

**RECTIFIER SAIGNEMENT revêtements routiers UTILISANT
PROCEDE HOT recyclage en place:
Comment faut-il FAIT (expérience de la Malaisie)**

Hamzah HASHIM
Branch Road Maintenance Facility
Service des travaux publics de la Malaisie
hamzahh@jkr.gov.my

HARUN Hizam Mohd
Branch Road Maintenance Facility
Service des travaux publics de la Malaisie
hizam@jkr.gov.my

RESUME

Hot dans le recyclage sur place (HIPR) est une méthode de réparation de la chaussée qui est relativement nouveau en Malaisie. Depuis sa création au début de 1990, le processus de réchauffement et de desserrer la surface existante bitumineux, puis en mélangeant avec ou sans une petite quantité de rajeunir l'agent avant la pose de revenir au même endroit dans une opération de passage unique a été prouvé dans le remodelage inégale surface et «éliminer» les fissures en surface, en rut mineur, ainsi que l'effilochage et le décapage. Toutefois, le traitement des saignements de surface en utilisant cette technique, sans ajouter de nouveaux matériaux est en effet une tâche ardue. Les défis qui se posent à rectifier ce type de défaut de surface incluent de s'assurer que la teneur en liant excès n'est plus préjudiciable à l' matériau de revêtement, et le compactage du matériau recyclé contenant le liant à l'âge durci est suffisante, sans créer des vides d'air trop importante qui par conséquent, affecter la durabilité à l'avenir. Ce document met en lumière le traitement effectué sur sévèrement saignements surface de la toute nouvelle AMJ Lebuah à Melaka en utilisant la technique HIPR.

1.0 INTRODUCTION

Les défauts de surface tels que la fissuration, arrachement, délaminage, sont les défauts typiques que l'on retrouve dans tous le durcissement bitumineux routes du liant. Certains de ces défauts peut se produire immédiatement après la construction est terminée et ouverte à la circulation. Le saignement est un défaut classique se manifeste par une accumulation de bitume sur la chaussée. Pour les routes nouvellement construites, le saignement qui s'affiche normalement au moins 6 mois après la construction en fonction de l'intégrité de la circulation. Comme une pratique dans le monde entier, des défauts qui se produisent dans la période de la responsabilité des défauts (DLP), doivent être traités en conséquence par les entrepreneurs. Méthodes de réparation doit être décidé sur la base d'enquête et convenus par surintendant Officer (SO). Habituellement, un moulin et d'ouvrir est un procédé typique acceptable pour corriger les défauts de surface. Chaud au lieu de recyclage (HIPR) méthode qui est relativement nouveau en Malaisie est une option qui peut être utilisée pour arrêter le problème. Mais, des saignements de

redressement en utilisant la méthode HIPR est une tâche ardue qui nécessite l'étude approfondie.

2.0 Objectif de cet article

Objectif de cet article est d'étudier l'efficacité de la méthode HIPR à rectifier saignement nouvellement construit Lebuh AMJ à Melaka, Malaisie.

3.0 CHOIX DU SITE

La construction de Lebuh AMJ dans l'État de Melaka a commencé au début de 2002 comme un nouveau tracé et alternative à l'actuel Règlement fédéral sur la route 5 qui relie la ville de Melaka à l'arrondissement de Muar dans l'état de Johor. Il est prévu pour accueillir 23 millions ESAL et jusqu'à 30 millions ESAL à l'avenir. Il s'agit d'une chaussée à double comprenant 4 voies avec une largeur moyenne par voie de 3,5 mètres. L'ensemble du revêtement a été pavées à l'aide de béton bitumineux. La longueur totale est de 34 km avec plusieurs 4 intersection signalisée jambe connecter à une des zones résidentielles le long de la route. La route a été achevée en 2007 et en vertu de la période de responsabilité de défaut (DLP) jusqu'en 2009. À la fin de DLP, plusieurs défauts de surface ont été trouvés dans certaines sections de la route. Shallow fissuration, arrachement, des irrégularités de surface, l'ondulation et la saignée ont été trouvés au cours de l'exercice d'inspection conjointe entre l'ER et de l'entrepreneur. Après une enquête approfondie, une longueur de 2 km de voie a été identifiée d'avoir les défauts ci-dessus. Comme il a été constaté aucune défaillance structurale, les défauts existants ont été considérés comme des défauts de fonctionnement qui pourraient être corrigées à l'aide du broyeur classique et d'ouvrir méthode.



