



## LA PREMIÈRE PHOTO : UNE PLAQUE D'ÉTAIN RECOUVERTE DE BITUME

La plus ancienne photographie a été réalisée en 1827 par le Français Nicéphore Niépce (1765-1833), avec le procédé de son invention, l'héliographie au bitume. Elle vient de faire l'objet d'un important traitement conservatoire par des spécialistes américains.

Vue de la fenêtre, paysage à Saint-Loup-de-Varennes (1827)  
Héliographie au bitume sur plaque d'étain.

Avec l'aimable autorisation de The Getty Conservation Institute and the Harry Ransom Humanities Research Center at The University of Texas at Austin.

Un site à visiter : [www.niepce.com](http://www.niepce.com)

Vue de la fenêtre est le premier exemple conservé d'une image produite par un procédé faisant appel, à la fois, à l'optique et à la chimie. Réalisée au bitume de Judée sur plaque d'étain, cette œuvre vient de retrouver sa place auprès de son propriétaire - le centre Harry Ransom de l'université du Texas - après avoir été analysée à l'Institut de conservation Paul Getty, à Los Angeles, grâce à des techniques non-invasives, puis placée dans un conteneur transparent empli d'hélium. « Il avait fallu des années de recherches obstinées et d'essais infructueux à l'inventeur Niépce pour obtenir ce cliché qui allait ouvrir la voie à l'image argentique et à ses innombrables dérivés, explique Jean-Louis Marignier, chercheur au CNRS. Dès ses premières expériences en 1816, Niépce a l'idée de la photographie : capter les images projetées au fond de la chambre obscure. Mais c'est d'abord un procédé photomécanique destiné à remplacer la gravure manuelle qu'il va mettre au point. Essayant de nombreuses substances, il avait testé la résine du Gaïac, un arbre d'Amérique centrale. Soluble dans l'alcool, la résine présentait la propriété de perdre sa solubilité, donc de durcir, lorsqu'elle était exposée à la lumière. L'occasion lui fut offerte de faire une tentative avec du bitume de Judée, substance alors couramment utilisée par les peintres pour obtenir une couleur brun foncé. »

Plusieurs jours d'exposition pour obtenir la première photographie Niépce pensa que le bitume pouvait posséder la même capacité que la résine de perdre sa solubilité à la lumière. Il fit dissoudre de la poudre de bitume dans de l'huile essentielle de lavande et en enduisit une plaque d'étain sur laquelle il déposa un dessin dont le support de papier avait été enduit de colophane, le rendant ainsi transparent. Après avoir exposé le tout à la lumière du soleil plusieurs heures, il constata qu'en plongeant la plaque dans de l'essence de lavande diluée, seul le bitume qui avait été protégé de la lumière sous les traits noirs du dessin était encore soluble et s'éliminait de la plaque. Le dessin était alors reproduit en négatif sur la plaque. Il ne restait plus qu'à passer celle-ci à l'acide puis à l'enduire d'encre, selon la technique de la gravure à l'eau forte, pour obtenir la première photogravure. Pour en arriver à la photographie, il fallait imaginer utiliser la chambre noire, dotée d'une lentille. Niépce plaça au fond d'une boîte fermée une plaque d'étain enduite de solution de bitume et l'exposa aux rayons de lumière concentrés par une lentille biconvexe. « Après plusieurs jours d'exposition, sans développement ni révélateur mais par un simple lavage à l'essence de lavande, l'image apparut sur la plaque. La photographie était née. »



CHANTIER

## BAIE DE SOMME : PISTES CYCLABLES EN BITUME



Groupement  
Professionnel  
des Bitumes



CHANTIERS

Port de Barcelone :  
plate-forme de stockage  
de conteneurs



RECHERCHE

Sécurité dans la chaîne  
d'approvisionnement  
du bitume



LA ROUTE

Souplesse et rapidité de  
mise en œuvre d'enrobés  
en milieu urbain



**CHANTIERS**

- 04 Pistes cyclables. Découvrir la Baie de Somme à vélo « sur le bitume ».
- 07 Plate-forme de stockage de conteneurs. Contraintes d'exploitation extrêmes sur le port de Barcelone.
- 10 Étanchéité du viaduc Jules Verne. Sous le bitume, l'asphalte.

**.RECHERCHE-INNOVATION**

- 13 Congrès mondial des émulsions. Du nouveau dans la science des émulsions.
- 16 La sécurité dans la chaîne d'approvisionnement. De la raffinerie à la livraison chez le client.

**.LA ROUTE**

- 19 Sécurité routière. Les effets pervers du confort de conduite.
- 22 Souplesse et rapidité. Mise en œuvre des enrobés en utilisation urbaine.

**.HISTOIRES DE BITUME**

- 24 La première photo. Une plaque d'étain recouverte de bitume.

Bitume.info  
Revue trimestrielle éditée par le Groupement Professionnel des Bitumes et destinée à faire connaître les réalisations routières, industrielles, hydrauliques ou autres dans lesquelles le bitume joue un rôle important.

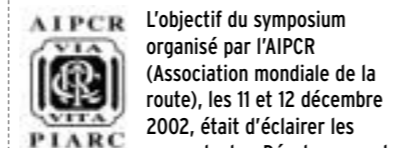
4, avenue Hoche - 75008 Paris / Tél. : 01 40 53 70 10 / Fax : 01 40 53 70 49 / www.bitume.info / Mèl : contact@bitume.info

Directeur de la publication : Philippe Dewez. Rédacteur en chef : Bernard Lombardi. Conception et réalisation : Stratéus. Ont participé à la réalisation de ce numéro : les membres du GPB (BP, EssoMobil, Nynas, Repsol-YPF, Shell, TotalFinaElf), J.-P. Sergent, J.-L. Quennessen, F. Gouge. Crédits photographiques : CNRS Photothèque - O. Mondain Monval, Cofiroute - J. Zindel, Usirf, Eurovia - C. Dupont, GPB - Bernard Lombardi, The Getty Conservation Institute and the Harry Ransom Humanities Research Center at The University of Texas, TotalFinaElf, Shell, DDE 80, C. Struy, Sacan, Smacopi.

Dépôt légal : janvier 2003. Numéro d'ISSN en attente. Diffusion gratuite.

**BILAN**

**LE BITUME : UN MATÉRIAU POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE**



L'objectif du symposium organisé par l'AIPCR (Association mondiale de la route), les 11 et 12 décembre 2002, était d'éclairer les concepts de « Développement durable et Analyse de cycle de vie », par des exemples concrets de démarches engagées par les professionnels du secteur et les administrations impliquées dans l'univers de la route, de l'entreprise de travaux publics au fabricant de bitume. L'analyse du cycle de vie repose sur la prise en compte de tous les paramètres de la consommation d'énergie impliqués dans le processus de fabrication et d'utilisation d'un produit, pendant toute sa vie. Exercice nouveau et difficile, auquel les professionnels de la route s'attaquent résolument. Les représentants d'Eurobitume et du GPB ont ainsi fait la brillante démonstration de la recyclabilité des matériaux noirs, relativement peu coûteux en énergie, potentiellement dotés d'une qualité de plus en plus convoitée : le zéro déchet. Nous y reviendrons dans le prochain numéro de Bitume.info.



**LA CONSOMMATION FRANÇAISE DE BITUME EN 2002 est estimée à**

**3,15 Mt.**

En comparant cette valeur à celle de 2001 (3,41 Mt), la consommation affiche une baisse d'environ 7,6%.

Source GPB

**PLUS DE 22 MILLIONS DE VÉLOS EN FRANCE**

**95 %** des Français sont favorables à ce que la circulation des vélos soit facilitée en ville. Les pistes cyclables ont de l'avenir !

Source INSEE

**SALON**

**TP TECH**

Le salon TP tech se tiendra du 11 au 13 mars au CNIT - Paris La Défense, sur le thème des techniques de travaux publics. Il s'adresse à tous les professionnels du secteur et se positionne comme le nouveau point de rencontre de tous les métiers et les savoir-faire de travaux publics dans les domaines de l'aménagement du territoire et de l'espace urbain, des réseaux et de la protection de l'environnement. TP tech affiche clairement ses priorités pour 2003 : fédérer les professions de travaux publics ; créer de la valeur ajoutée au travers de nouvelles animations afin de faciliter les échanges ; assurer la promotion de l'innovation. Le salon sera couplé avec un congrès dont l'objectif est d'aborder, sous l'angle de l'innovation, les cinq grands thèmes du salon : Matériaux, Routes, Grands Ouvrages, Réseaux et Géotechnique.

**SALON**

**PERFORMANCES DES MATÉRIEAUX BITUMINEUX**

Le 6<sup>e</sup> symposium de la RILEM se tiendra du 14 au 16 avril, à Zurich, Suisse. Le Comité technique pour la mesure des performances et l'évaluation des matériaux bitumineux considère que la recherche de synergies et d'une coordination internationales est essentielle aux développements futurs dans ce domaine, et encourage les chercheurs et les ingénieurs du monde entier à partager leurs connaissances, leurs expériences et leurs idées au cours de ce symposium qui sera l'occasion de faire le point sur les nouvelles méthodes et procédures de caractérisation des bitumes et des enrobés.

www.rilem.org  
Contact : EMPA, Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research  
Tél. : +41 1 823 55 11, Fax : +41 1 821 62 44  
e-mail : ptebm@empa.ch

**WWW.BITUME.INFO**

Le GPB propose désormais, à tous ceux qui souhaitent s'informer sur le bitume et ses applications, de consulter son nouveau site Internet qui a un double objectif : informer et connecter. L'information portera à la fois sur les fondamentaux (histoire, science, etc.) et sur l'actualité technique, économique, réglementaire, etc. À cette fin, toutes les pages de notre magazine seront consultables, dans une version enrichie de fiches techniques plus développées et de références bibliographiques. Le site proposera aussi un agenda des événements et manifestations de la profession, ainsi que des liens avec d'autres sites en relation avec l'univers du bitume.

Le site du GPB sera consultable dès le 1<sup>er</sup> février 2003 à l'adresse suivante : [www.bitume.info](http://www.bitume.info)



**BONNE ANNÉE EN TOUTE SÉCURITÉ...**

Chères lectrices, chers lecteurs,

Permettez-moi de vous présenter, au nom de tous les membres du GPB, mes meilleurs vœux de bonne année pour 2003.

Une année que nous avons voulu placer sous le signe de la sécurité puisque, dès ce premier trimestre, notre Commission sécurité lance une grande enquête auprès de nos clients utilisateurs de bitume.

L'objectif de cette enquête de terrain, qui conduira nos experts sur plus de 600 sites de livraison, est d'observer la situation actuelle en termes de conditions de sécurité, tant pour les installations que pour le transport. Elle devrait aussi nous permettre d'établir une comparaison avec les résultats de l'enquête semblable, menée par le GPB en 2000, et de mesurer ainsi les évolutions. Nous attendons aussi de cette action qu'elle sensibilise encore davantage tous les acteurs de la chaîne logistique sur les questions de sécurité des opérations.

Cette recherche de la sécurité, de la raffinerie à la livraison chez le client, est le thème d'un des dossiers de ce numéro trois de Bitume.info, que je vous invite à lire avec attention (p. 16). Le thème de la sécurité est aussi à l'honneur dans un autre article (p. 19), consacré à la sécurité pour les usagers de la route. Des questions qui nous intéressent tout particulièrement à l'heure où nous nous interrogeons, en tant que fournisseurs de matériaux pour la route, sur la notion de développement durable. Un début de réponse se trouve dans notre article de couverture (p. 4), où l'on découvre le confort de roulement apporté aux cyclistes par l'enrobé bitumineux : ce confort bien connu des automobilistes s'apprécie encore plus à deux-roues.

Bonne lecture et, encore une fois, bonne année 2003 !

