

## Nantes, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées : gros plan sur le laboratoire d'étude des matériaux de chaussées

Dans notre édition de novembre 2009, nous avons consacré un premier article au Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), à l'occasion de son 60ème anniversaire. Nous vous proposons aujourd'hui d'en apprendre un peu plus sur ses activités de recherche, en particulier celles de l'un de ses laboratoires phares, le laboratoire d'étude des matériaux de chaussées.

Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées s'impose à l'échelle mondiale pour ses recherches en génie civil. Ses activités combinent recherche fondamentale, expertises, modélisation, expérimentations en laboratoire et mesures de terrain. Placé sous la tutelle conjointe du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, et du MEEDDM (Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer), il réunit aujourd'hui 650 personnes, dont environ 300 chercheurs, ingénieurs et doctorants, sous la direction générale de Mme Hélène JACQUOT-GUIMBAL. Le LCPC compte 17 unités de recherche, réparties sur quatre sites géographiques stratégiques : Paris, Nantes, Marne-la-Vallée et Versailles.

D'ici deux ans, son siège s'installera à Marne-La-Vallée, au cœur du Pôle Scientifique et Technologique.

Un laboratoire de 650 m<sup>2</sup> et un hall d'essai de 450 m<sup>2</sup>, remarquablement équipés

Implanté sur le site de Nantes, le Laboratoire d'étude des matériaux de chaussées étudie les enrobés et liants bitumineux, les matériaux traités aux liants hydrauliques et non traités. Ses installations associent 650 m<sup>2</sup> de laboratoires et 450 m<sup>2</sup> de hall d'essai. Elles sont dotées d'une large gamme d'équipements pour la caractérisation physico-chimique des constituants, la formulation des mélanges, l'étude de leurs performances mécaniques et environnementales.

Pour étudier les liants bitumineux sur le plan physico-chimique, le laboratoire est notamment doté des équipements suivants : spectromètre infra-rouge (évaluation du vieillissement, dosage des polymères), calorimètre différentiel à balayage (transition vitreuse, fraction cristallisable...), appareil de distillation simulée (détection de polluant d'origine pétrochimique), microscopie optique, d'épifluorescence UV et infrarouge... Pour la caractérisation mécanique, il est équipé en viscoanalyseur, presse électromécanique, mouton pendule (essai de cohésion), rhéomètre à flexion de poutre...

A ces équipements s'ajoutent les moyens d'essais traditionnels sur les bitumes et émulsions de bitume (pénétromètre,



Analyse de viscosité

© Hugues Delahousse- photothèque LCPC.

appareil Température de Ramollissement Bille-Anneau, essai de vieillissement Rolling Thin Film Oven Test, pHmètre, compteur Coulter, viscosimètre Engler et STV), les moyens de caractérisation chimique des liants (teneur en asphaltènes, en eau, rotovapor) et de préparation d'échantillons (bitume-polymère, moulins à émulsion, essai de vieillissement Pressure Aging Vessel, centrifugeuses, four à pyrolyse)

### Gros plan sur trois technologies clés !

→ le **viscoanalyseur** : Il s'agit d'un matériel permettant de caractériser les propriétés viscoélastiques des matériaux ainsi que leur comportement en fatigue. Il est utilisé par le Laboratoire pour étudier les propriétés viscoélastiques linéaires des liants routiers ainsi que leur comportement à plus grandes déformations (fatigue, rupture). L'appareil peut balayer une plage de température importante (-100°C à 300°C) et une large gamme de fréquences de sollicitation (10-3 Hz à 200 Hz). Il est ainsi possible d'analyser les matériaux quelque soit leur état : solide, liquide ou intermédiaire.

→ l'**essai de rupture locale répétée sur bitume** : cet essai a été mis au point pour étudier la contribution du liant vis-à-vis de la fatigue des enrobés bitumineux. Il consiste à soumettre un film mince de liant bitumineux, placé entre deux protubérances convexes à des essais de traction répétés, à déplacement imposé. L'essai fournit des informations sur l'initiation et la propagation de fissures à l'intérieur de l'échantillon. Des chargements successifs réalisés après différents temps de repos montrent que l'auto-réparation du liant dépend de la température et de la durée du temps de repos. L'essai de rupture locale constitue un outil prometteur pour étudier le rôle du bitume dans la rupture et l'auto-réparation des enrobés bitumineux.