Figure 1: Lebuh AMJ alignement

Toutefois, puisque la route a été au début de son service, et la longueur des routes qui avaient besoin de réparation a été assez important, l'idée d'utiliser la méthode HIPR pour le traitement des défauts a été évoquée. Grâce à la surface ondulée et peu profondes fissures pourrait être «enlevé» en utilisant cette technique, le saignement offert uniquement un défi entièrement nouveau. Ainsi, toutes les parties concernées ont convenu que la conception doit être effectuée avant de procéder à la

méthode HIPR de rectifier les surfaces de saignement.

4,0 SAIGNEMENT

Le saignement est la présence de liant bitume libre sur la surface résultant de la migration vers le haut du liant, causant la profondeur de texture et de pneus à faible insuffisante pour contacter pierre. Elle peut être causée par l'application excessive de liant par rapport à la taille de pierre. Si l'air des vides dans le mélange est conforme aux spécifications, mais avec la teneur en liant excessive, la circulation sera la force à l'excès de liant à la surface. Si le liant est en conséquence à la spécification de la composition, mais les vides d'air est trop faible, l'action similaires par le trafic sera également forcer le liant à la surface ainsi saignement manifeste. Une application excessive de la couche d'accrochage ou de couche d'apprêt serait également produire des saignements avec un trafic de pompage le liant à travers l'épaisseur de pavage et de l'intérieur au fil des ans, des saignements, il manifeste.



Figure 2: Saignement nouvellement construit Lebuh AMJ

5.0 Le recyclage à chaud EN PLACE

Hot In-Place Recycling (HIPR) est un sur place, en route lieu la réfection des chaussées technique par laquelle la couche d'usure de la chaussée est chauffé, blanchi / scarifiées puis rajeunie par l'ajout d'un agent de régénération et / ou une quantité relativement faible de nouveaux mélanger. HIPR réutilise la totalité du matériel existant de réduire ainsi la consommation de ressources nouvelles et le transport des matériaux. Il est considéré comme une technique alternative pour améliorer la surface de la chaussée dans le but de la restauration au lieu de moulin et de préparer. Cette technique peut également être utilisé pour re-profilage de la surface de la chaussée.

HIPR n'est pas couramment utilisé en Malaisie. Au lieu de cela "moulin et d'ouvrir" ou la méthode de recouvrement normal est utilisé pour améliorer la surface de la chaussée existante. Le cahier des charges d'application HIPR en Malaisie est déjà inclus dans la spécification standard pour les travaux routiers du ministère des Travaux publics de la Malaisie JKR/SPJ/2008-Section 4.

HIPR propose 3 types de méthode:

i. Remodeler ou opération de ré-forme qui se réchauffe matériau de revêtement existant, desserre la surface chauffée existantes jusqu'à la profondeur voulue, le mélange des matériaux de revêtement scarifiées avec rajeunissant, et décontractée du matériel remixé à la surface même.

ii. Remix se réchauffe matériau de revêtement existant, desserre la surface chauffée existantes jusqu'à la profondeur voulue, le mélange des matériaux de revêtement scarifiées avec rajeunissant et l'ajout de nouveaux enrobés à chaud, et décontractée du matériel remixé à la surface même.

