

# bitume.info

AMÉNAGER, CONSTRUIRE, INNOVER  
N° 8 - SEPTEMBRE 2004

## LA ROUTE La meilleure façon de marcher



**GPB**  
Groupement  
Professionnel  
des Bitumes



### CHANTIERS

Enrobés clairs :  
que la lumière soit  
dans les tunnels



### RECHERCHE

Le recyclage  
à froid des  
enrobés routiers



### LA ROUTE

Élargir les autoroutes  
pour maintenir  
la fluidité du trafic



p.4



p.7



p.15



p.10



p.12

## .CHANTIERS

- 4 Taxiways pour avions géants
- 7 Un chantier exemplaire pour une autoroute de qualité
- 10 Les enrobés clairs : que la lumière soit

## .RECHERCHE-INNOVATION

- 12 Le recyclage à froid des enrobés routiers

## .LA ROUTE

- 15 La meilleure façon de marcher
- 18 Élargir les autoroutes

## Connaître les émulsions de bitume et leurs applications

Un stage de formation de quatre jours, organisé à l'École nationale des Ponts et Chaussées, dans le cadre de la formation permanente des professionnels des travaux publics, aura lieu du 16 au 19 novembre 2004. Ce stage embrasse les émulsions dans l'ensemble de l'industrie routière, depuis la théorie jusqu'à la fabrication et l'application. Il s'intéresse en particulier aux possibilités qu'offrent les émulsions pour faire face aux contraintes du développement durable (cf. pages 12 à 14 de ce numéro, notre article sur le projet européen SCORE). "Pour trop de professionnels des TP, l'émulsion relève d'une technique obsolète, car les premières émulsions ont été appliquées dès 1904, pour abattre la poussière sur les routes, explique Bernard Lombardi, directeur du GPB, co-animateur de ce stage. En réalité, les émulsions de bitume offrent toute une gamme de produits hautement technologiques, enrichis de connaissances scientifiques nouvelles et qui ouvrent des perspectives très intéressantes dans le cadre des économies d'énergie et de matériaux."

## Visite du Président de l'Asphalt Institute

Le Président de l'Asphalt Institute, Peter T. Grass, rendra visite aux différentes instances françaises du bitume, notamment au GPB, au cours de la première semaine d'octobre. L'Asphalt Institute est la plus ancienne et la plus importante association américaine rassemblant producteurs, industriels et utilisateurs de bitume. Avec plus de 80 membres, elle représente environ 90 % de la production domestique annuelle de bitume aux Etats-Unis et plus de 90 % du marché canadien. L'Asphalt Institute s'est donné pour mission de promouvoir l'utilisation, les avantages et les performances de bitume à travers une série d'actions, qui vont de la recherche scientifique jusqu'au marketing, en passant par les développements techniques, la recherche de normes de qualité et les études d'impact sur l'environnement. Ancien élève des universités du New-Hampshire et de Georgie, Peter Grass est membre de l'American Society of Civil Engineers et de l'Association of Asphalt Paving Technologists.

Bitume.info • Revue périodique 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 / Tel. : 01 40 53 70 10 / Fax : 01 40 53 70 49 / www.bitume.info / Mél : contact@bitume.info

Directeur de la publication : Philippe Dewez, Rédacteur en Chef : Bernard Lombardi. Conception et réalisation : Images et Formes. Ont participé à la réalisation de numéro : les membres du GPB (BP, EssoMobil, Nynas, Repsol-YPF, Shell, Total), Jean-Pierre Sergent • Crédits photographiques : Eurovia, Airbus Industrie, GPB, Cofiroute, Shell - Im Media Res Production, Nynas, Eric Bernard, Laporte, Corbis • Dépôt légal : Septembre 2004. ISSN 1764-6790. Diffusion gratuite.

## Les énergies du futur et l'environnement

Les Journées du pétrole, organisées conjointement par l'Association des Professionnels et des Techniques du pétrole (AFTP), le Comité d'Etudes Pétroliers et Marins (CEP&M) et le Groupement des Entreprises Pétrolières (GEP), se dérouleront les 20 et 21 octobre 2004, au Palais des Congrès de la porte Maillot, à Paris.

Après la tenue à Sidney du Congrès mondial de l'énergie, qui a abordé les défis que va poser au cours du nouveau millénaire l'accès à une énergie abondante, également répartie et non destructrice de l'environnement, les Journées du pétrole mettront l'accent sur le rôle central que joue l'énergie dans le développement

durable. Tels sont les thèmes des séances plénières : "La défense de notre environnement et notre responsabilité" et "Énergies du futur et environnement".

En sessions restreintes, les conférenciers traiteront de questions plus techniques qui témoignent de la généralisation des préoccupations environnementales chez les professionnels du pétrole comme : "Le raffinage face aux nouveaux défis de l'environnement" ou "Valorisation du gaz et protection de l'environnement". Claude Allègre, ancien ministre de l'Éducation et de la Recherche, apportera sa contribution en brossant le tableau des étroites relations qui unissent "La science et l'énergie".

## La journée technique des maires de Gironde

Dans le cadre de ses programmes de formation des élus locaux, l'association Mairie 2000 organise une Journée technique pour les maires de Gironde, lundi 25 octobre 2004 de 14 h à 17 h.

Cette journée aura pour thème l'aménagement urbain et la sécurité routière. Les rues n'obéissent pas à la même logique que la route, du fait de leur utilisation en milieu urbain, sur de courtes distances, par des véhicules de toutes catégories et par un grand nombre de piétons. Aménager la voirie de façon à assurer la sécurité des usagers de l'espace public et la tranquillité des riverains est devenu une priorité pour les responsables municipaux. La création de cheminements séparés, pour les automobiles, les véhicules de livraison, les cyclistes, les piétons et les personnes à mobilité réduite est à l'ordre du jour.

Pour y parvenir, les aménageurs de la voirie urbaine ont recours à différents moyens : utilisation systématique de mobiliers urbains (barrières, bornes, potelets, etc.), signalisation horizontale des voies à vitesse réduite, le marquage visuel des territoires (voies pour les automobiles, couloirs de circulation des bus, voies cyclistes, trottoirs et passages pour les piétons, aires d'arrêt et de stationnement...), différenciation tactile pour les personnes à la vue déficiente (dalles podotactiles), etc.

L'abondance des matériaux bitumineux disponibles, enrobés et asphaltes noirs, clairs et colorés, particulièrement bien adaptés au marquage horizontal et à la différenciation visuelle des zones de circulation, joue en faveur du développement de ces nouveaux moyens pour renforcer la mobilité et le confort dans les zones urbaines.

## Pour un choix rationnel



**Contribuer au choix rationnel entre différentes solutions techniques est une mission normale des associations. Ce qui l'est moins, c'est de publier dans un article récent paru dans Route-Actualité des arguments cherchant à dénigrer un produit concurrent en répandant, via la presse, des informations sans relation avec le problème à résoudre, à savoir, la sécurité des usagers dans les tunnels en cas d'incendie.**

**L'actualité récente a rappelé que les incendies constituent toujours des désastres, malheureusement souvent responsables des pertes de vies humaines. A tout moment, l'homme de l'art doit analyser ce qui s'est passé et en tirer une leçon pour l'avenir. Dans le cas particulier des tunnels, des experts se sont penchés sur les causes des décès et à aucun moment les matériaux qui constituent l'ouvrage, tels que les enrobés bitumineux ou le béton, n'ont été identifiés comme source, directe ou indirecte, des drames.**

**Il est donc extrêmement regrettable d'utiliser dans une communication récente, une étude de l'Université de Cergy-Pontoise, mélangeant allègrement les fausses découvertes et la confusion des sujets pour fourvoyer le public au nom de la science et de la raison.**

**Non l'enrobé bitumineux ne s'enflamme pas, oui l'enrobé bitumineux brûle tout comme le béton se décompose lorsqu'il est chauffé à des températures très élevées. Malheureusement, à ce moment-là, les victimes sont déjà décédées des suites de la combustion des véhicules et de leur chargement.**

**La Science est une clef importante du progrès mais à la double condition qu'elle trouve quelque chose de nouveau et qu'elle traite un sujet pertinent. Nous savons depuis longtemps que la combustion de produits riches en carbone est exothermique et qu'elle génère des gaz toxiques, tel que le CO, le rappeler ne constitue pas une découverte. Les matériaux de construction, nous le répéterons autant qu'il sera nécessaire, ne sont pas la cause des décès. Les progrès pour la sécurité des usagers dans les tunnels viendront par l'amélioration de la prévention et une plus grande maîtrise des incendies, ainsi que par une refonte des systèmes d'évacuation.**

**Utiliser une telle étude pour créer une fausse polémique et la répandre à l'étranger est une double faute car elle détourne les énergies des vrais enjeux de sécurité et entame la réputation de la technique française.**

**Cette démarche nous semble inacceptable au XXI<sup>e</sup> siècle et en opposition avec notre mission : le progrès pour tous. Travaillons, étudions, essayons, basons-nous sur les faits. Le progrès suivra.**

**Philippe Dewez**  
Président



Les taxiways du site d'assemblage Aéroconstellation, où les éléments de l'Airbus A380 arrivent en provenance de quatre pays européens.

# Taxiways → pour avions géants

Pour faire circuler l'avion le plus lourd du monde à la sortie de la plus grande usine d'assemblage aéronautique jamais construite à Toulouse-Blagnac, il fallait des solutions techniques hors du commun. Encore une fois, les enrobés bitumineux ont montré leurs capacités à s'adapter à des contraintes exceptionnelles.

Parmi les défis que représentait le projet Airbus A 380, la réalisation des infrastructures d'assemblage du futur avion de transport géant et des voies de service, dans des délais extrêmement courts, n'était pas un des moindres. Quelques chiffres pour en juger : sur 260 ha d'emprises, environ 170 000 m<sup>2</sup> de bâtiments, dont le principal représente 100 000 m<sup>2</sup> d'un seul tenant, 150 000 m<sup>2</sup> de parkings, 225 000 m<sup>2</sup> de taxiways, des investissements publics et privés pour un montant de près de 600 M€. De la fin 2000, date de la création de la ZAC, à avril 2004, début de l'assemblage du

premier A 380, il n'aura pas fallu quatre ans aux centaines, voire aux milliers d'ouvriers, de techniciens et d'ingénieurs appartenant à une multitude d'entreprises, pour réaliser ces infrastructures. Les 225 000 m<sup>2</sup> de taxiways, destinés au déplacement à basse vitesse de l'avion depuis le hall d'assemblage jusqu'à la piste d'envol, en passant par les différents ateliers de finition, ont été réalisés entre septembre 2003 et juin 2004, par tranches de 20 000 à 30 000 m<sup>2</sup>, à la moyenne quotidienne de 5 000 m<sup>2</sup>/jour, en même temps que le reste des infrastructures, au prix d'un phasage rigoureux des interventions.

