

Revue générale des routes et de l'aménagement

N° 906
NOVEMBRE 2012



Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence |
Entretien du patrimoine Nouvelles techniques et projets du futur |
Matériaux urbains L'ADN de la pierre naturelle |





Jean-Louis MARCHAND
Président
RGRA



Nous n'avons plus les moyens...

Ni l'Etat, ni les collectivités territoriales n'ont les moyens financiers nécessaires à la réalisation de tout ce qui serait indispensable pour répondre à la demande croissante et diversifiée de mobilités de toutes natures ; chacun en convient.

Force également est de constater que ni l'Etat, ni les collectivités territoriales n'ont la capacité à ne serait-ce que maintenir le niveau de service offert par les réseaux existants.

Cette pénurie de moyens des donneurs d'ordre s'inscrit dans un contexte d'exigences sanitaires ou environnementales de plus en plus fortes, pouvant renchérir significativement les coûts des travaux publics.

Nul ne peut faire abstraction de la situation inextricable dans laquelle se trouvent de nombreux maîtres d'ouvrage, qui attendent de leurs partenaires habituels compréhension, idées nouvelles, innovations et remises en cause, plus que discours surannés ou affirmations péremptoires.

Les collectivités n'ont plus les moyens ; elles ne sont pas prêtes à dépenser plus aujourd'hui pour dépenser moins demain ; elles veulent dépenser moins tout de suite. Entreprises, fédérations et syndicats professionnels doivent s'inscrire dans cette réalité et assumer pleinement leurs rôles dans la recherche, la définition et la mise en œuvre des solutions à apporter, qu'elles soient d'ordres technique, contractuel, juridique ou financier.

Encore faut-il être lucide : nous n'avons plus les moyens de la dispersion ; nous ne pouvons dénoncer le mille-feuilles des collectivités locales sans nous interroger sur la cohérence et l'efficacité de celui de nos spécialités.

La RGRA, au fil de ses parutions, participe à l'élaboration d'une vision et d'une ambition en matière d'infrastructures routières et d'aménagement. Ce numéro 906 témoigne de l'intérêt du partage, de la solidarité, de la souplesse, de la flexibilité, de la variété. Il se fait l'écho de conservatismes. Il constitue aussi un appel aux progrès.



Le T'Zen 1 Sénart-Corbeil-Essonnes
Crédit photo : BGIE Bétons Vicat

**REVUE GÉNÉRALE DES ROUTES
ET DE L'AMÉNAGEMENT –
RGRA – S.A.S.**

Nouvelle adresse

9 rue de Berri
75008 PARIS
Tel. +33 (0)1 40 73 80 00
Fax. +33 (0)1 44 13 32 98

**Directeur de la publication
Président**

Jean-Louis Marchand
jlmarchand@editions-rgra.com

**Directeur des rédactions
Rédacteur en chef**

Marie-Françoise Ossola
mfossola@editions-rgra.com

Chef de rubriques

Françoise Marmier
fmarmier@editions-rgra.com

Comité de pilotage

Guy Beurier, Jean-Pierre Christory,
Marc Courbot, Jean-Luc Gautier,
Bernard Héritier, Eric Layerle,
Jean-Marie Masson, Jean-Louis Perrot

Publicité et ventes

Emmanuelle Hammaoui
ehammaoui@editions-rgra.com
Tel. +33 (0)1 40 73 80 07

Commission paritaire n°0116T80258

Dépôt légal - novembre 2012
ISSN 1290-256X

INDEX DES ANNONCEURS

CIMBETON SNPB SNBPE **1^{RE} DE COUV**
ENI **102**
SACER **70**

SHELL BITUMES **4^E DE COUV**
SNBPE CIMBETON **3^E DE COUV.**

SPECBEA **2^E DE COUV.**
WIRTGEN **23**



Les articles figurant au sommaire de la Revue générale des routes sont publiés sous l'entière responsabilité de leurs auteurs. Tous droits de reproduction, adaptation, totale ou partielle, France ou étranger, sous quelque forme que ce soit, sont expressément réservés (Copyright by RGRA). Ouvrage protégé ; photocopie interdite, même partielle (loi du 11 mars 1957), qui constituerait contrefaçon (Code pénal, article 425).

25 Dossier

Les bétons
d'aménagement
créent la différence
**Infrastructure concrete,
making a difference**



27

1 Editorial

Nous n'avons plus les moyens...
Jean-Louis Marchand
Président
RGRA

Actualité générale

Françoise Marmier

4

Les hommes

Philippe Gresset à l'Honneur
M.-F. Ossola

7

A suivre

13

Événements

17

Faits et chiffres

Agence de financement
des collectivités locales
Feu vert du gouvernement

20

International

22

Rendez-vous

26

Préface Le béton, matériau du quotidien et de l'exception

C. Genet

27

L'autoroute A6 fête ses 52 ans

France's A6 motorway celebrates 52nd birthday

J.-P. Marchand, J. Abdo

32

Structures et revêtements en béton pour transports collectifs en site propre (TCSP)

**Concrete structures and surfacing for right-of-way
public transport (TCSP)**

J. Abdo, O. Goyat

39

La démarche VECU (voiries, espaces publics, chantiers d'aménagement urbains)

**The VECU process (roadways, public spaces,
urban development projects)**

J.-P. Christory

48

Chaussées et aménagements durables : un avenir en béton

**Sustainable pavements and improvements:
a concrete future**

T. Cornu, H. Kabré



51

Une avancée technique du béton désactivé Réduire l'impact sur les ressources

**Technical strides with deactivated concrete
Reducing impact on resources**

Ph. Antoine, O. de Poulpiquet

53

Étude des chaussées aéroportuaires en béton Une planche d'essais instrumentée

**Design of concrete airport pavements
An instrumented test section**

M. Broutin, D. Guédon



58
Les aménagements du Havre
Works in Le Havre
O. de Poulpiquet

62
Qualité, esthétique, variété, ingéniosité, souplesse, ... des réalisations en béton coulé en place

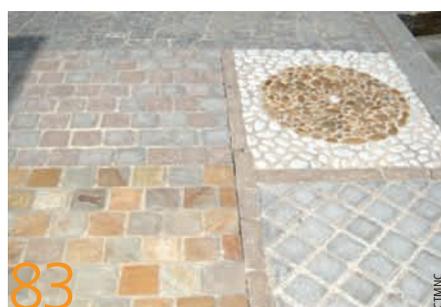
Quality, aesthetics, variety, inventiveness, flexibility... site-cast concrete creations
P. Chifflet, J.-L. Ciceron, H. de Broutelles, A. Triche, C. Alberola



Les matériaux autocompactants à base de ciment
Cementitious self-compacting materials
J.-M. Potier, J. Abdo

71
Congrès de l'IDRRIM « Préserver l'existant et préparer le futur »
J.-L. Perrot

77
Technique de maintenance : la famille des CAPE SEAL
Maintenance technique: the CAPE SEAL family
C. Deneuillers, S. Harnois, C. Priez



L'« ADN » de la pierre naturelle au service des acteurs de l'aménagement
The "DNA" of natural stone in the service of construction designers
C. Malfilatre

91
Grave-bitume GB5® sur le contournement sud-est de Caen Premiers retours d'expérience
Roadbase asphalt GB5® on Caen southeast bypass Initial project feedback
M. du Mesnil Adèle, F. Olard, J.-L. Ernult, H. Dumont, C. Mabilille, B. Vasseur

94
Premiers retours de l'expérimentation de revêtements antibruit sur le périphérique parisien
F. Marmier

98
Matériel, produits et procédés
F. Marmier



Sur le terrain
A63
Cemex Bétons fait valoir sa force de production
F. Marmier

108
Resúmenes
Notre revue en espagnol

■ MEDDE

Jean-Paul Albertini a été nommé délégué interministériel au Développement durable, également commissaire général du Développement durable. Il succède à Dominique Dron, désormais chargée de la préparation du Livre blanc sur le financement de la transition écologique. Ce Livre blanc a vocation à déterminer les conditions de la réorientation du système financier vers le long terme, indispensable au bon financement de la transition écologique.

■ Atilh

Anne Bernard-Gély a été nommée à la direction générale de l'Association technique de l'industrie des liants hydrauliques (Atilh). Elle conserve ses fonctions de déléguée générale du Syndicat français de l'industrie cimentière (Sfic).

■ Cimbéton

Eric Chaussade a été nommé directeur général du Centre d'information sur le ciment et ses applications. Il prend la succession d'Anne Bernard-Gély.



■ ACUF

L'Association des communautés urbaines de France (ACUF) a élu son nouveau président. Michel Delebarre succède à Gérard Collomb qui a occupé cette fonction durant près de quatre années.

■ Aéroports de Paris

Augustin de Romanet a été nommé président-directeur général d'Aéroports de Paris, en remplacement de Pierre Graff, arrivé en fin de mandat.

■ Predit

Louis Fernique a été nommé secrétaire permanent du programme interministériel de recherche et d'innovation dans les transports terrestres (Predit). Il succède à Bernard Duhem.

Réforme du système ferroviaire Création d'une mission sur la gouvernance du nouveau pôle public unifié

Après l'annonce du lancement officiel de la réforme du système ferroviaire français, Frédéric Cuvillier a précisé que « les concertations s'ouvrent dès maintenant, le projet de loi devant être présenté au Parlement à la fin du premier semestre 2013 ». Dans ce cadre, le ministre a confié à Jacques Auxiette une mission sur la gouvernance du nouveau pôle public ferroviaire unifié et la place des régions dans le système ferroviaire.

RFF

Frédéric Cuvillier a décidé, au nom du gouvernement, de nommer Jacques Rapoport au conseil d'administration de Réseau Ferré de France (RFF). Sa candidature à la présidence de RFF sera ensuite soumise au vote du conseil d'administration. Alors que le gouvernement lance une réforme du système ferroviaire, Jacques Rapoport sera chargé de conduire RFF sur la voie de cette mutation, et de mener les discussions pour rapprocher RFF de SNCF Infra et de la Direction des circulations ferroviaires, en vue de la création d'un gestionnaire d'infrastructure unifié, regroupant 50 000 cheminots. Il sera chargé d'améliorer les liens avec la SNCF pour permettre, comme décidé par le gouvernement, le rattachement du futur gestionnaire d'infrastructure unifié à la SNCF, afin de mettre en œuvre la nouvelle politique ferroviaire présentée par Frédéric Cuvillier.



5^e édition du concours Eurovia des projets de fin d'études

Créé en 2007 par Eurovia, le concours annuel des projets de fin d'études (PFE) distingue le savoir-faire et la capacité d'innovation d'élèves ingénieurs en fin de cursus.

Quatre prix ont été décernés le 25 octobre 2012. Parmi les 80 PFE réalisés cette année, 19 ont été présélectionnés par les jurys régionaux. Pas moins de 15 écoles et universités étaient représentées au travers des étudiants finalistes, illustrant bien la richesse et la diversité des expertises que requièrent les métiers d'Eurovia.

Les gagnants de cette édition sont :

1^{er} prix : Alexis Willemin et Thibaut Ziegler, en double-diplôme ESTP-ENSAM : « Etude sur les missions de conducteur de travaux en 2012 »

2^e prix : Maxime Delorme-Scotto - ENSAM : « Recherche et développement de nouvelles méthodologies de renouvellement de rails de TGV »

3^e prix : Romain Valentin - Polytech Lille : « Etude de marché pour la création d'un atelier de fondation par micropieux »

Prix spécial : Cécile Cren - ISIGE : « L'intégration de la biodiversité au sein de la stratégie des entreprises »
Chaque année, Eurovia recrute en France 120 jeunes ingénieurs, pour qui l'entreprise offre une première opportunité dans les domaines des travaux, de la technique, des études de prix, du matériel, ou des carrières et matériaux. L'entreprise accueille également 1 500 stagiaires, tous cursus confondus.

Dispositif de formation CATEC® Harmoniser les pratiques de prévention lors des interventions dans les réseaux d'eau

La Caisse nationale d'assurance maladie (Cnamts) vient d'émettre une recommandation préconisant un référentiel commun de formation des travailleurs intervenant sur les réseaux d'eau, proposé par l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS). Le dispositif de formation à destination des entreprises et des collectivités locales, appelé CATEC, concerne environ 35 000 salariés et enseigne les bonnes pratiques de prévention des risques pour la santé lors des interventions dans les réseaux d'eau. Il sera déployé dès janvier 2013.

Depuis le 25 juin 2009, la recommandation (R 447) formalisait la prévention des accidents lors des travaux en espaces confinés, en particulier dans les ouvrages d'eau potable et d'assainissement (certains risques spécifiques sont en effet particulièrement importants et la configuration des lieux, leur localisation, rendent souvent difficile l'organisation des secours).

La formation des salariés était prévue dans ce texte mais les entreprises et les organismes formateurs ont constaté que les référentiels et les pratiques de terrain étaient très variables, générant ainsi de nouveaux risques.

Afin de renforcer une culture commune de pratiques de prévention, la recommandation de la Cnamts souligne la nécessité d'un référentiel unique de formation. Le certificat d'aptitude à travailler en espaces confinés, CATEC, porté par l'INRS, représente ce socle commun de compétences en prévention pour les interventions en espaces confinés dans les milieux de l'eau et de l'assainissement.

Formation des entreprises de terrassement

L'Association nationale pour la formation professionnelle des adultes (AFPA) et GRTgaz, principal gestionnaire de réseau de transport de gaz naturel en France, consolident leur partenariat du 5 août 2010. Après une phase d'expérimentation dans le nord-est de la France, le module de formation « attestation de capacité de terrassement » (ACT) se déploie désormais sur l'ensemble du territoire.

D'une durée de 2 jours, il vise à former le personnel des entreprises chargées de réaliser les travaux de terrassement sur les chantiers de GRTgaz. Un accent tout particulier est mis sur la sécurité, afin d'éviter que les engins de terrassement n'endommagent les canalisations de gaz naturel.

L'AFPA a pour mission d'identifier et d'assurer la formation des salariés des entreprises prestataires de GRTgaz. De son côté, GRTgaz assure la prise en charge logistique des stagiaires.

L'ACT est l'un des 90 produits réglementaires proposés par l'AFPA dans son offre de formation continue.

L'IFSTTAR

a une nouvelle adresse

A compter du 10 décembre 2012, les nouvelles coordonnées du siège de l'Institut français des sciences et technologies, des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR) sont : Cité Descartes - 14-20 boulevard Newton 77447 Champs-sur-Marne, Marne-la-Vallée cedex 2
Tel : 01 81 65 80 00

Infrastructures de recharge pour véhicules électriques Succès des formations Schneider Electric

A l'heure où le gouvernement annonce des mesures de soutien aux voitures électriques, la formation la plus demandée en 2012 dans le catalogue Schneider Electric est celle dédiée aux bornes de recharge. Les installateurs sollicitent des formations sur la conception et la mise en œuvre d'infrastructures conformes aux normes et labels en vigueur.

D'une durée de 2 jours, cette formation traite une partie « générale » autour de la recharge du véhicule électrique – marché, types d'utilisation, normes, principe de la charge et effet sur les installations électriques, etc. – et une partie « pratique » – solutions EVlink Schneider Electric, méthodologie de conception, mise en œuvre, certification, etc.

Vers la certification ZE Ready

La formation aide les installateurs électriciens à maîtriser la conception et la mise en œuvre d'une infrastructure de recharge, mais aussi à être qualifié ZE Ready, label établi en collaboration avec Renault/Nissan. Les installateurs ainsi certifiés sont référencés sur un portail web mis à disposition des concessions Renault. La mise en œuvre d'une infrastructure de recharge conforme au label ZE Ready étant imposée par Renault, seuls ces installateurs seront habilités à faire ces travaux.



« Une trentaine de sessions ont été réalisées depuis le début de l'année, avec plus de 200 participants, montrant l'engagement des professionnels de la filière électrique dans le domaine », déclare Thierry Ruard, directeur de Schneider Electric Formation. « Cette formation répond aux attentes des installateurs pour maîtriser et anticiper les problématiques de recharges et répondre aux sollicitations de leurs clients. Elle leur permet de connaître l'environnement et les enjeux du

véhicule électrique et d'appréhender parfaitement les besoins des utilisateurs pour définir l'infrastructure de recharge adéquate. Avec les enseignements dispensés, ils acquièrent les compétences pour réaliser l'audit électrique d'un site, mettre en œuvre et certifier l'infrastructure, que ce soit pour des bornes installées dans le résidentiel collectif, sur les parkings des entreprises, dans les parkings publics, etc. ».

Une formation complète et proche du terrain

Durant le stage, les installateurs sont formés aux solutions Schneider Electric et aux compléments d'offres possibles. A cet effet, des matériels d'application sont mis à leur disposition, parmi lesquels les différents modèles de bornes EVlink, des solutions de connectique de type 3, des armoires de grappe, etc. Dominique Barboyon, gérant de Sigma Tec, entreprise d'installation électrique située à Massieu (Isère), a récemment participé à une session de formation : « Les électriciens ne se posent pas toujours la question de la formation. Pourtant, l'intérêt de participer à un stage complet et bien conçu comme celui-ci revêt un caractère essentiel. Avec cette formation, nous maîtrisons des produits nouveaux et, ainsi valorisons notre position d'experts et notre rôle de conseil auprès de clients sous-estimant trop souvent l'importance d'assurer une sécurité optimum des biens et des personnes pendant la phase de recharge des batteries d'un véhicule. Pour moi, cette formation colle à la réalité du terrain, avec une place importante donnée à ce que j'appellerais la « culture véhicule électrique ».

Mission de réflexion sur l'égalité des territoires

Cécile Duflot, ministre des Territoires, a nommé un coordonnateur pour conduire une mission de réflexion sur l'égalité des territoires en France. Elle a été confiée à Eloi Laurent, économiste à l'Observatoire français des conjonctures économiques (OFCE) et enseignant à l'Institut des études politiques (IEP) et à Stanford University. Elle tentera de cerner ce qu'une politique publique d'égalité des territoires signifie, à l'âge de la transition écologique et énergétique. A partir d'un bilan des dynamiques à l'œuvre dans les territoires, qui transforment l'espace français autour de nouvelles façons d'habiter, de produire, de travailler, de se distraire et de nouvelles inégalités entre territoires, la mission s'interrogera sur la politique d'aménagement à mettre en œuvre, à travers la notion de justice territoriale.

La mission rassemblera les contributions d'experts des sciences sociales, venus d'horizons disciplinaires variés. Chacune de ces contributions sera soumise à un représentant des territoires, notamment à des élus, pour être enrichie de l'expérience tirée du terrain. Ainsi pourra émerger une vision partagée de ce que doit recouvrir une politique juste d'aménagement durable des territoires. 32 expert(e)s sont dès à présent impliqué(e)s dans cette démarche.

Le rapport intitulé « Vers l'égalité des territoires », somme et synthèse de ces travaux, sera rendu public en février 2013, à l'occasion du 50^e anniversaire de la Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale (DATAR).

IGD

Le conseil d'administration de l'Institut de la gestion déléguée (IGD) a élu un nouveau président. Hubert du Mesnil (RFF) succède ainsi à Alain Dupont, président par intérim depuis le décès de Claude Martinand, qui a souligné « les grandes qualités du nouveau président qui continuera de défendre le bien-fondé du modèle de la gestion déléguée dans un contexte parfois difficile ».

Il a rappelé également que « la gestion déléguée au sens large, incluant le contrat de partenariat public-privé (PPP), est un facteur clé du dynamisme économique de nos territoires et de la relance, de l'investissement public et du savoir-faire de la France à l'international. »

Cofiroute

Loïc Rocard a été nommé directeur général.

Il succède à Arnaud Grison.

AIPCR

Le conseil de l'Association mondiale de la route (AIPCR/PIARC) a élu Oscar de Buen Richkarday (Mexique) à sa présidence, à compter du 1^{er} janvier 2013. Il succède à Anne-Marie Leclerc (Canada). Le nouveau comité exécutif a également été élu pour la période 2013-2016. Christophe Saintillan, directeur des infrastructures de Transports au ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (MEDDE), y représente la France. Les comités nationaux ont par ailleurs élu Bojan Leben (Slovénie) comme leur représentant au comité exécutif. Le conseil a reconduit Jean-François Corté (France) dans la fonction de secrétaire général jusqu'en 2016.

Bientôt un médiateur des marchés publics

Le 25 octobre 2012, Arnaud Montebourg, ministre du Redressement productif, et Fleur Pellerin, ministre délégué chargé des PME, ont proposé la nomination prochaine, par le président de la République, de Jean-Lou Blachier en tant que médiateur des marchés publics.

A cette fonction, il sera plus particulièrement chargé de :

- Jouer un rôle de facilitateur des relations entre les PME et les donneurs d'ordre publics en portant une attention soutenue au respect des délais de paiement pratiqués lors de l'exécution des commandes publiques.
- Recommander des améliorations concrètes dans les pratiques des acheteurs publics.

Philippe Gresset à l'Honneur

Comment mettre en musique, pour l'inconditionnel de Mozart et de Verdi qu'est Philippe Gresset, le parcours de l'une des figures les plus connues de la profession ? Patrick Bernasconi, président de la Fédération nationale des Travaux publics (FNTF), lui a composé une partition inédite, avec brio et amitié, en lui remettant les insignes de chevalier de l'ordre de la Légion d'honneur. Saluant la carrière professionnelle de Ph. Gresset, son sens de l'engagement collectif au quotidien et sa passion sans cesse renouvelée pour l'action syndicale, je laisse nos lecteurs apprécier la musique des mots de P. Bernasconi.



Au nom du président de la République, et en vertu des pouvoirs qui nous sont conférés, je vous fais chevalier de la Légion d'honneur « Patrick, si je t'ai demandé d'être mon parrain c'est vraiment parce qu'entre nous s'est établi un rapport humain exceptionnel et une confiance sans faille et c'est un vrai bonheur de t'avoir à côté de moi, ce soir »

L'homme de terrain

L'homme de l'est de la France, diplômé frais émoulu de l'Ecole supérieure des travaux publics (ESTP), ne va pas séjourner longtemps à Paris. Diplôme en poche, il décide de faire ses premières armes chez SCREG, dont il conservait un excellent souvenir de ses stages d'études ; il y restera 40 ans... jusqu'en 2003.

« Ton tempérament volontaire, marque de fabrique des hommes de ta région, combiné avec une rigueur professionnelle reconnue, une disponibilité et une qualité d'écoute appréciées de tes collègues, te font vite remarquer de ta hiérarchie. Et voilà le petit « Gressele », comme te surnomment tes collègues alsaciens, qui franchit une à une les étapes d'un parcours sans faute. Tu écumes les agences d'Epervain à Nancy, en passant par Reims et Strasbourg. Tu gravis les échelons quatre à quatre : chef d'agence, directeur d'agence, puis directeur régional couvrant tout l'Est de la France, avant de te poser, quoique le terme soit inapproprié, dans le fauteuil de président-directeur général de SCREG-Est, à Nancy. Fauteuil que tu occupes de 1977 à 1993. »...

« Ce qui ne réjouit qu'à moitié le lorrain de souche qu'il est », Ph. Gresset est ensuite appelé à Saint-Quentin-en-Yvelines (78) et devient directeur général de SCREG, puis - trois ans plus tard - directeur général de Colas et président-directeur général de SCREG, fonctions qu'il occupe jusqu'à son départ à la retraite en 2003. « Ta brillante carrière ne doit rien au hasard : tu es un homme de terrain, tu es un passionné de chantiers, tu es un authentique animateur d'équipes et meneur d'hommes ».

L'homme d'action syndicale patronale

« Tu aurais pu t'en tenir à cette carrière professionnelle riche et bien remplie. Carrière qui te valut déjà, à deux reprises, de recevoir les honneurs de la République en devenant chevalier, puis officier de l'ordre national du Mérite. Mais, tu as la curiosité de l'action syndicale. » C'est à l'approche de la retraite que Ph. Gresset s'y engage pleinement : administrateur de la FNTF depuis 1996, puis président de l'Union des syndicats de l'industrie routière française (USIRF) de 2002 à 2006, administrateur du Syndicat de France et trésorier de la FNTF...

L'homme de la vie associative avec PRO BTP

« Il est encore un poste d'administrateur d'importance que tu occupes, celui de PRO BTP. Tu as su, par ton habileté, faire reconnaître et intégrer la spécificité de nos métiers des TP. Parallèlement, tu sièges dans d'innombrables organismes relevant de notre branche professionnelle, ou d'autres à caractère interprofessionnel, comme l'AGIRC. Mais aussi dans des associations proches de la profession qui militent pour que l'équipement de notre pays ne soit pas systématiquement la variable d'ajustement des budgets publics. » Et Ph. Gresset de commenter : « Le paritarisme... Si souvent critiqué, rarement reconnu pour ses actions positives et surtout méconnu... Petit à petit, à PRO BTP, j'ai compris que si nous avions le meilleur système de protection sociale dans notre profession et le plus performant, le paritarisme ne pouvait pas y être étranger. Cela, bien sûr, à condition que toutes les forces en présence tirent le camion dans le même sens... ».



« Monique, mon épouse, a toujours su faire régner entre nous l'harmonie indispensable à la sérénité »

L'homme, tout simplement...

Comme Ph. Gresset aime à le souligner, « le fil rouge de toutes ces années, la vie familiale et mes passions personnelles : Monique, mon épouse a toujours su faire régner entre nous l'harmonie indispensable à la sérénité... Merci de m'avoir permis de vivre pleinement mes passions, sans m'écarter de ce qui est le but essentiel de notre vie, nos 3 enfants et nos 6 petits-enfants... Je fais partie de ces personnes qui ne peuvent être heureuses que si elles se sentent en parfaite harmonie avec leurs proches. » Les passions de Ph. Gresset sont nombreuses : sa famille, son entreprise, la route, la profession, vous l'aurez compris, mais aussi la musique, en particulier Mozart et l'Opéra : « La musique, c'est le partage idéal car le bonheur est d'autant plus grand, lorsque vous écoutez un concerto, une symphonie ou un opéra, que lorsque vous le partagez avec d'autres personnes » et de citer Sacha Guitry pour partager avec nous sa passion pour Mozart : « Lorsqu'on vient d'entendre un morceau de Mozart, le silence qui lui succède est encore du Mozart. » Après ses remerciements aux nombreux hommes et femmes de son parcours qui lui ont fait confiance, lui ont permis de trouver son chemin dans « cette jungle qu'est le monde du business où il est si facile de se perdre si on est mal guidé », le rideau est tombé sur une citation de Jules Clarétie : « Tout homme qui dirige, qui fait quelque chose, a contre lui ceux qui voudraient faire la même chose, ceux qui font précisément le contraire, et surtout la grande armée des gens beaucoup plus sévères qui ne font rien. »

M.-F. Ossola ■

Groupe Colas : 5 lauréats pour les Golden Roads 2012

Avec 26 films en compétition, 5 lauréats, plus de 150 invités, ..., le 22 octobre s'est déroulée une soirée digne des Oscars : les Golden Roads 2012 du groupe Colas. Co-animée par les étoiles montantes du Jamel Comedy Club, Anne-Sophie Girard et Mohamed Nouar, cette cérémonie a clôturé le challenge « *THE Stagiaire* » récompensant les vidéos des stagiaires les plus créatifs. Les 5 meilleurs talents se sont vu offrir un séjour dans une des villes mythiques du 7^e art, durant leur propre festival de cinéma (les Oscars à Hollywood, Sundance à Salt Lake City, le Festival de Cannes, les Ours d'Or à Berlin, La Mostra de Venise).

And *THE Stagiaire* are ...

- **Karim Boudjeltia : Prix spécial « Off Roads »**
Bureau d'études - Aximum
Ecole : Ecole des ingénieurs de la Ville de Paris (EIVP)
- **Laurène Duchelin : Prix du jury**
Service juridique - Colas Ile-de-France - Normandie (IDFN)
Ecole : Faculté de droit de Grenoble
- **Arthur Bergoffen : Prix de la meilleure réalisation**
Stagiaire Travaux Colas IDFN
Ecole : Ecole spéciale des travaux publics, du bâtiment et de l'industrie
- **Julien Ripoché : Prix du Grand public**
Direction matériel - Screg Est
Ecole : Ecole nationale supérieure d'arts et métiers (ENSAM)
- **Adrian Pannetier : Prix du Grand public**
Direction matériel - SMAC
Ecole : Ecole supérieure des sciences commerciales d'Angers (ESSCA)

THE Stagiaire est un challenge inter-écoles innovant et audacieux qui a mobilisé les 800 stagiaires du groupe et leur réseau. Son objectif : révéler l'image attractive et créative de Colas et devenir un employeur de référence, en laissant carte blanche aux jeunes, durant trois mois, pour qu'ils fassent partager leur expérience, leur aventure au quotidien au sein du groupe, via la réalisation d'un mini-film. Début septembre, un jury de professionnels Colas, de professionnels du cinéma et de professeurs de grandes écoles a sélectionné les 28 meilleures vidéos, ensuite soumises en ligne aux votes des internautes.

THE Stagiaire a remporté 2 grands prix, dans le cadre du festival Fimbacte, dédié aux opérations de communication sur le thème du cadre de vie : le grand prix « Démarche de communication » Fimbacte et le prix spécial « Trophée Avenir » PRO-BTP.
Retrouvez les vidéos sur :
www.thestagiairecolas-lefilm.fr

Grand contournement autoroutier de Strasbourg Mission d'expertise

Roland Ries, maire de Strasbourg, et Jacques Bigot, président de la Communauté urbaine de Strasbourg (CUS), accompagnés d'une délégation des milieux économiques ont été reçus mi-novembre par Frédéric Cuvillier pour évoquer les grands dossiers liés à l'accessibilité de Strasbourg. Cette rencontre fait suite à une première réunion organisée à la CUS avec les milieux économiques en juin dernier, au cours de laquelle les élus avaient pris l'engagement de mener une délégation pour rencontrer le ministre et évoquer les suites du Grand contournement de Strasbourg (GCO) après l'échec de la procédure de concession. Les sujets du TGV Rhin-Rhône, de l'accessibilité du port autonome et de la desserte aérienne de Strasbourg ont également été abordés.

Concernant le dossier du GCO, le ministre a expliqué les raisons de l'échec de la procédure de concession et il a confirmé que le concessionnaire pressenti n'a pas été en mesure de boucler son plan de financement, malgré deux reports du délai. Il a cependant confirmé que la déclaration d'utilité publique (DUP) reste valable. Le ministre a également annoncé le lancement d'une mission d'expertise sur les déplacements dans la périphérie de l'agglomération strasbourgeoise qui sera confiée au Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD). Elle rendra ses conclusions dans un délai de quatre mois. Cette mission devra considérer le double enjeu que représentent d'une part, les flux de transit qu'il convient d'identifier et de quantifier précisément, et d'autre part, l'accessibilité de Strasbourg qui n'était pas suffisamment prise en compte dans le dossier initial du GCO. L'ensemble des partenaires locaux sera consulté à cette occasion.



Roland Ries, Jacques Bigot et les représentants des milieux économiques présents à la réunion prennent acte positivement de cette décision qui vise à analyser la situation de la circulation aux abords de Strasbourg. Ils souhaitent que cette expertise aboutisse à une solution concertée, au-delà des clivages politiques et des querelles politiciennes et ce, dans l'intérêt des habitants et des personnes qui travaillent dans l'agglomération et l'ensemble de la région.

■ Grand Paris

Validation du 1^{er} contrat de développement territorial avant mise en enquête publique

Daniel Canepa, préfet de la région Ile-de-France et de Paris, Pierre-André Peyvel, préfet des Hauts-de-Seine, les 7 maires des villes de la communauté d'agglomération (Boulogne-Billancourt, Chaville, Issy-les-Moulineaux, Meudon, Sèvres, Vanves et Ville-d'Avray), Patrick Devedjian, président du conseil général des Hauts-de-Seine, ont validé en comité de pilotage le projet de contrat de développement territorial (CDT) Grand Paris Seine Ouest (GPSO).

Il sera mis en enquête publique début 2013. Elle sera organisée par l'établissement public de coopération intercommunale (EPCI) GPSO, conformément à la décision du comité de pilotage. GPSO représente 7 communes, 300 000 habitants, 22 000 entreprises et commerces, 160 000 emplois et 140 000 résidences principales. Le territoire couvert par ce CDT disposera de 3 nouvelles gares du Grand Paris Express : Pont de Sèvres, Issy RER, et Fort d'Issy-Vanves-Clamart. Les 43 projets du CDT s'organisent autour de trois grandes thématiques : la ville numérique, la ville durable et la ville créative.

En matière de développement économique, le territoire a la volonté de renforcer sa vocation d'accueil d'entreprises en création, de favoriser l'innovation avec la perspective de la réalisation du réseau Grand Paris Express et de conforter sa position de leader de l'économie numérique.

Le Grand Paris, au-delà de la question des transports et du Grand Paris Express, représente aujourd'hui 20 projets de contrats en cours d'élaboration, projets qui vont s'étaler sur au moins 15 ans ; 12 d'entre eux ont fait l'objet d'un accord-cadre, signés courant 2012.

Cette première validation de projet de CDT sera suivie dans les semaines et mois à venir de celles d'autres projets de CDT, dont Campus science et santé, validé le 30 novembre 2012.

■ Vers une collectivité territoriale d'Alsace

Les trois assemblées régionale et départementales se sont réunies le 24 novembre 2012 à la Maison de la Région à Strasbourg afin d'approuver les orientations et le lancement du processus de création de la collectivité territoriale d'Alsace.

Convoqués en congrès, les élus du conseil général du Bas-Rhin, du Haut-Rhin, et le conseil régional d'Alsace ont adopté, à une très large majorité de 108 voix pour (9 abstentions et 5 contre), la résolution « Vers une nouvelle collectivité : la collectivité territoriale d'Alsace ». Cette nouvelle entité sera administrée par une assemblée délibérante (Assemblée d'Alsace qui siège à Strasbourg) et par un conseil exécutif (conseil exécutif d'Alsace qui siège à Colmar) élu par l'assemblée d'Alsace et responsable devant elle. Pouvoir délibératif et pouvoir exécutif sont distincts.

En remplaçant trois collectivités par une seule, la région gagne en simplicité et offre à ses concitoyens plus de transparence et de lisibilité. Grâce à la future collectivité, des économies de fonctionnement seront réalisées et l'efficacité de la région sera accrue.

Par ailleurs, l'élaboration du projet de loi par le gouvernement, puis son examen par le Parlement, n'interviendront qu'à l'issue de la consultation des électeurs qui pourrait se tenir le 7 avril 2013.

■ Vallée de Seine : le commissariat supprimé

Le Premier ministre a signé le 13 novembre le décret, publié le 14 novembre au Journal officiel, qui supprime le commissariat général pour le développement de la Vallée de Seine, créé en mai 2011 et dirigé par l'ancien maire du Havre, Antoine Rufenacht.

Celui-ci, tout comme Nicole Ameline, députée du Calvados, déplore une décision « prise sans concertation et sans projet de rechange ».

Ile-de-France Pollution atmosphérique et Zapa

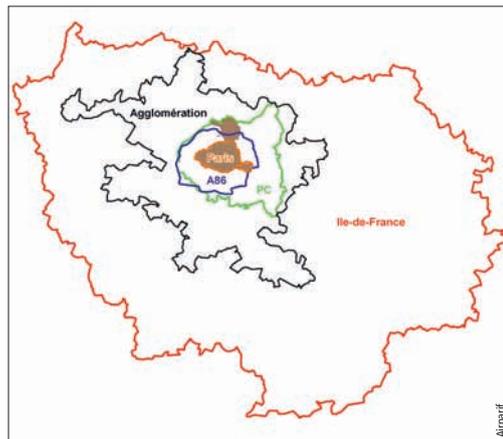
Airparif a évalué l'impact sur la pollution atmosphérique d'une zone d'actions prioritaires pour l'air (Zapa), incluant notamment Paris.

Restreindre la circulation automobile sur les zones sensibles du point de vue de la qualité de l'air, tel est l'objectif des Zapa, définies par la loi Grenelle 2. Compte tenu des niveaux de pollution de l'agglomération parisienne et du nombre de Franciliens exposés, la Ville de Paris et la Communauté de communes « Plaine-Commune » se sont portées candidates pour une étude de faisabilité. Cette étude, coordonnée par l'Atelier parisien d'urbanisme (Apur), a démarré en 2011. Airparif, association indépendante de surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France, a été chargée d'évaluer l'impact sur la pollution atmosphérique. Des estimations parallèles ont été menées par des bureaux d'études spécialisés et par l'Apur sur les aspects économiques et sociaux.

Huit scénarios à la loupe

Concernant la qualité de l'air, 400 scénarios ont ainsi été analysés par Airparif, en fonction de 3 critères :

- le périmètre de la zone : toute l'agglomération parisienne, la petite couronne, la zone délimitée par l'A86, Paris et Plaine-Commune ou seulement Paris ;
- les ensembles d'axes routiers types de la zone « intra-A86 », axes autoroutiers et boulevard périphérique essentiellement ;
- les catégories de véhicules concernés par l'interdiction, en s'appuyant sur une classification nationale en fonction des rejets de polluants.



Différents périmètres envisagés pour la Zapa

Huit scénarios ont été retenus pour une analyse plus détaillée au regard de leur impact sur la qualité de l'air uniquement.

Les périmètres n'ont pas été au-delà de l'A86, sachant que l'essentiel de la population exposée aux teneurs de pollution les plus élevées est situé dans cette zone. L'objectif principal, en cohérence avec l'objectif de réduction des émissions du trafic routier que fixe le projet de Plan de protection de l'atmosphère (PPA), étant une baisse des rejets de 10 % sur cette zone à l'horizon 2015 pour deux polluants : les oxydes d'azote et les particules. Et, afin de ne pas cibler seulement un type de véhicule, les scénarios retenus ont porté sur l'ensemble des véhicules : deux-roues motorisés, voitures particulières, camionnettes et poids lourds, selon deux catégories (tableau 1).

Un scénario optimal

Les scénarios ont été classés selon leur « coût » technique (notamment le nombre de véhicules concernés) et leur bénéfice par rapport à la qualité de l'air. Le plus intéressant est ainsi celui qui porte sur le périmètre zone intra A86-A86 exclue, et sur la catégorie de véhicules trois étoiles. Ce scénario entraîne une baisse des rejets de l'ordre de 25 % pour les oxydes d'azote, et de l'ordre de 20 % à 25 % pour les particules ; ce qui engendre une réduction significative du nombre d'habitants exposés aux dépassements des normes visées : près de 15 % pour le dioxyde d'azote, et 30 % pour les particules. Enfin, il évite de dégrader la qualité de l'air en périphérie de la zone (figure 1). L'accès à l'A86 autorisé à tous les véhicules limite en effet le phénomène de report d'itinéraire.

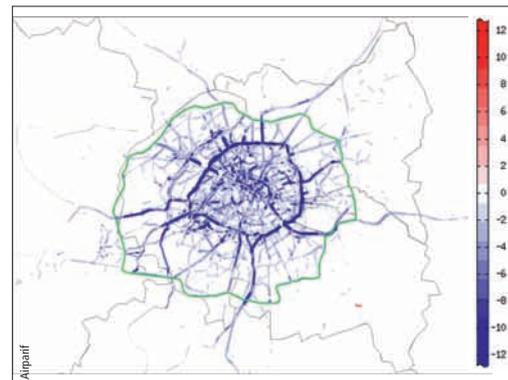


Figure 1
Différences de concentrations en dioxyde d'azote (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) engendrées par la Zapa à l'horizon 2015 pour le scénario le plus favorable (intra-A86 - A86 exclue, véhicules trois étoiles)

	2 roues, tricycles et quadricycles à moteur	Voitures particulières	Camionnettes	Poids lourds, autobus et autocars
Scénario 2**	1 ^{re} immatriculation avant le 30/06/2004 inclus	Véhicules essence avant le 31/12/1996 inclus et véhicules diesel avant le 31/12/2000 inclus	Véhicules essence avant le 30/09/1997 inclus et véhicules diesel avant le 31/12/2000 inclus	Véhicules essence avant le 30/09/2001 inclus et véhicules diesel avant le 30/09/2006 inclus
Scénario 3***	note 1	Véhicules essence avant le 31/12/1996 inclus et véhicules diesel avant le 31/12/2005 inclus	Véhicules essence avant le 30/09/1997 inclus et véhicules diesel avant le 31/12/2005 inclus	note 2

note 1 la classification comporte 3 catégories *** mais si l'interdiction concernait effectivement cette catégorie, la circulation de l'ensemble des deux-roues motorisés serait interdite au sein de la ZAPA. De ce fait, les scénarios étudiés se concentrent uniquement sur le groupe 2 étoiles**.

note 2 Pour les poids lourds, bus et cars, la nomenclature ne présente pas de catégories 3 étoiles ***. Ainsi, quels que soient les scénarios, cette catégorie de véhicules n'est pas affectée que jusqu'à la catégorie 2 étoiles**.

Tableau 1
Véhicules pouvant faire l'objet d'une interdiction de circulation dans la Zapa

A l'issue des études de faisabilité en juillet 2012, aucun dossier de candidature pour la mise en œuvre des Zapa n'a été déposé de manière complète par les agglomérations potentiellement intéressées. Le 20 septembre 2012, le ministre de l'Ecologie a donc annoncé la création d'un Comité interministériel sur la qualité de l'air (CIQA), qui réunira notamment les villes qui souhaitent expérimenter les ZAPA, afin de bâtir d'ici au début de l'année 2013 des solutions concrètes. Le maire de Paris a d'ailleurs « demandé au Premier ministre la constitution d'une Zapa sur un territoire étendu jusqu'à l'A86 », comme cela a été évoqué lors du conseil de Paris du 13 novembre dernier. Le projet de PPA, soumis à enquête publique à partir du 26 novembre, fixe l'objectif d'une réduction supplémentaire de 10 % des émissions liées au trafic routier (par rapport à la tendance engagée), pour réduire significativement la zone de dépassement de la réglementation et le nombre de personnes exposées. Les travaux du CIQA compléteront donc cet objectif en proposant des moyens pour l'atteindre : parmi les solutions envisageables, les restrictions de circulation seront examinées. L'étude Zapa permet ainsi de nourrir ces travaux à venir.

Un scénario additionnel : pas de nouveaux véhicules particuliers diesel

En marge de l'étude de faisabilité Zapa, un scénario additionnel a été étudié par Airparif sous l'hypothèse qu'en Ile-de-France, tous les nouveaux véhicules particuliers diesel soient remplacés par des véhicules essence de même norme Euro.

Selon les calculs d'Airparif, un tel scénario permettrait d'atteindre une réduction des rejets de l'ordre de 25 % à 35 % pour les particules. L'impact serait également très marqué sur les rejets d'oxydes d'azote (-35 %), et encore plus marqué sur la part de dioxyde d'azote générée par les filtres à particules catalysés.

Néanmoins, ce scénario très favorable aux polluants atmosphériques engendrerait une augmentation de 6 % des émissions de dioxyde de carbone, gaz à effet de serre participant au changement climatique. En effet, les véhicules essence en rejettent plus dans l'atmosphère que les véhicules diesel. L'agglomération parisienne étant une zone sensible d'après le schéma régional climat, air et énergie, la priorité est donnée aux actions en faveur de la qualité de l'air plutôt qu'aux actions portant sur le climat.

Bitume et santé : décision de la Cour d'appel de Lyon Réaction d'Eurovia

« Eurovia prend acte de la décision de la Cour d'appel de Lyon qui reconnaît la maladie professionnelle de monsieur Francisco Andrade Serrano et retient une « faute inexcusable » de l'employeur. La « faute inexcusable » de l'employeur pour l'exposition d'un salarié aux rayons UV du soleil, telle que reconnue par la Cour, est un cas tout à fait iné-

dit. Aucune autre entreprise n'avait en effet été condamnée pour ce motif jusqu'à aujourd'hui. Eurovia va donc examiner attentivement les détails de la décision en vue d'un pourvoi. Eurovia a toujours agi dans un souci constant de transparence et de recherche de la vérité, afin de mieux prévenir, accompagner et informer, en permanence, ses 22 000 employés en France et ses 40 000 collaborateurs dans le monde ».

Réaction de l'USIRF

« L'Union des syndicats de l'industrie routière française (USIRF) prend acte de la décision de la Cour d'appel de Lyon du 13 novembre 2012 et rappelle les progrès réalisés au fil des années en matière de prévention des risques dans les travaux routiers. Elle continuera à agir en faveur de la bonne application de ses recommandations en matière de prévention, de santé au travail et de sécurité sur les chantiers de construction routière. Par ailleurs, dans ses attentes, la Cour note que le litige qui lui est soumis « n'est pas le procès en général ni du goudron, ni du bitume, ni de leurs composants, ni des entreprises de travaux publics en général ».

A ce propos, l'USIRF souligne que le classement publié le 18 octobre 2011 par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) indique qu'au vu des centaines d'études scientifiques menées dans le monde depuis des décennies, il ne peut être établi de lien probable ou avéré entre cancer et utilisations routières du bitume ou de l'asphalte ».

Toutes informations disponibles sur le site www.prevenrout.com

Taxe poids lourds et autorisation des poids lourds de 44 tonnes à 5 essieux

Frédéric Cuvillier, ministre en charge des Transports, a annoncé des mesures concrètes de simplification des modalités d'application de la taxe poids lourds et l'autorisation des poids lourds de 44 tonnes à cinq essieux.

« A situation d'urgence, mesure d'urgence. L'Etat doit répondre par des dispositions fortes, concrètes et pragmatiques aux difficultés de ce secteur, dont je comprends les difficultés et les attentes ». Aussi « je veux simplifier ce qui est complexe », a affirmé Frédéric Cuvillier, en clôturant le 67^e congrès de la Fédération nationale des transports routiers (FNTR), se tenant mi-novembre à Paris.

Concernant la taxe poids lourds, elle s'appliquera comme prévu à l'été 2013. Elle concernera les poids lourds de plus de 3,5 t empruntant le réseau routier national non payant. Le secteur des transports routiers participera ainsi au financement des infrastructures qu'il utilise, puisque le produit de la taxe sera affecté à leur entretien ou à la construction de nouvelles infrastructures de transport.

Cette taxe pourra aussi favoriser le report modal, levier de la transition énergétique. Néanmoins, Frédéric Cuvillier a annoncé que le mécanisme de répercussion de la taxe est modifié, pour une application simple, efficace et complète. Concernant les chargeurs, un mécanisme de majoration de plein droit des prix du transport sera mis en place. Il s'agira d'une majoration forfaitaire obligatoire instaurée

Autoroute A13 : le viaduc de Saint-Cloud fait peau neuve

L'équipement en protections acoustiques du viaduc de Saint-Cloud (92) a débuté le 12 novembre 2012.

Ces travaux intégreront également la réfection des parements en béton, l'amélioration du système de collecte des eaux pluviales et le remplacement de l'éclairage.

Ils se dérouleront de nuit (22h à 5h30), en semaine (lundi soir à vendredi matin), pour neutraliser la voie de droite de l'autoroute A13 dans chaque sens de circulation. Cette contrainte indispensable à la sécurité des usagers et du personnel impose une organisation complexe d'interventions de haute technicité qui dureront 3 ans.

Pour maintenir en permanence l'éclairage public de l'autoroute sur le viaduc, également important pour la sécurité des usagers, le sens province-Paris sera traité en premier. Compte tenu des travaux de modernisation des tunnels de Saint-Cloud et de Boulogne qui encadrent le viaduc de Saint-Cloud, la vitesse maximale autorisée est fixée à 50 km/h d'un tunnel à l'autre.

Pour leur sécurité et celle des intervenants, les usagers qui vont traverser une section en travaux sur près de 3 km sont invités à la plus grande prudence en respectant scrupuleusement la signalisation en place.

Pacte national pour la croissance, la compétitivité et l'emploi Une décision pour les infrastructures

Jean-Marc Ayrault a présenté le relevé de décisions du séminaire gouvernemental, suite au rapport de Louis Gallois sur la compétitivité. Il en ressort huit leviers de compétitivité, débouchant sur 35 décisions concrètes. Le levier 5, « Renforcer les conquêtes de nos entreprises à l'étranger et l'attractivité de notre pays » comporte notamment la décision n°19 : « Maintenir les atouts de nos infrastructures et déployer le très haut débit numérique sur l'ensemble du territoire avec un schéma équilibré et financé qui sera précisé début février 2013. La France doit maintenir l'avantage historique lié à la qualité et à la performance de ses infrastructures (transport, énergie) en intégrant cet objectif dans les réformes structurelles à engager ».

■ Une réforme ferroviaire en quatre axes

Partant de 4 constats : dégradation de la qualité de service, coûts non maîtrisés, cadre social éclaté et nécessaire adaptation aux évolutions communautaires, le ministre des Transports s'est fixé quatre objectifs. L'un d'entre eux, l'axe « qualité de service et missions de service public » concerne l'unification des fonctions de gestionnaire d'infrastructure dans une entité unique, le groupement d'infrastructure unique (GIU).

Il réunira Réseau Ferré de France (RFF), la Direction de la circulation ferroviaire (DCF), les cheminots de SNCF Infra, soit 50 000 personnes qui réalisent les travaux sur le réseau. Cet ensemble sera rattaché à la SNCF, au sein d'un pôle public unifié, dans le respect des règles européennes.

■ Ademe

Réduction de la vitesse et qualité de l'air

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie (Ademe) s'est penchée sur le lien entre la réduction de la vitesse des véhicules et la qualité de l'air dans les villes. Le postulat de départ est le suivant : si l'on réduit la vitesse, la consommation de carburant par véhicule baisse ainsi que les émissions de polluants primaires au km parcouru.

Deux cas de figure :

- Sur les voies rapides (autoroutes urbaines notamment), la vitesse à 80 km/h diminue les émissions de NOx, de PM10 et de COV jusqu'à 20 % selon les études.
- En ville, le passage de 50 km/h à 30 km/h affiche des résultats très variables, voire contradictoires, soit de -10 % à +30 % selon les polluants et les études. Plusieurs facteurs interagissent, notamment les obstacles censés réguler le trafic, le comportement des usagers et la configuration des voies (rues « canyons »).

En conclusion, en milieu urbain, l'impact de la réduction de vitesse sur la qualité de l'air sur les voies rapides est réel ; cette réduction baisse les émissions de polluants et améliore la qualité de l'air. En ville, l'impact dépend avant tout de facteurs externes, comme la configuration des voies, mais aussi des comportements. Dans tous les cas, l'impact sur les émissions et la qualité de l'air n'est efficace que dans le cas d'actions pérennes. Par ailleurs, l'évaluation d'une mesure de diminution de la vitesse nécessite en milieu urbain que soient pris en compte, au-delà des comportements, les facteurs externes comme la configuration et la fluidité des voies.

quelle que soit l'activité de transport, assise sur une base légale, avec un taux fixé par région. Un taux spécifique sera en outre prévu pour le transport interrégional. Cette majoration inclura les frais de gestion supportés par les entreprises de transport routier marchand. Les taux seront fixés annuellement par arrêté. Le ministre a annoncé qu'un texte de loi précisant ce dispositif serait déposé avant fin 2012 au Parlement.

Par ailleurs, la publication du décret, qui actera la permission de circuler aux véhicules de 44 tonnes à cinq essieux, mais avec une limitation des charges à l'essieu, pour réduire l'usure de la voirie dans un objectif de développement durable, est attendue.

Les propositions du Conseil de Paris pour lutter contre la pollution

En ouverture du Conseil de Paris qui s'est tenu le 13 novembre, le maire de Paris, Bertrand Delanoë, a formulé plusieurs propositions pour faire de Paris une ville plus saine, plus sûre et moins bruyante.

Interdiction des véhicules polluants

Paris s'est portée candidate pour devenir une zone d'action prioritaire pour l'air (Zapa) dès 2010. Aujourd'hui, ce dispositif fait l'objet d'une remise à plat avec la création d'un comité interministériel qui associe les collectivités candidates. La ville en profite pour porter plusieurs propositions et notamment une première catégorisation des véhicules susceptibles d'être interdits à compter de septembre 2014 :

- les véhicules particuliers et utilitaires de plus de 17 ans ;
- les poids lourds de plus de 18 ans ;
- les deux-roues de plus de 10 ans.

Ces décisions, qui concernent les véhicules les plus polluants, seraient assorties de « mesures d'accompagnement social pour les ménages et les professionnels les plus modestes concernés ».

Accompagnement social

« Avec le soutien de l'Etat, nous accompagnerions sa mise en œuvre d'une prime à la casse pour l'ensemble des possesseurs de véhicules polluants vivant au sein de la Zapa », a ainsi plaidé le maire de Paris.

Il a ensuite indiqué « qu'un abonnement gratuit à Autolib' pourrait également venir compenser pour certains particuliers, les effets collatéraux de cette avancée sanitaire majeure ».

Inciter les ménages à renoncer au véhicule thermique individuel

Une étude du Syndicat des transports d'Ile-de-France (STIF) indique que 59 % des ménages parisiens ne possèdent plus de véhicule. Surtout, elle démontre que, pour la première fois, la possession de véhicules se réduit en petite couronne. Aujourd'hui, 30 % des ménages n'y possèdent plus de voitures.

Dans un contexte environnemental difficile et alors que le prix des carburants ne peut aller qu'en augmentant, l'objectif de la municipalité consiste à poursuivre sur cette voie en incitant les ménages à renoncer au véhicule thermique individuel.

« Nous sommes conscient que les populations les plus modestes de Paris et de la métropole ne doivent pas être les victimes de la lutte contre une pollution dont elles sont les premières à souffrir », a-t-il encore martelé.

La mise en place de la Zapa concernerait tout le territoire compris à l'intérieur de l'A86 (A86 comprise) et ces restrictions ne pourraient être mises en place qu'en concertation avec toutes les collectivités de Plaine-Commune. La municipalité plaide par ailleurs pour que cette ZAPA soit instaurée par paliers :

- mi-2013 : définition des types de véhicules et des modalités de contrôles ;
- une année de pédagogie et de prévention pour que les personnes concernées s'organisent.

Passer de 80 à 70 km/h sur le périphérique. L'idée, défendue par le maire depuis 2011, avait été évoquée lors des questions d'actualité du précédent Conseil de Paris. Depuis, la Ville discute avec la préfecture de police de ses conditions d'application. La municipalité souhaite que l'abaissement de la vitesse maximale autorisée sur le périphérique à 70 km/h entre en vigueur dès le début de l'année 2013. Cette mesure aurait le mérite de diminuer la pollution, mais aussi les nuisances sonores auxquelles sont exposés les quelque 100 000 riverains du périphérique parisien.

Par ailleurs, cette mesure améliorerait la sécurité sur cet axe. Selon une étude récente de l'Office national interministériel de sécurité routière (ONISR), une diminution de 5 % de la vitesse réduit le risque corporel de 10 % et le risque d'accident mortel de 20 %.



La mise en place de nouvelles « zones 30 »

La création de zones où la vitesse autorisée est limitée à 30 km/h va se poursuivre, en commençant par la Goutte d'or (18^e) dès 2013. La limitation de la vitesse sera également appliquée à l'avenue de Clichy dès 2013 (en l'occurrence et à la différence des autres « zones 30 », seule l'avenue sera concernée et non le quartier alentour).

La municipalité souhaite également étudier avec la préfecture de Police et les autres acteurs concernés l'instauration progressive de « zones 30 » dans les rues jouxtant les écoles et les équipements sportifs et culturels.

Eco-taxe et péages autoroutiers

La municipalité souhaite également supprimer progressivement, et de manière concertée, la circulation de transit de poids lourds dans Paris et sur le boulevard périphérique.