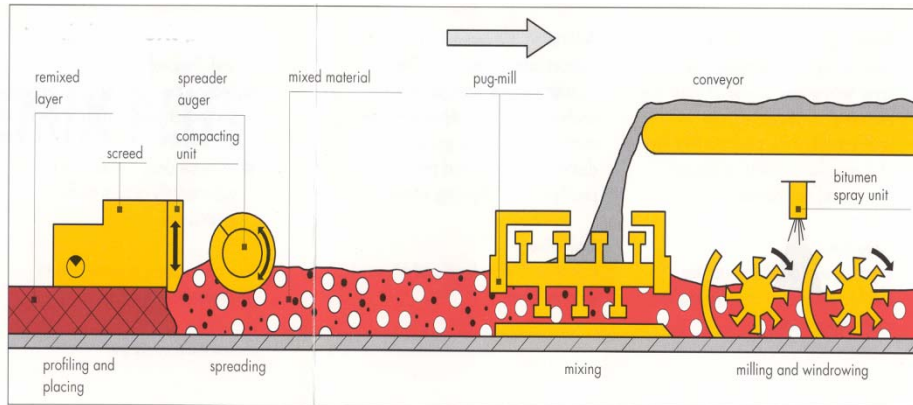


Figure 3: Schéma Remix

iii. Remix Plus est le matériau de chauffage chaussée existante, desserre la surface chauffée existantes jusqu'à la profondeur voulue, le mélange des matériaux de revêtement scarifiées avec rajeunissant et l'ajout de nouveaux enrobés à chaud, et décontractée du matériel remixé à la surface même, à la même opération, une nouvelle couche de mélange à chaud frais est prévue sur le matériau de remix d'ajouter jusqu'à l'épaisseur structure bitumineuse.

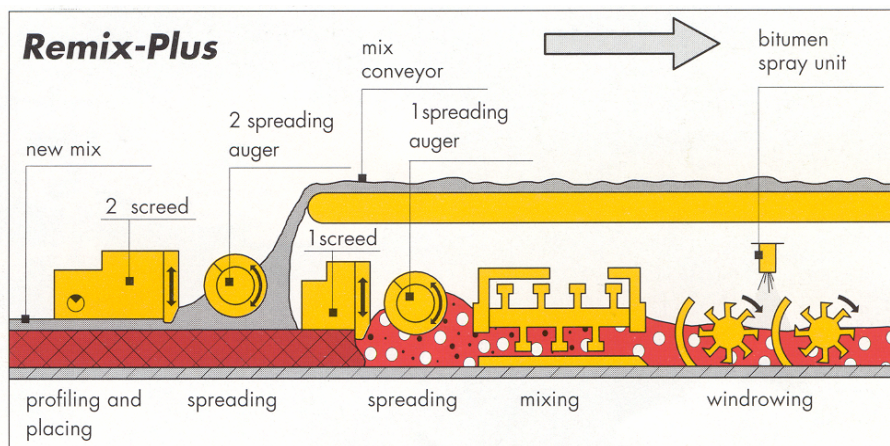


Figure 4: Remix - Schéma Plus

6.0 SPÉCIFICATIONS HIPR DANS JKR/SPJ/2008 - SECTION 4

En réponse à la tendance actuelle des technologies de maintenance qui se

concentre sur le recyclage ainsi économiser les ressources naturelles, ministère des Travaux publics de la Malaisie (JKR) a incorporé HIPR de spécification dans le jour JKR/SPJ/2008-Section Pavement 4 flexibles. Il s'agit d'un effort par JKR à promouvoir les technologies de recyclage en tant que partie intégrante de l'entretien des routes options de réhabilitation.

spécification HIPR dans JKR/SPJ/2008-Section 4 matériaux englobe, de formulation, les formules mix Emploi, de l'équipement, la méthode de construction, la pose et le compactage, les articulations, la surface finie HIPR et l'ouverture à la circulation.

Dans la conception du mélange, il est indiqué que les paramètres énumérés ci-dessous sont obtenus à partir de la chaussée existante pour être recyclés:

- i. Bitume contenu.
- ii. Pénétration à 250C et point de ramollissement du liant récupéré.
- iii. gradation globale (voir tableau 1)
- iv. Type et quantité d'agent de rajeunissement recommandé.
- c. Pénétration à 250C et point de ramollissement de la matière mélangée (matériel existant et frais avec l'agent de rajeunissement)
- vi. Marshall propriétés du mélange proposé mélangés. (Voir tableau 2)