## Une solution bitume plus souple, performante et moins chère

Comme c'est encore (trop) souvent le cas en aéronautique, la première solution envisagée pour les taxiways était à base de liant hydraulique. "Les enrobés bitumineux ont cependant prévalu, constate Thierry Louge, responsable chantiers SETEC TPI, le bureau d'ingénierie maître d'œuvre du projet. Et cela, pour plusieurs raisons. La première, c'est la rapidité et la souplesse de mise en œuvre, qui ont permis un gain de temps considérable. Un enrobé bitumineux permet la remise en circulation des véhicules dès qu'il a refroidi, i.e. quelques heures après son compactage. La seconde, c'est la qualité des produits, bien connus et normalisés, qui répondent parfaitement aux contraintes techniques. Et la troisième, qui n'est pas la moindre bien qu'elle ne soit pas en première considération, c'est l'économie : même en intégrant les coûts d'entretien à long terme, ce que nous avons fait, nous étions gagnants avec les enrobés qui sont, il faut le souligner, garantis pour dix ans."

**// Les enrobés bitumineux ont prévalu à cause de leur souplesse de mise en œuvre et de la qualité normalisée des produits utilisés. //**

Le dimensionnement de la chaussée, comme on peut le comprendre s'agissant d'une structure qui allait devoir supporter le roulement à basse vitesse de l'avion le plus lourd jamais mis en circulation, a fait l'objet de calculs minutieux. Effectués conformément aux spécifications de l'Instruction technique sur les aérodromes civils (ITAC) du Service technique des bases aériennes (STBA), ces calculs devaient prendre en compte les dimensions "hors normes" du nouvel avion. Pour s'assurer que les coefficients de sécurité seraient suffisants et les limites jamais atteintes, les résultats trouvés par les ingénieurs par la méthode des éléments finis firent l'objet d'une vérification expérimentale sur une planche d'essais. Le simulateur de train d'atterrissage du STBA fut modifié afin d'obtenir une charge de 30 tonnes par roue dans une configuration représentant les atterrisseurs de l'A 380 constitués de 20 roues exerçant une pression de 28 tonnes chacune, réparties en deux trains de 6 et 4 roues, sans compter la roulette de nez.

La série d'essais sur la planche d'enrobé fit la preuve expérimentale que le dimensionnement prévu était réaliste et que les coefficients de sécurité étaient suffisants.

## Dimensionnement à la mesure d'un avion hors normes

Pour répondre aux contraintes dynamiques provoquées par le roulage à basse vitesse de cette masse de près de 600 tonnes, fragmentée en roues très rapprochées les unes des autres, il fallait une structure à la fois résistante, pour supporter la charge statique, souple pour répartir les efforts dynamiques et anti-orniérante pour ne pas se déformer en surface. Il fallait aussi qu'elle puisse rester insensible aux déversements accidentels d'hydrocarbures...

Le dimensionnement a été calculé en fonction des plus fortes contraintes, correspondant à la circulation des avions entièrement équipés avec le plein de carburant. La structure retenue est une multicouche qui comprend de bas en haut : la couche de fondation, de 28 cm, en grave traitée

au liant hydraulique (classe 4), une couche anti-remontée de fissures de 2 cm en sable-bitume 0/6, 2 couches de base, respectivement de 8 cm et 9 cm en grave-bitume 0/14 (classe 4), et la couche de roulement de 8 cm en béton bitumineux

## Zoom sur...



## Simulateur d'atterrisseur

Pour dimensionner la chaussée, la SETEC, chargée des études, a fait appel au simulateur de train d'atterrissage du Service technique des bases aériennes.



Aucune imperfection ne pouvait être acceptée sur cette chaussée aéronautique, pour laquelle la compacité était un élément essentiel de sa résistance aux contraintes exercées par des avions de près de 600 tonnes.

aéronautique 0/14, anti-orniérante et anti-kérosène. Les couches d'accrochage ont été réalisées à l'émulsion (65 %) de bitume classique 70/100.

"Une des particularités de cette structure consiste en l'introduction d'une couche anti-remontée de fissures, observe Denis Bertaud, directeur technique du laboratoire Eurovia Sud-Ouest, responsable de la formulation et des contrôles qualité. La couche de forme en grave traitée au liant hydraulique a la propriété de se fissurer lorsqu'elle fait prise. Pour éviter des fissurations anarchiques, nous avons utilisé un procédé breveté par nous, Olivia®, qui organise et contrôle leur orientation. Et pour empêcher leur transmission aux couches supérieures, nous avons introduit une couche intermédiaire de sable-bitume, riche en bitume-polymère (10 %), fabriquée à base de polybitume SX50 modifié aux élastomères, selon un procédé maison également, Viasaf®.

Enfin, dernière particularité, l'utilisation d'un autre bitume spécial, modifié aux plastomères, le PX50, pour la couche de roulement anti-orniérante et anti-kérosène, selon notre nouveau procédé Kerovia®." ●●●

## Un bitume de nature chimique spécifique et modifié par des polymères

Le liant entrant dans la composition du PX50 est un bitume Nynas, en provenance du Venezuela, fourni à partir du dépôt que possède la firme à Bayonne. *“La nature chimique spécifique de ce bitume, liée à son origine, lui confère des propriétés uniques. S’il se comporte comme n’importe quel bitume pour des formulations d’enrobés standard, sa spécificité prend toute sa mesure dans la modification par les polymères, qu’il s’agisse des élastomères ou des plastomères, fait observer Thierry Castaillet, ingénieur bitume Nynas pour les régions Sud-Ouest et Atlantique. Pour des questions de stabilité et de viscosité du liant modifié notamment, il est choisi par nos clients comme base pour des bitumes fortement modifiés destinés à des réalisations devant faire face à des contraintes particulièrement élevées, comme le sont celles rencontrées à Toulouse-Blagnac.”*

Pour les fabricants de bitume (Nynas et Total, pour le bitume classique), le challenge fut de livrer

## // Un bitume adapté à des réalisations devant faire face à des contraintes particulièrement élevées. //

les quantités nécessaires (jusqu’à 150 t/jour), respectivement aux usines Emulsion des Pyrénées, à Tarbes, et Liants du Sud-Ouest, à Périgueux, un exercice auquel ils sont rompus, avec l’aide des transporteurs spécialisés.

Pour Eurovia, il y avait deux défis. Le premier était celui de la qualité et de la régularité de la production dans ses usines de liants, dont le contrôle était assuré par le laboratoire régional d’Eurovia. Comme les autres maillons de la ligne de production, le poste d’enrobage mobile installé à Blagnac fit également l’objet d’un sévère contrôle qualité par le laboratoire de l’entreprise : vérification de la conformité des bitumes et granulats à l’arrivée, mesures de température en cours de fabrication et analyse des enrobés au chargement dans les porteurs. *“Pour nous, il s’agit d’un chantier de référence à résonance européenne,*

*et nous ne pouvions nous permettre aucune imperfection, souligne Michel Magaud, directeur d’Eurovia Liants Sud Ouest. Aussi avons-nous adopté une démarche très rigoureuse sur le plan de la technique et de l’organisation.”*

## La fierté de participer à un projet phare

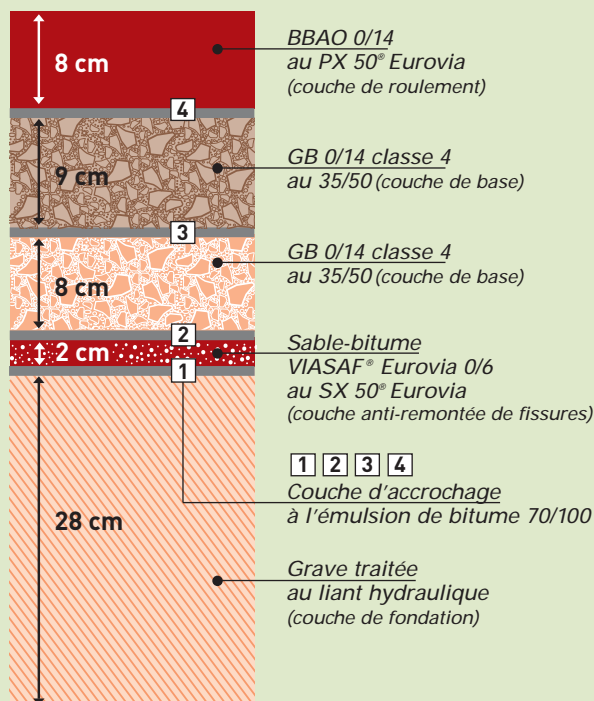
Sur le terrain, la principale difficulté de mise en œuvre provenait de la co-activité avec les nombreux chantiers simultanés sur le site d’Aéroconstellation, conduits et exécutés par un grand nombre de bureaux d’études et d’entreprises. Sur les 260 hectares de la ZAC, édification des bâtiments, création de la voirie, installation du réseau de conduites pour les fluides, etc., et construction des taxiways ont été menées de pair. Dans les moments les plus intenses, plus de 2 000 personnes travaillaient en même temps sur les divers chantiers. *“Cela a exigé un phasage très précis, entraînant parfois quelques acrobaties logistiques, explique Alain Simon, chef de l’agence Eurovia de Toulouse. Les réunions de synthèse hebdomadaires ne suffisaient pas toujours et il fallait parfois adapter le programme de travail à la situation réelle au jour le jour. Dans ces situations, la souplesse d’utilisation des produits bitumineux constitue un atout précieux...”*

Autre difficulté, la précision requise pour le profil en long et le profil transversal, dont la pente doit être comprise entre 0,5 et 1 % (au remorquage, selon les spécifications du STBA, un avion ne doit pas rouler sur une pente supérieure à 1,5 %). La complexité de la géométrie du taxiway, avec ses nombreux raccordements aux bâtiments, aux aires de stationnement et aux pistes, a parfois, de l’aveu de l’ingénieur travaux, Ahmed El Amri, rendu les choses *“un peu difficiles”*.