Une délibération examinée lors du conseil porte sur les modalités de mise en place d'une éco-taxe poids lourds sur le périphérique.

Enfin, Paris défend l'idée d'un péage sur les autoroutes métropolitaines qui aurait l'avantage de réduire le trafic routier et les nuisances associées.

Le schéma directeur régional Ile-de-France 2030 adopté à une large majorité

Jean-Paul Huchon, président du conseil régional d'Ile-de-France, et Alain Amédéo, vice-président chargé de l'aménagement du territoire, ont fait adopter le schéma directeur régional (SDRIF), IledeFrance 2030 (IDF 2030), par les élus régionaux. Document stratégique, IledeFrance 2030 s'appuie sur le SDRIF voté en 2008 et intègre les évolutions législatives liées au Grenelle de l'environnement et la loi du Grand Paris.

Pour Jean-Paul Huchon, « *c'est un document fondamental pour l'avenir de la région : il dessine l'aménagement de l'ensemble de ses territoires, sans créer de frontières entre eux. Il localise la construction des logements et des activités, les infrastructures de transports, dont le Grand Paris Express et les grands équipements d'échelle régionale* ».

Par ce schéma, la région construit la métropole francilienne, en s'adaptant aux modes de vie actuelle et future des Franciliens en termes de mobilité, d'emploi, d'habitat, de loisirs et de valorisation de l'environnement.

IDF 2030 répond à 3 défis d'actualité :

- Contre la crise avec le développement de l'emploi, de l'excellence économique et du rayonnement international.
- Renforcer la cohésion régionale avec la réduction des inégalités territoriales, sociales et environnementales.
- Proposer une meilleure qualité de vie aux Franciliens en anticipant la transition écologique.

La Région défend un aménagement solidaire auquel contribuent tous les territoires franciliens, qu'ils soient urbains ou ruraux. « *Un développement pérenne et durable n'est possible qu'en prenant en compte les interrelations des territoires. C'est de cette synergie que notre région métropolitaine tirera toute sa force pour faire face aux défis du 21^e siècle, ouverte sur l'Europe et le monde* ».

Et c'est par l'ambition d'une plus grande cohésion entre territoires que le rééquilibrage vers l'est de l'Ile-de-France sera possible, grâce à des créations de logements et d'emplois favorables à la Seine-Saint-Denis, la Seine-et-Marne, le Val-d'Oise et Val-de-Marne.

Le schéma IDF2030 décline les axes forts de l'avenir francilien :

- Valoriser et préserver des ressources naturelles avec le retour de la nature en ville, la préservation des terres agricoles (périurbain en particulier) et le développement du maraîchage, le déploiement des liaisons vertes et des corridors biologiques, le recyclage des déchets, le développement des énergies renouvelables, ...
- Densifier les villes (autour des gares en particulier) pour lutter contre l'étalement urbain et le gaspillage du foncier.
- Proposer plus de logements, notamment sociaux.
- Favoriser un meilleur équilibre entre l'habitat, l'emploi, les transports et les équipements urbains (écoles, universités, loisirs, sport, tourisme, culture, santé).
- Améliorer la qualité de la mobilité des Franciliens avec des transports collectifs développés (dont Grand Paris Express) et l'amélioration du réseau existant (Plan régional de mobilisation).
- Favoriser le rayonnement francilien à travers le développement de bassins d'emplois, la généralisa-

tion du très haut débit, le développement de la logistique mondiale, ...

Prochaines étapes du projet IDF 2030 : avis des départements et des chambres consulaires régionales puis enquête publique sur tout le territoire au printemps 2013. Le SDRIF devra être approuvé par le Conseil d'Etat avant le 31 décembre 2013.

Grand Paris Express Nouvel avis de l'Autorité environnementale

L'Autorité environnementale (Ae) du conseil général de l'Environnement et du Développement durable (CGEDD) a émis huit avis, dont un concernant le tronçon de transport T0 (Pont de Sèvres (92) – Noisy (93)- Champs (94)) du réseau Grand Paris Express.

La Société du Grand Paris (SGP) présente la construction du premier tronçon d'une des 4 lignes du réseau de transport « Grand Paris Express » : ligne nouvelle enterrée de métro automatique, d'une longueur de 33 km, contournant Paris par le sud, pour un montant total de plus de 5 milliards d'euros.

Les principaux enjeux environnementaux du projet s'apprécient en premier lieu à l'échelle locale et portent sur son insertion dans un environnement très urbanisé (contexte géologique, écoulement des nappes, risques d'inondation, espaces verts, bruit, vibrations, traitement de plusieurs millions de m³ de déblais et risques technologiques). Ils s'apprécient en second lieu à l'échelle plus globale de la région et portent sur sa contribution aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de ralentissement ou d'arrêt de la perte de biodiversité, principalement par la réduction de l'artificialisation des sols.

L'insuffisance des études préalables sur les thèmes concernant des enjeux majeurs conduit l'Ae à estimer que le dossier est actuellement insuffisant pour donner à l'enquête publique tout son sens au regard des impacts du projet.

Constatant la neutralité du projet en matière d'émissions de GES, et au vu de l'objectif dit du « facteur 4 », l'Ae s'interroge, une fois encore, sur le fait que les plus importants projets du secteur des transports conduisent chacun individuellement à une quasi-stabilité des émissions.

Ainsi, le bilan environnemental du projet résultera d'une part, des impacts négatifs de son insertion locale, mal cernés au stade actuel des études et nécessitant des mesures d'évitement, réduction ou compensation dont beaucoup restent à définir, et d'autre part, des impacts positifs qu'il peut induire sur une meilleure économie dans l'usage des territoires, dans l'ensemble de la région. Ces impacts positifs, difficilement chiffrables, peuvent être significatifs, si les politiques publiques dont ils dépendent par ailleurs (aménagement, maîtrise foncière, fiscalité, etc.) le permettent.

Trois ans de travaux au tunnel de la Croix-Rousse

Jusqu'au 5 août 2013, le tunnel de la Croix Rousse va être entièrement rénové pour être en conformité avec les nouvelles normes de sécurité en matière d'ouvrages souterrains. Ces travaux consistent principalement à créer un dispositif d'évacuation des usagers et d'accès des secours sécurisé, conformément à la solution de rénovation du tunnel délibérée par le conseil de communauté du 9 juillet 2007.

Le Grand Lyon saisit cette opportunité de rénovation pour faire de cette obligation réglementaire un projet innovant : créer un nouveau tube parallèle à l'existant et réservé aux transports en commun et aux modes doux.

Construit parallèlement au tunnel actuel, traversé par trois types de voies de circulation (bus, piétons et vélos) et large de 10 m, le nouveau tunnel deviendra l'une des artères les plus originales de Lyon.

L'aménagement intérieur garantira l'accessibilité aux personnes handicapées ainsi qu'une traversée sécurisée et agréable : œuvres numériques projetées sur les parois, équipements de ventilation et d'éclairage pensés pour le bien-être de tous les usagers.

RFF et le GNTC Convention pour le transport combiné

Les deux partenaires réaffirment le caractère stratégique du transport combiné pour le développement de l'industrie et le respect de l'environnement et décident de renforcer leur engagement pour promouvoir ce mode de transport, dans un contexte difficile pour le transport ferroviaire de marchandises.

Matthieu Chabanel, directeur général adjoint Commercialisation & Planification de Réseau Ferré de France (RFF), et Gérard Perrin, président du Groupement national des transports combinés (GNTC), ont signé une nouvelle convention pour développer les transports combinés rail-route, autour de 4 axes de travail majeurs :

- la poursuite du développement des trains longs,
 - la modernisation des plates-formes de transport combiné,
 - le renforcement de la qualité des sillons,
 - la mise en place d'un modèle complémentaire à celui du « saut de nuit ».
- Ce programme est défini pour la période 2012-2015. La mise en œuvre des actions sera suivie par un comité de pilotage associant des représentants de RFF et du GNTC.



■ Banque publique d'investissement

Adoption du projet de loi à l'Assemblée nationale

Le 29 novembre, Pierre Moscovici, ministre de l'Économie et des Finances, a défendu devant l'Assemblée nationale le projet de loi portant création de la Banque publique d'investissement (BPI), premier engagement du président de la République pendant la campagne présidentielle. Le débat devant la représentation nationale a enrichi le texte initial du gouvernement : Pierre Moscovici salue à cet égard le travail du rapporteur du projet de loi, Guillaume Bachelay. Les missions de la BPI ont notamment été précisées : en particulier, son rôle comme acteur de la transition écologique et énergétique a été inscrit dans la loi. Un amendement du groupe de la gauche démocrate et républicaine a également souligné que la BPI aura pour but de mobiliser le secteur bancaire en faveur des projets qu'elle soutiendra. Par ailleurs, avec l'avis favorable du gouvernement, l'Assemblée nationale a adopté plusieurs amendements renforçant le caractère exemplaire de cette nouvelle entreprise publique : parité de ses organes de gouvernance, transparence sur les rémunérations de ses dirigeants, responsabilité sociale et environnementale dans la conduite de ses missions.

Meilleur contrôle parlementaire

L'Assemblée nationale a également adopté, avec le soutien du gouvernement, plusieurs dispositions assurant un meilleur contrôle parlementaire de la BPI. La nomination de ses dirigeants sera notamment soumise à l'avis des Commissions compétentes des deux Assemblées. La représentation nationale pourra également connaître et débattre du projet de doctrine d'intervention de la BPI. Le directeur général de la BPI rendra enfin compte annuellement de son activité au Parlement. Pierre Moscovici se félicite que les grands équilibres proposés par le gouvernement pour la gouvernance de la BPI aient été confirmés. Banque nationale, la BPI aura un fort ancrage régional et sera fondé sur un partenariat entre l'État, les Régions et la Caisse des dépôts et consignations. Prochaines étapes : examen du projet de loi par le Sénat le 18 décembre. Une commission mixte paritaire Assemblée nationale-Sénat sera également convoquée pour élaborer un texte commun, qui sera soumis le 20 décembre aux députés et sénateurs pour son adoption définitive.

Metz : travaux de modernisation de la gare

L'opération « modernisation ferroviaire de la gare de Metz » a été officiellement lancée en présence des partenaires financeurs du projet : l'État, le conseil régional de Lorraine et Réseau Ferré de France (RFF).

Le coup d'envoi de l'opération, dont les travaux vont durer 3 ans, a été donné en gare de Metz, avec la soudure symbolique d'un des futurs aiguillages qui augmenteront la vitesse d'entrée des trains en gare. Carrefour du réseau est-européen, la gare de Metz veut ainsi gagner en capacité et fluidité pour le transport de voyageurs et de marchandises.



Située au croisement des flux nord-sud du sillon lorrain (Luxembourg-Nancy-Metz-Nancy) et de l'axe est-ouest, la gare de Metz constitue un carrefour européen qui relie l'Allemagne, le Luxembourg, Nancy, Strasbourg et Paris. Avec près de 400 trains par jour circulant sur ses voies, elle se retrouve aujourd'hui en limite de saturation.

La gare fera ainsi l'objet d'une vaste opération de modernisation entre 2012 et 2015, dont l'objectif est de développer et fluidifier la circulation des trains. Le coût total de l'opération s'élève à 133 millions d'euros, financés par l'État, la région Lorraine et RFF. 69,72 millions d'euros sont financés au titre du Contrat de projets 2007-2013, et 63,45 millions d'euros au titre du renouvellement de la signalisation et du programme de commande centralisée du réseau par RFF.

Destinés à offrir un potentiel de 35 % de circulation supplémentaire, les travaux en gare de Metz consistent à :

- Mettre en place 24 nouveaux aiguillages, pour augmenter la vitesse des trains à l'approche de la gare et créer de nouveaux itinéraires.
- Rendre les voies circulables dans les deux sens du nord de la gare jusqu'à Montigny-lès-Metz.
- Créer deux voies à quais supplémentaires.

Des travaux de signalisation sont également prévus, avec la création d'un nouveau poste d'aiguillage informatisé et la modernisation complète des systèmes de signalisation et de télécommunication.

Dès mars 2015, les arrivées et départs des trains en gare se feront plus vite et de manière plus fluide, offrant une meilleure qualité de service aux usagers.

Aéroport de Nantes-Atlantique Poursuivre le déroulement du projet de transfert

Delphine Batho, ministre de l'Écologie, et Frédéric Cuvillier, ministre délégué chargé des Transports, ont confirmé fin novembre la nécessité de poursuivre le déroulement du projet de transfert de l'aéroport de Nantes-Atlantique, porté par deux régions, sept départements et les intercommunalités de Nantes, Rennes, Saint-Nazaire, La Baule, et qui sera déterminant pour conforter la dynamique économique et sociale du Grand Ouest.

Ils ont réaffirmé, avec Stéphane Le Foll, ministre de l'Agriculture, l'engagement du gouvernement pour que les différentes procédures continuent à se dérouler dans le respect de l'ensemble des règles applicables à un tel projet, et ont conforté les initiatives en faveur du respect de la biodiversité et de la préservation des terres agricoles :

• Protection de la biodiversité et des zones humides dans le cadre de la loi sur l'eau

Le comité scientifique, qui sera mis en place dans le cadre de la procédure d'autorisation au titre de la loi sur l'eau, sera composé avec toutes les garanties d'indépendance et de transparence, et présidé par un expert scientifique.

Alors que la commission d'enquête constituée dans le cadre de la loi sur l'eau demande seulement que les travaux de terrassements ne soient pas réalisés avant validation de la méthode de compensation environnementale par ce comité, aucune intervention de défrichement sur site ne sera effectuée avant cette validation.

• Préservation des terres agricoles

S'agissant des 740 ha d'aménagement, dont 250 ha doivent être artificialisés du fait du projet, une mission sera constituée, en coordination avec les acteurs locaux concernés, afin d'identifier localement les moyens de minimiser l'impact du projet sur les surfaces agricoles (notamment par la mobilisation de friches agricoles disponibles) et de contribuer à la définition des dispositifs nécessaires à la lutte contre l'étalement urbain.

Les conclusions de cette mission nourriront la préparation des dispositions relatives à la préservation des espaces agricoles qui figureront dans la loi d'avenir sur l'agriculture, la forêt et les industries agroalimentaires, prévue pour le second semestre 2013.

Cette mission tiendra compte de l'opération d'aménagement foncier déjà engagée pour permettre la reconstitution des exploitations impactées par le projet, et, plus largement, des outils de planification déjà élaborés par les collectivités pour lutter contre la consommation des espaces agricoles dans les zones urbanisées et le mitage des territoires, que ce soit au travers du schéma de cohérence territoriale (SCoT) Nantes Saint-Nazaire ou du périmètre de protection des espaces agricoles et naturels périurbains.

Les technologies sans contact au service de l'utilisateur urbain

Les technologies sans contact au service de l'utilisateur urbain, tel est le thème sur lequel s'est déroulée une journée d'études et d'échanges organisée par l'ATEC-ITS France le 11 octobre 2012 à Paris, à l'attention de tous les acteurs de la mobilité intelligente.

Le colloque a fait le point sur les technologies sans contact, s'est interrogé sur la place du transport dans la chaîne de valeur et de ses interactions avec les partenaires potentiels. De plus en plus de téléphones mobiles disposent du protocole NFC (*Near field communication*) maintenant éprouvé ; les conditions du déploiement du sans contact sont réunies et les spécifications techniques sont validées. Reste à convaincre des partenaires de développer des services mais déjà de nombreuses villes ont déposé des projets articulés essentiellement autour du service transport, dénominateur commun à la mobilité de l'utilisateur urbain.

Durant cette journée, des représentants du monde des opérateurs télécom, de la banque et des autorités de transport ont donné leur vision et exprimé leurs exigences en termes de sécurisation, d'interopérabilité et d'émergence de cette technologie mais également à l'égard des points sensibles du produit pour le client final.

On est encore loin de la massification du paiement par mobile ou de l'interopérabilité billettique dans les transports, mais il était opportun de faire un point d'étape sur les solutions potentielles fondées sur le sans contact qui paraît constituer une source de progrès considérable, même s'il reste de nombreuses questions d'organisation et de gouvernance à régler.

Toutes ces évolutions majeures et ces perspectives d'avenir seront reprises et développées à l'occasion du 40^e congrès ATEXPO, organisé par l'ATEC-ITS France lors de conférences, d'expositions et de rencontres à Paris-Espace Champerret les 30 et 31 janvier 2013.

Jean-Louis Perrot
Comité de pilotage RGRA

Sécurité routière Relance du Conseil national de la sécurité routière

Manuel Valls, ministre de l'Intérieur, a installé le Conseil national de la sécurité routière (CNSR), en présence de son nouveau président, le député du Bas-Rhin Armand Jung, et du délégué interministériel à la sécurité routière, le préfet Frédéric Péchenard.

Cette instance de concertation ne s'était pas réunie depuis 2008.

Le rôle du CNSR est de préparer et d'évaluer la politique des pouvoirs publics en matière de sécurité routière. Il est notamment chargé d'adresser au gouvernement des propositions pour lutter contre la violence routière et de réaliser des contrôles pour évaluer les actions mises en place chaque année.

Réunissant les représentants de l'ensemble des usagers de la route, le CNSR a pour vocation d'être « un parlement de la sécurité routière », c'est-à-dire un lieu de débat qui tend à accroître la participation

des citoyens à la politique de sécurité routière.

Le ministre de l'Intérieur a fixé deux axes sur lesquels doivent porter les travaux du CNSR :

- les principaux facteurs accidentogènes : alcool, stupéfiants, vitesse ;
- les personnes les plus exposées : jeunes et usagers de deux-roues motorisés.

Objectif 2020 : moins de 2 000 morts par an

La lutte contre les causes majeures de l'accidentalité routière, l'alcool, les stupéfiants et la vitesse, doit être une préoccupation permanente. En 2011, 30 % des accidents mortels sont liés à l'alcool. Au moins 26 % des personnes décédées sur la route le sont du fait d'accidents où la vitesse est en cause. Les stupéfiants sont présents dans au moins 13 % des accidents mortels. Le mélange alcool/cannabis multiplie par 14 le risque d'accident.

Par ailleurs, les 18-24 ans sont de loin les premières victimes des accidents de la route. A ce titre, une réflexion sur les formations ne peut être écartée.

Enfin, les conducteurs de deux-roues motorisés et spécialement les motocyclistes feront l'objet de toutes les attentions car ils utilisent un mode de déplacement qui les rend particulièrement vulnérables : les motocyclistes représentent, en 2011, 23 % des usagers de véhicules à moteur tués sur la route. L'objectif « ambitieux » affiché par Manuel Valls est de réduire la mortalité sur les routes par deux d'ici à 2020 et donc « de passer sous la barre des 2 000 morts par an ».

www.securite-routiere.gouv.fr

Ile-de-France Ouverture de l'enquête publique pour le PPA

Jusqu'au 10 janvier 2013, le projet de Plan de protection de l'atmosphère (PPA) pour l'Ile-de-France est soumis à enquête publique sur tout le territoire de la région. Il constitue un plan d'actions, qui comprend notamment des mesures réglementaires, visant à améliorer la qualité de l'air, un enjeu sanitaire majeur, en particulier dans une région dense et urbanisée comme l'Ile-de-France, qui connaît une pollution chronique au dioxyde d'azote et aux particules fines, ainsi que des épisodes de pollution plus marqués à certaines périodes de l'année. Ces dépassements valent à la France une procédure de contentieux avec la Commission européenne.

Un premier PPA pour l'Ile-de-France, couvrant la période 2005-2010, a réduit significativement les émissions polluantes d'origine industrielle. Le nouveau plan vise à renforcer les actions en faveur de la qualité de l'air, en ciblant principalement les pollutions diffuses issues du chauffage et du trafic routier afin de respecter les normes de qualité de l'air.

Conjuguée à l'amélioration tendancielle liée aux progrès technologiques, la mise en œuvre des dispositions proposées par le projet de PPA diminuerait ainsi le nombre de Franciliens exposés à des niveaux de pollution trop élevés : de 60 % à 85 % pour l'exposition au dioxyde d'azote et de 80 % à 95 % pour celle aux particules fines, en 2020, par rapport à la situation actuelle.

Ces dispositions se déclinent en mesures réglementaires, en actions incitatives sur les transports et en mesures d'accompagnement.

www.driei.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/enquete-publique-a1160.html

■ ADEME

Appel à projets « installation de gestion des déchets »

Après avoir annoncé en juin dernier l'engagement de 64 collectivités (représentant 74 % de la population francilienne) dans la mise en place de programmes locaux de prévention (PLP) des déchets, la direction régionale Ile-de-France (DRIF) de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) lance l'édition 2013 de l'appel à projets « installations de gestion des déchets ».

La date limite de soumission des dossiers est fixée au 1^{er} février 2013.

En 2009, le Grenelle de l'environnement a fixé des objectifs ambitieux visant à accroître le recyclage des déchets ménagers (matière et organique), ceux des entreprises et, dans le même temps, à diminuer les quantités produites. Cet appel à projets a pour objectif de favoriser l'implantation d'équipements de réemploi et de réutilisation et d'installations de traitement des déchets.

Dans ce cadre, sont visés en priorité :

- Les équipements de collecte : dispositifs pour développer le réemploi et la réutilisation ;
- Les installations de gestion des déchets pour valoriser :
 - des biodéchets provenant des ménages ou des gros producteurs : déconditionnement, compostage ou méthanisation de ces déchets ;
 - des déchets provenant du BTP.

www.ile-de-france.ademe.fr/Appel-a-projets-dechets-2013

2^e appel à projets relatif aux déchets du BTP

La deuxième édition de l'appel à projets de R&D de l'ADEME relatif aux déchets du BTP vient de s'ouvrir.

Cet appel à projets concerne les opérations visant à réduire la production ou la nocivité des déchets du BTP, à améliorer leur recyclage ou leur valorisation.

Sont concernés les déchets du BTP et également le recyclage de déchets provenant d'autres activités économiques, dans le secteur de la construction. Sont toutefois exclus les sédiments de dragage portuaires, de voies d'eau, de plans d'eau, de bassins, de barrage ou marins. Il s'adresse aux acteurs de la recherche publics et privés impliqués dans la prévention et la gestion des déchets du BTP.

La date de clôture est fixée au 29 mars 2013 à 16 heures.

www.ademe.fr - rubrique appel à propositions

■ Comité stratégique de filière pour les éco-industries Nouvelles orientations

Les éco-industries ont vocation à constituer le « fer de lance » de la croissance verte et de la transition énergétique. Le ministre du Redressement productif, Arnaud Montebourg, et le ministre du Développement durable, Delphine Batho, ont participé à une réunion plénière du Comité stratégique de filière pour les éco-industries (COSEI). Ils ont confirmé son vice-président, Jean-Claude Andreini, dans ses fonctions et ont souhaité orienter le travail du COSEI autour de quatre filières prioritaires : les énergies renouvelables, l'eau et l'assainissement, le recyclage et la valorisation des déchets, l'efficacité énergétique. Ils ont demandé au COSEI de mettre en place, dans ces quatre domaines, des contrats de filières contenant les engagements réciproques de l'Etat et des filières pour développer les solidarités entre entreprises, renforcer leur compétitivité et leur apport à la transition écologique. Ces contrats devront être conclus au printemps 2013.

Le COSEI aura également un rôle particulier à jouer pour promouvoir la transition écologique dans l'ensemble des filières de la Conférence nationale de l'industrie, notamment en matière d'efficacité énergétique et d'usage des matériaux.

Les ministres ont notamment annoncé l'engagement de deux chantiers :

• **Pour la filière « déchets »** : lancement d'un « Pacte économie circulaire », associant les industriels et l'Etat, afin de promouvoir, notamment via les règles des marchés publics, la valorisation industrielle et le recyclage des déchets, de mettre en place un cadre juridique adapté à une nouvelle économie circulaire et de lutter contre les trafics illégaux de matières.

• **Pour la filière « efficacité énergétique »** : développement d'une offre en matière de « ville durable intégrée » en France et à l'international, conformément à l'un des engagements de la conférence environnementale. A ce titre, l'initiative « Efficacy », sélectionnée dans le cadre du programme des investissements d'avenir, sera encouragée et associera un maximum de PME partenaires.

Sécurité routière Le Forum international des transports encourage la marche à pied

Un nouveau rapport international « Piétons : sécurité, espace urbain et santé », publié par le Forum international des transports (FIT), lié à l'OCDE, propose des pistes à l'attention des décideurs pour améliorer l'environnement des piétons et ainsi contribuer à des villes plus agréables à vivre.

La marche ne coûte pas cher, ne génère pas d'émissions polluantes, utilise des énergies non fossiles, apporte d'importants bienfaits pour la santé, est équitablement accessible à tous (à l'exception des personnes à mobilité réduite (PMR)), indépendamment des revenus. Elle est le mode de locomotion par excellence.

Toutefois, elle peut aussi soulever des difficultés : les piétons sont particulièrement vulnérables aux accidents de la route et on estime chaque année à 400 000 le nombre de piétons tués dans le monde, soit environ un tiers des victimes de la route.

La sécurité des piétons sera le thème central de la Semaine mondiale de la sécurité routière des Nations Unies qui sera célébrée du 6 au 12 mai 2013.



Le rapport souligne le rôle des gouvernements nationaux pour améliorer la mobilité des piétons et propose 12 recommandations pour créer un environnement plus sûr pour les piétons. Il a été préparé par un groupe d'experts en transport et d'urbanistes de 19 pays et de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), sous l'égide du FIT.

« Nous devons réapprendre à nous déplacer à pied ; et ceci suppose de revoir la manière d'organiser l'espace pour les piétons », a déclaré José Viegas, secrétaire général du FIT. « L'environnement urbain n'est pas toujours propice à jouir de ce mode de locomotion par excellence. Ce rapport aidera les gouvernements à faire les bons choix pour améliorer la mobilité et développer des villes plus agréables à vivre ».

Véronique Feypell - de la Beaumelle, expert en matière de sécurité routière au FIT, poursuit : « Les piétons sont parmi les usagers de la route les plus vulnérables. Il est devenu difficile, particulièrement pour les personnes âgées et les enfants, de faire face à des situations de circulation complexes, voire hostiles, qui caractérisent les villes d'aujourd'hui ».

Les 12 recommandations clés

1. Intégrer les besoins des piétons dès les premières étapes des projets d'urbanisme et des investissements dans les infrastructures et projets de transport.
2. Définir des responsabilités administratives claires à tous les échelons des administrations pour coordonner les initiatives visant à promouvoir la marche.
3. Améliorer les connaissances sur la marche : développer des méthodes normalisées de recueil de données, de mesure et de surveillance de la mobilité

piétonne. Créer des observatoires nationaux des piétons et encourager les comparaisons internationales.

4. Intégrer les services de transport en commun dans le développement des nouvelles zones urbaines. Cette mesure peut contribuer à un changement à long terme vers une forme urbaine axée sur la marche et les transports en commun, à forte densité et à usage mixte.

5. Donner de plus grands espaces à la circulation non motorisée en centre-ville : assurer aux piétons un accès facile, bien entretenu et sûr, aux transports en commun et à toutes les destinations en centre-ville ; aménager des zones piétonnes ; décourager l'utilisation excessive de la voiture en centre-ville et empêcher le stationnement sur les trottoirs et aux passages pour piétons.

6. Elaborer un guide national des aménagements piétonniers pour les administrations locales. Les plans doivent prendre en compte l'impact des projets sur les piétons et les cyclistes. Ils doivent également envisager l'élaboration et l'établissement d'objectifs sur le volume des déplacements à pied.

7. Encourager les employeurs à prendre un ensemble de mesures incitant leurs salariés à inclure un transport actif dans leurs déplacements domicile-travail.

8. Adopter une approche orientée vers un « système sûr » pour la conception d'aménagements pour les piétons (une approche « système sûr » reconnaît que l'usager de la route peut commettre des erreurs et requiert une conception des routes qui en tienne compte afin d'éviter le risque de blessure grave).

9. Mettre en œuvre des politiques de modération de la vitesse et généraliser les zones 30 dans les zones à forte activité piétonne.

10. Encourager l'introduction de programmes éducatifs de haute qualité dans les établissements scolaires et les centres publics de formation.

11. Mener une lecture critique des codes de la route actuels afin de renforcer la protection juridique et financière des piétons.

12. Elaborer une stratégie de recherche pour mieux comprendre les tendances en matière de mobilité et les comportements.

www.internationaltransportforum.org

Novembre, le mois du tramway Ile-de-France : prolongement du T1 vers les Hauts-de-Seine

Le prolongement du tramway T1 jusqu'à Asnières - Gennevilliers - Les Courtilles a été inauguré le 15 novembre.

Désormais, le T1 franchit la Seine pour rejoindre en vingt minutes la station d'Asnières - Gennevilliers - Les Courtilles, dans les Hauts-de-Seine (92). D'après le Syndicat des transports d'Ile-de-France (Stif), 43 000 voyageurs emprunteront ce nouveau tronçon tous les jours.

Selon Pierre Serne, vice-président de la Région chargé des transports : « le tramway vit actuellement une véritable renaissance : c'est un mode de transport souple, peu cher, facile à construire et qui, grâce à sa circulation en site propre, assure des horaires réguliers pour les usagers ». Une adhésion qui explique le prolongement du T1, qui avait marqué le retour du tramway en Seine-Saint-Denis en 1992.

Le prolongement commence aujourd'hui par son extrémité Ouest, dans une zone qui subissait jusque-là « de véritables retards en matière de transports en commun, obligeant les habitants à utiliser leur

voiture et à saturer les axes routiers », a commenté Stéphane Troussel, président du conseil général de la Seine-Saint-Denis.

Concrètement, le nouveau tronçon relie plus facilement Paris et la grande couronne, grâce à des correspondances avec des lignes existantes (RER C, D, ligne 13, bus) ou à venir, et il permet également de se déplacer en banlieue sans passer par Paris.

Après le T1, le T2

L'inauguration, le 19 novembre, du nouveau tronçon du tramway T2 La Défense (92)-Bezons (95) est une nouvelle occasion pour la RATP d'investir les réseaux sociaux.

Non seulement le T2 roule, mais en plus il « *twitte* ». Le tramway T2 fait en effet partie des lignes RATP dotées depuis peu d'un compte Twitter ; comme les métros lignes 1, 4, 12, 13 et le T1 dont les comptes ont été créés dernièrement, et prochainement le T3, quelques jours avant l'inauguration de son prolongement entre Porte d'Ivry et Porte de La Chapelle le 15 décembre.



Le tramway T2

Les comptes sont animés par des agents qui informent les passagers des difficultés en temps réel. Ainsi, chaque jour, de 6 h à 21 h (ce qui toucherait un public potentiel de 95 % des clients, selon la RATP), Louiza, Pascal, Thierry ou Eric, signalent en direct l'état du trafic, les travaux en cours, les événements qui affectent les déplacements, et les opérations d'animation organisées sur les lignes. Ceux-ci travaillent au sein de la permanence générale des réseaux, sorte de « tour de contrôle » des réseaux métro, bus, tramways et RER de la RATP. Ils disposent en temps réel de la supervision du trafic et des informations de perturbations significatives sur les réseaux. Cette présence sur les réseaux sociaux est aussi l'occasion de suivre les usagers qui, de leur côté, ont investi depuis longtemps ces espaces virtuels pour évoquer leurs trajets quotidiens. Certains s'y réjouissent, d'autres – beaucoup – poussent « des coups de gueule », et certains apostrophent la RATP. Nul doute qu'avec les inaugurations de nouveaux transports – prolongement du T3, de la ligne 12 notamment – la RATP n'a pas fini de « gazouiller » avec ses clients via les réseaux sociaux.

Lyon-Bron-Eurexpo : inauguration de la ligne T5

Le 17 novembre 2012, la ligne de tramway T5, dernière née du réseau de transports en commun lyonnais, a été inaugurée. Reliant Lyon Grange Blanche à Eurexpo en moins de 18 minutes, cette nouvelle liaison dessert 11 stations dont 8 à Bron. 7 000 habitants, 1 400 lycéens, 4 500 employés et 1,2 million de visiteurs annuels d'Eurexpo Lyon bénéficient de cette nouvelle infrastructure.

Inscrite au plan de mandat 2008-2014 du Syndicat des transports de l'agglomération lyonnaise (Sytral), T5 va contribuer au développement de l'attractivité de la ville de Bron, qui possède désormais 2 lignes de tramway, desservir des secteurs à forte activité économique tel que le parc d'activités du Chêne et enfin, accompagner les ambitions européennes d'Eurexpo Lyon.

A l'occasion de cette inauguration, le Sytral a dévoilé 2 tramways de grande capacité, sur les 10 récemment acquis. Ces rames de 43 m pouvant accueillir jusqu'à 300 passagers, circuleront prochainement sur la ligne T3 qui transporte chaque jour plus de 31 000 voyageurs entre la gare de la Part-Dieu et Meyzieu ZI. Avec l'ouverture du T5, Lyon est aujourd'hui la seule ville de France à disposer de 5 lignes de tramway. C'est un réseau de plus de 60 km, bâti en seulement douze ans. Chaque jour, plus de 250 000 voyages sont effectués, soit près de 15 % du trafic du réseau de transports en commun lyonnais (TCL).

Voitures sans conducteur La révolution est en route

Déjà une réalité aux Etats-Unis, la voiture autonome, c'est-à-dire sans conducteur humain, pourrait se généraliser et arriver sur les routes plus tôt que prévu, révolutionnant l'interaction conducteur/véhicule, le paysage urbain et routier, ainsi que l'environnement concurrentiel.

Dans sa nouvelle étude « Voiture sans conducteur : un virage révolutionnaire », KPMG, premier groupe français de services pluridisciplinaires, met en lumière les forces sociétales, économiques et environnementales en action, analyse les différentes technologies disponibles et à venir, développe plusieurs scénarios d'adoption possibles et évalue leur impact sur l'écosystème automobile.

Au-delà d'une avancée technologique majeure, l'apparition de voitures autonomes est au cœur des attentes car elle répond à des critiques majeures faites à l'automobile :

- Le coût élevé de la mobilité automobile, incluant l'entretien des infrastructures et le temps passé au volant. En France, le coût total de possession d'un véhicule diesel s'élève en moyenne à 38 000 euros sur cinq ans. Côté infrastructures, la construction d'une autoroute représente au kilomètre un coût de 5 à 20 millions d'euros. Quant au coût annuel des embouteillages dans l'Union européenne, la Commission l'évalue à 100 milliards d'euros.

- Le coût humain et financier des accidents de la route, première cause de mortalité pour les jeunes Français de 15 à 24 ans. Le coût total de l'accidentologie est estimé en France à 23 milliards d'euros pour l'année 2011.

- Le décalage avec les attentes des plus jeunes : la jeune génération, de plus en plus connectée, entretient avec l'automobile des rapports différents de ceux des baby-boomers, qui considéreraient l'obtention du permis de conduire comme un rite de passage. La conduite est vécue comme une obligation et non comme un plaisir. La distraction au volant, liée notamment à l'utilisation du téléphone portable, entre ainsi dans une part croissante des accidents.

- La saturation de l'espace public, avec une augmentation du parc automobile et des distances parcourues. Entre 1960 et 2010, le nombre de véhicules enregistrés en France a été multiplié par 6, passant de 6,2 à 37,4 millions.

42^e Olympiades des Métiers

Résultats des finales nationales

Les résultats des 42^e finales nationales des Olympiades des Métiers, qui se sont déroulées à Clermont-Ferrand du 21 au 24 novembre 2012, ont été proclamés au cours d'une cérémonie de clôture au Zénith d'Auvergne.

Les vainqueurs des 48 métiers officiels et 4 métiers en démonstration ont pris part au spectacle devant un public, séduit par les performances des jeunes.

Les vainqueurs composeront l'équipe de France des Métiers qui défendra les couleurs de la France lors de la compétition internationale du 2 au 7 juillet 2013 à Leipzig en Allemagne.

Les lauréats médaillés d'or sont :

- dans la catégorie Taille de pierre : Sidoine Bocquet (Pays de la Loire),
- dans la catégorie Construction de routes : le tandem Boue-Lagarde (Midi-Pyrénées).

Validation de l'article 7 de la Charte de l'environnement

Saisi le 12 septembre 2012

par le Conseil d'Etat, dans les conditions prévues par l'article 61-1 de la Constitution, d'une question prioritaire de constitutionnalité, le Conseil constitutionnel a rendu une nouvelle décision de censure d'une disposition du Code de l'environnement qui ne respecte pas l'article 7 de la Charte de l'environnement.

Il s'agit de l'article L120-1 de ce code, relatif aux modalités générales de participation du public aux décisions de l'Etat et de ses établissements publics ayant une incidence sur l'environnement. Le gouvernement avait anticipé cette décision en soumettant au Parlement un projet de loi visant à rendre les dispositions du Code de l'environnement conformes à la Charte de l'environnement.

Le projet de loi a été adopté en première lecture à l'unanimité au Sénat et le 22 novembre à l'Assemblée nationale.

Il sera prochainement soumis à une commission mixte paritaire pour que la loi soit promulguée avant le 1^{er} janvier 2013.

Cette loi donnera toute sa portée effective à l'article 7 de la Charte de l'environnement, qui dispose que « toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement ».

■ Huit villes candidates pour le prix 2015 de la Capitale verte de l'Europe

Le prix de la Capitale verte de l'Europe récompense une ville montrant l'exemple en matière de mode de vie urbain respectueux de l'environnement. Un groupe d'experts internationaux effectuera une évaluation technique de chaque candidature, sur la base de 12 indicateurs concernant notamment le changement climatique et la performance énergétique, le transport local durable, la qualité de l'air et les niveaux de bruit, ... Les villes suivantes sont en lice : Bristol (Royaume-Uni), Bruxelles (Belgique), Bydgoszcz (Pologne), Dublin (Irlande), Glasgow (Royaume-Uni), Kaunas (Lituanie), Kutahya (Turquie) et Ljubljana (Slovénie).

En 2013, les villes présélectionnées présenteront leurs propositions à un jury international. Outre le fait d'inspirer d'autres villes, la ville lauréate bénéficiera d'une plus grande visibilité, qui accroîtra sa renommée et son attrait en tant que destination touristique, professionnelle et résidentielle. Le nom de la gagnante sera annoncé en juin à Nantes, Capitale verte de l'Europe 2013.

Cinq villes ont déjà reçu le titre de Capitale verte de l'Europe depuis la création du prix en 2010. Stockholm a remporté le titre inaugural, suivie par Hambourg en 2011. L'actuelle titulaire est la ville de Vitoria-Gasteiz, en Espagne. Nantes détiendra le titre en 2013, avant de le transmettre à Copenhague pour 2014.

Le jury comprend des représentants de la Commission européenne, du Parlement européen, du Comité des régions, de l'Agence européenne pour l'environnement, de l'ICLEI (les gouvernements locaux pour le développement durable), du Bureau de la convention des maires et du Bureau européen de l'environnement.

Selon Laurent des Places, associé KPMG Secteur automobile, « l'industrie automobile a toujours été une force majeure d'évolution technologique et de transformation de la société. Avec la voiture autonome, l'industrie nous offre une nouvelle promesse, celle de réduire drastiquement le coût humain, financier et environnemental de nos déplacements. Aux Etats-Unis, les expériences pratiques menées par Google, suivies par un public de plus en plus large, et l'adoption récente par plusieurs Etats d'une législation autorisant les véhicules autonomes à circuler sur leur réseau routier, montrent comment l'alliance du régulateur et des nouvelles technologies peut transformer ce rêve en réalité. Si la technologie se montre effectivement capable de répondre à cette promesse, les voitures sans conducteur deviendront rapidement populaires et tout l'écosystème de l'automobile en sera très profondément modifié ».

Inauguration du pont de contournement de Saint-Gervais

Débutés en avril 2010, les travaux de construction de ce chantier exceptionnel sont achevés. Plus qu'un pont, c'est un ouvrage d'art à vocations touristique, sportive et culturelle, unique sur l'hexagone, qui a été inauguré le 3 novembre 2012. Situé au pied du Mont-Blanc, en Haute-Savoie, le pont se devait de se fondre dans son environnement.

Architectes et ingénieurs ont imaginé un ouvrage répondant aux exigences spécifiques du site alpin. Complexe d'un point de vue technique, cette construction exclusive démontre une fois encore le savoir-faire et le dynamisme des entreprises françaises.

Le projet a consisté à réaliser une voie de contournement sous forme d'une liaison urbaine entre la RD 902 et la RD 909.

Ce chantier labellisé « Chantier bleu » est une réponse opérationnelle aux axes stratégiques de la politique de développement durable de Bouygues Construction, qui a réalisé les travaux. Il marque la reconnaissance des chantiers exemplaires en matière de qualité, de sécurité et d'environnement. Les études et les travaux ont représenté un investissement de 22,366 millions d'euros, dont 77,5 % à la charge du conseil général de Haute-Savoie et 22,5 % à la charge de la commune de Saint-Gervais.

Une nouvelle voie à caractère urbain

La réalisation de la voie de contournement de Saint-Gervais-les-Bains doit contribuer à désengorger le centre-ville mais n'est pas uniquement destinée au trafic de transit.

La création de cette nouvelle liaison entre les routes départementales 902 et 909 répond à plusieurs objectifs.

- Rétablir des conditions de circulation et de sécurité satisfaisantes pour les usagers et les habitants du centre-ville de Saint-Gervais.
- Réduire les nuisances dues au trafic (encombrement, pollution, bruit, etc).
- Améliorer la qualité et l'intérêt de la vie locale notamment en revitalisant l'attractivité du centre-ville.
- Rapprocher les deux rives du Bonnant, dont les fonctions urbaines sont complémentaires : habitat résidentiel et remontées mécaniques en rive gauche, hôtellerie et commerces en rive droite.

La nouvelle voie fera cohabiter harmonieusement les différentes catégories d'usagers : voitures, camping-cars, autocars, poids lourds, cyclistes et piétons.



Le pont de contournement de Saint-Gervais

Caractéristiques de la voie

D'une longueur de 710 m environ, la liaison franchit la brèche du torrent du Bonnant par un ouvrage d'art de 240 m. Elle comporte :

- une voie nouvelle de 410 m de longueur,
- un ouvrage d'art de franchissement du torrent du Bonnant,
- un giratoire à trois branches, raccordant le projet sur la RD 909 (en direction de Megève/Sallanches et Saint-Gervais)
- un giratoire intermédiaire à quatre branches, permettant l'accès au parking de la télécabine et au lieu-dit Le Châtelet ainsi qu'au futur centre de secours
- un giratoire à quatre branches, raccordant le projet à la RD 902 (en direction du Fayet et du centre-ville de Saint-Gervais-les-Bains) et permettant l'accès à un parking.

La plate-forme de la chaussée a une largeur de 11,9 m avec un profil symétrique comprenant :

- un trottoir de 1,40 m et une bordure de 10 cm,
- une bande cyclable de 1,50 m, y compris 30 cm de marquage de rive,
- une voie de 2,95 m.

Une originalité : des équipements sportifs et culturels sont intégrés au niveau des culées et de l'arche du viaduc, dont une salle d'escalade de 450 m² ainsi que deux murs extérieurs, l'un en glace synthétique, l'autre en rocher.

Les aménagements complémentaires prévus

- Une placette aux caractéristiques urbaines bordée par un belvédère en surplomb sur le torrent du Bonnant.
- Le rétablissement de l'accès au parking de la télécabine et des accès des riverains notamment au hameau du Châtelet et à la résidence Grand Panorama.
- Des aménagements complémentaires afin de rétablir la capacité de stationnement du parking de la télécabine.
- Compte tenu des caractéristiques de cette nouvelle voirie, et de sa vocation à dominante urbaine, la vitesse autorisée est de 50 km/h.

Le résultat est à la hauteur des exigences : la légèreté et la finesse de l'ouvrage laissent la primauté visuelle au panorama grandiose de la chaîne des Aravis et du désert de Platé.

Collectivités locales **Nette diminution des intentions d'investissement depuis 2010**

Dans un contexte de contraction des budgets locaux, la vague 2012 du baromètre de l'Institut CSA, réalisé pour l'Association des maires de France (AMF) et la Caisse d'Épargne, souligne une diminution des perspectives d'investissements des maires et présidents d'établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) et une rétraction des intentions d'emprunts.

Dans la perspective des élections municipales de 2014, la stabilisation de la pression fiscale est devenue l'objectif prioritaire des maires (55 %), en hausse de 14 points par rapport au baromètre 2011. S'agissant des présidents d'EPCI, la priorité est également donnée à la stabilisation de la pression fiscale, cet item étant retenu par 60 % des élus interrogés, contre 39 % en 2011.

On observe également une réduction des intentions de développement des services rendus parmi les maires (27 % contre 38 % en 2011) et une stabilité parmi les présidents (39 % en 2011, 40 % en 2012). Par ailleurs, les intentions d'investissements des maires continuent de diminuer, pour la 2^e année consécutive (-14 points par rapport à 2011) soit 37 % contre 51 % en 2011. Les intentions d'investissements des présidents sont quant à elles stables comparativement à 2011 (39 %).

Deux tiers des maires (66 %) jugent que leur commune a un niveau d'endettement satisfaisant (-3 points par rapport à 2011), tandis que 22 % pensent qu'elle peut s'endetter davantage (-4) et 12 % qu'elle est trop endettée (+7).

Quant aux présidents d'EPCI, ils sont 62 % à juger que leur collectivité a un niveau d'endettement satisfaisant (+1) contre 32 % qui pensent qu'elle peut s'endetter davantage (+7) et 5 % qu'elle est trop endettée (-9).

Implication confirmée dans le financement des investissements publics

Interrogés sur le rôle des collectivités locales dans le financement des investissements publics, dans un contexte de contraction des budgets locaux, 61 % des maires et 62 % des présidents de communautés considèrent que les collectivités doivent continuer à porter plus de 70 % des investissements, comme elles le font actuellement.

Mais les élus, et en particulier les maires, demandent également le soutien des autres échelons de collectivités. En effet, si les présidents semblent considérer devoir être moteurs dans le financement des investissements du territoire (90 %), les maires s'attachent également à rappeler le rôle de la région et du département dans ces investissements (91 %).

55 % des présidents de communautés estiment adaptée la montée en puissance du Fonds de péréquation des ressources intercommunales et communales (FPIC), qui vise à prélever les collectivités disposant d'un niveau de ressources relativement élevé en vue d'alimenter les collectivités moins favorisées, contre seulement 39 % des maires. Près d'un quart des maires (23 %) et 19 % des présidents d'EPCI jugent cette montée en puissance trop rapide, 9 % des premiers et 15 % des seconds la trouvant trop lente.

Enfin, moins de la moitié des élus interrogés (40 % des maires et 41 % des présidents de communautés) se déclarent incités par le mouvement d'approfondissement de la carte intercommunale à transférer davantage de compétences à l'intercommunalité. Une partie des élus considèrent ainsi probablement qu'il convient de bien intégrer les changements de périmètres avant d'envisager le transfert de nouvelles compétences.

Agence de financement des collectivités locales Feu vert du gouvernement

Interrogé par Jacques Péliissard, président de l'Association des maires de France (AMF) à l'occasion de la séance d'ouverture du 95^e congrès des maires et des collectivités locales (AMCL), qui s'est tenue le 20 novembre 2012 à Paris, le président de la République s'est officiellement prononcé pour la création de l'Agence française de financement des investissements locaux (AFFIL).

Partageant l'inquiétude des collectivités quant au financement de leurs investissements, François Hollande a clairement marqué son adhésion aux principes fondateurs de la future Agence, qui trouvera naturellement sa place auprès de la nouvelle banque des collectivités co-entreprise par la Caisse des dépôts (CDC) et la Banque postale et de l'offre de prêts à très long terme de la CDC.

Articulant son propos autour de trois points, le président a souligné la nécessité de créer cette structure qui permettra de diversifier les sources de financement, de mutualiser les risques et de sensiblement diminuer le coût d'accès à la ressource pour l'ensemble des collectivités françaises, sans distinction de taille. L'AFFIL sera l'Agence de tous les territoires.

Afin de mener à bien les travaux techniques nécessaires à l'entrée en action de l'Agence, l'Association d'étude pour l'agence de financement des collectivités locales (AEAFCL) a d'ores et déjà pris date avec le gouvernement afin que le projet puisse aboutir rapidement. En parallèle du dépôt du texte de loi par le gouvernement, un travail sera entrepris pour obtenir l'agrément délivré par l'Autorité de contrôle prudentiel, indispensable au lancement de l'Agence.

L'Agence apportera une solution complémentaire à l'offre bancaire afin de répondre aux difficultés de financement de nos territoires, premiers investisseurs publics nationaux. Elle contribuera à diversifier l'offre pour qu'aucun acteur du financement des collectivités et de leurs groupements ne se trouve en position dominante sur les marchés.

L'AEAFCL se réjouit de l'implication du président de la République dans l'aboutissement de ce projet de longue date, qui s'inscrit dans une nouvelle étape de la décentralisation. Son engagement fort, et celui de son gouvernement, est une véritable marque de confiance de l'Etat envers les collectivités locales, accueillie avec conscience et responsabilité.

Ile-de-France Des ressources supplémentaires pour financer les transports en commun

Membre du conseil d'administration du Syndicat des transports d'Ile-de-France (STIF), Jérôme Guedj, député et président du conseil général de l'Essonne, a proposé un amendement au projet de loi de finances pour 2013 portant augmentation du versement transport en Ile-de-France. Cet amendement a été adopté à l'unanimité le 16 novembre par les députés.

Jérôme Guedj explique : « Cette augmentation de 0,1 point de la taxe payée par les entreprises pour financer les infrastructures et l'offre des transports était devenue indispensable en Ile-de-France. Depuis 2000, le budget du STIF (8,4 milliards d'euros en 2012), a crû en moyenne de 3 % par an. Durant cette même période, la part de financement apportée par les collectivités locales (Région, Ville de Paris et conseils généraux - 1,2 milliard d'euros en 2012), comme celle des usagers (3,4 milliards d'euros en 2012) a augmenté alors que celle des entreprises (3,9 milliards d'euros en 2012) a diminué. Compte tenu des besoins de financement de l'offre de transports pour améliorer les transports du quotidien de millions de Franciliens, il était normal que nous demandions aux entreprises un effort supplémentaire ».

Dans le contexte de la remise du rapport Gallois sur la compétitivité, Jérôme Guedj assume cette hausse des prélèvements des entreprises car « bénéficier de transports en commun de qualité constitue pour les entreprises un avantage compétitif important.

Sans bonne desserte de transports en commun les entreprises ne s'installent pas et ont du mal à recruter. Nous sommes au cœur de la compétitivité hors coût, mise en avant par le rapport Gallois ! ».

Seules les entreprises de plus de 9 salariés seront concernées et pour celles franchissant ce seuil, des mécanismes de dispense et de progressivité seront mis en œuvre. « Ce mécanisme est juste » ajoute Jérôme Guedj, « car il procède à un rééquilibrage entre les collectivités locales, les usagers et les entreprises, tout en protégeant les plus petites d'entre elles qui sont souvent les plus fragiles ».

Cette mesure avait été préconisée par un rapport de septembre 2009 de Gilles Carrez (UMP) tandis que le conseil d'administration du STIF, présidé par Jean-Paul Huchon, avait également adopté un vœu en ce sens le 7 décembre 2011.

Cette mesure nouvelle devrait rapporter 175 millions d'euros par an que Jérôme Guedj souhaite voir intégralement affectés « au renforcement de l'offre de transports pour améliorer le quotidien des Franciliens ».



■ Financement des collectivités locales Satisfaction de la FNTP

Patrick Bernasconi, président de la Fédération nationale des Travaux publics (FNTP), se félicite de l'annonce par le président de la République, François Hollande, de la mise en place pour la période 2013-2017, sur les fonds d'épargne de la Caisse des dépôts issus de l'augmentation du plafond du Livret A, d'une « enveloppe de 20 milliards d'euros pour les investissements à très long terme ». Ces crédits seront destinés aux infrastructures tels les réseaux d'eau, de très haut débit ou de transports en commun. La FNTP avait mis en évidence depuis plusieurs mois le risque pour l'investissement en infrastructures de l'impossibilité pour les collectivités d'accéder à des crédits bancaires à long terme après le démantèlement de Dexia et les nouvelles règles bancaires issues de Bâle III. Les infrastructures ont des durées de vie en moyenne supérieures à 50 ans qu'il est donc logique de financer avec des prêts de très longue durée.

Après plusieurs mois d'attente, un nouveau paysage du financement des collectivités se dessine avec une diversification des sources de financement en complément des crédits bancaires classiques : assurance-vie, fonds dédiés, emprunts obligataires, agence, ...

Patrick Bernasconi alerte sur la nécessité que ces dispositifs se concrétisent rapidement, les entreprises de Travaux publics constatant un décrochage de leur activité : chute de 6,8 % du chiffre d'affaires en septembre 2012 et de 15,7 % des marchés conclus par rapport à il y a un an.

■ La FNTP défend le futur mécanisme européen de financement des infrastructures

Le président de la Fédération nationale des travaux publics (FNTP), Patrick Bernasconi, apporte son soutien au mécanisme pour l'interconnexion en Europe (MIE), en cours d'adoption pour la période budgétaire 2014-2020. Ce nouveau dispositif doit co-financer les infrastructures de transport, d'énergie et de télécommunications qui présentent un intérêt à l'échelle de l'Union européenne, en particulier les sections transfrontalières qui ne seraient pas réalisées sans cet « effet de levier ».

Les résultats du 3^e trimestre Colas

Au 30 septembre 2012, le chiffre d'affaires consolidé du groupe Colas ressort à 9,7 milliards d'euros contre 9,2 milliards d'euros au 30 septembre 2011, en hausse de 5,5 %. L'activité est quasiment stable en France et la croissance provient essentiellement de l'international (+ 12 %), avec une progression dans toutes les zones d'implantation, à l'exception de l'Europe centrale.

A périmètre et taux de change constants, le chiffre d'affaires est en légère progression (+ 2,9 %). Hors inflation des coûts de production routiers et augmentation du prix de vente des produits pétroliers (huiles, fioul, bitume), l'activité est stable en volume sur les 9 premiers mois.

Routes

En France métropolitaine, le chiffre d'affaires est stable sur les 9 premiers mois (si l'on tient compte d'une inflation des coûts de production estimée à 4 ou 5 points, les volumes restent en baisse), grâce à un bon niveau d'activité pendant l'été.



Réfection du tablier d'un pont de Sydney (Australie)

En Europe, l'activité est quasiment stable sur les 9 premiers mois, la progression en Europe du nord ayant compensé le recul de l'activité en Europe centrale.

En Amérique du nord, l'activité est en progression de 7 % à périmètre et taux de change constants, essentiellement au Canada.

L'Asie/Australie et, dans une moindre mesure, la zone Afrique/Océan Indien, sont en croissance, et les départements d'Outre-mer sont quasiment stables.

Activités de spécialités

Sur les 9 premiers mois de l'exercice 2012, le chiffre d'affaires est en progression de 6 %. Cette hausse recouvre d'importantes disparités entre les métiers, dans la continuité des évolutions du premier semestre : forte croissance de la vente de produits raffinés (+ 34 %), liée notamment à la hausse du cours du pétrole, progression de l'activité ferroviaire (+ 9 %), quasi-stabilité de l'activité sécurité signalisation à périmètre et taux de change constants, léger retrait de l'activité étanchéité (- 3 %) et baisse du pipeline (- 14 %).