DESIGN MIX	TYPE 1	TYPE 2
B.S. SIEVE	TAMIS EN PASSANT PAR POIDS	
37.5	-	
28.0	-	100
20.0	100	76 – 100
14.0	80 – 95	64 – 89
10.0	68 – 90	56 – 81
5.0	52 – 72	46 – 71
3.35	45 – 62	32 – 58
1.18	30 – 45	20 – 42
0.425	17 – 30	12 – 28
0.150	7 – 16	6 – 16
0.075	4 – 10	4 – 8
BITUME cibler le contenu de	5.0 – 7.0 %	4.5 – 6.5 %
Vides d'air de	3.0 – 5.0 %	3.0 – 5.0 %

Tableau 1: Gradation des agrégats pour le mélange mixte

PARAMETER	< 2 million ESAL	>2 Million ESAL
De stabilité, S	➤ 500 kg	➤ 700 kg
Flow, F	➤ 2.0 kg	➤ 2.0 kg
Rigidité, S / F	➤ 250 kg/mm	➤ 350 kg/mm
Air vides dans le mélange	3.0% - 5.0%	3.0% - 5.0%
Vides dans l'ensemble remplis de bitume	75% - 85%	75% - 85%

Tableau 2: Propriétés Marshall de Mix Blended

7.0 VÉRIFICATION DU SITE & DESIGN MIX

Tel que décrit à la section 2.0, 2 kilomètre de voie a été identifié peu profondes ayant des fissures, l'ondulation de surface et des saignements. Aux fins du présent document, que l'emplacement des saignements de surface ayant été étudiés en prenant des échantillons prélevés et l'exécution de la formulation des mélanges pour déterminer la pertinence de la méthode HIPR.

enquête sur l'état visuel a été effectué pour enregistrer tous les défauts dans la zone de recherche. Cinq échantillons de carottes (5) ont été extraites de cet endroit. Les échantillons ont été ramenés au laboratoire pour des tests supplémentaires. Extraction d'essai pour déterminer la teneur en liant et d'obtenir le liant pour des tests supplémentaires et la gradation globale ont été effectuées dans le laboratoire. D'autres tests qui ont été réalisées ont été bitume de pénétration et de point de ramollissement.

Exemple n	contenu de l'échantillon n ° bitume	Remarques
1	5.97	limite de conception Exceed

2	5.53	limite de conception Exceed
3	6.04	limite de conception Exceed
4	6.41	limite de conception Exceed
5	8.04	limite de conception Exceed

(Tableau 3: Résumé des résultats des tests de bitume contenu)

D'après les résultats, il est démontré que tous les 5 échantillons a teneur en liant dépassant les teneurs en bitume de conception de 5,3% avec une tolérance de + 0,2%. Cette non-conformité a été prévu de la zone où des saignements a été remarquable.

Exemple n	Pénétration (dmm)	Point de ramollissement C
1	47	47.8
2	46	48
3	52	48
4	30	48.1
5	39	52.8

(Tableau 4: Résumé de la pénétration du bitume et de ramollissement des résultats des tests Point)

Le test de pénétration du bitume ont montré que le liant bitume a durci de 80 à 100 initial à une gamme de 39 à 52 avec le point de ramollissement correspondant passant de 450C initial (typique) à une gamme de 47,8 - 52.80C. De l'expérience de la Malaisie des taux d'application de rajeunir agent HIPR, il a été décidé que 0,5% de rajeunissement agent est ajouté pour adoucir le liant à environ 60 degré de pénétration.

D'après les résultats, il est conclu que, la teneur en bitume a été excessive au moment de l'acquisition des échantillons et les plus probables au cours du processus de mélange. Le classement a également été ne s'acquitte pas de même des limites gradation générale en particulier sur la limite supérieure. Ce classement

a montré que le matériau ayant beaucoup de matière fine ainsi produit des vides d'air inférieure et est devenu l'une des causes probables de saignement. Avec toutes les conclusions, tout cela était supposé être la principale raison du manifeste de saignement dans la zone de la route a été ouverte à la circulation pendant 1 an.