*“Mais nous avons réussi un chantier sans une seule anomalie, comme l’ont montré les contrôles techniques sur les bitumes et les enrobés à réception, en cours de fabrication et après mise en œuvre, ajoute-t-il. Et pour chacun de nous, cela a été une grande fierté de participer à un projet phare, dont nous avons pu mesurer toute la signification lorsque nous avons vu arriver les éléments du premier A 380 et, plus tard, quand nous avons pu le contempler roulant lentement et majestueusement pour gagner le hangar où sa résistance allait être testée, sur une section du taxiway que nous venions de réaliser.”* ■

## Fiche technique

### Structure de la chaussée d’un taxiway



### Matériaux

#### Bitumes modifiés

PX 50® et SX 50® Eurovia

#### Bitumes de base

Total AZALT 35/50

Nynas 70/90E

#### Granulats

Granulats alluvionnaires de la Garonne

Sablières Malet

Sablières Razel

### Intervenants

#### Maître d'ouvrage :

Communauté d'agglomération du Grand Toulouse - SETOMIP

#### Maître d'œuvre mandataire :

SETEC TPI

#### Bureaux d'études :

SETEC, Terrasol, Eurovia

#### Entreprises : Eurovia et Malet



L'A29 ouverte à la circulation à la fin de l'année

# Un chantier exemplaire pour une autoroute de qualité



**Respect de l'environnement et prévention des risques d'accident, telles ont été les règles de conduite qui ont prévalu pour la construction des 58 km de chaussée de l'A 29 reliant Amiens à Neufchâtel-en-Bray. Une nouvelle infrastructure qui doit beaucoup aux dernières techniques des enrobés bitumineux.**



*Un chantier particulièrement soigné, depuis la conception du tracé jusqu'à la qualité de l'uni et du profil en long.*



Conçue pour relier la Picardie aux ports normands et à l'Europe, vers le Nord et l'Est, la liaison autoroutière A29 entre Neufchâtel-en-Bray et Amiens débouche par l'A28 et l'A16 sur le réseau qui mène à Londres, Bruxelles, Paris, Francfort, Cologne... Elle rendra plus proches également la Normandie, la Bretagne et la façade Atlantique. L'élaboration de son tracé par la Sanef, maître d'ouvrage, a fait appel à un outil de conception déjà utilisé pour l'A29 Est et l'A16 Nord, le Plan Objectif Environnement, visant à intégrer le plus en amont possible les contraintes environnementales.

La nouvelle autoroute est ainsi caractérisée par une emprise au sol étroite et des solutions techniques réduisant l'impact sur l'environnement, notamment avec la présence d'un dispositif complet de recueil des eaux de ruissellement avec bassins de décantation et de confinement des rejets accidentels polluants, passages pour animaux, rétablissements d'itinéraires pour cavaliers, cyclistes et randonneurs.

*"Nous avons voulu placer ce chantier sous le signe du respect de l'environnement, explique Dominique Demeilliers, responsable de la construction Sanef. C'est pourquoi, par exemple, nous avons privilégié le transport des 750 000 tonnes de granulats par chemin de fer. C'est pourquoi aussi nous avons fait installer les postes d'enrobage sur les emprises de nos futures aires de repos et de services, afin de minimiser l'impact sur les terres agricoles. Et c'est ce qui nous a fait préférer à la solution de base évolutive GB/GB/BB prévue au cahier des charges, une solution définitive EME/EME/BB, plus économe en matériaux, en transport et en énergie, proposée par l'entreprise."*

## La souplesse des liants bitumineux

Le chantier de l'A29, une 2 x 2 voies, a été divisé en deux lots, situés de part et d'autre du viaduc d'Aumale, un ouvrage de 755 m de longueur qui franchit la vallée de la Bresle. Le lot 1, côté ouest, mesure 22 km, tandis que le lot 2, à l'Est, en fait 36. ●●●



Un poste de dépotage conforme au regard des recommandations de sécurité.

●●● Les travaux de chaussée ont commencé en avril 2003 et se terminent en octobre 2004, pour une ouverture à la circulation en janvier 2005 au lieu de mai 2005, comme prévu dans le calendrier initial. *“La décision d’ouvrir plus tôt que prévu l’autoroute à la circulation nous a obligés à raccourcir de façon significative le calendrier de réalisation de la chaussée, observe Dominique Goupil, responsable Appia du lot 2. Il a notamment fallu poser au plus tôt une couche d’enrobés pour protéger les couches de forme des possibles gelées hivernales. Heureusement, la rapidité et la souplesse de mise en œuvre des enrobés rendaient le défi possible.”*

La nécessité de démarrer les travaux de chaussée alors que les terrassements n’étaient pas terminés, ni sur un lot ni sur l’autre, représentait une vraie difficulté en termes d’organisation et de logistique et une contrainte dans le domaine de la sécurité.

*“Nous sommes d’autant plus fiers de notre réussite finale, ajoute Laurent Chivet, directeur de travaux d’Appia, que le cahier des charges était particulièrement contraignant en matière de performances environnementales et que nous nous étions assignés des objectifs élevés dans le domaine de la sécurité.”*



Le balisage de la circulation des camions témoigne d’un effort important pour assurer les meilleures conditions de sécurité.

## La logistique bitume au service des constructeurs

Les usagers des autoroutes ne le savent pas assez : le succès d’un chantier autoroutier dépend d’abord de sa logistique d’approvisionnement. S’agissant de la réalisation d’une structure mince, comme ce fut le cas pour l’A29, faisant appel aux matériaux et aux techniques les plus avancés, en particulier les enrobés à module élevé exigeant des bitumes durs, cette tâche n’est pas toujours facile. *“Notre défi aura été de fournir chaque jour, juste à temps, les quantités de bitume dur Modulotal nécessaires à notre client, souligne Céline Fouriez, Ingénieur Bitume chez Total. Ce n’était pas évident, car notre raffinerie de Normandie, près du Havre, n’a pas une capacité illimitée de production de ce bitume. De plus, elle utilise ce produit comme base pour fabriquer le reste de notre gamme de bitumes. Pour faire face aux pics de consommation sur le chantier tout en ne bloquant pas le reste de la production, nous avons dû faire appel à notre raffinerie de Feyzin, à 600 km de distance, en renfort de notre source principale distante seulement de 120 km. Cette solution, prise en accord avec Appia et la Sanef, nous a permis de livrer notre bitume dur à la cadence de 20 camions par jour et de permettre ainsi aux deux chantiers de progresser simultanément à leur vitesse maximale.”*

## Un chantier organisé pour un maximum de sécurité

Chaque lot comportait sa centrale d’enrobage, dans et à proximité de laquelle régnait une circulation intense de camions, de semi-remorques et d’engins. *“Une grande attention a été apportée aux aspects sécurité, souligne Dominique Goupil, et, en accord avec notre fournisseur bitume, nous avons tout particulièrement soigné le plan de circulation des camions, de façon à ce que les citernes de bitume ne risquent pas d’entrer en collision avec les porteurs d’enrobés ni avec les chargeurs de granulats qui opèrent sur une aire entièrement séparée.”*

Pour le visiteur sensibilisé par le récent rapport du GPB sur la sécurité dans les sites de dépotage, les installations mises en place dans les postes d’enrobage étaient des modèles du genre : pompe aspirante, extincteur, douche, signalisation claire de la circulation, étaient ici bien en place. Et le comportement des chauffeurs, descendant en short et en T-shirt de leur cabine pour revêtir l’intégralité de leur équipement de protection individuelle, combinaison en coton à manches

## // Un chantier exemplaire où s'expriment nos objectifs dans les domaines de la qualité, de la sécurité et du respect de l'environnement. //

longues, bottes, gants et casque à visière, avant de s'emparer du flexible de raccordement, nous a paru exemplaire.

*"Cela a représenté un long combat contre les mauvaises habitudes, mais nous y sommes parvenus, avec l'aide des transporteurs et du fournisseur de bitume, explique Alexandre Cauwet, responsable sécurité chargé de la sensibilisation et de la prévention sur le lot 2. En quelques années, les mentalités ont changé et la fréquence des accidents ainsi que leur taux de gravité ont significativement baissé."*

D'autres mesures mises en œuvre sur le chantier de l'A29 témoignent du souci de protection de l'environnement, comme la construction en dur des murets de protection et des bassins de récupération des rejets accidentels, qu'on rencontre habituellement dans les postes fixes, l'installation d'un tri sélectif des déchets ou la décision de ne brûler que du fioul à basse teneur en soufre...

*"Il y a quelques années, les travaux de chaussée*

### DPS Finisseur

Le système de guidage DPS permet d'asservir l'altimétrie et la pente de la table d'un finisseur en temps réel par rapport au projet mathématique. La machine est équipée d'un prisme 360° et d'un inclinomètre. Un théodolite vidéo-asservi installé sur un point connu mesure en permanence sa position dans l'espace. Un logiciel, installé sur un ordinateur monté sur la machine, centralise les informations et calcule en temps réel tous les paramètres et asservissements qui sont injectés à l'hydraulique de la machine grâce à un automate de régulation.

Une visualisation graphique permet à l'opérateur de suivre l'évolution de la machine ainsi que divers paramètres tels les écarts par rapport au théorique, la vitesse, le calcul des cubages...

commençaient lorsque les terrassiers étaient partis, observe Laurent Chivet. Aujourd'hui, terrassiers et applicateurs d'enrobés travaillent avec un décalage de trois mois seulement : le terrassement a démarré en février 2003 et s'est achevé fin juin 2004, nous avons commencé à intervenir sur la chaussée en octobre 2003 et nous aurons terminé en septembre 2004." Grâce à une concertation étroite entre les responsables du terrassement et ceux de la pose de la chaussée, facilitée par leur appartenance au même groupe Eiffage, les problèmes de phasage et de contraintes logistiques générés par la co-activité ont en effet été bien maîtrisés.