Rentabilité affectée par les conditions climatiques

Au 30 septembre 2012, le résultat opérationnel ressort à 236 millions d'euros, en baisse de 38 millions d'euros par rapport au 30 septembre 2011. Il s'explique principalement par des conditions climatiques défavorables au 1^{er} semestre, qui ont affecté la

rentabilité des activités routières en métropole, ainsi que par une baisse du résultat de l'activité de vente de produits raffinés (huiles, paraffines, fuels), la hausse du prix du pétrole brut réduit utilisé comme matière première n'ayant pu être totalement répercutée dans le prix de vente de certains produits. Par ailleurs, conformément aux objectifs, le résultat en Europe centrale est en nette amélioration. Le résultat net part du groupe s'élève à 178 millions d'euros (- 31 millions d'euros par rapport à fin septembre 2011).

Bonnes perspectives de fin d'année

Le carnet de commandes à fin septembre 2012 atteint 7 milliards d'euros, en croissance de 5 %, avec notamment une hausse de 10 % en métropole (3,7 milliards d'euros) alors que l'international est stable à un niveau élevé (3,3 milliards d'euros). Sur la base des éléments disponibles, l'objectif de chiffre d'affaires pour l'exercice 2012 est fixé à 12,9 milliards d'euros, contre 12,7 milliards d'euros communiqués précédemment. L'évolution de la marge opérationnelle à fin septembre 2012 par rapport à fin septembre 2011 semble représentative de l'évolution pour l'ensemble de l'exercice 2012.

Eiffage

Le chiffre d'affaires consolidé du groupe Eiffage au 3^e trimestre 2012 s'établit à 3,6 milliards d'euros, en progression de 3,8 %, comparé à celui du 3^e trimestre 2011 : la hausse est de 4,2 % dans les activités Travaux et de 1,4 % pour les Concessions.

En France, Eiffage Travaux Publics enregistre une légère hausse de son chiffre d'affaires de 0,5 %, à 2,344 milliards d'euros : après un premier semestre impacté par des conditions climatiques défavorables, l'activité dans la route s'est redressée au 3^e trimestre mais reste en retrait de 1,5 % par rapport à la même période en 2011 ; les pôles Grands projets et Génie civil sont globalement en progression.

En Europe, (432 millions d'euros ; - 6,9 %), l'activité est bien orientée en Allemagne (+ 6 %), tandis qu'en Espagne le marché reste sinistré, entraînant un recul de 27 % du chiffre d'affaires.



Autoroute sénégalaise Dakar-Diamniadio

Eiffage travaux Publics et Eiffage Sénégal poursuivent la construction de l'autoroute de Dakar qui contribue à l'essentiel du chiffre d'affaires de 81 millions d'euros réalisé hors d'Europe.

► Dossier RGRA n° 903 - juillet 2012

Une fin d'année sereine

Le carnet de commandes du groupe au 1^{er} octobre 2012 s'établissait à 12,8 milliards d'euros, en baisse de 4,6 % depuis le début de l'année ; il reste à des

niveaux historiquement hauts puisqu'il représente plus de 13 mois d'activité pour les branches Travaux du groupe. Grâce à la qualité de ce carnet, Eiffage a pu intensifier la sélectivité de sa prise d'affaires et aborde la fin de l'année avec sérénité.

Vinci

Le chiffre d'affaires consolidé au 30 septembre 2012 de Vinci s'établit à 28,205 milliards d'euros, en hausse de 4,9 % par rapport à la même période de 2011. Cette évolution reflète une croissance à structure comparable de 2,2 %, un impact des variations de périmètre de 2,0 % et un effet de change favorable de 0,7 %.

Le chiffre d'affaires des Concessions s'établit à 4,128 milliards d'euros, en progression de 1,4 %, celui de Vinci Autoroutes augmente de 0,9 %, à 3,438 milliards d'euros, tandis que celui de Vinci Concessions s'accroît de 3,8 %, à 689 millions d'euros. Le chiffre d'affaires du Contracting est en hausse de 5,0 %, à 23,985 milliards d'euros. A périmètre comparable et hors prise en compte du contrat exceptionnel de la LGV Tours-Bordeaux, entré en carnet en juin 2011, les prises de commandes sont en hausse de 9 % sur les 9 premiers mois de l'année.

Eurovia en hausse

Le chiffre d'affaires d'Eurovia s'élève à 6,427 milliards d'euros, en progression de 1,2 % à structure réelle (- 3,6 % à structure comparable).

6,42 Mds €

En France, le chiffre d'affaires des neuf premiers mois ressort à 3,822 milliards d'euros, en hausse de 2,3 % à structure réelle (1,4 % à structure comparable). Après un 1^{er} semestre 2012 marqué par des conditions climatiques difficiles et par des effets calendaires défavorables par rapport à l'année précédente, le chiffre d'affaires a progressé de 6,6 % au 3^e trimestre 2012. Les performances sont toutefois contrastées selon les régions. Par ailleurs, les activités spécialisées du pôle, notamment celles liées aux infrastructures ferroviaires, continuent d'afficher une bonne dynamique.

A l'international, le chiffre d'affaires s'établit à 2,605 milliards d'euros, en léger recul de 0,3 % à structure réelle. Au 3^e trimestre 2012, il est en baisse de 2,2 % : alors que l'activité reste bien orientée au Canada, en Inde, aux Etats-Unis et au Chili, cette évolution traduit un recul en Slovaquie et en République tchèque, suite à l'achèvement de l'autoroute R1, des conditions de marché plus difficiles en Pologne, ainsi qu'en Espagne.

Le carnet de commandes d'Eurovia au 30 septembre 2012 s'établit à 6,7 milliards d'euros, en hausse de 22 % sur 12 mois, sous l'effet des acquisitions réalisées à l'international (principalement Carmacks au Canada et NAPC en Inde) et des contrats de maintenance à long terme obtenus au Royaume-Uni. Il représente plus de 9 mois d'activité moyenne du pôle.

Arena de Dunkerque Vinci signe le contrat de partenariat

Vinci Concessions vient de signer avec la Communauté urbaine de Dunkerque (CUD) le contrat de partenariat pour la réalisation et l'exploitation de l'Arena de Dunkerque.

D'une durée de 332 mois, il inclut la conception, le financement, la construction, l'exploitation et la maintenance de l'Arena. Celle-ci comprendra deux salles d'une capacité totale de 10 700 places et offrira des sièges affaires, des loges et des déambulateurs desservant gradins et espaces de commerce et de réception. Au service du développement de ses deux clubs utilisateurs, le club de handball USDK et le club de basket BCM Gravelines Dunkerque, l'Arena sera le symbole de l'excellence sportive locale et le nouveau lieu de divertissement et de culture de Dunkerque et de sa région. Sa livraison est prévue pour la saison 2015 de basket et de handball.



La conception et la réalisation de l'Arena, d'une durée de 36 mois, seront réalisées par Vinci Construction France, représentée par ses entreprises ADIM Nord Picardie, SOGEA CARONI, DUMEZ EPS, ainsi que des PME locales. Elles s'appuieront pour l'architecture sur l'agence Chabanne & Partenaïres, associée aux cabinets AvantPropos et AB+Architectes.

Les missions d'entretien et de maintenance seront confiées à Vinci Facilities.

L'exploitation commerciale de l'Arena, incluant la gestion de l'équipement et la programmation des événements et manifestations, sera assurée par la Société Dunkerque Arena (SDA), qui sera rémunérée au travers d'une redevance versée annuellement par la CUD. L'Arena de Dunkerque rejoint ainsi le réseau des stades de Vinci Stadium qui, au sein de Vinci Concessions, a pour mission de développer une expertise métier au service d'un nouveau modèle d'exploitation des stades et arénas.

Le projet représente un investissement total de 112,4 millions d'euros, lequel sera financé par :

- un apport initial de la CUD de 37 millions d'euros (dont 10 millions d'euros au titre d'une avance sur redevance),
- un apport en fonds propres dans SDA de 6 millions d'euros,
- un financement bancaire d'un montant de 69,4 millions d'euros.

En souscrivant à cette déclaration de soutien, la FNTP défend également le budget proposé - 50 milliards d'euros - comme un montant minimum au regard des besoins d'investissements dans les réseaux transeuropéens de transport (RTE), d'énergie et les technologies de l'information et de communication (estimés à 1 000 milliards d'euros à l'échelle de l'Union européenne).

Dans cette période d'arbitrages financiers sur les priorités des politiques européennes, la FNTP souligne l'importance d'un budget européen ambitieux pour les infrastructures.

Elle rappelle que pour la période 2007-2013, la Commission européenne, soutenue par le Parlement européen, avait proposé 20,3 milliards d'euros pour les infrastructures de transport et 230 millions d'euros pour l'énergie. Les négociations avec les gouvernements nationaux avaient finalement débouché sur un budget largement amputé, limité à 8 milliards d'euros pour les infrastructures de transport et à 155 millions pour les infrastructures d'énergie.

Dans le prolongement du Pacte européen pour la croissance et l'emploi des 28 et 29 juin 2012, la FNTP appelle donc le gouvernement à soutenir clairement le budget proposé par la Commission européenne pour le mécanisme pour l'interconnexion en Europe.

Afin de s'assurer de la réalisation effective des projets et de la bonne utilisation des deniers publics, la FNTP plaide pour une concentration optimale des futurs fonds du MIE.

Ceux-ci doivent donc cibler des projets clairement identifiés, présentant une réelle valeur ajoutée européenne (goulets d'étranglements, sections transfrontalières) et offrant un modèle de financement approprié (co-financements publics et/ou recours aux instruments financiers innovants). La FNTP invite ses adhérents à souscrire à la déclaration de soutien au MIE et à la diffuser au plus haut niveau.

http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/kallas/connecting-europe-facility/index_en.htm.

■ Liaison ferroviaire Lyon-Turin

Avancées concrètes

Lors du sommet franco-italien du 3 décembre à Lyon, des avancées concrètes ont été décidées sur la nouvelle liaison ferroviaire Lyon-Turin : lancement du processus de ratification et de mise en œuvre de l'accord du 30 janvier 2012, création du Promoteur public, annonce de la reprise des travaux en Maurienne avec le percement d'un des 2 tubes du futur tunnel du Mont-Cenis, véritable cœur de la liaison, confirmation des ambitions de l'autoroute ferroviaire alpine.

Le prochain sommet de Turin en 2013 devra constater l'engagement final des deux pays pour obtenir les financements européens (2014-2020) nécessaires à la réalisation complète du tunnel transfrontalier. Sur les 8,5 milliards d'euros que coûtera le chantier, la France devra supporter 2,2 milliards d'euros et l'Italie 2,9 milliards d'euros. Les deux gouvernements doivent encore « convaincre » l'Union européenne de financer les 40 % restants.

■ Royaume-Uni

Nouveau contrat pour Vinci

Gatwick Airport a attribué à Vinci Construction UK, filiale de Vinci, le contrat de transformation de la jetée n° 1 de son terminal Sud. Le bâtiment abritera des salles d'embarquement et sera relié par des passerelles à cinq nouveaux postes de stationnement. Les travaux, d'un montant total de 105 millions d'euros, commenceront en décembre 2012 et devraient s'achever en septembre 2015.

■ Egypte

Prêt de la BEI pour la construction d'une ligne de métro du Caire

La Banque européenne d'investissement (BEI) a signé la première tranche de 200 millions d'euros d'un prêt de 600 millions d'euros pour financer l'extension du métro du Caire, ainsi qu'un prêt de 45 millions d'euros à l'appui du programme de développement local. Ces deux projets constituent la réponse de la BEI aux priorités définies par le nouveau gouvernement dans ce domaine. Les deux prêts ont été signés à l'occasion de la réunion du groupe de travail Union européenne (UE)-Egypte. Ce groupe a pour objectif de renouveler le soutien de l'UE aux réformes engagées en Egypte.

France-Suisse Premiers corridors biologiques transfrontaliers

Des corridors biologiques transfrontaliers, qui doivent permettre à la faune de se déplacer, verront bientôt le jour dans la région genevoise. Autorités françaises et suisses ont signé le 12 novembre les premiers contrats instaurant ces couloirs environnementaux.

Autour de Genève, huit secteurs ont été jugés prioritaires et ont fait l'objet d'études pour la mise en place de ces corridors. Les contrats signés portent sur deux périmètres : celui d'Arve-Lac et celui de Champagne-Genevois. Au total, 25 communes suisses et 32 communes françaises sont concernées. Le financement total est de 10 millions d'euros pour la France, et de 7,8 millions d'euros pour la Suisse. Les corridors biologiques sont une réponse à l'urbanisation du territoire. Ils sont mis en place pour éviter que les aménagements urbains constituent des obstacles infranchissables pour la faune et empêchent la dissémination des plantes, entraînant ainsi leur isolement.

Une flore rare qui subsiste

Le premier corridor biologique, dit Arve-Lac, d'une superficie de 17 300 ha, concerne 12 communes suisses et 13 françaises. Il s'étend entre le lac Léman, les bois de Jussy et Douvaine, les Voirons et l'Arve. Il prévoit des mesures comme la préservation des connexions agricoles de part et d'autre de la route de Thonon, le maintien des passages pour la grande faune, et il met en relation des espaces où subsiste une flore rare comme le glaieul des marais, entre le bois de Rosses à Cranves-Sales et les bois de Jussy en Suisse.



Le glaieul des marais

Le second corridor, « Champagne-Genevois », dont le périmètre se situe sur 19 communes en France et 13 en Suisse, soit 22 465 ha, va des crêtes du Salève au Vuache, jusqu'au Rhône.

Ses connexions biologiques sont interrompues de façon spectaculaire par trois infrastructures : l'autoroute A40, la départementale 1206 et une voie ferrée. « Notre action sera multiple, elle intègre aussi bien des rencontres transfrontalières autour des vergers traditionnels que l'étude de la construction d'un pont biologique au-dessus de l'autoroute, dont le coût exorbitant mérite bien que l'on se penche longtemps sur le lieu le plus adéquat », a précisé Bernard Gaud, président de la Communauté de communes du Genevois.

Audi Urban Future Award 2012 pour le « Nouveau rêve américain »

Décerné lors de la Biennale du design d'Istanbul, dans le cadre d'une vaste exposition, l'Audi Urban Future Award 2012 a distingué le « Nouveau rêve américain » proposé par les architectes Howeler + Yoon pour la région métropolitaine de Boston/Washington.



Le projet Boston/Washington

Au cœur du projet d'urbanisme, une vision : la communauté, et un parti-pris pour l'avenir : partager devient plus important que posséder. Le projet, en effet, rapproche lieux de travail et lieux de vie, ville et banlieue, et associe transports individuels et transports publics au sein d'une plate-forme combinant les infrastructures existantes à des flux de trafic intelligents. L'objectif ? Relier Boston et Washington pour créer un espace urbain capable d'accueillir harmonieusement jusqu'à plus de 53 millions d'habitants.

Composé d'architectes, de designers et d'urbanistes, le jury a salué, la « faisabilité du projet, au moins en partie, d'ici à 2030, sa prise en compte du contexte social et économique, sa capacité à associer innovations sociales et techniques, et sa qualité architecturale ». Relevant le caractère « visionnaire » du projet, Rupert Stadler, président du directoire d'Audi AG, a rappelé la vocation de l'Audi Urban Future Initiative, dont ce prix d'architecture est la clé de voûte : « Pour jouer un rôle actif dans l'évolution du monde de demain, Audi se doit de comprendre les tendances de l'urbanisme mondial et leur pertinence pour la mobilité du futur ».

L'Audi Urban Future Award est le prix d'architecture le plus important en Allemagne (100 000 euros de dotation). Une première édition en 2010 avait abouti à l'élection de l'architecte Jurgen Mayer H., dont le projet d'urbanisme connecté continue d'inspirer les ingénieurs et chercheurs Audi dans leurs travaux sur la mobilité de l'avenir.

Etats-Unis Contrat en PPP pour Vinci

WVB East End Partners, groupement piloté par Vinci Concessions (33,3 %) et comprenant Walsh Investors (33,3%) et Bilfinger Berger PI International Holdings (33,3 %), a été désigné par l'Indiana Finance Authority (IFA) adjudicataire pressenti pour le financement, la conception, la construction, l'exploitation et la maintenance du pont « East End Crossing » du programme « Ohio River Bridges » dans l'Indiana, l'un des plus importants projets d'infrastructure de transport aux Etats-Unis. Ce partenariat public-privé (PPP) porte sur un pont haubané de 762 m sur l'Ohio, qui reliera la ville de Louisville (Kentucky) au sud de l'Indiana, un tunnel bitube à l'approche du pont côté Kentucky, d'une longueur de 512 m, 19 ouvrages, ainsi que des travaux d'amélioration du réseau routier et des infrastructures associées.

Le nouveau pont East End, situé à 13 km du centre de Louisville, reliera l'autoroute « Gene Snyder Freeway » et la voie « Lee Hamilton Highway ».

Les travaux, d'une durée estimée à 3,5 ans, seront réalisés par une co-entreprise en conception et construction comprenant Walsh Construction (60 %) et Vinci Construction Grands Projets (40 %). L'ingénierie sera confiée à Jacobs Engineering. La construction devrait débuter à l'été 2013 pour s'achever à l'automne 2016.

Le montant total du contrat avoisine le milliard de dollars, soit environ 780 millions d'euros.

Le consortium piloté par Vinci Concessions se chargera de l'exploitation, de l'entretien courant et de la remise en état de l'infrastructure pour une durée de 35 ans. Il touchera en contrepartie une redevance qui sera fonction de la disponibilité de l'ouvrage.

Panama Le Pont de l'Atlantique pour Vinci

Vinci Construction Grands Projets, filiale de Vinci, vient d'être déclaré, adjudicataire du contrat pour la construction du Pont de l'Atlantique, pour un montant de 366 millions de dollars par l'Autorité du canal de Panama (ACP) (agence gouvernementale en charge de l'exploitation, de la maintenance, de la préservation et de la modernisation du canal).



Les écluses de Gatun sur le canal

L'ouvrage sera situé à 3 km au nord des écluses de Gatun, près de la ville de Colon. Le contrat porte sur la construction d'un pont à haubans en béton de 2 x 2 voies, d'une longueur de 1 050 m, avec une portée centrale de 530 m, des pylônes d'une hauteur de 212,5 m et un tirant d'air de 75 m.

Le pont de l'Atlantique sera le plus long pont haubané en béton du monde d'une travée centrale de 530 m.

Il facilitera notamment le passage d'importants porte-conteneurs de type « Post-Panamax » dans le cadre de l'exploitation du canal élargi. Il permettra également aux véhicules de traverser le canal de Panama, côté Atlantique, indépendamment du fonctionnement des écluses.

Pour ne pas interférer avec le trafic du canal, les travaux ne pourront avoir lieu en pleine voie navigable, ce qui impliquera de couler en place le tablier du pont. Le contrat comprend également la construction, de chaque côté du pont, des viaducs d'accès d'une longueur totale de 2 km, ainsi que des routes de connexion au réseau existant.

Les travaux doivent débuter dès janvier 2013, pour une durée de 3,5 ans.

Ce contrat, qui marque le retour historique d'une entreprise française sur le site du canal de Panama, vient enrichir les nombreuses références de Vinci Construction Grands Projets dans le domaine des ponts : Pont de Normandie (France), Pont sur la Severn (Royaume-Uni), Pont de la Confédération (Canada), Pont sur le Tage (Portugal), Pont de Rion-Antirion (Grèce).

Transport Research Prize of the International Transport Forum Apply Now for the 2013 Young Researcher of the Year Award

A prize of 5 000 Euros and an invitation to the Annual Summit of transport ministers in Leipzig, Germany on 22-24 May 2013 awaits the winner of the 2013 Young Researcher of the Year Award for the best paper analysing interlinkages between financial needs and specific projects in the transport sector.

The Young Researcher of the Year Award aims to encourage and reward creative reflection and analysis by young academics under 35 years of age who are investigating the major contribution of transport to the well-being of our societies and their proper functioning.

The Award is being offered by the International Transport Forum (ITF) at the OECD, an intergovernmental organisation that acts as a think tank for the transport sector and organises an annual meeting of transport ministers from its 54 member countries and beyond. The theme of the 2013 Summit is "Funding Transport".

Submitted papers will be examined by an international panel of experts from the transport and transport economics research sectors under the aegis of the International Transport Forum. The winner will be honoured at an official award ceremony, attended by ministers of transport, on 23 May 2013 in Leipzig. Additional merit awards may also be presented.

The deadline for submissions is Friday, 15 February 2013.

For more information, including the application form, visit the International Transport Forum website at

www.internationaltransportforum.org/2013

■ Algérie

Contrat pour Colas Rail

Colas Rail a remporté, en groupement avec KOU.G.C., le contrat de l'extension de la ligne 1 du métro d'Alger, entre les stations Hai El Badr et El Harrach-Centre.

Le projet porte sur 4 km de ligne et 4 stations, et consiste

en la réalisation de l'ensemble du système de transport et l'aménagement des stations.

Colas Rail, mandataire du groupement, réalisera la pose des voies ferrées, le troisième rail, l'alimentation en énergie électrique, les courants faibles, la ventilation des tunnels et la billetterie.

Le montant total du contrat s'élève à 85 millions d'euros, dont un peu plus de la moitié en part propre pour Colas Rail.

Les travaux se dérouleront sur une durée de 23 mois, pour une mise en service de la ligne prévue en novembre 2014.

Ce contrat intervient après ceux du métro de Kuala Lumpur (Malaisie) et celui de Los Teques (Venezuela) remportés fin 2011.

■ Chine

Vinci prend le métro à Hong Kong

Vinci Construction Grands Projets a signé avec MTR Corporation Limited (exploitant du métro de Hong Kong) le contrat d'un lot de la ligne de métro *Shatin to Central Link (SCL)*, pour un montant de 280 millions d'euros.

Il comprend d'une part, la construction à l'explosif d'un tunnel de 2 475 m et d'autre part, un tunnel bi-tube de 1 400 m réalisé avec un tunnelier à pression de boue de 7,4 m de diamètre excavé.

Les travaux ont débuté en octobre 2012, pour une durée de 68 mois.

La ligne SCL est découpée en 10 lots principaux et porte sur la réalisation de 12 km de métro en souterrain, la construction de 4 nouvelles stations et l'aménagement de 2 stations en interconnexion.

Vinci Construction Grands Projets avait déjà participé à la construction du métro de Hong Kong entre 1998 et 2002, en réalisant les 5 tunnels de Black Hill dans le cadre de l'extension du métro jusqu'à la ville nouvelle de Tseung Kwan O.

Actualité générale Rendez-vous

Appel à communications

AIPCR : XIV^e Congrès international de la viabilité hivernale Andorre 2014

L'Association mondiale de la route (AIPCR) lance un appel à communications sur des thèmes choisis pour le XIV^e congrès international de la viabilité hivernale qui se tiendra à Andorre-la-Vieille, du 4 au 7 février 2014.

Le thème du congrès est « Concilier sécurité routière et développement durable avec changements climatiques et crise économique ».

Les articles acceptés seront présentés lors de séances de posters et inclus dans les actes du congrès. Les meilleures communications seront sélectionnées pour une présentation orale au cours des séances techniques du Congrès.

La publication des communications acceptées est conditionnée par l'inscription d'au moins un des co-auteurs au congrès.

Le résumé doit être soumis en anglais ou en français, avec un maximum de 400 mots, avant le 31 janvier 2013.

Les thèmes de l'appel à communications sont les suivants :

1. Viabilité hivernale et changement climatique
2. Viabilité hivernale dans un contexte de budget contraint
3. Événements extrêmes en hiver
4. Gestion de la viabilité hivernale
5. Approches opérationnelles, équipements et matériaux pour la viabilité hivernale
6. L'usager en conditions hivernales
7. Tunnels routiers en conditions hivernales
8. Ponts routiers en conditions hivernales

Leur description détaillée est consultable sur www.aipcrandorra2014.org

Toutes les communications doivent avoir un caractère original et être autorisées à la publication. Les propositions déjà publiées ne seront pas acceptées. Toute référence à caractère politique, commercial ou publicitaire est exclue des communications, de même que l'indication d'une marque dans le titre et le résumé. Les résumés seront évalués anonymement par les comités techniques de l'AIPCR et les décisions seront notifiées aux auteurs par courriel avant le 1^{er} avril 2013.

Les critères d'évaluation des documents sont basés sur l'originalité du contenu, l'intérêt technique et l'applicabilité et la transférabilité des résultats. Le prix sera décerné aux meilleures communications parmi des réponses à l'appel à communications.

13 déc 2012

9^e Assises nationales de l'association HQE Paris (France)

Pour leur neuvième édition, intitulée « Au-delà des bâtiments, l'aménagement », les Assises nationales de l'Association haute qualité environnementale (HQE)

font cette année honneur au quartier, à la ville durable et au cadre de référence HQE Aménagement.

Rendez-vous est donc donné aux collectivités, aux élus et à tous les professionnels de la filière construction et aménagement pour débattre et partager les expériences pour faire évoluer les pratiques et promouvoir un cadre de vie plus durable.

Quatre tables rondes ponctueront la journée, autour de 2 séquences : aménagement durable, visions politique et technique ; et HQE Aménagement : partage de retours d'expérience entre aménageurs et collectivités.

www.assohge.org

13-17 jan 2013

92^e congrès du Transportation Research Board (TRB) Washington (Etats-Unis)

The TRB Annual Meeting program covers all transportation modes, with more than 4,000 presentations in over 750 sessions and workshops addressing topics of interest to all attendees-policy makers, administrators, practitioners, researchers, and representatives of government, industry, and academic institutions. More than 40 sessions and workshops will address the spotlight theme for 2013: **Deploying Transportation Research - Doing Things Smarter, Better, Faster.**

www.trb.org

30-31 jan 2013

Atexpo 2013 Paris (France)

Le 40^e congrès Atexpo se tiendra pour la première fois à l'Espace Champerret, au cœur de Paris,

sur le thème : « Mobilité et transports : évolutions majeures et perspectives d'avenir ».

Pour célébrer cet anniversaire, ATEC ITS France place son congrès 2013 sous le signe des changements majeurs qui sont intervenus depuis sa création, et de ceux qui se profilent.

Aujourd'hui, les réseaux sociaux, la connectivité itinérante, les choix individuels en temps réel, lancent un nouveau défi : l'émergence d'une société dans laquelle les groupes d'utilisateurs sont désormais capables de faire leurs propres choix d'utilisation des moyens de transport indépendamment des autorités responsables.

Quelles leçons tirer de cette évolution ? Quelles sont les innovations qui modèleront les prochaines décennies ? Tels sont les sujets qui seront débattus.

L'exposition 2013 sera, une fois encore, le rendez-vous à ne pas manquer pour les professionnels de l'exploitation durable des systèmes de transport terrestre et de la mobilité intelligente. Avec plus de 50 exposants, elle s'adresse à tous les acteurs et professionnels de la mobilité intelligente.

Avec plus de 700 congressistes et visiteurs accueillis en 2012, le congrès Atexpo confirme qu'il est un lieu d'échanges et de rencontres incontournable entre experts.

www.congres-atexpo.fr

5 fév 2013

Financements et marchés publics dans les secteurs de l'aménagement urbain durable

Paris (France)

Face aux nouveaux défis régionaux et internationaux, l'aménagement urbain est au cœur des préoccupations actuelles des gouvernements.

Cette thématique fait l'objet de nombreux marchés publics financés par les grands bailleurs de fonds et organisations internationales telles que les banques de développement multilatérales et bilatérales, l'Union européenne, mais aussi les collectivités et municipalités.

A l'occasion de cet atelier d'information, les représentants de l'Agence française de développement (AFD), de la représentation de la France auprès de l'Union européenne, de la Banque européenne pour la reconstruction et le développement (BERD) et de la Banque Mondiale exposeront leurs rôles, stratégies et procédures de passation des marchés.

Ils introduiront également leurs projets en cours et futurs dans les secteurs de l'aménagement urbain durable sur lesquels les participants pourront se positionner.

www.ubifrance.fr

6-7 fév 2013

Journées techniques de la route IFSTTAR-IDRRIM Nantes (France)

19-22 fév 2013

Congrès de l'AEMA-ARRA-ISSA Indian Wells (Etats-Unis)

La convention annuelle de l'*International Slurry Surfacing Association (ISSA)*, organisée conjointement avec l'*Asphalt Emulsion Manufacturers Association (AEMA)* et l'*Asphalt Recycling & Reclaiming Association (ARRA)* aura pour double thème « l'efficacité de l'entretien routier » et « les performances des revêtements superficiels ». Lors de la cérémonie de clôture, la présidence de l'ISSA devrait être confiée à Christine Deneuvillers (France).

www.slurry.org

19-20 mars 2013

IRF Conférence régionale : Afrique du Nord/Méditerranée Marrakech (Maroc)

En collaboration avec l'Association marocaine des routes (AMR) et la Société nationale des Autoroutes du Maroc, l'*International Road Federation (IRF)* organise une conférence régionale. L'espace « Euromed » offre à l'Afrique du nord une opportunité unique pour rendre les relations externes plus concrètes et visibles avec l'initiation de nouveaux projets régionaux et sous-régionaux.

La conférence se concentrera sur les défis des projets d'infrastructure routière au Maroc et dans la région. Les expériences et expertises venant d'autres pays seront appréciées. Les présentations se concentreront sur des solutions pratiques, basées sur des expériences confirmées. Elles auront pour objectif d'identifier les défis et les obstacles au progrès, et proposeront des moyens de surmonter ces obstacles. L'événement offrira également une opportunité de mettre en avant des solutions et des collaborations entre les différents participants/organisations.

www.irfnet.org

27-28 mars 2013

Solscope Beaune (France)

La 10^e édition nationale du salon Solscope, le rendez-vous pour rencontrer les professionnels de l'ingénierie géotechnique, du forage, des fondations ainsi que leurs partenaires, se tiendra les 27 et 28 mars 2013 à Beaune. Le thème choisi par les organisateurs du salon est le développement durable, préoccupation majeure et essentielle dans le traitement et l'étude des sols. Parmi les sujets abordés : la réutilisation des friches industrielles, la valorisation des matériaux, les géostructures énergétiques ou la valorisation des eaux souterraines. Doté d'une exposition et de démonstrations de machines, Solscope est l'événement idéal pour trouver les derniers équipements. Solscope est également une vitrine ouverte sur le grand public avec une exposition libre et accessible à tous.
www.solscope.fr

9-11 avril 2013

Les Rencontres géosynthétiques 2013 Dijon (France)

Le 9^e colloque francophone sur les géotextiles, géomembranes et les produits apparentés est organisé par le Comité français des géosynthétiques (CFG). Tous les deux ans depuis 1993, les Rencontres géosynthétiques constituent la manifestation francophone de référence pour les géotextiles, les géomembranes et les produits apparentés et couvrent toutes les utilisations actuelles de ces matériaux, dans les domaines du génie civil et de la protection de l'environnement. Ce colloque réunit des experts, des ingénieurs et des techniciens internationaux (maîtres d'œuvre, entrepreneurs, producteurs, distributeurs, spécialistes de bureaux d'études et de laboratoires, etc.) qui échangent leurs expériences à partir de cas d'utilisations commentés. Une exposition technique permettra aux fabricants, distributeurs,

entreprises, administrations, bureaux d'études, laboratoires, ..., de présenter un large éventail de produits et de services.
www.rencontresgeosynthetiques.org

9-13 nov 2013

17^e congrès mondial de l'IRF Riyadh (Arabie Saoudite)

www.irf2013.com

27-29 nov 2013

24^e Rencontres nationales du transport public Bordeaux (France)

Les Rencontres nationales du transport public rassemblent, tous les deux ans, plus de 5 000 congressistes et visiteurs : élus, membres de collectivités responsables de transport, sociétés exploitantes de réseaux, fabricants de matériels, responsables politiques et industriels, organismes de recherche, presse, citoyens... Elles constituent le grand rendez-vous national d'échanges et de découverte des dernières innovations du secteur.
www.rencontres-transport-public.fr

3-5 juin 2013

5th EATA conference of the European Asphalt Technology Braunschweig (Allemagne)

www.eata2013.eu

15-18 sept 2013

Inter-Noise 2013 Innsbruck (Autriche)

The Congress is sponsored by the International Institute of Noise Control Engineering (I-INCE), and is being organized by the Austrian Noise Abatement Association (Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung) (ÖAL). The theme of the congress is « Noise Control for Quality of Life ».
www.internoise2013.com

UN SEUL FOURNISSEUR POUR LA STABILISATION DE SOLS.



Close to our customers

STABILISATRICES DE SOLSTÄGEM.



Des stabilisatrices de sols adaptées à toutes les situations, en version automotrice ou tractée – Pour une haute qualité de malaxage.

ÉPANDEURS DE LIANTS STREUMASTER.



Une offre complète d'épandeurs automoteurs, tractés ou à monter sur tous types de véhicules – Pour une grande précision d'épandage.






ROAD AND MINERAL TECHNOLOGIES

www.wirtgen-group.com/soilstabilization



WIRTGEN FRANCE

7, rue Marc Seguin · BP 31633 · 95696 Goussainville Cedex
Tél. : 01 30 18 95 95 · Fax : 01 30 18 15 49
e-mail : contact@wirtgen.fr · www.wirtgen.fr

905

RGRA n° 905

Rectificatif

Dans l'article « *Le Tribologue Screg – Dispositif pour qualifier les efforts humains lors de la mise en œuvre d'enrobés* », Ph. Pellevoisin, J.-M. Vieira, B. Chambon, F. Chaignon, publié dans l'édition RGRA 905 d'octobre 2012, pp 67-69, les figures 5 à 7 sont erronées.

Les auteurs et la RGRA prient les lecteurs de bien vouloir les en excuser et vous livrent ici les figures corrigées.

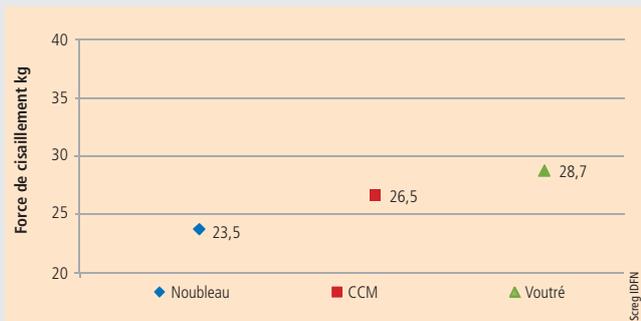


Figure 5
Influence du type de granulats sur les forces de cisaillements des enrobés, fabriqués à 160 °C, avec du bitume 35/50



Figure 6
Influence de la température et du grade de bitume sur un BBSG, fabriqué avec du Noubleau

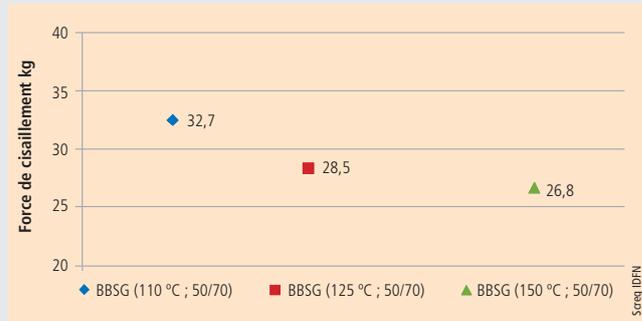


Figure 7
Influence de la température sur un BBSG, fabriqué avec du Noubleau et du bitume 50/70



rgra.fr

NAVIGUEZ EN TOUTE SÉCURITÉ

LES DÉPÊCHES QUOTIDIENNES DE LA PROFESSION

UNE COLLECTION COMPLÈTE DE REVUES NUMÉRISÉES
Véritable encyclopédie de l'industrie routière et de l'aménagement, disponible en téléchargement :
- par revue complète (depuis 1926)
- par article (à partir de 2013).

UN MOTEUR DE RECHERCHE AVANCÉE
Retrouvez en un clic tous les articles ou parutions liés à un sujet précis.
Affinez votre recherche par auteur, par tranche de dates ou numéro de revue.

COMMANDEZ EN UN CLIC
Un site commercial protégé.
Gérez vos transactions en toute sécurité, vos données sont cryptées.

UNE VITRINE POUR LES ANNONCEURS

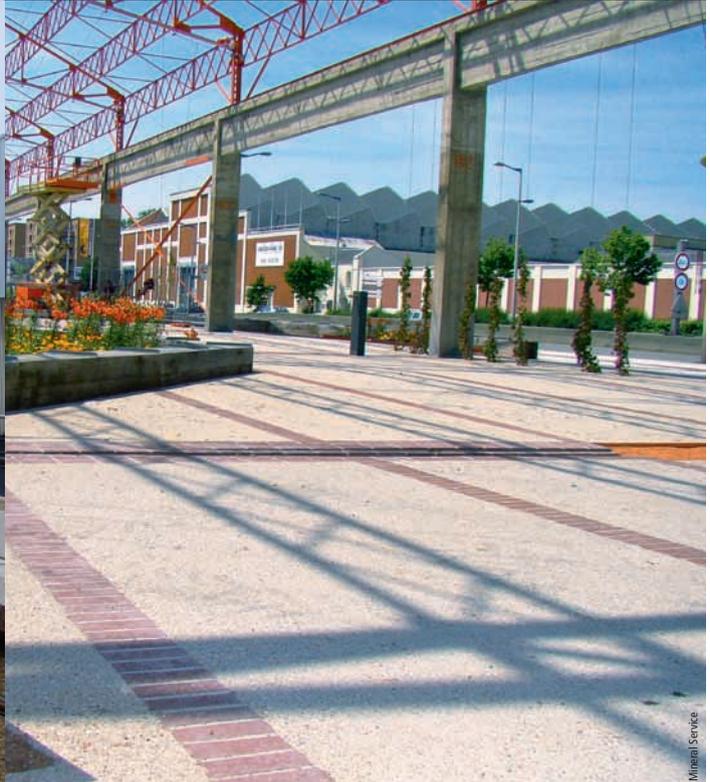
9, rue de Berri
75008 Paris
Tél. +33 (0)1 40 73 80 00

UN NOUVEAU SITE INTERNET POUR ALLER ENCORE PLUS LOIN



Dossier

Les bétons d'aménagement créent la différence



Préface

Le béton, matériau du quotidien et de l'exception

Les entreprises adhérentes du SPECBEA (Spécialistes de la chaussée en béton et des aménagements) et leurs partenaires ont démarré en septembre 2011 un groupe de travail sur le thème des voiries, espaces publics, chantiers d'aménagement urbains (VECU). Sous l'impulsion de leurs concepteurs et architectes, les réalisations urbaines en béton apportent des possibilités de finitions variées en constante évolution et associent l'esthétique, l'adaptabilité, l'innovation, la technicité et évidemment la robustesse. VECU permet de partager les meilleures pratiques et de valoriser les savoir-faire qui mènent à l'excellence, dès la conception, lors de l'exécution et jusqu'à la finition.



L'histoire du béton à plat, illustrée par les grandes constructions telles que l'A6, témoigne de la durabilité, du faible besoin en entretien et de la capacité du béton à répondre à l'accroissement du trafic, et des charges d'exploitation.

Par sa résistance aux charges lourdes, le béton se déploie dans les réalisations aéroportuaires. Le STAC (Service technique de l'aviation civile) est engagé depuis de nombreuses années dans la recherche d'une meilleure compréhension du fonctionnement des structures rigides en béton afin d'aboutir à terme à l'amélioration des règles de dimensionnement. La dalle instrumentée qu'il a conçue est un bel outil de ce possible progrès et le Specbea se félicite de cette initiative.

Le béton accompagne le déploiement des infrastructures de transport en commun (tramways sur rail ou sur pneus, bus à haut niveau de service, ...) et leur objectif de développement durable. Il répond aux sollicitations générées par ces matériels roulants et aux exigences des architectes et urbanistes en matière d'esthétique et de qualité environnementale. Pour chaque type de transport collectif de surface, le béton propose des structures de plates-formes adaptées, capables de résister à l'usure du temps avec un entretien minimisant l'impact sur la circulation.

Le Specbea poursuit sa démarche environnementale :

- Il soutient la recherche de solutions pour l'économie des ressources lors des chantiers.
- Faisant le constat qu'il n'existe pas d'outil d'évaluation environnementale adapté à l'analyse du cycle de vie (ACV) des chaussées en béton, il développe un éco-comparateur prenant en compte l'ensemble des critères requis et en accord avec la durée de vie de ces structures.

Ce dossier témoigne du dynamisme des entreprises du SPECBEA et de leur attachement à notre profession par leur implication au sein du syndicat professionnel. Combinée au souci d'excellence dans la réalisation, leur passion pour le matériau béton apporte une réponse personnalisée aux attentes des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre. Faire du beau, de l'agréable, de l'utile et y associer l'originalité et l'innovation tel est l'esprit qui les anime.

Le béton c'est maintenant et demain, évidemment...

Christian GENET
Président
SPECBEA

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

AUTEURS

Jean-Pierre Marchand
Route et conseil
Membre du SPECBEA

Joseph Abdo
Directeur délégué
Routes & Terrassements
Cimbéton
Membre du SPECBEA



Photo 1

Autoroute du sud de Paris – La branche vers la RN7 à Chilly-Mazarin avec au fond l'agglomération parisienne [3]
Autoroute du Sud de Paris – Branch towards national highway RN7 at Chilly-Mazarin with Paris area in background [3]

L'autoroute A6 fête ses 52 ans



« J'avais vingt ans. Je ne laisserai personne me dire que c'est le plus bel âge de la vie ». Il est osé de reprendre à son compte cette citation de Paul Nizan [1] en « J'avais cinquante-deux ans. Je ne laisserai personne me dire que c'est le plus bel âge de la vie » pour l'appliquer au cas du tronçon de l'autoroute A6 entre Villabé

(au sud d'Evry) et Saint-Germain-sur-Ecole (partie à péage) ; d'une longueur de 16 km, il est le dernier tronçon qui utilise le revêtement d'origine en béton de ciment datant des années 1960 et fait l'objet d'une reconstruction après un demi-siècle de service.

Pour retracer l'histoire de cette autoroute nous nous sommes alors plongés dans les archives de la Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) et nous avons pu remonter le temps jusqu'à l'année 1958, voire 1939.

Genèse de l'autoroute A6

« L'autoroute du sud de Paris figurait déjà au Plan d'aménagement de la région parisienne approuvé en 1939. Mais avec un tracé légèrement différent de celui actuellement en cours de réalisation, [...] approuvé par décret du 19 décembre 1952.

Outre la desserte directe de l'aéroport d'Orly, l'autoroute permet à la circulation générale de la RN 7 et de la RN 20 de traverser aisément les points encombrés de la zone suburbaine et elle offre également des facilités de circulation pour diverses localités de la moyenne banlieue, au-delà notamment de la RN 186, route de rocade du département de la Seine. Elle constitue enfin l'amorce de l'Auto-route Paris-Lyon-Marseille. »

C'est en ces termes qu'est décrite l'Auto-route du sud de Paris en janvier 1960 [2]. Comme on le constate, les encombrements de la région parisienne sont déjà d'actualité, même si les photos (photo 1) de l'époque montrent une autre urbanisation que celle que nous connaissons aujourd'hui.

Caractéristiques du premier lot

Le premier lot de l'autoroute, inauguré le 12 avril 1960 [3], s'étend sur une longueur totale de 14,4 km et comprend (figure 1) :

- une partie du tronçon commun,
- la branche assurant la desserte de l'aéroport d'Orly,
- la branche aboutissant à la RN 20,

• et enfin, le début de la branche vers la RN 7 constituant l'amorce d'une autoroute de Paris à Lyon.

Le choix des types de chaussées donne lieu à un concours [4]. Le dossier du concours définit deux solutions : une chaussée souple et une chaussée rigide. Il invite aussi les concurrents à proposer des variantes.

Les terrains sur lesquels repose la chaussée sont de qualité inégale et souvent mauvaise. Il s'agit le plus souvent de marnes et d'argiles vertes du Sannoisien, de marnes gypseuses, de limon argileux et de sols fins.

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

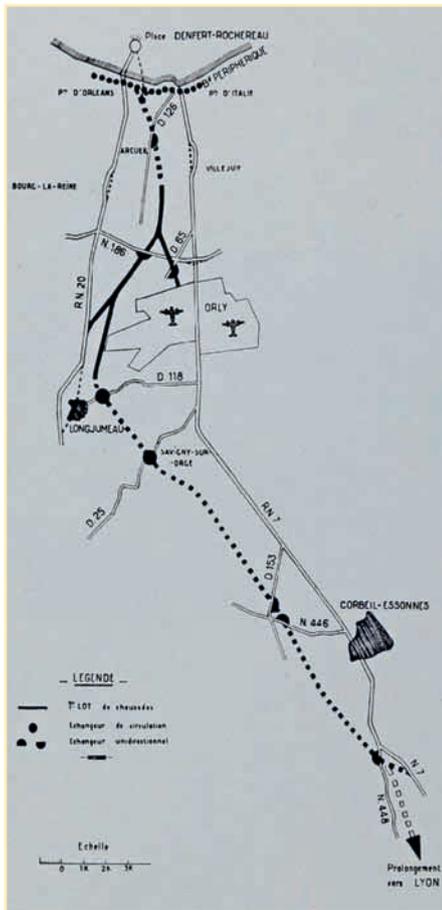


Figure 1
Tracé de l'Autoroute du Sud de Paris [4]
Alignment of Paris southern motorway
(Autoroute du Sud) [4]

Le trafic escompté à la mise en service est de l'ordre de 12 000 véhicules/jour sur chaque branche et de 30 000 véhicules sur le tronç commun. L'évolution du trafic est rappelée dans la figure 2, établie à l'occasion de la réfection de la voie de l'autoroute A6 [5].

Le profil en travers de la chaussée comprend :

- sur le tronç commun : une plate-forme de 32,50 m avec deux chaussées de 10,50 m, un terre-plein central (TPC) de 4,50 m et des accotements de 3,50 m ;
- sur les branches : une plate-forme de 27,50 m, avec deux chaussées de 7 m, un TPC également de 4,50 m et des accotements de 4,50 m.

Les dimensions adoptées réservent la possibilité d'élargissement des chaussées à :

- 12,0 m sur le tronç commun,
- 10,5 m sur la branche vers la RN 7.

Dans le dossier du concours de ce premier lot de l'autoroute, il est prévu la réalisation des dispositifs de guidage suivants :

- Les chaussées souples sont encadrées par des bandes de guidage de 0,25 m de largeur. L'effet optique de guidage

étant obtenu par des massifs de béton coulés en place de 30 cm d'épaisseur, complété par un effet sonore d'avertissement provoqué par des légers reliefs systématiquement établis à leur surface.

- Pour les chaussées rigides, les bandes de guidage sont intégrées au revêtement par la réalisation de surlargeurs de 0,25 m (côté BAU) dans chaque sens de circulation.

En outre, une attention toute particulière est apportée à l'assainissement avec la mise en place d'une couche de forme en sable qui se poursuit dans les accotements.

Solutions techniques

Les solutions de base proposées dans les projets de l'Administration sont rappelées dans la figure 3.

Chaussée rigide

L'épaisseur des dalles en béton de ciment (26 cm) est légèrement supérieure à celle de l'autoroute de l'Ouest [4]. Le béton est dosé à 330 kg par m³.

Les dalles ont la largeur d'une voie, compte tenu des surlargeurs, et une longueur de 60 m. Entre les joints de dilatation goujonnés (tous les 60 m), il est réalisé, tous les 5 m, des joints de retrait-flexion, armés de fers de liaison et construits dans le béton frais au couteau vibrant.

La couche de fondation des dalles est constituée par un sable sur une épaisseur de 14 cm dont les 10 cm supérieurs sont traités avec 5 à 7 % de ciment. La marge de 4 cm de sable non stabilisé permet d'éviter que les pales du malaxeur ne remanient les 10 cm de sable de rivière non gélif et drainant de la couche de forme.

Sur les autres lots, les 14 cm de sable seront remplacés par une épaisseur de grave non traitée (GNT).

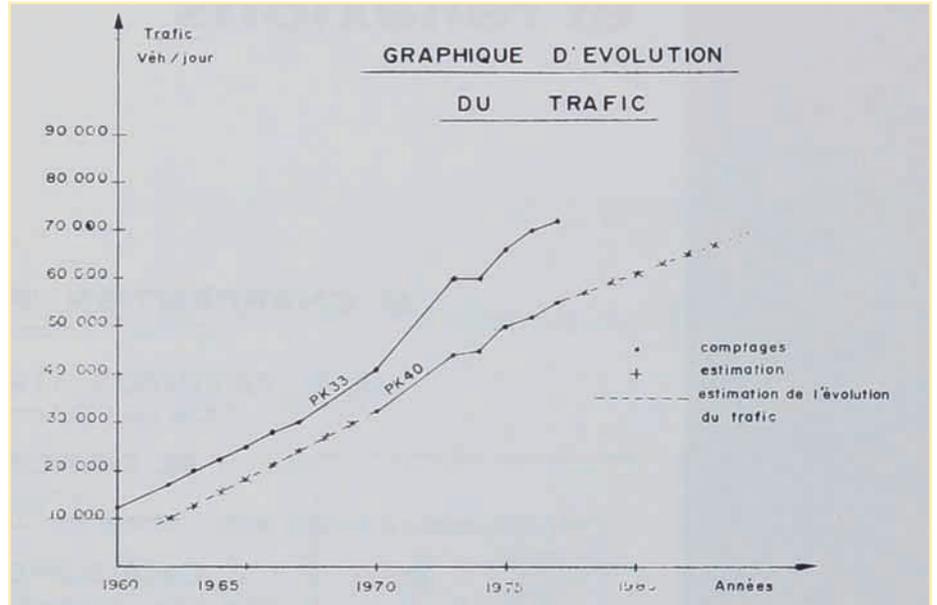


Figure 2
Evolution du trafic [5]
Traffic trends [5]

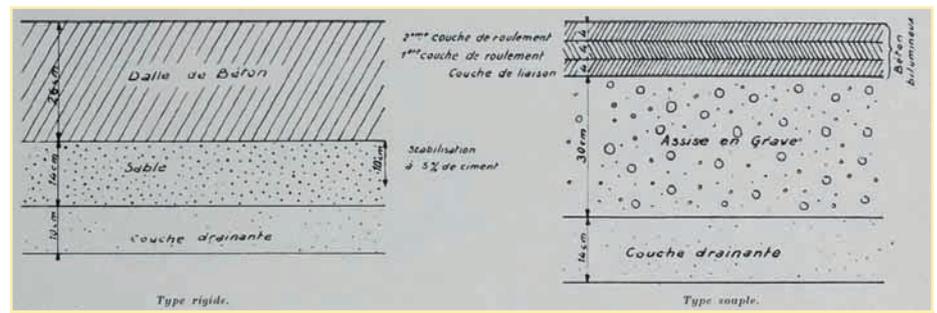


Figure 3
Epaisseurs des couches de chaussées des solutions de base [4]
Thicknesses of basic design pavement layers [4]

L'ensemble repose directement sur le sol dans les sections en sable de Fontainebleau et, dans les autres cas, sur une couche de forme en sable de 15 cm (sur les limons) ou de 25 cm (sur les marnes).

Chaussée souple

La structure de surface de la chaussée souple se compose de 3 couches de 4 cm d'épaisseur, la troisième couche ne devant être posée qu'après une année de mise en service.

La couche de base est une assise de 30 cm d'épaisseur de grave silex posée au-dessus d'une couche drainante de 14 cm.

Enfin, la couche de forme a une épaisseur de 25, 35 ou 55 cm selon la qualité du terrain.

Coût des chaussées et variantes

Le prix du m² (valeur 1959) [4] de la chaussée rigide s'établit à 3 580 F/m² (valeur actualisée : 6 113 €/m²) alors que celui de la chaussée souple est égal à 3 380 F/m².

Cependant, les épaisseurs de la couche de forme des chaussées souples étant plus élevées que pour les chaussées rigides (surcoût de 120 F/m²) ainsi que le surcoût de 270 F/m² du dispositif de guidage de ces mêmes chaussées souples ont porté le prix de la chaussée souple au-dessus de celui de la chaussée rigide.

Les principales variantes proposées par les entreprises reposent sur le concept des structures mixtes (on dirait peut-être aujourd'hui **chaussées composites**), déjà appliqué en Allemagne et en Angleterre, à savoir :

- une couche de roulement de 4 cm de béton bitumineux et une couche de liaison de 4 cm d'enrobés denses ;
- une dalle de 20 cm d'épaisseur dosée à 220 kg/m³ sans joints de dilatation mais pourvue tous les 5 m de joints de retrait-flexion ;
- une couche drainante de 10 cm.

Ces solutions variantes n'ont pas été retenues du fait du manque de retour d'expérience et du sentiment que ces chaussées étaient sous-dimensionnées.

Fabrication et mise en œuvre de la chaussée rigide

Il s'agit d'un béton 0/63 mm [6] dont la granularité peut surprendre aujourd'hui. Cependant, on comprend mieux ce choix si l'on constate l'absence d'urbanisation (photo 1) de part et d'autre de l'auto-route à cette époque. Toutefois, cette

granularité a été réduite et ramenée à 0/20 mm lors de la construction des élargissements de la chaussée en 1967-1968 (tableau 1).

Le béton dosé à 330 kg/m³ de ciment CPA-L (dénomination précédente du CPJ avant de s'appeler CEM II) présente une résistance à la flexion supérieure à 4 MPa à 7 jours et 57 MPa à 28 jours.

La fabrication s'effectue par gâchée de 1 m³ (photo 2).



Photo 2
Centrale à béton [2]
Concrete hopper [2]

La mise en œuvre (photos 3 et 4) est réalisée à l'aide d'un « gabarit à dents de peigne » pour vérifier le niveau de la fondation entre les coffrages, d'un répartiteur du béton se déplaçant transversalement et de 2 ou 3 machines de type vibro-finisieurs guidées sur rail et d'une machine à découper les joints.

La cadence d'avancement du chantier est de 400 ml par jour (photo 5), ce qui correspond à 400 m³ de béton (photo 3).

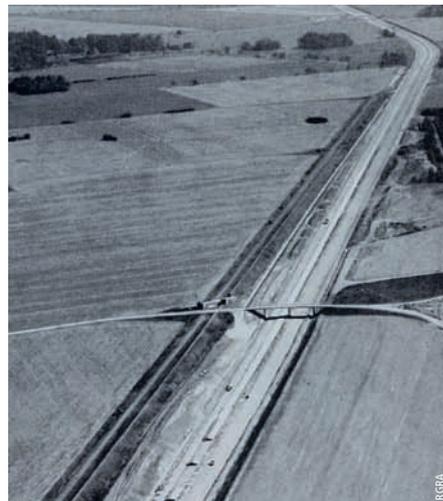


Photo 5
Chantier de bétonnage près de l'aqueduc de la Vanne à Grigny [2]
Concrete placement near Vanne aqueduct at Grigny [2]



Photo 3
Atelier de mise en œuvre [2]
Laydown machines [2]

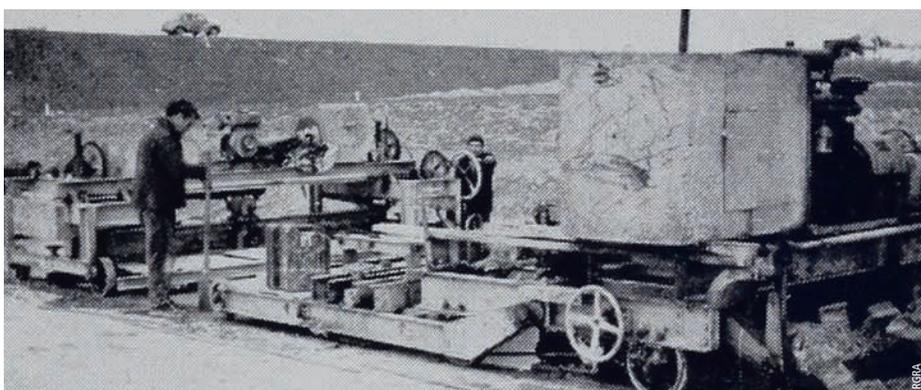


Photo 4
Lisseuse portée SGME [6]
SGME finishing machine [6]

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

Sachant qu'il y a 4 bandes sur les 2 chaussées à 2 voies, cela représente 100 m de double chaussée par jour.

