



JOURNÉE TECHNIQUE NATIONALE  
**16 OCTOBRE 2007**  
MAISON DE LA CHIMIE - PARIS 7<sup>e</sup>



**Nouveaux produits, nouvelles applications**

issus des  
**pneumatiques usagés**

*Des opportunités à saisir !*

## **Valorisation des fibres textiles issues du broyage de pneumatiques usagés dans les enrobés**



**Benoit CHAVET**  
Directeur

**PR INDUSTRIE**

19 Voie Romaine  
21110 Genlis

Tel. : 03 80 47 99 90

Fax : 03 80 47 99 99

[b.chavet@pr-industrie.com](mailto:b.chavet@pr-industrie.com)

PR INDUSTRIE est spécialisée dans la fabrication d'additifs pour améliorer les performances des enrobés bitumineux.

Notre gamme de produit comporte des additifs permettant d'améliorer :

- la résistance à l'orniérage
- la résistance à la fatigue
- la résistance au kérozène
- la résistance au poinçonnement
- les caractéristiques antibruit des chaussées



**Pascal OGER**

Directeur technique

**RINCENT BTP Services Matériaux**

Chemin du Gord

76100 Rouen

Tél. : 02 35 63 21 66

Fax : 02 35 63 49 51

[r.btp.m@wanadoo.fr](mailto:r.btp.m@wanadoo.fr) - [infotrac@wanadoo.fr](mailto:infotrac@wanadoo.fr)

Principales compétences :

- Management projets de recherche pour les matériaux
- Procédés industriels pour la valorisation de sous-produits industriels
- Ingénierie routière, expertises et projets techniques

Membre commissions de normalisation

## Résumé

L'objet du projet a été de développer une application industrielle des fibres de textile issues de la granulation de pneumatiques usagés à destination de l'industrie des travaux publics.

L'application consiste à développer, pour le marché des bétons bitumineux, des fibres pré traitées industriellement destinées à la fabrication des enrobés bitumineux.

Cette étude a été cofinancée par l'ADEME et ALIAPUR car elle a pour objectif de trouver un débouché permettant d'absorber l'ensemble des fibres de PUNR qui sont actuellement en grande majorité déposées dans les centres d'enfouissements.

Après avoir caractérisé des fibres issues de différents gisements, il est apparu la nécessité de nettoyer les fibres et d'effectuer un traitement permettant d'obtenir d'une part, un bon enrobage des fibres dans les enrobés bitumineux et d'autre part, de renforcer la liaison enrobés / fibres. Ce procédé a fait l'objet d'un dépôt de brevet.

Plusieurs études d'enrobés ont été réalisées afin de vérifier les caractéristiques des enrobés et d'optimiser le dosage. Il en résulte que l'incorporation des fibres traitées permet d'améliorer la résistance à la fatigue de 20% ce qui se traduit par une augmentation de la durée de vie de plusieurs années.

Le traitement d'un kilomètre de chaussée permet de consommer 5 tonnes de fibres tout en limitant le surcoût au mètre carré à une augmentation de prix inférieure à 5%.

Le premier chantier a été réalisé dans le Rhône. La simplicité d'exécution et les caractéristiques obtenues sont remarquables et permettent d'envisager le développement industriel de cette technique.

Nous prévoyons le démarrage de la fabrication fin 2008 ce qui permettra d'absorber l'ensemble de la production des fibres issues des PUNR à partir des années 2010-11.

