

## ENROBES A L'ASPHAMIN – ENROBES TIEDES

STEPHANE BAKOWSKI DIRECTEUR TECHNIQUE DELEGUE  
EUROVIA

### Résumé

*La réduction de la température de travail des enrobés a été initiée dès 2001 par la mise au point d'un additif synthétique de la famille des zéolithes, l'Aspha-Min®. Les zéolithes de « Zen » bouillir et « Lithos » pierre sont des minéraux dont la structure particulière a été mise à profit par Eurovia pour réduire de près de 40°C la température d'enrobage des matériaux bitumineux.*

*La baisse de la température minimise ainsi les nuisances environnementales tout au long du cycle de vie du produit en réduisant les consommations énergétiques et les émissions gazeuses dans l'atmosphère.*

*L'Aspha-Min® est une poudre contenant environ 20% d'eau sous forme cristalline. Au contact des granulats séchés et du bitume chaud, l'eau est libérée progressivement permettant d'obtenir, et de maintenir, une excellente maniabilité du mélange à une température de 40°C inférieure à celle d'un enrobé classique. Cette maniabilité est conservée jusqu'à la mise en œuvre.*

*Ce procédé ne modifie pas les performances intrinsèques des enrobés, y compris la tenue à l'eau, ni les caractéristiques en place.*

*En outre il permet une baisse notable des émissions gazeuses dans l'atmosphère et des consommations énergétiques.*

### Samenvatting

*De temperatuursvermindering bij asfaltproductie werd in 2001 mogelijk gemaakt door de verfijning van een synthetisch additief behorend tot de familie van zeolieten of puimsteenmineralen, Aspha-Min®. De « Zen »-zeoliet en „Lithos“-steen zijn delfstoffen waarvan de bijzondere structuur door Eurovia benut werd om de omhulling van bitumineuze materialen met ongeveer 40°C te verminderen.*

*Die temperatuursdaling minimaliseert op die manier de milieuhinder tijdens de aanmaak van het product door het energieverbruik en de gasemissies in de atmosfeer te verminderen.*

*Aspha-Min® is een poeder dat ongeveer 20% water bevat onder kristalvorm. Door het contact met gedroogde granulaten en warme asfalt, wordt het gekristaliseerde water geleidelijk terug vloeibaar zodat het mogelijk wordt om het productieproces uit te voeren en te beheersen aan een temperatuur die 40°C lager ligt dan die bij een klassiek productieproces. Die beheersbaarheid blijft behouden bij de asfaltplaatsing.*

*Dit procédé wijzigt de intrinsieke prestaties van asfalt niet, zoals het watergehalte en andere karakteristieken. Bovendien bevordert het een opmerkelijke daling van gasemissies in de atmosfeer en een lager energieverbruik.*

## 1-Introduction

L'Aspha-min® [1] est un additif à particules fines utilisé dans la fabrication d'enrobés bitumineux tièdes, mis au point après plusieurs années de recherche par le groupe MIH et Eurovia.

L'additif aspha-min est une zéolithe synthétique contenant environ 20% d'eau cristalline. L'ajout de cet additif juste avant l'enrobage tiède libère l'eau qui est vaporisée finement. Cet effet de moussage contrôlé provoque une augmentation du volume du liant ; la maniabilité de l'enrobé bitumineux est préservée, même à basses températures. L'eau de cristallisation étant libérée progressivement, et non soudainement, l'effet perdure jusqu'à ce que la température du mélange soit inférieure à 100°C.

Cette baisse de température d'enrobage permet de réaliser des économies d'énergie, de préserver les ressources naturelles et de réduire le vieillissement du bitume, ce qui prolonge la durée de vie de l'enrobé. Le refroidissement plus rapide du mélange bitumineux appliqué, favorise une remise sous circulation dans des délais plus brefs.

L'adjonction de cet additif lors des chantiers de construction routière autorise un malaxage et une mise en œuvre à des températures nettement inférieures, la consommation d'énergie nécessaire à la fabrication de l'enrobé est plus faible. L'emploi d'aspha-min réduit donc considérablement les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), d'oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>) et de composés organiques volatils (COV) pendant l'enrobage, ainsi que les émissions de vapeurs et d'aérosols générées lors de l'application de l'enrobé, ce qui contribue à protéger l'environnement.