Une attention toute particulière est portée au **collage entre la dalle béton et la couche de fondation en sable ou en grave de façon à permettre une large répartition des dilatations.**

Les joints de dilatation (sauf ceux qui résultent des arrêts de chantier) ont été, en définitive, supprimés (après avoir été espacés tous les 60 m, puis 120 m) ainsi que les fers de liaison au droit des joints de retrait, alors qu'ils étaient initialement prévus dans le marché (cf. ci-dessus).

Les joints de retrait ont été mis en place au couteau vibrant dans le béton frais, en utilisant une bande de feutre-bitume de 15 cm de largeur enfoncée dissymétriquement à 6 cm de profondeur.

Certains joints ont été sciés mais la technique n'étant pas encore maîtrisée a été abandonnée. Les joints sont ensuite garnis avec des produits bitumineux. On peut supposer qu'il s'agit de mastic bitumineux, même si un test a été réalisé avec une émulsion de matière plastique et de résine additivée d'un catalyseur en poudre [6]. Le revêtement en béton a fait l'objet d'un balayage superficiel et d'une protection par un produit de cure (120 à 200 g/m²).

Dimensionnement et durée de vie

Nous disposons de peu d'éléments sur la méthode de dimensionnement adoptée pour la détermination des épaisseurs de structures de chaussée.

Les hypothèses de 1957 retiennent un trafic de 12 000 véhicules par jour (dans les 2 sens de circulation) sur chaque branche ou de 30 000 véhicules sur le tronçon commun dont 30 % de véhicules utilitaires soit un trafic de 4 500 PL/jour et par sens.

Malheureusement, le seul document à notre disposition est postérieur à la construction de la chaussée. Il s'agit du catalogue des structures de chaussées de 1971 [7], qui est défini dans la circulaire du directeur des Routes comme « la nouvelle méthode de dimensionnement ». Ce catalogue prend en compte un **pourcentage de PL égal à 10 %** et un **taux de croissance linéaire de 7 %**. Ainsi, pour obtenir le même nombre de PL à la mise en service que sur l'autoroute A6 (en données 1957) il faudrait considérer un trafic égal à 45 000 véhicules/jour dans le cas du tronçon commun.

Ce cas de figure n'est pas pris en compte par une fiche précalculée dans le catalogue 1971 et relève donc d'une « étude spéciale ». En effet, la fiche provisoire CT8 pour le béton de ciment n'est valable que pour les trafics inférieurs à 15 000 véhicules/jour.

Pour un sol (on ne parlait pas encore de plate-forme) de classe S1/S2, cette fiche

propose une structure de type :

- 27 cm de béton de ciment non goudonné,
- 15 cm de grave-ciment.

On voit bien que la structure initiale de l'autoroute A6 n'est pas conforme à celle proposée dans le catalogue de 1971. Cette anomalie sera corrigée (tableau 1), dès 1962, à l'occasion du prolongement de l'autoroute et, en 1967, lors de la construction des élargissements de cette portion autoroutière, soit 10 ans après la construction initiale.

Cependant, avec les hypothèses de trafic de 1960, une agressivité des PL évaluée à 0,8 (au lieu de 1,3 actuellement), une portance du sol estimée à 30 MPa, on trouve une contrainte à la base du béton égale à 1,29 MPa, correspondant à une durée de vie de 15 ans, compatible avec les travaux d'élargissements réalisés ultérieurement.

Par ailleurs, une grande qualité du drainage a pu maintenir cette capacité structurelle.

Suite de l'histoire

L'histoire de ce tronçon de l'A6 ne s'arrête pas à ce rappel bibliographique. En prévision des travaux de reconstruction, l'étude [8] réalisée par la direction interdépartementale des Routes d'Ile-de-France (DIRIF) fournit de précieux renseignements sur les différents travaux opérés entre 1960 et 1986 (tableau 1).

Années	Localisation	Nature des travaux
1959 à 1961	PR 0 à 34+500	Construction de l'autoroute à 2 x 2 voies avec une 3 ^e voie dans les rampes, et une structure composée de dalles de béton non goudonnées de 26 cm d'épaisseur en béton silico-calcaire 0/60 reposant sur 14 cm de sable ciment traité en place et 20 cm de sable fin jusqu'au PR 17, ou 20 cm de grave silico-calcaire 0/30 et 20 cm de sable fin au-delà du PR 17.
1962	PR 34+500 à 44+440	Prolongement de l'autoroute à 2 x 2 voies avec structure composée de dalles de béton non goudonnées de 28 cm d'épaisseur en béton silico-calcaire reposant sur 15 cm de grave-ciment et 20 cm de sable fin.
1967 à 1968	PR 0 à 34+500	Élargissement à 2 x 3 voies par l'extérieur en dalles de béton non goudonnées de 28 cm d'épaisseur en béton silico-calcaire reposant sur 12 cm de grave-ciment et 20 cm de sable fin.
1972	PR 34+500 à 44+440	Élargissement à 2 x 3 voies par l'intérieur en dalles de béton non goudonnées de 20 cm d'épaisseur en béton silico-calcaire reposant sur 15 cm de grave-ciment et 15 cm de grave silico-calcaire.
1973	PR 31+200 à 32+680 dans les deux sens	Rechargement des chaussées de la cuvette de l'Essonne par 8 cm de béton bitumineux.
1980 à 1987	PR 0 à 44+400	Reconstruction progressive des voies lentes après quinze à vingt années de service en raison de leur état de dégradation. Pour cette reconstruction, il a été utilisé notamment :
1980	PR 34+500 à 44+440 dans le sens Province - Paris	• des dalles de béton non goudonnées de 25 cm d'épaisseur reposant sur 15 cm de béton maigre et 30 cm de forme traitée ;
1981	PR 34+500 à 44+440 dans le sens Paris - Province	• des dalles de béton non goudonnées de 25 cm d'épaisseur reposant sur 15 cm de béton maigre et 30 cm de forme traitée ;
1986	PR 27+850 à 31+200 et 32+680 à 34+500	• dans le sens PR - PA et en 1987 dans le sens PA - PR, des dalles de béton goudonnées de 28 cm d'épaisseur reposant sur 15 cm de béton maigre et 20 à 30 cm de béton poreux.
1983	PR 17+400 à 18+000 dans le sens Paris - Province	Dans le cadre de la réfection des voies lentes, réalisation d'une planche expérimentale en béton armé continu (BAC) de 28 cm d'épaisseur mise en œuvre pour partie sur reprofilage en sable enrobé de la fondation existante en grave-ciment, et pour partie sur béton maigre en remplacement de la grave-ciment existante.

Tableau 1
Travaux réalisés sur la chaussée entre 1957 et 1986

L'article consacré, fin 2011 [9], au comportement de la réhabilitation en 1994 et 1995 de la première partie du tronçon rénové de cette autoroute vient compléter l'histoire de cet axe routier.

L'évolution du trafic, actuellement de l'ordre de 110 000 véhicules par jour dans les 2 sens avec plus de 8 % de poids lourds, les exigences en matière d'adhérence (couverture par une couche d'enrobé du rainurage longitudinal réalisé auparavant) et de confort acoustique, lié entre autres à la densification des habitations à proximité de l'autoroute, expliquent en partie les nombreux aménagements successifs qu'a supportés cette autoroute.

Conclusion

L'historique de la conception et de la réalisation de cette chaussée autoroutière met en avant l'esprit novateur des promoteurs du projet :

- établissement d'un concours entre chaussée souple et chaussée rigide,
- ouverture de l'appel d'offres aux variantes,
- intérêt potentiel des solutions mixtes ou chaussées composites,
- prise en compte du coût global terrassement-chaussée,
- anticipation et réservation d'emplacements pour les élargissements futurs par le TPC ou l'extérieur,
- attention toute particulière au drainage et à l'assainissement.

Autant d'éléments qui ont contribué à une longévité assez exceptionnelle.

A ceux qui trouvent que l'histoire est un éternel recommencement, l'introduction de Pierre Mothe à l'article de Pierre Armengaud [4] sur la concurrence entre le souple et le rigide, contribuera à les conforter dans cette idée : *Pour la première fois en France, à notre connaissance, un concours a mis en concurrence le «souple» et le «rigide» pour la construction d'un lot important de chaussées.*

Les plaintes formulées, avant la conclusion du concours, par les tenants de l'une et de l'autre des techniques, et estimant que les conditions imposées défavoriseraient systématiquement la technique en cause, pouvaient faire penser que l'administration n'avait, en définitive, pas trop mal apprécié ces conditions. L'intérêt, pour l'avenir, n'est pas de savoir qui, dans ce cas particulier, l'a emporté, et l'article, dans sa conclusion, met en lumière les circonstances spéciales qui ont pesé dans le résultat, mais bien que les deux techniques peuvent effectivement être mises en concurrence, et le concours a fait apparaître en outre l'intérêt de «solutions mixtes».

Parfois il est bon de retourner aux sources et aux fondamentaux de la technique pour faire avancer l'innovation. ■

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Paul Nizan «Adem-Arabie», 1931
- [2] «L'autoroute du Sud de Paris». Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n° 336, janvier 1960, pp. 103-114
- [3] «12 avril 1960 Inaugurations du premier tronçon du Boulevard Périphérique de Paris et de l'Autoroute du sud de Paris», Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n°341, juin 1960, pp. 19-30
- [4] P. Armengaud, «Le premier lot de chaussées de l'autoroute du Sud de Paris», Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n° 316, mai 1958, pp. 61 à 67
- [5] G. Charpentier, JP Tavenot, M. Darcel, J. Chauchot «Réfection de la voie lourde de l'autoroute du Soleil en Essonne». Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n° 583, février 1982, pp. 19-30
- [6] G. Reverdy, «Caractéristiques et surfacage d'un revêtement bétonné- L'autoroute du Sud de Paris». Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n° 352, janvier 1961, pp. 103-114
- [7] Sétra-Lqpc «Catalogue des structures types de chaussées», 1971
- [8] B. Canot «A6 – PR27+850 à 44+440 Etude de réhabilitation des chaussées béton», DIRIF – District Sud, avril 2010
- [9] «Autoroute A6a après 17 années de lourd trafic, la chaussée béton est toujours en parfait état», Routes (CIMbéton) n°118, décembre 2011



France's A6 motorway celebrates 52nd birthday

"I was twenty years old. Let no one tell me that it is life's best age." *It would be bold indeed to transform those words of Paul Nizan [1] into "I am fifty-two years old. Let no one can tell me that it is life's best age" to apply it to the case of France's A6 motorway section between Villabé (south of Evry) and Saint-Germain-sur-Ecole (toll portion). With its length of 16 km, it is the last section using the original cement concrete pavement dating from the 1960s and is undergoing reconstruction after a half century of service. To cover the history of this motorway, we delved into the archives of the 'Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) and were able to go back in time to the year 1958 and even 1939.*

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

AUTEURS

Joseph Abdo
Directeur délégué Routes et Terrassements
CIMbéton

Olivier Goyat
Ingénieur
Direction technique
Signature



Le renouveau du tramway en France : ville de Lyon
Revival of the tramway in France: city of Lyon

Structures et revêtements en béton pour transports collectifs en site propre (TCSP)



Bordeaux, Clermont-Ferrand, Caen, Grenoble, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Nantes, Nice, Orléans, Rouen, Saint-Etienne, Strasbourg, Paris, Quelle agglomération n'a pas développé son réseau de transports collectifs en site propre (TCSP) ou projeté de le faire prochainement ? Emblématique du renouveau urbain de collectivités souhaitant tourner la page du tout voiture, ce mode de transport collectif est chaleureusement accueilli par les usagers, une fois dissipés les tracas inhérents au chantier.

Esthétique, durable, résistant, le béton accompagne depuis l'origine le renouveau de ces infrastructures grâce à une palette de solutions répondant aux contraintes spécifiques du transport collectif.

Le but de cet article est double : décrire les différents systèmes de transport et, pour chaque système, présenter un chantier récent ou en cours.

Introduction

Dès 1820 aux Etats-Unis, l'idée naquit de mettre en place des « longrines » dans les rues des villes afin de créer des chemins de roulement spécifiques pour les roues des véhicules lourdement chargés. De même, toujours aux Etats-Unis, c'est à partir de 1852, que se développèrent les réseaux de « tramways » à l'origine à traction hippomobile sous l'impulsion d'un Français, Alphonse Loubat, qui exporta ensuite son idée en Europe (photo 1).

Au fil des évolutions de la traction mécanique, vapeur, air comprimé, électricité (vers 1900), de l'augmentation des charges à l'essieu et des vitesses de

circulation croissantes, la voie du tramway sur rails fut ainsi soumise à des sollicitations de plus en plus importantes.



Photo 1
L'ancienne ligne de tramway de Marseille
Old tramway line of Marseille

En parallèle, se développa au début du 20^e siècle le concept du « trolleybus », véritable autobus à alimentation électrique aérienne utilisant les voiries classiques. Ce système fut déployé dans plusieurs villes de France et dans quelques-unes des banlieues parisiennes et non dans Paris intra-muros (probablement à cause des problèmes d'installation de lignes électriques complexes et peu esthétiques, ...) [1, 2].

Mais c'est le « bus », généralement à moteur thermique (diesel) qui se généralisa le plus dans les grandes villes françaises avec, il y a peu de temps encore, la création de voies dédiées afin d'accroître la régularité de passage et éviter

les embouteillages générés par la prolifération des voitures particulières.

En fait, le déclin du tramway se produit, en France, après la Seconde Guerre mondiale où seuls subsistaient, au début des années 80, quelques segments de réseaux comme à Saint-Etienne (6 km), Lille (15 km), Marseille (3 km), etc.

Le renouveau du transport collectif de surface, autre que celui par autobus, est survenu depuis 1985 par la création de lignes nouvelles de tramways sur rails à Nantes (photo 2), Grenoble, Rouen, Strasbourg, ... puis sur pneus à Caen, Nancy, etc. En effet, s'opère alors un changement de mentalité des populations vis-à-vis de l'automobile (qui avait perdu l'aspect «véhicule de tourisme» pour devenir «plus utilitaire et véhicule de tous les jours») dont la multiplication conduisait à l'asphyxie des villes avec les conséquences bien connues au niveau de la pollution et des nuisances sonores.



Photo 2
Le renouveau du tramway en France : ville de Nantes
Revival of tramway in France: city of Nantes

Les élus de ces villes ont vite compris le message et ont cherché à satisfaire aux besoins très forts en matière de déplacements. Outre répondre à cette exigence de déplacement, le choix du tramway a été l'occasion de repenser l'urbanisme du centre-ville. Les évolutions technologiques du matériel roulant et des matériaux de construction ont concrétisé cette politique de développement.

C'est ainsi que, pour répondre aux sollicitations de plus en plus élevées générées par les nouveaux matériels roulants (cas des tramways sur rails à essieux de 12 t et à plusieurs voitures, tramways sur pneus à guidage central, bus à haut niveau de service - BHNS) et aux exigences des architectes et urbanistes en matière d'esthétique et de qualité environnementale, le béton de ciment s'est révélé être un matériau parfaitement adapté à la problématique des structures et des revêtements pour les véhicules de transport collectif de surface de tout type, tout en démontrant sa capacité à résister à l'usure du temps.

Les apports du béton

- **Anti-ornièreant : grâce à la rigidité intrinsèque du béton, le revêtement ne se déforme pas sous l'effet des charges lourdes et canalisées, quelle que soit la température ambiante**
- **Matériau de proximité, de fabrication courante, facile à mettre en œuvre en milieu urbain (épouse les formes complexes)**
- **Esthétique : une grande variété de finitions répondant à toutes les exigences des concepteurs (couleurs, textures, formes)**
- **Impacts sur l'environnement : matériau coulé à froid, sans compactage, sans dégagement d'odeurs et sans émissions de polluants**
- **Grande durabilité associée à un faible entretien**

Les spécificités liées aux plates-formes de transport collectif de surface [3 à 5]

Les gabarits et les charges du matériel roulant

Les tramways sur rails

Les nouvelles générations de tramway, depuis les années 1990, se concrétisent par une augmentation des performances fonctionnelles, un meilleur confort et sécurité pour les usagers et une plus grande capacité. Ainsi, peut-on rencontrer des systèmes à 2, 3 ou 4 caisses s'appuyant sur 2, 3 ou 4 bogies (photo 3).



Photo 3
Le tramway sur rails – Ville du Mans
Tramway on rails – City of Le Mans

Par rapport aux tramways anciens, les puissances et les poids ont considérablement augmenté. On trouve ainsi :

- Des rames composées de 2, 3 ou 4 caisses avec un poids total autorisé en charge (PTAC) allant de 48 à 52 tonnes.
- Une version de 43 m de longueur avec 7 caisses articulées et 4 bogies. Le PTAC est de 74 tonnes et la charge à l'essieu est de 9,25 tonnes.

Les tramways modernes sur rails sont, malgré les efforts des constructeurs, plus lourds à l'essieu que ceux des générations précédentes. Ils ont des charges à l'essieu comprises entre 9 et 10 tonnes et sont toujours groupés par paires en bogies. Les véhicules du début du 20^e siècle faisaient 4 tonnes à l'essieu ; ceux de la génération des années 1960, de l'ordre de 7 tonnes. Il faut donc garder à l'esprit que les sollicitations dues au matériel roulant d'aujourd'hui sont beaucoup plus fortes que celles d'autrefois, et que les matériaux destinés à la construction des plates-formes doivent être de nature à supporter ces sollicitations.

Classement des systèmes de transport collectif de surface

Les systèmes routiers (bus, trolleybus, autocars, ...)

Ces véhicules sont exploités, en général, sur la voirie routière, en site banalisé, en couloir réservé ou en site propre totalement ou partiellement protégé. Il s'agit des :

- minibus ou bus à gabarit réduit,
- autobus standards et articulés à 2 ou 3 caisses,
- trolleybus standards à 2 caisses,
- autobus ou autocars périurbains ou interurbains.

Les systèmes guidés sur pneus (tramways sur pneus)

Ils circulent généralement en site propre, protégé et franchissable. A titre d'exemple, l'on peut citer :

- le Civis d'Iribus et Siemens Transport,
- le TVR (transport sur voie réservée) de Bombardier Transport,
- les versions SE de la gamme Translohr.

Les tramways (sur rails)

Il s'agit de véhicules à roulement fer sur fer. Les tramways circulent en site propre, en général protégé, franchissable et parfois partagé avec des systèmes d'exploitation routiers courants ou occasionnels.

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

Les véhicules sur pneus (bus traditionnels et tramways)

Les véhicules sur pneumatiques [6], y compris les systèmes guidés sur pneus (tramways, photo 4), présentent généralement les caractéristiques suivantes :

- La largeur maximale est de 2,55 m et les longueurs maximales sont de :
 - 12 m pour des véhicules constitués d'une seule caisse,
 - 18 m pour des véhicules articulés constitués de 2 caisses,
 - 25 m pour des véhicules articulés constitués de 3 caisses.
- Le PTAC peut atteindre les limites suivantes :
 - véhicules à 2 essieux : 19 tonnes,
 - véhicules à 3 essieux : 26 tonnes,
 - véhicules à 4 essieux ou plus : 32 tonnes,
 - ensemble articulé à 4 essieux maximum : 38 tonnes,
 - ensemble articulé à plus de 4 essieux : 40 tonnes.



Photo 4
Tramway sur pneus – Ville de Clermont-Ferrand
Tramway on tyres – City of Clermont-Ferrand

Comparativement aux poids lourds, pratiquement aucun véhicule muni de pneumatiques (systèmes routiers et systèmes guidés sur pneus) ne dépasse les charges maximales autorisées par le Code de la route (essieu standard de 13 tonnes).

Vitesses, trafic et sollicitations

Les caractéristiques d'exploitation de ces matériels associent des vitesses, en général modérées, et des cadences de passage maximales (tableau 1).

Type de matériel roulant	Vitesses (arrêts inclus)	Cadences maximales de passage
Minibus et autobus en site banalisé	10 à 20 km/h	6 à 10 min
Autobus en site propre	15 à 20 km/h	3 à 5 min
Systèmes guidés sur pneus et sur rails	15 à 25 km/h	3 min

Tableau 1
Caractéristiques d'exploitation du matériel roulant
Operating characteristics of rolling stock

Les systèmes de transport collectif se caractérisent aussi par des arrêts nombreux avec autant de phases de décélération, freinage puis accélération. Les distances inter-stations varient entre 300 et 500 mètres.

Le matériel roulant est appelé à circuler toujours au même endroit, ce qui représente une agressivité extrêmement forte sur le revêtement et les matériaux de chaussées.

Structures et revêtements des plates-formes

Pour les tramways sur rails, les structures des plates-formes sont, dans la majorité des cas, confectionnées avec un béton coulé en place. Le revêtement de surface peut être soit un béton coulé en place, soit une couche bitumineuse, soit des éléments modulaires, soit des matériaux stabilisés, soit enfin de la terre végétale.

Pour les tramways sur pneus et les autobus, la logique du choix et du dimensionnement des structures est celle des structures routières à quelques précisions et adaptations près pour prendre en compte, d'une part la canalisation des charges, et d'autre part l'agressivité accrue en situation de croisement des véhicules lorsque les bandes de roulement sont rapprochées [7].

En ce qui concerne le revêtement, la principale conséquence est que le matériau est particulièrement sollicité par la canalisation extrême des charges (photo 5),



Photo 5
Tramway de Caen : traces provoquées par le trafic canalisé
Tramway of Caen: tyre traces left by channelled traffic

les vitesses moyennes modérées, des arrêts fréquents, des zones de freinage et d'accélération. Les revêtements seront donc reconsidérés afin de choisir des matériaux particulièrement résistants au poinçonnement, aux charges statiques et à l'orniérage.

Réponses du béton

Le béton de ciment, par sa rigidité (et donc sa résistance au fluage) et son aptitude à bien répartir les contraintes au niveau de la plate-forme est le matériau idéal pour faire face à ce type de sollicitations (photo 6). En particulier, pour les tramways sur pneus, l'utilisation de chemins de roulement en béton apporte une garantie de tenue à l'orniérage et, le cas échéant, un bon calage du rail de guidage.

Le béton est parfaitement adapté pour résister aux charges lourdes, répétitives et canalisées.



Photo 6
Tramway de Caen : absence de dégradations sur le revêtement en béton armé continu (BAC)
Tramway of Caen: absence of deterioration on continuously reinforced concrete pavement

L'intégration urbaine

Un transport collectif moderne, faisant appel au matériel roulant techniquement sophistiqué et au « design avant-gardiste » (voir les voitures du tramway de Bordeaux, de Lyon, de Caen, etc.), doit s'accompagner d'infrastructures agréables à l'œil et répondant aux vœux des architectes et urbanistes tout en s'intégrant à l'environnement proche (photo 7). Ainsi, les voies de circulation, les voies ferrées ou les voies avec système de guidage doivent-elles être discrètes tout en étant visibles.



Photo 7
Bus à haut niveau de service (BHNS) de Melun-Sénart - Vue générale de la voie en exploitation
High service level bus (BHNS) of Melun-Sénart – General view of line in operation

À ce sujet, les architectes s'accordent à dire qu'un revêtement clair s'intègre mieux en centre-ville.

Réponses du béton

Là aussi, le béton de ciment apporte une réponse complète en offrant une grande palette de techniques de traitements de surface et de coloris durables dans le temps.

Les traitements de surface du béton

L'aspect de surface du béton peut être décliné grâce à :

- la combinaison de sables et de granulats (calcaire blanc, silico-calcaire, porphyre, basalte, ...),
- le choix de la granulométrie (0/20 voire 0/30),
- le choix du liant, de colorants permettant la pigmentation du mortier (coloration dans la masse),
- l'utilisation de matériaux de divers indices de concassage (du matériau roulé au matériau 100 % concassé),
- enfin, le choix du traitement de surface (sablage, désactivation, bouchardage, polissage, impression, ponçage, grenailage, ...) conférant à la surface du béton un aspect esthétique et une rugosité de surface adéquate.

La mise en œuvre

L'inclusion dans la chaussée des rails de circulation ou de guidage pour un tramway sur pneus rend difficile le compactage à proximité immédiate. En outre, un traitement particulier est nécessaire lorsque le matériau de chaussée possède une rigidité trop différente. Le béton coulé en place et pervibré (avec aiguille vibrante) permet de maîtriser cette situation. Il apporte, par ailleurs, une

grande souplesse d'exécution au niveau des chantiers du fait de sa plasticité.

Les contraintes du sous-sol urbain

Par suite de l'encombrement du sous-sol, certains réseaux sont enfouis à des profondeurs faibles avec impossibilité de les déplacer, rendant obligatoire l'utilisation dans les structures de chaussées de matériaux rigides aptes à répartir les charges, et épargner ainsi les réseaux enterrés de toute sollicitation excessive.

Réponses du béton

La solution béton, par l'effet de dalle qu'elle apporte, répond parfaitement à cette problématique.

Les structures et revêtements des transports collectifs urbains de surface : les solutions béton [8, 9]

Les tramways sur rails [4, 5]

La structure-type d'une plate-forme de tramway se compose généralement :

- d'un corps de voirie ou de chaussée constitué d'une couche de fondation et d'une couche de base ou d'une couche unique de fondation – base appliquée sur le fond de forme préparé pour l'obtention de la portance requise ;
- d'un complexe de surface constitué d'une couche de liaison et d'un revêtement.

À l'inverse des dispositions prises pour les tramways sur pneus, le dimensionnement des structures-types proposées pour les tramways sur rails (photo 8), ne prend pas en compte le complexe de surface. La nature des matériaux envisagés dans le

corps de voirie, leurs caractéristiques et leurs épaisseurs varient en fonction du système retenu pour la pose des rails.

Dans le cas d'une pose discontinue, le corps de voirie est constitué :

- D'une couche de base en béton de classe 5, d'épaisseur comprise entre 15 et 25 cm, mais dont une partie (7 à 10 cm) est située sous le blochet, destinée à assurer le nivellement, le calage et le blocage du blochet.
- Selon le niveau de portance du sol support, d'une couche de fondation en grave-ciment (d'épaisseur 30 à 45 cm) ou en béton de classe 3 (d'épaisseur 20 à 30 cm).

Dans le cas d'une pose continue, le rail est fixé directement sur le corps de voirie, qui est composé :

- d'une couche de base en béton de classe 5, d'épaisseur comprise entre 20 et 30 cm,
- éventuellement, d'une couche de fondation en béton de classe 3 (environ 15 à 20 cm) ou en grave-ciment (environ 20 à 25 cm selon le niveau de portance du sol support).



Photo 8
Tramway sur rails T3 - Boulevard des Maréchaux - Voie ferrée bétonnée
Tramway on rails T3 - Boulevard des Maréchaux - Concrete track bed

Le cas du tramway de Montpellier est original puisque la couche de base a été réalisée en « béton compacté », technique s'avérant intéressante sur le plan économique et pouvant être mise en œuvre avec les moyens traditionnels généralement utilisés par les entreprises routières lorsque les conditions de mise en œuvre sur le site le permettent.

Le complexe de surface des plates-formes de tramway peut être formé :

- d'une couche de béton coulé en place, traitée en surface pour conférer au revêtement l'intégration esthétique et architecturale recherchée,
- d'une couche en éléments modulaires (pavés ou dalles en béton),
- d'une couche en terre engazonnée,
- d'une couche en matériaux bitumineux (BBSG, BBM, BBTM).

La solution béton, une qualité de réalisation assurée

Caractéristiques générales du béton perrivré

Le béton perrivré pourvoit à 3 caractéristiques pour le mélange hydraulique :

- résistance mécanique du béton à 28 jours conforme aux normes NF EN 12390-3 [10] ou NF EN 12390-6 [11] ;
- résistance au gel et aux fondants ;
- consistance du béton selon la norme NF EN 12350-2 [12].

Les granulats répondent aux exigences des normes NF EN 12620 [13], XP P18-545 [14] et NF P98-170, Annexe A [15].

Le ciment est conforme à la norme NF EN 197-1 [16].

Le béton satisfait à la norme NF EN 206-1 [17] et aux exigences de la norme NF P 98-170 [15].

La mise en œuvre est réalisée mécaniquement avec l'emploi de machines à coffrage glissant chaque fois que la géométrie, la facilité d'accès au chantier et l'importance des travaux le permettent. Sinon, une mise en œuvre manuelle (aiguille et règle vibrante) est effectuée.

Exemple de formulation (1 m³ béton)

Sable 0/4	700 kg
Gravillon 4/20 concassé	1 200 kg
Ciment CEM II/ B 32,5	330 kg
Eau	160 L
Entraîneur d'air	0,2 kg
Plastifiant	1,65 kg

Calcul du dimensionnement des ouvrages [7]

Le dimensionnement des assises est issu de calculs de conception des chaussées routières. Il tient compte de la portance du terrain, des charges dynamiques cumulées générées par le trafic sur la durée de service qui est généralement de 30 ans ainsi que d'autres paramètres telles la fatigue des matériaux, la sensibilité à l'orniérage des couches de surface, la nécessité d'un entretien périodique.

L'expérience acquise en France dans le domaine de la conception et du dimensionnement des infrastructures de transport en béton et le savoir-faire des entreprises sont une garantie de longévité pour les voiries destinées au TCSP construites en béton.

La maîtrise des phénomènes liés à la présence de rails de roulement ou rails de guidage

Le béton doit cohabiter avec «l'élément rail en fer» et le réseau composite associé, à la mise en place et dans son fonctionnement, de nombreux matériaux soigneusement sélectionnés (produits pour joints, systèmes anti-vibratiles, colles et résines, etc.).

Tous ces dispositifs de construction ont été pensés et élaborés suite à un important travail en partenariat entre collectivités, exploitants, concepteurs, équipementiers, producteurs de matériaux, etc., offrant ainsi une garantie de la durabilité de l'ouvrage.

Prolongement du T3 parisien, de la porte d'Ivry à la porte de la Chapelle [18]

Ce projet (photo 9 et figure 1) fait suite au premier tronçon mis en service en 2006 et qui assure la liaison entre le pont du Garigliano et la Porte d'Ivry (7,9 km ; 17 stations ; 140 000 voyageurs par jour). Le nouveau tronçon reliera la porte d'Ivry à la porte de la Chapelle. Il totalise 14,5 km de longueur, comportera 26 stations et assurera le transport de 165 000 voyageurs par jour, entre 5h00 et 0h30 avec une fréquence de 3 min 40 en heures de pointe et 5 min aux heures creuses.

Projet

- **Ville de Paris** : maître d'ouvrage, pilotage de l'opération, des aménagements urbains et des ouvrages d'art ;
- **RATP** : maître d'ouvrage, infrastructure de transport et matériel roulant ;
- **Coût du projet** : 800,9 millions d'euros hors matériel roulant.



Photo 9
Vue générale du tramway T3 - boulevard des Maréchaux
General view of tramway T3 - Boulevard des Maréchaux

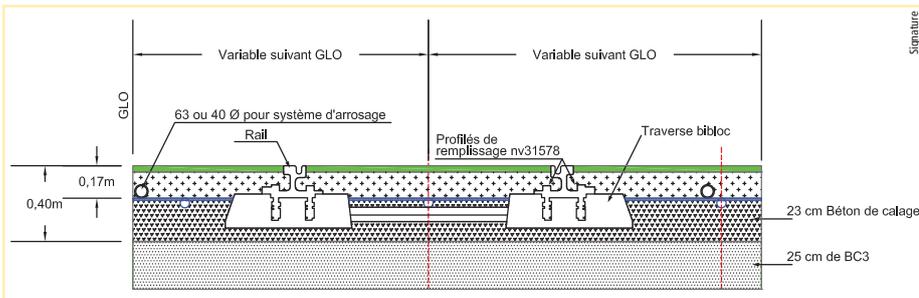


Figure 1
Coupe en travers type - Tramway sur rails, ligne T3
Typical cross section - Tramway on rails, Line T3

Structure de la voie

La voie est constituée de trois couches de matériaux :

- 25 cm de béton de structure BC3 (31 000 m³),
- 23 cm de béton de calage autour des traverses de la voie ferrée (20 000 m³),
- 17 cm de revêtement de plate-forme qui, selon la localisation, peut être :
 - du gazon en section courante,
 - des pavés ou dalles en pierre en station et sur les traversées piétonnes,
 - de l'enrobé anti-orniérant en carrefour,
 - du bois sur le Pont National,
 - du béton désactivé clair pour carrefour,
 - des dalles béton préfabriquées avec rails intégrés pour la traversée des carrefours.

Les tramways sur pneus à guidage central [6]

Outre les techniques de dalles californiennes à joints goujonnés (photo 10) ou non, le béton armé continu (BAC) supprimant les joints de retrait est particulièrement adapté à la configuration du tramway sur pneus guidé par un rail central (lui-même noyé au sein du béton). Cette technique a été retenue à Caen sur une partie du tronçon (3 km de BAC sur un linéaire total de 11 km).

Les bus et les trolleybus [6]

En travaux neufs, la technique peut être soit un revêtement en béton de ciment à dalles goujonnées, soit un BAC (photo 11). Toutes deux conviennent parfaitement aux couloirs, arrêts et gares terminales réservés aux bus et trolleybus (dimensionnement correspondant à une durée de vie élevée, insensibilité au phénomène de fluage et d'orniérage dans les bandes de roulement, insensibilité aux hydrocarbures et pouvant présenter une couleur claire se différenciant des voies classiques de circulation, ...).



Photo 11
Bus à haut niveau de service (BHNS) Melun-Sénart - Mise en œuvre du BAC
High service level bus (BHNS) Melun-Sénart - Laying of continuously reinforced concrete

Tramway sur pneus T6, de Châtillon à Viroflay

Le tramway T6 reliera Châtillon-Montrouge à Viroflay rive droite [18]. Il représente 14 km de longueur dont 1,6 km en tunnel et comportera 21 stations, dont deux souterraines à Viroflay. Il assurera le transport de 82 000 voyageurs par jour, entre 5h00 et 24h00 avec une fréquence de 4 min en heures de pointe et 7 min aux heures creuses.

Projet

- Conseil général des Hauts-de-Seine et conseil général des Yvelines : maîtres d'ouvrage infrastructures de transport, y compris le tunnel
- RATP : maître d'ouvrage matériel roulant, système d'alimentation électrique et système de guidage sur rail ainsi que les équipements des stations
- Egis Rail et Pierre Schall : maîtres d'œuvre
- Coût du projet : 384 millions d'euros hors matériel roulant et équipements de station

Structure de la voie

Sur une plate-forme de portance PF2, la voie est constituée de deux couches de béton :

- 18 cm de béton de fondation BC3 (béton compacté),
- 23 cm de béton de roulement BC5g (dalles goujonnées)



Photo 10
Tramway sur pneus T6 - Châtillon - Vélizy - Mise en œuvre du revêtement en béton à joints goujonnés
Tramway on tires T6 - Châtillon - Vélizy - Laying of concrete pavement with dowelled joints

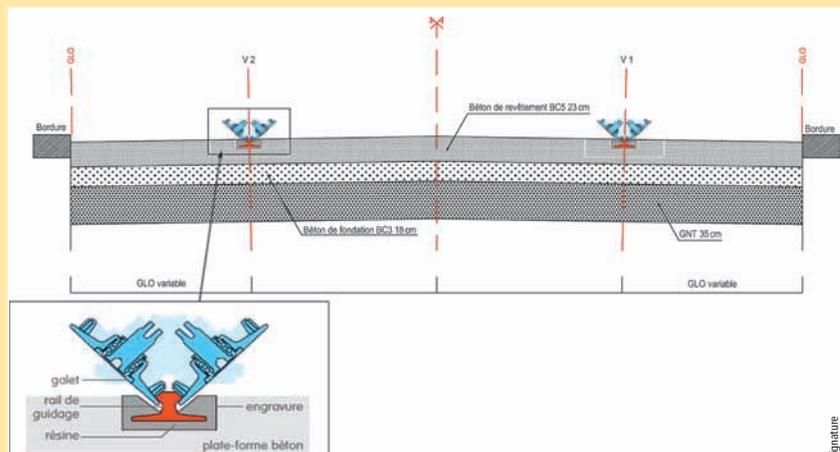


Figure 2
Coupe en travers type - Tramway sur pneus, ligne T6
Typical cross sections - Tramway on tyres, Line T6

BHNS – T'Zen de Sénart à Corbeil

La voie bus relie la gare RER de Lieusaint à la gare RER de Corbeil [18]. Ce premier tronçon totalise 14,7 km de longueur dont 9,6 km en site propre. Il comporte 14 stations dont dix en site propre et assure depuis l'été 2011 le transport de 6 000 voyageurs par jour (12 000 voyageurs par jour à terme lorsque la ligne sera totalement déployée), entre 5h00 et 24h00 avec une fréquence de 7 min en heures de pointe et 15 min aux heures creuses.

Dès l'origine du projet, la maîtrise d'ouvrage (le Syndicat des transports d'Ile-de-France, STIF, représenté par l'Etablissement public d'aménagement (EPA) de la ville nouvelle de Sénart) a opté pour une voirie en béton et ce à la fois pour des aspects techniques et esthétiques :

- absence d'ornierage aux stations ;
- durée de vie du matériau pour minimiser les travaux d'entretien et leur impact sur la circulation des bus ;
- et enfin, aspect esthétique apporté par le matériau qui autorise un travail architectural et en particulier a permis de différencier la voie dédiée au T'Zen des voiries de circulation routière avoisinantes.

Les travaux ont aussi été l'occasion de métamorphoser l'environnement urbain et paysager dans lequel le T'Zen s'insère. Ainsi, le béton de chaussée de la voie du TCSP est ocre grâce à l'ajout d'un colorant jaune dans le béton de roulement et contrasté par l'incorporation de granulats sombres (carière de Voutré), mis en évidence par un décapage de surface.

Projet

- **Maîtrise d'ouvrage :** EPA Sénart
- **Coût du projet :** 82 millions d'euros hors matériel roulant et équipements de station

Structure de la voie

Sur une plate-forme PF3, la voie est constituée de deux couches de béton :

- béton de fondation : 15 cm en BC2,
- béton de roulement (22 cm de BAC en section courante et 23 cm de BC5g en virages, carrefours et stations).

Traitement de surface : hydro-décapage pour assurer la rugosité de surface mais aussi pour obtenir un aspect esthétique mettant en valeur l'inclusion des granulats dans la matrice jaune ocre du sable du mortier.

Couleur du béton de roulement : jaune/ocre avec granulats noirs.

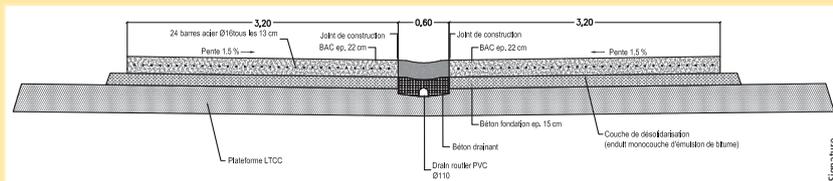


Figure 3
Coupe en travers type - BHNS Melun – Sénart
Typical cross section of bus line - BHNS Melun – Sénart

Conclusion

La France peut s'enorgueillir d'avoir activement favorisé le développement progressif de ces modes de transport au point de dire : quelle agglomération n'a pas développé son réseau de plate-forme de transport collectif de surface en site propre ou projeté de le faire prochainement ?

La France a su déployer un réseau de transport structurant et hiérarchisé qui est devenu une priorité pour les territoires. En attestent les résultats du 2^e appel à projets TCSP Grenelle : un nombre croissant de villes moyennes a fait le choix du BHNS, alternative performante et viable au bus traditionnel et au tramway.

Les maîtres d'ouvrage et d'œuvre, outre répondre à cette exigence de déplacement, ont saisi l'occasion pour repenser l'urbanisme du centre-ville. Les évolutions technologiques du matériel roulant et des matériaux de construction ont concrétisé cette politique de développement. ■

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Cours de chemin de fer – ESTP ; 1996
- [2] Voie tramway et roulement fer – Cogifer ; janvier 2002
- [3] Voiries départementales 92 – Plates-formes de transports collectifs de surface - inventaire et choix des revêtements et structures ; juin 2003, Conseil général des Hauts-de-Seine
- [4] Plates-formes de tramway – Pathologie et conception. Tome 1 : Matériaux modulaires - CERTU/LROP ; 2004
- [5] Plates-formes de tramway – Pathologie et conception. Tome 2 : Matériaux non modulaires - CERTU/LROP ; 2009
- [6] Bus à haut niveau de service – Concept et recommandations – CERTU ; 2005
- [7] Guide technique des chaussées en béton – SETRA/LCPC ; 1997
- [8] Le point sur les structures et revêtements pour tramways : état des lieux – Revue Routes n°86 - CIMBETON ; décembre 2003
- [9] Les plates-formes de transports de surface. Nouveaux besoins, nouvelles perspectives. Le cas du matériau béton – J.-P. Christory, J.-M. Cluzaud, J.-R. Oury – Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n° 808 ; juillet 2002
- [10] NF EN 12390-3 « Essai pour béton durci – Partie 3 : résistance à la compression des éprouvettes » ; avril 2012
- [11] NF EN 12390-6 « Essai pour béton durci – Partie 6 : Résistance en traction par fendage des éprouvettes » ; avril 2012
- [12] NF EN 12350-2 « Essai pour béton frais – Partie 2 : Essai d'affaissement » ; avril 2012



Concrete structures and surfacing for right-of-way public transport (TCSP)

Bordeaux, Clermont-Ferrand, Caen, Grenoble, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Nantes, Nice, Orléans, Rouen, Saint-Etienne, Strasbourg, Paris, what urban centre has not developed its own right-of-way transport system (TCSP) or planned to do so soon? Symbolic of urban renewal in communities wishing to get beyond the car-centric mindset, this public transport mode is warmly welcomed by users after the disturbances inherent in required infrastructure works have been dissipated. Aesthetic, durable and resistant, concrete has been accompanying from the outset the renewal of these infrastructures thanks to a range of solutions meeting the specific requirements of public transport. This article has a two-fold aim: describe the different transport systems and, for each system, look into a recent or ongoing project.

- [13] NF EN 12620 et amendement A1 « Granulats pour béton » ; juin 2008
- [14] XP P18-545 « Granulats - Eléments de définition, conformité et codification » ; septembre 2011
- [15] NF P98-170 « Chaussée en béton de ciment - Exécution et contrôle » ; avril 2006
- [16] NF EN 197-1 « Ciment - Partie 1 : composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants » ; avril 2012
- [17] NF EN 206-1 « Béton - Partie 1 : spécification, performances, production et conformité » ; avril 2004
- [18] Colloque EUPAVE/CIMBETON « Infrastructures de transport en commun en site propre » ; Paris les 7 et 8 juin 2012

Pour en savoir plus

- Dossier « Transports collectifs en site propre », Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n°822, novembre 2003
- J.-L. Pelletier, M. Miolane, L. Waterlot, J.-P. Christory, D. Sicard - Plates-formes de transports collectifs de surface. Inventaire et choix des revêtements et structures, Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n°834, décembre 2004 - janvier 2005
- « Le renouveau du tramway » - J. Ehrsam, J. Malod-Panisset, Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n° 838-839, avril-mai 2005
- J.-P. Christory, L. Grin, A. Depetrini « Les plates-formes de transports en commun guidés. La contribution du béton au sein des conceptions innovantes » Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n° 853, novembre 2006
- J. Malod-Panisset, D. Lavalette, « Tram-train Aulnay Bondy - Au carrefour des voies et des métiers », Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n° 863, décembre 2007 - janvier 2008
- J. Malod-Panisset, P. Montel, P. Bernard, « Grand Stade Lille Métropole, levier de la multimodalité urbaine - La voie verte » Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) n° 895, juillet-août 2011

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

AUTEUR

Jean-Pierre Christory
Consultant

Remerciements

Le présent travail est le produit collectif du comité VECU associant de nombreux adhérents du SPECBEA. Christian Genet, Olivier de Poulpiquet, Fabrice Bonnin, Olivier Goyat, Jean- Louis Cicéron et Joseph Abdo ont été, avec leurs collaborateurs, les aiguillons dans l'engagement de cette démarche innovante.



Espace public en béton désactivé et lissé du complexe hospitalier de La Croix Rousse à Lyon (fin du chantier) Vue de ballon
Maître d'ouvrage : Hospices civils de Lyon
Concepteur : Christian de Porzamparc
Entreprise : BGL

La démarche VECU (voiries, espaces publics, chantiers d'aménagement urbains)

La démarche « VECU », engagée par le SPECBEA, se propose de valoriser les « hommes de l'art » qui maîtrisent et qui inventent les produits et les finitions du « beau béton », et sont ainsi capables de coproduire un large panel de partis d'aménagement en écho à la créativité des concepteurs. Inverser le regard en partant des traitements et finitions qui garantissent esthétique et intégration, sans occulter le prérequis de robustesse, tel est l'enjeu des travaux du comité VECU dont le présent article relate des objectifs, du contenu et des livrables. La richesse des solutions disponibles, la culture de l'écoute qui s'inscrit dans la quête de personnalisation des projets, ainsi que les savoir-faire et l'esprit d'innovation des entreprises, appellent à être mieux connus et reconnus par des qualifications professionnelles appropriées à des entreprises spécialistes du domaine.

Un contexte qui appelle à un nouveau regard

Le béton de ciment appliqué aux voiries et espaces publics urbains est porteur d'une image de solidité, de robustesse et de faible entretien. Les travaux des comités de représentants des maîtres d'ouvrage, des ingénieries, des fournisseurs et entreprises ainsi que des centres de recherche ont consolidé ce perçu. Une littérature technique abondante en est le fruit, y compris au niveau du cursus normatif.

L'on observe cependant que la norme est faite majoritairement dans l'esprit du béton qui « travaille » sous l'effet de charges ou de sollicitations thermiques. Les conditions pour que les propriétés physiques et mécaniques du matériau et de l'ouvrage dans lequel il s'insère s'inscrivent dans la durée, sont en théorie parfaitement connues.

Cette maîtrise constitue aujourd'hui un prérequis à intégrer dans tout projet.

Le comité VECU a été mis en place au sein du SPECBEA en 2011. Il propose un nouveau regard qui vise à mieux prendre en compte la réalité de l'engagement des projets en milieu urbain. C'est avant tout sur le visuel, l'esthétique, l'intégration et la capacité de mettre en relief un parti d'aménagement que le concepteur emporte l'adhésion du maître d'ouvrage quant au choix des produits et des techniques. Le beau, le sensible, l'ambiance, le culturel, la valeur, l'élégant, le patrimoine, sont, de manière non exhaustive, ces notions qui donnent aux espaces publics des zones d'habitation et des hauts lieux de la ville leur caractère « plus humain et vivant » ; ces dimensions complètent les requêtes des citoyens d'aujourd'hui qui aspirent à des infrastructures plus fiables, plus sûres et plus vertes.

Pour illustrer cette logique générale, quelques expressions traduisent des visions et besoins de maîtres d'ouvrage :

- Dynamiser, façonner, embellir la ville.
- Repenser le paysage urbain et mettre en valeur le patrimoine.
- Rendre l'espace au public et ouvrir les portes de la ville sur le fleuve, le littoral, le territoire.
- Entretien, rénover, améliorer l'image de la ville et respecter les lieux.

Le lecteur aura bien compris que nous sommes ici proche de l'art urbain, et que pour être dans le ton de cette culture, il faut mobiliser des hommes, des matières et matériaux, des savoir-faire et des entreprises ayant cultivé ce talent au point de faire de cette spécialité leur vocation.

Les partis d'aménagement mis en valeur

La mise en valeur du patrimoine



Esplanade autour des arènes de Nîmes (30)

Finition : béton désactivé et sablé

Maître d'ouvrage : Ville de Nîmes

Concepteur : Atelier des Paysages

Entreprise : SOLS Méditerranée

La dynamique et la symbolique du contemporain



Aménagement de la place de la Mairie à Cruas Ardèche (07)

Finition : béton désactivé incrusté de pavés en béton bleu

Maître d'ouvrage : Ville de Cruas

Concepteurs : Yolaine Arnichand et Jean Juan Architectes, Jean Marc Viot Architecte Paysagiste

Entreprise : SOLS Vallée du Rhône

La reconquête de l'esprit villageois



Aménagement du vieux Village La Villedieu (07)

Finition : bétons désactivés

Maître d'ouvrage : Commune de La Villedieu

Concepteurs : Pierre Gadoin Architecte Paysagiste, Agence Kanope

Entreprise : Eurovia et SOLS (bétons désactivés)



Aménagement de la Place Nautique à Lyon Confluence (69)

Finition : béton scintillant

Maître d'ouvrage : Spa Lyon Confluence

Concepteurs : Julien Descombres (ADR Architectes), Georges Descombres et Christophe Sabatier (SEFCO)

Entreprise : SOLS Confluence

par la palette des finitions du béton (contextes)

Affiner l'ambiance du lieu, la convivialité, la chaleur



Front de mer à Saint-Valéry-En-Caux (76)

Finition : béton désactivé de sable, béton balayé avec durcisseur de surface

Maître d'ouvrage : Ville de Saint-Valéry-en Caux

Concepteur : Atelier Saint Georges (Bruno Saas)

Entreprise : Mineral Service

Se glisser dans les endroits les plus anciens, les plus protégés



Aménagement de la rue du village à Oppède-le-Vieux (84)

Finition : béton désactivé (béton de « calades »)

Maître d'ouvrage : Conseil général du Vaucluse

Concepteurs : M. Martel (CG 84) et Architectes des bâtiments de France

Entreprise : SOLS Vallée-du-Rhône

Le mariage fusionnel du béton minéral avec le végétal



Le « Beach » à Monaco

Finition : micro-béton coloré, désactivé fin pour plage piscine

Maître d'ouvrage : Société des bains de mer de Monaco (SBM)

Concepteur : Cabinet Jean Mus (architecte paysagiste)

Entreprise : MB Constructions



Aménagement du square Durandy à Nice (06)

Finition : Béton désactivé

Maître d'ouvrage : CU Nice Côte d'Azur

Concepteurs : Romain Betti (Ville de Nice) et Architectes des bâtiments de France

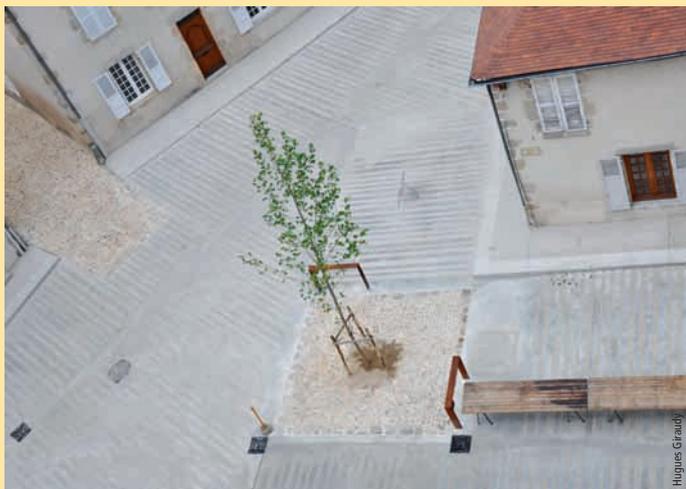
Entreprise : MB constructions

... / ...

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

... / ...

Respecter le caractère historique et sensible des lieux



Aménagement du centre-Ville de Chambon-sur-Voueze (23)

Finition : alternance de béton lisse et de béton hydro-sablé
Maître d'ouvrage : Chambon-sur-Voueze
Concepteur : Hugues Giraudy du Cabinet Ockoumene
Entreprise : Groupe SOLS

Marier plusieurs finitions du béton : 1 + 1 bien supérieur à 2 !



Aménagement de la place d'Inguibert à Carpentras (84)

Finition : béton avec trois déclinaisons : (béton incrusté de grains de carbo-silicium, béton sablé, béton lissé)
Maître d'ouvrage : Ville de Carpentras
Concepteur : Cabinet Argence
Entreprise : SOLS

Intégrer les nouveaux modes de mobilité



Plate-forme TCSP de la ligne Tzen 1 Sénart Corbeil (77 et 91)

Finition : béton hydro-sablé sur béton armé continu
Maître d'ouvrage : EPA Ville Nouvelle de Sénart
Concepteur : Cabinet Richez Associés, architectes
Entreprise : Signature

Le béton d'aménagement, partenaire de la démarche « Revêtements et lumière »



Aménagement à Brionne (27)

Finition : béton bouchardé
Maître d'ouvrage : Ville de Brionne
Concepteurs : Atelier du Paysage Elisabeth Moisan, Viamap Philippe Cheradane
Entreprise : Mineral Service

La démarche VECU consiste à décrire cette expertise, à partager les meilleures pratiques, et à proposer les méthodes et outils pour garantir au maître d'ouvrage le haut degré qualitatif recherché. Il s'agit de se situer tant sur le registre du beau que sur celui du solide.

Remarquons aussi que si la démarche VECU est consubstantielle des traitements de surface et des finitions du béton qui sont plus spécialement développés ci-après, les questions de matière, matériaux, formulation, fabrication et mise en œuvre de bétons conçus spécifiquement pour l'obtention du rendu choisi par le concepteur avec la technique de finition adéquate font partie intégrante de la démarche. Le savoir-faire des «hommes de l'art» du beau béton relève de l'approche globale couvrant la chaîne conception, exécution et finition.

Etat des lieux et questionnements

L'enjeu et les tâches conduites par le comité VECU sont d'importance, si l'on en juge l'état des lieux et les questionnements partagés au début des années 2010, à savoir :

1- Les aménagements urbains au sens large représentent plus de 80 % du travail de la majorité des adhérents du SPECBEA aujourd'hui.

2- Comment produire une culture de l'excellence reconnue du plus grand nombre et mobiliser les conditions pour garantir la chaîne de l'excellence ?

3- Comment valoriser l'attractivité du «cousu main» pour le béton d'aménagement urbain, tout en montrant les potentialités ? Comment susciter un nouveau regard et une appétence pour le béton dans tous ses états de finition, capable de produire de l'esthétique durable personnalisée pour chaque contexte, chaque usage, chaque environnement ? Comment exprimer le fait que cela ne relève pratiquement jamais de solutions standards génériques ?

4- La palette des finitions du béton ne s'expose pas au grand jour de manière exhaustive ; elle est mal connue, alors qu'elle s'enrichit régulièrement tant en diversité qu'en domaines d'emploi, ainsi qu'en maîtrise environnementale et économique. C'est principalement le fruit de la créativité et de l'esprit d'innovation des concepteurs et des entreprises spécialisées du domaine.

5- Le travail sur les méthodes de conception peut-il permettre de retrouver l'ordre logique du «pour qui et pour quoi faire ?», puis du «que peut-on faire ?» et seulement, à la suite, du «comment faire ?»

6- La reconnaissance de la profession et des hommes de l'art capables de maîtriser le savoir-faire et les gestes experts pour garantir un résultat de béton «séduisant» est aujourd'hui insuffisante. Comment organiser une meilleure reconnaissance qui contribuerait à éviter les contre-performances préjudiciables à tous les acteurs de l'aménagement ?