La mise en œuvre des enrobés a fait appel à des finisseurs grande largeur Vögele 2500, équipés d'un alimentateur et d'une table HPC, capables de poser en une seule passe une demi-chaussée (10,30 m) à la cadence de 600 t/h pour chaque chantier. L'alimentateur, qui évite à l'engin de s'arrêter pour recharger, élimine les raccords correspondant aux points d'arrêt. Et la table à haut pouvoir de compactage (HPC) pose l'enrobé avec une compacité proche de 90 %, (au lieu des 85 % habituels). Cette amélioration de 5 points permet d'atteindre la densité recherchée de 95 % avec des compacteurs à double bille CC 501 uniquement, sans recourir aux engins à pneus.

La qualité des profils en long et en travers, est d'abord assurée par la précision topographique du terrassement, puis, au fil des couches successives d'enrobés, par la mesure et la correction des épaisseurs effectuées en temps réel pendant l'avancement des finisseurs grâce au système de guidage DPS (Driving and Positioning System) qui asservit l'altimétrie et la pente de la table en temps réel (voir encadré).

L'uni longitudinal, qui correspond à l'ensemble des irrégularités ou défauts de surface que rencontre un véhicule sur la chaussée lors de son roulage, a été évalué au moyen d'un analyseur de profil en long (APL), mis au point par le Laboratoire des Ponts et Chaussées, et le résultat des mesures annonce un uni de qualité exceptionnelle.

*"Un chantier exemplaire, où s'expriment bien nos exigences et nos objectifs dans les domaines de la qualité, de la sécurité et du respect de l'environnement, résume Dominique Demeilliers. Un résultat auquel nous sommes parvenus grâce aux performances des matériaux d'aujourd'hui, particulièrement des bitumes spéciaux, et à l'excellence d'une entreprise qui a su innover." ■*

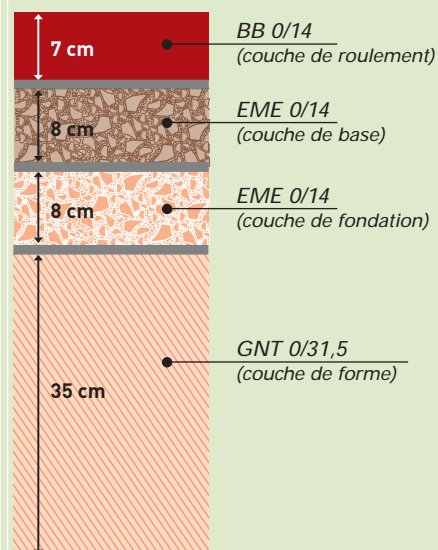
Première couche d'EME posée sur la GNT 0/31,5.



### Fiche technique

#### Profil en travers type section courante déblai 2 x 2 voies en zone non déversée

#### Détail de la structure



#### Enrobés

- BB à base de bitume AZALT 35-50 (Total) et Porphyres de la Roche Blain (14)
- EME à base de bitume dur MODULOTAL 10/20 (Total) et calcaires du Boulonnais et de la Vallée Heureuse

#### Quantités

Bitume pur pour les 38 000 t (dont 23 000 t de bitume dur)  
Granulats : 720 000 t

#### Intervenants

**Maître d'ouvrage :** SANEF  
**Maître d'œuvre :** SCETAURROUTE  
**Coordonnateur Santé Sécurité :** Véritas  
**Entreprise :** APPIA  
**Laboratoires :** CEBTP, Technologies Nouvelles  
**Transporteurs :** SAMAT, LOHEAC, SNCF



L'utilisation d'enrobés clairs pour la chaussée du futur tunnel de l'A86 contribuera au confort visuel des conducteurs et à la sécurité.



# Les enrobés clairs : que la lumière soit



**Les revêtements bitumineux à base de liants clairs s'imposent de plus en plus dans toutes sortes d'aménagements urbains et architecturaux pour leurs qualités esthétiques. Ils ont également trouvé une terre d'élection dans les tunnels routiers, où ils contribuent à améliorer considérablement la sécurité.**

Le choix d'enterrer les derniers kilomètres du super périphérique de l'Ile-de-France, pour préserver le Bois de Fausses Reposes et les communes résidentielles alentour, n'a pas été sans inquiéter certains qui gardent en mémoire la catastrophe du tunnel du Mont-Blanc, en mars 1999. Mais tout, explique-t-on chez Cofiroute, maître d'ouvrage, a été mis en œuvre pour faire des futurs tunnels de l'A86 (il y en aura deux, d'une longueur totale de 10 km, l'un réservé aux véhicules légers, l'autre accessible également aux poids lourds) les plus sûrs jamais construits. Depuis la conception générale, voies uniques superposées, circulations séparées selon les types de véhicules, jusqu'aux systèmes de détection des anomalies et d'alerte, en passant par le niveau d'éclairage et la qualité du revêtement routier, tout a en effet été soigneusement étudié pour offrir le niveau maximal de sécurité dans cet ouvrage, le premier d'une nouvelle génération de tunnels routiers. Le choix d'un enrobé bitumineux pour la chaussée de ces tunnels de haute sécurité ne pouvait laisser indifférent, alors que courent encore certaines rumeurs infondées sur la possible contribution du bitume à l'ampleur des dégâts en cas d'incendie dans un tunnel.

## Un choix guidé par des raisons de sécurité

C'est précisément au nom de la sécurité que les ingénieurs de Cofiroute ont choisi de réaliser les chaussées en enrobés clairs, à base de liant de synthèse incolore. L'intensité photométrique à l'intérieur du tunnel a fait l'objet d'études spécifiques très poussées. Elles ont montré que la fatigue des conducteurs est diminuée – et le niveau de sécurité renforcé – si l'on maintient un niveau d'éclairage moyennement élevé, présentant peu de contrastes. La chaussée comme les parois seront de couleur claire, diffusant une lumière douce, proche de la lumière du jour par temps voilé. Les enrobés clairs de la chaussée, dont les performances photométriques augmentent le niveau de luminosité à l'intérieur du tunnel et multiplient par trois la visibilité par rapport aux revêtements traditionnels en "noir", contribueront à l'homogénéité de l'éclairage, accentuant l'impression de clarté diurne pour faire oublier aux automobilistes qu'ils ne circulent pas en plein air. Leur utilisation permettra en outre de réaliser de substantielles économies d'énergie, que l'on peut évaluer jusqu'à 30 %, grâce à la réduction de l'éclairage qu'elle autorise. Pour diminuer encore la fatigue et le stress des conducteurs, les enrobés à base de liant clair seront réalisés dans une granulométrie fine pour rendre la conduite plus silencieuse sans diminuer les qualités d'adhérence de la chaussée.



Pose d'enrobés clairs dans un tunnel de l'A08 du contournement de Nice : les mêmes souplesse et rapidité de mise en œuvre que les enrobés noirs.

## Des enrobés clairs dans les tunnels de la Côte d'Azur

Si les tunnels de l'A86 constitueront bientôt le nec plus ultra en matière de sécurité, il existe déjà de nombreux ouvrages qui ont fait appel, au cours de la décennie écoulée, aux enrobés clairs. C'est le cas, par exemple, de plusieurs tunnels réalisés pour la Société des autoroutes Esterel, Côte d'Azur, Provence, Alpes (Escota), qui préconise l'usage exclusif des enrobés clairs pour ses voies souterraines depuis 1995. "Ils atténuent l'effet de trou noir à l'entrée et améliorent le contraste, ce qui se traduit par une meilleure perception des véhicules roulant dans les tunnels, et un gain substantiel en sécurité", souligne M. Garance, chef du service Etudes et Grands Travaux d'Escota.

Quant à Pierre Pringuet, responsable technique de Colas Midi-Méditerranée, qui a réalisé les tunnels de Las Planas, à Nice (environ 7 000 m<sup>2</sup>), Cap de Croix (2 520 m<sup>2</sup>) et la Baume sud (2 110 m<sup>2</sup>), il balaya résolument l'argument de la dangerosité pour cause d'inflammabilité des enrobés.

"La résistance au feu des enrobés, qu'ils soient clairs ou noirs, est la même et elle est particulièrement remarquable. N'oublions pas qu'il s'agit de matériaux constitués à 95 % de granulats, donc de cailloux, et à 5 % de liant, qui s'enflamment très difficilement et à des températures très élevées. Lorsqu'ils prennent feu, tout le reste ou presque a déjà disparu !"

## À Genève aussi...

Des enrobés clairs ont également été mis en œuvre sur l'autoroute de contournement de Genève, dans les tunnels de Vernier et de Confignon et dans la tranchée couverte de Chèvres (7,6 km au total).

"Le département des travaux publics de Genève avait décidé, en mai 1993, pour améliorer la sécurité, de recouvrir les chaussées de ce contournement d'un revêtement spécifique, rappelle Paul Fellay, de Colas Suisse. Son choix s'est alors porté sur la solution de l'enrobé Colclair, pour ses performances photométriques qui renforcent la luminosité et pour sa parfaite stabilité mécanique sous circulation lourde. La souplesse et la rapidité de mise en œuvre n'ont pas été étrangères à ce choix d'une solution bitumineuse, grâce à laquelle nous avons pu réaliser en quatre jours ce chantier de 55 000 m<sup>2</sup>, représentant 4 000 tonnes de Colclair, à base de 200 tonnes de liant clair Shell Mexphalte C, auquel nous avons ajouté un pigment blanc (oxyde de titane), et des granulats de quartz blanc."

Rapidité de mise en œuvre, facilité d'entretien et bonne tenue à l'usure du temps et aux agressions du trafic, rendent en effet les enrobés colorés très attractifs et compétitifs face à d'autres matériaux. Non seulement ils garantissent la pérennité des aménagements, donc la rentabilité de l'investissement global, mais ils permettent des économies d'exploitation non négligeables en diminuant les coûts d'éclairage. Des avantages importants en faveur de l'utilisation des enrobés clairs, mais qui pèsent moins lourd que les vies humaines qu'ils permettent d'épargner. ■

## Des produits de synthèse clairs et transparents

Les enrobés clairs sont des enrobés bitumineux, à chaud ou à froid, dont le liant clair et transparent, est un bitume de synthèse dépourvu des molécules d'asphaltènes, responsables de la coloration noire des bitumes traditionnels. Ce liant offre ainsi la possibilité de réaliser des enrobés de toutes teintes, en fonction de la couleur des granulats et de l'adjonction éventuelle de pigments colorés.