→ L'**analyseur d'émission de fumées** : Le LCPC développe des recherches sur la composition chimique et l'intensité des émissions de fumées générées par la fabrication et la mise en œuvre des enrobés hydrocarbonés. Deux bancs d'essai ont été mis au point pour l'analyse des fumées émises par les enrobés bitumineux et le bitume seul. Au cours de l'essai, le matériau mélangé et maintenu en température génère des émissions gazeuses, qui dépendent des composants du mélange et de sa formulation. Un analyseur automatique

est utilisé pour suivre les émissions des Composés Organiques Totaux (COT) dans le temps. L'exploitation des mesures permet de déterminer plusieurs indicateurs, tels que le potentiel d'émission afin de conférer aux matériaux bitumineux une performance environnementale.

### Modéliser le comportement mécanique des enrobés bitumineux, mettre au point de nouveaux matériaux routiers, comprendre le phénomène de fissuration des liants : trois exemples de recherches...

Le Laboratoire d'étude des matériaux de chaussées s'intéresse à la fois à la structure des matériaux, à leur comportement mécanique et leur impact sur l'environnement. Il étudie ainsi notamment :

- les relations entre les propriétés physico-chimiques des liants bitumineux et la résistance à la fissuration ;
- le comportement mécanique des liants et enrobés bitumineux : comportement viscoélastique, résistance à la fissuration, comportement en fatigue ;
- l'élaboration de matériaux hydrauliques innovants pour la route : matériaux recyclés, matériaux hydrauliques pour couches de roulement, matériaux à fissuration réduite...

Citons plus précisément pour exemples ses recherches sur :

#### → la **modélisation de l'endommagement par fatigue des enrobés bitumineux** :

La caractérisation en fatigue des matériaux bitumineux, réalisée en laboratoire, est à la base du dimensionnement structural des chaussées routières bitumineuses, en construction neuve ou en entretien. Cette approche constitue une étape vers la prédiction de la dégradation des matériaux de chaussées, nécessaire pour apprécier leur durabilité.

→ le **brevet « Mousse de bitume »** : Depuis cinq ans, dans le cadre d'une démarche de développement durable, ont émergé de nouvelles techniques routières dont font partie les enrobés à la mousse de bitume, mis en œuvre à plus basse température que les techniques à chaud de référence.

Le procédé breveté par le LCPC permet d'améliorer à la fois les propriétés de ces mousses et les conditions de sécurité qui entourent leur fabrication, réalisées à pression atmosphérique contrairement aux techniques classiques. Ce procédé

## Les refroidisseurs à circulation

Les refroidisseurs à circulation JULABO peuvent être utilisés pour toutes tâches de refroidissement dans le laboratoire et dans l'industrie. Grâce à leur haute efficacité, les appareils sont une alternative économique et écologique au refroidissement par eau courante.

### Avantages

- Design moderne et utilisation simple
- Clavier protégé des éclaboussures par un film
- Affichage de la température par de grands LED très lumineux
- Sortie alarme (sortie sèche) et prise RS232 sur de nombreux modèles
- Modèles avec indicateur de niveau de remplissage et affichage du débit
- Domaine de température de -25 °C à +130 °C
- Pompe avec un débit jusqu'à 60 l/min ou 6 bar de pression

Nouveauté: disponible avec 20 kw de puissance frigorifique!



analytica 2010  
23 - 26 mars | exposition à MUNICH  
Venez nous visiter: hall B2, stand 201/302

JULABO Labortechnik GmbH  
Eisenbahnstrasse 45  
77960 Seelbach / Germany  
Phone +49 7823 51-0  
info@julabo.de  
www.julabo.de

**Julabo**  
THE TEMPERATURE CONTROL COMPANY





### Fissuration par fatigue

© Hugues Delahousse - photothèque LCPC

met en œuvre une émulsion inverse, c'est-à-dire une dispersion d'eau dans du bitume, avec du bitume chaud. Il permet de vaporiser l'eau de l'émulsion inverse et de faire mousser le bitume. La taille des gouttes d'eau est bien contrôlée et une mousse homogène se forme avec un film de bitume continu. L'enrobage complet des granulats s'en trouve facilité, conduisant à un produit final de qualité, économe en énergie.