7- La palette des bétons est l'un des aiguillons de l'art urbain à plat, y compris lorsqu'il se marie avec d'autres matériaux nobles comme la pierre naturelle ou l'asphalte coulé. Comment faire remonter les champs des possibles, illustrés par des réalisations qui ont traversé avec succès les agressions du temps ? (Exemple des aménagements autour des monuments historiques).

8- Comment structurer le travail pour produire des livrables très convoités ? :

- documentation, formalisation des savoir-faire, formation des acteurs en interne et en externe,
- prescription technique en aide au maître d'œuvre,
- allotissement des marchés,
- démarche de sélection des entreprises intégrant des qualifications ciblées, des formations et expériences du personnel, des équipements spécialisés, des références ainsi que des organisations et des démarches qualité adéquates.

La logique et le plan de la démarche VECU

Pour agir concrètement sur les 8 items précités, le comité VECU a structuré des tâches en 6 séquences, dont la majorité est conduite en parallèle, hormis les deux dernières qui se nourriront, par nature, des produits des quatre premières, soit :

- 1- recensement et élaboration de la palette actualisée des finitions du béton ;
- 2- élaboration d'une classification des finitions du béton ;
- 3- définition des domaines d'emploi associés aux différentes finitions du béton ;
- 4- typologie de chaque finition du béton : définition technique et esthétique, matières, matériau, matériel, savoir-faire, qualification, références, ...
- 5- identification de projets phares et interviews de concepteurs et maîtres d'ouvrage ;

6- travail sur l'identification professionnelle et la qualification des entreprises.

Mi 2012, tous les sujets sont engagés. La dynamique mobilisée par l'ensemble des acteurs professionnels confirme la volonté de compléter le «savoir-faire» par le «faire savoir» et de partager les connaissances et les meilleures pratiques. Quelques aperçus des résultats intermédiaires obtenus à ce jour sont illustrés en panoramique ci-devant et ci-après.

Les finitions du béton

Un premier résultat est illustré par l'identification de plus de 50 finitions du béton, recensées dans le tableau 1. Chaque finition est assortie d'une ou plusieurs illustrations photographiques portant sur le matériau lui-même et éventuellement sur un aménagement dans lequel il s'insère. Certaines de ces finitions sont très personnalisées, voire «signées» de leur créateur, illustrant parfaitement l'esprit de «cousu main» mis en exergue.

Le vocabulaire prend ici toute son importance pour cultiver l'image de création et de valeur sur le plan de l'art urbain. L'appellation de «béton minéral», par exemple, est porteuse du caractère pierreuse de la finition, évoquant la pierre naturelle riche de ses couleurs, cassures, grains et veinages dont sont issus les granulats.

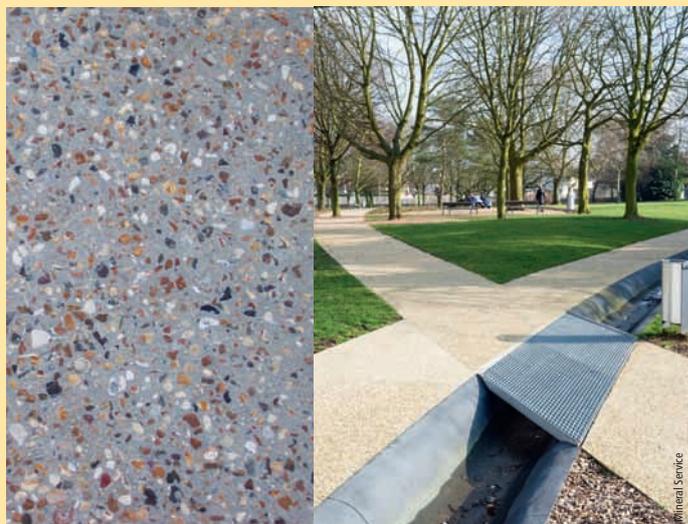
Le mode d'expression des concepteurs architectes et paysagistes nourrit en lui-même la richesse de la palette des finitions du béton, et son caractère évolutif au gré des créations et des réalisations des entreprises spécialisées en **béton d'environnement**. Le travail d'inventaire de cette «offre» de béton d'aménagement révèle de nombreuses pépites enfouies qui gagneraient à être connues des concepteurs et des donneurs d'ordre.

C'est la mission de VECU.

Les finitions du béton : échantillons et



Finition : **béton brossé**
Site : Montrouge (92)
Maître d'ouvrage : BNP PARIBAS
Concepteur : Cabinet Pasodoble



Finition : **béton désactivé**
Site : La Roseraie du Grand-Quevilly (76)
Maître d'ouvrage : Ville de Grand-Quevilly
Concepteur : Cabinet Pasodoble (Ursula Kurtz)



Finition : **béton hydrosablé**
Site : Parvis de l'hôpital d'instruction des armées Sainte-Anne à Toulon (83)
Maître d'ouvrage : Etat, ministère de la Défense
Concepteur : Aymeric Zubléna



Finition : **béton bouchardé**
Site : La cale à bateau à Veulettes-sur-mer
Maître d'ouvrage : Ville de Veulettes-sur-mer (76)
Concepteur : Cabinet Folius

mise en perspective avec un aménagement



Finition : **béton romain**
 Site : Douvres-la-Delivrande (14)
 Maître d'ouvrage : Ville de Douvres
 Concepteur : Benoit Dumouchel (Vert latitude)



Finition : **béton imprimé**
 Site : Veulottes-sur-mer (76)
 Maître d'ouvrage : Ville de Veulottes-sur-mer
 Concepteur : Cabinet Folius

Tableau 1

La richesse de la palette des finitions de surface des bétons d'aménagement

1 Béton adouci	27 Béton matricé
2 Béton architectonique	28 Béton microchape
3 Béton balayé	29 Béton micro-désactivé
4 Béton bouchardé	30 Béton patiné
5 Béton brossé	31 Béton poché
6 Béton caverneux	32 Béton poncé / gresé / poli
7 Béton ciselé	33 Béton poreux
8 Béton coloré	34 Béton précieux
9 Béton cyclopéen	35 Béton roche
10 Béton décoratif	36 Béton romain
11 Béton mosaïque	37 Béton rustique
12 Béton désactivé de sable	38 Béton sablé
13 Béton désactivé	39 Béton scalpé
14 Béton drainant	40 Béton scintillant
15 Béton empreinte	41 Béton sec compacté
16 Béton estampé	42 Béton squamé
17 Béton	43 Béton strié
18 Béton de galets	44 Béton toile de jute
19 Béton gratté	45 Béton terre grattée
20 Béton hydro-sablé	46 Béton texturé
21 Béton imprimé	47 Béton végétalisé
22 Béton imprimé dallage	48 Béton grenailé
23 Béton incrusté	49 Béton étêté
24 Béton lavé	50 Béton taloché / lisse
25 Béton lisse	51 Béton rouille
26 Béton marqué	52 Béton flammé

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

La classification des finitions du béton

La démarche VECU introduit 6 familles de finitions du béton, à savoir :

- les bétons ouverts,
- les bétons avec inclusions,
- les bétons avec traitement de surface du béton frais,
- les bétons avec traitement de surface du béton durci,
- les bétons texturés sur surface plastique ou fraîche,
- les bétons divers.

Chacune des finitions du béton du tableau 1 appartient à une ou plusieurs des familles précitées. C'est le cas, par exemple, des bétons adoucis, brossés, incrustés, et sablés.

Certaines finitions du béton apparaissent comme des entrées génériques, qui peuvent structurer des effets de personnalisation, dans un second temps.

Les domaines d'emploi

Chaque finition du béton est documentée dans son aptitude à satisfaire tout ou partie des 3 classes de domaines d'emploi suivantes :

1. Chaussées,
2. Trottoirs et zones réservées aux modes doux,
3. Espaces publics multifonctions.

Les retours d'expérience sur réalisations anciennes faciliteront la validation des affectations de bon usage des différentes familles de finitions recensées.

Typologie des finitions du béton

Le principe est de constituer une bibliothèque de fiches descriptives de la cinquantaine de finitions identifiées, et de mettre en place le processus d'actualisation de cette bibliothèque au fur et à mesure des créations de finitions innovantes. Au-delà des renseignements portant sur les 3 points précités d'appellation, de classification et de domaines d'emploi, les fiches comprendront deux points essentiels :

• **La définition de chaque finition**, selon le double vocabulaire de l'architecte et paysagiste d'une part, et de l'ingénieur d'autre part. Pour s'inscrire dans le nouveau regard porté par la démarche VECU, il est en effet important de ne pas se contenter d'une définition technologique des finitions du béton, qui ne serait qu'un descriptif de la méthode d'exécution. Au contraire, il s'agit de partir du vocabulaire du concepteur avec ses mots en perspective de ses objectifs et de ses attentes.

Les chantiers : le talent du bon geste, pour les entreprises spécialistes



Chantier d'espaces publics avec finition en béton poli qui améliore le cadre et la qualité de vie pour tous : Place St Roch à Nice : «plage minérale» équipée de brumisateurs autour du jardin d'enfant

Maître d'ouvrage : Métropole Nice Côte d'Azur (06)

Concepteur : Catherine Doux (Ville de Nice)

Entreprise : MB Constructions

• **Les clés du succès**, ce qui est sans doute le point le plus important de la démarche VECU. Pour porter la pertinence d'une vision renouvelée sur les qualifications professionnelles, il est nécessaire d'en décrire leurs contenus. Cette description se doit d'être à la fois globale pour prendre en compte toutes les composantes des savoir-faire, et précise pour exprimer les talents requis et l'acquisition de ces talents par la formation et l'expérience. Le travail sur la matière, sur le matériau, sur la conception et l'organisation du chantier, sur la maîtrise des fournitures et des fournisseurs, sur les gestes de l'exécution, sur les matériels spécifiques, sur le rapport à l'innovation, et enfin la maîtrise de la qualité et les garanties spécifiques se doit d'être décrit. Ce « porté à connaissance » met en exergue les composantes à intégrer pour être naturellement reconnu comme « sachant », « référent », « spécialiste » porteur des classifications ad hoc.

Les exemples de chantiers des opérations liées montrent l'importance du geste,

du bon matériel et de la bonne procédure pour atteindre avec certitude le rendu voulu par le concepteur et le client. Un tel capital de talent se conjugue pour tous les types de projets d'aménagements.

Ce travail aidera à documenter les règlements de consultation et les CCTP (cahier des clauses techniques particulières) pour qu'ils aient un contenu plus en cohérence avec les types de travaux visés par la démarche VECU, c'est-à-dire plus de valeur ajoutée pour des projets et les réalisations qui s'en suivent relevant tout autant de l'art urbain que du génie civil.

Projets phares et identifications professionnelles

Il s'agit de phases d'études qui s'engagent de manière opérationnelle depuis septembre 2012, après une phase de maturation préalable mémorisée par une demi-douzaine de comptes rendus de réunions du comité VECU.

du bon matériel et des bonnes procédures du béton à haute qualité de finition



Chantier d'aménagement urbain à haute qualité de finition Aménagement du complexe hospitalier de la Croix Rousse avec finition en béton désactivé et lisse

Zoom sur chantier : Pour le maître d'ouvrage Les Hospices Civils de Lyon et le maître d'œuvre Christian de Porzamparc, l'Entreprise BGL – Bâtiment du Grand Lyon a réalisé environ 10.000 m² en béton de ciment à haute qualité architectonique sur l'Esplanade et pour des circulations piétonnes.

Le projet se caractérise par la multiplicité des points de niveau et les ruptures de pente à respecter scrupuleusement pour la bonne évacuation des eaux pluviales, ainsi que par le calepinage précis des parties en béton désactivé et lissé, à harmoniser avec les joints de pré-fissuration.

Maître d'ouvrage : Hospices Civils de Lyon

Maître d'œuvre : Christian de Porzamparc

Entreprise : BGL

Chantier : Plate-forme du BHNS T'ZEN Lieusaint Corbeil

Zoom sur chantier : Volonté de l'architecte de différencier la voie dédiée aux bus par rapport aux autres voies de circulation adjacentes (trottoirs gris et enrobés noirs).

Le béton de roulement est dénudé par hydro-découpage et sablage pour offrir une bonne rugosité et différencier les zones de roulement du caniveau central et des bords non circulés. L'entreprise a mobilisé un atelier d'hydro-découpage du béton de roulement adapté à la taille et la configuration de l'opération.

Maître d'ouvrage : EPA SENART

Concepteur : Cabinet Richez Associés

Entreprise : Signature

Le but visé est d'être une force de proposition en réponse aux sollicitations de la FNTF (Fédération nationale des travaux publics) pour le renouvellement de la nomenclature des identifications professionnelles afin de mieux prendre en compte les savoir-faire, les moyens humains et matériels requis pour les bétons d'aménagement. L'objectif assigné au comité VECU est de concrétiser des propositions étayées pour juin 2013.

Une sélection de projets phares donnera lieu à interviews des concepteurs et des maîtres d'ouvrage, de manière à enrichir une analyse critique constructive quant au degré de réussite et de satisfaction des partis d'aménagement imaginés. Ce travail soulignera la spécificité des ouvrages à réaliser et l'indispensable degré de spécialisation et de qualification de ceux qui ont la charge de leur exécution. On mettra en exergue l'irremplaçable lien conception/exécution pour garantir la bonne fin d'achèvement esthétique des projets et répondre au prérequis de la durabilité.

Conclusions

La démarche VECU est à la fois ambitieuse et pragmatique. Elle se veut portée par l'ensemble des adhérents du SPECBEA qui ont bien intégré l'évolution de leur métier vers plus d'urbain globalement.

Elle s'inscrit dans l'ère du temps sur deux notions essentielles :

- **Le rééquilibrage entre le « hard » et le « soft »** pour les professions des travaux publics. Le soft c'est la question de l'esthétique et de l'intégration urbaine. Cette quête est indissociable du « hard » qui relève de l'exécution du matériau béton dans le strict respect des règles de l'art pour inscrire le « soft » dans la longue durée.

- **L'enjeu d'un investissement à l'amont** dans la conception, la prescription, la compétence, l'organisation, la formation. Cela nécessite de promouvoir l'homme de l'art à sa juste place pour être dans la performance attendue. Pour les entreprises spécialistes du « beau » béton, la centralité de l'humain avant,

pendant et après la phase délicate des chantiers est au cœur du dispositif. L'humain et l'innovation sont des valeurs de l'entreprise porteuses de sens et de réussite, si l'on en juge les croissances annuelles à deux chiffres des entreprises qui s'inscrivent d'ores et déjà comme des aiguillons de la démarche VECU. Ce constat atteste de la forte demande des bétons d'aménagement hautement qualitatifs en territoire urbain public comme privé, dès lors que l'entreprise, dans sa relation avec le concepteur et les fournisseurs, exerce ses tâches dans un contexte qui lui permette d'exprimer son savoir-faire pour garantir totalement l'obtention et la perception du « beau » dans la durée. ■

BIBLIOGRAPHIE

- Guide pratique de la voirie urbaine (GPVU), Editions Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA)
- Revues ROUTES, CIMBETON n° 109, 110, 111, 115, 116, 121
- Collection des dossiers annuels béton de la Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA)
- Symposium « Routes en béton » EUPAVE de Seville (Espagne), 2011
- Séminaire « Les infrastructures de TCSP » EUPAVE/CIMBETON, Paris, 6 et 7 juin 2012

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

AUTEURS

Thomas Cornu
Ingénieur commercial
Bouygues Travaux Publics

Hamadou Kabré
Responsable technique
CMR Exedra



Chaussée béton sur la déviation de la RN 4 à Bebing-Imling en Moselle
Concrete pavement on diversion of highway RN 4 in Bebing-Imling (France's Moselle region)

Chaussées et aménagements durables : un avenir en béton



Depuis de nombreuses années, les chaussées en béton sur les routes du réseau structurant français ne sont que peu utilisées. Pourtant, force est de constater qu'aujourd'hui, les chaussées et les aménagements en béton présentent de nombreuses évolutions et avantages au regard des réglementations environnementales pour le développement durable.

Désormais, face aux incertitudes sur l'augmentation des coûts des produits pétroliers et aux restrictions budgétaires, notamment pour l'entretien des routes, le choix des chaussées en béton constitue une alternative à étudier.

Au regard des avantages du béton décrits ci-après, les membres du SPECBEA (Spécialistes de la chaussée en béton et des aménagements), sont incités à valoriser leur avenir.

La durabilité du béton

En période de tension économique, le coût initial d'investissement d'une chaussée en béton est souvent un frein. Or, il ne faut pas considérer le coût d'une chaussée à court terme. Dans nombre de cas, la chaussée en béton, en coût global, est la solution la plus économique du fait de sa longue durée de vie et de son besoin moindre en entretien.

La chaussée en béton présente un atout certain pour les voiries où la circulation des poids lourds est importante. Des études faites au Canada [1], en Belgique [2] et aux Etats-Unis [3] confirment son intérêt dans ce domaine d'emploi.

Plusieurs emprises sont concernées par les sollicitations dues aux poids lourds. On peut citer : les zones portuaires et logistiques, les voies des TCSP (transport en commun en site propre), les carre-

fours giratoires, les voies lentes des autoroutes, les voiries dans les tunnels. Concernant les zones portuaires, celle de Bassens près de Bordeaux en est un bon exemple. Les chaussées en béton ont été renouvelées entre 2006 et 2008 en béton armé continu (BAC). Deux des voies qui ont été refaites avaient été construites en dalles de béton et n'avaient fait l'objet d'aucun entretien lourd depuis plus d'un demi-siècle [4].

Pour les voies des TCSP, le choix de la solution béton, bien mise en œuvre, est idéal. En effet, la circulation des bus ou tramway sur pneus s'effectue systématiquement au même endroit, d'où un trafic canalisé avec un fort risque d'orniérage. La rigidité et la durabilité des chaussées en béton répondent pleinement à ces contraintes.

Les carrefours giratoires, au même titre que les plates-formes de livraison et de stockage, sont très sollicités par le trafic poids lourds.



Giratoire en béton de l'échangeur de la Vaupalière (76)
Concrete roundabout of Vaupalière junction
(Seine-Maritime region)

Dans les giratoires, les contraintes sont accentuées du fait des efforts de frottement liés à la trajectoire des poids lourds ainsi que du transfert du poids du véhicule sur les roues extérieures. Une nouvelle fois, la durabilité des bétons répond aux contraintes que les chaussées subissent. Les giratoires de Thoiras (17) sur la RD 735, réalisé en 1993, d'*Euro Chanel* sur la RD 925 (76), construit en 1995, et de Perpignan sur la RD 617 (66), mis en service en 1999, ne montrent aucune dégradation à ce jour, et subissent respectivement des trafics de classe, T2, T1 et T0.

Les bonnes pratiques

Les chaussées structurales en béton doivent respecter quelques règles simples d'exécution :

- Le béton doit être mis en œuvre par des entreprises qualifiées.
- Le calepinage des dalles et des joints doit être prévu lors de la préparation de chantier.
- La consistance du béton doit être ferme, éventuellement plastique (affaissement au cône d'Abrams S1, voire S2).
- Le béton doit être vibré.
- La formulation du béton et de ses constituants doit être précisément définie lors de la préparation du chantier, au regard des objectifs à atteindre.
- Un délai suffisant doit être ménagé pour permettre aux entreprises de réaliser les essais sur le béton.
- Le sciage des joints doit être réalisé dans un délai raisonnable (4 à 6 h après le bétonnage).
- Enfin, le béton doit être curé.

Concernant les voies lentes des autoroutes qui sont principalement utilisées par les poids lourds, leur entretien est coûteux et contraignant pour les gestionnaires et les utilisateurs (engorgements, perturbations de la circulation, ...). La chaussée en béton limite les interventions et les coûts d'entretien. L'autoroute A6, ainsi que plus récemment l'autoroute A9, illustrent bien cet atout de durabilité, à l'issue respectivement d'une cinquantaine et d'une vingtaine d'années circulées et sans gros entretien. Les techniques et le dimensionnement d'aujourd'hui permettent de pallier les inconvénients des anciennes méthodes de réalisation. Les retours d'expérience, la réalisation de fondations non érodables et de surlarges, l'intégration de goujons ou le choix d'une structure en BAC suppriment l'effet de pianotage entre les éléments. En outre, le développement des structures composites en béton goujonné ou armé continu sur fondation en grave-bitume réduit significativement les épaisseurs de béton par la prise en compte du collage entre les couches.

Le cycle de vie du béton

L'analyse du cycle de vie (ACV) d'une chaussée est complexe et comprend plusieurs facteurs [5]. Néanmoins, c'est la façon la plus objective de prendre en compte le coût global d'une voirie et pas seulement son coût initial.

La méthode d'évaluation inhérente à cette analyse consiste à :

- Quantifier les constituants (matériaux et composants) et inclure les substances puisées et émises dans l'environnement.
- Valoriser les émissions des rejets liées au mode de mise en œuvre.
- Valoriser les émissions liées à l'entretien des chaussées en fonction de la durée de vie retenue de l'ouvrage.
- Intégrer la déconstruction de la voirie en fin de vie et son recyclage.

Tous ces facteurs dépendent :

- du dimensionnement de la chaussée,
- de la durée de vie retenue,
- de la fréquence des entretiens,
- de la réutilisation des matériaux en fin de vie de la chaussée.

Un éco-comparateur, mis au point par le SPECBEA et disponible en mi-2013, permettra de comparer plusieurs solutions de chaussée. Les valeurs objectives prises en compte ne se limiteront pas aux gaz à effet de serre (GES) tels que le CO₂ ; elles comprendront : l'eau, l'épuisement des ressources, les déchets, les déchets radioactifs, l'acidification, l'eutrophisation.

En outre, de nouvelles pratiques permettent de réduire l'impact des réalisations en béton.

C'est le cas, par exemple, de la technique de désactivation du béton avec broissage à sec. Cette méthode est désormais proche du « zéro déchet » puisque tout se passe sans eau et sans ruissellement et que le broyat est minutieusement récupéré et peut être incorporé dans les couches de forme.

Les récents travaux d'une thèse sur le multi-recyclage à 100 % du béton hydraulique, montrent que les chaussées en béton peuvent être déconstruites et recyclées en place pour la fabrication d'un nouveau béton [6]. Cette solution a été utilisée sur un parking à avions de l'aéroport de Roissy Charles de Gaulle, où un ensemble de dalles ont été déconstruites, après 40 années de service, pour fabriquer une dalle formulée exclusivement à partir de granulats (sable et gravillons) exclusivement recyclés.

Enfin, la contribution de la structure de la chaussée en béton sur la réduction de la consommation de carburant par sa rigidité et par sa rugosité de surface [7, 8] conduit à des économies significatives dans une vision globale de développement durable.

Tous ces éléments, non pris en compte aujourd'hui dans les pré-études sur le choix et le dimensionnement des chaussées en France, pourraient dans certains cas, modifier les usages.

La gestion du bruit

Baucoup de préjugés persistent sur le bruit des chaussées en béton. Aujourd'hui, plusieurs techniques permettent de le réduire. En particulier, la solution en BAC qui offre un gain de 2 dB(A), environ.

Une première solution consiste à travailler sur les formulations des bétons afin d'atteindre cette diminution des nuisances sonores [9]. Un béton de surface avec des granulats de petites dimensions ($D_{max} = 8$ ou 10) permet d'avoir un revêtement résistant, durable et peu bruyant (réduction de 5 à 10 dB(A)). De même, il est envisageable de formuler un béton, de type drainant, dont la porosité plus ouverte assure un piège pour la



Chaussée en béton balayé sur A9 à Margueritte (30)
Concrete pavement swept on motorway A9 in Margueritte (Gard region)

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

propagation des sons (chantier expérimental réalisé en 1993 à Paris, porte de Vitry).

La seconde est liée au traitement de la texture de surface du béton et à son optimisation pour assurer simultanément l'adhérence et la réduction des émissions sonores. En effet, les techniques de surfacage font varier les niveaux sonores. Un béton strié transversalement est plus bruyant qu'un béton strié longitudinalement, par exemple, et la profondeur des stries (3 à 5 mm) peut être optimisée vis-à-vis de la sécurité des deux roues et du bruit généré. Le béton présente le gros avantage d'avoir plusieurs qualités de traitement de surface (strié, désactivé, squamé, bouchardé, raboté, poncé, ...).

L'entretien

Les techniques d'entretien sont simples et rapides à mettre en œuvre. Leur périodicité est assez importante ce qui limite la gêne et le coût des retards pris par les usagers suite à ces travaux.

Les techniques d'entretien [10, 11] sont les suivantes :

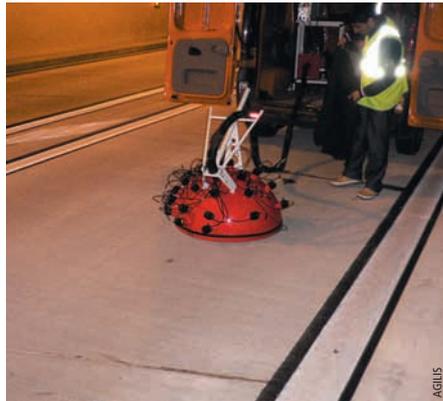
- rectification de surface (bouchardage, rainurage ou grenailage) tous les 20 ans,
- garnissage des joints de chaussées tous les 6 à 10 ans,
- réparation des défauts localisés et des fissures, le cas échéant.

La réparation des dalles est simple et rapide. Elle peut être réalisée par injection de coulis ou, dans le cas de grosses dégradations, la dalle peut être démolie et reconstruite. Des bétons à prise rapide peuvent également être utilisés et assurer ainsi une remise sous circulation en quelques heures.

L'éclairage réduit

Le dernier avantage des chaussées béton est leur clarté naturelle (photo 3). Des études ont montré que le besoin en éclairage est moindre d'environ 30 % pour ces chaussées. Une plaquette [12 à 14] résume les avantages et les gains dus aux chaussées claires, en particulier les chaussées en béton.

En outre, dans cette étude, l'effet Albédo (pourcentage de réflexion des surfaces) n'est pas pris en compte, or celui du béton est élevé, et se rapproche de l'effet Albédo de la Terre. En particulier, l'utilisation de chaussées en béton participe ainsi à limiter le réchauffement des zones urbaines [15].



Mesures photométriques du revêtement du tunnel de Sinard
Photometric measurements of Sinard tunnel pavement

Conclusion

Aujourd'hui, les modèles économiques ne prennent pas en compte la durabilité et le cycle de vie dans le choix d'une chaussée. Les avant-projets dimensionnent et chiffrent les ouvrages sans prendre en compte l'entretien, la déconstruction et le recyclage des chaussées. L'expérience montre que les fonds publics ne peuvent plus être dépensés dans l'entretien palliatif, mais dans l'investissement raisonné.

Les modèles doivent donc désormais prendre en compte de façon objective davantage d'aspects tels que l'entretien, la durabilité, ...

Comme démontré dans de nombreuses études au Canada ou en Belgique, le choix des solutions en béton présente, dans certains cas, une réelle économie si l'on analyse le coût global durant le cycle de vie complet de la chaussée (construction, entretien, déconstruction et recyclage) ; ces considérations ne sont pas suffisamment examinées aujourd'hui en France. ■

BIBLIOGRAPHIE

- [1] « Integrating LCA in the decision-making process for the choice of flexible or rigid pavement : the MTQ experience » M.H. Tremblay, D. Thébeau, R. Collette, Ministère des Transports du Québec, International Symposium on Life Cycle Assessment and Construction à Nantes, juillet 2012
- [2] « Revêtements hydrocarbonés et en béton armé continu sur les autoroutes – Comparaison économique » – Les cahiers du MET, collection techniques n° 19, Ministère de l'Équipement et des Transports, Direction générale des Autoroutes et des Routes, Namur, 2002
- [3] « Life-Cycle Cost Analysis in Pavement Design – In Search of Better Investment Decisions », Pavement Division Interim Technical Bulletin, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, U.S., septembre 1998
- [4] « Chantier de Bassens : Structure composite en béton armé continu sur grave bitume (BAC/GB) » - L. Dutruc, H. Kabré – Revue générale des routes et des aéroports (RGRA) n° 862, novembre 2007
- [5] Béton et développement durable. Analyse du cycle de vie de structures routières – CIMbéton, Centre d'information sur le ciment et ses applications



Sustainable pavements and improvements: a concrete future

In recent years, concrete pavements have been used only to a limited extent on the roads of France's backbone highway network. Yet, it is quite obvious today that pavements and other infrastructure improvements in concrete offer many technological and design advantages for compliance with environmental regulations relative to sustainable development. Henceforth, in view of the uncertainty regarding the rising cost of petroleum products and budgetary restrictions, applied in particular to highway maintenance, the choice of concrete pavements constitutes an alternative to be considered. As concerns the advantages of concrete outlined below, members of the SPECBEA (French acronym for union of Specialists of Concrete Pavements and Improvements) are prompted to enhance the future of concrete.

[6] « Premiers résultats d'une étude sur le recyclage de granulats de béton concassé dans les matériaux hydrauliques », T. Sedran, D. T. Dao, F. de Larrard, Revue générale des routes et des aéroports (RGRA), n° 898, novembre-décembre 2011, pp. 40-43

[7] B.-Å. Hultqvist : Measurements of fuel consumption on an asphalt pavement and a concrete pavement in Sweden - 11^e symposium des chaussées en béton à Séville, 2010

[8] "Effects of Pavement Structure on Vehicle Fuel Consumption" G. Taylor, J. Patten, NRC Canada, janvier 2006

[9] "Noiseless concrete pavement", technical sheet n° 18 of the FEBELCEM "Dossier cement", 1998

[10] « Le Guide pratique d'entretien – Voiries urbaines et espaces publics en béton de ciment », SPECBEA, Editions Revue générale des routes et des aéroports (RGRA)

[11] Guide technique « Chaussées en béton », Sétra-Lcpc, mars 2000

[12] « Revêtements et lumière, pour éclairer juste », groupe de travail AFE, AITF, CIMbéton, GPB, SPECBEA, USIRF,

[13] « Démarche innovante « revêtement & lumière », de l'idée à la pratique ... » - J. Abdo, F. Batista, D. Carré, J.-P. Christory, A. Depetrini, Ph. Gandon-Léger, M. Peret - Revue générale des routes et des aéroports (RGRA) n° 885, juin 2010

[14] « Revêtements et lumière. Eclairer juste » S. Banette-Cox, B. Duval, Revue générale des routes et des aéroports (RGRA) n° 899, janvier-février 2012

[15] "The effect of pavement's temperatures on air temperatures in large cities" M. Pomerantz, P. Bon, H. Abkari, S.C. Chang – Heat Island Group, Lawrence Berkeley National Laboratory, Canada, avril 2000

AUTEURS

Philippe Antoine
Consultant
Antophil-consulting

Olivier de Poulpiquet
Président-directeur général
Mineral Service



La désactivation à sec
Dry deactivation

Une avancée technique du béton désactivé Réduire l'impact sur les ressources



Si les produits utilisés pour assurer les traitements de surface du béton, tels que la désactivation, sont principalement d'origine végétale, leur mise en œuvre nécessite un lavage et donc le retraitement des eaux usées associées. L'article décrit une solution à base de produits naturels, permettant un traitement à sec, afin de minimiser les consommations « inutiles » de ressources en eau et de réduire le traitement des rejets et déchets inhérents. Il s'agit du béton désactivé broissé à sec.

Introduction

Le marché français des aménagements en bétons décoratifs présente une spécificité que l'on retrouve peu dans d'autres pays, celle de faire la part belle au béton coulé en place et désactivé. Il n'est plus de petites communes rurales ni même de grands espaces urbains que l'on traverse sans y voir ce revêtement à la fois minéral, décoratif et durable.

Ce marché représente, tant pour les entreprises que pour les fournisseurs de béton ou les adjuvantiens, un terrain propice à l'innovation, mais ce sont notamment les maîtres d'ouvrage publics et privés qui ont fait remonter ces dernières années un réel besoin : prendre en compte la problématique des eaux de lavage sur les chantiers des bétons désactivés lors de leur réalisation.

C'est ainsi qu'est né le béton désactivé broissé à sec.

Le béton désactivé broissé : une innovation majeure

Les eaux de lavage des bétons désactivés posent aux maîtres d'ouvrage un triple problème :

- Le colmatage, par reprise du ciment retardé, des réseaux de collectes des eaux pluviales ce qui peut induire de coûteux sinistres.
- La non-conformité des eaux de lavage, fortement chargées et alcalines, pour les milieux naturels, puisque pour 100 m², ce sont plus de 100 kg de résidus (sable, ciment retardé, et désactivant) qui sont entraînés.
- La consommation importante d'eau potable à une époque où chacun cherche à l'économiser (plus de 2 m³, toujours pour 100 m²).

La prise en compte de cette problématique passait par deux voies divergentes :

- Capter les eaux de lavage au point bas du chantier et les évacuer en station de traitement, ou alors
- Renoncer à consommer de l'eau pour désactiver le béton en utilisant un désactivant éliminable par broissage à sec par tous temps, couplé à une machine de broissage performante et efficace.

Confrontées tous les jours à cette problématique et motivé par la volonté d'innover de son fournisseur d'adjuvants, la société Chryso et l'entreprise Mineral Service se sont d'abord engagées dans une démarche de recherche et développement, l'entreprise mettant à disposition ses équipes durant plusieurs mois pour mener à bien les différents essais avec son fournisseur.

« Notre entreprise est un acteur majeur du marché des bétons décoratifs en aménagement urbain. Le problème posé remettait en cause la survie même des bétons désactivés et, si nous n'y apportons pas de solutions concrètes à court terme, nous risquons de voir se détourner bon nombre de maîtres d'ouvrage de ce procédé pourtant si populaire en France », déclare aujourd'hui Samuel Béard, directeur d'exploitation chez Mineral Service.

Il y a encore quelques années, les pouvoirs publics toléraient les rejets, dans les réseaux de collecte, des eaux de lavage des bétons désactivés car ils n'étaient que ponctuels et n'avaient pas de caractère répétitif sur un même exutoire. Aujourd'hui, les engagements en matière de développement durable

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

des entreprises comme des collectivités locales modifient en profondeur les comportements.

Pour preuve, le chantier des voiries piétonnes du Madrillet, réalisé au printemps 2011, qui a adopté cette innovation (photo 1). Situé au cœur d'un réseau scientifique et d'un environnement économique exceptionnels, le technopôle du Madrillet accueille les entreprises liées aux écotecnologies ; il est situé sur la commune de Saint-Etienne-du-Rouvray (76) et fait partie du territoire de la communauté d'agglomération Rouen-Elbeuf-Austreberthe (CREA), en bordure de la forêt classée du Madrillet. Cette forêt abrite une zone nationale d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) qui rend ce site particulièrement sensible et protégé. La direction de l'assainissement de la CREA y exerce de ce fait une surveillance toute particulière sur les rejets d'eau.



Photo 1
La réalisation du Madrillet
Madrillet project

Détail de la mise en œuvre

La mise en œuvre d'un tel procédé s'effectue en deux temps :

1. La phase de coulage du béton qui reste identique à celle d'un désactivé classique. L'innovation repose ici sur un désactivant spécialement conçu pour un broissage à sec, le DécoBrush de Chryso.
2. La phase de nettoyage : elle intervient le lendemain du coulage sans utilisation d'eau. Des brosses (photos 2 et 3) spécialement étudiées pour cet usage sont montées en lieu et place des têtes de bouchardage sur une polisseuse/bouchardeuse industrielle (type Blastrac sur ce chantier). Le « brossat » est alors recueilli par aspiration, mis en sac et évacué en décharge comme un déchet industriel banal et inerte de classe 3 (photo 4). Ce brossage assure un aspect de surface régulier et homogène (photo 5), plus « cotonneux » qu'un désactivé classique, qui offrira au concepteur paysagiste de nouvelles possibilités de béton à granulats apparents dans un cadre environnemental préservé.

Le point de vue de l'applicateur

Pour Olivier de Poulpiquet, le chantier du technopôle du Madrillet s'annonçait très classiquement : « *Nous avons pris l'habitude de capter nos eaux de lavage pour répondre aux spécifications des maîtres d'ouvrage en installant des polyanes le long de la voirie et des géotextiles pour protéger les noues. La contrainte et le coût étaient énormes car il fallait ensuite pomper ces effluents et les renvoyer en station, mais du fait de notre engagement qualité, nous en faisons notre affaire. La solution du béton brossé mise en œuvre sur le chantier du Madrillet nous a non seulement séduits mais répond véritablement à un besoin.* »



Photo 2
Les têtes de broissage
Brushing heads



Photo 3
La phase de décapage par broissage
Stripping phase with brushing



Photo 4
L'aspiration et la mise en sac du brossat
Suction and bagging of residue



Photo 5
Le rendu de finition
Finishing quality

Caractéristiques du désactivant Chryso DécoBrush

- Nature : émulsion aqueuse pulvérisable à broser
- Deux finitions :
 - aspect béton usé : CHRYSO®Deco Brush XS, de couleur jaune
 - désactivé moyen : CHRYSO®Deco Brush M, de couleur bleue
- Densité : 1,06 ± 0,02
- Viscosité dynamique à 20 °C : < 500 MPa.s
- Teneur en COV ≤ 60 g/L

Conclusion

Avec le béton brossé à sec, la méthode de désactivation du béton est désormais proche du « zéro déchet » puisque tout se passe sans eau et sans ruissellement et que tout est minutieusement récupéré. Nul doute que ce procédé s'imposera de lui-même dans les années à venir par ses avantages fondamentaux et décisifs rejoignant plusieurs cibles haute qualité environnementale (HQE®) :

- une économie substantielle d'eau (plus de 90 % dans la phase de mise en œuvre),
- la suppression des rejets d'eau chargée et alcaline.

L'intérêt manifesté par les professionnels de l'aménagement et aussi des fournisseurs de béton (BPE) prouve que, non seulement le prescripteur est suivi dans sa démarche, mais que chacun a désormais à cœur d'associer le développement durable dans la promotion des bétons esthétiques. ■

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

AUTEURS

Michael Broutin
Chef du programme
Auscultation des chaussées
Division études et recherche
Département Infrastructures
aéroportuaires
Service technique
de l'aviation civile (STAC)

Dominique Guédon
Chargé d'études
Chaussées aéronautiques
Délégation aménagement
Laboratoire expertise transports
de Toulouse (DALETT)
CETE du Sud-Ouest



Le HWD du STAC lors d'une mission d'expertise sur l'aéroport de Toulouse Blagnac
HWD used by STAC during expertise mission at Toulouse-Blagnac airport

Etude des chaussées aéroportuaires en béton Une planche d'essais instrumentée



Le STAC (Service technique de l'aviation civile) a inauguré en juin 2012, sur son site de Bonneuil-sur-Marne (94), une planche d'essais instrumentée.

Elle se compose principalement de deux parties : une planche souple et une planche rigide. Cette dernière comprend une zone avec dalles goujonnées uniquement sur les joints de retrait transversaux, et une zone non goujonnée, tous les joints de construction de la planche étant de forme sinusoïdale et sans goujon.

L'ensemble de ces structures, dont les épaisseurs et les propriétés mécaniques des matériaux sont parfaitement connues, ont été instrumentées à l'aide de capteurs mécaniques permettant de mesurer les déformations relatives ou les déplacements sous chargement extérieur ou bien sous l'effet de la température.

Cela confère à cette planche d'essais le statut de « site de référence » pour l'auscultation des chaussées aéronautiques et leur suivi.

Le présent article est dédié à la planche rigide, réalisée en 2009. Les structures mises en œuvre sont tout d'abord présentées. L'instrumentation mise en place est ensuite détaillée. Enfin, quelques résultats d'acquisition illustrent les utilisations possibles des capteurs.

Introduction : présentation générale de la planche

La planche d'essais instrumentée du STAC, inaugurée en juin 2012, a été conçue afin de constituer un outil expérimental pour l'amélioration de la compréhension du comportement des chaussées aéronautiques sous chargement lourd, et pour l'évaluation de matériels et méthodes d'auscultation de ces chaussées.

La figure 1 présente l'organisation générale de la planche. Elle comporte notamment une chaussée rigide de 750 m²,

constituée de 5 x 6 dalles de 5 m x 5 m, découpée en deux parties : une zone avec dalles goujonnées uniquement sur les joints de retrait transversaux, et une zone non goujonnée, tous les joints de construction étant sinusoïdaux et sans goujons.

Les deux dalles S1 et S2, respectivement situées au centre des zones goujonnée et non goujonnée, ont été instrumentées à l'aide de capteurs mécaniques.

Le présent article est spécifiquement dédié à la partie rigide de la planche. Les données de l'ensemble de la planche (structures de chaussée, instrumenta-

tion détaillée, essais matériaux) sont détaillées dans [1].

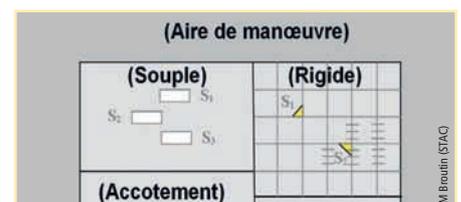


Figure 1
Organisation générale de la planche d'essais
General organisation of test section

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

Structure de la chaussée rigide

Épaisseurs

La structure est représentative des chaussées rigides aéronautiques couramment mises en œuvre sur les aérodromes. Elle est constituée d'une dalle en béton reposant sur une couche de base en béton maigre et sur une couche de fondation en grave non-traitée de type B (GNT B).

Les calculs de dimensionnement ont été réalisés en considérant un trafic virtuel constitué de 10 charges de déflectomètre à masse tombante (*Heavy Weight Deflectometer, HWD*) de 300 kN (plaques de 45 cm de diamètre) pendant 20 ans, et une plate-forme support de classe PF2, associée à un module de 50 MPa.

Les calculs ont été réalisés selon la méthode PCA (*Portland Cement Association*) à l'aide du logiciel dimensionnement des chaussées aéronautiques (DCA) [2]. Les structures goudonnée et non goudonnée ont été dimensionnées séparément, en considérant une couche de GNT de 30 cm et une couche de béton maigre de 15 cm. L'épaisseur de la dalle calculée pour la chaussée goudonnée est de 26 cm et celle pour la chaussée non goudonnée de 33 cm. L'épaisseur moyenne de 30 cm a été retenue pour l'ensemble de la planche, ce qui signifie un léger surdimensionnement pour la structure goudonnée et un léger sous-dimensionnement pour celle non goudonnée. La structure finale est décrite sur la figure 2.

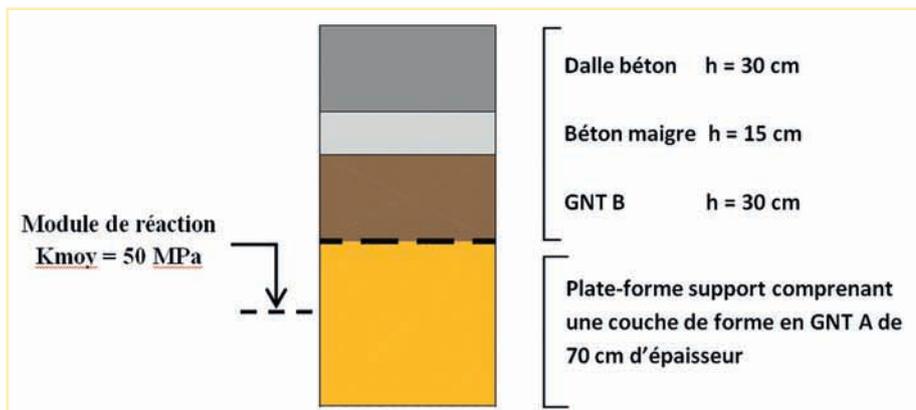


Figure 2
Structure de la chaussée rigide
Rigid pavement structure

Caractéristiques des matériaux

Le béton, fabriqué à l'aide d'un ciment de type CEM II/B-S 42.5 N CE CP1, présente une résistance moyenne à 28 jours par fendage, R_t , de 3,25 MPa.

Le béton maigre présente quant à lui une résistance moyenne à 28 jours par fendage, R_t , de 3,0 MPa.

La couche de fondation est constituée d'une GNT2 0/31,5 de type B.

La plate-forme support de chaussée consiste en une couche de forme en GNT2 0/31,5 de type A de 70 cm d'épaisseur reposant sur le sol support. Ce dernier est constitué d'alluvions fines stratifiées de nature argileuse ou limoneuse avec des passages tourbeux plus ou moins épais. Les essais à la Dynaplaque 1, réalisés le 17 juin 2009 lors de la réception de la plate-forme, ont conduit à mesurer une valeur moyenne de module de 71 MPa.

Le substratum se situe à 12 m de profondeur.

Les caractéristiques détaillées des matériaux utilisés sont fournis dans [1].

Instrumentation de la chaussée rigide

Instrumentation mécanique

Plans d'instrumentation

Les dalles centrales S_1 et S_2 ont été instrumentées sur un quart de dalle (en jaune sur la figure 1), afin de mesurer :

- Les déplacements verticaux, par rapport au sommet du béton maigre, de la dalle principale et des dalles adjacentes, en coin de dalle et en milieu de bord de dalle (capteurs V_i , figure 3).

ligne médiane de la dalle, et sur la bissectrice de l'angle (capteurs E_i , figure 3).

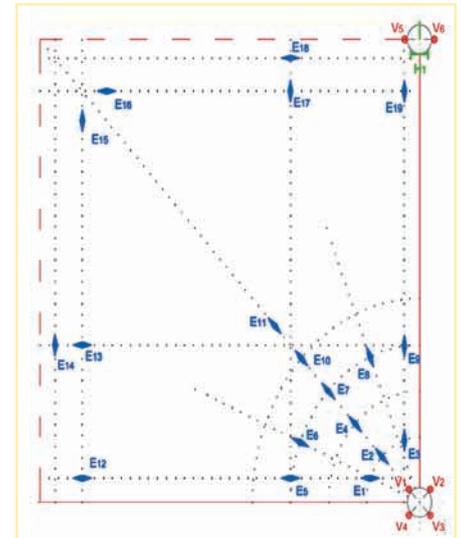


Figure 3
Plan d'instrumentation d'un quart de dalle
Instrumentation of a quarter slab

Le premier type de capteurs, V_i , mesure, sous chargement, les transferts de charges entre dalles, et en compare la qualité et l'évolution au cours de la durée de vie de la structure dans les cas respectifs des dalles goudonnées et non goudonnées.

Le deuxième type de capteurs, H_i , est utilisé essentiellement pour mesurer, en acquisition lente, l'ouverture du joint du fait des phénomènes de dilatation-contraction des dalles sous l'effet de la température. Ce paramètre sera relié à la qualité des transferts de charges.

Les données enregistrées sous chargement lourd par le dernier type de capteurs, E_i , seront exploitées pour valider des modèles de comportement des chaussées rigides (modèles aux éléments finis 3D, notamment).

/// Détail des capteurs

Les capteurs de déplacements relatifs verticaux et d'ouverture des joints (capteurs Vi et Hi, figure 3) sont des palpeurs LVDT (transformateur différentiel variable linéaire), de gammes de mesure respectivement ± 10 mm et ± 5 mm, et d'incertitude de mesure respectivement 0,7 % ou 10 μ m, et 0,5 % ou 5 μ m.

Les capteurs de déformation relative à la base de la dalle béton (capteurs Ei, figure 3) ont été développés, avec un industriel, spécialement pour cette étude. Ils présentent un corps d'épreuve constitué d'un tube creux en acier, relié à deux coupelles, en acier elles aussi (figure 4 et photos 1 et 2). La géométrie, en particulier les diamètres intérieur et extérieur du tube, a été optimisée afin que la rigidité apparente du capteur soit du même ordre de grandeur que celle du béton.



Figure 4
Géométrie des extensomètres (Ei)
à la base de la dalle béton
Geometry of extensometers (Ei)
at base of concrete slab

D. Guéden (DALETT)

Il s'agit de capteurs à ponts complets de jauges.

Leur gamme de mesure est de 3 000 μ m/m. L'incertitude de mesure estimée est de 3 à 4 %.

Les photos 1 et 2 illustrent la mise en place de ces capteurs durant la construction. Ils sont placés sur des supports métalliques chevillés dans le béton maigre, afin de ne pas être déplacés lors du coulage de la dalle.

La fréquence d'acquisition peut être, avec les centrales actuelles du STAC, réglée jusqu'à 2 400 Hz par voie de mesure, en acquisition simultanée sur l'ensemble des capteurs.

Cette valeur est largement suffisante pour les utilisations recherchées. Ainsi, à titre d'exemple, pour un essai HWD standard correspondant à un chargement impulsif de 30 ms, c'est-à-dire une pseudo-fréquence de sollicitation de 30 Hz, une fréquence d'acquisition de l'ordre de 300 Hz suffit pour reconstituer de façon fiable les historiques de déplacement ou de déformation relative sous ce chargement.



D. Guéden (DALETT)

Photo 1
Mise en place des extensomètres (Ei) à la base de la dalle béton
Set up of extensometers (Ei) at base of concrete slab



D. Guéden (DALETT)

Photo 2
Mise en place des extensomètres (Ei) à la base de la dalle béton
Set up of extensometers (Ei) at base of concrete slab

Suivi des températures

/// Profils

En parallèle de cette instrumentation mécanique, la planche d'essais a été équipée de capteurs destinés au suivi de la température dans les matériaux hydrauliques.

En effet, la température dans la dalle a une incidence sur l'extension ou la contraction du béton, ce qui influe directement sur l'ouverture des joints et le plus ou moins bon engrènement entre les dalles, et, de ce fait, sur les transferts de charge.

Le gradient thermique dans les dalles agit quant à lui sur la courbure de ces dernières, et donc sur leurs conditions d'appui.

Trois profils ont été mis en place. Les profondeurs des capteurs sont de 0 cm, 2,5 cm, 7,5 cm, 12,5 cm, 17,5 cm, 22,5 cm, 27,5 cm, 32,5 cm, 36 cm et 39 cm.

/// Type de capteurs et mise en place

Les capteurs utilisés sont des jauges Pt 100 de classe A. L'incertitude de mesure est de $\pm 0,15$ °C pour chacune des jauges.

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

La mise en place s'est faite par carottages postérieurs à la mise en œuvre, perçages diamétraux de l'éprouvette pour mise en place des sondes (photo 3), puis remise en place de l'éprouvette à l'aide d'un coulis de ciment interstitiel. Contrairement aux capteurs mécaniques, pour lesquels des acquisitions ponctuelles sont faites lors des campagnes d'essais, une acquisition lente (1 mesure toutes les dix minutes) en continu pendant toute l'année est réalisée pour la température.



Photo 3
Mise en place des sondes de température
Set up of temperature sensors

Exemples de résultats d'acquisition

L'intérêt majeur de la planche est d'étudier le comportement des chaussées rigides (goujonnées et non goujonnées) sous différents types de chargement : charge roulante, chargement quasi statique, chargement dynamique impulsionnel. Les appareils d'essais mobilisables par le STAC afin d'appliquer ces sollicitations sont respectivement un camion chargé à 12,5 tonnes au demi-essieu, la remorque de portance du STAC [3], et le *Heavy Weight Deflectometer* (HWD) du STAC [4].

L'analyse des résultats est à même d'améliorer les méthodes empiriques d'auscultation et de confronter une nouvelle génération de modèles de comportement des chaussées sous chargement (basés sur des éléments finis 3D) à la validation *in situ*. Les centres et coins de dalle, ainsi que les milieux des bords de dalle sont à étudier de manière privilégiée. Contrairement à la chaussée souple, la chaussée rigide n'a pour l'instant pas fait l'objet de campagnes d'auscultation à grande échelle. Elles seront mises en œuvre à partir de 2013. Les exemples d'enregistrement présentés ci-dessous sont

issus d'acquisitions réalisées en novembre 2011, lors de la phase de vérification du bon fonctionnement des capteurs.

La figure 5 présente la réponse de trois extensomètres (E_4 , E_{10} et E_{16} ; figure 3) placés sur la diagonale de la dalle non goujonnée, au passage d'un demi-essieu chargé à 12,5 tonnes. Un aller-retour sur la diagonale, entre l'angle opposé de la dalle et l'angle instrumenté, a été réalisé à vitesse lente (de l'ordre de 3 à 4 km/h).

Les deux passages du demi-essieu (aller-retour) au droit des capteurs sont facilement identifiés sur la figure 5 (maxima des signaux). La vitesse de passage de la charge peut être obtenue en étudiant le décalage temporel entre les pics, en lien avec les positions des capteurs sur la diagonale.

Un point zéro est réalisé en début d'essai ; un retour parfait à zéro entre les deux pics est constaté sur le capteur E16, positionné sensiblement en milieu de dalle, mais pas sur les deux autres capteurs, trop proches du coin de dalle, le demi-essieu restant dans la zone d'influence du capteur entre les pics.

La figure 6 présente, quant à elle, la réponse d'un extensomètre (capteur E_{10}) à un chargement quasi statique à la remorque de portance réalisé au droit du capteur.

Trois séries de quatre cycles de chargement/déchargement d'amplitude croissante (10 tonnes pour la première série, 15 tonnes pour la deuxième, et 20 tonnes pour la troisième) ont été réalisés. Chaque cycle est constitué d'une rampe de montée en charge (2 tonnes par seconde) jusqu'à la charge cible, d'un palier de 10 secondes à cette charge, puis d'un déchargement rapide. La figure 6 permet de distinguer les déformations élastiques (créneaux), ainsi qu'un tassement de la structure (non retour à zéro des créneaux).

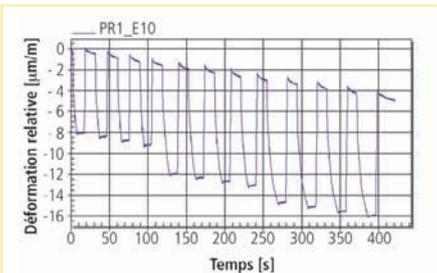


Figure 6
Exemple de réponse d'un extensomètre sous cycles de chargement quasi statiques
Example of extensometer response under quasi-static loading cycles

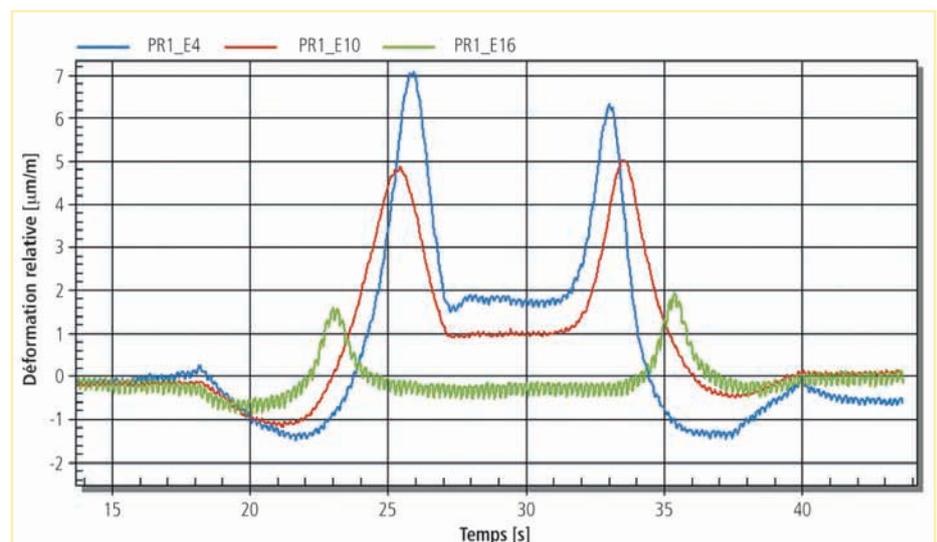


Figure 5
Exemple de réponse des extensomètres au passage d'une charge roulante (aller-retour)
Example of extensometer response upon passage of a rolling load (round trip)

Exécution de la planche rigide

- **Maître d'ouvrage** : Direction générale de l'aviation civile (DGAC)
- **Maître d'œuvre** : Service technique de l'aviation civile (STAC)
- **Instrumentation** :
 - **Mise au point** : STAC/DALETT/IFSTTAR/Hottinger Baldwin Messtechnik (HBM)
 - **Mise en œuvre** : STAC/DALETT
- **Dimensionnement de la chaussée** : STAC
- **Mise en œuvre de la chaussée** : CMR Exedra
- **Particularités du chantier** : mise en œuvre soignée ; technicité ; précautions particulières dues à la présence de capteurs et câbles ; multiplicité des essais de contrôle.