**Mots clés :** enrobés fibres, enrobés bitumineux, GB 4, bitumes modifiés, résistance à la fatigue.

# Utilisation des fibres de PUNR dans les enrobés bitumineux

**Pascal OGER**

**Directeur technique, Rincent BTP Services Matériaux**

Chemin du Gord – 76100 Rouen

Tél. : 02 35 63 21 66 – Fax : 02 35 63 49 51 – [r.btp.m@wanadoo.fr](mailto:r.btp.m@wanadoo.fr) – [infotrac@wanadoo.fr](mailto:infotrac@wanadoo.fr)

**Benoît CHAVET**

**Directeur, PR INDUSTRIE**

19 Voie Romaine - 21110 Genlis

Tel. : 03 80 47 99 90 - Fax : 03 80 47 99 99 - [b.chavet@pr-industrie.com](mailto:b.chavet@pr-industrie.com)

## **Sociétés**

Afin de réaliser cette étude nous avons réuni le savoir faire de trois sociétés :

- Azergues Ingénierie : pour ses compétences en dimensionnement et études de formulation
- Rincent BTP Services Matériaux: pour ses compétences en matière de d'ingénierie des matériaux recyclés pour les chaussées
- PR Industrie : pour son outil de production et son savoir faire en granulation.

## **I - Résumé du programme**

L'objet du projet a été d'élaborer une application industrielle des fibres de textile issues du broyage de pneumatiques usagés à destination de l'industrie des travaux publics.

L'application consiste à développer, pour le marché des bétons bitumineux des fibres pré-traitées industriellement destinées à la fabrication des enrobés bitumineux.

Cette étude a été cofinancée par l'ADEME et ALIAPUR.

## **II - Contexte**

L'industrie du recyclage des PUNR conduit à produire des fibres textiles, résidu du broyage mécanique des pneumatiques. Ces fibres sont actuellement en grande majorité déposées dans les centres d'enfouissements.

Parallèlement, l'industrie des enrobés bitumineux vise à limiter la consommation des granulats d'origine naturelle en optimisant sans cesse les performances mécaniques des enrobés utilisés pour les chaussées routières.

Ainsi, l'objectif du projet vise à fournir à l'industrie routière un additif de formulation, élaboré à partir des fibres issues du broyage des PUNR, capable d'améliorer les performances globales des enrobés intégrant ces fibres et réduire par conséquent les consommations de granulats par mètre carré de chaussée.

## **III - Déroulement de l'étude**

Les différentes phases du projet sont les suivantes :

1. Caractérisation physico-chimique des fibres
2. Etude des mélanges ternaires granulats-bitume-fibres
3. Optimisation des taux d'ajout
4. Elaboration des process de traitement
5. Chantier expérimental

### **3.1) Caractérisation des fibres**

Les essais réalisés sur les fibres brutes issues des usines de broyage ont conduit aux conclusions suivantes :

1. La quantité de caoutchouc mélangé aux fibres représente près de 50% de la masse totale des fibres brutes.
2. La taille des granulats caoutchouc est comprise globalement entre 2 mm et 315 microns.
3. Il est clair par ailleurs que ce sont principalement les éléments de petite taille qui restent en dernier attachés aux fibres.
4. L'analyse géométrique des fibres, réalisée à l'aide d'un microscope à grossissement optique met en évidence plusieurs points :
  - Les fibres ont des formes longilignes variables
  - Elles sont en général bien séparées, mais on peut noter que certaines sont encore enrobées de caoutchouc et agglomérées
  - La longueur varie globalement entre 0,5 mm et 1,5 mm
  - La largeur est de l'ordre de 20 microns
5. L'analyse par calorimétrie différentielle à balayage met en évidence la présence de polymère de type polyamide et polyester. Elle confirme par ailleurs la possibilité d'utiliser les fibres avec des températures de sollicitations de 160°C sans détérioration des caractéristiques physiques des fibres.
6. La surface spécifique, calculée à partir de la masse volumique et de la taille moyenne des fibres conduit au résultat approché de :  $2\ 100\ \text{cm}^2/\text{g}$ .

Cette première phase a permis de valider les points suivants :

- les fibres ne fondent pas aux températures de service du projet (160°C),
- leur dimension et surface spécifique sont assez proches des fibres utilisées pour les enrobés comme les fibres cellulosique
- elles nécessitent une opération de séparation importante, afin d'éliminer les matériaux caoutchouc.