7,1 expérimentale Matrix

La zone de saignement a été divisé en trois section d'essai (3) comme suit:

- HIPR 50 mm de profondeur, sans agent de rajeunissement avec l'ajout de nouveau mix. longueur 600m.
- HIPR 50 mm de profondeur avec rajeunissement agent avec l'ajout de nouveau mix. longueur 600m.
- Mill et Pave 50 mm de profondeur dans une section de contrôle. longueur 800m

L'ajout de nouveaux mix ACW20 était d'améliorer la gradation des matériaux existants et Marshall propriétés telles qu'elles se conformer à la nécessaire tel que stipulé dans le tableau 1 et tableau 2, respectivement. La section de commande a été traitée à l'aide du broyeur classique et d'ouvrir méthode.

7.2 But du traitement

La méthode a été appliquée à HIPR la section saignements avec les objectifs suivants:

1. Pour atteindre la teneur en bitume au sein de 5.3 + 0,2%
2. Pour parvenir à une gradation dans l'enveloppe globale dans le tableau 1.
3. Pour atteindre des vides d'air dans 3,0 à 5,0%.
4. Pour obtenir un compactage sur le terrain d'au moins 98% de la densité de Marshall.

8,0 CONSTRUCTION

De première instance laïcs a été réalisée sur 2 août 2010 avec le souligner donnée aux éléments suivants:

1. La gestion du trafic mise en place
2. Machineries et équipements de HIPR sont tous disponibles pour produire train de recyclage HIPR.
3. Machineries et équipements de HIPR sont fonctionnement.
4. Établir la séquence des travaux HIPR.
5. Établir modèle de roulement pour atteindre pas moins de 98% la densité de la couche Marshall HIPR.

6. Le respect de mélanger avec JKR/SPJ/2008 - Section 4, Marshall Propriétés de Blended Mix (voir tableau 2)

Une section de 150 mètres a été exclue de la partie expérimentale pour effectuer procès HIPR laïcs. Le procès laïcs section présente des défauts similaires à la partie expérimentale.

8,1 Machineries

HIPR train composé d'un pré-chauffage, remixeur, rouleau tandem, et le rouleau pneumatique dont zone disposés de telle sorte que pour fournir la séquence des travaux appropriés en fonction HIPR.



Figure 5: Train recyclage HIPR

chauffe-Pré est utilisé pour augmenter la température de la chaussée à environ 1400C - 1800C. Remixer est ensuite scarifier la chaussée chauffée jusqu'à 50 mm de profondeur. Rajeunir agent à 0,5% le taux d'application est ensuite pulvérisée dans le matériau scarifié. Nouveau mix cours asphaltique est ajouté à la trémie remixer, mélangé avec le matériau scarifié. Le matériel est remixé et mélangé ensuite posé sur la surface de la chaussée même. Compacteur tandem et le rouleau pneumatique sont ensuite utilisées dans le processus de compactage.



Figure 6: Chauffe-Pré et Remixer

Rolling motif composé de 2 passages de rouleau tandem mode statique, suivie par 2 passes de mode de vibration, 10 passes de compacteur à pneus, et 2 passes de finition statique rouleau tandem mode a été appliqué à la zone d'essai. échantillon en vrac a été ramené au laboratoire pour les essais Marshall propriétés. Échantillons ont été prélevés pour la mesure de la densité du noyau compacté et de l'épaisseur.

De l'essai laïcs, la teneur en bitume dans le matériau mélangé a été jugée plus faible que le matériel existant. teneur en bitume a été jugé dans la gamme de 5,39 à 5,73%, sauf pour un échantillon avec la teneur en bitume de 6,62%, mais les vides

d'air du mélange a augmenté à environ 8%. Rolling modèle de 2.2.10.2, apparemment produit la densité de compactage de 99%. Alors que pour la gradation globale, il est tombé bien dans la limite de gradation de type 2 dans le tableau 1: Gradation globale pour Blended Mix.

8.2 Traitement de la section expérimentale

La partie expérimentale a été traitée soit par HIPR ou d'une usine et la méthode d'ouvrir, à compter du 30 août 2010. Les travaux ont été achevés deux semaines plus tard.