Philippe DEWEZ  
Président du GPB

# DÉCOUVRIR LA BAIE DE SOMME À VELO « SUR LE BITUME »



Le plaisir de pédaler confortablement sur une surface parfaitement roulante.



Le Syndicat mixte pour l'aménagement de la côte picarde (Smacopi) a eu l'heureuse idée d'équiper la région de la Baie de Somme de pistes cyclables, offrant aux promeneurs **des parcours qui se fondent agréablement dans le paysage**. Pour la réalisation de ces pistes, le choix du maître d'œuvre, la DDE de la Somme, s'est porté sur un enrobé bitumineux de conception et de fabrication spéciales.

« **La réalisation** de la dizaine de kilomètres de pistes cyclables en enrobé bitumineux que nous comptons aujourd'hui à notre actif dans la Baie de Somme est une belle aventure et une jolie victoire pour le bitume, se réjouit Christian de Bray, chef d'agence Colas à Amiens. Au départ pourtant, nous savions que le donneur d'ordres envisageait plutôt, comme solution de base, une réalisation en béton hydraulique, conformément à celle qui avait été réalisée auparavant. Mais nous avons pris le risque de proposer une variante reposant sur une

solution bitume, parce que nous avons la conviction qu'elle répondait mieux au cahier des charges et aux besoins des usagers. Nous avons été entendus et cette solution fut retenue pour une partie, et nous espérons bien réaliser d'autres tronçons dans les années à venir. Dans les recommandations initiales, en effet, le béton hydraulique avait été choisi pour ses qualités multiples : résistant aux charges et durable dans le temps, recyclable et neutre par comparaison aux produits bitumineux, disponible localement et d'un coût d'entretien réduit. »

### ASSURER LE CONFORT DES USAGERS

Un facteur cependant avait été oublié, c'est le confort des usagers. Tous les pratiquants du cyclisme le savent, le plaisir de pédaler dépend largement de la nature du revêtement sur lequel roule le vélo.

« Entre les sensations heurtées que l'on éprouve en roulant sur des dalles de béton et celles, beaucoup plus fluides, que procure un bon revêtement en enrobé bitumineux ne présentant aucune disconti-

nuité, poursuit Christian de Bray, il n'y a pas de comparaison possible. »

C'est en mettant en avant le confort du cycliste, tout en respectant intégralement toutes les clauses du cahier des charges, que les partisans de l'enrobé bitumineux ont convaincu. La démarche de Smacopi, adoptée par la DDE de la Somme, était guidée par la volonté d'offrir aux usagers un réseau de pistes cyclables hautement attractif.

« Notre volonté est de développer l'accueil des touristes qui nous rendent visite et celui des voyageurs qui passent à proximité, explique Thierry Balesdent, porte-parole de Smacopi. Aussi favorisons-nous toute solution qui va dans le sens d'une plus grande attractivité de notre région et de nos équipements. »

### RESPECTER LE PAYSAGE

Il ne suffisait pas d'être mieux disant sur la clause additionnelle (donc facultative) du confort des usagers, il fallait commencer par répondre exactement aux clauses obligatoires, telles qu'elles figuraient au cahier des charges. Parmi celles-ci, l'une d'elles exigeait que les pistes s'intègrent harmonieusement dans le

paysage, en offrant l'aspect de surface le plus naturel possible. Une autre clause stipulait que l'entrepreneur ferait appel à des matériaux d'origine locale pour la réalisation du revêtement. Pour respecter le premier point, il n'était donc pas question de faire du « noir ». Le choix d'un enrobé blanc, à base d'un liant incolore s'imposait. « Nous avons d'abord pensé pigmenter le liant pour obtenir la couleur de l'enrobé coloré, rappelle Christian de Bray. Mais nous avons écarté cette solution au profit d'un liant de synthèse translucide, la couleur de l'enrobé étant déterminée par celle des granulats. »

### UTILISER LES MATÉRIAUX D'ORIGINE LOCALE

Le cahier des charges stipulait que l'on ferait largement appel aux matériaux locaux. Pour satisfaire cette exigence, le choix de l'entreprise soumissionnaire s'est porté, pour les granulats, sur les calcaires du Boulonnais, extraits près de Boulogne-sur-Mer, et sur les galets de mer calcinés, en provenance de Cayeux-sur-Mer.

Le galet calciné est un produit de la société Silmer, obtenu à partir de galets ramassés en



Le choix d'un enrobé clair, à base d'un liant incolore et de granulats d'origine locale, a permis la réalisation d'une piste qui s'inscrit harmonieusement dans le paysage.



## LE PLAN VÉLO

L'objectif final du Plan Vélo, mis en œuvre par le syndicat mixte d'aménagement de la côte picarde, est de réaliser une infrastructure continue entre le Pas-de-Calais et la Seine-Maritime : 70 km de pistes cyclables en site propre, de l'Authie à Mers-les-Bains..., et de créer un produit touristique global : déplacement, hébergement, restauration et visites de site.

Les premiers tronçons du Plan Vélo côte picarde ont été réalisés en 2001 en respectant un certain nombre de partis :

- les ouvrages du Plan Vélo s'insèrent dans le paysage et ne s'y imposent pas ;
- la largeur de la piste est d'environ 2,80 m, en fonction des emprises disponibles ;
- en matière de paysage, la palette végétale utilisée pour accompagner la piste a tenu compte de l'environnement existant ;
- pour permettre le franchissement des fossés/canaux, les passerelles en bois (ou estacades) ont été privilégiées, aux dépens des buses ;
- des clôtures encadrant la piste ont été posées dans un souci de sécurité des cyclistes et/ou de protection des milieux naturels ;
- dans les secteurs plus urbains, des cheminements piétons ont été réalisés le long de la piste.

Pour plus d'informations, consulter le site web : [www.baie-de-somme.org](http://www.baie-de-somme.org)

► bord de mer et portés au four à très haute température ; ils en sortent brûlés et de couleur blanche. Ce matériau est ensuite broyé en poudre pour constituer des charges destinées à divers produits, comme les pâtes dentifrices ou les cosmétiques. Il est exporté dans le monde entier pour ces usages. À partir du galet calciné, on peut aussi fabriquer des petits granulats de couleur blanche, légèrement luminescents, le Granusil (granulométrie 2/5). Ce sont ces granulats qui ont été incorporés dans le Colclair mis en œuvre dans les pistes cyclables. « Grâce à ces deux matériaux, poursuit M. de Bray, nous avons pu fabriquer un enrobé très clair, d'un aspect très proche de celui d'un chemin de terre, qui se confond avec le paysage, ce qui nous a dispensés d'ajouter un colorant au liant de synthèse. »

## APRÈS QUELQUES TÂTONNEMENTS, LE RÉSULTAT EST SATISFAISANT

Le résultat satisfaisant a été obtenu après un certain nombre de tentatives, avec et sans colorant, effectuées dans le laboratoire de la station d'Amiens, à l'aide de la mini-centrale d'enrobage habituellement destinée à d'autres essais. « Pour la formulation, nous étions dans des conditions normales d'une piste cyclable où le risque d'ornierage est inexistant. Nous avons donc fait un enrobé riche en liant pour qu'il se tienne bien. Le granulat est un mélange de sable calcaire 0/4, de 2/5 Granusil de Silmer, auquel nous avons ajouté un peu de sable de rivière roulé pour améliorer la maniabilité. Pour la couche de base, nous avons utilisé des graves non traitées, car si les contraintes d'utilisation sont faibles, il fallait que



Pose manuelle d'un raccord à proximité d'une passerelle.

l'entreprise puisse faire passer camions, finisseur et compacteurs. »

Les échantillons, présentés à la DDE et aux responsables de Smacopi, montrant l'aspect du revêtement neuf, et après usure sur des carrés de 40 cm de côté, furent suffisamment convaincants pour faire changer d'avis les décideurs sur les avantages respectifs des matériaux au liant hydraulique et de l'enrobé bitumineux.

Dix kilomètres de pistes cyclables ont été réalisés selon ce procédé. D'autres tranches de travaux sont prévues pour 2003 et les années suivantes, puisque le projet est de raccorder les pistes de la côte picarde au réseau européen des « véloroutes », en direction de la Belgique et des Pays-Bas, côté nord, et de la Normandie, côté sud. Un joli programme pour les enrobés bitumineux... II



Épandage mécanique de l'enrobé clair.

## INTERVENANTS

• Plan Vélo côte picarde

• Maître d'ouvrage : Syndicat mixte pour l'aménagement de la côte picarde (Smacopi).

• Conseil général de la Somme

• Maître d'œuvre : DDE de la Somme.

• Entreprise : Colas Nord Picardie.

• Coût du programme : 46 000 €.



Pour réaliser cette plate-forme de 220 000 m<sup>2</sup> destinée au stockage des conteneurs, la direction du chantier a choisi des enrobés de bitume à module élevé (EME), seul matériau capable de s'adapter aux déformations du terre-plein gagné sur la mer, et de résister à des contraintes d'exploitation extrêmes.

## PORT DE BARCELONE

# UNE PLATE-FORME DE STOCKAGE DE CONTENEURS



Port de Barcelone

• Bitume : 4 500 t  
• Enrobés : 90 000 t  
• Coût : 4,5 M€ HT

« Attention, ici, c'est zone de guerre ! »

Pedro Pou, ingénieur commercial Repsol, responsable de la livraison du bitume nécessaire au chantier de renforcement de la plate-forme de stockage des conteneurs, sur le môle sud du port de Barcelone, me retient par le bras. Jailli d'entre les rangées de conteneurs empilés, un énorme engin perché sur des pattes de 15 m de hauteur se précipite vers moi, portant sous son ventre une des longues boîtes de métal. Un second *transtainer* croise sa route, puis un troisième, également chargé de sa boîte, file dans l'autre sens, à 40 km/h. D'autres vont et viennent à un rythme d'enfer. Enfermés dans leur minuscule cabine à près

de 20 m au-dessus du sol, les pilotes n'ont pas une seconde à perdre : comme l'entreprise qui les emploie, la Terminal Contenedores de Barcelona (TCB), en charge de la gestion des conteneurs du port de Barcelone, ils sont payés à l'unité. D'un côté, les conteneurs pleins, empiés sur trois niveaux. De l'autre, les conteneurs vides, sur six niveaux. Au milieu, une grande superficie dégagée, de 250 m sur 50 m environ. « Notre travail de la semaine, explique Cesar Ballesteros, le jeune chef de chantier de l'entreprise Rubau. Dès que cette portion est terminée, nous attaquons la zone voisine. Ou une autre. »

## UN IMPÉRATIF : NE PAS GÊNER LA CIRCULATION DES CONTENEURS

Le chantier de réhabilitation du môle sud, en effet, est un chantier nomade qui se déplace tantôt après deux ou trois jours, tantôt après une semaine, selon les contraintes d'exploitation portuaire. «*Notre premier impératif, poursuit Cesar Ballesteros, c'est de ne pas gêner le transbordement des conteneurs, qui est la raison d'être de cette plate-forme. Le problème est que les autorités portuaires ne sont averties de l'arrivée des navires porte-conteneurs qu'un ou deux jours à l'avance, aussi devons-nous être extrêmement réactifs pour décider, en concertation avec elles, de la nouvelle zone de chantier. Une unité de chantier, en principe, c'est 1 000 m<sup>2</sup>, ce qui représente une semaine de travail pour une équipe complète : quatre jours de travail pour poser la couche intermédiaire, la couche d'accrochage et la couche de roulement, plus un jour pour la peinture. Mais il arrive que nous démarrions sans avoir une telle surface disponible et il faut attendre que la TCB déplace les conteneurs. Dans des conditions ordinaires, c'est un chantier qui pourrait être réalisé en sept ou huit mois. À cause de ces contraintes, on nous a alloué un budget temps de 15 mois. Mais, nous avons décidé, d'un commun accord avec TCB, de terminer en 10 !*» En quelques chiffres, le chantier, c'est une plate-forme de 220 000 m<sup>2</sup>, entièrement gagnée sur la mer, qu'il s'agit de renforcer après six ans d'exploitation en recouvrant la



À gauche, un *trastainer* en activité, à droite, la zone de chantier.

surface de la couche d'origine (enrobé conventionnel BB au 60/70) de deux couches supplémentaires d'enrobés à module élevé : une couche intermédiaire de 13 cm d'épaisseur et une couche de roulement de 6 cm.

