n'est applicable sur le mélange.

Unité administrative S.A.Q. - Section T.-Rivières	Préparé par Réjean Roy, t.t.p.	An 92	Mois 11	Jour 11	Approuvé par 	An 92	Mois 11	Jour 13
---	--	-----------------	-------------------	-------------------	---	-----------------	-------------------	-------------------

Gouvernement du Québec
Ministère des transports
Direction des sols et matériaux

BÉTON BITUMINEUX
Rapport par lot

contrat.....: 4033-92-0626
no centrale....: 45
type de mélange: MB-10
no de formule..: 42 N
ADDENDA.....: 92
no du lot.....: 1C

entrepreneur.: PAGE CONSTRUCTION INC.
producteur....: PAGE CONST. INC. DIV. SIMARD-BEAUDRY INC
sous traitant: PAGE CONSTRUCTION INC.
localisation du lot: ROUTE 132 0+350 à 3+200.

route.....: ROUTE 132
municipalité.....: ST-PIERRE LES BECQUETS
comté.....: LOTBINIERE
facteur de justesse.....: 18
densité des granulats...: 2.675
type de liant bitumineux: 80-100

===== ÉCHANTILLON ===== MÉLANGE =====

no lab	date a m j	chainage	granulométrie % passant										t.g.bit	fbe vides	VCB	stab def.	densités		BST
			20	16	12.5	10	5	2.5	1.25	630	315	160	80				brute	max.	
287	921009	2+070 D	100	100	100	100	70	51	38	26	14	7	3.7	510	5.22	9.30B 4.7 70.6	2.371	2.487	5.42
289	921013	0+945 C	100	100	100	100	67	51	39	27	14	7	3.4	508	5.04	9.30B		2.486	5.35
moyenne du lot.....			100	100	100	100	68.5	51	39	27	14	7	3.6	509	5.13	9.30B 4.7 70.6	2.371	2.487	5.39
formule.....			100	100	100	100	72.0	56	40	28	17	9	4.2	526	5.40	9.17 3.2 78.7 10800 3.0	2.400	2.480	5.72
écart mesuré (ef/m)...						0	-3.5						-0.6		-0.27				
écart tolérable (et)...						0	5.2						1.2		0.38				
écart critique (ec)...						5	7.0						1.7		0.50				
facteur de correction:			0.00	0.00									0.00	0.00					(FB0+Fd) =

===== REVETEMENT =====

no de lab	chainage	épaisseur	densité	compacité
				moyenne du lot.....
				écart mesuré (ef/m)...
				écart tolérable (et)...
				écart critique (ec)...
				facteur de correction:
				$F_{cm} = \frac{F_c}{F_c + F_d} \times 100$
				tonnage du lot

===== REMARQUES =====

-une valeur ombragée indique un résultat individuel: non conforme à Ec ou au tableau 6, section 16
-une valeur ombragée indique un résultat moyen: non conforme à Et ou au tableau 6, section 16.

copies:

PAGE CONST. INC. DIV. SIMARD-BEAUDRY INC
laboratoire TROIS-RIVIERES

FINAL

supervisé par ROGER FANNETON

date: 92/11/15

approuvé par

M. Fannet

date: 92-11.

Gouvernement du Quebec
Ministere des transports
Service de l'Assurance de la Qualite

ECHANTILLON D'ASSURANCE QUALITE
CONTROLE EN CHANTIER

Page: 1

Date: 92-10-21

Numero de laboratoire: CE-10-21-2429
Calibre: ~~SC-1~~ 83-1
Fournisseur: (751) BITUMAR INC.