### **3.2) Etude des mélanges ternaires**

L'étude des mélanges à chaud granulats/bitume/fibres a permis de vérifier l'homogénéité de la dispersion des fibres au sein du mélange, de définir la procédure de mélange.

Elle a par ailleurs confirmé tout l'intérêt d'un traitement de surface des fibres permettant d'obtenir plusieurs effets :

- assurer un bon enrobage des fibres dans les enrobés bitumineux,
- renforcer la liaison enrobés / fibres.
- obtenir une bonne dispersion lors du malaxage.
- augmenter la densité pour réduire les coûts de transport.
- faciliter le dosage

### **3.3) Optimisation des taux d'ajout**

Cette phase d'étude a consisté à formuler plusieurs types d'enrobés afin de quantifier les caractéristiques des enrobés et d'optimiser le dosage.

Les essais retenus pour analyser les améliorations éventuelles apportées par les fibres sont ceux définis par les normes d'étude des enrobés, à savoir :

- Essai Duriez, pour la tenue à l'eau
- Essai PCG pour la compactibilité des mélanges
- Essai d'orniérage
- Essai de fatigue

Deux types d'enrobés ont été étudiés :

- Un Béton Bitumineux à Module Elevé
- Une Grave Bitume de classe 4

Il s'avère que l'introduction de fibres dans la formule de Grave Bitume et Béton Bitumineux à module

Elevé 4 améliore, à des degrés divers, l'ensemble des caractéristiques mécaniques, et notamment la résistance à la fatigue.

Un optimum de teneur en fibres se distingue autour de 0.4%.

Des essais de pseudo fatigue réalisés par le laboratoire de Recherche et de Contrôle des Caoutchouc et des Plastiques (LRCCP) confirme que l'incorporation des fibres traitées permet d'améliorer la résistance à la fatigue de 20% ce qui se traduit par une augmentation de la durée de vie de plusieurs années.

### **3.4) Elaboration des process de traitement**

Cette phase d'étude a fait l'objet de nombreux tests en laboratoire et à l'aide de prototypes. Elle a consisté notamment à élaborer et mettre en place les matériels et procédures visant à :

- Séparer les fibres des granulats caoutchouc
- Préparer physiquement les fibres à un traitement de surface
- Apporter un traitement de surface des fibres (nature du liant, dosage, mode de traitement) nécessaire à une application industrielle du procédé

Les résultats ont fait l'objet d'un dépôt de brevet.

### **3.5) Chantier expérimental**

Un chantier expérimental a été réalisé avec les fibres issues du prototype de processus industriel optimisé

Ce chantier s'est déroulé le 15 septembre 2006.

L'entreprise de travaux est la société MGB de Anse.

Les fabrications concernées sont les suivantes :

- Grave bitume
- Béton bitumineux semi grenu

Les fibres présentaient un mode de conditionnement sous forme de sacs fusibles.

Les constatations faites lors de la fabrication et de la mise en œuvre conduisent à confirmer le bon comportement des mélanges, tant d'un point de vue de l'homogénéité que de la mise en œuvre.

## **IV PERSPECTIVES**

### **4.1) Consommations et rapport qualité/prix**

Les calculs établis à partir des résultats mécaniques et économiques conduisent aux perspectives suivantes :

- La plus value économique correspondante à l'ajout des fibres dans les enrobés est de 2,5% du coût total au mètre carré de chaussée pour un gain de 20% en terme de durabilité
- L'utilisation de fibres selon les dosages prescrits pour une chaussée d'un kilomètre de long permet de consommer 5 tonnes de fibres traités, soit près de 10 tonnes de fibres brutes.

### **4.2) Application industrielle**

Les fibres actuelles sont produites à partir des matériels prototypes, l'application industrielle étant programmée pour le deuxième semestre 2008.