### → les recherches sur la fissuration des liants bitumineux :

Pour améliorer la durabilité des chaussées, le choix du bitume doit être pertinent. Néanmoins, les essais courants d'analyse de ces matériaux ne permettent pas de caractériser la résistance à la fissuration des différents types de liant, notamment des bitumes modifiés. Pour répondre à cette problématique, le laboratoire des matériaux routiers a engagé des travaux visant d'une part à comprendre le phénomène de fissuration des liants de nature viscoélastique et, d'autre part, à proposer de nouvelles techniques expérimentales pour évaluer la résistance à la fissuration.

Le laboratoire mène par ailleurs un travail théorique de modélisation analytique et numérique du phénomène de propagation de fissure dans les liants viscoélastiques. Les relations entre la micro/nanostructure des bitumes et la fissuration sont également étudiées en collaboration avec la division physico-chimie des matériaux du LCPC et le service chimie du laboratoire régional d'Aix-en-Provence...

S. DENIS

### Pour en savoir plus :

Chantal DE LA ROCHE, Chef de division structures et matériaux pour les infrastructures des transports  
chantal.de-la-roche@lcpc.fr

## Le prix de la recherche Inserm est Toulousain

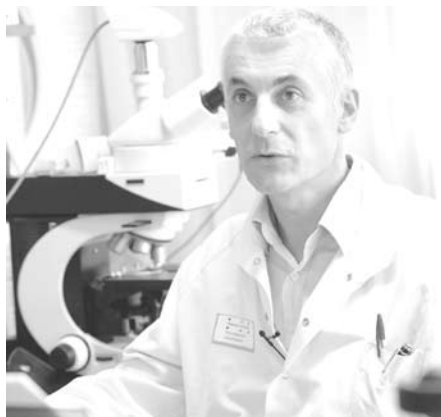
Depuis 2000, l'Inserm distingue chaque année des chercheurs, ingénieurs, techniciens et administratifs pour la qualité de leurs travaux. Les Prix Recherche distinguent des chercheurs, enseignants-chercheurs ou cliniciens-chercheurs dont les travaux ont particulièrement marqué le champ de la recherche fondamentale, clinique et thérapeutique ou encore en santé publique. Pierre Brousset, CPTP (Inserm U563/UPS - Purpan), vient justement de se voir décerner ce prix.

Après de nombreuses avancées scientifiques à son actif, ce fils d'agriculteurs du Gers de 48 ans, pur produit de l'ascenseur social, prouve une nouvelle fois son mérite. Assumant la double casquette de responsable de l'équipe « Mécanismes moléculaires de l'oncogenèse » au Centre de physiopathologie Toulouse-Purpan (CPTP - Inserm U563 / UPS), il est également directeur du Laboratoire d'anatomiecytologie pathologique au CHU de Toulouse. Ainsi, Pierre Brousset est médecin le matin, spécialiste de l'anatomie pathologique, comme il l'explique lui-même « Mon activité consiste à analyser des coupes de tissus pour porter des diagnostics, dans la majorité des cas de cancers, que nous assortissons dans 95 % des cas d'indications thérapeutiques. Notre laboratoire est notamment un centre de référence pour les lymphomes, un cancer des cellules immunitaires. »

Pierre Brousset, confesse également un goût prononcé pour la recherche et l'exploration des mécanismes fondamentaux associés aux pathologies. Dans ces conditions, c'est tout naturellement qu'il consacre la seconde partie de sa journée à rassasier sa curiosité. « En tant que médecin, on est au contact avec les maladies, les patients et leur environnement. On oriente donc nos recherches de façon à améliorer les possibilités de diagnostic et, dans le meilleur des cas, de traitement », analyse-t-il.