Contrat: 4033-92-0626

Soumis par: MTQ

Entrepreneur:

45

PAGE CONST. INC. DIV. SIMARD-BEAUDRY INC

Reservoir:
Date
Prelevement: 921009

Date
Livraison: 921009

Temperature:

Essais	Resultat MTQ	Specification		Conformite
		MIN	MAX	
VISCOSITE SAYBOLT FUROL A 25 C.	19.1 (19.3 18.8)	20	20 60	nc
RESIDU DE DISTILLATION A 260 C. DIFFERENCE DE VOLUME EN %	58.2	55		c

Remarque: 3-Riv

& : aucune limite de specification, penetration non conforme
c : conforme

nc : non-conforme
Analyse transmise par le laboratoire de QUEBEC

Supervise par: MICHEL COTE

T.P.L.

Approuve par:

Date:

921022

DES TRANSPORTS
C. R.
27 OCT. 1992

ÉVALUATION TECHNIQUE DU BÉTON BITUMINEUX
PAR CONTRAT - PAR TYPE DE MÉLANGE

Page 1 de 2

RAPPORT: Périodique ☐ Annuel ☐ Final ☒

N° du contrat 4033-92-0626	Entrepreneur Pagé Construction Ltée	Route 132	Détails du contrat			
N° d'usine 045	Producteur du mélange Pagé Construction Ltée	Municipalité St-Pierre les Becquets	Type de mélange MB-12,5 écoflex	Longueur en km 10,6	Taux de pose kg/m ² 75	Nombre de tonnes
District 33	Sous-traitant (mise en oeuvre)	Circonscription électorale Lotbinière				Prévues 500
						Posées 505.19
						Type de bitume 80-100
			Période d'exécution 92-10-09 au 92-10-15			

Matériaux - Mélange - Compacité	Appréciation de la mise en oeuvre	Remarques - Recommandations
<u>PRÉPARATION DE LA SURFACE À RECOUVRIR:</u> Bitume d'accrochage: SS-1. Résidu de distillation: Conforme. Viscosité: non conforme. (Voir les résultats ci-joints) <u>MÉLANGE ET REVÊTEMENT: (MB-12,5 - ECOFLEX)</u> Le contrôle de la qualité de ce mélange (505 t.) a nécessité la formation d'un lot de cinq (5) échantillons. La moyenne du lot suit la formule présentée. Ce lot a servi pour la validation de la formule. Le rapport de validation vous a déjà été transmis La compacité de ce mélange est conforme. La vérification a été effectuée à l'aide d'un nucléodensimètre.	<u>PRÉPARATION DE LA SURFACE À RECOUVRIR:</u> La surface était propre et sèche. Le bitume d'accrochage a été posé sous pression, uniformément sur toute la surface à recouvrir. Ce bitume était curé lors du pavage. <u>MÉLANGE ET REVÊTEMENT: (MB-12,5 - ECOFLEX)</u> La validation a été faite avec l'option 2 sur 505 t. Le rapport du lot porte le numéro 99E. La température du mélange est conforme. Le transport du mélange est adéquat. Les agrégats sont bien enrobés. La texture du mélange est uniforme. Le joint longitudinal est apparent à plusieurs endroits. Les joints transversaux ont été vérifiés et sont conformes.	<u>PRÉPARATION DE LA SURFACE À RECOUVRIR:</u> <u>MÉLANGE ET REVÊTEMENT: (MB-12,5 - ECOFLEX)</u> Ce mélange a une bonne malléabilité a une température supérieur à 150 degrés Celsius. Lorsque la température est inférieure à 150 degrés Celsius, les joints et les réparations manuelles sont difficiles à faire. Aucune pénalité n'est applicable sur le mélange et le revêtement.

