

INFORME DE LA PRUEBA

:

Dossier :

Fecha del informe :

Solicitante :

N° AT2024045-01

N° AT045

9 de julio de 2024

RAPIDASPHALT

Asunto :

**Medición de la manejabilidad del
aglomerado asfáltico con
o sin aditivo**

Para : Destinatarios :

Cliente

Ficha de cliente

Documento confidencial redactado en 2 ejemplares originales

Contenido

1. Introducción
2. Descripción del estudio
3. Resultados y operaciones
4. Conclusiones

s Apéndices

:

- Hojas de prueba
- Cómo funciona
- Fotos tomadas en el laboratorio

**Este documento sólo puede reproducirse íntegramente.
Consta de 11 páginas.**

1. Introducción

A petición de RAPIDASPHALT, el laboratorio LABOTECH llevó a cabo mediciones de trabajabilidad de mezclas asfálticas con una proporción muy elevada de asfalto árido (AE) preparadas con o sin el aditivo Bioroad. La mezcla que contenía Bioroad se preparó a una temperatura más baja (mezcla templada).

2. Descripción del estudio

Materiales y fórmula :

La mezcla de referencia utilizada para el estudio es una BB 0/10 Carrière des Grès Réunis con una fracción muy grande de agregados asfálticos (AE). Se presenta a continuación:

Fracción	Fuente	Dosificación CE
6/10	C. arenisca combinada	16,2%
2/6	C. arenisca combinada	11,0%
0/4	C. límites	9,0%
0/2	C. arenisca combinada	4,5%
0/1	Setim	1,5%
AE	15AE0/11	55%
Contribución del betún	50/70 + 160/220	2,8%
Aditivo	Bioroad	0,07%
AE Regeneradora	Karp Kneip	0,06%

No se han comunicado los husos de los distintos materiales, pero el valor de la Masa

³La masa volumétrica real (MVR) de la mezcla asfáltica es de 2,541 Mg/m .

El betún de relleno es una mezcla 50/70 + 160/220 de Shell Bitumes preparada por Labotech en las proporciones 40% / 60% respectivamente.

El ligante AE tiene una penetrabilidad de unos 17,2 1/10mm y una TBA de 67,5°C. Teniendo en cuenta el 55% de AE, la receta contiene un 5,8% de ligante, incluido un 2,8% de ligante de carga.

Se roció un regenerante sobre los EA justo antes de introducirlos en la mezcladora. El sitio fue del 0,1% de la masa AE.

Para la mezcla templada, se vertió Bioroad sobre el betún caliente en la mezcladora. La dosificación se fijó en el 1,2% del contenido total de ligante.

Procedimiento :

El objetivo inicial es comparar una mezcla caliente a 125°C con una mezcla de referencia a 175°C. Para mantener

tener en cuenta la pérdida de calor cuando se introduce la mezcla asfáltica en el

Este documento sólo puede reproducirse íntegramente.

Consta de 11 páginas.

maniabilímetro,

decidimos apuntar a 130°C para la mezcla caliente. El segundo proceso de aditivación fue preparado con ingredientes 5°C más calientes.

Las temperaturas de los ingredientes se indican en la tabla siguiente:

Ingredientes	Sin aditivo N°1	Sin aditivo N°2	Con Addendum N°1	Con el apéndice n° 2
6/10 2/6 0/4 0/2 0/1	200°C	200°C	150°C	155°C
AE	160°C	160°C	110°C	115°C
Contribución del betún	165°C	165°C	165°C	170°C
Regeneración	20°C	20°C	20°C	20°C
Bioroad	-	-	20°C	20°C
Temperatura objetivo después del revestimiento	175°C	175°C	130°C	135°C

En el Apéndice se ofrecen más detalles sobre el proceso de fabricación.

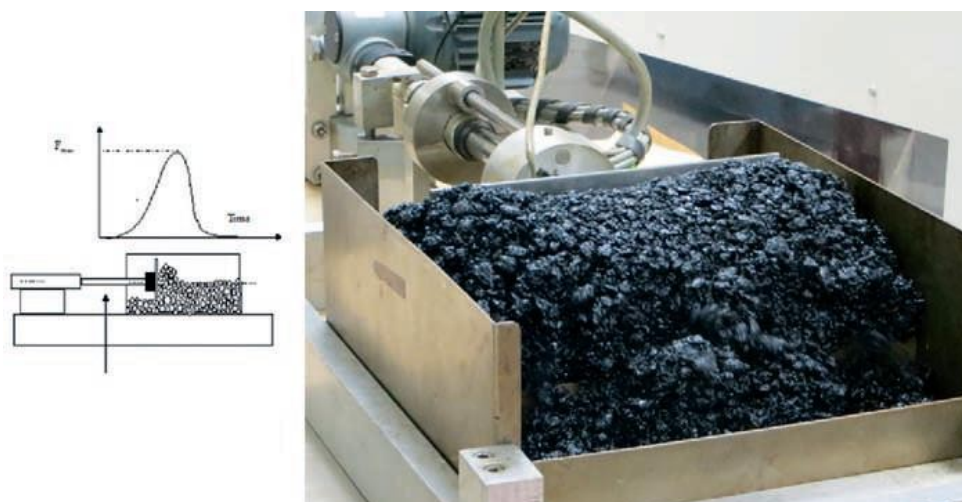
Pruebas realizadas :