L'adjonction d'aspha-min sous forme de granulés est extrêmement simple et peut alimenter des postes continus ou discontinus.

Ce type de présentation facilite le dosage avec le filler ou avant le bitume, ou encore par sacs thermofusibles directement injectés dans le malaxeur d'une centrale discontinue, à raison de 0.3 ppc par poids d'enrobés.

Tout dispositif de dosage capable de traiter des éléments de cette taille, comme les alimentateurs en fibres pour les Splittmastixasphalt (SMA) convient.

## 2-Evaluation des performances

### 2-1 Performances en laboratoire

De multiples études de laboratoire ont été menées afin de comparer les caractéristiques mécaniques d'un enrobé avec ou sans aspha-min.

Un grand nombre de tests *Indirect Tensile Stress Ratio* (ITSR) a été réalisé en laboratoire et sur site afin d'apprécier la tenue à l'eau (EN 12697-12) des enrobés tièdes par rapport aux enrobés chauds.

A ce titre une étude menée par le CRR [2] a montré qu'avec 0.3% d'aspha-min et une température de fabrication inférieure de 30°C, les résultats d'ITSR et d'orniérage sont comparables pour une même formule avec et sans aspha-min.

## 2-2 Performances en matière de production et de mise en œuvre

Le suivi d'un grand nombre de chantiers, toutes formules de béton bitumineux tièdes confondues, permet de confirmer les baisses de températures suivantes lors de la fabrication et de la mise en œuvre (tableau 1) :

Température du mélange	Variation de température entre un enrobé bitumineux sans et avec zéolithe
Dans le camion juste après fabrication	-25 à - 40°C
Derrière la table du finisseur	- 25 à - 35°C

Tableau 1

### Réduction des températures

Le suivi du pourcentage de vides mesuré sur carottes (poids spécifique et passage au Banc Gamma) prélevées sur chantier ne montre pas de différences significatives entre des enrobés fabriqués avec ou sans aspha-min.

Concernant l'état de surface des bétons bitumineux tièdes utilisés en couche de roulement, il n'est pas constaté de résultats différents entre les bétons bitumineux avec ou sans aspha-min, à l'essai à la tâche de sable.

## 3- Des gains indéniables sur le plan environnemental

Une étude d'impact environnemental a été réalisée en 2007, sur une centrale d'enrobage, dans le cadre du chantier de l'A87 en France.

Les mesures ont été réalisées par un bureau de contrôle indépendant.

Le chantier consistait en la réalisation de 2 couches d'EB 14 d'assises et d'une couche de roulement en EB 14 de roulement au bitume 35/50, soit un total de 45 000t d'enrobés réalisées avec aspha-min et 13 000t réalisées sans aspha-min.

L'étude a porté sur les points suivants :

- mesures des températures des enrobés bitumineux lors de la fabrication et derrière la table du finisseur (tableau 2)
- mesures d'émission dans l'atmosphère des COV (total), NOx, CO2 (tableau 3)
- consommation d'énergie

	EB 14 d'assise		EB 14 de roulement	
	Chaud	Tiède	Chaud	Tiède
Température extérieure		8°C ± 2°C		8°C ± 2°C
Température de fabrication	160°C	135°C	165°C	140°C
Température derrière table du finisseur		125 -130°C		

Tableau 2

### Suivi des températures

	Avec Aspha-min	Sans Aspha-min	Différence
CO <sub>2</sub> (kg/t d'enrobé)	10,73	14,24	- 25%
COV (g/t d'enrobé)	11,8	18,2	- 35%
NOx (g/t d'enrobé)	16,1	26,3	-39%

Tableau 3

*Mesures des émissions dans l'atmosphère*

L'étude montre que la quantité totale de CO<sub>2</sub>, de COV et de NOx a diminué avec la production de l'enrobé tiède.

La réduction de CO<sub>2</sub> est de 3,51 kg/t d'enrobé. Sachant que la production totale d'enrobé tiède a été de 45.000 t cela équivaut à 158 t de CO<sub>2</sub> économisées.

En supposant qu'un VL émet en moyenne 0,150 kg de CO<sub>2</sub> par kilomètre, cela correspond à un équivalent de 10<sup>6</sup> km parcourus.

Sachant que la déviation de la Roche s/Yon est longue de 16 km, la production d'enrobé tiède a donc permis de compenser les émissions de 65 800 véhicules légers.