Sans pigment coloré et immédiatement après sa mise en œuvre, l'enrobé apparaît de couleur miel, plus ou moins foncée, selon la clarté des granulats.

La couleur naturelle de ceux-ci apparaît après quelques semaines d'exposition aux UV et à l'eau de pluie. Les liants de synthèse offrent des caractéristiques physiques et mécaniques (résistance, souplesse, confort...) analogues à celles des bitumes routiers noirs classiques, et ils ont l'avantage, sur ces derniers, de présenter un durcissement moindre au cours de l'enrobage. Les premières utilisations des liants clairs de nouvelle génération datent du milieu des années 1980. Shell a fait figure de pionnier en la matière en mettant au point, dès 1984, le Shell Mexphalte C, facilement pigmentable et disponible dans toutes les classes de pénétrabilité habituelles des bitumes.

## 3 Questions à ...

**Bernard Lombardi**  
directeur du GPB



**Le sinistre du tunnel du Mont-Blanc, en 1999, a légitimement attiré l'attention sur la sécurité dans les tunnels routiers. Quelles leçons peut-on tirer aujourd'hui de cet accident ?**

Il faut tout d'abord savoir que les tunnels routiers ne sont pas les seuls en cause. En novembre 1996, un autre incendie majeur était survenu, dans l'Eurotunnel, qui est un tunnel ferroviaire. Dans les deux cas, il s'est agi d'un incendie catastrophique, dégageant d'énormes quantités d'énergie, avec des températures de 1 000 °C, provoquant un grave endommagement de la structure des ouvrages. Et dans les deux cas, le sinistre a été provoqué par des camions en mauvais état, entrant dans le tunnel alors que le désordre à l'origine de l'incendie était déjà installé (fumée émise par les deux poids lourds) ! La prévention sécurité doit avant tout faire en sorte que de telles conditions ne se reproduisent pas.

**Il y a cependant une grande différence : dans le tunnel du Mont-Blanc, il y a eu de nombreuses victimes, alors que l'incendie d'Eurotunnel n'en a fait aucune...**

La grande différence, comme le montrent les rapports d'enquête, réside dans les systèmes de sécurité déclenchés après l'accident. Dans l'Eurotunnel, les souffleries et les dispositifs d'évacuation ont permis d'évacuer les fumées et de soustraire rapidement les passagers aux effets de l'incendie. Dans le tunnel du Mont-Blanc, les victimes ont été immédiatement asphyxiées par des gaz toxiques issus de la combustion de matériaux synthétiques du premier camion en feu avant d'avoir pu se mettre à l'abri.

**Des accusations ont été portées contre les enrobés bitumineux, qui auraient contribué à la gravité du sinistre du tunnel du Mont-Blanc. Qu'en est-il vraiment ?**

Lorsqu'un feu fait rage pendant plusieurs minutes, ou plusieurs dizaines de minutes, atteignant et dépassant les 1 000 °C, aucune structure ne résiste. Le béton hydraulique est réduit en poussières et les enrobés fondent et se consomment lentement sans propager le feu. Mais les dégâts mettant en péril des vies humaines se sont produits bien avant qu'on en soit arrivé là. Soyons sérieux, ce ne sont pas quelques pour cent de bitume dans la masse de granulats qui peuvent contribuer à amplifier un incendie dans un tunnel. Les experts le savent bien et dans les recommandations pour l'amélioration de la sécurité émanant des diverses autorités concernées, il n'est jamais fait la moindre allusion aux enrobés bitumineux.

Un projet de R&D européen pour le développement durable

# Le recyclage à froid des enrobés routiers



Plusieurs entreprises, laboratoires et unités de recherche universitaires appartenant à cinq pays européens travaillent en partenariat dans le cadre du projet SCORE. Leur objectif commun est de mettre au point des matériaux et des procédés permettant de généraliser le recyclage à froid sur place des enrobés routiers.

“ Le projet SCORE<sup>1</sup> est un programme européen dont l’objectif est de mettre au point des procédés et des matériaux de recyclage de chaussées, à base d’émulsions bitumineuses et de mousse de bitume à froid, explique Juan José Potti, directeur technique de Probisa, filiale espagnole d’Eurovia, responsable du projet. Notre but, dans l’esprit d’une recherche de techniques de construction respectueuses de l’environnement, est de parvenir à des solutions moins coûteuses en énergie et à impact réduit, de façon à pouvoir en généraliser l’application en Europe dans les années à venir.”

d’un chantier de réfection routière est le recyclage à chaud<sup>2</sup> : les fraisats de récupération sont chauffés dans le malaxeur d’un poste d’enrobage et, après ajout de bitume neuf, posés à nouveau sur la chaussée. Avec SCORE, il s’agit de mettre au point des techniques de recyclage à froid et sur place. “ Sans chauffer et sans transporter, souligne Juan José Potti. Non seulement on fait ainsi une économie de matériaux, mais on réduit la consommation de carburant, de combustible et la production de gaz à effet de serre qui vont avec.”

## Rivaliser avec la qualité des enrobés à chaud

Des techniques à base d’émulsion et de mousse de bitume permettant ce recyclage à froid existent depuis longtemps. Mais elles ne permettent pas d’atteindre le niveau de qualité, en performances mécaniques et durée de vie, qui sont aujourd’hui celles des enrobés à chaud. “ Mettre au point des matériaux, des techniques et des procédés qui permettent aux enrobés à froid, à base d’émulsions ou de mousses de bitume, de rivaliser en qualité avec les enrobés à chaud, c’est là qu’est le défi.”

Le projet SCORE implique des entreprises routières (Eurovia, Probisa, SSZ), un producteur de bitume (Nynas représenté par M. Chris Southwell), des laboratoires publics (LCPC, CEDEX), une équipe de chercheurs académiques (Université Joseph Fourier, Grenoble) appartenant à cinq pays (Espagne, France, Royaume-Uni, Suède, République Tchèque). Son budget, qui a été fixé par les partenaires à 3 M€, représente

## // Parvenir à des solutions respectueuses de l’environnement, moins coûteuses en énergie et à impact réduit. //

L’entretien des chaussées, on le sait, représente la plus grande part des travaux routiers, loin devant les travaux neufs. C’est pourquoi la mise au point de techniques de fraisage et de recyclage des enrobés est un enjeu important pour l’avenir. Les donneurs d’ordres, et plus particulièrement les collectivités, sont en effet de plus en plus sensibles aux aspects environnementaux des chantiers et demanderont de plus en plus aux entreprises de leur proposer des solutions plus respectueuses de l’environnement.

Une des techniques aujourd’hui les mieux maîtrisées pour diminuer l’impact environnemental

1 - SCORE est l’acronyme de : “ Superior Cold Recycling of bituminous pavements based on potential benefits of new binder, bituminous microemulsions and foamed bitumen. An Environmentally Friendly Construction Technique for the rehabilitation and the maintenance of roads.”

2 - Voir bitume.info, n° 3, page 13



Une machine à recycler les enrobés à froid, sur place : la fraiseuse, en tête du train, est suivie d'un malaxeur, dans lequel les enrobés à recycler sont mélangés à de la mousse (ou de l'émulsion) et des additifs. La mise en place est effectuée classiquement par un finisseur.

281 mois/homme pendant trois ans. L'expertise de Nynas dans le domaine des émulsions en Europe l'a conduit à rejoindre avec enthousiasme ce projet européen. L'implication particulièrement importante d'Eurovia et de sa filiale Probisa dans le projet SCORE s'explique notamment par le fait que Français et Espagnols sont traditionnellement de grands utilisateurs d'émulsions de bitume.

*"L'idée est de mettre au point une méthodologie d'évaluation de la chaussée à retraiter qui nous permette de décider quel est le procédé, émulsion classique, microémulsion ou mousse de bitume, qui convient le mieux, précise Michel Mazé, directeur du laboratoire de recherche Eurovia à Mérignac. Nous devons aussi trouver des spécifications prédictives des performances. En bref, il s'agit d'optimiser l'ensemble des paramètres de sorte que chaque nouveau chantier ne soit pas un cas particulier."*

### Inventaire des enrobés européens à recycler

Le projet SCORE se présente en trois volets. Il s'agit d'abord de mieux comprendre le recyclage à froid, depuis le fraisage jusqu'au mélange et aux propriétés finales, de façon à pouvoir proposer des directives précises d'utilisation. Sont ensuite explorées les possibilités de nouveaux liants améliorés, à partir de l'analyse détaillée des interactions entre l'ancien liant et le nouveau. Enfin, seront développées des technologies innovantes, basées sur l'utilisation des microémulsions et des mousses de bitume. Les trois volets ont été découpés en une série de tâches, dont la responsabilité a été attribuée par un comité d'orientation à chacun des partenaires en fonction de ses compétences.

La première tâche a consisté à inventorier les principaux enrobés recyclés utilisés en Europe et à étudier l'impact des techniques de fraisage, notamment la vitesse de progression et la profondeur de rabotage, sur la granulométrie. La tâche numéro deux avait pour objectif de savoir comment un liant âgé peut être régénéré par un adjuvant et après combien de temps l'équilibre du mélange entre les deux éléments est atteint. *"Qu'est-ce qui se passe entre un bitume ancien et un bitume nouveau ? Une question classique pour les enrobés à chaud, mais pratiquement inexplorée pour les techniques à froid, commente Michel Mazé. Nous avons besoin d'améliorer nos connaissances sur les processus en jeu et d'acquiescer une vraie méthodologie pour éviter de multiplier les essais de laboratoire."* L'université Joseph

Fourier de Grenoble a contribué à cette étude pour les aspects fondamentaux.

Troisième tâche, l'étude des conditions influençant le volume d'expansion de la mousse et sa persistance, confiée conjointement à Nynas et à Eurovia, tous deux spécialistes de la mousse de bitume, a été menée au laboratoire Eurovia de Mérignac (voir encadré page 14). *"Nous cherchons comment produire un grand volume de mousse et que celle-ci persiste le plus longtemps possible"*, précise le directeur du laboratoire.

