

# L'ESPRIT DE RECHERCHE



Le Laboratoire central des Ponts et Chaussées, aujourd'hui établissement public à caractère scientifique et technologique, sous la tutelle des ministères chargés de la recherche et de l'équipement, redéploie ses domaines de compétence et ses missions.

« **Nos missions** sont aujourd'hui, plus encore qu'auparavant, définies par les attentes de l'ensemble des acteurs sociaux concernés par la route, et elles résultent des changements des technologies, des modes de vie et des sensibilités, prenant de plus en plus en compte les questions de santé, de sécurité et d'environnement ainsi que les impératifs du développement durable, explique Jean-Michel Piau, directeur technique Chaussées au Laboratoire central des Ponts et Chaussées, à Nantes. *Nous nous investissons moins que par le passé dans la recherche sur les matériaux ou le développement de procédés technologiques, pour lesquels les entreprises ont accru leurs efforts et leurs moyens.* » Avec 4 implantations nationales, 8 centres techniques (CETE) et 17 laboratoires régionaux équipés d'importants matériels d'essai et comptant près de 1 500 agents, le Réseau scientifique et technique de l'équipement (RST) constitue le plus puissant organisme de recherche et développement consacré à la route et aux ouvrages de génie civil dans notre pays et en Europe.

## Innovations historiques et orientations actuelles

Le Laboratoire central, dont le siège historique se trouve boulevard Lefebvre, à Paris, dispose aussi sur la commune de Bouguenais, dans la périphérie de Nantes, d'une surface de 150 ha dotée d'équipements remarquables, parmi lesquels le manège de fatigue des chaussées, la piste de référence et d'expérimentations routières, un laboratoire d'étude des matériaux de chaussées, une chambre climatique, etc. (voir

encadré). D'autres équipements importants sont installés à Marne-la-Vallée, au sein de l'Institut Navier (unité mixte de recherche CNRS-ponts et chaussées-LCPC) et à Satory, au Livic (Laboratoire interaction véhicule-infrastructure-conducteur, unité mixte de recherche Inrets<sup>(1)</sup>-LCPC). Au cours des décennies passées, le LCPC a joué un rôle essentiel dans le lancement de toutes les études de formulation des enrobés, la mise en place des matériels d'essai et la caractérisation des matériaux. Son action, conduite avec le Setra<sup>(2)</sup> et tous les professionnels de l'industrie routière, s'est traduite en particulier par la création du Groupe national bitume, rassemblant l'administration, les producteurs de liants et les entreprises de travaux publics. « *Il s'agissait de voir ensemble comment traiter les problèmes de dégradation, et spécialement les fissurations de surface*, précise Christian Such, chef de la division Matériaux et structures des chaussées. *Le groupe de travail a impulsé nombre d'innovations techniques, dont la moindre n'est pas l'adoption du bitume pur obtenu par distillation directe et l'abandon du bitume soufflé, donc vieilli artificiellement avant même d'avoir été épandu. Depuis la dissolution du Groupe national bitume, ce partenariat se poursuit au sein du CFTR<sup>(3)</sup>.* » Autres innovations marquantes du RST réalisées en partenariat: l'adoption des premiers bitumes modifiés par des polymères à la fin des années 1970 ; la conception des chaussées multicouches, dans lesquelles les fonctions de structure et de sécurité de roulement sont dissociées ; et le développement de méthodes rationnelles de dimensionnement, permettant par le calcul de réduire les planches d'essais.

# AU CŒUR DES RÉSEAUX

## Manège de fatigue des structures de chaussées

Cet équipement important permet de reproduire en « grandeur nature » et en accéléré le comportement des chaussées sous trafic, la vitesse de circulation des charges pouvant atteindre 100 km/h. Les essais peuvent concerner les structures de chaussées neuves, mais aussi leurs techniques d'entretien et de renforcement. Les observations et les mesures permettent de suivre le comportement à la fatigue et à l'ornièrage des matériaux, l'évolution des caractéristiques de surface des chaus-

sées, ou encore l'usure des pneumatiques. Le Laboratoire Texture et Adhérence (LTA) fait appel à cet équipement, qui lui permet en particulier de faire des mesures de frottement pneumatique/chaussée et de bruit de roulement, en fonction de la texture de surface. Le manège comporte trois anneaux d'essais, dont l'un récemment équipé d'un cuvelage pour la maîtrise de la hauteur de nappe. Sa motorisation centrale et ses quatre bras peuvent être déplacés d'un site à l'autre en une semaine.