Plus précisément, ce Toulousain d'adoption s'est fait une spécialité de l'étude des mécanismes à l'origine des cancers du sang. Génériquement, ceux-ci sont la conséquence d'anomalies génétiques qui, in fine, entraînent une impossibilité pour la cellule tumorale de mener son cycle de vie jusqu'à son terme. Autrement dit, celle-ci reste bloquée à un certain stade de son développement et ne peut plus mourir. Il en résulte une accumulation anarchique de cellules immortelles, synonyme de cancer.

Le chercheur s'est notamment intéressé à une forme particulière de cancer, la leucémie myéloblastique. Une affection qui se caractérise par une prolifération, dans la moelle osseuse, de cellules hématopoïétiques, cellules produisant les globules blancs. En analysant l'ADN de ces cellules, l'équipe s'est rendu compte qu'il présentait une translocation, c'est-à-dire un échange de parties entre deux chromosomes, jamais décrite. Une recherche plus approfondie permet de découvrir que cette partie de l'ADN code en réalité pour de tout petits ARN. Or le chercheur et son équipe observent



Pierre Brousset  
© Inserm P.Latron

que, dans les cellules cancéreuses, la production de ces petits ARN est très supérieure à ce qu'elle est dans une cellule saine. Pour en apprendre davantage, ils analysent *in vitro* trois systèmes cellulaires différents et montrent que cet ARN bloque la différenciation des cellules hématopoïétiques. Elles cessent donc d'évoluer, ce qui constitue le point de départ de la maladie.

Modeste, Pierre Brousset admet que ce travail est probablement à l'origine de son prix, tout en insistant sur le fait « qu'il n'est probablement pas plus important qu'un autre ». Quoi qu'il en soit, le biologiste veut voir son prix comme un encouragement et un signe positif dans la perspective de l'implantation du Cancéropôle de Toulouse.

En honorant ces talents, l'Inserm entend montrer la diversité et la richesse des métiers qui font la recherche biologique, médicale et en santé d'aujourd'hui, ainsi que la créativité et la passion des femmes et des hommes qui la portent et l'animent au quotidien. Ces distinctions individuelles sont aussi une reconnaissance du savoir-faire, de l'implication et de la ténacité d'équipes entières qui, au travers de la trace laissée par un seul, s'inscrivent elles aussi dans l'histoire de la connaissance. Emblématiques de l'excellence de l'Inserm, ces prix montrent la contribution majeure de l'Institut à la connaissance du vivant, ainsi qu'à la recherche de moyens concrets pour dépister, prévenir, diagnostiquer et soigner toutes les maladies humaines. 7 prix ont été décernés cette année dont 2 prix recherches. Le grand prix a été attribué à Yehezkel Ben-Ari, fondateur et directeur honoraire de l'Institut de neurobiologie de la Méditerranée (Inmed), à Marseille.

### Contact :

Pierre Brousset - Directeur de recherche - PuPh  
U563 - équipe 1 - Toulouse  
Tél : 05.61.77.22.55  
Email : brousset.p@chu-toulouse.fr

## Biotechnologies



# Soyez là où s'invente le futur

Soyez là où le futur se prépare, où les produits et les services à forte valeur ajoutée se créent.

Nous sommes là pour vous accueillir et vous accompagner dans vos activités technologiques innovantes au cœur des campus scientifiques de Rennes et du nouveau parc technopolitain de Saint-Malo dédié aux biotechnologies marines.

La matière grise est là : les universités, les écoles d'ingénieurs : Agrocampus Ouest, l'École des hautes études en santé publique (EHESP), l'ENSC Rennes (chimie) et les organismes de recherche : Inserm, CNRS, Inra, Cemagref, Ifremer, Inria.



Maison de la technopole  
15 rue du Chêne Germain  
35510 Cesson Sévigné - France  
Tél. +33 (0)2 99 12 73 73

Technopole de Rennes • Saint-Malo  
www.rennes-atalante.fr