Le travail s'est bien déroulé conformément au plan de matrice expérimentale, sauf que HIPR 50mm de profondeur avec un agent de rajeunissement a été effectuée avec le taux d'application réduit de 0,5% initialement à 0,3%. Cette modification a été apportée au cours des travaux que la composition du mélange air humide et brillant que d'habitude en raison de plus de rajeunir l'agent. À la dose d'application de 0,3%, le mélange mélange ressemblait à un mélange normal avec aucune indication de liant excessive. Last but not least, des échantillons en vrac de la section expérimentale ont été prises pour d'autres tests en laboratoire.

8.3 Observation Pendant les travaux

Les observations suivantes ont été faites au cours du processus HIPR;

1. 0,5% le taux d'application de l'agent de rajeunissement était trop pour le matériel existant. mix mixte a montré un aspect d'un riche mélange. Le taux d'application de l'agent de rajeunissement a ensuite été réduit à 0,3%
2. mélange recyclé ne semble pas être suffisant quand il a été mis au même endroit sans ajouter de nouveau mix. Par conséquent, il a été décidé que nouveau mix d'être ajouté au mélange recyclé.
3. La température du mélange recyclé à la chape a été mesurée à 1100C.
4. Bleeding liant bitume au-dessus de la chaussée existante a été pris dans les flammes pendant le processus de préchauffage.
5. Profondeur de scarification était 50mm + - 5 mm.
6. coulée à la main pendant les travaux de pose, mais réduit au minimum.

9.0 RESULTATS DU TEST

Des échantillons de la composition mixte ont été prises par derrière le finisseur et testée en laboratoire. Les résultats sont comme suit:

9,1 bitume contenu

Exemple n °	quantité d'agent de	de bitume %	Remarques
-------------	---------------------	-------------	-----------

	rajeunissement (%)	du contenu	
1	0	6.67	dépassement des limites
2	0	5.4	Dans les limites
3	0.3	5.73	Dans les limites
4	0.3	5.42	Dans les limites
5	0.5	5.39	Dans les limites

La teneur en bitume du mélange recyclé a été jugée inférieure à l'existant. Ce fut sans doute attribué au processus de façon égale le remixage et re-pose de la matière mélangée par le Remixer. Il a également été constaté que la gradation globale du mélange recyclé a été dans le Type 2 gradation globale du Blended Mix (voir tableau 1). On a également supposé que la gradation ACW20 nouveaux mix global a amélioré la gradation existantes à l'intérieur des limites de gradation. Vertu de la teneur en liant et la gradation globale du mélange recyclé étaient dans les limites, il était prévu que les saignements ne se reproduisent dans la partie expérimentale.

9,2 vides d'air

Exemple n °	quantité d'agent Rajeunir	(%) Air vides	Commentaires
1	0	5.19	légèrement plus élevé mais acceptable
2	0	5.39	légèrement plus élevé mais acceptable
3	0.3	5.35	légèrement plus élevé mais acceptable
4	0.3	5.38	légèrement plus élevé mais acceptable

5	0.5	4.64	Dans les limites
---	-----	------	------------------

vides d'air de mélange ont été trouvés à être légèrement plus élevés que les limites et ont été jugées acceptables.

9,3 de stabilité et de débit

Exemple n °	quantité d'agent (%) Rajeunir	Stabilité (kg)	Débit (mm)
1	0	1409.1	4.9
2	0	1185.5	3.2
3	0.3	1589.3	5.8
5	0.3	1124.9	3.1
3	0.5	1833.3	4.5

De stabilité et de débit a été trouvé pour être en conformité avec le tableau 2: Marshall Propriétés de Blended Mix pour > 2 millions ESAL.

10.0 SURVEILLANCE

Comme l'objectif de cette recherche est d'évaluer l'efficacité de la technique HIPR à rectifier saignements chaussée, la surveillance est maintenue à l'enquête condition visuelle. 6 mois après l'achèvement des travaux, le 24 Février 2011, des relevés visuels a été réalisée dans la zone de recherche. La zone de travail peut être décrit comme suit:

10,1 HIPR 50 mm de profondeur, sans agent de rajeunissement avec l'ajout de nouveau mix

Pas de saignement a été constaté dans cette section. surface de la chaussée a été trouvé pour avoir une bonne texture. (Voir Figure 7)