Les difficultés de réalisation étaient liées à la présence des dispositifs (capteurs, sondes, circuits, ...) mis en place pour la future instrumentation. Ainsi, la définition du plan de circulation des toupies pour le coulage du béton maigre a dû tenir compte de la présence de fourreaux de réservation pour le passage des câbles des extensomètres, situés au sommet de la couche de forme. Pour le béton de revêtement, le planning et le phasage devaient permettre un coulage de chaque dalle de béton en continu sans joint d'arrêt transversal ; tout en évitant l'endommagement des capteurs de déplacements pré-positionnés à la surface du béton maigre.

Il était également indispensable de maîtriser les différents paramètres de la structure de chaussée à réaliser. Ainsi, avant la mise en œuvre des bétons, des essais à la dynaplaque ont été réalisés sur la couche de forme en grave non traitée (GNT) pour évaluer le module de la plate-forme support. Pour maîtriser les épaisseurs des bétons, des contrôles de nivellement ont été réalisés sur la couche de forme, le béton maigre et le béton de revêtement avec des tolérances de +/- 5 mm sur le revêtement. Pour le béton maigre les contrôles ont porté sur la consistance et les résistances à 7 et 28 jours à raison d'un essai par jour. Ces contrôles ont été renforcés pour le béton de revêtement avec des contrôles toutes les 3 toupies de béton livrées et une organisation telle que des prélèvements de béton soient réalisés sur les 2 dalles expérimentées.

Conclusion

La partie rigide de la planche d'essais du STAC a pour but d'améliorer les connaissances en termes de comportement mécanique des chaussées rigides sous chargements lourds de type gros porteurs, mais aussi de permettre la validation de matériels et de méthodes d'auscultation. La planche est mise à la disposition de la profession sur demande et sous réserve de disponibilité. Le manuel administratif présentant les conditions d'utilisation, ainsi que les démarches de réservation est disponible sur le site Internet du STAC. ■

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Broutin M. « Manuel technique de la planche instrumentée du STAC », STAC, 2012, <http://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/>
- [2] « DCA (dimensionnement des chaussées aéronautiques) » : logiciel de dimensionnement des chaussées rigides développé par le STAC, sur la base du guide « Dimensionnement des chaussées », STBA, 1983
- [3] « Méthode française d'évaluation de la portance, de la glissance et de l'uni des chaussées d'aérodromes », STBA, 1994, <http://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/>
- [4] Broutin M. « Manuel Assessment of flexible airfield pavements using Heavy Weight Deflectometers; Development of a FEM dynamical time-domain analysis for the backcalculation of structural properties », PhD thesis, STAC, 2010.



Design of concrete airport pavements An instrumented test section

In June 2012, the STAC (French civil aviation engineering office) inaugurated an instrumented test section on its Bonneuil-sur-Marne site (Val de Marne region).

It consisted mainly of two parts: a flexible structure and a rigid structure. The latter includes a zone with slabs dowelled only on transverse shrinkage joints, and a non-dowelled zone, all construction joints of the section being of sinusoidal form.

All these structures, with their perfectly known thicknesses and mechanical properties, were instrumented with mechanical sensors allowing the measurement of relative deformations or displacements under external loads or under the effect of temperature.

This confers on the test section the status of "reference site" for the non-destructive surveying and monitoring of aeronautical pavements.

The present article is devoted to the rigid section completed in 2009. The structures involved are first dealt with. Then the instrumentation used is covered in detail. Finally, some acquisition results illustrate the possible uses of sensors.

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

AUTEUR

Olivier de Poulpiquet
Président-directeur général
Mineral Service



Vue aérienne des chantiers du Grand stade et de l'entrée de ville
Aerial view of works at Grand Stade stadium and city's entrance

Les aménagements du Havre



La réalisation du nouveau stade et l'aménagement de l'entrée principale du Havre témoignent d'une ville en totale effervescence, de l'entrée la plus à l'est de la ville à la partie la plus à l'ouest en bordure de plage, terminus du futur tramway.

« Dressé tel un totem à l'entrée de la ville du Havre, il est un signal fort pour l'agglomération », explique la direction de la communauté d'agglomération du Havre (Codah), disposant de 25 000 places, le stade peut accueillir des manifestations sportives, culturelles et de grands concerts. Cet équipement de 80 millions d'euros est avant tout un bel objet architectural, une sorte de cocon bleuté posé sur le sol.

L'entrée de la ville à l'est souffrait d'une image très autoroutière. Les projets urbains qui la bordent ont obligé à repenser en profondeur le statut et l'aspect de cet axe majeur (RD 6015). Le projet poursuit la valorisation de l'entrée de ville et de ses franges urbaines en aménageant une véritable avenue de qualité en intégrant les déplacements modes doux et en proposant des solutions innovantes sur les effets de matière.

L'amélioration de la qualité urbaine de cet axe, constitue pour la ville du Havre, un enjeu majeur pour les années à venir et doit être bénéfique pour l'image d'ensemble de la ville.

Sur le site du Grand stade et de l'entrée de ville, plus de 47 000 m² de revêtement ont été mis en œuvre par l'entreprise Mineral Service pour un montant de 3 600 k€.

Les aménagements extérieurs du Grand stade

Le Havre Athletic Club, créé en 1872 et club doyen du football en France, jouait, jusqu'à présent, sur le stade Deschazeaux. Ce dernier, vieillissant, ne répondait plus aux exigences de sécurité et de capacité d'accueil.

La communauté d'agglomération du Havre (CODAH) a décidé de construire un nouveau stade sur une superficie de 20 hectares.

La maîtrise d'œuvre des aménagements extérieurs a été confiée au Cabinet Richez et Associés urbanistes paysagistes (mandataire), Zone Archi, Infraservice Rouen et ETC (Etudes transport et circulation).

Appel d'offres

Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre ont lancé l'appel à consultation en allouant les travaux.

Un lot spécifique « béton décoratif » a été créé. Ce choix a été souhaité tant la présence minérale était d'importance (photo 1).



Photo 1
Le parvis est du Grand stade
East forecourt of Grand Stade stadium

Il fallait à la maîtrise d'œuvre des spécialistes qualifiés pour cette réalisation, les bétons décoratifs étant, dans leur exécution, difficiles à mettre en œuvre. Le règlement de consultation en faisait implicitement mention :

- présentation d'une liste de travaux exécutés les 3 dernières années avec attestation de bonne exécution précisant qu'ils ont été réalisés dans les règles de l'art ;
- certification professionnelle avec preuve de la capacité du candidat apportée par tous moyens et notamment les certificats d'identité professionnelle ;
- note méthodologique de mise en œuvre des bétons qualitatifs, des joints de dilatation ;
- description des moyens humains et techniques de l'entreprise.

La candidature de l'entreprise Mineral Service a été retenue.

Les surfaces à traiter étaient de :

- 6 600 m² de béton désactivé de sable (base sable du Boulonnais avec un cloutage de quartz bleu 6/10 pour une surface de 1 200 m²) ;
- 3 600 m² de béton brossé aspect sable coloré ;
- 15 600 m² de béton squamé quartz bleu 10/20 avec cloutage de quartz blanc ;
- 3 600 m² de béton strié.

La mise au point des formules a été effectuée avec le concours de la société Holcim. De nombreux essais de conformance ont été réalisés. Le choix de la finition a été validé par la présentation d'échantillons sur site de 3 m x 3 m (photo 2).

Après validation, les travaux de mise en œuvre ont pu commencer. L'intervention sur site a duré de mai 2011 à juillet 2012.



Photo 2
Planches d'essais en béton désactivé du Grand stade
Test sections in deactivated concrete for Grand Stade stadium

De la part de l'entreprise, les moyens humains ont été de 6 à 8 personnes jusqu'à 53 personnes dans les derniers mois (30 % de la surface à traiter a été réalisée sur les deux derniers mois). Dans les derniers jours, toute la capacité de fabrication de la centrale à béton de Gonfreville l'Orcher, à proximité du Havre, a été consacrée à ce chantier (250 m³ par jour).

Techniques et innovations

Pour cette réalisation, l'entreprise a mis au point plusieurs innovations et techniques de travail.

/// Nouveau béton décoratif, le béton squamé

Cet aspect de finition est obtenu par moyen mécanique en attaquant la surface du béton avec des diamants un peu particuliers qui sectionnent, en surface, les cailloux constituant le béton (photo 3).

Les déchets inertes de classe 3, issus de ce travail, sont ensuite aspirés et mis en décharge.

Ce type de finition a été proposé pour garantir le respect des délais. Cet aspect

de surface permet de travailler en période hivernale sous de petites pluies et en Normandie ...



Photo 3
Béton clouté et squamé aux reflets bleutés - Grand stade
Concrete with inset chippings and bluish reflections - Grand Stade stadium

L'aspect esthétique est intéressant : il facilite, pour son entretien, le nettoyage des surfaces ainsi traitées.

/// L'application par cloutage

L'entreprise a eu recours au cloutage des surfaces. Cette technique consiste à apporter des gravillons sur le béton lissé lors de la mise en œuvre.

La maîtrise d'œuvre souhaitait un mélange de granulats blancs et bleus. Outre le fait que ces granulats venaient de loin (granulats bleus du Calvados et granulats blancs du Finistère), ce mélange posait, en centrale, quelques problèmes de fabrication et de stockage.

Après plusieurs essais, l'entreprise a mis au point cette technique de cloutage : le gravier bleu constitue la couleur du béton de base, les graviers de couleur blanche sont mis en œuvre par épannage manuel régulier et un nouveau lissage est opéré pour enfoncer le granulats blanc dans la partie supérieure.

Sur le plan environnemental cette technique, présente également des avantages. Pour une fabrication dans la masse, il aurait fallu 2 500 tonnes de ces granulats blancs, soit 95 semi-remorques. L'entreprise en a utilisé 50 tonnes !

/// Outils d'aide à la mise en œuvre

- L'emploi de *strickers*, venant d'Outre-Atlantique, a favorisé une mise en œuvre soignée sur une largeur travaillée de 9 m. Il s'agit d'un système de rouleau araseur rotatif et vibrant qui assure le lissage et la finition des dalles en béton.

- Un nouvel outil a été mis au point par l'entreprise pour réaliser les finitions squamées au droit des murs et bordures.

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

Bilan

Par son ampleur (surfaces et volumes), par la recherche esthétique (photo 4), par son délai et par les innovations imaginées et créées, ce chantier restera, pour Mineral Service, un chantier exceptionnel.



Photo 4
Cheminement en bétons brossé et désactivé
au sud-ouest du Grand stade
Pathways in brushed and deactivated concrete
at southwest of Grand Stade stadium

Les conclusions de l'architecte Romain Fournerie du cabinet Richez et Associés en témoignent : « Ce que je retiens sur ce projet, c'est tout le travail de mise au point des formulations et finitions des bétons qui s'est avéré passionnant. Tout a commencé avec un choix difficile de granulats et de sables pour obtenir une colorimétrie des bétons proches des teintes gris bleuté dont la quête frisait l'obsession... Pas facile au pays du silex jaune caramel !

Une fois les ingrédients rassemblés et la recette de cuisine améliorée, s'est posée la question de la présentation du plat. Le béton a ainsi été décliné sous de nombreux aspects, lui conférant une certaine préciosité mêlée à la simplicité d'un matériau brut. A y regarder de plus près, la multiplicité des bétons sur ces aménagements est sidérante : béton poncé des bordures et des banquettes, bétons balayés et rainurés qui jouent avec la lumière, béton désactivé fin de sable du boulonnais, béton désactivé de granulats noir, béton matricé des murs de soutènement, béton grenailé fin des couronnements et des marches, et enfin des bétons innovants squamés dont le procédé reste certes à améliorer mais qui promet déjà des résultats très positifs en révélant pleinement la matière et la couleur du granulats sur une surface plus lisse qui facilite

son entretien. Et puis ces quelques astuces pour faire vibrer davantage la matière avec un cloutage de quartz blanc en surface sur certains bétons de sol et des calepinages en béton non traité qui animent et renforcent la géométrie des espaces. Enfin, je suis agréablement surpris par les inserts de lames inox dans les bétons comme des faisceaux scintillant au soleil grâce à la persévérance des équipes qui ont joué les carrossiers en fin de chantier en passant le polish !

Bravo à tous pour le travail accompli dans des délais qui nous apparaissent déraisonnables et des conditions climatiques et de co-activités très difficiles ! A qui se donne les moyens pourtant, rien n'est donc impossible. Je suis heureux de cette collaboration et salue le professionnalisme avec lequel vous avez donné corps aux traits de dessin de quelques paysagistes et architectes pour un résultat très proche de ce que nous avons tous imaginé secrètement il y a maintenant près de deux ans... »

L'entrée de ville

Parallèlement au chantier du Grand stade et dans son prolongement, la ville du Havre souhaitait valoriser l'entrée de la ville en requalifiant cette voie rapide en boulevard urbain.

Une première tranche de travaux a été lancée sur une longueur de 2,5 km avec :
1. Une promenade pour cycles et piétons au sud du boulevard,
2. L'aménagement d'une halle,
3. La réalisation d'un parking.

Pour le compte de Ville du Havre, maître d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre a été confiée au groupement :

- Agence L'Anton paysagiste / urbaniste (mandataire),
- Infraservices, BET/VRD Rouen,
- CD VIA, étude de circulation,
- Ingelia, éclairagiste.

Ce projet a reçu le premier prix au concours national des entrées de ville 2011.

Le marché a été passé en 5 lots dont celui pour les voiries et aménagements qualitatifs.

Pour valoriser la compétence et le niveau qualitatif, les critères retenus dans le jugement des offres étaient de 60 % pour le mémoire justificatif, avec notamment les références de l'entreprise chargée des revêtements de surfaces minérales, et de 40 % pour le prix.

Le groupement retenu pour ce lot était composé d'Eiffage Travaux Publics Haute-Normandie, mandataire, et deux cotraitants l'entreprise MFEE (Mécanique

des Fluides, Energies et Environnement, EDF R&D) et Mineral Service.

Principales quantités

• Bétons	
- béton décoratif	: 5 857 m ²
- béton matricé veinage bois	: 2 885 m ²
- béton glacé	: 1 725 m ²
- béton clouté	: 1 250 m ²
• Briques	
- brique écartée	: 257 m ²
- brique laniérage	: 167 m ²
- caniveau	: 120 m ²
• Pavage	
- pavage granit	: 5 315 m ²
- pavés 1 rang	: 1 100 ml
- volige acier	: 2 600 ml
• Mobilier urbain :	
création agence L'Anton paysage	
• Eclairage :	
Entreprise Réseaux - Environnement	

Le montant du lot était de 6 950 k€ HT dont 1 600 k€ pour le traitement qualitatif.

Choix des matériaux

Avant la réalisation proprement dite, les entreprises ont réalisé un show room qui, sur 300 m², a constitué un véritable chantier.

Tous les matériaux y ont été posés : pavages, bordures, briques, bétons décoratifs mais aussi le mobilier urbain, les gabions et jusqu'aux mâts d'éclairage. Cette surface d'exposition avait pour but de présenter aux visiteurs et aux élus les matériaux retenus, d'affiner les détails de pose et de fabrication du mobilier urbain, spécialement conçu pour le projet.

Points particuliers

Pour mener à bien la réalisation, la maîtrise d'ouvrage posait une condition : maintenir la circulation en 2 x 2 voies (50 000 véhicules/jour dont 10 % de poids lourds) pendant toute la durée du chantier, de jour comme de nuit.

Devant cette difficulté, le groupement a tenu un planning très serré, les travaux du projet d'aménagement de part et d'autre de la RD 6015 se faisant sur des largeurs variant de 3 m à 12 m de chaque côté des voies routières.

Chacune des interventions de terrassements, de réseaux, d'aménagements qualitatifs (bétons décoratifs et pavages) puis la partie espaces verts se succédait à tour de rôle sur chaque tronçon. Ce phasage nécessitait une parfaite entente entre les entreprises.

Aménagement de la promenade paysagère sur 2,5 km

Sur le côté nord de la RD 6015 (photo 5), les revêtements choisis ont été des pavés granit de différentes sections, et un tapis d'enrobé pour constitution du trottoir. Les pavés ont été posés sur une forme en tout-venant 40/60 faisant réservoir, et les joints effectués avec un gravillon 4/6 pour faciliter l'écoulement des eaux de pluie.



Photo 5
L'aménagement de la RD 6015, vu côté nord
Improvements on road RD 6015, view from north side

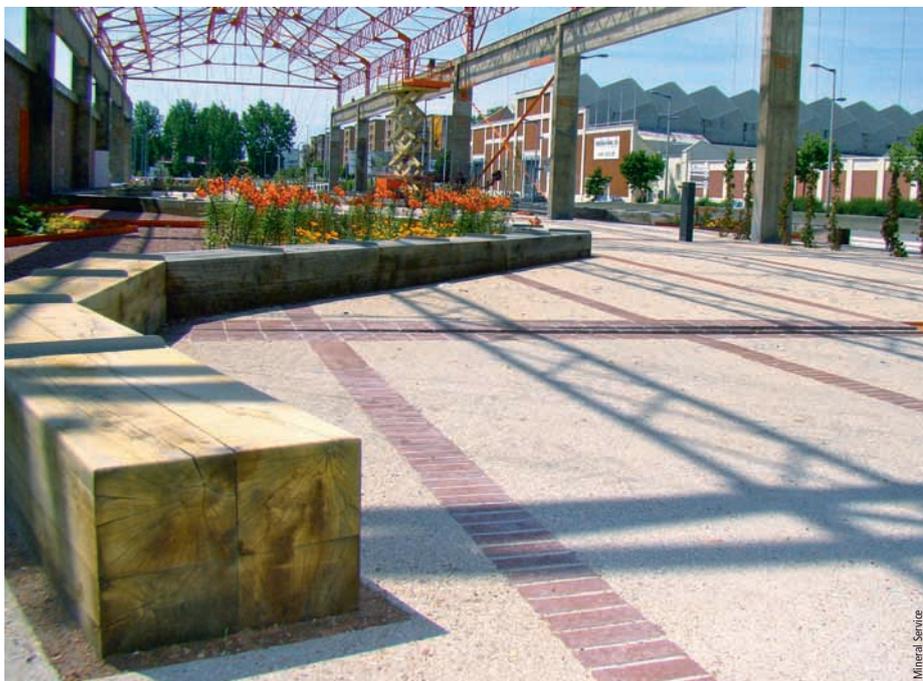


Photo 6
La Halle Dresser, face à l'usine
Halle Dresser market hall opposite the factory

Le terre-plein central a été réalisé avec des bordures, pavés de granit et stabilisé. Le côté sud est plus varié et plus qualitatif sur l'ensemble de la longueur :

- Les eaux de ruissellement sont collectées dans des noues qui amènent les eaux dans des réservoirs tampons.
- Un cheminement destiné aux piétons et aux cyclistes, d'une largeur variable de 3 à 6 m, a été réalisé en béton décoratif avec 2 finitions, l'une glacée, l'autre imprimée bois. Cette finition imprimée bois est assez originale. L'architecte ne

souhaitant voir que les veines du bois, une matrice rouleau a été spécialement créée.

- Cette promenade paysagère est bordée sur un côté par des gabions.
- Le tout est mis en valeur par une ambiance végétale.

L'aménagement d'une halle

La Halle Dresser, du nom de l'entreprise de métallurgie et du bâtiment emblématique dans lequel on a fondu l'hélice du paquebot France, borde l'entrée de ville du Havre. Sur ce bâtiment, il ne restait que la structure métallique du toit, les poteaux et, sur deux côtés, les anciens murs en brique.

La maîtrise d'œuvre a souhaité créer un lieu convivial et de repos, en la transformant en pergola (photo 6).

Dans cet ensemble, la couleur « orange/rouge », rappel de la brique du bâtiment, domine. La structure du toit a été

peinte en orange, les briques des coins repos sont posées avec de la pouzzolane rouge sombre, les massifs sont délimités avec des voliges orange. Un calepinage de briques et caniveaux a été imaginé. Enfin, un béton très légèrement désactivé a été clouté avec de la brique pilée (photo 7). Cet ensemble est agrémenté par des bancs en chêne qui servent de délimitation et protègent les massifs des plantes vivaces. Une réalisation d'exception.



Works in Le Havre

The completion of the new Grand Stade stadium and improvements at the main entrance to Le Havre testify to a city under full development, from the its east-most entrance to its west-most border on the beach's edge, terminus of the future tramway. With a seating capacity of 25,000, it can accommodate sporting and cultural events including major concerts. This 80M€ facility is primarily a fine architectural object, like a bluish cocoon nestled on the ground. The city's eastern entrance suffered from an excessive motorway image. The surrounding urban projects made it necessary to rethink thoroughly the status and appearance of a major thoroughfare (RD 6015). Current works seek to enhance the city's entrance and its urban fringes by providing a genuine avenue of quality integrating the soft travel modes and proposing innovative solutions relative to the visual effects of materials. On the site of the Grand Stade stadium and the city's entrance, over 47,000 m² of surfacing was applied by the company Mineral Service for a total of 3,600 k€.



Photo 7
Béton désactivé clouté et calepinage de briques - Halle Dresser
Deactivated concrete with inset chippings and brick patterns Halle Dresser

Moyens mis en œuvre pour la partie qualitative

Le chantier a démarré en juin 2011, pour être livré en septembre 2012. Le maître d'ouvrage a souhaité inaugurer ce chantier avec 2 mois d'avance, permettant ainsi aux Havrais de se rendre au Grand stade à pied ou à vélo, pour l'inauguration. Pour tenir ces délais, Mineral Service a employé 40 salariés. ■

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

AUTEURS

Philippe Chifflet
Directeur technique
Entreprise Roger Martin

Jean-Louis Ciceron
Directeur
Bâtiment du Grand Lyon (BGL)

Henri de Broutelles
Directeur
Eiffage Travaux publics
AER

Ammar Triche
Ingénieur
Direction technique
Eiffage Travaux publics

Charles Alberola
Directeur filiale
Sogecer Group
DBA STOP



Vue générale du théâtre gallo-romain d'Argentomagus à Saint-Marcel (Isère)
General view of Gallo-Roman theatre at Argentomagus, Saint-Marcel (Isère region)

Qualité, esthétique, variété, ingéniosité, souplesse, ... des réalisations en béton coulé en place



Les entreprises de mise en œuvre des réalisations en béton témoignent à nouveau que le béton coulé en place peut apporter des solutions innovantes, dont la qualité d'exécution et la variété des adaptations possibles stupéfient.

Ce panorama haut en couleurs en constitue une belle illustration, et se veut l'expression de la diversité des domaines d'emploi du béton coulé en place.

Introduction

Le promeneur contemplant un paysage, et détaillant de-ci de-là les contrastes que la nature lui propose, passe parfois sans s'attarder sur les œuvres réalisées par les entreprises de travaux publics. Or, force est de constater que, sans négliger l'aspect utilitaire de ces réalisations et sans compromettre leur résistance finale, maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre et entrepreneurs font preuve d'ingéniosité pour proposer une solution adaptée et variée à chaque situation.

Le résultat de ce dessein, comme toute réussite, procure une fierté légitime et marque le paysage de leur empreinte. Guidons le promeneur dans son parcours de découverte !

Des variantes adaptées aux réalisations

Le béton coulé en place ne s'impose pas nécessairement immédiatement à l'esprit, et pourtant, il offre souvent un gain de temps à la réalisation, tout en s'associant à la recherche de l'esthétique.

L'escalier du Grand stade de Lille

Alternative intéressante, l'escalier du parvis nord du Grand stade de Lille a été réalisé en trois sections par coulage en béton extrudé.

L'escalier comporte 11 marches de 37 x 14 cm de hauteur sur une longueur de 142 m pour la plus longue. Les marches ont été coulées une à une par coffrage glissant avec un cadencement d'une marche par jour (photo 1).

La machine coulait le béton avec un moule déporté et circulait avec la toupie sur le remblai technique préparé chaque jour en parallèle et avant chaque nouvelle marche. Ce remblai était constitué en partie arrière de l'escalier d'une couche de grave traitée de 14 cm sur 5,00 m de largeur.

A l'arrière de chaque marche, une sur-largeur de 20 cm en béton avec une empreinte négative intégrée permettait un recouvrement entre chaque marche et le non-glissement des marches entre elles (figure 1). Les joints de retrait, aménagés tous les 3 m, ont été sciés chaque matin.

La nature du béton est un C25/30 CEM III, $D_{\max} = 12$ mm extrudé, de teinte très claire.

La finition est très soignée, avec un aspect béton lissé à la sortie du moule sans traitement particulier.

Grand stade de Lille Métropole à Villeneuve d'Ascq

- **Maître d'ouvrage** : ELISA
- **Groupement concepteur-constructeur** : Eiffage Travaux Publics, Eiffage Construction Métallique, FORCLUM
- **Architectes** : Valode & Pistre, Pierre Ferret atelier d'architectures
- **Entreprise (allocataire et de mise en œuvre de la solution en béton)** : AER - Eiffage Travaux Publics, Equipement de la Route



Photo 1
Réalisation de la 5^e marche de l'escalier du Grand stade de Lille
Casting of fifth stairway step for Lille's Grand Stade stadium

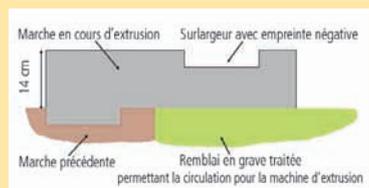


Figure 1

D.R.

Une canalisation multitubulaire pour les réseaux du tramway d'Angers

De fin 2008 à 2011, Eiffage Travaux Publics Ouest et sa filiale DLE (Devin Lemarchand Environnement) ont exécuté le marché d'aménagements urbains, comprenant les travaux de terrassements des plates-formes du tramway, la pose du réseau de multitubulaires, les travaux de VRD sur deux tronçons d'une longueur totale de 5,5 km au cœur de la ville d'Angers.

Ce chantier, mené en 24 mois environ, est de configuration classique et similaire à ceux des tramways préalablement conduits par le groupe Eiffage Travaux Publics. Seul le centre-ville, avec la spécificité de la technologie d'alimentation par le sol (APS), a impliqué des dispositions particulières lors de la réalisation des revêtements.

L'une des variantes proposée par le groupement, est la mise en place du réseau de multitubulaires à l'aide d'une

machine à coffrage glissant. Cette innovation, portée par AER, filiale d'Eiffage Travaux Publics, a déjà fait ses preuves sur d'autres projets du groupe avec pour avantages :

- un rendement plus élevé par rapport à la méthode classique du coffrage, et
- des bénéfices environnementaux non négligeables : absence de coffrage en bois et d'huile de démoulage.

Cette technique, réseau multitubulaire extrudé pour tramways et aménagements urbains, a d'ailleurs été primée dans le cadre du Trophée Eiffage de l'innovation.

Les réseaux multitubulaires transportent des énergies (courants fort et faible) telles que l'alimentation du tramway et de la signalisation ferroviaire, la fibre optique, les réseaux pour les caméras et la billetterie, ... Constitués de nombreux fourreaux, ces réseaux sont bétonnés pour garantir une résistance mécanique aux différentes contraintes (sol, trafic, vibration, ...). Ils sont généralement construits de part et d'autre de la plate-forme de tramway. L'exécution classique de ces ouvrages consiste à les réaliser sur place de manière traditionnelle : coffrage, coulage, démoulage.

Dans le cadre du tramway d'Angers, Eiffage Travaux Publics et ses partenaires ont proposé deux variantes garantissant la productivité (gain de temps) et la finition (gain de qualité) : une solution « préfabriquée en usine » et une solution « coulée en place » à l'aide d'une machine à coffrage glissant. Pour cette seconde solution, les tuyaux sont tout d'abord assemblés sur le fond de forme

préalablement réglé et compacté. Le béton est ensuite mis en œuvre à l'aide de la machine à coffrage glissant équipée d'un moule adapté au nombre de fourreaux à enrober (photos 2 et 3).

Cette technique permet un rendement supérieur aux autres solutions. Elle est principalement adaptée à un contexte périurbain, car elle requiert une largeur de travail minimale, ou à des chantiers « furtifs » nécessitant un délai réduit d'exécution.

Des réalisations adaptables au contexte

Les solutions coulées en place, sans se départir de leur flexibilité et rapidité d'exécution et de leur respect des sites concernés, proposent des parements variés et favorisent une meilleure intégration dans l'environnement.

Barrière en béton sur la RN141 (Limousin), séparateur matricé "vieille pierre"

La section La Barre - Le Breuil, de 7,5 km, constitue le « chaînon manquant » de la RN 141 et de la Route Centre Europe Atlantique (RCEA). Bien que les caractéristiques de ce tronçon soient relativement bonnes, il n'en constitue pas moins un point noir :

- Plusieurs zones d'accidents sont identifiées, avec la présence de nombreuses intersections et d'un bâti relativement dense qui s'est établi tout le long de la route.

Cœur de la ville d'Angers

- **Maître d'ouvrage** : Angers Loire Métropole
- **Maître d'ouvrage délégué** : Groupement TSP (Transamo, Société d'Aménagement de la Région d'Angers, Ingénierie Management Projet)
- **Maître d'œuvre** : Ingerop (mandataire) / Inexia / Tractebel / Cabinet d'architectes Frédéric Rolland
- **Groupement d'entreprises** : DLE Ouest (groupe Eiffage, mandataire), Eiffage Travaux publics Ouest, société Luc Durand



Photo 2
Vue d'un masque de multitubulaire
View of a multi-tubular mask



Photo 3
Coulage de la multitubulaire avec machine à coffrage glissant
Multi-tubular casing with slipform machine

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

- De nombreuses nuisances pour les riverains : bruit, pollution atmosphérique et dégradation des abords de la voie (friches diverses).

Partie intégrante du marché des dispositifs de retenue, la notion d'ornement « imitation vieille pierre » (photo 4) a été voulue par la maîtrise d'ouvrage, DREAL Limousin (direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), afin de respecter l'esprit de la région. Cette barrière en béton de grande hauteur (LBA) sert également d'écran anti-bruit dans une zone dite marécageuse.

L'entreprise DBASTOP et son personnel ont fait preuve de créativité pour répondre aux spécificités de ce marché. L'entreprise SATI (Société d'applications des techniques industrielles) de Tournefeuille a aussi participé à la conception du moule d'extrusion et de ses accessoires. Un rouleau a été adapté à l'arrière du moule juste après la mise en forme de la LBA. Sur ce rouleau, une matrice en polyuréthane permet au dessin de s'imprimer à l'avancement de la machine (photo 5). La qualité du béton reste un gage de réussite important. Sa plasticité est primordiale pour le bon matriçage. Un échange permanent entre le centraliste et le chauffeur machine permet la bonne mise en œuvre et un rendu conforme aux exigences du client.

Chemineements du théâtre d'Argentomagus à Saint-Marcel (Isère)

Pour assurer la pérennité des lieux touristiques, et la sécurité de leurs visiteurs, il est utile de savoir que des solutions d'aménagement en béton peuvent être mises en œuvre avec des moyens de petite envergure, garantissant ainsi une exécution « cousue main » sans dommage au patrimoine, et permettant *in fine* une bonne concordance d'aspect.

Le théâtre gallo-romain sur le site du musée archéologique d'Argentomagus est un édifice à gradins de plan semi-circulaire, destiné à des représentations dramatiques et jeux scéniques. Aujourd'hui, il en reste quelques vestiges qui accueillent le festival des Milliaires, du nom des bornes romaines.

Il était nécessaire d'intervenir sur les zones de circulation des visiteurs, de manière à leur offrir un cheminement sûr et garantissant le maintien des vestiges du 1^{er} siècle, classés monument historique.

La solution d'aménagement a été réalisée en béton désactivé (photo 6) avec un choix de granulats de couleur adaptée au site, associé à des nez de marche en bois.

Théâtre gallo-romain – lieu-dit « Les Douces » à Saint-Marcel (Isère)

- Maître d'ouvrage : DRAC (direction régionale des Affaires culturelles) Région Centre
- Réalisation : Entreprise Roger Martin



Photo 6
La réalisation de l'accès au théâtre
Work on access to Gallo-Roman theatre

Des réalisations tenant compte des nuisances

Si, *in fine*, les aménagements apportent un avantage aux riverains et usagers, il n'en reste pas moins que les nuisances occasionnées par les travaux restent très présentes dans leur esprit et conditionnent souvent leur perception des ouvrages réalisés. Les maîtres d'ouvrage et d'œuvre sont donc très attachés à la furtivité des travaux, et les entreprises s'appliquent à trouver des solutions qui répondent à cette attente.

Aménagement du lycée de Saint-Romain-en-Gal (Rhône)

Cette opération s'inscrit dans la réhabilitation complète d'un lycée qui compte plus de 1 700 élèves (photo 7). Le calendrier des travaux, échelonnés sur 4 ans, devait impérativement être tenu pour les différentes rentrées scolaires. En outre, la gestion de la co-activité (flux d'élèves) et celle de la sécurité d'un chantier avec des élèves à proximité étaient essentielles (pas de circulation d'engins lors des entrées et sorties des cours, ni pendant la pause déjeuner, par exemple).

La société BGL (Bâtiment du Grand Lyon) a exécuté l'ensemble des revêtements extérieurs en béton. Les allées et les seuils des bâtiments ont été réalisés au fur et à mesure des constructions. En revanche, pour le parvis de l'entrée principale du lycée (photo 8), qui représente 5 000 m² en structure BAC, l'entreprise est intervenue en pleine période d'examens, de mi-mai à mi-juillet 2012.

RN 141, section La Barre - Le Breuil (Limousin)

- Maître d'ouvrage : DREAL Limousin
- Architecte : Jacques Segui, Ingénieur paysagiste
- Entreprise : Entreprise Malet SA
- Réalisation de la LBA matricée : DBASTOP
- Fournisseur du béton : Gallaud



Photo 4
La LBA matricée « vieille pierre »
"Old stone" pattern for concrete barrier



Photo 5
Détail du matriçage à la sortie du rouleau
Detail of pattern produced by roller

Lycée polyvalent Ella Fitzgerald de Vienne à Saint-Romain-en-Gal (Rhône)

- **Maître d'ouvrage** : Région Rhône-Alpes
- **Architecte** : Atelier Bernard Paris et associés
- **Réalisation** : Société BGL (Bâtiment Grand Lyon)
- **Type de béton** : béton désactivé
 - surface : 8 500 m²
 - épaisseur : 15 cm
 - granulats : Sauveterre 16/22
 - ciment : gris



Photo 7
Vue générale du bâtiment principal et du parvis
General view of main building and forecourt



Photo 8
Vue de l'entrée du lycée polyvalent
View of lycée polyvalent entrance

Dès lors, le planning des travaux était astreint aux impératifs des examens et ne devait pas générer de bruit pendant les épreuves (BAC, BTS, ...).

Tramway de Dijon

« Le 1^{er} septembre 2012 restera une date historique pour notre ville. Elle marque l'entrée de Dijon de plain-pied dans le XXI^e siècle. Quand souvent dans ce genre de projet, les retards s'accumulent, à

Dijon, nous livrons la ligne 1 du tramway avec près de 9 mois d'avance sur le calendrier d'origine ! Et c'est comme si une ville nouvelle s'était créée. Outre l'amélioration de la qualité de l'air et la diminution des gaz à effet de serre, les nuisances sonores diminuent. Le tramway redistribue aussi l'espace public avec une large place aux piétons, aux vélos, et une juste place à la voiture... » souligne, lors de l'inauguration, François Rebsamen, sénateur-maire de Dijon et président du Grand Dijon.

Ce chantier d'envergure a transformé la ville. La maîtrise d'œuvre et les entreprises se sont évertués à réaliser des travaux qui portent sur toute la cité dijonnaise dans les temps impartis, de manière à minimiser l'impact sur les populations et offrir aux habitants, non seulement une réalisation d'exception, mais le loisir d'utiliser ces nouveaux équipements plus tôt que prévu. L'entreprise Roger Martin a réalisé des aménagements connexes au tramway, en proposant des revêtements de couleurs différentes en béton désactivé qui flattent l'œil.

Conclusion

Cet éventail de réalisations propose au lecteur de poser plus profondément son regard sur les aménagements que les collectivités locales et leurs architectes ont imaginés et de prendre conscience que le béton coulé en place offre une multitude d'opportunités et de solutions. ■

Aménagement du centre de Dijon

- **Maître d'ouvrage** : Grand Dijon
- **Maîtrise d'œuvre** : EGIS Rail
- **Architecte** : Alfred Peter, architecte paysagiste
- **Réalisation** : Entreprise Roger Martin
 - Avenue Foch (photo 9) : granulats 4/10 recomposé couleur gris et rose, 600 m³
 - Gare de Dijon ville (photo 10) : granulats 6/10 couleur crème, 600 m³
 - Rues de l'arquebuse et Chenove : granulats 10/14 couleur rose, 1 250 m³.



Photo 9
Avenue Foch
Avenue Foch



Photo 10
Parvis de la gare de Dijon ville
Forecourt of Dijon ville train station

AUTEURS

Jean-Marc Potier
Chargé de mission technique
Syndicat national
du béton prêt à l'emploi (SNBPE)

Joseph Abdo
Directeur délégué route
CIMbéton



Mise en œuvre du MACES en poutre de rive
Placing of MACES for edge beam

Les matériaux autocompactants à base de ciment



Les matériaux autocompactants sont des matériaux hydrauliques spécialement élaborés pour ne pas nécessiter de compactage lors de leur mise en œuvre. Ce sont des mélanges de granulats (sables, gravillons, fillers, etc.), de ciment, d'eau et d'adjuvants.

Les matériaux autocompactants ont été introduits en France dans les années quatre-vingt-dix pour pallier les difficultés rencontrées avec le remblayage classique des tranchées. Devant le succès rencontré, ces matériaux se sont diversifiés pour répondre à d'autres besoins spécifiques, tels le remblai technique (remblayage derrière les culées des ouvrages d'art) et les MACES (matériaux autocompactants essorables de structures) pour l'élargissement des routes.

Introduction

Comme le laisse suggérer leur appellation, les matériaux autocompactants sont des matériaux qui se mettent en place naturellement, par simple déversement, sans compactage ni vibration (photo 1).



Photo 1
Remblayage de tranchée
Trench backfill

Ils assurent en quelques heures une stabilité suffisante permettant une remise en circulation rapide (de une à six heures selon les produits pour la circulation piétons). Ils présentent à long terme des résistances mécaniques adaptées à l'usage. Trois types de matériaux autocompactants sont aujourd'hui disponibles dans la plupart des unités de production du béton prêt à l'emploi (BPE).

Les matériaux autocompactants pour le remblayage des tranchées

Les réseaux enterrés sont devenus indissociables du développement de l'espace urbain. Il est nécessaire d'installer de nouveaux réseaux suite au progrès technologique et aux innovations techniques (câble, fibre optique, ...). En outre, il convient de faire face à une urbanisation extensive liée à une démographie sans cesse croissante, d'où l'extension des réseaux existants.

Mais, bien évidemment, les réseaux existants sont également concernés, que ce soit pour des interventions dues au vieillissement et à la dégradation des

réseaux, ou pour des remplacements complets, essentiels par exemple à des augmentations de capacité.

Or, malgré des règles de l'art bien définies, les tranchées remblayées classiquement présentent encore, en proportion importante, une défaillance de comportement liée essentiellement à une insuffisance de compactage lors de leur remblayage.

Les matériaux autocompactants permettent de pallier ces difficultés parce qu'ils ne nécessitent aucun compactage. Ils assurent donc un parfait enrobage des gaines (photo 2) sans risque pour les éventuels réseaux traversant.



Photo 2
Portance rapide et enrobage parfait
Quick bearing and perfect duct surround

A terme, ils permettent de s'affranchir des problèmes d'ornièrage trop souvent constatés avec les techniques traditionnelles (figures 1 et 2).

Ils présentent à long terme des résistances mécaniques suffisantes mais volontairement limitées pour permettre, en cas de besoin, une ré-excavation facile de ces tranchées.

Leur dosage en ciment est limité (moins de 100 kg/m³), les matériaux non essorables présentent souvent une faible granulométrie (0/6,3).

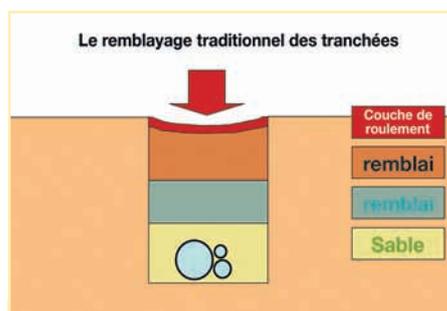


Figure 1
Matériaux traditionnels : risques d'ornièrage de la couche de roulement

Traditional materials : wearing course rutting risks

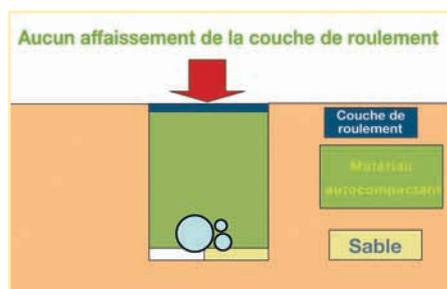


Figure 2
Matériau autocompactant : aucune déformation de la couche de roulement

Self-compacting material: no wearing course deformation



Photo 3
Ré-excavabilité facile
Easy re-excavation

Les produits

La plupart des unités de production de béton prêt à l'emploi (BPE) proposent une gamme de matériaux autocompactants. On distingue deux familles de produits ; ces produits peuvent être colorés, ils assurent dans ce cas le rôle d'avertisseur lors des interventions sur des réseaux EDF ou GDF (photo 4) :

- Les produits essorables : produits dont la capacité portante s'acquiert dans un premier temps par essorage du matériau et ensuite par la prise du liant.
- Les produits non essorables : produits dont la fluidité est obtenue par l'utilisation d'adjuvants fluidifiants spécifiques. La capacité portante s'acquiert uniquement par la prise du liant.



Photo 5
Remblayage de mini-tranchée sous accotement
Backfill of mini-trench under shoulder



Photo 4
Matériau autocompactant coloré
Coloured self-compacting material

Les domaines d'emploi

L'un des domaines d'application privilégié des matériaux autocompactants est les tranchées étroites (photo 5) ; c'est pour cela que la norme expérimentale

XP P 98-333 [1] considère cette solution comme la seule valide pour les micro-tranchées sous trottoir ou voirie, et comme solution recommandée pour les mini-tranchées (sauf sous espaces verts) (tableaux 1a et 1b).

	Espaces verts	Trottoirs et accotements	Chaussées et zones circulées
Réemploi de matériaux extraits	OUI	NON	NON
Substitution en matériaux traditionnels	OUI	NON	NON
Substitution en matériaux autocompactants	NON	OUI	OUI

Tableau 1a
Micro-tranchées (Extrait de la norme XP P 98-333)
Micro-trenches (from standard XP P 98-333)

	Espaces verts	Trottoirs et accotements	Chaussées et zones circulées
Réemploi de matériaux extraits	OUI	OUI	NON
Substitution en matériaux traditionnels	OUI	OUI	OUI
Substitution en matériaux autocompactants	NON	OUI	OUI

Tableau 1b
Mini-tranchées (Extrait de la norme XP P 98-333)
Mini-trenches (from standard XP P 98-333)

Dossier Les bétons d'aménagement créent la différence

Les dimensions des micro et mini-tranchées sont données figure 3.

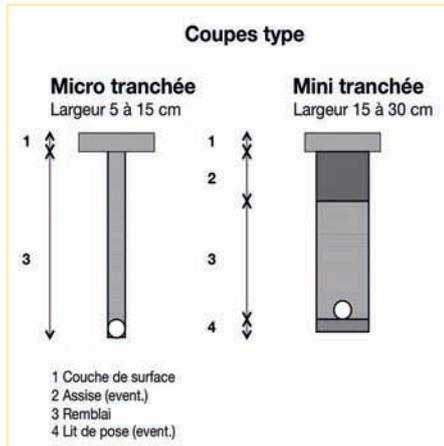


Figure 3
Coupes types d'une micro et d'une mini-tranchée
(Extrait de la norme XP P 98-333)
Typical cross-sections of micro-and mini-trenches

Les tranchées urbaines encombrées (croisement, superposition de réseaux), constituent un autre domaine d'emploi car il est difficile – voire impossible – d'y réaliser un compactage correct (photo 6). Plus généralement, cette technique est particulièrement adaptée au remblayage des tranchées ayant à satisfaire les deux exigences suivantes :

- une remise en circulation rapide,
- une absence de tassement différentiel ultérieur.



Photo 6
Remblayage en zone urbaine
Backfill in urban zone

Les matériaux autocompactants pour les remblais techniques

Ces matériaux sont des graves fluides autocompactantes, auto-essorables et excavables. Ils sont fabriqués en centrale de BPE et livrés sur chantier par camion-malaxeur.

Cette technique peut être appliquée sur des ouvrages neufs tels que les P.I.P.O. (passages inférieurs portique ouvert) sur lesquels se posent souvent des problèmes d'accessibilité et de compactage des remblais techniques pour les ouvrages en déblais (photo 7).

Les avantages des matériaux autocompactants pour la réalisation des tranchées

- Mise en œuvre aisée et rapide par camion malaxeur,
- Meilleure productivité, peu de main-d'œuvre,
- Pas de compactage,
- Accès aux tranchées étroites,
- Pas de stockage de matériaux de remblai,
- Moins de gêne pour l'utilisateur, moins de nuisances pour les riverains,
- Plus de sécurité pour les ouvriers,
- Meilleur enrobage des gaines,
- Remise en circulation rapide,
- Solution durable,
- Produit ré-excavable,
- Solution économiquement performante.

Caractéristiques envisagées pour établir une fiche-produit

Mise à jour le :		
DONNEES GENERALES		
Désignation commerciale : Type de matériaux : <input type="checkbox"/> Essorable <input type="checkbox"/> Non essorable Usage : <input type="checkbox"/> Enrobage <input type="checkbox"/> Remblai <input type="checkbox"/> Assise de chaussée (trafic ≤ T3) Pour sol encaissant : <input type="checkbox"/> Très perméable <input type="checkbox"/> Perméable <input type="checkbox"/> Tous types de sol		
DESCRIPTION DU MATERIAU FRAIS		Intervalles de variation
Granulométrie : <input type="checkbox"/> Discontinue <input type="checkbox"/> Continue Nature granulats : <input type="checkbox"/> Roulés <input type="checkbox"/> Concassés <input type="checkbox"/> Semi-concassés D _{max} : _____ mm Addition : _____ Liant : _____ Eau : _____ Adjuvants : _____		Dosages : _____ à _____ kg/m ³ _____ à _____ kg/m ³ _____ à _____ kg/m ³ _____ à _____ _____ à _____
CARACTERISTIQUES EN LABORATOIRE DU MATERIAU A L'ETAT FRAIS		Procédures d'essais
Affaissement au cône d'Abrams : _____ à _____ mm Etalement au cône d'Abrams : _____ à _____ Masse volumique apparente prod. non essorable : _____ à _____ kg/m ³ Stabilité : _____ % : _____ à _____ h % : _____ à _____ h		NF P 18 451 à préciser à préciser à préciser
CARACTERISTIQUES EN LABORATOIRE DU MATERIAU DURCI AGE D'AU MOINS 28 JOURS		Procédures d'essais
Résistance à la compression 28 j : _____ à _____ MPa Module d'élasticité à 28 jours : _____ à _____ MPa Résistance à la compression à 90 jours : _____ à _____ MPa Masse volumique apparente : _____ à _____ kg/m ³ Porosité ouverte : _____ à _____ % Perméabilité à l'eau : _____ à _____ m/s Perméabilité à l'air : _____ à _____ m/s Résistivité thermique : _____ à _____ Km/W Résistance au gel / dégel : _____ pH et agressivité chimique : _____		à préciser à préciser à préciser à préciser à préciser à préciser à préciser à préciser
CARACTERISTIQUES MESUREES SUR PLANCHE D'ESSAI		Date :
Longueur de la tranchée : _____ m Matériau du lit de pose : _____ heures Matériau de l'enrobage : _____ Perméabilité de l'encaissant : <input type="checkbox"/> Très perméable <input type="checkbox"/> Perméable <input type="checkbox"/> Peu perméable Température extérieure au cours des 24 premières heures : Mini _____ °C Maxi _____ °C Enfoncement de 2,5 cm du boulet de Kelly : _____ minutes Panda Rp (0 à 50 cm) ≥ 2 MPa à : _____ heures ou PDG 1000 ec (0 à 50 cm) ≤ 60 mm/c à : _____ heures Panda Rp (0 à 50 cm) ≥ 8 MPa à : _____ heures ou PDG 1000 ec (0 à 50 cm) ≤ 15 mm/c à : _____ heures EV2 (plaque Ø 600 mm) > 35 MPa à : _____ heures EV2 (plaque Ø 600 mm) > 50 MPa à : _____ heures EV2 (plaque Ø 600 mm) à _____ heures : _____ MPa EV2 (plaque Ø 600 mm) à _____ heures : _____ MPa Déflexion à 28 jours : _____ 100 ^e de mm EV2 (plaque Ø 600 mm) à 28 jours : _____ MPa		
CONSEILS DE MISE EN ŒUVRE		
Délai maximum fabrication/mise en œuvre : _____ heures Durée minimum de malaxage avant déversement : _____ minutes Pente longitudinale maximum admissible : _____ % Couche d'accrochage de la couche roulement, nécessaire : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Nature : _____ Protection superficielle avant restitution à circulation, nécessaire : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Nature : _____		

Exemple de fiche produit d'un matériau autocompactant
Example of product data sheet for self-compacting material



Photo 7
Mise en œuvre en remblai technique
Technical backfill placement

Elle s'applique également lors de l'élargissement de chaussées (passage à 2 X 2 voies, par exemple) nécessitant des reprises et redimensionnement d'ouvrages d'art. Dans ce cas, les solutions traditionnelles imposent de compacter le matériau de remblai dans un ouvrage déjà fragilisé. D'où l'intérêt d'une solution alternative, fondée sur un remblaiement sans compactage, qui assure l'obtention rapide d'une assise avec des performances techniques permettant la construction d'une dalle, avec la certitude d'une répartition des charges sans tassement.

Les avantages des matériaux autocompactants pour la réalisation des remblais techniques

- Raccourcir les délais des déviations et réduire les nuisances sonores.
- Peut faire office de couche de forme.
- Grande stabilité dimensionnelle.
- Fonction drainante après prise.
- Gain de temps par rapport à la mise en œuvre traditionnelle.
- Coût global compétitif.

Les MACES

Les matériaux autocompactants essorables de structure (MACES) sont une nouvelle génération de matériaux hydrauliques possédant les propriétés suivantes :

- Ils sont fluides à la mise en œuvre et ont un caractère autoplaçant.
- Ils acquièrent une portance rapide par « essorage » (autocompactage).
- Et une fois durcis, ils ont une résistance de l'ordre de celle des graves aux liants hydrauliques.

Une formule typique de MACES comprend un squelette granulaire de diamètre maximal 14 à 20 mm, un dosage en ciment de 140 kg/m³ et une teneur en eau efficace d'environ 200 L/m³.

La principale application de ces matériaux est en élargissement de chaussée à faible trafic (jusqu'à T3) comme poutre de rive (photo 8). En effet, avec les mé-

thodes traditionnelles en grave non traitée (GNT), il y a des problèmes récurrents de sous-compactage d'où une apparition rapide de désordres.



Photo 8
Mise en œuvre du MACES en poutre de rive
Self-compacting backfill for road side beam

Ces matériaux peuvent être mis en œuvre quelle que soit la perméabilité du sol support : sur un sol perméable, l'eau en excès s'évacue par le bas, sur un sol imperméable elle s'évacue par le haut. Dans les deux cas, ce départ d'eau se fait sans dégrader l'homogénéité du matériau.

Dans les cas les plus courants, le matériau peut être ouvert à la circulation des piétons (photo 9) en une à deux heures ; une couche de roulement, généralement en enduit superficiel (photo 10), peut ainsi être réalisée quelque heures après le coulage pour une remise en circulation de véhicules légers en six heures environ, et des poids lourds en 24 heures.



Photo 9
Acquisition de portance rapide
Quick bearing capacity



Photo 10
Réalisation de l'enduit
Surface dressing



Cementitious self-compacting materials

Self-compacting materials are cementitious mixes specially designed to eliminate the need for compacting during laydown. They are mixtures of aggregates (sand, chippings, fillers, etc.), cement, water and additives. In France, self-compacting materials were introduced in the 1990s to deal with difficulties encountered with conventional trench filling operations. In view of their successful use, these materials have been diversified to meet other specific requirements, such as technical backfill (e.g. backfill behind bridge abutments) and MACES (acronym for free-draining self-compacting structural materials) for road widening.