Cada mezcla se probó utilizando el medidor de manejabilidad NYNAS, con monitorización y cambios en la manejabilidad a medida que se enfriaba la mezcla. El medidor de manejabilidad tiene una bandeja de 30 cm de largo x 22 cm de ancho x 13,5 cm de alto.

Antes de cada empuje, el asfalto se sella mecánicamente hasta una altura de 10 cm. correspondiente a un 35% de huecos.

En cada prueba, se registra la fuerza máxima de empuje, junto con la temperatura del asfalto. Cada fórmula (con y sin aditivos) se probó dos veces.

El equipamiento se muestra a continuación.



**Este documento sólo puede reproducirse íntegramente.
Consta de 11 páginas.**

3. Resultados y operaciones

Cada fórmula es objeto de una hoja de prueba que figura en el anexo. Esta hoja muestra los dos pruebas elementales y una comparación con la referencia.

El límite de trabajabilidad se fija en 200N para este asfalto (percibido por el operario).

La tabla siguiente muestra la temperatura correspondiente a un nivel de empuje determinado para cada fórmula. La ganancia de temperatura se muestra en la parte inferior de la tabla.

Fórmula	Temperatura °C (150N)	Temperatura °C (200N)	Temperatura °C (250N)
Referencia	118	105	94
Con Bioroad	102	91	83
Diferencia de temperatura	16	14	11

Nos preguntamos si el Bioroad influía en la fluidez del ligante. Por lo tanto, medimos la penetrabilidad y el TBA de la mezcla 50/70 + 160/220 con y sin el aditivo.

Carpeta	Penetrabilidad 1/10 mm	TBA, °C
Sin Bioroad	107	44,4
Con Bioroad	168	40,2

Se observa que la adición de Bioroad ablanda el ligante, llevándolo de una clase 100/150 a una 160/220. Teniendo en cuenta las características (comunicadas por Karp Kneip) del ligante AE (pené = 17,2 y TBA=67,5°C), se calculan los siguientes valores para el ligante recompuesto:

Carpeta	Penetrabilidad 1/10 mm	TBA, °C
Sin Bioroad	41	56
Con Bioroad	51	54
Especificaciones 40/60	40-60	48-56

Podemos ver que el aglutinante sin Bioroad está al límite de sus especificaciones. Con Bioroad, tenemos fuertes

posibilidades de obtener un 40/60 en la práctica, que es el objetivo fijado por Karp Kneip.

**Este documento sólo puede reproducirse íntegramente.
Consta de 11 páginas.**

4. Conclusiones

Los resultados se envían a RAPIDASPHALT para su procesamiento.

Se compararon dos fórmulas con tasas de EA muy elevadas (55%):

- Fórmula termofusible sin bioroad
- Fórmula con Bioroad templada.

En estas condiciones, Bioroad tiene un efecto definitivo sobre la fluidez del ligante y la trabajabilidad de la mezcla. Suponiendo un límite de trabajabilidad fijado en 200 N, el aditivo reduce la temperatura de colocación en unos 15°C y la temperatura de producción entre 40 y 50°C. Teniendo en cuenta el ligante AE, un cálculo da un grado final correspondiente a 40/60 cuando se añade Bioroad.

Dado que el Bioroad ablanda el ligante añadido, sería útil confirmar el impacto del aditivo sobre el ligante extraído de las dos fórmulas de mezcla asfáltica. Se dispone de muestras de RAP.

Por último, las pruebas de roderas en cada una de las dos fórmulas garantizarían que Bioroad no contribuye a la sensibilidad a la deformación permanente.

Los resultados mencionados se aplican únicamente a las muestras, productos o materiales presentados y definidos en este documento.