## Mieux conserver le patrimoine

Les orientations actuelles du LCPC sont définies par le schéma directeur 2001-2004, énonçant cinq orientations prioritaires d'activités qui concernent la valorisation du patrimoine d'infrastructures, la maîtrise du rôle de l'infrastructure dans la sécurité routière, les infrastructures et l'environnement, l'optimisation des ouvrages de génie civil en milieu urbain, les nouveaux matériaux et les nouvelles technologies. Cette orientation prioritaire implique le diagnostic de l'état d'un ouvrage, le choix des techniques d'entretien (préventives ou curatives), la connaissance et l'étude des lois d'évolution des structures. Elle implique aussi une réflexion sur les possibilités d'adaptation de ces infrastructures, qui peuvent être requalifiées selon le contexte (chaussées routières transformées en voies pour tramway, par exemple). « Le LCPC cherche également à intégrer les axes économiques dans ses réflexions et à développer des méthodes d'optimisation technico-économique des politiques d'entretien », note Jean-Michel Piau. Par exemple, nous comparons différents scénarios d'entretien : très fort investissement sur l'infrastructure à la construction, pour une durée de vie longue, ou bien investissement plus léger, avec un budget d'entretien plus lourd. Les sociétés concessionnaires d'autoroutes choisissent plutôt la stratégie d'un investissement léger au départ avec adaptation en fonction du besoin. Nous fournissons aux décideurs les moyens d'évaluation de ces différents scénarios. »

## Sécurité routière et développement durable

Il existe une demande forte de transport routier efficace et sûr. Les usagers attendent une réduction des risques d'accident, des temps de par-



## 3 QUESTIONS À...

### Jean-Michel PIAU

Directeur technique Chaussées  
au Laboratoire central des Ponts  
et Chaussées, Nantes

#### Quelles sont aujourd'hui les voies de recherche à privilégier pour améliorer les produits bitumineux dans leurs applications routières ?

Les voies de recherche que nous retiendrons ici concernent les performances des matériaux, l'amélioration de la sécurité et le réemploi des produits de démolition. Ainsi, il faudra rapprocher, chaque fois que c'est possible, le comportement de l'enrobé de celui du bitume pour identifier les propriétés assurant les meilleures durabilités fonctionnelles. Pour accroître les aspects de sécurité, nous devons rechercher de nouvelles fonctionnalités associant liant et granulats, pour une meilleure qualité photométrique de la chaussée dans des conditions dégradées. Et, pour faciliter le réemploi de matériaux hétérogènes provenant de la démolition d'ouvrages du BTP, nous attendons des bitumes avec des pouvoirs d'adhésion accrus.

#### On parle beaucoup de développement durable, de maîtrise de l'énergie, de protection de l'environnement... La recherche peut-elle contribuer à améliorer, sous ces aspects, le matériau bitume et ses applications ?

Pour aborder ces aspects, les recherches produites par les laboratoires pourront améliorer les matériaux bitume. Les techniques de fabrication à basse température des enrobés bitumineux semblent une voie prometteuse en termes d'économie d'énergie et d'environnement. Des études quantifiées sur les polluants sont à développer pour une meilleure analyse des risques et des dangers et donc contribuer ainsi à l'amélioration des produits et des techniques de mise en œuvre pour une plus grande sécurité des ouvriers et des riverains. Les fluxants d'origine végétale pour applications en enduit superficiel devraient être plus largement explorés.

#### Le LCPC est un des acteurs de BiTSpec, le groupe de travail qui propose un changement des normes européennes en matière de bitume.

#### Quel rôle le LCPC joue-t-il dans la préparation de ce changement ?

Le LCPC est bien impliqué dans la normalisation européenne et BiTSpec, sous l'égide d'Eurobitume, a pour ambition de réunir les acteurs de la communauté européenne sur des projets communs. Le LCPC apportera ses connaissances et espère contribuer à promouvoir des tests pertinents du comportement des enrobés, associés aux caractéristiques des liants, avec ses partenaires industriels nationaux. Il espère aussi apporter son expérience des relations tripartites entre maîtrise d'ouvrage, producteurs de bitume et entreprises de construction routière.

► cours réduits et stables et un confort accru. Cette demande concerne aussi bien le réseau national que l'ensemble des réseaux départementaux et communaux (95% des routes françaises). Auparavant, la sécurité était associée quasi exclusivement aux matériaux et à leurs caractéristiques en termes de glissance, d'adhérence ; aujourd'hui, le LCPC considère l'ensemble des facteurs, chaussée, véhicule et conducteur. Jean-Michel Piau : « Nous prenons aussi en compte l'environnement de la chaussée, son équipement, la perception qu'un conducteur peut avoir quand il arrive dans un virage. Lisibilité, visibilité et prévisibilité sont les trois critères majeurs qu'une route doit absolument satisfaire. Prochaine étape : les autoroutes "intelligentes", à base de technologies élargissant les interactions entre l'infrastructure, ses équipements, le véhicule et le conducteur. Historiquement, la priorité portait sur l'impact de l'environnement sur les infrastructures. Aujourd'hui, c'est le contraire : on prend en compte l'impact des routes sur l'environnement, qu'il s'agisse des bruits, de la pollution des nappes phréatiques ou des sols par les eaux de ruissellement, de l'utilisation de certains déchets en technique routière, de l'impact visuel, etc., lorsqu'on étudie la construction, l'entretien et l'exploitation. Pour répondre à la préoccupation de développement durable, l'accent est mis aussi sur l'analyse du cycle de vie des matériaux qui constituent la route, ce qui intéresse au premier chef le bitume. » Des études sont réalisées sur les poussières et fumées rejetées par les centrales d'enrobage ; d'autres, portant sur les techniques d'enrobés froides ou tièdes, sur le recyclage des matériaux de chaussée et le comportement au feu des enrobés, sont prévues ou en cours de développement, en partenariat avec le GPB et l'USIRF, avec l'intervention probable sur le dernier projet du Centre scientifique et technique du bâtiment, et avec des entreprises et laboratoires étrangers, dans le cadre de projets européens tels que Samarit (*Sustainable Materials for Road Infrastructures*).