## DEUX COUCHES POUR UN TRAFIC LOURD, CANALISÉ ET LENT

«*Le choix de ce matériau, m'explique Pedro Pou, a été guidé par le cahier des charges européen lancé par l'autorité portuaire de Barcelone et la Generalitat de Catalogne. Du fait que cette plate-forme gagnée sur la mer repose sur des matériaux "tout venant" et qu'elle est soumise à de fortes charges,*

*dues à l'empilement des conteneurs et aux rotations incessantes des engins de transbordement, les ingénieurs de TP avaient prévu qu'elle subirait des déformations et ne se stabiliserait qu'après plusieurs années d'exploitation. Il s'agissait donc de poser une couche intermédiaire de renforcement sur une chaussée fatiguée, surmontée d'une couche de surface anti-orniérante pour voie à trafic très lourd, canalisé et lent. Seul un enrobé bitumineux à module élevé pouvait présenter à la fois la plasticité et la résistance à l'orniérage exigées par le cahier des charges. Autre avantage décisif : le choix de l'enrobé bitumineux permet de remettre la zone traitée en exploitation quelques heures seulement*



## INTERVENANTS

Maître d'ouvrage :  
Autorité portuaire de Barcelone, Generalitat de Catalunya.

Maître d'œuvre :  
Rubau, entreprise de travaux publics – Gerona.

Bitume :  
Repsol YPF, pétrolier espagnol, fabricant de tous les produits pétroliers dont les bitumes, bitumes polymères et émulsions de bitume.



Des contrôles réguliers sont effectués pour vérifier l'épaisseur et la température des enrobés en place.

après la fin des travaux.» L'entreprise contractante, la Rubau, dont le siège social est à Gerona, à 60 km de Barcelone, a fait appel au pétrolier Repsol, numéro un espagnol du bitume, du bitume-polymère et des émulsions de bitume, dont l'usine de liants modifiés la plus proche est située à Puertollano, à la frontière de la Castille et de la Manche, à 12 heures de camion. Les granulats de calcaire, pour les deux couches, et de granit, pour la couche de roulement, proviennent de deux carrières situées à une trentaine de kilomètres. Une centrale mobile d'enrobage, d'une capacité de 160 t/h a été installée par Rubau, à 5 km du chantier. Sa mission : fournir les quantités suffisantes d'enrobés, selon les demandes quotidiennes.

## DES CONTRÔLES STRICTS À LA FABRICATION ET À LA MISE EN ŒUVRE

«*La fabrication et l'application des enrobés font l'objet de vérifications constantes, me signale Luis Guirado, responsable qualité des enrobés chez Rubau. Il s'agit d'enrobés spéciaux à module élevé, dont la fabrication exige un respect très strict des dosages (± 0,3% pour le bitume) et des*

*températures plus élevées que dans les enrobés traditionnels (de l'ordre de 175 à 185 °C). Température et dosage sont mesurés en temps réel dans la centrale d'enrobage ; des vérifications portant sur la formulation sont faites quotidiennement au moment de l'application, par nos propres laboratoires et par un laboratoire indépendant, Intecasa, commissionné par nous et agréé par le client. De plus, nous effectuons des carottages tous les 50 m pour vérifier l'épaisseur, la compacité et l'homogénéité des enrobés en place.»*

La planéité, qui doit être parfaite pour permettre le déplacement rapide des engins, ainsi que la pente (1,5%) destinée à assurer le ruissellement des eaux (il pleut rarement mais très violemment dans cette région méditerranéenne), font l'objet d'une vérification particulièrement attentive de la part d'une équipe de géomètres topographes.

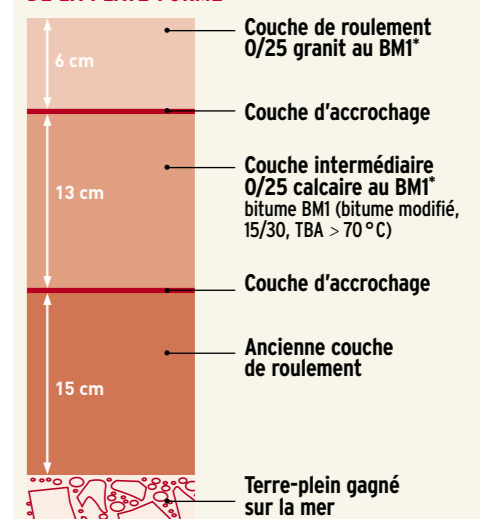
«*Notre fierté, me dit Cesar Ballesteros, en conclusion, c'est que nous n'avons pas interrompu le travail des trastainers un seul jour ! Et aussi, à condition que les choses continuent à se passer aussi bien que jusqu'à présent, que nous aurons terminé ce chantier dans des délais plus courts que ceux qui nous étaient impartis.»* ||

## FICHE TECHNIQUE

### LES ENROBÉS À MODULE ÉLEVÉ

Les enrobés à module élevé (EME) sont des enrobés hydrocarbonés, de rigidité supérieure à celle des graves-bitume, destinés à la réalisation des assises, dans le cadre de travaux de construction ou de renforcement des chaussées. Ils sont préparés à partir d'un mélange de liant hydrocarboné, de granulats, d'agrégats et d'additifs éventuels. En France, leurs caractéristiques doivent être conformes à la norme NF P 98-140. Ils obtiennent leur forte résistance au poinçonnement et à l'orniérage (module complexe E > 11 000 MPa) grâce à une forte teneur en liant et une compacité élevée. Dans les deux couches utilisées pour la plate-forme portuaire, l'épaisseur du film de liant entourant les granulats est plus forte que dans les enrobés classiques et assure une compacité élevée (vide < 5%).

### COUPE DE LA PARTIE SUPÉRIEURE DE LA PLATE-FORME



\*Le BMI est un bitume dur modifié aux polymères

### SQUELETTE GRANULAIRE DES COUCHES

Constituants	Couche de roulement	Couche intermédiaire
Calcaire 0/5	45 %	44 %
Calcaire 5/12	-	20 %
Calcaire 12/25	-	30 %
Granit 5/12	20 %	-
Granit 12/25	29 %	-
Fines d'apport	6 %	6 %

## Alberto Bardesi,

Ingénieur Ponts et Chaussées,  
Directeur de production lubrifiants et spécialités – Repsol YPF

## 3 QUESTIONS À ...

L'industrie du bitume a l'obligation de trouver des « solutions bitume », techniquement et économiquement viables, dans les applications où habituellement on employait d'autres produits. Comment les professionnels en Espagne participent-ils à cette démarche ?

Cette démarche innovante a existé dans le passé avec l'emploi du bitume dans les canaux, les barrages et les plates-formes de chemins de fer. Ces dernières années, le développement de bitumes spéciaux a per-

mis de formuler des mélanges pour des applications jusqu'alors impossibles. C'est le cas actuel avec la plate-forme portuaire de Barcelone destinée au trafic lourd des véhicules déplaçant les conteneurs et, en général, avec les chaussées qui supportent des charges exceptionnelles. Un autre cas intéressant est celui des plates-formes aéroportuaires pour le stationnement des avions, où le béton bitumineux anti-carburant prend progressivement la place du béton hydraulique.

L'Espagne se trouve aujourd'hui à l'avant-garde des nouvelles techniques pour les enrobés bitumineux. Existe-t-il une spécificité espagnole ?

Il y a peut-être une spécificité espagnole liée aux conditions climatiques et de trafic. Ainsi, les frontières routières à Hendaye et Le Perthus supportent la plupart des 17 000 poids lourds qui circulent chaque jour entre la France et l'Espagne, ce qui représente des contraintes énormes auxquelles nous devons faire face en recourant aux moyens techniques appropriés, notamment aux enrobés à module élevé. Par ailleurs, notre pays est riche de 250 000 km de routes rurales et communales, pour lesquelles, avec nos conditions climatiques difficiles, nous avons choisi des solutions plus économiques, le plus souvent à base d'émulsions.

Quelles sont les dernières tendances en formulations en Espagne ?

Pour chaque chantier, nous faisons appel à la solution qui répond le plus efficacement au cahier des charges qui nous est présenté. On peut cependant discerner une certaine tendance à faire des choix novateurs, comme par exemple les enrobés à module élevé, en tant qu'alternative aux couches de base hydrauliques, ou bien les enrobés monogranulaires, à formulations proches des enrobés drainants, utilisés en couche de roulement très mince pour améliorer les conditions de sécurité (CFT) et de confort (bruit). Encore en phase d'expérimentation, nous nous intéressons également beaucoup à des formulations graves-bitume à froid et à la mise en œuvre des bétons bitumineux à basse température.

# SOUS LE BITUME, L'ASPHALTE...

Le doublement du viaduc routier Jules Verne, sur la rocade de contournement d'Amiens, est achevé.

La solution retenue pour assurer l'étanchéité de l'ouvrage d'art, **asphalte coulé sur membrane bitumineuse**, apporte une certitude d'efficacité et de pérennité.



« Dans un ouvrage d'art, l'étanchéité du tablier est un facteur essentiel de longévité et il est nécessaire d'y apporter le plus grand soin », explique Jean-Pierre Lebrun, directeur de Nord Asphalte, qui a assuré la pose de la chape d'asphalte recouvrant les 950 m<sup>2</sup> du tablier du viaduc Jules Verne enjambant la vallée de la Somme, trente mètres au-dessus du fleuve. « Étanche par définition, puisque présentant une structure sans vide, d'une grande stabilité physique et chimique, et bien connu pour sa résistance au vieillissement, ajoute-t-il, l'asphalte est capable de recevoir directement la couche de roulement et de transmettre au tablier les contraintes du trafic. L'étanchéité avec asphalte coulé a

depuis longtemps été retenue pour la protection des structures porteuses en béton armé ou précontraint. En l'occurrence, comme il s'agit d'une structure flexible, le choix s'est porté sur un "bi-couche", système mixte associant une membrane bitumineuse souple préfabriquée, collée sur le support en béton, et un complément d'étanchéité et de protection réalisé en asphalte coulé, l'ensemble assurant une étanchéité durable, ainsi qu'une parfaite compatibilité avec les couches de la chaussée. C'est sans aucun risque ni délai que le revêtement asphaltique peut supporter la circulation de chantier et recevoir la couche de roulement. » Une des contraintes majeures du chantier était le temps imparti. En effet, pendant les travaux, les ser-

vices de l'Équipement devaient détourner un flot de 20000 véhicules/jour vers le centre-ville, au risque d'asphyxier la circulation aux heures de pointe. Entre la fin des travaux de structure et la pose des chaussées, les deux entreprises chargées de l'étanchéité et des équipements complémentaires disposaient de quatre semaines. Pour réaliser la première étape, la pose de la membrane bitumineuse d'étanchéité, dans les meilleurs délais, les responsables du chantier ont fait appel à une entreprise d'étanchéité auvergnate, la Sacan, qui possède une machine de son invention capable de réaliser cette opération rapidement, de manière fiable et efficace.