De la même façon les mesures de consommation fioul (FOD) montrent une diminution de celle-ci de 25% entre la production à chaud (5,52 l/t) et tiède (4,11 l/t).

#### 4- Odeurs et fumées

Pendant des décennies, le cliché de l'ouvrier affecté à la construction des routes, enveloppé de fumées impénétrables a perduré. En réalité, les exigences de qualité et de résultats dans la mise en œuvre des enrobés sont de plus en plus strictes. L'exposition du personnel aux vapeurs et aux aérosols reste cependant une réalité.

Dans sa thèse, E Gasthauer [3] démontre (figure 1) en s'appuyant sur les résultats d'une expérience de mise en œuvre à pression atmosphérique que les émissions de COV d'un bitume sont très faibles lorsque la température est inférieure à 140°C par rapport à une température de 180°C.

Cette étude confirme le choix de la société Eurovia de mettre au point des enrobés tièdes, avec un abaissement de température de l'ordre de 30 à 40°C.

Les mesures effectuées au cours des essais ont montré que l'emploi de l'aspha-min, et donc la réduction des températures lors de l'enrobage et de la mise en œuvre des enrobés bitumineux, réduit dans des proportions considérables la quantité de vapeurs et d'aérosols émis.

Ainsi la baisse de la température d'enrobage de 20°C a mis en évidence une réduction de 75% des émissions de particules ultrafines, ce qui diminue considérablement les nuisances olfactives auxquelles le personnel de chantier est exposé.

En outre, il a été démontré que l'aspha-min améliore la maniabilité, par exemple, lorsque le mélange contient des matériaux recyclés, ou dans le cas de conditions climatiques difficiles.

Les conditions de travail sur site sont considérablement améliorées par réduction de la température d'enrobage et la diminution nette des quantités de fumées.

En outre, l'abaissement de la température d'enrobage permet la remise en circulation rapide sur les chantiers dont les plannings sont très serrés.

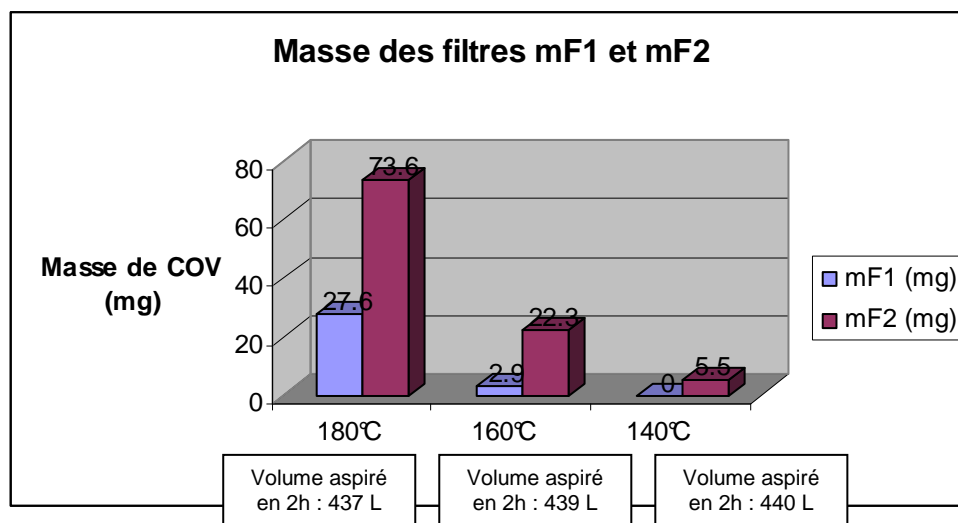


Figure 1

Emissions de COV Bitume en fonction de la température

## 5- Maniabilité

Les avantages de l'aspha-min au quotidien sur les chantiers sont évidents : les durées d'intervention sont très réduites, ainsi que les contraintes énormes car les équipes ne disposent que de quelques heures entre l'enlèvement de l'ancien revêtement et la mise en œuvre de la nouvelle couche ; la situation s'est nettement améliorée par l'emploi d'enrobés tièdes. On citera entre autres exemples classiques les travaux d'enrobés sur les aéroports et les autoroutes embouteillées, qui doivent être effectués de nuit pour des raisons évidentes. La température du mélange étant plus basse, il refroidit plus rapidement et les chaussées peuvent être rendues plus rapidement à la circulation. La baisse des températures d'enrobage et de mise en œuvre va de pair avec une maniabilité constante ; il en découle que le mélange fabriqué avec l'aspha-min a également tendance à moins refroidir sur de longues distances et lorsque les températures ambiantes sont basses. L'aspha-min a également déjà prouvé son utilité comme adjuvant dans de nombreux cas. La maniabilité de l'enrobé est améliorée par l'adjonction d'aspha-min lorsqu'il contient une proportion de 15 à 20% d'agrégats d'enrobés.