	Responsable de l'essai	Direction
	Michael LECOMTE	Stéphane FAUCON-DUMONT
		

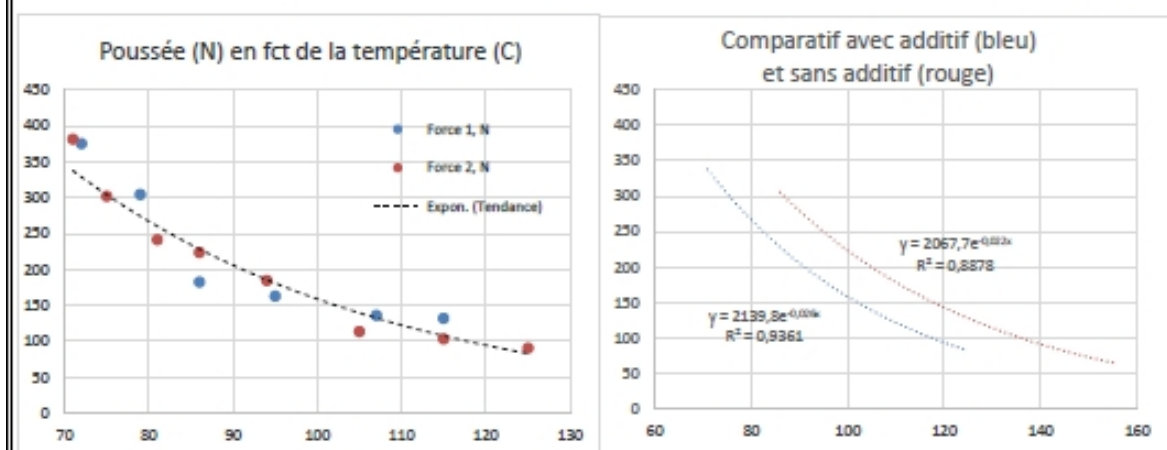
**Este documento sólo puede reproducirse íntegramente.
Consta de 11 páginas.**

	MANIABILITE NYNAS MEI6	
	Rapport d'essai n° AT045	

Enrobé:	EB 11 R - 50/70 - 55% AE avec 1,2% de Bioroad dans le bitume
Opérateur:	Michael LECOMTE
Date des essais:	02/07/2024

Formule de l'enrobé			
Fraction	Provenance	Dosage CE	Enrobé
6/10	C. grés réunis	16,2%	Malaxeur
2/6	C. grés réunis	11,0%	Température de fab. (avec/sans additif)
0/4	C. des limites	9,0%	MVRe (Mg/m3)
0/2	C. grés réunis	4,5%	Maniabilimètre
0/1	Setim	1,5%	
AE	15AE0/11	55%	
Bitume Apport	50/70 + 160/220	2,8%	Bitume total = 2,8 + 3 = 5,8%
Additif	Bioroad	0,07%	Additif = 5,8*1,2%/2,8 du bitume d'apport
Régénérant AE	Karp Kneip	0,06%	Régénérant = 0,1% des AE.

Résultats						
Essai 1	T °C	Force 1, N	Force 2, N	Référence	T °C	Poussée N
	115	132,1		Essai 1	148	94,7
	107	136,3			135	112,7
	95	163			121	143,2
	86	182,8			111	153
	79	304,7			103	210,2
	72	375,4			95	324,1
Essai 2	125		90,6	Essai 2	86	367,2
	115		103,4		155	75
	105		113,7		137	79,9
	94		185		125	110,3
	86		223,8		112	134,7
	81		241,7		105	181,8
	75		302,2		94	212,1
	71		381,9		88	332,5



Observations
Le Bioroad a été ajouté sur la phase bitume juste avant l'étape de malaxage. Juste après l'ajout, le bitume crépite.

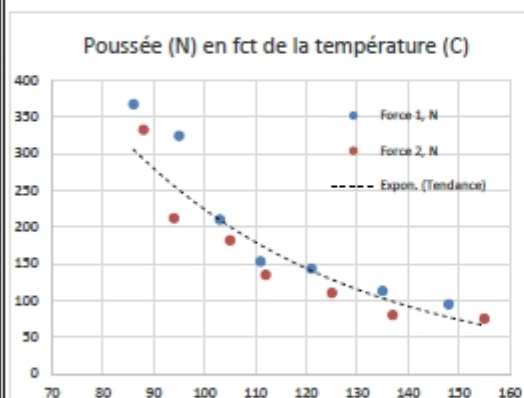
Este documento sólo puede reproducirse íntegramente.
Consta de 11 páginas.

	MANIABILITE NYNAS MEI6	
	Rapport d'essai n° AT045	

Enrobé:	EB 11 R - 50/70 - 55% AE (sans additif)
Opérateur:	Michael LECOMTE
Date des essais:	01/07/2024

Formule de l'enrobé				
Fraction	Provenance	Masse	Dosage CE	Enrobé
6/10	C. grès réunis	1927,8	16,2%	Malaxeur
2/6	C. grès réunis	1309,0	11,0%	Compactage visé%
0/4	C. des limites	1071,0	9,0%	Température de fab. (avec/sans additif)
0/2	C. grès réunis	535,5	4,5%	MVRe (Mg/m3)
0/1	Setim	178,5	1,5%	Maniabilimètre
AE	15AEO/11	6545	55%	
Bitume apport	50/70 + 160/220	333,2	2,8%	Bitume total = 2,8 + 3 = 5,8%
Régénérant AE	Karp Kneip	6,55	0,06%	Régénérant = 0,1% des AE.