une température de 350 à 380 °C par des rampes à gaz situées à l'intérieur, de façon à faire fondre la surface inférieure de la feuille sans contact avec la flamme. La membrane est ensuite appliquée sur le béton du tablier, préalablement préparé par grenailage à sec et enduit d'un vernis bitumineux d'imprégnation à froid (Siplast Primer). À la sortie de la calandre de chauffe, des roues plaquent la membrane au sol en suivant les irrégularités du profil, puis un double système de pneus à basse pression parachève le marouflage. À raison de 4 m/min, la machine est capable d'appliquer jusqu'à 1500 m<sup>2</sup> de membrane par jour. Cependant, pour permettre la réali-

explique Jean-Pierre Lebrun. Les 600 t d'asphalte ont été appliquées en 23 jours, comme prévu. Outre la pose de l'asphalte, notre cahier des charges stipulait aussi la réalisation de 950 m de caniveau fil d'eau en asphalte coulé, avec drain 30 x 12 mm incorporé, pour évacuer les eaux du tablier vers le chéneau extérieur, via des goulottes métalliques. Les relevés d'étanchéité ont été traités par l'entreprise Sacan avec la feuille Siplast Paraforix protégée par un profilé d'aluminium fixé mécaniquement et jointoyé au mastic souple. » L'asphalte, en provenance de l'usine Nord Asphalte de Gondécourt (Nord), était apporté par des trains de camions et remorques de 38 t, comportant deux malaxeurs chacun. Le ton-

villonné, soit sous la forme de complexe associant une membrane bitumineuse préfabriquée. Appliqué à l'état pâteux, il couvre d'un seul tenant, sans joint, toute surface, quelle qu'en soit la dimension ou la configuration. À cet égard, l'asphalte coulé témoigne de ses propriétés exceptionnelles de matériau durable, étanche et économique. Pour le Pont du Gard ou le rond-point des Champs-Élysées, c'est à l'asphalte que l'on s'est adressé pour assurer l'étanchéité et la pérennité de ces ouvrages. » Cette fois encore, la solution classique, à base d'asphalte coulé, a montré son efficacité. L'expérience malheureuse, qui avait conduit à refaire l'étanchéité du premier viaduc, à cause d'une mauvaise liaison entre la membrane

## 1 500 M<sup>2</sup> DE MEMBRANE D'ÉTANCHEITÉ PAR JOUR

« Nous avons conçu et développé cette machine automotrice en 1992, baptisée automotrice K002, avec l'aide de l'ANVAR et de la région Auvergne, raconte M. Gérard Numitor, dirigeant de Sacan. L'objectif était d'aller vite et d'assurer une parfaite régularité dans la qualité de la pose. » L'automotrice K002 déroule sous elle un rouleau de chape préfabriquée Paraforix de 150 m de longueur, 1 m de largeur et 3,5 mm d'épaisseur. La membrane est déroulée par un système de vérins et chauffée sur toute sa largeur par un tambour métallique, lui-même porté à

sation des travaux annexes : réalisation des relevés, des avaloirs, du fil d'eau avec son drain pour l'évacuation des eaux de ruissellement, et pour être synchrone avec les équipes de Nord Asphalte qui devaient poser la chape d'asphalte de protection au fur et à mesure de l'avancée de la membrane, le chantier a été fractionné et étalé sur quatre semaines.

## 600 TONNES D'ASPHALTE APPLIQUÉES EN 23 JOURS

« Notre intervention a consisté à poser une couche d'asphalte d'une épaisseur de 26 mm en complément et protection de la membrane d'étanchéité,

nage moyen appliqué a été de 26 t/jour, avec des journées à 19 t (316 m<sup>2</sup>) et d'autres à 60 t (1000 m<sup>2</sup>). Selon la quantité à appliquer, le nombre des hommes à l'œuvre a varié de trois à six et celui des malaxeurs de deux à six. « Un chantier qui ne nous a posé aucun problème particulier, qui s'est parfaitement déroulé et que nous avons traité dans les délais », conclut le directeur de Nord Asphalte. Avant d'ajouter : « Les ouvrages d'art comptent parmi les constructions les plus coûteuses. Ils méritent une protection durable et sûre. L'asphalte coulé est le matériau d'étanchéité le plus fiable, soit sous sa forme de complexe traditionnel : mastic d'asphalte et asphalte gra-



### LE CHANTIER EN CHIFFRES

- Longueur du viaduc : 950 m
- Longueur de la chaussée d'accès : 2 000 m
- Surface de membrane bitumineuse : 1 950 m<sup>2</sup>
- Asphalte coulé : 600 t
- Enrobés (viaduc et chaussée) : 9 400 t



Gros plan du caniveau en asphalte coulé montrant les relevés métalliques et le drain du fil d'eau.

INTERVENANTS

- Maître d'ouvrage : DDE de la Somme
- Membrane bitumineuse : Siplast
- Mise en œuvre : Sacan
- Asphalte coulé : Nord Asphalte
- Chaussée : Colas

polymère posée sur le béton du tablier – solution alors retenue – et la couche d'enrobé, n'est sans doute pas près d'être tentée à nouveau dans le département...

**PREMIÈRE PRÉOCCUPATION : NE PAS ENDOMMAGER L'ÉTANCHÉITÉ MISE EN ŒUVRE**

L'étape suivante, c'est la réalisation des enrobés des chaussées de raccordement au Viaduc ainsi que son revêtement. La solution retenue par Colas Nord Picardie, adjudicataire de ce marché, a consisté à poser deux couches de 4 cm de BBMA chacune, les matériaux de la couche de roulement ayant un coefficient de polissage accéléré supérieur à 0,52. Cette option permet de corriger l'uni à la pose de chaque couche et de mieux répartir les efforts que dans la solution de base (une couche de 6 cm de BBSG, surmontée d'une couche de roulement de 2,5 cm de BBTM). L'utilisation d'un bitume élastomère permet d'obtenir une très bonne résistance à l'orniérage. « Pour preuve, assure Francis Mercier, directeur technique, le premier viaduc a été réalisé avec cette technique en 1994 et il donne d'excellents résultats : on ne constate aucun orniérage malgré un trafic élevé de 30 000 véhicules/jour, très canalisé, avec des périodes d'embouteillage qui ont fait stationner de nombreux véhicules sur le pont. »

Le choix du bitume élastomère, en interdisant l'utilisation des compacteurs à pneus, allait cependant poser un petit problème. « Lorsque

nous intervenons sur un ouvrage d'art, nous avons une première préoccupation, c'est de ne pas endommager l'étanchéité mise en œuvre au préalable, souligne Christian de Bray, directeur de Colas Nord Picardie. Sachant que nous devons manœuvrer avec des engins lourds, en particulier des finisseurs équipés de chenilles, cela demande des précautions particulières. Notre seconde préoccupation, c'est de veiller à respecter l'intégrité de l'ouvrage lui-même. Or, un pont, c'est souple et cela peut entrer en résonance avec les vibrations. Aussi a-t-il fallu manier les compacteurs vibrants avec beaucoup de doigté. » Un problème qui fut résolu, après plusieurs essais déterminant le nombre de passes et l'intensité des vibrations, afin d'obtenir la valeur de compacité voulue avec l'énergie de compactage la plus faible. Les travaux prévus par le marché, qui comprenaient en outre la réalisation des 1600 m de voies d'accès, l'assainissement avec des fossés étanches en géomembrane bitumineuse type Colétanche et la requalification des bassins de réception des eaux de ruissellement, les équipements de sécurité et les fourreaux pour le passage des câbles destinés à l'éclairage du viaduc, ont été réalisés dans les délais prévus de cinq mois. « Face à la jeune équipe donneuse d'ordres de la DDE, enthousiaste et ne tolérant aucun écart, nous avons à cœur de réaliser un chantier exemplaire, conclut Francis Mercier. Je crois que nous y sommes parvenus. »

FICHE TECHNIQUE

**MEMBRANE BITUMINEUSE (PARAFORIX)**

L'étanchéité du viaduc est assurée par une feuille manufacturée Paraforix à base de bitume élastomère SBS fillerisé, facilement soudable, armée d'un géotextile en polyester non tissé de 180 g/m<sup>2</sup>.

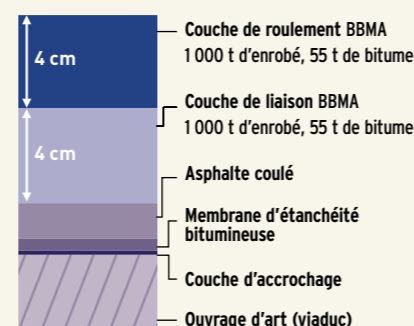
DOMAINES D'APPLICATION

- Étanchéité de tabliers de ponts-routes avec protection en asphalte gravillonné.
- Étanchéité de parkings avec protection en asphalte gravillonné.
- Étanchéité de dalles supérieures de tranchées couvertes avec protection en asphalte gravillonné.

**ASPHALTE GRAVILLONNÉ (AG 3)**

Propriétés	Valeurs d'essai
Épaisseur	22 à 30 mm
Composition	
- poudre-fines d'asphalte naturel	≥ 25 %
- bitume type 20/30 (NFEN 1426)	≥ 25 1/10 mm
Indentation (T 66-002)	15 ≤ I ≤ 40 1/10 mm
Température de mise en œuvre	≤ 255 °C

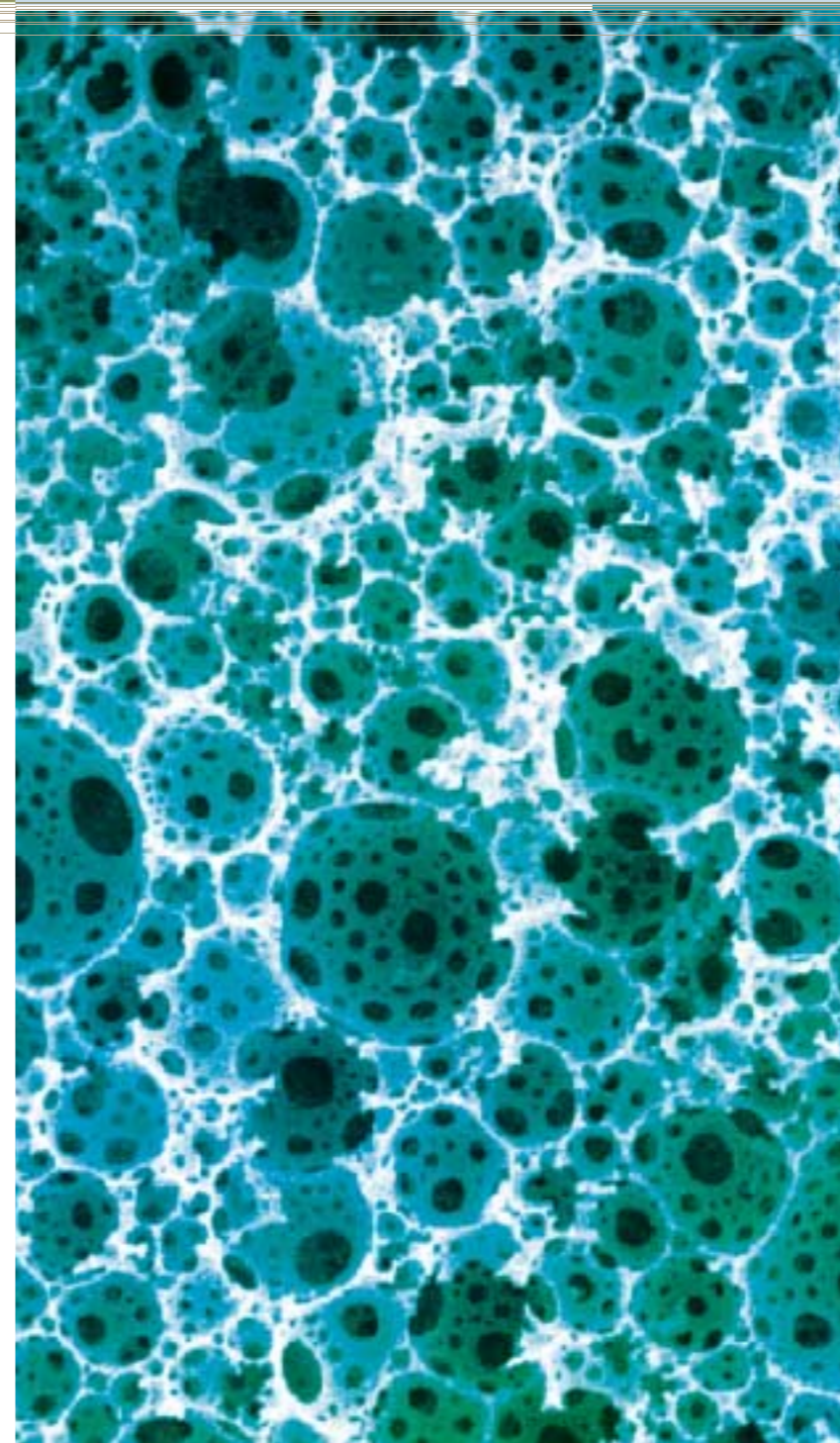
COUPE DE LA CHAUSSÉE DU VIADUC



L'AUTOMOTRICE K002



La machine, mise au point par l'entreprise Sacan, permet à ses deux opérateurs de réaliser la pose quotidienne de 1500 m<sup>2</sup> de feuilles d'étanchéité préfabriquées au bitume élastomère, de 150 m de longueur.