## LCPC et entreprises routières : le partage des rôles

Après s'être surtout intéressé aux liaisons interurbaines, le LCPC cherche à optimiser les infrastructures en zones urbaines, en prenant en compte leurs multiples fonctions. À noter, dans ce contexte, la recherche sur le bruit de roulement des chaussées. « Nous nous intéressons notamment aux chaussées à la fois peu bruyantes et permettant de traiter une partie de la pollution causée par le trafic, par exemple grâce à des aménagements (comme les remblais) susceptibles de filtrer les gaz émis », fait observer Jean-Michel Piau. Les objectifs de recherche développés dans les orientations prioritaires impliquent la mise en œuvre de technologies et de matériaux nouveaux. Le Laboratoire entend donc poursuivre des travaux sur la compréhension générale, par une recherche amont, des comportements des matériaux de génie civil, notamment les matériaux composites, hétérogènes et complexes. Il travaille ainsi sur

les aspects fondamentaux de la structure des enrobés, s'intéressant tout particulièrement aux aspects théoriques des interactions micromécaniques entre le liant et les granulats. « Bien que la question se soit posée de savoir si le LCPC est aussi bien placé pour innover en matière de matériaux enrobés que les entreprises routières – mieux à même de s'engager sur des solutions réalistes intégrant les contraintes de coût et de mise en œuvre – je pense que nous pouvons contribuer à maintenir une dynamique dans la recherche,

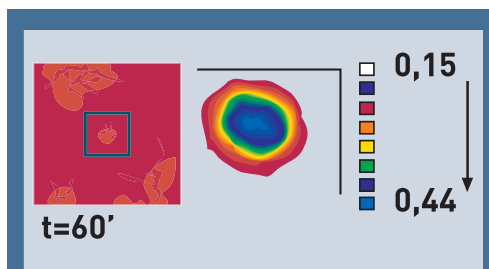
affirme Jean-Michel Piau. Ainsi, nous sommes engagés dans des partenariats internationaux, avec les Pays-Bas en particulier, pour la recherche de matériaux durables. Nous travaillons également, en collaboration avec le Transport Research Laboratory et la Highways Agency, tous deux britanniques, et le Road Transportation Program de l'OCDE, sur le concept de chaussées à "longue durée de vie". Dans les deux cas, il s'agit d'options auxquelles ne s'intéresseraient peut-être pas les entreprises routières, puisqu'elles apparaissent plus chères au premier abord et ne s'appliquent que dans un domaine limité (trafic très intense, par exemple). »

## La physique des matériaux et des structures au service des technologies de pointe

Parmi les programmes de recherche sectoriels du LCPC, l'un porte sur les chaussées, et intéresse donc directement le bitume : les actions qui y sont menées peuvent concerner les plateformes de chaussée, les essais sur les constituants, la caractérisation des matériaux bitumi-

neux, les couches de roulement, les chaussées aéronautiques souples (en partenariat avec Airbus) ; ou encore le développement de matériels d'essai à grand rendement, circulant à vitesse élevée, qui permettent de prendre des mesures (densité, uni, épaisseur de la chaussée, etc.). « Nous étions auparavant très présents dans les applications, conclut Jean-Michel Piau. Nous cherchons maintenant à nous situer davantage à la frontière de ces applications et à aller plus en amont dans la physique des matériaux et des structures, en vue de déboucher sur de nouveaux concepts et innovations technologiques. Pour concrétiser cette politique, le LCPC accueille 70 doctorants, dont une dizaine travaillent sur le domaine des chaussées : comportement des enrobés en atmosphère très humide pour les pays tropicaux (une recherche menée par un doctorant colombien), comportement à la rupture des bitumes, collage béton bitumineux et béton hydraulique, fatigue des enrobés en laboratoire et in situ, fissuration sur chaussée semi-rigide (ce travail devrait déboucher sur la mise au point d'un protocole d'essai pour les procédés anti-remontée de fissures), approche tribologique des couches de roulement, etc. »

1. Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité.
2. Service d'études techniques des routes et autoroutes.
3. Comité français pour les techniques routières.



### Cellule de vieillissement adaptée à un microscope infrarouge

La connaissance du vieillissement des liants bitumes modifiés par des polymères (BmP) est nécessaire à l'approche de leur comportement *in situ*. La spectroscopie IRTF (Infrarouge à transformée de Fourier), dont le développement a fait l'objet d'un contrat entre le LCPC, Total et l'université d'Aix-Marseille, permet une analyse ponctuelle et simultanée des différentes phases en présence dans un échantillon de liant afin d'étudier l'influence des paramètres de composition et du mode de fabrication.