Résultats						
Essai 1	T °C	Force 1, N	Force 2, N	Référence	T °C	Poussée N
	148	94,7		Essai 1	148	94,7
	135	112,7			135	112,7
	121	143,2			121	143,2
	111	153			111	153
	103	210,2			103	210,2
	95	324,1			95	324,1
	86	367,2			86	367,2
Essai 2	155		75	Essai 2	155	75
	137		79,9		137	79,9
	125		110,3		125	110,3
	112		134,7		112	134,7
	105		181,8		105	181,8
	94		212,1		94	212,1
	88		332,5		88	332,5



Observations
RAS

Este documento sólo puede reproducirse íntegramente.
Consta de 11 páginas.

APÉNDICE: PROCEDIMIENTO OPERATIVO PARA LA FÓRMULA SIN ADITIVOS

Pieza de encuadernación

Mezclar el 50/70 con el 160/220 en una proporción de peso 40/60

Calentar la mezcla a 165°C

Sin aditivación del aglutinante

Pieza de revestimiento (hecha por duplicado)

En principio, hay que calentar las piedras a 255°C para alcanzar los 175°C (45% 255+55% 110 = 175°C), pero nuestros hornos no pueden superar los 200°C. Por tanto, tenemos que elevar los EA a 160°C, es decir, a una temperatura superior a los 110°C necesarios en la planta de revestimiento.

Se secan las fracciones minerales durante una noche a 175°C. Secar los EA durante 150 minutos a 110°C. Realizar la pesada exacta

Llevar la fracción mineral a 200°C y los AEs a 160°C (en 150 min)

Precalentar la batidora a 175°C

Pulverizar el regenerante (0,1% de la masa del AE) sobre el AE.

Añadir los EA. Mezclar

durante 30 s

Dejar madurar durante 2 minutos

Introducir las piedras calientes precalentadas a 200°C

Añadir la cantidad necesaria de aglutinante precalentado a

165°C Mezclar durante 2 minutos.

Compruebe que el revestimiento sea adecuado.

Sección de manipulación (realizada en dobles)

Introducir inmediatamente la mezcla caliente en el caudalímetro

Medición de la fuerza con un dinamómetro y de la temperatura con un termopar

Repetir con el mismo lote para hacer varias temperaturas decrecientes y obtener al menos 5 pares (fuerza, temperatura).

Este documento sólo puede reproducirse íntegramente.

Consta de 11 páginas.

APÉNDICE: PROCEDIMIENTO OPERATIVO PARA LA FÓRMULA CON ADITIVO

Pieza de encuadernación

Mezclar el 50/70 con el 160/220 en una proporción de peso 40/60

Calentar la mezcla a 165°C

Aditivación con Bioroad al 1,2% del aglutinante total, es decir, $5,8/2,8 * 1,2\% = 2,49\%$ del aglutinante añadido.

Pieza de revestimiento (hecha por duplicado)

Se secan las fracciones minerales durante una noche a 175°C. Secar los EA durante 150 minutos a 110°C. Realizar la pesada exacta

Llevar la fracción granulada a 150°C y la AE a 110°C en 150 min.

Precalentar la mezcladora a 130°C.

Pulverizar el regenerante (0,1% de la masa del AE) sobre el AE.

Añadir los EA. Mezclar durante 30 s

Dejar madurar durante 2 minutos

Introducir las piedras calientes precalentadas a 150°C

Añadir la cantidad deseada de aglutinante precalentado a

165°C Añadir la cantidad deseada de Bioroad al aglutinante caliente. Mezclar durante 2 minutos.

Compruebe que el revestimiento sea adecuado.

Sección de manipulación (realizada en dobles)

Introducir inmediatamente la mezcla caliente en el caudalímetro

Medición de la fuerza con un dinamómetro y de la temperatura con un termopar

Repetir para varias temperaturas decrecientes y min 4 pares (fuerza, temperatura).

**Este documento sólo puede reproducirse íntegramente.
Consta de 11 páginas.**

APÉNDICE: FOTOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO



Adición de Bioroad



Mezcla templada con control de temperatura



Prueba de manipulación al inicio del ensayo

**Este documento sólo puede reproducirse íntegramente.
Consta de 11 páginas.**