**DU NOUVEAU DANS LA SCIENCE DES ÉMULSIONS**

LE 3<sup>e</sup> CONGRÈS MONDIAL DES ÉMULSIONS, QUI S'EST TENU À LYON DU 24 AU 27 SEPTEMBRE, A RASSEMBLÉ 1 100 SCIENTIFIQUES, UNIVERSITAIRES ET PROFESSIONNELS DU BITUME, DE L'AGROALIMENTAIRE, DE LA COSMÉTIQUE, DE LA PEINTURE OU DE LA PHARMACIE..., VENUS DE PLUS DE 30 PAYS.

LEUR POINT COMMUN : LA VOLONTÉ D'AVANCER DANS LA COMPRÉHENSION DE L'ÉTAT D'ÉMULSION, LARGEMENT MIS À CONTRIBUTION DANS D'INNOMBRABLES PROCÉDÉS INDUSTRIELS MAIS DONT LA STRUCTURE ET LES MÉCANISMES RESTENT MÉCONNUS.

**Un congrès riche et foisonnant**

L'édition 2002 a été particulièrement riche puisque le nombre des participants, 1 100, a dépassé celui du précédent congrès, à Bordeaux en 1997, et que, avec 36 exposés en séances plénières, une vingtaine d'ateliers et plusieurs dizaines de posters, le nombre et la diversité des sujets abordés dans les communications ont été largement battus. Sans entrer dans les détails, la liste des thèmes retenus témoigne de la diversité des sujets traités. Le premier, intitulé *Formulation, fabrication et caractérisation des émulsions*, était consacré à la connaissance fondamentale des émulsions à travers l'étude des émulsifiants, des phénomènes d'interface, de la granulométrie, de la polymérisation et de l'inversion de phases, à l'aide par exemple d'images en 3D... Le second était consacré au *Génie des procédés* et s'intéressait à la dynamique des fluides, aux équipements et aux procédés. *Le Comportement de l'émulsion*

« Les Congrès mondiaux de l'émulsion, rappelle M. Jean-Claude Charpentier, directeur de l'École de physique-chimie de Lyon, président du 3<sup>e</sup> CME, sont nés de l'ambition d'industriels de la route et des émulsions de bitume pour application routière, afin d'élargir l'horizon de leurs réflexions. Ces congrès se veulent avant tout un lieu de rencontre entre chercheurs scientifiques et praticiens industriels de différentes spécialités, œuvrant dans des entreprises de tailles multiples, et un lieu d'élaboration de synergies futures qui se caractérise par l'extrême diversité des applications, en même temps qu'une grande convergence des problèmes technologiques à résoudre. » Toutes les industries utilisatrices d'émulsions (industries pharmaceutique et cosmétique, textile, agroalimentaire, peinture, papeterie et, bien entendu, celles du bitume) sont confrontées aux mêmes problèmes de formulation, de préparation, de caractérisation, de stabilité, de maîtrise de rupture et de propriétés des produits résultant de cette rupture, ou encore de comportement de l'émulsion lors de son utilisation.



## 3 QUESTIONS À ...

### Alain LE COROLLER

Secrétaire scientifique du Congrès, président de la Section des fabricants d'émulsions routières de bitume, directeur commercial Colas.

**Qu'est-ce que les utilisateurs des émulsions de bitume attendent d'une manifestation où se côtoient chercheurs universitaires, ingénieurs et techniciens appartenant aux branches les plus diverses de l'industrie ?**

Tout d'abord, il faut noter qu'on a beaucoup parlé de bitume au cours de ce Congrès mondial des émulsions puisque 40% des communications, sans compter les posters, lui ont été consacrées... Les professionnels du bitume ont trouvé de quoi enrichir leurs connaissances sur les techniques de surface (enduits, ECF, couches d'accrochage), les mélanges (graves-émulsion), les apports des émulsions à la qualité de l'environnement... Les chercheurs de nos entreprises ou des administrations concernées se sont intéressés aux ateliers théoriques, portant sur la structure des émulsions et leur comportement, les problèmes d'interface, de rhéologie, de génie des procédés, etc.

**Qu'est-ce qu'ils y ont trouvé ?**

Plusieurs thèmes forts ont été abordés. Le premier est celui du génie des procédés qui permet la maîtrise des propriétés d'usage des émulsions grâce au contrôle des paramètres de fabrication. Deuxième thème : l'inversion de phase, ce moment de la rupture de l'émulsion où, sous l'effet du compactage, on passe d'une émulsion faite de globules de bitume dispersés dans de l'eau à un milieu continu de bitume dans lequel subsiste un peu d'eau et d'émulsifiant. Les émulsions multiples (un peu d'eau dans le produit qu'on disperse ensuite dans beaucoup d'eau) ont fourni le troisième thème. Elles sont de plus en plus utilisées en pharmacie pour faire franchir à une molécule active les barrières de protection de l'organisme jusqu'à l'organe ciblé. Elles intéressent aussi les utilisateurs des émulsions de bitume pour libérer un composé au moment de la rupture mais pas avant. Quatrième thème fort, les nanoémulsions, qui pourraient contribuer, notamment, à améliorer les performances des enrobés à froid pour les couches de roulement. La recherche sur les émulsions monodispersées, dans lesquelles tous les globules ont à peu de choses près le même diamètre, intéresse fortement les professionnels du bitume (rupture plus franche, viscosité améliorée, meilleur contrôle de stabilité), mais aussi d'autres industries.

**Quelles perspectives ce congrès ouvre-t-il pour l'avenir ?**

Les techniques à base d'émulsions de bitume sont irremplaçables dans nombre d'applications : reprofilage avec les enrobés du type graves-émulsion, où elles se montrent supérieures aux enrobés traditionnels à chaud, enduisage, couches d'accrochage. Une meilleure connaissance des phénomènes fondamentaux apportera des améliorations à ces utilisations : couches d'accrochage qui ne collent pas aux pneus des camions de chantier, délai de remise en circulation encore plus court. Notre attente la plus grande se situe dans le domaine des couches de roulement. Les enrobés à émulsion de bitume sont en faveur, car ils économisent de l'énergie, minimisent les rejets, facilitent le recyclage en place. Malgré les progrès accomplis, les performances ne sont pas encore équivalentes à celles des enrobés chauds. Avec les nanoémulsions, l'inversion de phase, etc., nous suivons des pistes théoriques, qu'il s'agit maintenant d'assembler, notamment grâce au génie des procédés... Cela sera peut-être le thème du 4<sup>e</sup> congrès mondial des émulsions.

► lors de l'utilisation fournit un troisième thème d'exposés, avec notamment la rhéologie, la stabilité et l'instabilité physique, l'interaction avec le support. Enfin, les applications dans les domaines industriels permettent, parallèlement aux questions touchant à l'émulsion et l'environnement, l'émulsion et l'industrie alimentaire dont la boisson, l'émulsion dans la pharmacie et la cosmétique, l'émulsion et les lubrifiants, de traiter les thèmes chers aux professionnels du bitume : l'émulsion routière de bitume pour enrobage et recyclage à froid, l'émulsion de bitume pour couche d'accrochage, enrobés coulés à froid et autres applications.

## Le symposium sur les enrobés à l'émulsion

L'émulsion de bitume était au centre d'un *Symposium sur les enrobés à l'émulsion*, réservé aux professionnels du bitume. Six communications, dont l'objectif était de faire le point sur un certain nombre de questions essentielles à l'activité des professionnels de l'émulsion de bitume, y ont été présentées.

### Nouvelles méthodes pour l'étude de la rupture d'émulsions de bitume routier, par Maurice Bourrel, d'Atofina, Ceca (France) :

présentation de trois méthodes en développement pour évaluer la capacité d'un granulat à se désagglomérer en présence d'eau, mesurer la cinétique de réaction d'une émulsion vis-à-vis d'une remontée de pH et analyser finement la montée en cohésion de l'enrobé. La reproductibilité de ces nouvelles méthodes a été démontrée et ces dernières pourraient fournir de nouvelles informations sur l'évolution de ces phénomènes complexes, tant au plan fondamental qu'au plan de l'application.



Enrobés coulés à froid : la remise en service est rapide. Vingt minutes après la pose, on peut à nouveau circuler sur la chaussée.

### Enrobés à froid : méthodes d'études et nouveaux produits, par Michel Malot, TotalFinaElf, et Bernard Héritier, Appia (France) :

présentation d'un programme de recherche lancé par Appia et Total qui vise à une meilleure compréhension des phénomènes et débouche sur de nouvelles méthodes de formulation des enrobés coulés à froid pour obtenir un enrobage idéal. Ces études réalisées pendant quatre ans, qui n'ont pas atteint tous leurs objectifs, contribuent de façon significative à la compréhension des mécanismes d'enrobage et à la formation du film de liant. Elles apportent des solutions pratiques qui ont été validées en laboratoire et sur chantier.

### Enrobés denses à froid : pensons autrement, par Joël Conan, Eurovia (France) :

Le développement des bétons bitumineux à froid pour couches de roulement exige une révision de nos schémas de pensée traditionnels issus de la formulation des enrobés à chaud. Des travaux menés par Eurovia, à partir des apports du projet OPTTEL, conduisent à énoncer les nouveaux besoins spécifiques de la mise au point des enrobés denses à froid pour couches de roulement : une meilleure compréhension fondamentale ; des outils de laboratoire permettant d'appréhender leur comportement aux différentes phases de mise en œuvre et leur sensibilité aux paramètres en jeu ; la recherche de formulations « robustes » et « adaptables » plutôt que de solutions « optimales » ; l'adaptation des outils de fabrication et de mise en œuvre permettant de s'adapter aux fluctuations des matériaux et des considérations extérieures.

### Le programme de recherche OPTTEL, par Juan José Potti, Probisa (Espagne) :

Le projet OPTTEL s'est déroulé sur trois ans et demi et a contribué à la mise en place d'une approche plus rationnelle des techniques routières à froid. Il a permis de mieux comprendre les différents phénomènes intervenant lors de la fabrication et de la mise en œuvre des enrobés à froid. Ce programme, cofinancé par l'Union européenne et réalisé avec plusieurs partenaires scientifiques et industriels, a mis en évidence la complexité et le degré d'interaction des différents paramètres agissant au cours de la fabrication et de la mise en œuvre des enrobés, ainsi que l'importance d'une formulation correcte de l'émulsion correspondante.