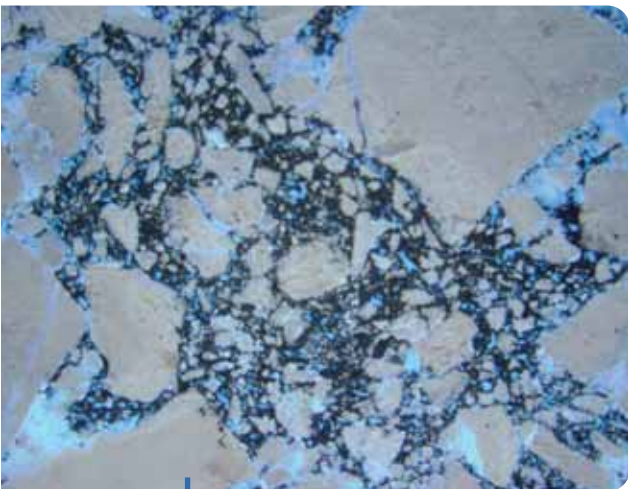
### Explorer les possibilités des microémulsions

Il fallait aussi apprendre à fabriquer des microémulsions, dans lesquelles les gouttelettes de bitume en suspension dans l'eau ont un diamètre inférieur à 1 micron. L'intérêt des microémulsions est que la surface spécifique du bitume y est multipliée par dix ou quinze, par rapport à une émulsion classique, ce qui augmente considérablement la cohésion de l'enrobé. Cette quatrième tâche a été confiée à Probisa. *"Nous avons fait des pas en avant décisifs"*, commente avec une discrétion voulue son directeur technique.

La tâche numéro cinq, liée à la précédente, explorait les possibilités et les limites des microémulsions dans des conditions industrielles. Il s'agissait de savoir concrètement dans quelles conditions les microémulsions de bitume peuvent être utilisées dans le recyclage à froid et quels avantages, notamment en termes de performances mécaniques, elles apportent aux enrobés recyclés. ●●●



Exemple de configuration d'un jet de mousse.



Structure d'une grave-mousse.

## Définir les bonnes formulations et les techniques appropriées

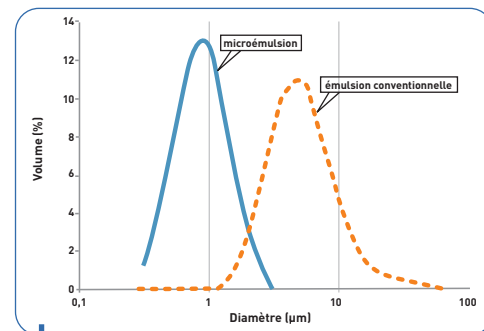
Ces cinq premières tâches sont aujourd'hui terminées. Le travail n'est pas achevé pour autant et le projet est maintenant entré dans une phase cruciale qui cherche à définir les bonnes formulations, à chaque étape du processus, pour chacun des enrobés européens sélectionnés. Cette sixième tâche, qui récapitule les résultats obtenus dans les cinq précédentes, devra fournir les indications nécessaires pour sélectionner les techniques les plus appropriées (émulsions classiques, micro-émulsions, mousse) en fonction des propriétés de l'enrobé à recycler. "Les résultats du projet OPTEL, un programme européen orienté vers l'optimisation des émulsions<sup>3</sup>, aujourd'hui achevé, auquel nous avons participé avec Nynas, nous ont été très précieux."

La septième tâche aborde les aspects mécaniques du comportement des enrobés : fatigue, module, équivalences structurelles entre enrobés à froid et à chaud.

Des planches d'essai seront ensuite réalisées en France, en Espagne, en République Tchèque et en Suède (ou au Royaume-Uni), pour tester en vraie grandeur les résultats obtenus, sous des conditions climatiques différentes. C'est l'objet de la huitième tâche, encore à venir.

3 - Le projet OPTEL financé par la Communauté européenne, était consacré aux émulsions bitumineuses cationiques à prise lente pour la construction et l'entretien des routes (Slow setting cationic bituminous emulsion for construction and maintenance of roads) et visait à développer une technologie d'enrobés à froid. Eurovia, Probisa et Nynas en étaient partenaires.

4 - [www.score-project.org](http://www.score-project.org)



Distribution comparée des gouttelettes d'une microémulsion de bitume et d'une émulsion normale.

"La neuvième et dernière tâche que nous nous sommes assignée, pour la fin 2005, est la promotion des techniques du recyclage à froid in situ ainsi mises au point, conclut Juan José Potti. Nous avons déjà commencé notre effort de communication, notamment par la publication d'articles dans la presse professionnelle et l'ouverture d'un site Internet<sup>4</sup>." ■

Le Centre de Recherche et Développement Eurovia, à Mérignac (33).



## Le Centre de recherche et développement Eurovia

La société routière Eurovia, du groupe Vinci, a récemment transféré tout près de l'aéroport de Bordeaux l'ensemble de ses laboratoires de recherche nationaux. La majeure partie des installations est consacrée au bitume et aux enrobés.

"Notre recherche est largement guidée par les axes prioritaires que sont l'environnement et la sécurité, souligne Michèle Cyna, directrice des Techniques Eurovia. Le recyclage des matériaux de chaussée, les émulsions à froid, la conception de revêtements anti-dérapant à bi-composants, les assises tri-couche à longue durée de vie, par exemple, vont dans ce sens. Notre Centre de Recherche et Développement est le lieu où s'effectuent ces recherches. C'est là aussi que sont résolus les problèmes les plus ardues qui peuvent se poser à nos entreprises lors de chantiers particulièrement complexes."

Dans les bâtiments flambant neufs du Centre de Recherche et Développement de Mérignac, la richesse des installations dont sont dotés les laboratoires est impressionnante. Tous les matériels d'essai standard sont présents dans les salles où le chaud et le froid, le noir et le blanc, le sec et l'humide, et même le

bruyant et le silencieux, sont soigneusement séparés. Des équipements sophistiqués, comme la salle de traitement de l'image où est rendue visible la dispersion des polymères dans les bitumes modifiés, ou la granulométrie laser pour déterminer la taille des gouttelettes de bitume dans les émulsions, témoignent des ambitions du laboratoire. Plus de trente chercheurs travaillent ici sur les grands axes que s'est fixés Eurovia, le plus souvent en partenariat avec d'autres laboratoires de R&D, publics et privés.

"Nous ne vivons pas repliés sur nous-mêmes, insiste Michel Mazé, directeur du Centre de Recherche. Nous nouons des partenariats européens et internationaux, dans le cadre de projets comme OPTEL et SCORE, ce qui est très enrichissant car nous nous allions aux spécialistes les plus pointus. Nous travaillons également avec des laboratoires d'universités et de grandes écoles. Et nous accueillons en permanence des jeunes chercheurs, doctorants ou post-doc, que nous formons à nos recherches et qui nous apportent le dynamisme de leur jeunesse. Enfin, nous attachons beaucoup de prix à notre rôle de formateurs, dont la mission est le transfert des connaissances vers les techniciens de notre entreprise."



Le confort et la sécurité grâce à l'asphalte.

## La meilleure façon de marcher

➔ Alors que les campagnes médiatiques contre l'obésité et pour les économies d'énergie battent leur plein, la marche s'avère en ville le mode de déplacement le moins polluant, le plus économique et le meilleur pour la santé. Encore faut-il, pour inciter les piétons à préférer leurs chaussures à leurs voitures, leur proposer des cheminements dignes de ce nom. Un terrain où asphalte coulé et enrobés bitumineux ont un grand rôle à jouer.

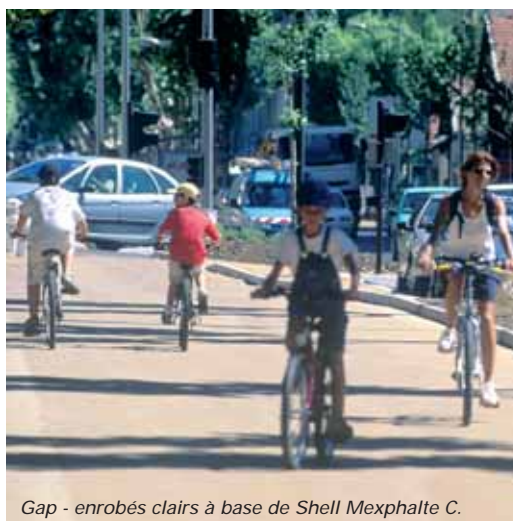
Le confort des trottoirs n'est pas qu'une affaire de déjections canines. "La propreté ne fait pas tout, explique-t-on à l'association Rue de l'Avenir, qui défend l'idée d'une rue accessible à tous et partagée harmonieusement entre tous ses utilisateurs (voitures, piétons, vélos ou rollers...). Ce que les piétons demandent le plus souvent concernant leurs trottoirs, c'est qu'ils soient plus larges, que les terrasses de café ne s'y étalent pas trop, que les vélos n'y circulent pas et que les voitures n'y stationnent pas, quitte à implanter des bornes même si elles sont

peu esthétiques et encombrantes. Et concernant les revêtements, il est primordial qu'ils soient confortables, à savoir surtout non glissants et non 'gondolés'".

### Lisses, mais pas glissants

Alors que les campagnes de prévention des chutes se succèdent (concernant en particulier les personnes âgées), la glissance des revêtements utilisés pour les trottoirs est en effet un élément très important "mais qui ne fait pas l'objet de normes réglementaires, explique Antoine Leroux, ●●●

## // Sur un trottoir, la sécurité du déplacement repose entièrement sur le matériau utilisé. //



Gap - enrobés clairs à base de Shell Mexphalte C.



Nantes, campus universitaire - Asphalte clair à base de Shell Mexphalte C.

Le revêtement doit satisfaire les piétons et les autres usagers : vélos, rollers, poussettes, handicapés...