Les avantages des MACES

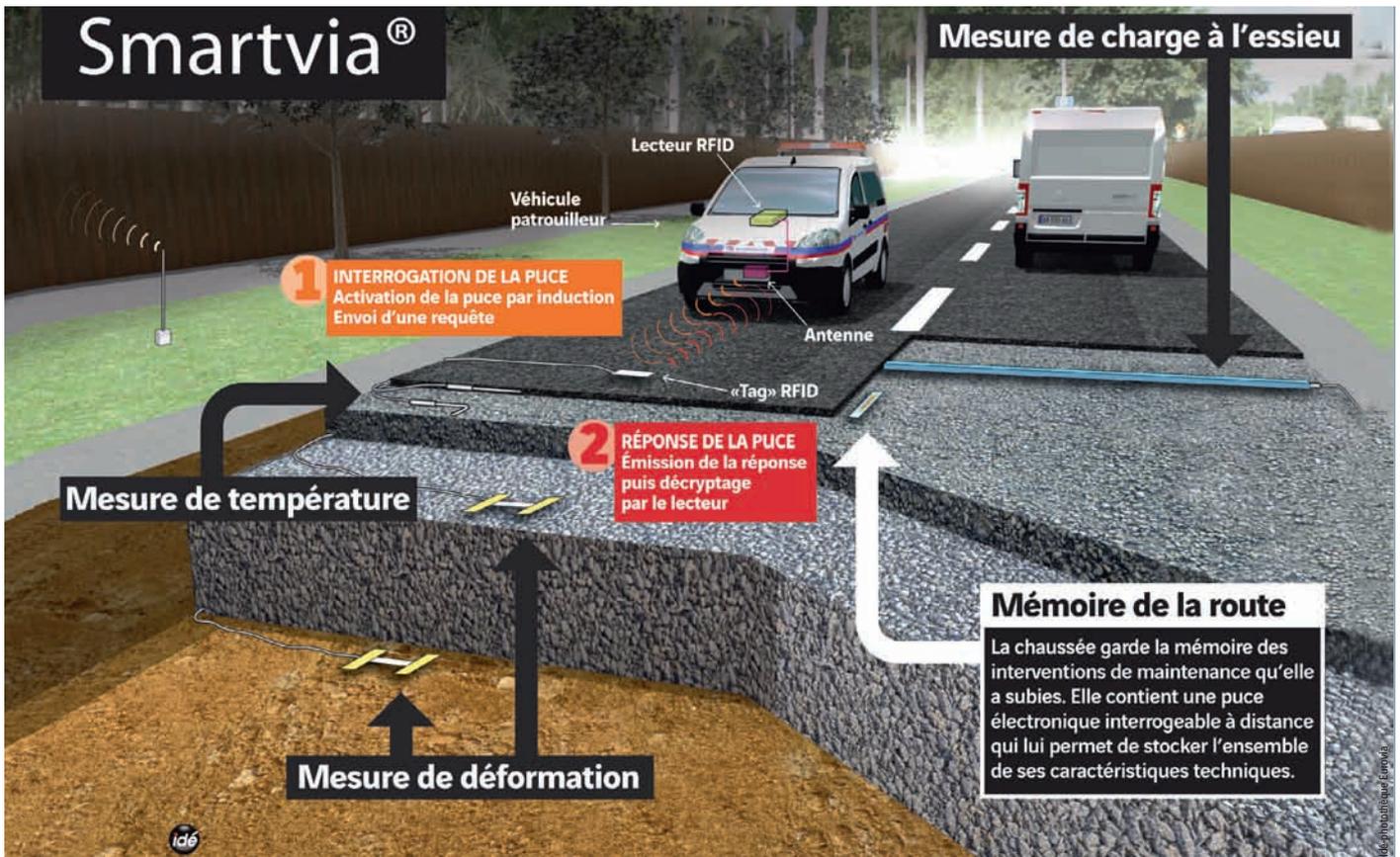
- Technique unique quelle que soit la largeur des terrassements
- Limite/évite l'acquisition foncière
- Assurance du compactage et de la qualité du produit en place
- Rapidité de mise en œuvre
- Technique utilisable quelle que soit la taille du chantier
- Aucune vibration
- Remblaiement en une seule couche quelle que soit l'épaisseur

Conclusion

Les chantiers réalisés avec les matériaux autocompactants donnent toute satisfaction à l'ensemble des acteurs (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, concessionnaires de réseaux et entreprises). Le marché s'élève actuellement à environ 500 000 m³ par an. Les chantiers réalisés en France sont nombreux et concernent l'ensemble des domaines d'application. ■

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Norme XP P 98-333 Chaussées et dépendances - Tranchées de faible dimension AFNOR, juin 2009



Congrès de l'IDRRIM

« Préserver l'existant et préparer le futur »

AUTEUR

Jean-Louis Perrot
Comité de pilotage
RGRA

Après Montpellier, Rennes et Metz, Lyon a accueilli la 5^e édition d'Interoute & Ville 2012, du 2 au 4 octobre dernier. Conjointement au salon, qui a réuni quelque 200 exposants, l'Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité (Idrrim) a tenu son 1^{er} congrès, consacré à la préservation des patrimoines d'infrastructures, au diagnostic, à la programmation, aux études techniques et à l'innovation. Il a rassemblé plus de 700 participants et 105 intervenants ont animé 43 conférences pour circonscrire la mobilité de demain.

Ce double événement confirme combien il est important que les décideurs, les ingénieurs et les entreprises collaborent pour prendre en compte les contraintes et les évolutions qui découlent de la crise économique et financière européenne et trouver les réponses aux défis posés.

La cérémonie d'ouverture

Partant du contexte actuel, le 1^{er} congrès de l'Idrrim avait pour thème global « Les infrastructures de transports terrestres : préserver l'existant et préparer l'avenir ». Jean-Louis Marchand, *past-président*, et Marc Tassone, directeur général de l'Idrrim, ont rappelé le chemin parcouru depuis plusieurs années « et pourtant tout reste à faire en matière d'interfaces des mobilités et du

développement durable et pour l'entretien du patrimoine » [1].

Jean-Luc da Passano, vice-président chargé de la voirie au conseil général du Rhône, a souligné la volonté du département d'adopter une approche globale et transversale des problèmes de déplacements, soulignant qu'il fut le premier à lancer, il y a 20 ans, une charte avec les entreprises pour moderniser le réseau routier et lutter contre l'insécurité routière.

Yves Krattinger, sénateur et président de l'Idrrim, a mis l'accent sur le besoin de compétences dans notre pays. Avec la décentralisation qui a marqué un certain retrait de l'Etat dans les infrastructures : « La période a changé ; on n'est plus dans le même monde. Ayant à assurer plus de 87 % des déplacements et du fret, les besoins d'entretien des réseaux requièrent des compétences que l'on est en train de perdre et dont il faut assurer le transfert... Si notre pays oublie ce

transfert, il le paiera très cher... En effet, il faut 5 ans pour atteindre un bon niveau de connaissance et 15 ans pour devenir un expert ». Dans ce contexte, l'Idrrim a toute sa place dans les milieux professionnels pour renforcer la qualification des métiers et faire de la prospective. Devant la baisse des moyens de tous ordres consacrés à la route, la communauté routière a de bonnes raisons de ne pas laisser le patrimoine se détériorer doucement d'où le thème du congrès.

Les 7 priorités du département du Rhône

Le département compte 1,7 million d'habitants sur une petite superficie, au confluent de routes nationales et internationales ; un tiers du réseau est situé à plus de 700 m d'altitude.

Jean-Luc da Passano a rappelé les priorités fixées pour les 3 200 km de routes relevant de la gestion du département :

1. Modernisation du réseau et sécurité routière ;
2. Prise en compte des deux-roues (pistes cyclables et voies vertes) ;
3. Environnement de la route, en coopération avec les architectes-paysagistes : utilisation des matériaux recyclés, abords des dépendances vertes, lutte contre l'ambrosie, etc. ;
4. Entretien et surveillance des routes et ouvrages d'art et renforcement de l'information aux usagers ;
5. Desserte des nouveaux pôles ;
6. Partage de la route et multimodalité : « *Nous refusons de faire des catégories* » ;
7. Surveillance quotidienne de 3 200 km, de 60 lignes de transports en commun et de 25 000 enfants scolarisés, grâce au PC Rhône-déplacements, installé au SDIS.



Le mont Saint-Rigaud est le point culminant du département du Rhône

Daniel Bursaux, représentant le ministre délégué en charge des transports (MEDDE), a rappelé que l'origine de l'Idrriim remonte à la mise en œuvre des lois de décentralisation et a insisté pour que l'institut apporte les vraies réponses aux questions : « *Comment maîtriser les coûts d'entretien ? Quelles solutions techniques adopter ? Comment mettre en œuvre la route intelligente ?* ». L'Etat attend des propositions sur tous ces sujets, des orientations claires sur le redéploiement des activités traditionnelles vers l'avenir afin d'être un acteur de la transition écologique.

Abordant le point de vue économique, Daniel Auverlot, du Centre d'analyse stratégique (CAS), a souligné la richesse apportée aux activités humaines par les déplacements et le fait que plus les hommes sont reliés entre eux, plus la valeur ajoutée à leurs travaux est importante. Ainsi, la crise économique met en perspective les aspects techniques et financiers de la gestion du patrimoine d'infrastructures avec les notions d'économie globale et de cycle de vie.

Pour mieux éclairer tous ces sujets stratégiques pour l'avenir de la route, nous avons suivi quelques conférences sur les thématiques de l'entretien et sur les axes de recherche en faveur d'une meilleure gestion de patrimoine.

« Evaluation et programmation de l'entretien d'un patrimoine de chaussées/voies »

Placée sous la présidence de Patrick Dieny, ancien président de l'Association des directeurs de services techniques départementaux (ADSTD), directeur général adjoint au conseil général du Rhône, cette conférence a abordé les grandes étapes de la mise en place d'une politique d'entretien, un sujet certes « *vieux comme le monde si l'on imagine un Idrriim des voies romaines* », mais à actualiser avec un regard de 2012.



La formalisation des objectifs dans un manuel qualité, l'élaboration d'un processus à partir de règles de gestion, des procédures qui précisent la chaîne de

décision et enfin des règles d'efficacité de cette gestion sont les éléments indispensables d'une démarche rigoureuse et globale semblable à une démarche qualité ISO 9001.

Avec image de la qualité des routes nationales (IQRN) [2], puis image de la qualité des ouvrages d'art (IQA), l'Etat a été le promoteur d'une réflexion et d'une recherche d'indicateurs pour définir les dotations accordées aux exploitants du réseau national non concédé. 28 % du réseau national sont plus dégradés que la moyenne nationale (IQRN < 13) ; 80 % des crédits d'entretien préventif sont affectés au réseau le plus sollicité, soit

les deux tiers des 11 603 km de routes nationales (RN), dont la valeur patrimoniale est estimée à 129 milliards d'euros. Ainsi l'Etat met l'accent sur le préven-

tif avec la volonté de différencier les politiques d'entretien selon les directions interdépartementales des Routes (DIR).

Dans le domaine autoroutier, la conservation des chaussées représente 56 à 60 % d'un budget de maintenance. Toute la politique d'entretien repose sur la prise en compte de l'état réel des chaussées, avec le souci de respecter les fondamentaux du développement durable. L'outil du gestionnaire [3, 4] comporte trois volets :

- le repérage des structures, c'est la carte d'identité ;
- la surveillance, c'est la carte de santé ;
- enfin la qualification d'état et l'évaluation, c'est l'indication des niveaux de service.

Pour Jean-Luc Dabert, membre de l'Association française des sociétés d'autoroutes (ASFA) et chef du département Infrastructure environnement d'APRR, les éléments de la stratégie des sociétés concessionnaires de réseaux autoroutiers reposent sur des réparations maîtrisées, sur le recours à des structures de chaussées économes et durables, sur des renouvellements de couches de revêtement par substitution avec valorisation des matériaux en place, sur la capitalisation des performances résiduelles des chaussées et sur un renouvellement des chaussées par voie lorsque le besoin est avéré. C'est aussi l'utilisation de constituants performants visant de longs cycles de vie, des couches de revêtements à haute performance, des clauses de performance sur les couches de surface, des chantiers à faible impact sur l'environnement et l'emploi de techniques d'exécution réduisant les délais des chantiers.

Dans un département comme le Puy-de-Dôme, fortement pénalisé par 2 000 km de routes départementales (RD) à plus de 800 m d'altitude, la priorité est donnée à l'entretien préventif, avec l'objectif d'avoir un pourcentage proche de zéro de routes secondaires en très mauvais état et de maintenir un bon niveau d'adhérence, de confort et d'imperméabilisation des structures.

Avec la crise économique, les départements sont frappés de la

double peine : d'une part, les dotations budgétaires diminuent et d'autre part, les coûts d'entretien augmentent. « *Les techniques nobles vont devenir du luxe* ». L'Iddrim apporte une réponse à ces difficultés en favorisant les retours d'expériences, en mutualisant les outils et en faisant émerger les éléments d'aide à la décision pour éviter de raisonner en relatif.

L'eau, dans ses différents états, est le pire ennemi et ce ne sont pas les structures les plus anciennes qui sont les plus touchées. Il importe avant tout de respecter les règles de drainage et d'éviter l'accumulation d'eau dans les couches bitumineuses. Les nappes perchées dans les enrobés sont réactives au passage d'un front de gel entraînant ainsi des déformations significatives.



Entretien en milieu urbain

Dans le milieu urbain comme celui de Nantes-Métropole, les interventions prioritaires se situent sur les voies portant de forts enjeux d'usage, avec un raisonnement par tronçon du fait du maillage du réseau et non par itinéraire et avec la préoccupation de programmer les chantiers à des dates qui perturbent le moins l'économie locale et la mobilité.

En conclusion, on constate que les gestionnaires disposent d'outils, de techniques et de données pour programmer les interventions d'entretien en adéquation avec l'état des réseaux et les contraintes budgétaires. Dans tous les cas, les décideurs restent motivés à bien gérer un patrimoine tout en prenant en compte ses spécificités.

« Facteurs d'endommagement des chaussées »

Sous la présidence de Jean Berthier, ingénieur général des Ponts et chaussées, ancien directeur des Routes, cette conférence s'est intéressée aux facteurs et aux mécanismes d'endommagement des chaussées.

La multiplication des interfaces est une source de complexité mécanique mais aussi hydrique ; il convient également d'être attentifs aux interfaces trop étanches sous les enrobés. Ces éléments de constat sont confirmés par une étude d'Eurovia Management, présentée par Eric Layerle [5]. On en retiendra que sur la base des essais réalisés :

- Un béton bitumineux très mince (BBTM) ayant une tenue à l'eau résiduelle supérieure à 60 % ne conduit pas à des dégradations sur la chaussée.
- Une couche de liaison en béton bitumineux semi-grenu (BBSG) ayant une tenue à l'eau résiduelle supérieure à 50 % ne conduit pas à des dégradations sur la chaussée.
- Une couche de liaison en BBSG ayant une tenue à l'eau résiduelle de l'ordre de 20 % conduit à une chaussée localement altérée.

« *La conception des chaussées était auparavant une histoire de météo et de support ; c'est maintenant une histoire d'eau et d'analyse hydrique* », a conclu Jean Berthier.

« Techniques d'entretien et de réparation d'un patrimoine d'ouvrages d'art »

Le patrimoine routier est également constitué de plus de 250 000 ouvrages d'art (OA) de plus de 2 m d'ouverture, très hétéroclites par les matériaux, les formes et les structures qui le composent [6]. Ces ouvrages présentent de multiples pathologies car ils sont de plus en plus sollicités par des charges routières, dont l'agressivité augmente encore avec le passage à 44 tonnes, par une moyenne de ces charges qui progressent également et par un cumul des cycles de fatigue qui croît avec l'augmentation du nombre de poids lourds (PL).



Le pont de Brotonne

Une conférence présidée par Christian Tridon, président du Syndicat national des entrepreneurs de travaux de réparation et de renforcement des structures (STRRES), a amorcé une réflexion sur les techniques d'entretien et de réparation et leurs derniers développements.

Les OA ont été l'objet d'une grande diversité d'approche dans le temps. On compte 9 règlements de charge depuis 1852 sur un patrimoine, dont les deux tiers sont postérieurs à 1975. De l'avis de tous les conférenciers, il manque dans la panoplie de l'ingénieur un règlement de calcul propre aux ouvrages existants, pour évaluer leur état réel et leur aptitude à résister aux sollicitations présentes, bien qu'étant au-delà de la durée de vie théorique de 100 ans.

La doctrine a pris corps dans les années 80 avec l'élaboration des

guides verts du STRRES. Ont suivi en 1989-1990 les normes sur les produits de réparation puis, dans les années 90, la transformation des guides verts en normes. Les guides techniques du Laboratoire central des Ponts et chaussées (LCPC) sont parus de 1990 à 2010 avec, en 2000-2001, la série des normes NF EN 1504 ; enfin dans les années 2000, les guides verts ont été révisés et mis à jour.

Il n'y a pas de recette universelle applicable à tous les endommagements. Chaque cas est particulier mais deux certitudes demeurent : l'eau est un accélérateur de corrosion des armatures dans les bétons aériens et une réparation mal étudiée peut engendrer d'autres problèmes.

Les recherches avancent sur le plan de la formalisation des réparations ; peut-être y a-t-il encore des insuffisances et de nombreux progrès à faire en matière de formation ? L'élaboration de logiciels experts pour aider les décideurs et pour répondre aux demandes des praticiens paraît souhaitable.

« Les techniques d'entretien des chaussées routières »

Thierry Genestar, membre de l'Union des syndicats de l'industrie routière française (USIRF), directeur général de Colas France, a présidé une conférence sur les techniques d'entretien des chaussées.

Du bilan de la CEV à 3 ans [7], on retiendra un changement en profondeur des pratiques : préservation des ressources non



Un train de recyclage

renouvelables, réemploi d'agrégats d'enrobés, protection des zones sensibles, recours à l'éco-comparateur. La CEV représente pour de nombreux maîtres d'ouvrage un enjeu important et concrétise, pour une collectivité, l'engagement politique en faveur du développement durable. Même si certaines techniques, comme celles concernant les enrobés tièdes, méritent d'être mieux connues en termes de fiabilité, les améliorations apportées dans le tri et l'identification des indésirables, dans le recours à des pré-doseurs multiples pour accroître la régularité des agrégats, et la modernisation de l'outil de production font que maintenant on peut recycler 7 à 8 millions de tonnes par an, soit la totalité de l'offre. Plus de 300 centrales sur 500 sur le territoire national sont équipées de dispositifs de recyclage [8].

Sur le réseau Autoroutes du Sud de la France (ASF), le rabotage et le recyclage sont devenus pratique courante dans la politique de maintenance de la société. Ces techniques sont intégrées dès la phase amont du projet. Certes, la démarche doit s'accompagner d'études et de prescriptions techniques (norme EN 13108-8) et d'un matériel également adapté au taux de recyclage retenu. Par expérience, l'évolution dans le temps de ces enrobés est quasi similaire à celle d'un enrobé classique. Les enrobés tièdes sont maintenant des produits parvenus à maturité et connaissent un succès certain au regard de la

route durable. Réduire la température d'usage tout en conservant l'adhésivité du produit, élargir la période de mise en œuvre des chantiers, diminuer les émissions de fumées, améliorer la vitesse d'exécution des chantiers sont autant d'avantages pour inciter les gestionnaires à recourir systématiquement à ces produits innovants.

Les retours d'expérience, les recherches sur de nouveaux additifs liquides renforçant l'adhésivité et la maniabilité, les évolutions apportées aux bitumes par les raffineurs répondent à l'esprit d'innovation promu par la CEV. Les freins sont levés du point de vue normatif ; le statut de déchet n'empêche plus d'être un produit stable, à condition de s'appuyer sur certaines prescriptions, et sur lequel on dispose à ce jour d'un recul qui autorise la refondation de politiques routières environnementales.

« Nouvelles responsabilités pour la gestion de l'espace urbain et des réseaux »

La gestion de l'espace public ne se limite pas à la chaussée et à ses dépendances. C'est aussi identifier, organiser, maîtriser, et connaître l'architecture exacte de la position des 4 millions de km de réseaux qui occupent les sous-sols des voiries [9]. Une réflexion a été engagée depuis plusieurs années afin d'améliorer la prévention de l'endommagement

des réseaux. Le décret DICT N° 2011 1241 du 5 octobre 2011, le guide technique DT-DICT publié par arrêté du 30 juin 2012 et la création d'un guichet unique avec, depuis juillet 2012, l'entrée en vigueur de ce décret dit « anti-endommagement » et la consultation obligatoire du téléservice génèrent de nouvelles responsabilités pour la gestion de l'espace urbain et des réseaux.



Ces textes fondent en la matière une voie d'harmonisation et de normalisation des pratiques.

Ce sujet d'actualité a été évoqué lors d'une conférence présidée par Gérard Liot, rapporteur du groupe e-administration de l'Association des maires de France (AMF), maire d'Aussac-Vadalle (16). Rappelons que l'on recense quotidiennement 400 dommages causés aux réseaux souterrains, dont 40 % d'entre eux sont

classés sensibles. Le besoin de sécurité est validé par tous mais il implique :

- un accroissement des responsabilités des maîtres d'ouvrage concernant la phase étude et la phase travaux,
- l'obligation de procéder à un repérage de ces réseaux à leur charge,
- la cartographie,
- puis l'obligation d'informer le guichet unique.

La prévention constitue l'élément de fond de ces nouvelles dispositions qui imposent aux acteurs de travailler tous ensemble pour plus de sécurité, et à mieux coordonner les interventions. Certes, les outils se mettent en place pour une démarche plus vertueuse, mais leurs effets ne se feront sentir qu'à moyen terme. Pour l'AMF qui a été très impliquée dans ce projet, l'obligation de rigueur, de guichet unique électronique, l'élaboration espérée d'un cadastre des réseaux imposent des contraintes mais les enjeux sont considérables et la réforme ne doit surtout pas être contournée.

« Les infrastructures routières du futur »

Après ces différents points d'actualité sur des sujets avant tout techniques, l'avenir a été évoqué lors d'une conférence présidée par Christian Gonson, président de l'ADSTD, directeur général adjoint du conseil général de l'Essonne. A son avis, la route dite de 5^e génération devra faire face à l'accroissement du trafic, s'adapter à la demande de

mobilité de demain, intégrer les différentes technologies qui la rendront intelligente, changer son image et montrer qu'elle peut répondre aux changements climatiques, voire contribuer de manière positive à la protection de l'environnement.

Le couple route/électricité semble être à l'origine d'avancées prometteuses en utilisant la route et ses abords pour produire de l'énergie électrique. Une route solaire thermique, l'emploi de matériaux à changement de phase, de dalles piézo-électriques, l'utilisation du revêtement lui-même comme capteur photovoltaïque ou le recours à des capteurs solaires en couverture d'emprises routières, sont quelques pistes de recherche pour un nouvel usage de la route. Demain, elle pourra être à énergie positive en alimentant en marche et par induction sans contact des véhicules électriques. Cette technologie est déjà exploitée dans les transports ou en usine pour le fonctionnement des chariots qui circulent sur des chaînes de montage.

Si l'on cumule cette perspective avec la conduite automatisée, on imagine les progrès possibles et ainsi, la route souvent considérée comme un problème pourrait être une solution au moins énergétique.

Des revêtements à longue durée de vie sont à l'étude et font l'objet de chantiers expérimentaux. Il s'agit soit d'enrobés au bitume époxy, plus résistant à l'orniérage et à l'arrachement, moins sensibles à l'eau ou au vieillissement chimique, soit, dans le volet hydraulique, d'enduits hydrauliques fibrés qui s'apparentent aux bétons fibrés ultra-performants. Pour l'heure, l'objectif des chercheurs est de s'en tenir à des produits dont les coûts soient inférieurs à trois fois ceux des techniques traditionnelles.

C'est maintenant à l'industrie routière de prendre le relais pour passer dans le domaine de l'application et répondre ainsi aux attentes des maîtres d'ouvrage soucieux d'une gestion plus économe de leur patrimoine.

La route qui s'auto-diagnostique constitue également une thématique de recherche, en particulier concernant le domaine autoroutier. C'est favoriser un suivi continu dans le temps des structures et opérer un traitement en temps réel des informations transmises par GSM vers une base de données qui ne conserve que les éléments pertinents. L'évolution de l'instrumentation ouvre des champs multiples d'investigation et de suivi : capteurs d'ouverture de fissures, sondes de température, mesures de trafic et de charges, déflexions sous différentes silhouettes de véhicules, ... [10]

La route qui dépollue fait déjà l'objet de 6 ans de recherche et de développement. Avec le recul, ces innovations donnent des résultats assez constants sur plusieurs années et s'avèrent être de réelles solutions alternatives pour l'élimination des polluants [11]. La route s'auto-diagnostique et bientôt s'auto-réparera. C'est un ensemble de briques qui forment un tout.

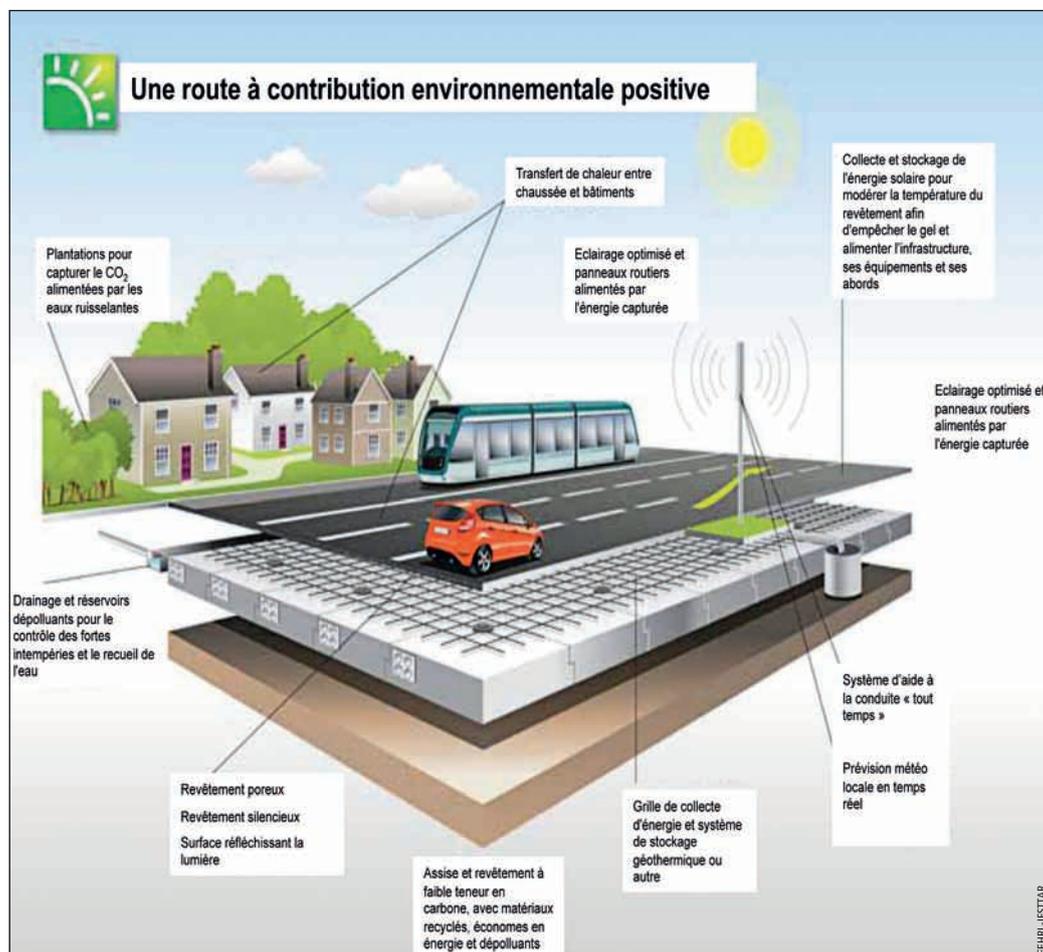
« Les transports urbains au cœur des démarches de progrès »

Concevoir des plates-formes de transports collectifs en site propre (TCSP) de demain, fiables, de qualité et durables constitue un enjeu fort pour le tramway à la française, qui a redonné une image positive de la ville. Une conférence présidée par Rémi Cunin, Syntec Ingénierie, directeur général délégué d'Egis, a abordé les thèmes de l'adaptation des infrastructures en site propre aux différents contextes urbains et financiers ainsi que des innovations technologiques pour une conception et une gestion intelligentes des plates-formes.

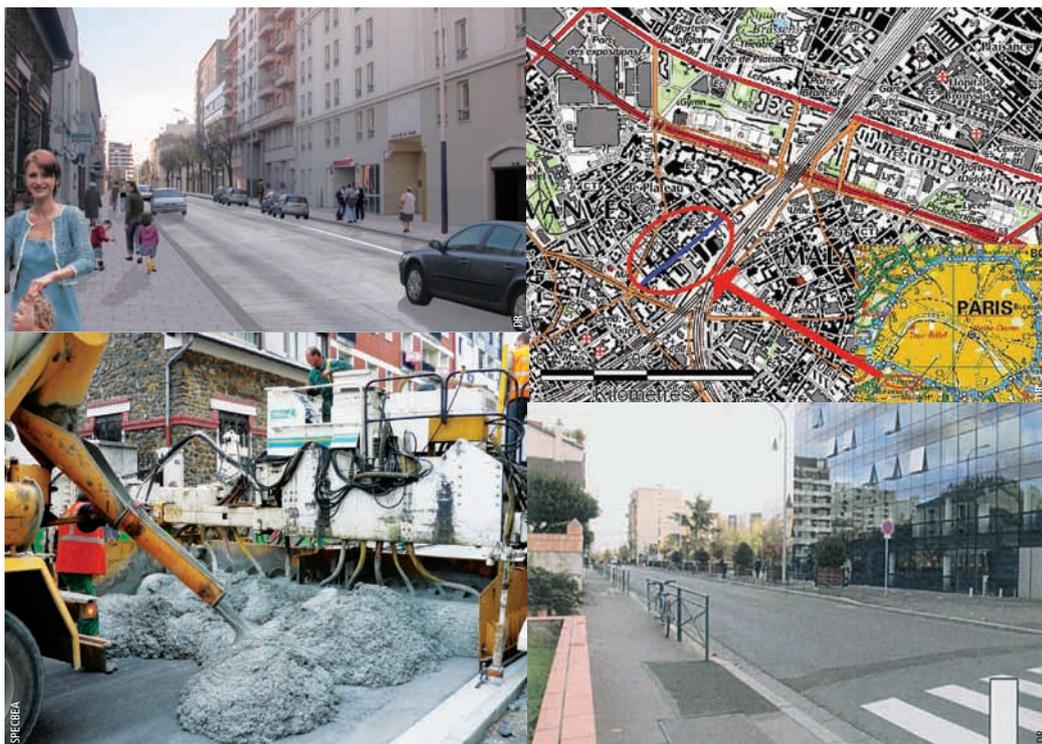
L'exemple de Nantes Métropole montre que des concepts novateurs peuvent rendre les investissements plus efficaces en faveur de la mobilité : couloirs bus ouverts aux cyclistes et aux taxis, stations apaisées avec des espaces sécurisés pour les piétons et un mobilier urbain adapté, création en hyper-centre de zones à trafic voitures limité lorsque l'infrastructure atteint ses limites de capacité, ... [12].

La réussite d'un projet tient avant tout à un travail d'équipe composé d'un maître d'ouvrage, d'un exploitant, d'un architecte et d'une ingénierie, qui sont en phase sur les enjeux (fiabilité, confort des usagers, ...), sur les contraintes à respecter (emprise du projet, zones à protéger, caractéristiques du sol, ...), sur les choix à faire (accessibilité des personnes à mobilité réduite (PMR), délais, insertion paysagère et architecturale, ...), sur les paramètres d'une conception fiable (occupation du sous-sol, données topographiques et climatiques, ...), et sur les niveaux d'exigences techniques (matériel roulant, voie, appareils de voie, position des stations, isolation électrique, ...).

À côté de ces conditions nécessaires à la réussite, il importe de disposer d'entreprises qui maîtrisent les nouvelles technologies et qui peuvent industrialiser des process. Citons l'évolution des coupes types des plates-formes TCSP avec l'emploi de traverses moins épaisses (120 mm) ; la



La route 5G



pose de voies sur dalles flottantes avec tapis anti-vibratile ; l'emploi de bétons fibrés à haute performances (BFHP) ; la voie sur rails bas, de 85 mm au lieu de 153 mm, qui apporte une réelle avancée en particulier pour le passage des ouvrages ; la préfabrication d'éléments en béton, qui réduit les nuisances et les délais d'exécution dans des points singuliers, ou la voie verte avec végétalisation des emprises des voies, qui apporte un plus à l'intégration urbaine du projet [13].

Malgré leur coût qui est un frein à leur emploi, les résines synthétiques offrent des avantages certains en matière de réparations et dans ce domaine, les recherches sont prometteuses de solutions innovantes, sachant que comme dans tout concept

qui se veut durable, la réflexion doit intégrer l'aptitude d'un ouvrage à être entretenu.

Conclusion

A l'évidence, ce 1^{er} congrès de l'Idrirm a été le fédérateur des mutations, des efforts et des progrès accomplis par toute la communauté routière pour trouver des réponses aux défis posés et, selon son président Yves Krattinger, « pour garder ce temps d'avance qui caractérise le savoir-faire français ».

« Préserver l'existant et préparer le futur », ce challenge est en bonne voie pour répondre aux changements sociétaux irréversibles qui vont découler du contexte économique actuel. ■

BIBLIOGRAPHIE

- [1] « L'Idrirm sur tous les fronts », Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA), dossier n° 904 - août-septembre 2012
- [2] « L'entretien de la route », Revue générale des routes et des aéroports (RGRA) Hors-série 1 - 1995
- [3] « Entretien des chaussées (partie 1) : stratégies et outils de diagnostic », Revue générale des routes et des aéroports (RGRA), dossier n° 878 - septembre 2009
- [4] « Entretien des routes et voiries (partie 2) : solutions techniques et innovations », Revue générale des routes et des aéroports (RGRA), dossier n° 888 - octobre 2010
- [5] « Gestion et entretien des ouvrages d'art », Revue générale des routes et des aéroports (RGRA) hors série 1 - 1997
- [6] E. Layerle, « Développement d'un essai de « tenue à l'eau résiduelle » des enrobés », Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA) n° 905, octobre 2012, pp. 70-73
- [7] F. Marmier, « Etude ADF/USIRF, avancement de la convention d'engagement volontaire (CEV) », Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA) n° 904, août-septembre 2012, pp. 45-47
- [8] « Enrobés tièdes et recyclage des enrobés à fort taux », Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA), dossier n° 902 - juin 2012
- [9] Dossier « FURET, fertilité des chantiers en ville », Revue générale des routes et des aéroports (RGRA) n° 897 - octobre 2011
- [10] H. Jacquot-Guimbal, J. Tavernier, « Pour une nouvelle fertilisation croisée public-privé », Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA) n° 900, mars-avril 2012, p 55
- [11] L. Gignoux, J.-P. Christory, J.-F. Petit, « Voiries en béton et qualité de l'air - Éléments de doctrine issue du chantier de l'aménagement de la rue Jean Bleuzen à Vanves », Revue générale des routes et des aéroports (RGRA) n° 880, novembre 2009, pp. 43-47
- [12] M. François, G. Le Denmat, D. Rabiller, « Chaussées et dépendances de Nantes Métropole - Conception d'un outil de connaissance du patrimoine et d'aide à la décision », Revue générale des routes et des aéroports (RGRA) n° 878, septembre 2009, pp. 53-57
- [13] J. Malod-Panisset, J. Abdo « Voie ballastée ou voie sans ballast - Un sujet pertinent pour les acteurs du ferroviaire », Revue générale des routes et des aéroports (RGRA) n° 898 - novembre-décembre 2011, pp. 61-67

AUTEURS

Christine Deneuillers
Directrice technique
en charge des laboratoires
Campus scientifique et technique (CST)
COLAS SA

Stéphane Harnois
Cadre R&D
Direction des laboratoires – CST
COLAS SA

Christophe Priez
Directeur technique
Colas Nord-Picardie



Chantier Arvilliers - CAPE SEAL (ESU 6/10 et ECF 0/6) Colas Nord-Picardie

Technique de maintenance : la famille des CAPE SEAL

Le Cape Seal présente le double avantage de restaurer la surface des chaussées et de la réhabiliter. C'est une technique inventée en Afrique du Sud (à Cape Town, d'où son nom) et qui se composait, pour la formule d'origine, d'un enduit superficiel de grosse granulométrie recouvert plusieurs semaines après par un coulis bitumineux. Elle est extrêmement répandue à travers le monde et en particulier aux Etats-Unis. Cette technique, dont le concept a intéressé les filiales françaises de Colas, a été adaptée au contexte français par le Campus scientifique et technique (CST) de Colas : conditions de circulation, climat, liants et matériaux. Un certain nombre de chantiers expérimentaux ont été organisés, débouchant sur la validation d'un complexe tout à fait adapté à l'entretien et à la restauration des chaussées françaises : celui d'un enduit superficiel (ESU) recouvert par un enrobé coulé à froid (ECF), appliqués dans un délai de moins de 48 h.

Le Cape Seal est utilisé lorsque les dégradations de la chaussée sont trop importantes pour être traitées par un simple ECF ou par un simple complexe d'enduit superficiel. Le Cape Seal redonne étanchéité à la surface de la route tout en restaurant la nouvelle couche de roulement.

Les chantiers expérimentaux ont validé le Cape Seal « de conception française » avec les équipements, les matériaux du contexte français et cette technique y trouvera une place efficiente dans le cadre des politiques d'entretien.

Introduction

La conservation du patrimoine routier est un enjeu majeur auquel sont confrontées chaque jour les institutions (conseils généraux, municipalités, etc.) en charge de cet espace commun. Le réseau français est un des plus denses d'Europe avec plus d'un million de kilomètres de voies. La route est un pilier de la vie économique, touristique et culturelle. La route est le mode incontournable pour le transport de personnes (87,5 %) et de fret (88 %) [1]. Il est donc primordial d'en préserver les caractéristiques en

termes de sécurité et de confort pour les usagers.

La programmation d'un entretien préventif régulier, qui maintient les qualités d'usage des infrastructures telles que l'adhérence, l'uni ou l'étanchéité et un niveau de service adapté aux conditions locales, est donc indispensable. Trop attendre pour entretenir un réseau de transport conduit à multiplier le coût de sa rénovation, voire oblige à sa reconstruction à court ou moyen terme.

Ce point a d'ailleurs clairement été mis en évidence en 2009 dans un rapport général afférent

au projet de loi de finances 2010 rédigé par 4 sénateurs [2] qui regrettaient la réduction des financements d'Etat affectés à la maintenance du réseau routier avec un risque induit de dégradation du réseau routier national.

Les taux de renouvellement des voiries étaient en effet de 6 % en 2008, de 8 % en 2009, donc très proches, voire inférieurs, du seuil minimum vital estimé à 6,7 %, le haut de la fourchette se situant à 12 %, pour assurer une durée de vie optimale des chaussées.

La figure 1 montre l'évolution d'une chaussée au cours du temps.

Les techniques d'entretien préventif usuelles, comme les ESU et les ECF, doivent être appliquées au meilleur moment de la vie de la chaussée pour en optimiser l'efficacité technico-économique, exprimée en €/année de vie.

L'expérience montre clairement que si cet entretien est appliqué trop tard dans la vie de la chaussée, son efficacité en est irrémédiablement affectée car les dommages sont irréversibles.

Par exemple, un revêtement superficiel adapté appliqué sur une voirie, sans défaut structurel, au moment *ad hoc* (6 ans dans l'exemple ci-dessous)

Entretien du patrimoine ESU + ECF

peut apporter jusqu'à 10 ans d'efficacité pour un effort financier initial EF1.

Appliqué plus tard (15 ans dans l'exemple ci-dessous), l'effort financier EF2 à mettre en œuvre pour conserver un niveau de service acceptable sera de 2 à 4 fois EF1, soit une efficacité économique (en € par année) divisée par deux.

comme tout revêtement appliqué en couche mince).

Le Cape Seal est un procédé qui permet de décaler sensiblement le délai de l'entretien initial et, du fait de sa structure originale, optimiser ainsi l'efficacité en termes de coût/année de vie.

apte à accueillir un *slurry* (technique proche des coulis bitumineux en France).

Devant les premiers résultats probants de cette approche [4], beaucoup de variations ont été testées au cours des années, telles que :

- utilisation de granulats de différentes tailles (9,5 à 37,5 mm) pour l'enduit ;

2 aspects de surface différents selon que la tête des gravillons est visible ou non (figure 2).

Les 2 techniques sont viables et simplement liées aux caractéristiques finales souhaitées en termes de réduction de bruit de roulement, notamment.

Le Cape Seal s'est ensuite exporté vers l'Australie, dans les années 1970 aux Etats-Unis (Texas, Californie, Virginie, etc.) et en Asie où le groupe Colas en applique depuis 2008 entre 5 et 15 millions de m² par an.

En 1998, le *Center for Transportation Research* de l'Université du Texas à Austin, mandaté par le *Texas Department of Transportation (TxDOT)*, a engagé un programme de recherche sur le Cape Seal [5], constitué entre autres de l'examen de 20 chantiers représentatifs (de 2 à 44 km entre 1 et 6 ans après leur réalisation). Il en ressort que 80 % de l'état global de ces chantiers sont considérés comme « acceptable » à « très bon » sans qu'il n'y ait de relation entre l'âge du chantier et son apparence.

Sur les 20 % de chantiers considérés comme non acceptables, certains avaient subi le gel dans les semaines qui ont suivi leur mise en œuvre, d'autres présentaient du matelassage et du ressuage liés à la qualité du support. Cette étude a débouché sur un Guide de réalisation du Cape Seal. On peut également citer des études [3] sur des Cape Seal à base de liants modifiés pour de forts trafics en Afrique du Sud. Ces essais ont finalement permis de disposer d'un très vaste champ « d'expérimentation » qui a débouché sur les limites de la technique [4], d'identifier les risques de pathologies et surtout de définir des règles de formulation [6] et d'application qui ont fiabilisé ce concept.

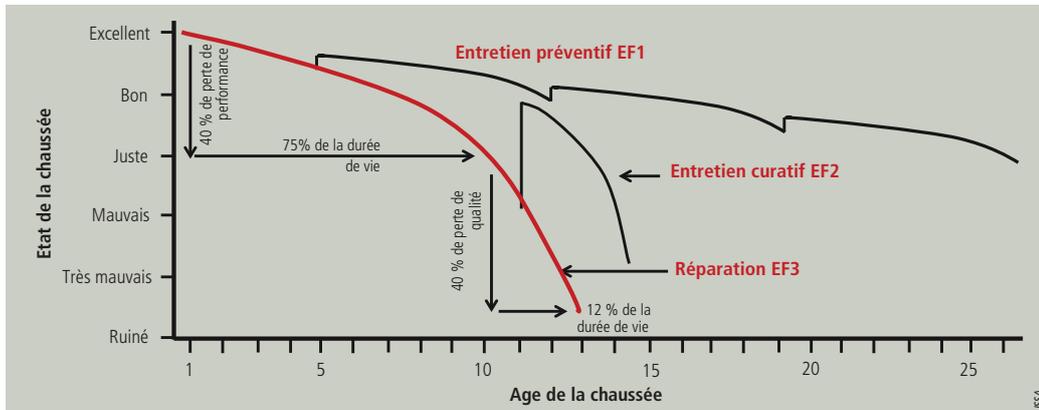


Figure 1
Indice d'évolution d'une chaussée au cours de sa durée de vie
Condition Pavement Index

Si l'effort financier est appliqué en quasi-fin de vie de la chaussée, l'effort financier EF3 à appliquer est de 15 à 20 fois EF1. Un certain nombre de techniques de maintenance sont connues et maîtrisées, parmi lesquelles la famille des revêtements superficiels (à base d'émulsions ou de liants fluxés) de type ESU, ECF ou enrobé à froid (EAF).

Les avantages des procédés à froid en technique d'entretien sont liés à leur souplesse d'utilisation, leur efficacité, (ils sont éconologiques), au fait qu'ils ne présentent pas de dégagement de fumées ni de poussières, et qu'ils conduisent à des consommations restreintes en termes d'énergie tout en limitant l'émission de gaz à effet de serre (GES).

Si la restauration de l'adhérence de la chaussée est une qualité apportée par les ESU et les ECF, chacune de ces techniques offre des avantages qui lui sont propres (drainabilité de surface et étanchéification du support pour les ESU, absence de rejet pour les ECF) ; elles présentent également quelques contraintes d'exploitation (rejet de gravillons ou bruit de roulement pour les ESU ou inaptitude à limiter la remontée de fissures pour les 2 techniques,

Qu'est-ce que le Cape Seal ?

Il s'agit d'un complexe constitué d'un enduit superficiel recouvert d'un ECF.

Il regroupe les avantages des 2 techniques prises individuellement, tout en y apportant une nouvelle composante bénéfique liée à l'aptitude avérée à la limitation des remontées de fissures, et en réduisant considérablement le problème des rejets de granulats et de bruit de roulement.

A l'origine [3], le but était de produire une couche de surface applicable dans des zones difficilement accessibles aux enrobés à chaud avec une durée de vie améliorée par rapport aux techniques à froid traditionnelles. A cet effet, l'enduit était constitué de granulats d'un calibre de 19 mm et gravillonné de façon à obtenir une matrice ouverte

- variation du taux de répannage des gravillons pour obtenir une matrice plus ou moins ouverte en fonction des caractéristiques de surface souhaitées ;
- modulation du nombre de couches de *slurry* appliquées sur l'enduit de base ;
- variation de la granularité des agrégats utilisés dans la *slurry* ;
- utilisation de différents types de liants, y compris les liants modifiés sous forme anhydre ou en émulsion, pour renforcer l'aptitude à la limitation des remontées de fissures ;
- emploi de granulats pré-enrobés ;
- usage d'émulsion de bitume cationique pour améliorer la montée en cohésion du système en lieu et place des émulsions anioniques employées à l'origine.

Certaines de ces variations, principalement le choix de la granularité de l'enduit, aboutissent à

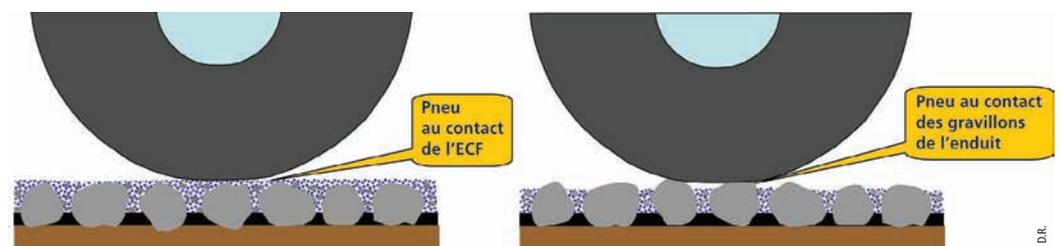


Figure 2
Texture « contact pneu/ECF »
Tire/Microsurfacing texture

Texture « contact pneu/granat »
Tire/Aggregate texture

Fort de ces expériences à l'international, le groupe Colas s'est donc engagé à concevoir une version du Cape Seal adaptée au contexte français, et ce grâce à son expérience et son savoir-faire dans le domaine des ESU et des ECF. Quelques chantiers expérimentaux ont donc été réalisés au cours de l'année 2011 et leur suivi assuré au cours de l'année 2012.

Conception du système Cape Seal Colas France

Phase laboratoire

Les ESU et ECF ont d'abord fait l'objet d'études complètes de formulation et de caractérisation en laboratoire, selon les méthodologies permettant de corréler les résultats avec le comportement attendu sur le terrain [7 à 10].

Cette technique a été transposée au marché français avec les liants et coupures granulométriques locales.

A cet effet, les matériaux quartzite ont été testés, granulométrie 10/14 et 6/10 pour l'enduit et 0/4 pour l'ECF.

Les deux techniques ont été évaluées indépendamment afin de vérifier la compatibilité liant/granulat.

L'enduit superficiel

Une sélection d'émulsions répondant aux critères requis pour réaliser des enduits superficiels performants est d'abord conduite. Le tableau 1 donne les principaux résultats de caractérisation des émulsions testées (l'une au bitume pur et l'autre à base d'émulsion modifiée) ainsi que ceux de caractérisation des enduits.

L'essai ACTE simule un enduit superficiel et permet d'évaluer le couple liant/ granulat [10]. Les photos 1 à 4 et figure 3 illustrent l'appareillage et la méthode. Les résultats obtenus dépassent les seuils qui assurent une bonne tenue des ESU sur le terrain.



Photo 1
Appareillage pour essais ACTE
ACTE device



Photos 2 à 4
Support pour test ACTE - émulsion de l'enduit - échantillon d'enduit à soumettre à l'essai ACTE
Support for test ACTE - with emulsion - chipseal specimen

Enrobé coulé à froid

Au même titre que précédemment, la carrière Chailloué a été sélectionnée avec la fraction 0/4. Une évaluation de l'ECF a été réalisée (figure 4, tableau 2).

Dénomination		R69 (émulsion à 69 % de teneur en liant)	Polycol L Emulsion modifiée au latex
Teneur en eau (NF EN 1428)	(%)	30,6	31,3
Teneur en liant correspondante	(%)	69,4	68,7
Classe (EN 13808)		Cl 8	Cl 8
Résidu sur tamis (NF EN 1429)			
> 500 µm	(%)	0,03	0,03
Classe (EN 13808)		Cl 2	Cl 2
< 500 µm et > 160 µm	(%)	0,02	0,01
Classe (EN 13808)		Cl 2	Cl 2
Granulométrie laser MOPCST EM-005			
Diamètre médian (µm)		2,9	3,3
Ecart-type (log10) (µm)		0,29	0,32
pH émulsion (NF EN 12850) (09)		3,0	3,2
Température (°C)		20,0	20,0
IREC - manuel - Sikaisol - NF EN 13075-1 (g)		68	75
Classe (EN 13808)		Cl 3	Cl 3
Temps d'écoulement (NF EN 12846-1) (s)		45	37
Classe (EN 13808)		Cl 4	Cl 4
Température (°C)		40	40
Orifice (mm)		2	2
ACTE MOPCST TE-011			
Origine du matériau		4/6 Chailloué	4/6 Chailloué
Granulats retenus à 15 min/18 °C/50 % (%)		47	49
Granulats retenus à 30 min/18 °C/50 % (%)		61	64
Granulats retenus à 1 h/18 °C/50 % (%)		80	84
Granulats retenus à 2 h/18 °C/50 % (%)		89	93
Adhésivité NF EN 13614 (essai d'immersion dans l'eau)			
Nature granulat		4/6 Chailloué	4/6 Chailloué
Adhésivité 1 ^{re} partie (%)		75	75
Adhésivité 2 ^e partie (%)		90	90
Classe (EN 13808)		Cl 3	Cl 3

Tableau 1
Principales caractéristiques des émulsions pour ES
Main characteristics of emulsions for chipseal

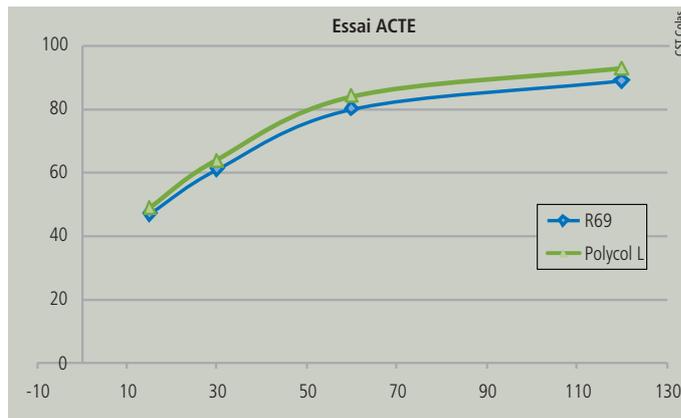


Figure 3
Montée en cohésion de l'enduit en fonction du temps
Cohesion build-up of the chipseal versus time

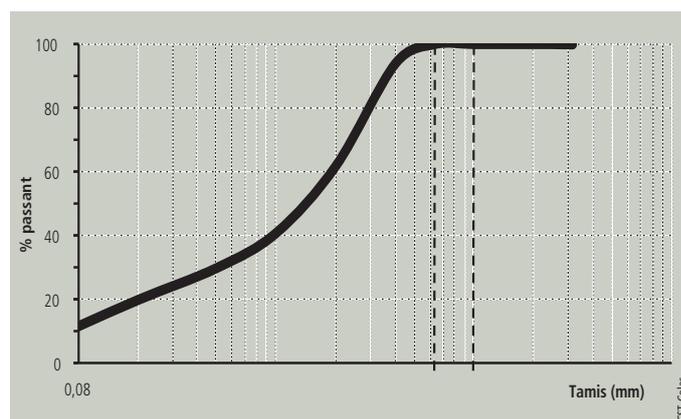


Figure 4
Courbe granulométrique de l'ECF
Microsurfacing grading curve

Entretien du patrimoine ESU + ECF

Emulsion	Colacid S60	
Quantité (ppc)	11	
Additifs		
Eau d'ajout (ppc)	9	
Ciment CEM II / B 32,5 R (ppc)	1	
Spécifications		
Maniabilité MOPCST TE-001		
Liquidité à 50 s	ok	
Maniabilité (s)	110	90 à 180
Temps de prise (min)	20	< 30
Température/Humidité relative	23 °C/58 %	
TCS MOPCST TE-002		
Temps de cure (min)	30	inférieur à 50 très bon de 50 à 100 bon
Perte de masse (g)	36	de 100 à 150 passable supérieur à 150 mauvais
Cohésion	Très bonne	

Tableau 2
Résultats de caractérisation des ECF
Microsurfacing main characteristics

L'essai Test de cohésion superficielle (TCS), développé par le groupe Colas permet d'évaluer la cohésion au jeune âge d'un enrobé coulé à froid [7 à 9]. Les photos 5 à 8 illustrent le test TCS.

Par la suite, la technique Cape Seal a été caractérisée *in situ* ; en laboratoire, la texture de l'enduit complique la pose homogène de l'ECF.

Phase expérimentale

Chantier expérimental de l'Oise

La première application expérimentale s'est déroulée le 12 mai 2011 dans la périphérie d'Amiens (60) sur la route départementale rurale reliant Salouel à Guignemicourt. Le trafic est très majoritairement constitué de véhicules légers.



Photos 9 et 10
Aspect du chantier Colas Nord-Picardie
Colas Nord-Picardie site job

La surface à traiter était constituée d'un ancien enduit et présentait quelques zones de faïencage et quelques affaissements de rives. En liaison avec le CG 80, les équipes de Colas Nord-Picardie d'Amiens ont traité environ 6 000 m² de voirie (photos 9 et 10).

Chantier expérimental de la Somme

L'une des études de laboratoire a abouti également à la sélection de matériaux porphyre 10/14 de la carrière Lessines (Belgique) pour la réalisation de la couche d'enduit dosé à 7 L/m² et une émulsion de Polycol L dosée à



Photo 5
Appareillage TCS
TCS Device



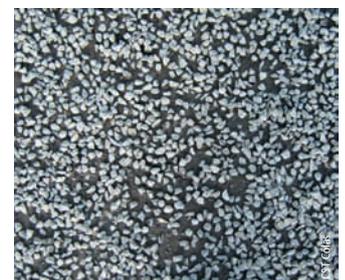
Photo 6
Essai TCS en cours
TCS test in progress



Photos 7-8
Aspect d'un mauvais résultat (gauche) et d'un bon résultat (droite)
High performance microsurfacing (right) and non resistant microsurfacing under traffic (left)



Photos 11 et 12
Application de l'enduit et aspect de surface
Chipseal laying and surface aspect



2,3 kg/m² (émulsion à 69 % de bitume modifié par ajout de 20 kg/t, d'un polymère élastomérique sous forme de latex). Les photos 11 et 12 illustrent la mise en œuvre de l'enduit, la photo 13 celle de l'ECF.

L'enduit a ensuite été recouvert par un ECF 0/6 (photo 13), dosé à 16 kg/m², également à base de matériaux en provenance de Lessines.

Cette structure aboutit à un Cape Seal où l'interaction pneu/chaussée se fait sur l'ECF. Ce chantier a confirmé la faisabilité de cette technique adaptée au matériel et aux technologies disponibles en France. Les photos 14 et 15 illustrent l'aspect du chantier terminé.

Chantier expérimental en Dordogne

Après les premiers chantiers réalisés par Colas Nord-Picardie utilisant de l'ECF 0/4 ou 0/6, le programme d'essai a été complété en appliquant un Cape Seal composé d'un enduit 6/10 recouvert d'un coulis bitumineux 0/2. Cette planche expérimentale⁽¹⁾, réalisée par Colas Sud-Ouest, avait pour but de :

- Reproduire un Cape Seal « original ».
 - Vérifier la qualité d'insertion du coulis dans les interstices de la mosaïque de l'enduit.
- Concernant l'enduit, le choix d'un monocouche 6/10 a été privilégié afin de réduire les nuisances sonores comparativement à un monocouche 10/14 (chantier urbain à Saint-Astier) (photos 16 et 17).

Le résultat final (photo 18) permet de se diriger vers la mise au point d'un nouveau coulis 0/2 à base d'une émulsion spécifique ou une adaptation de la courbe granulométrique. L'étude est en cours au CST, mais l'expérience nous a confortés dans le choix pour l'instant d'un complexe utilisant un ECF au lieu d'un coulis dans le contexte France.