### Formulation des enrobés à froid en Amérique du Nord, par Alan James, Akzo Nobel (États-Unis) :

Il n'existe pas de méthode unique de formulation en enrobés à froid en Amérique du Nord. Les méthodes Marshall et Hveem sont largement utilisées. De nouveaux tests sont développés pour la maniabilité, la cohésion et la compactabilité des enrobés à froid. Le manque d'une méthode moderne de formulation est reconnu. Quelques nouvelles initiatives pour développer de meilleures méthodes de formulation des mélanges, en particulier le recyclage à froid *in situ*, ont démarré dans le cadre de l'ASTM (*American Society for Testing and Materials*), de la *Foundation for Pavement Preservation*, de l'AASHTO (*American Association of State Highway Transportation Officials*) et de l'AEMA (*Asphalt Emulsion Manufacturers Association*).

### Enrobés à l'émulsion : particularités et nouvelles méthodes d'études, par Jean-Pierre Serfass, Screg (France) :

L'analyse microscopique des enrobés à froid montre notamment qu'ils contiennent des vides beaucoup plus petits que les enrobés à chaud directement comparables, ce qui explique leur moins forte compacité. Une nouvelle méthode d'études, adaptée aux particularités des enrobés à froid, est proposée. Cette méthode, qui vise à caractériser les différentes étapes de la vie d'un enrobé à froid, de sa fabrication à son comportement sous trafic, comprend huit étapes : fabrication, évaluation de l'enrobage et du désenrobage, compactabilité, mûrissement, résistance en compression et sensibilité à l'eau, orniérage, module de rigidité et récupération du liant. ||

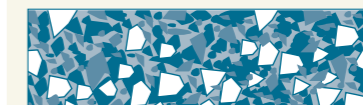
## FICHE TECHNIQUE

### ENROBÉS À L'ÉMULSION

Les émulsions de bitume permettent de stocker, transporter et appliquer le bitume à froid, et de fabriquer des enrobés à froid, appelés aussi « enrobés à l'émulsion ». Il en existe plusieurs types :

- Les **graves-émulsion** sont des enrobés à froid stockables, particulièrement bien adaptés aux couches d'assise et au reprofilage.
- Les **graves-bitume à froid (GBF)**, à module de rigidité plus élevé, non stockables, sont utilisées pour les couches de fondation et de base.
- Les **bétons bitumineux à froid (BBF)**, à courte stockabilité, sont utilisés pour les couches de roulement (on distingue les BBF denses, de granularité 0/D, et les BBF ouverts, de granularité d/D).
- Les **enrobés à froid (EAF)**, de granularité d/D, stockables pendant plusieurs semaines ou plusieurs mois, sont destinés à l'entretien courant, pour des réparations localisées.
- Les **enrobés coulés à froid (ECF)**, de granularité 0/D, non stockables, sont répandus en consistance fluide, à température ambiante.

## DIFFÉRENTS TYPES D'ENROBÉS À L'ÉMULSION



• **Grave-émulsion** gros éléments enrobés dans un mastic riche

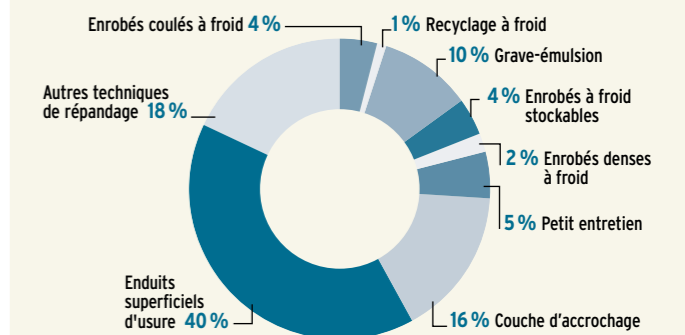


• **Béton bitumineux à froid (dense)**  
• **Grave-bitume à froid** granulométrie étagée, éléments totalement enrobés



• **Béton bitumineux à froid (ouvert)** gros et moyens éléments enrobés sans fines

## TECHNIQUES D'EMPLOI DE L'ÉMULSION DE BITUME



source : Sferib

DE LA RAFFINERIE AU DÉPOTAGE CHEZ LE CLIENT

# LA SÉCURITÉ DANS LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT

LA RECHERCHE DE LA QUALITÉ ET DE LA SÉCURITÉ EST UNE DÉMARCHÉ CONSTANTE DES PROFESSIONNELS DU BITUME. LA COMMISSION SÉCURITÉ DU GPB LANCE UNE NOUVELLE CAMPAGNE DE SENSIBILISATION AUPRÈS DES CLIENTS ET DES TRANSPORTEURS DE BITUME.

« La chaîne d'approvisionnement en bitume commence au chargement dans la raffinerie et se termine à la livraison sur le site du client, en passant par la phase de transport routier, explique Hélène Moumrikoff, responsable des approvisionnements et du transport (Supply and Transport Manager) dans le département bitume de Shell. Chaque maillon de cette chaîne mérite une attention de tous les instants, même si nous, raffineurs, maîtrisons mieux l'amont qui se passe dans nos murs et où nous appliquons nos procédures de contrôle, que l'aval, où nous dépendons de la façon dont nos consignes de sécurité sont respectées. C'est pourquoi nous devons nous entourer d'un maximum de précautions dans le choix de nos fournisseurs, notamment dans l'affrètement des moyens de transport, et faire passer des messages forts à nos partenaires. »

Faire passer des messages aux partenaires est une préoccupation qui n'est pas nouvelle pour les membres du GPB. Après de nombreuses années d'observation des événements sécurité sur les sites de livraison du bitume, une grande enquête de terrain fut lancée en 2000, dont l'objectif était de dresser l'état des lieux dans les quelque 600 sites, centrales d'enrobés, usines d'émulsion et installations industrielles diverses, sur lesquels s'effectuent des livraisons de bitume. Cette enquête a fourni l'occasion de distribuer une plaquette, intitulée : *Recommandations visant à favoriser la sécurité des livraisons de bitume*. Elle comportait, en première partie, une série de recommandations pratiques pour les chefs d'usine (organisation du site de livraison, opération et maintenance des réservoirs et des tuyauteries, procédures de livraison, vêtements de protection pour le chauffeur). La deuxième partie était consacrée au contexte



réglementaire (protocole de sécurité, mission et tâches du conseiller à la sécurité pour les marchandises dangereuses, formation spécifique du personnel). En annexes, se trouvaient des fiches de visite de sécurité du site de livraison et d'appréciation-sécurité du dépotage servant à nourrir l'enquête elle-même. L'analyse des données ainsi recueillies permit de constituer une image précise de la situation dans 513 sites sur les 623 que comptait alors le pays.



Chaque étape de la chaîne d'approvisionnement fait l'objet de contrôles précis et rigoureux.

## La sécurité sur l'aire de dépotage

De grands progrès avaient été accomplis en matière de sécurité, notamment dans le domaine des équipements : 85 % des sites étaient équipés de pompes aspirantes pour extraire le bitume du camion-citerne, évitant au chauffeur de faire fonctionner sa pompe refulante, avec les risques que fait courir la circulation sous pression d'un liquide chauffé à 160 °C environ, dans un flexible de raccordement. 85 %, c'est bien, mais ce n'est pas assez : il y a encore 15 % à gagner. De même, il fut constaté que les chauffeurs étaient généralement équipés de leur tenue de protection : combinaison de coton, chaussures de sécurité, gants de cuir et casque à visière. Mais tous ne respectent pas la consigne de n'effectuer aucune manipulation sans la totalité des équipements, visière baissée... Et si la plupart des aires de dépotage sont équipées d'extincteurs et de douches de refroidissement, elles ne le sont pas toutes. Encore un défaut, largement observé : le marquage obligatoire de la contenance des cuves destinées à recevoir le bitume n'est pas toujours lisible, ni même effectué... Autant d'occasions de provoquer des débordements dangereux. « Cela veut dire qu'il y a encore des progrès à faire et c'est pourquoi nous avons décidé de lancer une nouvelle enquête de sécurité, sur le modèle de la précédente, afin de voir s'il y a eu une évolution, dans quel sens, et quel chemin il reste à parcourir », explique Samir Kazziha, leader de la Commission sécurité du GPB (lire 3 questions à... ci-contre). Cette étude, qui s'efforcera d'être encore plus exhaustive que la dernière, aura lieu en février et mars 2003. Il en découlera certainement un ensemble de décisions concrètes et pratiques visant à renforcer la sécurité dans les sites de livraison.



3 QUESTIONS À ...

Samir KAZZIHA

leader de la Commission sécurité du GPB

Comment est composée la Commission sécurité au sein du GPB et quelles sont ses missions ?

L'objectif de cette Commission est d'analyser la situation présente, du point de vue de la sécurité, et de mettre en place toutes les actions pratiques propres à améliorer les conditions de sécurité dans la chaîne d'approvisionnement du bitume, de la raffinerie au dépotage, en passant par le transport. La Commission est composée de représentants des entreprises membres du GPB et choisis pour leur expertise dans ce domaine : coordinateurs sécurité ou responsables logistique avec une sensibilité particulière aux questions de sécurité. Je considère que l'on ne maîtrise pas son affaire si l'on ne maîtrise pas ses risques. Cette culture de la sécurité n'est pas nouvelle au sein du GPB : depuis plusieurs années, les réunions de la Commission permanente commencent systématiquement par le compte-rendu des incidents ou accidents déclarés par les membres. Et, il y a deux ans, nous avons mené une grande enquête de diagnostic sécurité dans les opérations de dépotage chez le client auprès de 513 sites, qui nous a permis de faire le constat de la situation. Une deuxième enquête sera réalisée début 2003.

Pourquoi lancer cette nouvelle enquête ? La situation du point de vue de la sécurité vous paraît-elle particulièrement inquiétante ?

La situation n'est pas inquiétante, au contraire. Nous pouvons même dire que l'enquête de 2000 a révélé des améliorations sensibles du point de vue des équipements et des procédures de sécurité : généralisation des pompes aspirantes, port des équipements de protection, perfectionnement des flexibles, etc., auxquelles s'ajoute un net progrès au niveau des véhicules, notamment la solidité des citernes, l'entretien du parc, une meilleure formation et sensibilisation des chauffeurs. La liste des événements significatifs que nous faisons en Commission permanente montre que le niveau des accidents et incidents demeure relativement bas. Mais nous savons qu'en matière de sécurité, tout relâchement de la vigilance et des actions se traduit inévitablement par une détérioration de la situation. Aussi, faut-il continuer à être proactif en ce domaine. Et, de toute façon, tant qu'on n'a pas atteint l'objectif théorique du zéro accident, on ne peut pas, et l'on ne doit pas, se montrer satisfait.

Quelles nouvelles actions envisagez-vous pour améliorer encore la sécurité dans la livraison du bitume ?

Notre première action, c'est l'analyse des résultats de l'enquête sécurité qui nous donnera des indications sur les actions à mener en priorité. En attendant, nous poursuivons plusieurs pistes de réflexion comme l'établissement de règles de chargement homogènes entre pétroliers et transporteurs. Nous étudions la possibilité d'une procédure d'accréditation des transporteurs, commune à l'ensemble des membres mais aussi sur l'amélioration du casque de sécurité, point sensible de la tenue de protection des chauffeurs. Nous nous intéressons également à une innovation touchant le matériel de transport, comme ce prototype de citerne sur laquelle l'installation d'une télécommande évite au conducteur de monter sur la citerne pour la mise à l'atmosphère, éliminant ainsi tout risque de chute (lire *Bitume.info* n°2).



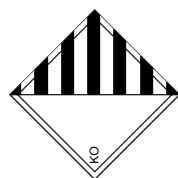
Livraison de bitume chez un client.