●●● chargé d'étude, ingénieur au groupe Conception et gestion de la voirie et des espaces publics au Centre d'études sur les réseaux de transport et l'urbanisme (CERTU). *Sur un trottoir, la sécurité du déplacement repose entièrement sur le matériau utilisé. On peut exiger des normes de qualité pour les pneus des voitures, mais pas pour les semelles des piétons !* Ni pour les roulettes des poussettes, rollers, trottinettes, ou les roues des fauteuils roulants. *"Il n'y a pas que des piétons sur les trottoirs..."* poursuit Antoine Leroux. *Et les divers utilisateurs ont parfois des attentes différentes en matière de revêtement. Les piétons se sentent plus en sécurité et plus "confortables" sur un sol légèrement rugueux, qui assure ainsi une bonne adhérence même par temps de pluie ; les rollers apprécient un sol un peu plus lisse (mais pas trop), ce qui favorise la vitesse ; les préférences des*

*personnes en fauteuil roulant se situent entre les deux". Confort à la marche, adhérence, mais aussi esthétique : tous les revêtements ne possèdent pas l'ensemble des qualités attendues par les utilisateurs. Le CERTU a publié en 2001 *Le guide des structures et revêtements des espaces publics*, qui passe en revue les qualités des différents matériaux utilisés. Les enrobés bitumineux et les asphaltes figurent parmi les meilleurs revêtements en matière de confort à la marche, devant par exemple les sols stabilisés et les pavés de pierre. En terme d'adhérence, l'enrobé est là encore très apprécié, l'asphalte pouvant s'avérer un peu plus glissant.*

### Intervenir facilement sous les trottoirs

Quant aux pavés en bétons et en pierre, *"même si le Guide les place en moins bonne position que les enrobés pour ce qui concerne le confort et l'adhérence, on remarque vraiment qu'ils sont très fréquemment utilisés sur les trottoirs et les rues piétonnes, note Antoine Leroux. Cela correspond entre autres à des critères esthétiques et de différenciation visuelle des zones piétonnes : les matériaux noirs sont un peu moins faciles à différencier de la chaussée, mais ils sont en revanche peu salissants face aux divers polluants et écoulements."* En agglomération, les décisions relatives à la réalisation et à la gestion des trottoirs sont prises par la commune. C'est elle qui décide des travaux à entreprendre, qu'elle fait le plus souvent réaliser par des entreprises sous-traitantes. Au service Equipement et accessibilité de La Rochelle, on

### En savoir plus...

#### Aménagement des trottoirs : que dit la loi ?\*

L'aménagement des trottoirs est de plus en plus dicté par un souci d'accessibilité de la voirie aux personnes handicapées.

Concernant la largeur des trottoirs, l'arrêté du 31 août 1999 stipule une largeur de 1,40 m minimum (deux fauteuils doivent pouvoir se croiser) ou de 1,20 m s'il n'y a aucun mur des deux côtés du trottoir. La circulaire du 23 juin 2000 (ministère de l'Équipement) recommande quant à elle une largeur de 1,80 m minimum.

Concernant la pente : l'arrêté du 31 août 1999 stipule 5 % maximum, avec des paliers de repos de 1,40 m minimum situés tous les 10 m au-delà de 4 %. Il mentionne aussi que les trous et les fentes ne doivent pas dépasser 2 cm, sur un sol non meuble, non glissant, sans obstacle à la roue.

\*Informations issues du document "Voirie pour tous" édité par le ministère de l'Équipement

explique qu' "on établit le Programme de chaussées et trottoirs en début d'année, quartier par quartier, en accord avec les propriétaires des réseaux divers (eaux, gaz, électricité...) et des réfections qu'ils ont prévues. Un trottoir recouvre une quantité de tuyaux, appartenant aux réseaux de l'eau, du gaz, de l'électricité, du téléphone... Il est ainsi constamment l'objet d'interventions, pour implanter un panneau, faire une tranchée pour réparer des tuyaux enterrés... Il faut pouvoir réaliser une tranchée puis refermer et consolider facilement le revêtement." Les facilités de réparation et d'intervention sont de ce fait un critère majeur dans le choix du revêtement : le Guide du CERTU place de ce point de vue l'asphalte et les enrobés en bonne position, tout comme les dalles et pavés. Asphaltes et enrobés bitumineux, confortables à la marche, peu salissants et facilitant les interventions, sont ainsi les seuls matériaux à rassembler l'ensemble des qualités indispensables à la réalisation des trottoirs.

## // Un travail tout en finesse, plus esthétique que mécanique. //

Autre avantage, grâce à la pose manuelle, asphaltes et enrobés s'adaptent à des petites surfaces aux formes tourmentées, de plus en plus encombrées par un mobilier urbain de plus en plus fourni, implanté par souci de signalisation ou pour limiter le stationnement des voitures.

"Il y a de plus en plus de choses sur les trottoirs !, observe Pierre Pannetier, directeur de l'office des asphaltes à Paris. L'un des avantages majeurs de l'asphalte (environ 2,8 millions de m<sup>2</sup>, dont 85 % de trottoirs, sont revêtus d'asphalte à Paris), c'est que c'est un matériau coulé et non compacté, ce qui le rend facile à manier autour des obstacles. Pour réaliser un trottoir en asphalte, on fait d'abord une fondation en béton sur laquelle on pose les bordures en granit. Ensuite, soit sur du sable, soit sur du papier Kraft, on pose 15 à 20 mm d'asphalte coulé. Pour le cas d'un bateau, on réalise une deuxième passe d'asphalte sur laquelle on applique un

damier avant qu'elle n'ait totalement refroidi. Cela offre une meilleure adhérence pour le passage des voitures et une meilleure différenciation visuelle sur le trottoir. L'asphalte utilisé pour les trottoirs est de l'AT 0/4 voire de l'AT 0/6. Pour les terrasses de café les plus grandes, on peut éventuellement utiliser de l'asphalte de chaussée, à la granulométrie plus importante. Pour un asphalte plus adhérent, on peut le saupoudrer d'un léger gravillonnage au moment de la mise en œuvre. On peut aussi "grenailler", c'est-à-dire racler légèrement la surface pour y faire affleurer les granulats." L'asphalte a de plus la qualité d'être très étanche et de ne pas laisser pénétrer l'humidité ou les polluants.

### Protection efficace contre les infiltrations

"C'est vrai que l'asphalte est un matériau fermé, mais réaliser un trottoir en asphalte coûte plus cher qu'en enrobé bitumineux, objecte Thibault Defrance, conducteur de travaux pour l'enrobé chez Eurovia Montesson (Yvelines). L'enrobé nécessite moins de fond de forme. Pour réaliser la structure de base d'un trottoir en enrobé, il faut 15 cm de grave ciment puis une couche d'enrobé 0/6 (cailloux concassés porphyre) épaisse de 3 à 4 cm. Quand on reprend un trottoir, il suffit parfois de gratter la couche d'enrobé et d'en reposer 4 cm. L'enrobé fait partie de ces matériaux qui s'étalent à la main, ce qui donne une bonne liberté par rapport aux ouvrages d'art et autres barrières. Si le rouleau compresseur utilisé pour le compactage ne peut atteindre tous les recoins, nous utilisons une plaque vibrante, qui peut aller jusqu'au ras des murs. C'est un travail tout en finesse, presque plus esthétique que mécanique..." Un travail d'artisan, finalement. Un argument supplémentaire pour inciter les utilisateurs à respecter leurs trottoirs... qu'ils soient propriétaires de chiens ou automobilistes indisciplinés ! ■



Application de 13 000 m<sup>2</sup> d'asphalte clair à partir de Shell Mexphalte C sur le campus universitaire de Nantes. L'asphalte est un matériau coulé et non compacté, facile à poser autour des nombreux obstacles rencontrés dans les aménagements urbains.

## En savoir plus...

### L'importance du piéton dans la ville

Deuxième mode de déplacement en agglomération, mode prédominant en centre-ville, la marche représente 20 à 30 % des déplacements, selon un dossier du CERTU. L'auteur de ce dossier, Catia Renesson, souligne également le rôle primordial des piétons dans "la vitalité économique et sociale" de la ville : c'est à pied que l'on fait ses courses dans les magasins de proximité. D'où l'importance, pour favoriser cette activité quotidienne, de donner aux piétons l'envie de marcher et leur proposer des cheminements sûrs, confortables et agréables.

Une solution pour maintenir la fluidité du trafic

# Élargir les autoroutes



Malgré les efforts pour diversifier les moyens de transport, la plus grande partie des besoins croissants en mobilité des personnes et en transport de marchandises continueront d'être tributaires de la route dans les années à venir. Comment assurer à moindre coût le développement indispensable des infrastructures routières ? L'élargissement des voies existantes, selon de nombreux experts, constitue une des solutions (partielles) les plus intéressantes.

Grâce à la souplesse de mise en œuvre des enrobés, l'élargissement d'une autoroute de 2 x 2 à 2 x 3 voies, n'exige pas la fermeture à la circulation.



Les projections des spécialistes, comme le souligne un récent rapport de l'association Transport Développement Intermodalité Environnement (TDIE), sont unanimes : dans les 20 prochaines années, les besoins en mobilité et transport vont continuer à croître au rythme actuel de 2 % pour les passagers et 2,4 % pour les marchandises. "La corrélation entre croissance économique et croissance de la mobilité est plus que séculaire et, à part un découplage observé durant la décennie 1976/1985, suite à la mise en œuvre du programme électronucléaire, qui a fortement réduit le transport de combustibles, rien ne vient contredire pour l'avenir la constance de cette corrélation, notait Jean-Baptiste de Prémare, Délégué général de TDIE, lors de la Journée du GPB 2004. Cela signifie une augmentation des quantités de marchandises transportées de près de 50 % et du nombre de passagers de 40 %, et donc du nombre des véhicules en circulation entre aujourd'hui et 2025."

Malgré les efforts consentis trop tardivement pour développer les autres modes de transport, rail et voies fluviales n'absorberont qu'une faible partie

de ce surcroît. Comment dans ces conditions, éviter la congestion des axes principaux, déjà à la limite de leurs capacités pour certains (A1, A6), et l'asphyxie économique qui en résulterait ?

Notre pays possède aujourd'hui, avec environ 10 000 km d'autoroutes (dont 8 000 km concédés) et plus de 1 000 km de routes à deux voies appelées à être transformées en autoroutes, un réseau à grande capacité relativement performant, mais encore inachevé, comme en

témoignent les nombreux chantiers en cours ou projetés, notamment dans les liaisons transversales. Les améliorations qui résulteront de leur achèvement ne se feront sentir qu'un temps et, pour faire face

**// Il suffirait d'élargir chaque année environ 1 % de la longueur de nos autoroutes pour maintenir une fluidité acceptable sur l'ensemble. //**

aux besoins nouveaux, il faudra mettre en œuvre des programmes plus ambitieux. Leur coût, selon les estimations de TDIE, devrait atteindre 55 milliards d'euros à l'horizon 2025 pour le réseau routier interurbain, 70 milliards pour les chemins de fer et 16 milliards pour les autres modes...