Unité administrative S.A.Q. - Section T.-Rivières	Préparé par Réjean Roy, t.t.p.	An 92	Mois 11	Jour 11	Approuvé par <i>Man. Sanjiv</i>	An 92	Mois 11	Jour 13
--	-----------------------------------	----------	------------	------------	------------------------------------	----------	------------	------------

ÉVALUATION TECHNIQUE DU BÉTON BITUMINEUX
PAR CONTRAT - PAR TYPE DE MÉLANGE

Page 2 de 2

RAPPORT: Périodique ☐ Annuel ☐ Final ☒

N° du contrat 4033-92-0626	Entrepreneur Pagé Construction Ltée	Route 132	Détails du contrat				
N° d'usine 045	Producteur du mélange Pagé Construction Ltée	Municipalité St-Pierre les Becquets	Type de mélange MB-12,5 (écoflex)	Longueur en km 0,05	Taux de pose kg/m ² 75	Nombre de tonnes Prévues 500 Posées 505.19	Type de bitume 80-100 (Ecoflex)
District 33	Sous-traitant (mise en oeuvre)	Circonscription électorale Lotbinière	Période d'exécution 92-10-09 au 92-10-15				

Matériaux - Mélange - Compacité	Appréciation de la mise en oeuvre	Remarques - Recommandations
<u>MÉLANGE ET REVÊTEMENT: (MB-12,5 - ECOFLEX) Suite</u> <u>Bitume 80-100 - Ecoflex;</u> Lors de la production de ce mélange, nous avons prélevé un échantillon de bitume 80-100 écoflex, provenant de Bitumar. Vous trouverez ci-joint les résultats des essais effectués sur cet échantillon.	<u>MÉLANGE ET REVÊTEMENT: (MB-12,5 - ECOFLEX) Suite</u>	<u>MÉLANGE ET REVÊTEMENT: (MB-12,5 - Ecoflex) Suite</u>

Unité administrative S.A.Q. - Section T.-Rivières	Préparé par Réjean Roy, t.t.p.	An 92 Mois 11 Jour 11	Approuvé par <i>Man Barry</i>	An 92 Mois 11 Jour 11
--	-----------------------------------	-----------------------	----------------------------------	-----------------------

Gouvernement du Quebec
Ministere des transports
Service de l'Assurance de la Qualite

ECHANTILLON D'ASSURANCE QUALITE
CONTROLE EN CHANTIER

Page: 1

Date: 92-11-02

Numero de laboratoire: CO-10-26-1652
Calibre: 80-100 ECOFLEX
Fournisseur: (751) BITUMAR INC.

Contrat: 4033-92-0626

Soumis par: MTQ
Entrepreneur: 45

PAGE CONST. INC. DIV. SIMARD-BEAUDRY INC

Reservoir:

Date
Prelevement: 921013

Date
Livraison: 921013

Temperature:

Essais

	Resultat MTQ	Specification MIN	MAX	Conformite
VISCOSITE CINEMATIQUE A 135 C.	558.6	302.4		C
PENETRATION A 25 C. (5 SEC. -100 G.)	93	80	100	C
ETUVE SUR COUCHE MINCE (T.F.O.T.) % DE PERTE	0.255 (.26 .25)		.85	C
PENETRATION RETENUE A 25 C.(%)	64.5	47		C
DENSITE DU BITUME	1.033			
SOLUBILITE DANS TRICHLOROETHYLENE	98.7	99.0		nc
POINT DE RAMOLISSEMENT (C)	50.3	40		C
RETOUR D'ELASTICITE A 10 C, 20CM, 5CM/MIN, %	Aucun retour d'elasticite possible			

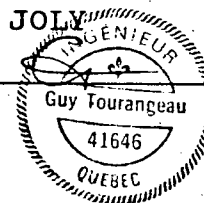
Remarque: _____

& : aucune limite de specification, penetration non conforme
c : conforme

nc : non-conforme
Analyse transmise par le laboratoire de MONTREAL

Supervise par: GILLES JOLY

Approuve par: _____



Date: 92-11-02

MINISTERE DES TRANSPORTS
C. R.
5 NOV. 1992

Gouvernement du Québec
Ministère des transports
Direction des sols et matériaux

BÉTON BITUMINEUX
Rapport par lot

contrat..... 4033-92-0626 entrepreneur.: PAGE CONSTRUCTION INC.
no centrale.... 45 producteur....: PAGE CONST. INC. DIV. SIMARD-BEAUDRY INC
type de mélange: MB-12,5 sous traitant: PAGE CONSTRUCTION INC.
no de formule.: 42 N localisation du lot: ROUTE 138 0+115 à 0+250 GA
ADJENDA..... 92 ROUTE 138 0+115 à 0+670 DR.
no du lot..... 2