## La sécurité au cours du transport

« Nos transporteurs font l'objet d'une homologation et sont sélectionnés avec une très grande rigueur. C'est ce qui explique le faible, on peut même dire très faible, nombre d'incidents ou d'accidents impliquant des camions-citernes de bitume, constate Hélène Moumrikoff. Cette situation est le résultat d'une politique que chaque pétrolier producteur de bitume a menée depuis de longues années. Car si la loi dit que le produit transporté est sous la responsabilité du transporteur au moment où il circule dans sa citerne sur l'espace public, il demeure notre propriété jusqu'au moment où il franchit la bride de raccordement du flexible du camion de livraison à la cuve de l'installation du client. Voilà pourquoi il nous incombe de choisir avec soin nos fournisseurs. »

L'homologation d'un transporteur routier résulte de plusieurs étapes. Dans un premier temps, un questionnaire général est envoyé au candidat, suivi d'une phase d'audit réalisé par un conseiller à la sécurité-transport commandité par le pétrolier. L'audit d'une journée porte sur différents critères : l'adoption du transporteur d'un système d'assurance qualité (type ISO 9000), le respect des normes obligatoires de sécurité (examen SQS), l'état du parc de véhicules, les habilitations des chauffeurs, etc. « À l'issue de ces audits, on décide si oui ou non ce transporteur peut travailler avec nous, poursuit Hélène Moumrikoff. Trois réponses sont possibles : non ; oui à l'essai pour un an ; oui pour trois ans, au bout desquels un auditeur retournera chez lui. Et à chaque fois qu'il se produit un accident ou un "presque accident" significatif, nous retournons chez le transporteur pour élucider les circonstances de l'événement et décider les mesures préventives. Nous en ferons ensuite éventuellement profiter nos autres fournisseurs en leur signalant ce qui s'est passé, de façon à ce que tous puissent profiter de l'expérience et en tirer les leçons. »

### Signalisation des camions de transport



#### Bitumes purs (Classe 9)

- Point d'éclair supérieur à 61 °C
- Température de transport supérieure à 100 °C et inférieure au point d'éclair.
- Classification : 3257 Liquide transporté à chaud N.S.A., Classe 9 ; M 9, III



## LE POINT DE VUE D'UN TRANSPORTEUR

Serge Ceyrat,  
directeur général des Transports Rodière  
et d'Aquitaine Route, dans l'agglomération de Bordeaux.

« On ne peut pas être sûr qu'on échappera toujours à l'accident quand on parcourt 100 millions de kilomètres par an, mais on sait une chose : pour réduire les risques, il faut anticiper et prévenir. C'est ce que nous essayons de faire ici. J'ai mis en place, à la demande de l'actionnaire, une politique QHSE très déterminée. Nous avons un service comprenant trois personnes, dont un conseiller sécurité, qui émet des infos sécurité, analyse et commente les événements significatifs dans l'entreprise et en dehors d'elle, comme certains accidents rapportés par les médias. L'exigence de qualité et sécurité est aujourd'hui une nécessité. Mais elle a également un coût en entretien du matériel qui ne doit souffrir aucun laisser-aller. Un coût en sensibilisation et formation des chauffeurs. Nous ne nous contentons pas des habilitations réglementaires, ni de faire apprendre les protocoles. Nous formons tous nos nouveaux chauffeurs en double avec un chauffeur expérimenté, et cela peut prendre deux ou trois semaines avant que nous les lâchions en solo. Ces périodes de formation sont coûteuses, mais le résultat, c'est que les chauffeurs qui font de la citerne chez nous sont plus vigilants que les autres, parce qu'ils sont davantage conscients des dangers potentiels de leur cargaison. »

### Anticipation, prévention et retour d'expérience

« Nous avons été audités par Shell et TotalFinaElf, qui nous ont tous deux donné d'excellentes notes. Ce n'est pas le fruit du hasard mais d'un effort rigoureux, méthodique et constant d'anticipation et de prévention. Anticiper, cela veut dire considérer systématiquement tout ce qui peut arriver, imaginer les pires scénarios et réfléchir aux enchaînements de causes qui peuvent entraîner les accidents. Prévenir, c'est prendre un certain nombre de précautions matérielles, mettre en place des méthodes et instaurer des formations. Tirer les leçons de l'expérience, c'est savoir analyser les causes lorsqu'un incident ou un accident s'est quand même produit, et prendre les mesures qui les feront disparaître. Enfin, je voudrais insister sur le fait que la sécurité est une coresponsabilité et qu'elle est l'affaire de tous les acteurs impliqués : donneur d'ordre, transporteur, client. Le donneur d'ordre est responsable du choix de son transporteur et s'il choisit un fournisseur qui ne respecte pas les règles de qualité et sécurité, il porte sa part de responsabilité. À l'autre extrémité de la chaîne, je me sens coresponsable de ce qui se passe chez le client et je demande aux responsables des entreprises chez lesquelles nous livrons du bitume d'imposer avec beaucoup de fermeté le port des équipements de protection à nos chauffeurs. Et nous n'hésitons pas à faire des contrôles inopinés sur les sites de dépotage. Se préoccuper de sécurité, c'est faire plus que ce qui est obligatoire, contrairement à certaines entreprises qui ne font les choses que sous la contrainte et en retard. Du coup, lorsqu'un client nous demande de prendre telle ou telle mesure, nous lui répondons souvent : c'est déjà fait. Et il arrive que l'auditeur d'un client recommande à d'autres entreprises ce qu'il a vu appliquer chez nous. Cependant, il faut rester modeste. Nous avons eu des accidents et nous en aurons encore. Nous avons gagné une partie du combat, mais ce n'est jamais fini. »



# LES EFFETS PERVERS DU CONFORT DE CONDUITE

VÉHICULES PLUS SÛRS, INFRASTRUCTURES PLUS PERFORMANTES... POURTANT L'AMÉLIORATION DU CONFORT DE CONDUITE ABOUTIT PARFOIS À UNE DÉGRADATION DE LA SÉCURITÉ. UNE CONSTATATION QUI DONNE À RÉFLÉCHIR À L'HEURE OÙ LES ROUTES FRANÇAISES DEMEURENT LES PLUS MEURTRIÈRES D'EUROPE.

**EXAMEN DE CONSCIENCE.** Lequel d'entre nous peut-il affirmer être étranger à ces 60% d'automobilistes – et 65% de motards – qui, tous réseaux confondus, enfreignent régulièrement les limitations de vitesse ? Une indiscipline qui est encore plus flagrante en milieu urbain ou périurbain, où les excès de vitesse avoisinent les 80% sur les voies d'entrée et de sortie d'agglomération. Chacun le sait pourtant, et toutes les études concordent sur ce point : la vitesse reste toujours la pre-

mière cause de mortalité sur les routes (un accident mortel sur deux). Dans la moitié des cas, il s'agit d'une vitesse au-delà des limitations. Dans l'autre moitié, la vitesse est inappropriée aux circonstances ou à l'environnement immédiat. Traduit en chiffres, cela signifie qu'avec **8 160 tués** en 2001 et **153 945 blessés**, dont 26 192 le sont gravement, la France bat le record peu enviable de la dangerosité routière européenne<sup>(1)</sup>. Il reste à espérer que les nouvelles mesures annoncées

### 3 QUESTIONS À ...



J.-Michel Guernon

chargé d'études à la Direction de la sécurité et de la circulation routières (DSCR)

Les enquêtes sur les accidents de la route font ressortir qu'outre le comportement du conducteur, l'infrastructure est en cause dans un tiers des cas. N'est-ce pas un peu inquiétant ?

Quand la vie humaine est en question, bien sûr que c'est inquiétant ! Cela dit, notre préoccupation porte moins sur la qualité intrinsèque de l'infrastructure, généralement bonne, que sur la « lisibilité » de la route. L'objectif principal, en matière de sécurité, doit être de contrecarrer les processus conduisant à l'accident. Cette exigence doit prendre en compte tous les aspects

## 3 QUESTIONS À ... (suite)

du bon ou mauvais fonctionnement des systèmes homme-véhicule-environnement, et du système de circulation. Il convient donc d'adapter l'ensemble infrastructure-environnement à l'opérateur humain, avec ses défaillances possibles, pour assurer le meilleur ajustement des comportements à la réalité de la voie. Pour que le conducteur puisse avoir un comportement adapté à la route, celle-ci doit être « lisible ». C'est-à-dire avoir l'air de ce qu'elle est. Dans ce domaine, il y a des progrès à réaliser.

### Plus concrètement, pouvez-vous citer des exemples ?

Sur une petite route, par exemple, ce serait une erreur d'y faire le même marquage que sur une autoroute, parce qu'on risquerait un effet pervers d'augmentation de vitesse. La signalisation n'est pas non plus toujours cohérente avec les caractéristiques de la route. Il faut la rendre crédible et respectable. Autre problème de lisibilité, le raccordement des aménagements routiers neufs au réseau existant : comment organiser la transition afin que les usagers sortant de la nouvelle voie à 110 km/h reviennent à la logique de la route ancienne, sans dépasser 90 km/h.

### Où en est-on exactement dans les progrès que vous comptez réaliser ?

La Direction des routes et la DSCR ont engagé la démarche SURE (Sécurité des Usagers sur les Routes Existantes), qui part de l'analyse de l'accidentologie pour traiter les zones significativement plus dangereuses que la moyenne des routes du même type. Les recherches actuelles portent sur la manière de tenir compte au mieux du comportement des conducteurs et sur la relation de ce comportement avec la caractéristique de l'infrastructure. C'est une affaire de longue haleine, qu'il fallait entreprendre dans le but d'améliorer le réseau routier le plus intelligemment possible et, au bout du compte, de préserver des vies humaines.



La signalisation verticale et la signalisation horizontale contribuent à la « lisibilité » de la route et ont à ce titre un impact fort sur la sécurité. Des progrès peuvent être faits dans ce domaine.

récemment contre la criminalité au volant vont porter leur fruit. Le chemin qui reste à parcourir est d'autant plus complexe que, même si les causes d'accidents liées au comportement humain sont largement dominantes, celles qui dépendent de la conception des véhicules et de l'aménagement des infrastructures existent également.

La sécurité grandissante des voitures procure un sentiment d'aisance que redouble la qualité des chaussées, toujours mieux conçues dans le sens de la diminution de la dangerosité. Mais le taux d'accident demeure, du fait que chaque conducteur hausse d'un cran le niveau de risque qu'il est prêt à assumer. Le conducteur, sensuellement isolé dans son habitacle, avec un sentiment de sécurité et de confort lié à la fiabilité du matériel, n'a pas l'impression de vitesse. Dangereuse illusion.

### Les bandes rugueuses : oui, mais...

« Les bandes rugueuses ne peuvent être à elles seules la solution du problème posé par les points dangereux ou la vitesse excessive. Elles peuvent en revanche faire preuve de bonne efficacité (sur la vitesse et les accidents), si elles sont conjuguées avec les aménagements de sécurité nécessaires », indique une note d'information du Setra. La mise en place de ce dispositif d'alerte statique, composé de bandes en relief, généralement faites d'enduits de grosse granularité, disposées transversalement sur la chaussée et induisant de légères secousses dans les véhicules, s'accompagne obligatoirement d'une signalisation appropriée et de précautions préalables. Exclusivement réservées aux sites dangereux signalés comme tels, les bandes rugueuses ne doivent pas être trop répandues, notamment sur un même itinéraire,

## La montagne moins dangereuse que la rase campagne

Si l'on se fonde sur les derniers résultats des enquêtes REAGIR (Réagir par des Enquêtes sur les Accidents Graves et des Initiatives pour y Remédier) initiées par le ministère de l'Équipement et des Transports depuis 1983, le facteur humain n'est que l'une des composantes des processus générateurs d'accidents. L'infrastructure, pour sa part, intervient dans une proportion significative dans ces processus, soit directement, soit à travers des modifications du comportement des usagers. Les quelque 2 500 enquêtes réalisées chaque année mettent en lumière que le facteur « conception

« afin de leur conserver une bonne crédibilité ». Honnies par les motards, en particulier ceux qui dépassent exagérément les limitations de vitesse, elles peuvent avoir un effet pervers sur les automobilistes, du fait qu'elles « induisent des comportements répréhensibles : franchissement à vitesse très élevée afin d'atténuer la sensation d'inconfort, contournement par la gauche ou par la droite risquant de provoquer un choc frontal ou une sortie de chaussée ». Quant aux bandes rugueuses sonores longitudinales, généralement placées en bordure des bandes d'arrêt d'urgence des autoroutes ou des 2X2 voies, elles visent surtout à remettre dans le droit chemin un usager qui s'écarterait de la chaussée par inattention ou assoupissement. Selon les études, elles n'influent pas sur la vitesse des véhicules.