Figure 7: surface de la chaussée à la HIPR sans addition d'agent de rajeunissement

10,2 HIPR 50 mm de profondeur avec un agent de rajeunissement (0,3%) avec l'ajout de nouveau mix

Saignement a été constaté dans cette section avec une visibilité de coloration de surface de la chaussée. (Voir figure 8)



Figure 8: saignements au niveau du HIPR avec plus de 0,3% rajeunissement agent

10,3 HIPR 50 mm de profondeur avec un agent de rajeunissement (0,5%) avec l'ajout de nouveau mix

Cette section ne contient que de 50 mètres de long. Au cours des travaux, des matériaux recyclés regardé humide et brillant soupçonnés de teneur en liant excessive et plus de rajeunir l'agent. Il est confirmé au présent article, le saignement était devenu apparent, même après 6 mois. (Voir Figure 9)



Figure 9: saignement apparent à la HIPR avec plus de 0,5% rajeunissement agent

11,0 CONCLUSION

Basé sur l'observation faite au cours des essais de construction et de laboratoire sur les matériaux existants, la performance au début de la partie expérimentale, les conclusions suivantes peuvent être tirées:

1. Si la méthode HIPR devait être utilisée pour remédier à des saignements, rajeunissant agent ne doit pas être ajouté. Il a été observé que les saignements ne réapparaissent pas après 6 mois dans le rajeunissement de l'article HIPR sans agent.
2. L'ajout de mélange de béton bitumineux de nouvelles permettrait d'améliorer la gradation du mélange recyclé.
3. L'ajout de béton bitumineux permettrait également de réduire la teneur en liant dans le matériel existant.

En outre, toute la section est suivi 6 mois à partir de maintenant car il sera de 1 an après le travail HIPR. Une surveillance accrue et des résultats doit fournir beaucoup de confiance en utilisant la méthode de redressement des saignements HIPR.

12,0 étude FUTURE

Il ya beaucoup de domaines de cette recherche qui serait utile d'étudier plus avant.

1. La production de la ligne directrice de rajeunir le taux d'application d'agent de rectifier les saignements. Même si dans cette étude, pour la teneur en bitume dans les 2 années de service, aucun agent de rajeunissement est ajouté n'avait produit aucun saignement après 6 mois de travaux de réparation, il est préférable d'avoir une des lignes directrices sur plus de rajeunir l'agent de la documentation existante. Saignement sur la chaussée devait durer jusqu'en travaux de réhabilitation ont lieu, mais pour le vieillissement du bitume dans la chaussée, il doit avoir au moins la condition minimale d'ajouter l'agent de rajeunissement pour HIPR au travail.

2. ajustement spécial du nouveau matériel à ajouter au matériel existant. C'est pour compenser le classement matériel et le contenu de bitume dans la production stable et approprié mélange homogène. Il n'était pas initialement dans le travail qui a été fait, mais cette portée peut jouer un rôle important pour remédier à des saignements à l'aide HIPR.

3. production de lignes directrices sur les propriétés du bitume comme la pénétration et point de ramollissement de mélange homogène.

13.0 RÉFÉRENCES

1. Département des travaux publics MALAISIE, JKR/SPJ/2008 - Section 4 - Hot In Place de recyclage, mise à jour Road Construction Specification.

2. Service des travaux publics de la Malaisie, Guide à l'évaluation visuelle de l'état de surface des chaussées souples

3. Département des travaux publics MALAISIE, Guide provisoire d'évaluation et de réhabilitation des chaussées souples.

4. Département des travaux publics MALAISIE, Rapport Système SKALA sur RMK-9 (9e Plan Malaisie) du projet de construction routière 2010.

5. Service des travaux publics de la Malaisie, les travaux de pavage sablage Utilisation HIPR Méthode long FT002, Kuala Lumpur - Kuantan 2005. Rapport inédit préparé pour la route l'installation branche de maintenance, PWD de la Malaisie.

6. Département des travaux publics MALAISIE, recouvrement de pavage du travail avec HIPR Méthode long FT003, Setiu, l'année 2005. Rapport inédit préparé pour la route l'installation branche de maintenance, PWD de la Malaisie.