### 5-1 Application manuelle

L'application manuelle des enrobés tièdes est une totale réussite, malgré une nette réduction de la température du mélange et parfois lors de conditions atmosphériques froides, ce fut en particulier le cas lors de la mise en œuvre de revêtements pour des voiries de tramway.

Dans cet exemple, l'emploi d'enrobés bitumineux tièdes améliore la maniabilité des mélanges et réduit les contraintes induites sur les rails métalliques. Au cours de l'hiver 2005-2006 des enrobés bitumineux tièdes (660T) ont été mis en œuvre à Francfort (Allemagne) pour toutes les couches situées entre les voies du tramway, à savoir la couche de roulement (Splittmastixasphalt), et les couches inférieures.

Par ailleurs, l'utilisation dans des asphaltes tièdes, encore en cours de mise au point en Allemagne devrait non seulement améliorer les conditions de travail du personnel, mais réduire considérablement les contraintes exercées sur les éléments métalliques utilisés dans la construction des ponts.

La diversité d'applications pour l'aspha-min est très grande. D'autres emplois sont concevables, qui seront mis au point dans le cadre d'une coopération entre les fabricants d'enrobés bitumineux et les entreprises qui les appliquent.

## **5-2 Travaux effectués en arrière saison**

Lorsque la température extérieure est inférieure à celle prescrite (ou à celle qui est habituelle), la viscosité du bitume augmente. Cette difficulté peut être surmontée en préservant la maniabilité de l'enrobé grâce à l'adjonction de zéolithe. L'emploi d'aspha-min dans les mélanges chauds contribue à réduire encore plus l'effort de compactage.

Depuis 2004 un grand nombre d'applications d'enrobés contenant de l'aspha-min a été réalisé tard en saison, tant en France qu'en Allemagne.

## **6 Conclusions**

Les principales conclusions que l'on peut tirer du retour d'expériences de l'emploi d'aspha-min depuis 2001 sont les suivantes :

Les enrobés bitumineux tièdes à l'aspha-min peuvent être utilisés avec du bitume pur ou modifié au polymère, du bitume dur ou normal et ce pour toutes les couches.

La maniabilité étant meilleure avec les enrobés bitumineux tièdes, il devient également possible de travailler en début et en arrière saison, lorsque les températures extérieures sont plus basses. Il a été démontré sur les chantiers que les caractéristiques mécaniques des enrobés bitumineux tièdes (après carottage) sont conformes aux spécifications.

La réduction (environ 20%) de la consommation énergétique et des émissions dans l'atmosphère est confirmée par des mesures réalisées dans les centrales d'enrobage.

Le même phénomène a été observé pour les fumées et les odeurs.

La tenue à l'eau des enrobés bitumineux tièdes reste satisfaisante pour les échantillons sur site prélevés après compactage.

L'adjonction de matériaux recyclés dans les formulations de bétons bitumineux tièdes ne modifie pas les performances mécaniques.

Depuis 2001, la réalisation d'un grand nombre de projets de référence (qui représentent environ 600 000 tonnes et 300 chantiers) dans plusieurs pays européens et dans le monde a conféré un réel savoir-faire dans les enrobés bitumineux tièdes à base d'aspha-min.

**Références**

- [1] W.Barthel, JP Marchand, M Von Devivere Warm Asphalt Mixes by adding a synthetic zeolith, Eurasphalt et Eurobitume Congress, 2004
- [2] Joëlle De Visscher, Frederik Veraecke, Ann Vanelstraete, Hilde Soenen, Tine Tanghe, Per Redelius Asphalt production at reduced temperatures and the impact on asphalt performance, ISAP 2008
- [3] Estelle Gasthauer, Etude des composées organiques volatils issus des bitumes et procédés d'élimination par décharge à barrière diélectrique, Thèse de l'Université Pierre et Marie Curie, 23 septembre 2005