de l'infrastructure» se retrouve dans environ 35% des accidents. Parmi ceux-ci, 20% ont un rapport avec la configuration de la route et 15% avec les abords (voir « 3 questions à... ») « Des mesures dont on pensait qu'elles étaient de nature à améliorer la sécurité, du fait de certaines qualités techniques du produit ou de l'aménagement mis en œuvre, ont eu en fait des effets nuls ou négatifs sur la sécurité parce qu'elles ont engendré une modification défavorable des comportements », peut-on lire dans « Sécurité des routes et des rues », publié conjointement par le SETRA (Service d'études techniques des routes et autoroutes) et le CETUR (Centre d'études des transports urbains). Paru en 1992, cet ouvrage demeure toujours d'actualité<sup>(2)</sup>. Allant à l'encontre des idées reçues, il met en évidence que « l'augmentation de certains aspects du confort de conduite (confort dynamique



et confort du guidage visuel principalement) offerte en continu sur de longues sections de route s'est souvent traduite par une augmentation des vitesses et une dégradation de la sécurité. Tout se passe comme si les conducteurs compensaient le surcroît de confort, au moins en partie, sous forme d'un surcroît de vitesse ». Les exemples mis en avant sont nombreux. L'un des plus évidents est celui des routes de montagne. La plupart d'entre elles ne répondent pas aux normes classiques en raison de la configuration des lieux, mais elles sont cependant les moins accidentogènes : les automobilistes qui appréhendent le danger n'ont pas besoin de panneaux pour en avoir conscience. Ce qui n'est pas le cas de la rase campagne.

## Des signalisations trompeuses

En milieu rural, il est notamment constaté que les renforcements de chaussées entraînent généralement une hausse des taux d'accidents, du fait de l'augmentation des vitesses pratiquées. Sur les autoroutes, « des évolutions défavorables » ont été relevées après mise en œuvre d'enrobés drainants sur de longues sections (voir encadré) et des équipements d'axes (délinéateurs, réfection des marquages, glissières...) qui semblent avoir un effet nul sur les taux d'accidents, mais entraînent une hausse du taux des tués à relier vraisemblablement à l'accroissement des vitesses et à l'amélioration du guidage. La signalisation et le balisage peuvent également avoir des effets

pervers. Ainsi, « la tentation des aménageurs est parfois grande d'augmenter la longueur des lignes continues sur certaines sections "à problèmes" de routes nationales ou départementales. Le risque est qu'au-delà d'un certain seuil, des usagers finissent par perdre patience et effectuent alors des dépassements d'autant plus dangereux qu'ils ne sont pas attendus par les usagers venant en sens inverse ». En milieu urbain, le remplacement des pavages a donné lieu à une évolution ambiguë, voire légèrement négative de la sécurité : dégradation de la sécurité sur sol sec ; diminution du nombre d'accidents, surtout en intersection, mais augmentation de la gravité, et du nombre d'accidents de piétons, en section courante sur sol mouillé. En définitive, on arrive à ce paradoxe extrême, qui peut paraître décourageant pour les hommes de l'art dont les méthodes et produits sont de plus en plus performants : plus la route se perfectionne, moins elle est potentiellement sûre. Une vision pessimiste, mais qui, au vu de l'hécatombe que nous connaissons, donne à réfléchir à ceux qui construisent ou embellissent. Et à ceux qui en profitent pour appuyer un peu trop sur l'accélérateur. ||

(1) La Sécurité routière en France – Bilan de l'année 2001 (La Documentation française)

(2) Sécurité des routes et des rues, disponible au Setra, 46, avenue Aristide-Briand 92220 Bagneux

## Enrobés drainants : des doutes sur la sécurité

Apparus il y a une vingtaine d'années dans différents pays européens, les enrobés drainants couvrent maintenant plusieurs centaines de millions de mètres carrés de chaussées. Cette technique de couche de surface a révélé différentes qualités, favorisant le confort du conducteur comme celui des riverains, par la réduction des projections d'eau par temps de pluie, et par celle de l'émission du bruit de roulement. Cependant, bien qu'ils limitent considérablement les risques d'aquaplanage, ils créent un sentiment de fausse sécurité : oubliant que la chaussée

reste mouillée, les usagers ont tendance à rouler aussi vite que par temps sec, alors que les distances de freinage restent celles qu'engendre la faible adhérence d'un pneu mouillé sur un revêtement mouillé. Sur autoroute, le respect de la limitation de vitesse à 110 km/h s'impose donc tout autant sur les enrobés drainants que sur les couches de roulement fermées. « Nous ne sommes pas certains qu'ils soient forcément un bien pour la sécurité », confie-t-on à la Direction des routes, qui a commandé au Setra une étude sur ce sujet.

# SOUPLESSE ET RAPIDITÉ DE MISE EN ŒUVRE DES ENROBÉS EN UTILISATION URBAINE

COMMENT TRAITER LES INNOMBRABLES PROBLÈMES QUI SE POSENT AU QUOTIDIEN EN MATIÈRE D'ENTRETIEN DE VOIRIE URBAINE ET DE RÉSEAUX DIVERS : RÉFECTION DE CHAUSSÉES OU DE TROTTOIRS, INTERVENTION APRÈS DES TRAVAUX SOUTERRAINS, AMÉNAGEMENT DE COULOIRS D'AUTOBUS, ETC. ? QUELLES TECHNIQUES ET QUELS MATÉRIAUX CHOISIR ? DEUX EXPERTS EN AMÉNAGEMENT DE VOIRIE NOUS RÉPONDENT.



« **EN VOIRIE** et réseaux divers, je ne fais que des enrobés, car ils sont parfaitement adaptés à un travail nécessitant généralement une très grande rapidité d'exécution à cause des contraintes de circulation, déclare Alain Bonnet-Dupeyron, chef de secteur d'Eurovia où, à partir de Montesson, il a la responsabilité d'un secteur qui comprend le Nord-Est des Yvelines et la quasi-totalité des Hauts-de-Seine. Une fois refroidi, deux à trois heures après avoir été posé selon la température ambiante, un enrobé peut être remis en circulation alors qu'avec le béton, il y a un délai de séchage de sept jours. »

À cet argument choc, les enrobés ajoutent encore bien d'autres avantages liés à leur souplesse. Ils ne se fissurent pas ou ne cassent pas sous le poids des ans, comme le béton, et présentent, s'ils sont posés selon les règles de l'art, un vieillissement uniforme. « Une charge roulante, trop lourde, passant sur une surface non adaptée, par exemple un trottoir, cassera le béton, alors qu'un enrobé se déformera mais résistera. » C'est La Fontaine revisité, avec la fable du chêne-béton et du roseau-enrobé.

« De plus, avec le béton, il n'y a pas de signes pré-curseurs avant la rupture et, quand celle-ci se produit, c'est brutalement. La dalle de béton casse brusquement, sans crier gare, alors que le revêtement en enrobé prévient de sa fatigue en se déformant. »

## Des raccords sur lesquels on peut marcher au bout d'une heure

Sur une période de 20 ans, il y a moins de maintenance pour le béton, reconnaît cependant Alain Bonnet-Dupeyron qui ajoute aussitôt : « Mais en ville, on ne profite guère de cette longévité, car il y a toujours des tranchées à ouvrir et à refermer. » De difficiles, longues et bruyantes opérations de défonçage et d'arrachage avec le béton, suivies de rebouchages qui exigent une semaine de séchage... « Alors qu'il suffit d'enlever l'enrobé sur la partie concernée, puis de faire un raccord sur lequel on pourra marcher au bout d'une heure ou deux et rouler après trois heures... »

Et quand le béton est usé, il faut tout casser et tout refaire, alors qu'il suffit de raboter l'enrobé, sur 3 à 4 cm d'épaisseur, et rajouter un matériau souple comme l'enrobé. « Et l'on repart avec une route toute neuve alors qu'on n'a changé que la moquette. »

Autre avantage des enrobés, ils ignorent les problèmes de dilatation, ce qui n'est pas le cas du matériau concurrent qui nécessite des joints pour absorber les changements dimen-



Mise en place d'ECF, un matériau parfaitement adapté aux interventions en voirie urbaine.

sionnels. Avec le temps, les plaques de béton finissent par se soulever, par « bagotter », selon l'expression d'Alain Bonnet-Dupeyron désignant les claquements caractéristiques des dalles décollées sous le passage des charges.

## Un matériau adapté aux petites interventions

Enfin, les enrobés peuvent être réalisés « sur-mesure » de façon à répondre aux cahiers des charges les plus spécifiques, en jouant sur les courbes granulométriques, la présence d'élastomères, les paramètres du liant (bitume) et même la couleur. On peut, par exemple, utili-

ser un liant résistant aux aspersions d'hydrocarbures pour les stations-service. Ou bien, pour lutter contre l'orniérage des voies réservées aux autobus ou pour éviter le « poinçonnement » causé par les charges statiques sur une plate-forme industrielle, recourir à des enrobés plus résistants, plus durs (mais plus cassants). Ou encore, introduire des pigments rouges, verts ou bleus, pour embellir une « piazza » piétonne ou signaler un arrêt de bus... « Les enrobés, conclut Alain Bonnet-Dupeyron, sont vraiment un matériau parfaitement adapté aux petites et moyennes interventions de voirie urbaine, à réaliser à la demande, rapidement, avec le minimum de gêne. »



## 3 QUESTIONS À ...



**Franck Leroux,**

directeur des services techniques d'Étang-la-Ville (Yvelines).

**En quelles occasions utilisez-vous les enrobés à chaud ou à froid et comment se détermine votre choix ?**

Dans les périodes sans problème d'effectif, nous travaillons avec des enrobés à chaud. Pour cela, nous découpons et purgeons la partie « malade », pour faire l'enrobé. Pour nous, une équipe de voirie comprend une personne dédiée habituellement à ce secteur, généralement aidée par une personne d'un autre service. Dans une petite commune, la polyvalence est de mise. Pendant que l'un fait la découpe, l'autre va chercher l'enrobé. Par contre, si nous sommes pris par le temps pour une raison quelconque, nous utilisons directement un enrobé à froid car avec ce produit, le grand avantage c'est qu'il n'y a pas de découpe à faire. À la mairie, nous nous efforçons d'avoir en permanence de l'enrobé à froid pour les travaux d'urgence. C'est ce que j'appelle des « rustines ».

**Quels sont, pour l'utilisateur que vous êtes, les autres avantages présentés par l'un et l'autre de ces produits ?**

Si sa mise en œuvre est plus contraignante, l'enrobé à chaud tient mieux dans le temps. Les délais sont plus courts ce qui réduit les temps d'intervention. Nous l'utilisons pour les travaux importants. Mais quand nous n'avons pas de budget nous faisons de l'enrobé coulé à froid, en dépannage, afin de maintenir la chaussée en état. L'enrobé à froid permet aussi de faire des opérations par étapes. Par exemple, lors de l'été 2001, nous avons eu une importante rupture de canalisation de 200 mm de diamètre de la Lyonnaise des Eaux, formant un cratère. L'eau a emporté une demi-chaussée sur 100 m de voirie. La Lyonnaise en a repris une partie et nous avons fait un tapis global en ECF en attendant les finisseurs.

**Ce « dépannage » accordé à la chaussée un sursis de quelle durée ?**

Nous n'avons pas assez de recul pour déterminer la durée de vie des ECF. Ici, les premiers ont été faits il y a quatre ans et ça tient toujours. Avec le temps et un peu d'usure, on ne voit même plus la différence avec le reste de la chaussée.