route.....: 132
municipalité.....: ST-PIERRE LES BECQUETS
costé.....: LOTBINIERE
facteur de justesse.....: 16
densité des granulats....: 2.675
type de liant bitumineux: 80-100

===== ÉCHANTILLON ===== MÉLANGE =====

no lab	date a m j	chainage	20	16	12,5	10	5	2,5	1,25	630	315	160	80	t.g.bit	fbt vides	VCB	stab	déf.	densités brute	max.	88T
298	921015	0+450 G	100	100	97	81	56	40	31	21	12	7	3.7	449	4.90	9.77B	2.4	82.1	2.435	2.494	4.89

===== REVETEMENT =====

no de lab	0+635	compacité	
chainage	2331	moyenne du lot.....: 93.1	
épaisseur	93.1	écart mesuré (ef/m)....: 1.1	
densité		écart tolérable (et)....: 4.0	
compacité		écart critique (ec)....: 4.0	
		facteur de correction:	Fc =
		FRm = PU * CL - (F80+F5+F6) 3 =	
		tonnage du lot	20

===== REMARQUES =====

-une valeur ombragée indique un résultat individuel: non conforme à Ec ou au tableau 6, section 16
-une valeur ombragée indique un résultat moyen: non conforme à Et ou au tableau 6, section 16

copies:

PAGE CONST. INC. DIV. SIMARD-BEAUDRY INC
laboratoire TROIS-RIVIERES

FINAL

supervisé par ROGER FANNETON

date: 92/11/12

approuvé par

Man Fanneton

date: 92/11/12

Gouvernement du Québec
Ministère des transports
Direction des sols et matériaux

BÉTON BITUMINEUX
Rapport par lot

contrat..... 4033-92-0626 entrepreneur.: PAGE CONSTRUCTION INC.
no centrale.... 45 producteur...: PAGE CONST. INC. DIV. SIMARD-BEAUDRY INC
type de mélange: MB-12,5 sous traitant: PAGE CONSTRUCTION INC.
no de formule... 43 N localisation du lot: ROUTE 132: 3+700 à 4+700.
ADENDA..... 92
no du lot..... 99E

route..... 132
municipalité..... ST-PIERRE LES BECQUETS
conté..... LOTBINIERE
facteur de justesse..... 24
densité des granulats...: 2.675
type de liant bitumineux: 80-100 ECO

===== ÉCHANTILLON ===== MÉLANGE =====

no lab	date a.m.j.	chaînage	20	16	12.5	10	5	2.5	1.25	830	315	160	80	t.g.bit	%be vides VCB	stab def.	densités		98T				
																		brute	max.				
290	921013	4+575 D	100	100	98	87	60	44	34	23	12	6	2.9	467	4.92	9.99B	3.8	73.8	14400	3.0	2.406	2.502	4.66
291	921013	4+450 D	100	100	98	84	52	38	29	20	11	6	2.8	441	4.52	10.66B	3.9	72.9	13093	3.0	2.397	2.495	4.31
292	921013	4+675 G	100	100	98	88	54	39	30	21	11	6	3.0	450	4.80	10.44B	3.5	75.2	12961	3.2	2.413	2.500	4.44
293	921013	4+550 G	100	100	96	88	56	40	31	21	12	6	3.1	453	4.82	9.87B	3.5	74.8	14918	3.0	2.419	2.508	4.57
294	921013	4+225 G	100	100	98	84	53	39	30	21	12	6	3.2	445	4.51	9.76B	3.9	72.1	13750	3.2	2.408	2.505	4.53
moyenne du lot.....			100	100	98	86	55.0	40	31	21	12	6	3.0	451	4.71	10.14B	3.7	73.8	13824	3.1	2.409	2.502	4.50
formule.....			100	100	99	88	55.0	42	30	21	13	7	3.6	459	4.85	9.18	3.4	75.5	16700	3.1	2.417	2.503	5.01
écart mesuré (ef/m)...			-1			0.0			-0.6			-0.14											
écart tolérable (et)...			0			3.3			0.8			0.24											
écart critique (ec)...			5			7.0			1.7			0.50											
facteur de correction:			0.00			0.00			0.00			0.00			(F80+Fb) =								