Il n'existe pas une solution globale au problème, mais un ensemble de mesures complémentaires qui, additionnées les unes aux autres, peuvent contribuer au résultat recherché : développement de la complémentarité entre systèmes de transports différents (intermodalité), création de nouvelles voies, élargissement des voies existantes. "La progression du trafic a déjà nécessité, depuis une trentaine d'années, l'élargissement de 25 % environ de la longueur de nos autoroutes, observe Alain Vivet, ancien directeur d'ASF.

Et l'on peut penser qu'il suffirait de continuer à élargir chaque année environ 1 % de la longueur du réseau pour maintenir une fluidité acceptable sur l'ensemble. En 30 ans, la moitié environ de la longueur des autoroutes françaises de liaison se trouverait ainsi élargie, généralement à 2 x 3 voies, exceptionnellement à 2 x 4 voies, l'autre moitié devant pouvoir absorber sans difficulté l'augmentation du trafic."



Les grandes liaisons terrestres Nord-Sud et Est-Ouest, à l'horizon 2030, vues par les experts de TDIE : la réalisation de ce maillage routier du territoire français repose sur quelques créations autoroutières et beaucoup d'élargissements d'autoroutes existantes.

L'élargissement présente de nombreux avantages, du point de vue de l'économie, du confort, de la sécurité et de l'environnement. *"Il sera de plus en plus difficile d'ouvrir de nouveaux axes autoroutiers à cause de l'opposition des populations traversées et du souci de protection de l'environnement, explique Alain Vivet. Alors que, jusqu'à présent, on pouvait envisager de décharger certaines autoroutes en voie de saturation par la création d'axes plus ou moins parallèles (l'A5 pour décharger l'A6, l'A75 pour décharger l'A7...), cette option devra être de plus en plus souvent abandonnée au profit de l'élargissement des autoroutes existantes qui devrait être plus facilement accepté d'un point de vue environnemental. Il vaut mieux en effet ajouter 3 ou 4 décibels là où il y en a déjà 60 ou 70, que de créer une nouvelle source de décibels là où il n'y en avait pas. D'autant plus que les travaux d'élargissement font obligation au maître d'ouvrage, dans les zones sensibles, d'installer des écrans antibruit au bord de l'autoroute ancienne si elle en était dépourvue."*

### Plus de confort et de sécurité

Côté confort et sécurité, on connaît les difficultés de la coexistence sur les autoroutes 2 x 2 voies des véhicules légers, roulant à 130 km/h, et des poids lourds, limités à 90 km/h. La nécessité pour les voitures de doubler constamment les camions crée une tension qui se traduit chez les conducteurs des premières par un sentiment d'insécurité qui va bien au-delà du danger réel. Quant à l'exaspération qui les gagne, lorsqu'ils doivent patienter des dizaines de secondes derrière un "gros cul" qui en double poussivement un autre, elle est incontestablement préjudiciable au confort du trajet. Cet inconfort disparaît au moins pendant quelques années, lorsqu'on élargit de 2 à 3 voies une autoroute qui était précé-

demment à 2 x 2 voies, d'autant plus que la voie de gauche est interdite aux poids lourds, mais il réapparaît au fur et à mesure de la saturation progressive du nouvel aménagement. *"Pour améliorer les conditions de coexistence entre PL et VL sur les 2 x 2 voies, il suffirait d'anticiper leur élargissement de quelques années, suggère Alain Vivet, de manière à éviter que la gêne due à la coexistence ne s'ajoute à celle de la saturation."*

### Pensé dès la conception

L'élargissement de 2 x 2 à 2 x 3 voies est prévu par le maître d'ouvrage lorsque le trafic atteint 35 000 véhicules/jour en moyenne annuelle. Le passage de 2 x 3 à 2 x 4 voies est envisagé à partir de 65 000 véhicules/jour. *"Ces capacités ne sont pas des valeurs strictes, explique Olivier Schoen, chef du département Gestion du patrimoine chez Cofiroute, car la gêne n'est pas la même selon qu'il y a plus ou moins de poids lourds, que l'on roule en agglomération ou en section interurbaine. Un périphérique urbain à 2 x 2 voies où la vitesse est limitée à 60 ou 80 km/h peut encaisser un plus grand nombre de véhicules aux heures de pointe (jusqu'à 2 200 véhicules/heure) qu'une autoroute interurbaine à 130 km/h (1 200 véhicules/h)."*

Lorsque l'élargissement a été pensé dès la conception, c'est-à-dire lorsque les acquisitions foncières, les terrassements, l'assainissement et les ouvrages d'art ont été réalisés au départ en prévision de la création d'une voie supplémentaire, le coût de l'opération n'est évidemment pas le même que s'il faut remanier l'ensemble des installations. Dans le premier cas, le coût de l'élargissement d'une autoroute de 2 x 2 à 2 x 3 voies par l'extérieur, en rase campagne, peut être évalué à 3 M€ en moyenne par kilomètre. Dans le second, il atteint, dans les mêmes conditions, 5,5 M€.

### Un prix acceptable pour une contribution décisive

Les coûts d'élargissement ci-dessous comprennent les frais de construction des écrans antibruit ainsi que les mesures de protection de l'environnement, comme la récupération des eaux usées, qui n'ont en général pas été réalisés à l'origine. À comparer avec la création d'une nouvelle autoroute 2 x 2 voies : 7,5 M€ par kilomètre, auxquels il faut ajouter 1 M€ si l'on inclut l'achat des terrains et la construction des ouvrages nécessaires pour 2 x 3 voies. L'élargissement de 2 x 3 à 3 x 4 voies, toujours effectué par l'extérieur, coûte 6,5 M€ environ par kilomètre, y compris les mesures de protection de l'environnement et des riverains. Là où le trafic en poids lourds est particulièrement chargé, il existe une autre option d'élargissement, qui consiste à créer, de part et d'autre de l'autoroute 2 x 3 voies existante, une nouvelle chaussée réservée aux camions. Le coût estimé est de l'ordre de 8 M€ par kilomètre, y compris les mesures de protection des riverains et de l'environnement et les raccordements aux échangeurs existants (mais non celui des bifurcations vers d'autres autoroutes).

Ce type d'aménagement n'a pas encore été réalisé en France, mais on y trouve en revanche une 2 (3 + 3) voies, formée par l'ensemble des autoroutes A6a et A6b, à la sortie sud de Paris. À raison de l'élargissement de 1 % des autoroutes de liaison existantes, soit une dizaine de kilomètres par an, les besoins annuels en financement devraient se situer aux alentours de 50 M€, soit 1 G€ environ pour les vingt prochaines années. Comparé aux 55 milliards pour permettre à l'ensemble du réseau interurbain de faire face aux nouveaux besoins de transport, cela paraît un prix acceptable pour une contribution significative au maintien de la fluidité des autoroutes. ■



Protection  
de l'environnement

## Du bitume dans les pigeons d'argile

Pour respecter les nouvelles normes de protection de l'environnement, les fabricants de cibles artificielles destinées au tir au ball-trap font désormais appel au bitume.  
Une contribution originale de notre matériau favori au développement durable...

Les cibles artificielles, car c'est ainsi qu'on désigne officiellement les "pigeons d'argile" sur lesquels s'entraînent les amateurs de tir à l'arme de chasse (canon lisse, grenaille de plomb), ne sont pas en argile, comme leur appellation commune peut le laisser croire. Depuis quelques années, pour respecter les normes environnementales, la nouvelle génération est fabriquée à base de bitume et de sable calcaire. Une sorte d'asphalte, à cette différence près que le dosage en bitume est plus élevé : 30 % environ pour les plateaux fabriqués par Siviabird Industries, du groupe Laporte, le champion toutes catégories dans notre pays, avec quelque 25 millions de plateaux à base de bitume produits chaque année dans l'usine de Formerie (Oise).

Si le tir aux pigeons vivants remonte à l'Antiquité, l'idée de substituer aux malheureux volatiles des boules de glaise a fait son apparition au XVII<sup>e</sup> siècle. En France, le premier lanceur est au musée des Invalides : il s'agit d'une catapulte miniature datant de Louis XIV.

La forme moderne des cibles artificielles, des disques plats en argile, les "plateaux", apparaît aux Etats-Unis dans les années 1880. Un peu plus tard, un inventeur américain améliore la fabrication en mettant au point un procédé à

**// Le "pigeon d'argile" écologique supporte une accélération de 0 à 120 km/h en 0,5 seconde //**

base de brai de houille. Le tir au pigeon d'argile connaît alors un engouement à travers les Etats-Unis et l'Europe où les ball-traps (ainsi nommé en mémoire des boules d'argile) se multiplient. Mais le brai de houille, riche en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), ne résistera pas aux impératifs de santé publique et les fabricants de plateaux seront invités, dans les années 1990, à lui substituer du brai de pétrole. "Mesure insuffisante, car aujourd'hui, dans les

pays européens les plus sourcilleux sur les normes environnementales, il faut descendre au-dessous de 30 ppm (mg/kg) de HAP, explique Alain Rezazgui, responsable technique au groupe Laporte. C'est pourquoi nous sommes passés à une fabrication à base de bitume."

Un changement de matériau qui n'alla pas sans poser quelques problèmes. La souplesse du bitume, qui constitue un de ses grands atouts pour les enrobés, est ici un défaut puisqu'elle rend la cible moins cassante. Au prix de recherches poussées qui ont amené à introduire des additifs et des modifications de structure, le pari a été gagné. Le "pigeon d'argile" écologique supporte une accélération de 0 à 120 km/h en 0,5 seconde, il tourne sur lui-même à 3 600 tours/minute sans se désagréger et il est brisé par 3 grains de plomb. "Le plomb, c'est notre prochain problème, ajoute en souriant Alain Rezazgui. Il risque bientôt d'être banni des ball-traps, pour cause de saturnisme. Nous travaillons déjà à la formulation de bitumes adaptés à la grenaille d'acier inoxydable !" ■