(F80+Fb) =

===== REVETEMENT =====

no de lab	4+276	4+200	3+800	compacité
chaînage				moyenne du lot.....: 92.6
épaisseur				écart mesuré (ef/m)....: 0.6
densité	2303	2358	2295	écart tolérable (et)....: 1.4
compacité	92.0	94.2	91.7	écart critique (ec)....: 1.4
				facteur de correction:
				PRm = PW * (1 - (F80+Fb+Fc)/1) =

tonnage du lot 50

===== REMARQUES =====

-une valeur ombragée indique un résultat individuel: non conforme a Ec ou au tableau 6, section 16
-une valeur ombragée indique un résultat moyen: non conforme a Et ou au tableau 6, section 16
% de bitume : Reprise sur : 294 (4.49 4.52).

copies:

PAGE CONST. INC. DIV. SIMARD-BEAUDRY INC
laboratoire TROIS-RIVIERES

supervisé par ROGER PANNETON

date: 92/11/12

approuvé par

[Signature]

date: 92-11-13

FINAL

Gouvernement du Québec
Ministère des transports
Direction des sols et matériaux

BÉTON BITUMINEUX
Rapport par lot

contrat.....: 4033-92-0626 entrepreneur.: PAGE CONSTRUCTION INC.
no centrale....: 45 producteur...: PAGE CONST. INC. DIV. SIMARD-BEAUDRY INC
type de mélange: MB-12,5 sous traitant: PAGE CONSTRUCTION INC.
no de formule..: 42 N localisation du lot: ROUTE 132 0+750 @ 3+700 BA
ADDENDA.....: 92 ROUTE 132 0+670 @ 3+700 DR.
no du lot.....: 1

route.....: 132
municipalité.....: ST-PIERRE LES BECQUETS
coûté.....: LOTBINIERE
facteur de justesse.....: 16
densité des granulats...: 2.675
type de liant bitumineux: 80-100

===== ÉCHANTILLON ===== MÉLANGE =====

no lab	date a m j	chainage	granulométrie % passant												t.g.bit		*be vides VCB			stab déf.		densités		SGT
			20	16	12.5	10	5	2.5	1.25	630	315	160	80						brute		max.			
725	921014	3+400 G	100	100	96	81	49	36	27	19	11	6	3.3	428	4.54	9.88B	3.9	71.9		2.413	2.511	4.39		
726	921014	2+850 G	100	100	98	83	52	38	29	20	11	6	3.2	440	4.55	9.83B					2.509	4.45		
295	921014	2+090 D	100	100	96	80	51	37	28	20	11	6	3.2	432	4.68	10.40B	3.1	77.4		2.422	2.499	4.42		
296	921014	1+860 D	100	100	99	88	54	39	29	20	11	6	3.7	450	5.00	10.45B					2.493	4.63		
297	921015	1+090 G	100	100	97	82	53	40	30	20	11	6	3.1	442	4.75	10.36B	3.6	74.6		2.409	2.500	4.45		
moyenne du lot.....:			100	100	97	83	51.8	38	29	20	11	6	3.3	438	4.70	10.18B	3.5	74.6		2.415	2.502	4.47		
formule.....:			100	100	99	88	55.0	42	30	21	13	7	3.2	458	4.90	9.68	3.2	76.8	13220	3.0	2.425	2.505	4.74	
écart mesuré (ef/m)...					-2		-3.2						0.1		-0.20									
écart tolérable (et)...					0		3.3						0.8		0.24									
écart critique (ec)...					5		7.0						1.7		0.50									
facteur de correction:					0.00		0.00						0.00		0.00							(F80+Fb) =		

===== REVETEMENT =====

no de lab	2+800	2+750	0+960	compacité
chainage				moyenne du lot.....: 92.4
épaisseur	2300	2343	2299	écart mesuré (ef/m)....: 0.4
densité	91.9	93.6	91.8	écart tolérable (et)....: 1.4
compacité				écart critique (ec)....:
				facteur de correction:
				Fc =
				tonnage du lot

===== REMARQUES =====

-une valeur ombragée indique un résultat individuel: non conforme a Ec ou au tableau 6, section 16
-une valeur ombragée indique un résultat moyen: non conforme a Et ou au tableau 6, section 16

copies:

PAGE CONST. INC. DIV. SIMARD-BEAUDRY INC
laboratoire TROIS-RIVIERES

FINAL

supervisé par ROGER PANNETON

date: 92/11/12

approuvé par

Man/Baruff

date: 92/11/13



ÉVALUATION TECHNIQUE DU BÉTON BITUMINEUX
PAR CONTRAT - PAR TYPE DE MÉLANGE

RAPPORT: Périodique ☐ Annuel ☐ Final ☐

N° du contrat 4033-92-0626	Entrepreneur Pagé Construction Ltée	Route 132	Détails du contrat			
N° d'usine 045	Producteur du mélange Pagé Construction Ltée	Municipalité St-Pierre les Becquets	Type de mélange	Longueur en km	Taux de pose kg/m ²	Nombre de tonnes
District 33	Sous-traitant (mise en oeuvre)	Circonscription électorale Lotbinière	MB-12,5	3,585	75	Prévues 1 800
						Posées 1 797.48
						Type de bitume 80-100
			Période d'exécution 92-10-09 au 92-10-15			

Matériaux - Mélange - Compacité	Appréciation de la mise en oeuvre	Remarques - Recommandations
PRÉPARATION DE LA SURFACE À RECOUVRIR: A. Ch.: 0+115 à 0+350 et 3+200 à 3+700. Bitume d'accrochage SS-1 sur un vieux pavage. B. Ch.: 0+350 à 3+200 Couche de correction MB-10 au taux de 30kg/m². (Voir rapport ci-joint) MÉLANGE ET REVÊTEMENT: (MB-12,5) Le contrôle de la qualité de ce mélange (1 798 t.) a nécessité la formation d'un lot complet et d'un deuxième lot d'un échantillon. Les moyennes des deux (2) lots suivent la formule présentée. La compacité de ce mélange est conforme et a été vérifiée au nucléodensimètre.	PRÉPARATION DE LA SURFACE À RECOUVRIR: La surface était propre et sèche. Le bitume d'accrochage a été posé sous pression, uniformément sur toute la surface à recouvrir. Le taux de pose a été vérifié visuellement. MÉLANGE ET REVÊTEMENT (MB-12,5) Les transports du mélange est adéquat. La température est conforme. Les agrégats sont bien enrobés. La texture du mélange est uniforme. Les joints sont conformes. La mise en place a été exécutée de façon conforme.	MÉLANGE ET REVÊTEMENT: (MB-12,5) MÉLANGE ET REVÊTEMENT: (MB-12,5) Aucune pénalité n'est applicable sur le mélange et le revêtement.

Unité administrative S.A.Q. - Section T.-Rivières	Prépare par Réjean Roy, t.t.p.	An 92	Mois 11	Jour 11	Approuvé par 	An 92	Mois 11	Jour 13
--	-----------------------------------	----------	------------	------------	---	----------	------------	------------

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 194 899