Photo 13
Application de l'ECF
Microsurfacing laying



Photos 14 et 15
Aspect du chantier terminé
Site job after application



Photo 18
Aspect du coulis
Slurry aspect

⁽¹⁾ Nous remercions particulièrement André Clarac pour les enseignements issus de cette expérimentation.



Photos 16 et 17
Aspect de l'enduit
Chipseal

Conclusions

L'ensemble des expérimentations menées a mis en évidence le potentiel de la technique Cape Seal tant sur le type de voirie traitée, rural à semi-urbain, que sur la diversité des supports.

On peut plus particulièrement insister sur les aspects suivants :

- rapidité d'exécution qui limite la gêne aux usagers et riverains (en comparaison avec des travaux de rabotage et de reconstitution de la chaussée) ;
- application en faible épaisseur (de l'ordre de 2 cm), limitant les travaux annexes et par conséquent les coûts ;
- niveau d'adhérence et profil homogène apportant sécurité et confort de roulage pour l'utilisateur au jeune âge ;
- usage des techniques à froid à base d'émulsions, ce qui limite l'impact sur l'environnement.

Les retours du terrain à ce jour ont mis en évidence le bon comportement du Cape Seal sur les chantiers expérimentaux.

L'orientation retenue pour le développement de cette technique s'est portée sur l'amélioration de ses propriétés anti-fissure, d'étanchéité, de souplesse mais également sur le confort de roulage des véhicules.

Ces propriétés ainsi améliorées stoppent la dégradation de la chaussée endommagée de ma-

nière efficace et durable sur plusieurs années.

C'est dans ce cadre que le groupe Colas a répondu à l'appel à projets 2012 du Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (SÉTRA) sur les thèmes « les matériaux et équipements durables » et « le développement de techniques adaptées, sobres et économiques », en présentant l'une des déclinaisons possibles des Cape Seal, le Colbifibre, constitué d'un enduit fibré recouvert d'un ECF, lui-même fibré également.

Le suivi de ces premiers chantiers, allié à ceux qui seront réalisés dans le cadre du dispositif de soutien à l'innovation du SÉTRA, permettra de confirmer le potentiel de cette technique, et fera l'objet d'un prochain article dans la RGRA. ■

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Connexions – L'état de la route 2012, USIRF
- [2] Projet de loi de finances pour 2010 : Ecologie, développement et aménagement durables, 19 novembre 2009 par MM. Alain Lambert, Gérard Miquel, Yvon Collin et Fabienne Keller, au nom de la commission des finances
- [3] Experience with Cape Seals on heavily trafficked roads leading to improve design and larger aggregate utilisation – R.A. Clayton – CAPSA 2004
- [4] Establishment of appropriate slurry seal design methods for South Africa – Gerrie van Zyl, Kobus Louw, Morne Labuschagne – 10th conference on asphalt pavements for Southern Africa 2011

[5] Evaluation of the Cape Seal process as a pavement rehabilitation alternative – Mansour Solaimanian, Thomas W. Kennedy – Center for Transportation Research Bureau of engineering research – University of Texas at Austin 1998

[6] Towards a rational volumetric Cape Seal design method – Braam Cilliers, Kim Jenkins – 1st sprayed sealing conference – Cost effective high performance surfacing, Adelaide, Australia 2008

[7] C. Deneuilliers, M. Gallimard, J. Samanos, Méthodologie d'étude des enrobés coulés à froid – Revue générale des routes et des aéroports (RGRA), n° 781, février 2000

[8] C. Deneuilliers, J. Samanos, Méthodologie d'étude des enrobés coulés à froid – Applications - Revue générale des routes et des aéroports (RGRA), n° 782, mars 2000

[9] Design of microsurfacing methodology and applications – european roads review, (ERR) Special Issue 2, Revue générale des routes et des aéroports (RGRA), 2004

[10] C. Deneuilliers, J.-P. Serfass, A. Joly, Techniques et méthodologies d'études pour l'amélioration des enduits superficiels, Revue générale des routes et des aéroports (RGRA), n° 765, septembre 1998

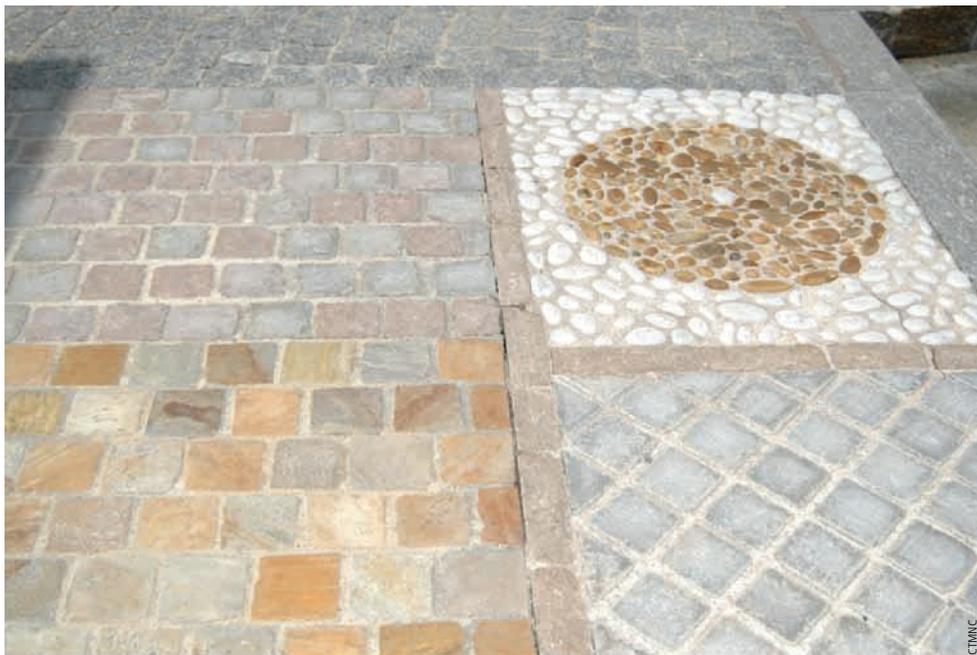


Maintenance technique: the CAPE SEAL family

A Cape Seal offers the dual advantage of pavement surface restoration and rehabilitation. It is a technique invented in South Africa (Cape Town, whence its name) and which consisted, in its original form, of a large chip seal surface dressing covered several weeks later by a slurry seal. Its use is widespread around the world and in particular in the United States. This technique, whose concept interested the French subsidiaries of Colas, was adapted to the French context by the Colas scientific and technical campus (CST): traffic conditions, climate, binders and materials. A certain number of trial projects were organised, leading to the validation of a product altogether suited to the maintenance and restoration of French pavements: a surface dressing (ESU) covered by a slurry seal (ECF) applied in less than 48 h. A Cape Seal is used when pavement damage is too severe to be treated by a simple slurry seal or by a simple chip seal surface dressing. A Cape Seal restores the waterproofing of the road surface while rehabilitating its new wearing course. The trial worksites validated the Cape Seal "of French design" using equipment and materials of the French context, enable this technique to play a cost-effective role in connection with local maintenance procedures.

AUTEUR

Claudine Malfilatre
Ingénieur de recherches
Docteur en Géologie
Centre technique de matériaux
naturels de construction (CTMNC)



Derniers développements scientifiques CNRS/CTMNC et conséquences pratiques pour les acteurs de l'aménagement

L' «ADN» de la pierre naturelle au service des acteurs de l'aménagement

Le marché de la pierre de construction représente une activité économique mondiale importante (par exemple, le chiffre d'affaires est égal à environ 629 M€ en France, en 2010). Les pierres utilisées, notamment en aménagement urbain, sont parfois vendues sous divers noms commerciaux, sans connaissance de leurs propriétés physiques et chimiques réelles dans bien des cas. Il devient donc important de développer un outil garantissant leur provenance. Cet article présente l'étude de différentes méthodes d'identification de pierres de types granitique et sédimentaire qui en déterminent la provenance. Une caractérisation approfondie des pierres de construction offre la possibilité de leur attribuer une fiche d'identité et un certificat d'origine.

Introduction

Des pierres à l'aspect visuel a priori comparable mais de différentes provenances sont susceptibles de présenter des caractéristiques physiques et chimiques différentes (résistance mécanique, durabilité, ...) ; leur aptitude à l'usage ne sera donc pas garantie. De même, des pierres de nature géologique comparable, peuvent être pétrographiquement ou texturalement (minéralogie, taille de grain, ...) distinguables, mais peuvent pourtant « entrer » dans la même catégorie commerciale de pierres, comme « granit » ou calcaire, telles qu'elles sont répertoriées dans le monde industriel. Ce point est d'importance pour, par exemple, mieux prescrire

« des matériaux en granit de la carrière X, ou équivalent », dans les appels d'offres.

Le travail mené par le Centre technique de matériaux naturels de construction (CTMNC) en collaboration avec le laboratoire Géosciences Rennes (UMR6118) a consisté à développer des méthodes quantitatives d'identification des pierres naturelles afin de vérifier et de certifier leur origine et donc de garantir leurs qualités et leurs propriétés.

L'étude a été ciblée sur deux types de pierres de construction : les roches granitiques et les roches sédimentaires à nature carbonatée.

Les principaux objectifs de ce travail sont de tester comment les

outils pétrographiques, géochimiques et géophysiques (selon le type de pierre étudiée) peuvent potentiellement être utilisés seuls ou doivent être combinés afin de :

1. Caractériser les pierres de construction ciblées en leur élaborant une fiche d'identité.
2. Les différencier de manière univoque de pierres potentiellement concurrentes et,
3. En vérifier la provenance.

Ces résultats et l'approche générale illustrés dans ce travail ne servent pas les intérêts des seuls professionnels (géologues et producteurs) mais ceux de tout aménageur utilisant les pierres de construction (par exemple, les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre).

La caractérisation : qu'est-ce qu'une fiche d'identité ?

La caractérisation des pierres naturelles de construction françaises s'effectue à différentes échelles d'observation, par exemple, au sein d'une même carrière, ou entre plusieurs carrières d'exploitation.

Les fiches d'identité sont les synthèses des caractéristiques de chacune des pierres naturelles de construction françaises étudiées. Elles sont les premiers éléments pour constituer une base de données d'identification des pierres naturelles.

Les objets d'étude ciblés par le CTMNC sont les pierres de construction de type granitique

(le « Gris Silverstar » du Tarn, le « Rose » de La Clarté, le « Gris-Bleu » de Louvigné, et le « Bleu » de Lanhélin) et sédimentaire à nature carbonatée (le calcaire de Comblanchien).

Une question préalable est de définir l'échelle spatiale à partir de laquelle une pierre de construction peut être considérée comme homogène :

- **Pour une roche granitique**, une pierre de construction est homogène entre les différents niveaux d'une même carrière et entre différentes carrières. Il n'est donc pas possible d'assigner une provenance géographique précise, à une pierre de construction donnée, à l'intérieur même d'une carrière ou au sein d'un groupe de carrières. En revanche, une distinction entre deux populations d'échantillons appartenant à deux massifs différents dans un même ensemble de massifs granitiques (un batholithe) peut être faite. Il est possible d'assigner une provenance géographique précise, à une pierre de construction donnée, à l'intérieur du même batholithe.

- **Pour une roche sédimentaire**, une pierre de construction est bien sûr hétérogène entre les différents niveaux d'une même carrière, en fonction des bancs concernés. Par exemple, les bancs de base et de sommet du calcaire de Comblanchien sont distincts des bancs intermédiaires par leur phase de liaison micritique et par l'absence de grains enrobés (figure 1). Donc, il semblerait possible d'assigner à une pierre de construction sédimentaire donnée une provenance géographique précise à l'échelle d'une même carrière. De plus, il apparaît qu'une carrière peut posséder une signature spécifique et peut être distinguable des autres. Par exemple, certains échantillons de la carrière de la Société d'entreprise de travaux publics (SETP) possèdent des valeurs du rapport isotopique du carbone ($\delta^{13}\text{C}$, c'est-à-dire le rapport entre le ^{13}C et ^{12}C) et du rapport isotopique de l'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$, c'est-à-dire le rapport entre le ^{18}O et ^{16}O) plus faibles que celles des 3 autres carrières exploitant le calcaire de Comblanchien (figure 2A).

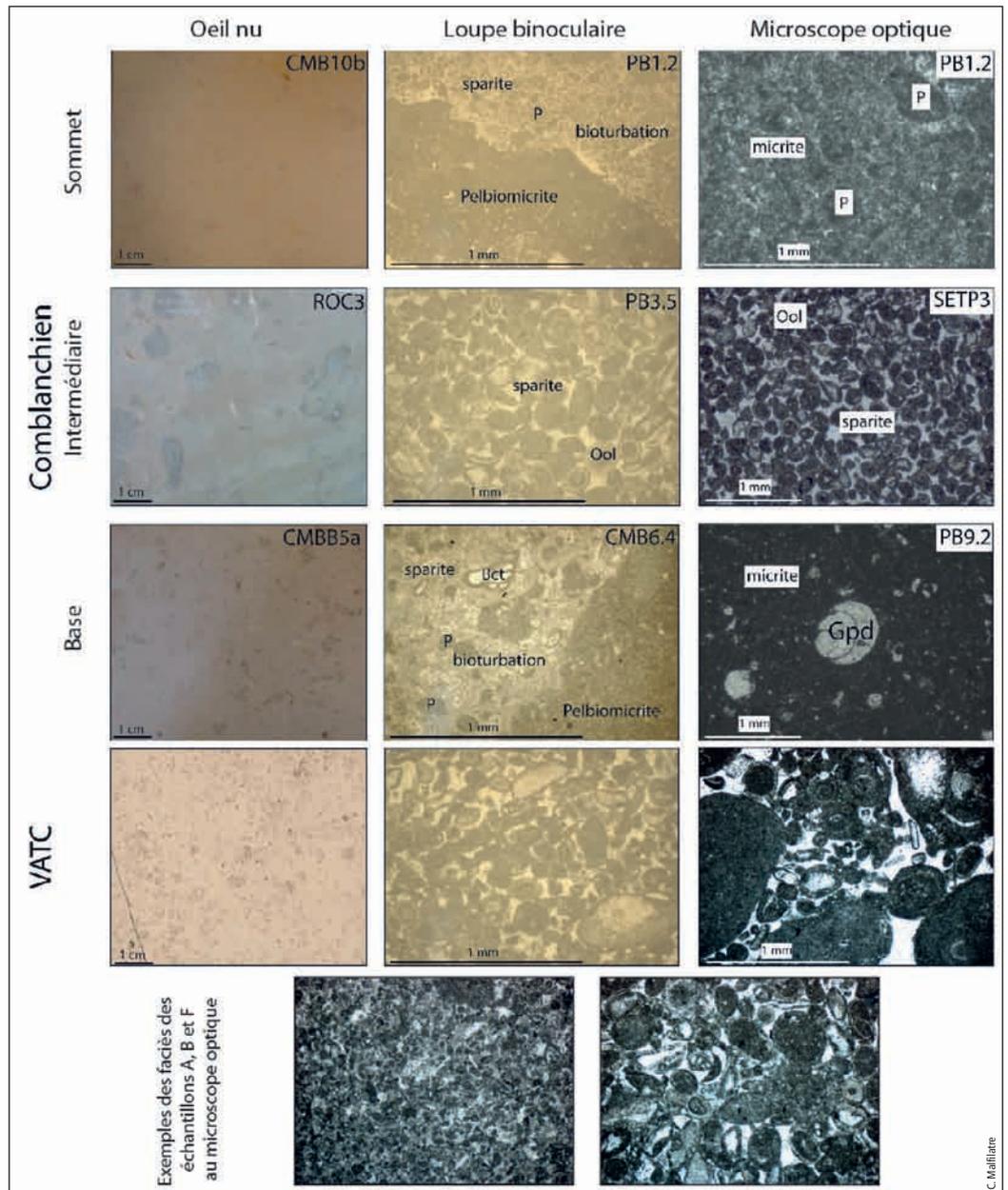


Figure 1 Photographies des faciès des échantillons du calcaire de Comblanchien, de VATC et de A, B et F (extrait modifié d'après Malfilatre et al., 2012)

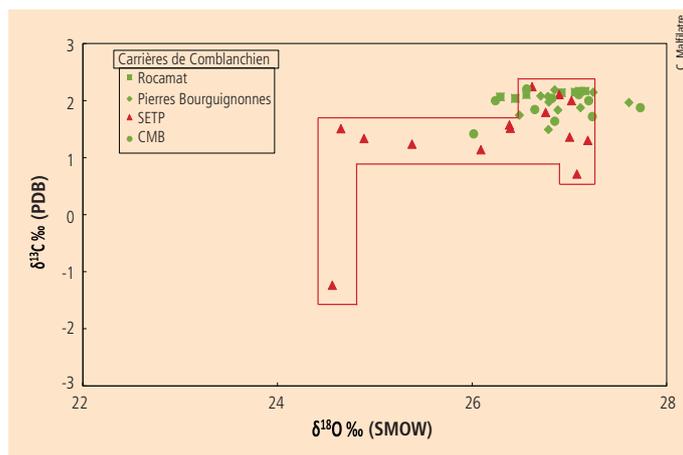


Figure 2A Rapport isotopique du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) versus rapport isotopique de l'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$) pour les échantillons des quatre carrières exploitant le calcaire de Comblanchien (extrait modifié d'après Malfilatre et al. 2012)

Il semblerait donc possible d'assigner, à une pierre de construction sédimentaire donnée, une provenance géographique précise d'une carrière d'exploitation.

Les fiches d'identité découlant de cette recherche sont exhaustives et complétées par toutes les analyses effectuées en fonction de la nature de la pierre de construction (figure 3) :

- **Type granitique** : observations macroscopiques et minéralogiques, analyse modale, analyse géochimique en éléments majeurs, traces et isotopes radiogéniques et analyse des propriétés magnétiques ;

poecilitique et perthitique, quartz, clinopyroxène (augite), et biotite. Les compositions minéralogiques en quartz, feldspath alcalin et plagioclase de cet échantillon sont significativement différentes de celles des échantillons du granit de Lanhélin (figure 4).

Dans ce cas de comparaison, l'analyse pétrographique, utilisée seule, permet de distinguer de manière univoque l'échantillon G654 des échantillons du granit de Lanhélin.

Echantillons sédimentaires

L'analyse pétrographique permet de distinguer les bancs de base et de sommet du calcaire de Comblanchien par rapport à l'échantillon de VATC, un de ses analogues commerciaux du Portugal (figure 1) ; cela, grâce à la différence dans la nature de la phase de liaison (micrite pour les bancs de base et de sommet du calcaire de Comblanchien et sparite pour l'échantillon de VATC) et par la quantité des grains enrobés (absence dans les bancs de base et de sommet du calcaire de Comblanchien et présence dans l'échantillon de VATC).

L'échantillon de VATC, qui est un calcaire compact à grains fins, de couleur beige, avec une phase de liaison sparitique, possédant des pellets, des grains enrobés (oncoïdes et oïdes) et des bioclastes, n'est pas distinguable des bancs intermédiaires du calcaire de Comblanchien.

L'analyse pétrographique, utilisée seule, ne permet donc pas de distinguer certains bancs du calcaire de Comblanchien de l'échantillon de VATC.

Analyse géochimique

Echantillons granitiques

L'échantillon de granit de Porriño (Espagne), un des analogues commerciaux du granit « Rose » de La Clarté, possède certaines caractéristiques géochimiques identiques à celles des échantillons français. En revanche, pour les éléments majeurs, dioxyde de titane (TiO₂) et oxyde de magnésium (MgO), (figure 5), cet échantillon peut

être considéré comme significativement différent de certains échantillons de « Rose » de La Clarté. De plus, toutes les valeurs de la plupart des éléments en traces diffèrent significativement de celles des échantillons de granit « Rose » de La Clarté (figure 5).

L'analyse géochimique, utilisée seule, permet de distinguer de manière univoque l'échantillon de Porriño des échantillons de « Rose » de La Clarté.

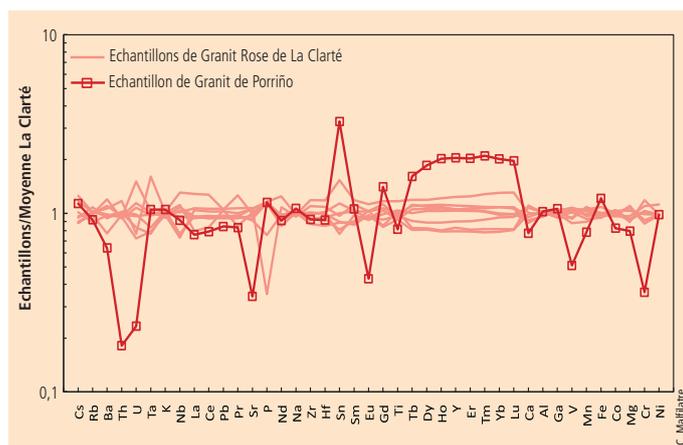


Figure 5 Spectres multi-élémentaires (éléments chimiques majeurs et traces) des échantillons de « Rose » de La Clarté (en rose) et de l'échantillon de granit de Porriño (en rouge) normalisés à la moyenne du granit « Rose » de La Clarté (extrait modifié d'après Malfilatre, 2012)

Echantillons sédimentaires

L'échantillon de VATC possède une valeur de rapport isotopique de l'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$) comparable aux échantillons prélevés dans les bancs intermédiaires du calcaire de Comblanchien (~ 26,5 ‰), mais une valeur négative en rapport isotopique du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) égale à - 0,40 ‰ (figure 2B).

La distinction efficace entre le calcaire de Comblanchien et l'échantillon de VATC n'est possible que grâce à une combinaison de méthodes analytiques.

Ainsi, peut-il en être déduit que la combinaison des paramètres pétrographiques et géochimiques (grains enrobés et $\delta^{13}\text{C}$) est efficace et suffisante pour discriminer le calcaire de Comblanchien et l'échantillon de VATC.

Analyse magnétique

L'échantillon de G603, un granit chinois, possède des valeurs de paramètres magnétiques significativement différentes de celles observées dans les échantillons du granit du Tarn. Toutes ces variables sont totalement discriminantes.

Dans ce cas de comparaison, l'analyse magnétique, utilisée seule, permet de distinguer de manière univoque l'échantillon de G603 des échantillons du granit du Tarn.

sont les analyses les plus couramment utilisées dans l'identification des pierres. L'ACP permet de diminuer le nombre de variables discriminantes et donc de révéler les variables a priori les plus pertinentes pour une caractérisation à partir d'un jeu de données. La CAH correspond à un test d'appartenance d'échantillons à une population de référence. Plus précisément, la CAH définit des classes d'échantillons en fonction de leur ressemblance ou de leur dissemblance grâce à l'établissement d'un arbre hiérarchique.

Echantillons granitiques

Pour les échantillons de type granitique, l'analyse statistique proposée ici se déroule en deux temps.

L'utilisation de l'ACP et de la CAH concerne tout d'abord (1) chaque binôme de pierres aux faciès comparables mais de provenances différentes (par exemple, « Rose » de La Clarté/Porriño), puis (2) l'ensemble des échantillons de type granitique (Tarn, « Rose » de La Clarté, Louvigné, Lanhélin, et échantillons de provenances diverses).

Les échantillons des granits (Tarn, « Rose » de La Clarté, Louvigné et Lanhélin) sont considérés comme des échantillons de référence. Les échantillons des analogues commerciaux (G603, Porriño, QE, G654) sont injectés dans les modèles statistiques comme étant des échantillons supplémentaires.

Les résultats de l'analyse statistique (ACP) effectuée sur les échantillons de type granitique sont présentés sur la Figure 6. Tous les échantillons des quatre populations de références (Tarn, « Rose » de la Clarté, Louvigné et Lanhélin) se regroupent en ensembles bien distincts.

Les échantillons sélectionnés dans les carrières sont bien représentatifs de la pierre commercialisée. Pour une même pierre, aucune carrière ne possède une signature spécifique.

Tous les échantillons correspondant aux analogues commerciaux diffèrent clairement des ensembles définis par les échantillons des populations de référence.

Analyse statistique

Le but de cette analyse est d'effectuer un traitement statistique selon une procédure semi-automatique des mêmes comparaisons effectuées dans les exemples précédents. De plus, les analyses statistiques ont pour objectif de vérifier les hypothèses de similitude (retrouver, vérifier et certifier la provenance de pierres de construction) et de différence (distinction de deux pierres analogues commercialement) mais aussi de rechercher les variables les plus discriminantes dans les hypothèses de différences.

L'analyse statistique consiste en un traitement de données afin d'identifier des groupes d'échantillons et d'effectuer des tests d'appartenance d'échantillons aux groupes préalablement définis. Nous avons opté pour l'analyse en composante principale (ACP) et la classification ascendante hiérarchique (CAH) car ce

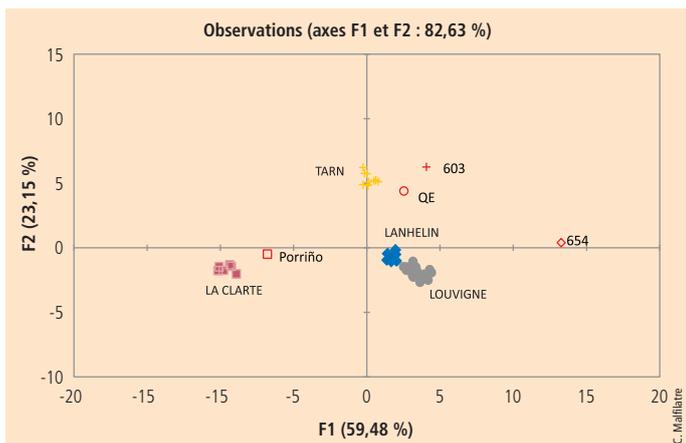


Figure 6
Croix jaunes pour le granit du Tarn, carrés roses pour le granit « Rose » de La Clarté, ronds gris pour le granit de Louvigné et losanges bleus pour le granit de Lanhélin. Analyse en composante principale sur l'ensemble des échantillons granitiques (57 échantillons) (extrait modifié d'après Malfilatre, 2012) Chaque échantillon de provenance différente est représenté par le symbole de la population de référence à laquelle il est comparé, avec un contour de couleur rouge.

Echantillons sédimentaires

Cette même démarche (utilisation des ACP et CAH) a été appliquée aux échantillons de type sédimentaire.

Sur l'ACP, les échantillons de calcaire de Comblanchien définissent bien un groupe distinct de l'échantillon de VATC. La CAH met en évidence les résultats de cette ACP en produisant un arbre hiérarchique binaire.

Deux classes principales se dessinent sur cet arbre : une première classe d'échantillons définie par les échantillons de calcaire de Comblanchien et une seconde classe définie par l'échantillon de VATC.

Exemples de terrain

Vérifier la provenance des pierres naturelles revient à rechercher s'il existe des paramètres dont les gammes de variation sont en recouvrement lorsque les caractéristiques de l'échantillon, dont on cherche à vérifier la provenance, sont comparées à celles de la population de référence supposée de l'échantillon.

Deux pierres issues de chantiers de construction ont été étudiées :

- un échantillon prélevé sur la Place du Parlement de Bretagne à Rennes (nommé PLT) dont la provenance supposée est « granit de Louvigné » (population de référence supposée) et,

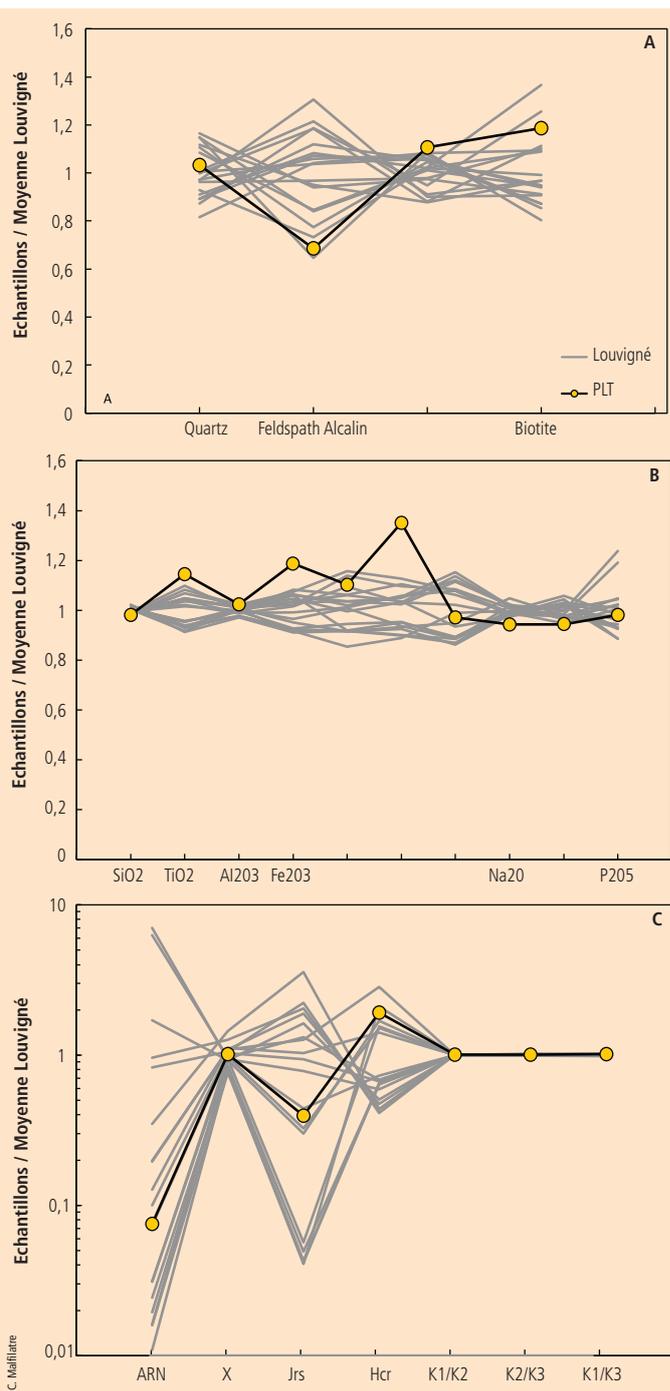
- trois échantillons prélevés sur un chantier de construction près de Paris (nommés A, B et F), dont la provenance supposée est « calcaire de Comblanchien » (population de référence supposée).

Comparaison « échantillon PLT et granit de Louvigné »

L'échantillon PLT possède les mêmes caractéristiques pétrographiques, géochimiques et magnétiques que celles des échantillons du granit de Louvigné à laquelle il est censé appartenir (figures 7).

La majorité des variables possèdent des gammes de variations en recouvrement. Notre interprétation est donc que l'échantillon PLT appartient à la population de référence du granit de Louvigné.

Cela illustre comment la comparaison entre un échantillon granitique d'origine supposée avec une population de référence précédemment caractérisée est efficace pour retrouver la provenance des pierres de construction. En tenant compte des incertitudes, un maximum de variables avec des valeurs équivalentes est nécessaire pour prouver la similitude entre les pierres. Plus le nombre de variables similaires est grand, plus la détermination de la provenance d'une pierre sera précise.



Figures 7
(A) Spectres des compositions modales,
(B) Spectres des compositions chimiques en éléments majeurs et
(C) Spectres des propriétés magnétiques des échantillons du granit de Louvigné (traits gris) et de l'échantillon PLT (trait noir et symbole jaune) (extrait modifié d'après Malfilatre, 2012)

Comparaison « échantillons A, B, F et calcaire de Comblanchien »

Les échantillons A, B et F ressemblent pétrographiquement à la fois aux bancs intermédiaires du calcaire de Comblanchien et à l'échantillon de VATC provenant du Portugal (figure 1). Ils possèdent une phase de liaison sparitique et des grains enrobés. Les

échantillons A, B et F ne proviennent donc pas des bancs de base et de sommet du calcaire de Comblanchien (micritiques et sans grains enrobés).

Les échantillons A, B et F ont une valeur de rapport isotopique de l'oxygène ($\delta^{18}O$) légèrement plus faible ($< 26,5 \text{ ‰}$) que celle des échantillons des bancs intermédiaires de calcaire de Comblanchien. Cette valeur est

Contrôle qualité Pierres d'aménagement

comparable à celle de l'échantillon de VATC. De plus, ils sont caractérisés par une valeur comparable de rapport isotopique du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) à l'échantillon VATC (figure 2B).

Les spectres normalisés des compositions chimiques illustrent le recouvrement de quelques-uns des éléments chimiques des échantillons comblanchiens, de VATC et A, B et F (figures 8). L'allure des spectres des échantillons A, B et F est très ressemblante à l'allure du spectre de l'échantillon de VATC (figures 8).

La combinaison d'une analyse pétrographique (observations et modes) et d'une analyse géochimique (principalement $\delta^{13}\text{C}$) distingue les échantillons A, B et F de tous les bancs du calcaire de Comblanchien. L'analyse géochimique élémentaire complète et confirme cette distinction. Les échantillons A, B et F ne sont pas d'origine comblanchienne.

En revanche, l'échantillon de VATC et les échantillons A, B et F partagent de nombreuses caractéristiques pétrographiques et géochimiques, de sorte que tous ces échantillons sont susceptibles de partager la même provenance.

Conséquences pratiques pour les acteurs de l'aménagement

La création et la mise en place d'un tel outil d'identification des pierres offrent, par exemple, la possibilité de déterminer de façon certaine et scientifique que la pierre livrée sur un chantier possède bien la même origine que les échantillons présentés à la commande, voire qu'elle possède bien la même appellation commerciale que celle prescrite à la commande. L'objectif de ces expertises est de s'assurer de la conformité de la provenance des produits livrés. Si requise, la procédure de ces expertises se déroulerait de la façon suivante :

1. Récupération des échantillons présentés à la commande ;
2. Échantillonnage directement sur le lieu de livraison ;
3. Préparation des échantillons en laboratoire ;
4. 1^{er} comparatif progressif entre les échantillons de la livraison et

les échantillons présentés à la commande ;

5. 2nd comparatif progressif entre les échantillons livrés et/ou commandés et les pierres de l'appellation commerciale (grâce à une caractérisation antérieure établissant la fiche d'identité de cette pierre).

Pour rappel, l'ouvrage [1] détaille les caractéristiques requises pour l'utilisation des pierres et l'élaboration et la réception d'une commande de produits de voirie. La mise en place de cet outil d'identification permettra de répondre aux prérequis de contrôle et de qualité des pierres.

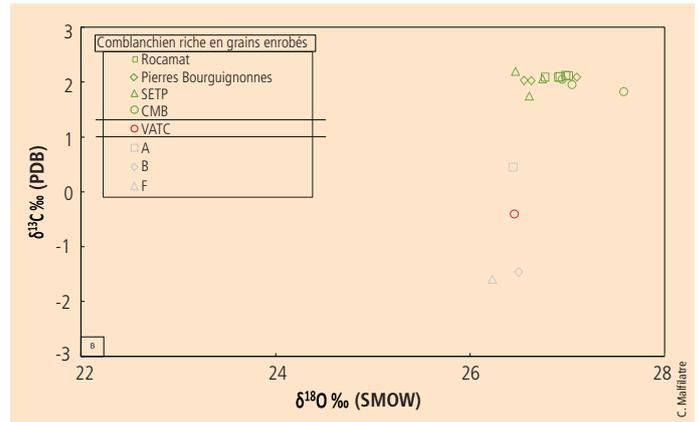
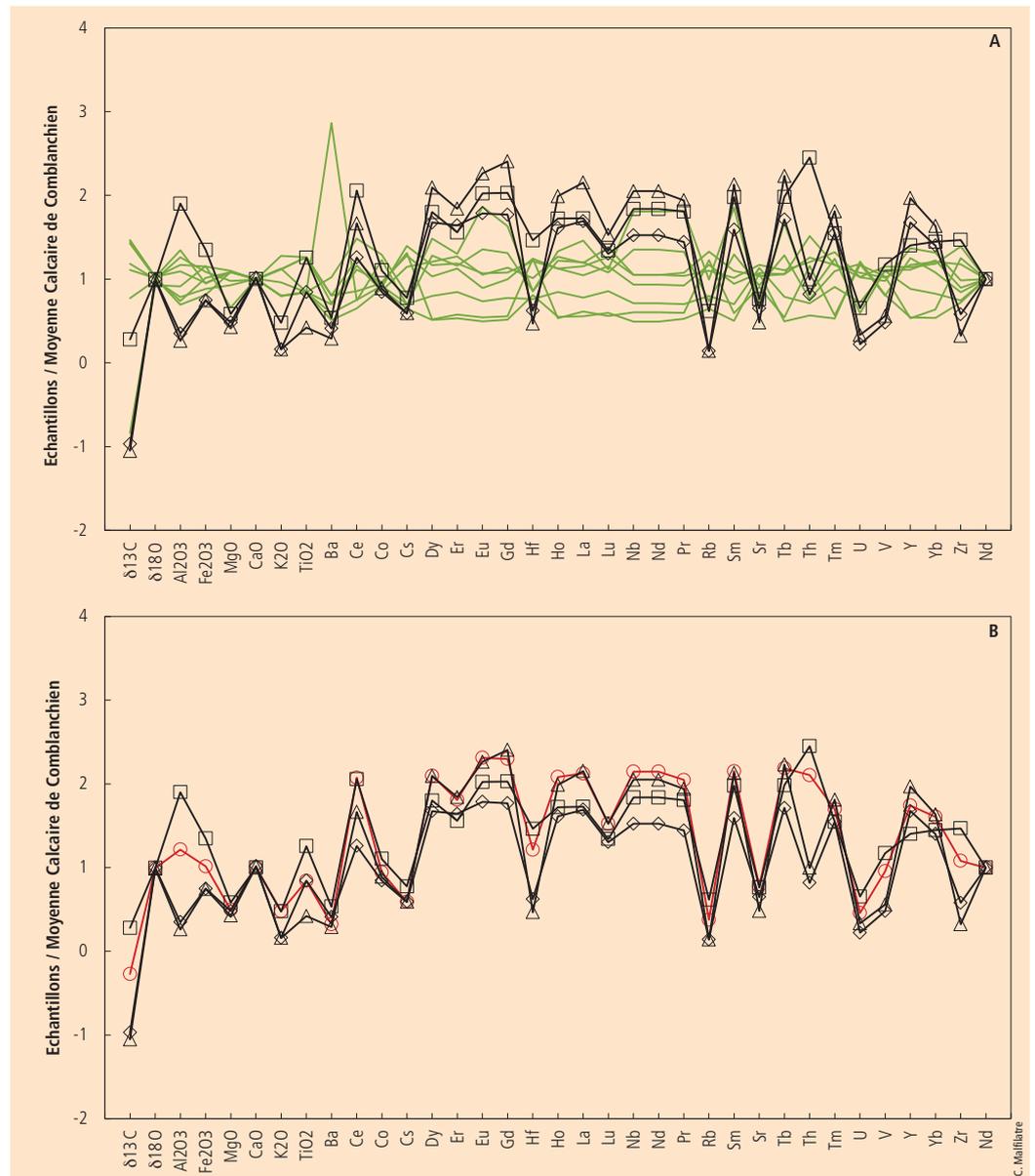


Figure 2B
Rapport isotopique du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) versus rapport isotopique de l'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$) pour les échantillons des bancs intermédiaires du calcaire de Comblanchien, l'échantillon de VATC et les échantillons A, B et F (extrait modifié d'après Malfilatre et al. 2012).



Figures 8
(A) des échantillons de Comblanchien (en vert) et des échantillons A, B et F (en noir) et (B) de l'échantillon de VATC (en rouge) et des échantillons A, B et F (en noir)
Spectres multi-élémentaires des compositions géochimiques
Tous les échantillons sont normalisés à la moyenne du calcaire de Comblanchien (extrait modifié d'après Malfilatre, 2012)

Conclusions

Cette étude propose de développer des méthodes quantitatives de caractérisation et de comparaison des pierres de types granitique et sédimentaire de nature carbonatée afin de vérifier leur origine géographique et donc de garantir leurs qualités et leurs propriétés intrinsèques.

Grâce à ces exemples de pierres naturelles de construction, il a été possible de :

- Associer une fiche d'identité à un faciès granitique donné et exploité, indépendamment de son contexte géologique et des roches « génétiquement » associées mais non exploitées, ou à un faciès sédimentaire indépendamment de son environnement de dépôt (figure 3).
- Mettre en place des protocoles spécifiques d'identification des pierres selon leur type, la question posée, les méthodes et les techniques de caractérisation.
- Créer et commencer à alimenter une base de données des pierres naturelles.
- Développer une méthodologie générale d'identification des pierres référencées, ou non, dans la base de données.

L'étude montre qu'une identification approfondie des pierres de construction peut permettre d'en distinguer la provenance. En conséquence, il est possible d'attribuer à chacune d'entre elles une fiche d'identité.

De cette étude découlent une pérennité et un coût global d'aménagement qui s'intègrent dans une économie responsable et durable.

Ce travail pourrait s'inscrire dans des projets de labellisation (comme celui d'une « indication géographique protégée »), destinés à apporter aux pierres de construction une garantie d'origine.

Pour rendre cette garantie efficace, il faudrait s'assurer les moyens d'appliquer des contrôles de provenance basés sur des protocoles robustes, qui doivent encore être affinés.

Pour finir, nous sommes désormais capables de garantir l'origine de la pierre grâce à cet outil d'identification qui assure la conformité géographique des livraisons par rapport à la commande passée. Il sera également

possible de délivrer un certificat d'origine qui valorisera les matériaux naturels en luttant contre les appellations trompeuses.

Cet outil a conduit à l'élaboration d'un référentiel, les fiches d'identité, conservant les références de chaque pierre naturelle. ■



The "DNA" of natural stone in the service of construction designers

The construction stone market represents a major activity worldwide, e.g. with sales reaching about 629 M€ in France alone in 2010.

The stones used, in particular in urban development, are sometimes sold under various commercial names, with no knowledge of their real physical and chemical properties in many cases.

It is thus important to develop a tool establishing the accuracy of their origin.

The present article looks into different methods used to identify granite and sedimentary stones and determine their origin.

In-depth characterisation of construction stones offers the possibility of assigning them an identity data sheet and a certificate of origin.

BIBLIOGRAPHIE

- « Pierres Naturelles – Conception et réalisation de voiries et d'espaces publics », AITF, CTMNC, Editions RGRA, octobre 2010, ISBN 978-2-913414-51-8.
- Mise au point d'une méthodologie analytique d'identification des pierres naturelles de construction, Malfilatre C., Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1, janvier 2012, ISBN 2-914375-81-6.
- The Comblanchien building Limestone (Bourgogne, France): petrographical and geochemical quantitative characterization Malfilatre C., Bouvais P., Dabard M.P., Bourquin S., Hallot E., Pallix D., et Gapais D., comptes rendus Géoscience, février 2012.

AUTEURS

Marc du Mesnil Adèle
Chef de l'unité
Gestion durable du patrimoine
Ingénierie et innovation
Département infrastructures durables
CETE Normandie Centre, Laboratoire de Rouen

François Olard
Direction R&D
EIFFAGE Travaux Publics

Jean-Luc Ernult
Directeur d'agence
EIFFAGE Travaux Publics Ouest

Hervé Dumont
Directeur technique adjoint
EIFFAGE Travaux Publics

Christophe Mabile
Responsable opérationnel chaussées
Département infrastructure
du patrimoine en service
Direction d'exploitation
Sanef Groupe

Benoît Vasseur
Responsable chaussées, réseau nord
Département infrastructure
du patrimoine en service
Direction d'exploitation
Sanef Groupe



Mise en œuvre de grave-bitume GB5® 0/14 sur le raccordement A13 – RD 613 (Sanef)
Laydown of GB5® 0/14 roadbase asphalt on connection between motorway A13 and departmental road RD 613 (Sanef)

Grave-bitume GB5® sur le contournement sud-est de Caen

Premiers retours d'expérience

Le premier tronçon du futur grand contournement de Caen destiné à délester l'actuel périphérique de l'agglomération a été mis en service à l'automne 2011, après 2 années de travaux couvrant l'ensemble des opérations de terrassement, assainissement, ouvrages d'art et chaussées.

Les travaux de chaussées ont vu la réalisation d'une section test en enrobé de type GB5®. Cette section, longue de 1 600 ml, s'inscrit dans le cadre du dispositif de soutien à l'innovation routière du ministère en charge de l'écologie (MEDDE) et fait l'objet d'un programme d'expérimentation associant le SÉTRA - LR de Rouen/SANEF - SAPN et l'entreprise EIFFAGE Travaux Publics.

Cet article s'inscrit dans la continuité de la précédente publication dans RGRA [1] relative au bilan à 3 ans du procédé EFEME® en Haute-Garonne.

Objet de l'expérimentation

Pour rappel, le matériau GB5® est un enrobé dense formulé sur la base d'une courbe granulaire 0/14 (plus rarement 0/10 ou 0/20) comportant une à deux discontinuités, et sur l'emploi d'un bitume multigrade ou modifié en polymère. Sa teneur en liant est typique d'une grave-bitume (de l'ordre de 3,9 à 4,8 %) et son squelette granulaire privilégie le contact gravillon sur gravillon.

De cette formulation brevetée, issue pour partie et adaptée [2 à 8] des méthodes de formulation des bétons à hautes performances (BHP), résultent :

- une grande aptitude au compactage ;
- un haut module de rigidité obtenu grâce à un empilement granulaire optimisé et ne nécessitant pas de recourir à des bitumes durs ;
- une très bonne tenue à la fatigue, au moyen d'un liant multigrade ou modifié en polymère ;

- la possibilité d'inclure des taux d'agrégats d'enrobés recyclés (AE) variant de 10 à 40 % ;
- un coût au m² inférieur ou égal aux structures de chaussées classiques.

L'expérimentation générale a pour objectifs d'évaluer de manière complète le matériau GB5® utilisé en couche d'assise et/ou de liaison, en termes de performances mécaniques, de durabilité, de coût de fabrication et de mise en œuvre, de respect de l'environnement, et d'économie

de matériaux. Outre ces objectifs, l'opération A813 a été programmée pour tester plusieurs simulations de coefficients de calage pour une utilisation dans la méthode de dimensionnement, simulations se traduisant par des sections d'épaisseurs et de natures différentes.

Innovation Enrobés hautes performances

Définition de l'expérimentation

L'expérimentation a eu lieu sur le raccordement A813 supportant un trafic de classe estimé à TC5 entre les PR 1 et PR 2 + 600. Pour ce chantier, quatre planches adjacentes de 400 m de long ont été réalisées afin de comparer l'enrobé produit GB5® avec une planche témoin EME2.

La GB5® a été formulée avec des granulats de la Carrière Roche Blain et avec 10 % de recyclés issus du fraisage des couches de roulement de l'autoroute A13 toute proche, ce qui a permis à SAPN, maître d'ouvrage, de valoriser sa politique de réutilisation optimisée des matériaux.

Les quatre sections présentent les coupes en travers type suivantes :

- Planche témoin n°1 (400 ml) : 2,5 cm BBTM 0/10 au liant modifié / 5 cm BBME3 0/10 / 11 cm EME2 avec 20 % AE / PF 4 (figure 1a) ;
- Planche test n°2 (400 ml) : 2,5 cm BBTM 0/10 au liant modifié / 5 cm BBME3 0/10 / 11 cm GB5 avec 10 % AE et liant d'apport 35/50 multigrade / PF 4 (structure issue du calcul ALIZÉ avec hypothèse Kc = 1,1) ;
- Planche test n°3 (400 ml) : 2,5 cm BBTM 0/10 au liant modifié / 5 cm BBME3 0/10 / 9 cm GB5 avec 10 % AER et liant d'apport 35/50 multigrade / PF 4 (structure issue du calcul Alizé avec hypothèse kc = 1,3) ;
- Planche test n°4 (400 ml) : 2,5 cm BBTM au liant modifié / 5 cm BBME3 0/10 / 9 cm de GB5 avec 10 % AE et liant d'apport Biprene® 41 IPE / PF 4 (figure 1b).

Contenu des suivis techniques

Le LR de Rouen, mandaté par le SÉTRA, a réalisé le suivi technique de l'opération.

Avant travaux

Les opérations ont principalement consisté en la réception de la plate-forme support PF4 et dans le contrôle des matériaux et matériels entrant dans la composition des produits : contrôle des granulats, agrégats d'enrobés (AE) et fillers, contrôle des bitumes et vérification de la centrale d'enrobage Eiffage Travaux Publics de Bellengreville.

Fabrication et mise en œuvre

Lors des opérations de fabrication et de mise en œuvre, le LR de Rouen a procédé aux mesures suivantes :

- mesure des épaisseurs et de la densité en place (GB5® et témoin) ;
- mesure des déflexions et du rayon de courbure sur enrobés (GB5® et témoin) ;
- mesure de la microtexture/macrotexture de la GB5® en comparaison de l'enrobé d'assise

témoin pour apprécier la qualité d'engrènement de l'interface et les possibilités de remise en circulation provisoire ;

- suivi de l'uni à réception du chantier ;
- passage radar pour la mesure en continu de l'épaisseur ;
- essai PCG (3 moules) et orniérage (2 plaques) sur prélèvement direct en fabrication ;
- carottages pour mesurer la compacité et le gradient de compacité, le module, les épaisseurs et évaluer le collage ;
- pénétrabilité, température bille anneau, Fraass sur liants récupérés ;
- mesure de la résistance en fatigue sur prélèvements issus du chantier ;
- carottages avec ovalisation pour évaluer l'état des interfaces ;
- mesure du profil en travers et de l'orniérage.

Premier constat

Le chantier A813 a d'ores et déjà permis de valider de nombreux concepts, sujets du cadre du programme d'expérimentation. Les plus marquants sont :

- La très bonne aptitude au compactage de la GB5®, facilitant l'avancée de l'atelier de mise en œuvre de l'entreprise (photos 1).

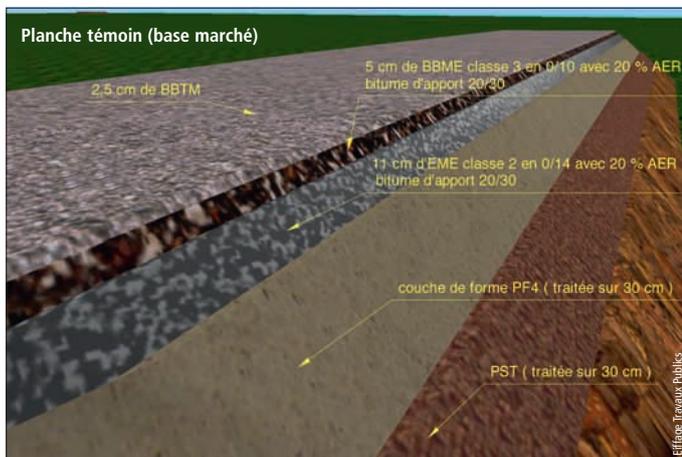


Figure 1a
Planche témoin n°1 de l'A813 (solution de base)
Control section No.1 of motorway A813 (basic solution)

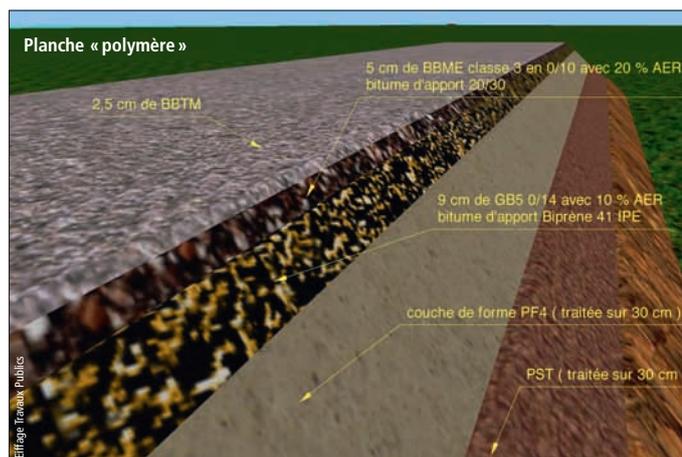


Figure 1b
Planche test n°4 de l'A813 (solution variante avec liant polymère, permettant une diminution d'épaisseur de 2 cm de la couche considérée)
Test section No.4 of motorway A813 (variant solution with polymer binder allowing a 2-cm reduction in thickness of considered layer)



Photos 1
a) b) et c) Atelier de mise en œuvre de la grave-bitume GB5® 0/14 sur le raccordement A13-RD613 (Sanef)
a) b) and c) GB5® 0/14 asphalt laydown equipment on A13-RD613 (Sanef) connection

- L'atteinte des performances attendues au niveau de la résistance à l'orniérage, du module de rigidité et de la résistance à la fatigue (photo 2), sans recours à des bitumes de grade dur. Il en résulte potentiellement une diminution sensible du risque de fissuration thermique du matériau.
- La validation de l'économie de matériaux, avec, pour effets induits, une diminution potentielle des coûts économiques, la diminution des rejets de gaz à effet de serre et de la consommation en énergie.

équipes de réalisation impliquées et motivées à la bonne réussite du projet.

Conclusion

Ces opérations réalisées au cours du chantier seront suivies par des inspections visuelles semestrielles et par des mesures comportementales après 2 ans et 5 ans de trafic. Les conditions définitives sur le bon comportement de la GB5® seront tirées au terme de ces suivis.



Photo 2
Prédisposition du papier KRAFT avant prélèvement *in situ* de blocs d'enrobés une fois compactés, pour vérification aux LR de Rouen et d'Angers des performances à l'orniérage, de la rigidité et de la tenue en fatigue
Placement of KRAFT paper prior to in-situ sampling of compacted asphalt blocks for performance testing at transport labs of Rouen and Angers covering rutting, rigidity and fatigue strength

Ces constats ont été rendus possibles par des conditions de réalisation optimales, tant au niveau de l'outil de fabrication (centrale d'enrobage récente à Bellengreville, permettant une bonne maîtrise des différents paramètres et notamment le respect strict de la courbe granulométrique) qu'au niveau des

En l'espace de deux ans essentiellement (2011-2012), près de 250 000 tonnes de grave-bitume GB5® ont été réalisées en France, notamment sur huit sections autoroutières et un port. Cinq de ces chantiers font l'objet d'un suivi SÉTRA, d'une durée de cinq années. ■

BIBLIOGRAPHIE

- [1] H. Péjouan, L. Lascroux, L. Valéry, Enrobés à forte économie de matériaux et d'énergie (EFEME®) ; application sur RD817 (31) et bilan à 3 ans, Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA), n° 905, octobre 2012, pp. 74-80
- [2] Olard F., Huon P., Dupriet S. et Billet C., Graves-bitume GB5® : une nouvelle gamme d'enrobés à hautes performances pour couches d'assise et de liaison, Revue générale des routes et des aéroports (RGRA), n° 888, octobre 2010, pp. 54-58
- [3] Olard F., Huon P., Dupriet S., GB5® : Eco-Friendly Alternative to EME2 for Long-Life & Cost-Effective Base Courses, European roads review (ERR), n° 18, RGRA spring 2011, pp. 61-68
- [4] Olard F., Innovative Design Approach for High-Performance Asphalt Concretes for Long-Life Base and Binder Courses by Use of Aggregate Packing Concepts and Polymer Modified Binders, 2011 Transportation Research Board Annual Meeting, Washington D.C., January 2011
- [5] Olard F., GB5® mix design: high-performance & cost-effective asphalt concretes by use of gap-graded curves & SBS modified bitumens, Annual meeting of AAPT (Association of Asphalt Paving Technologists), Austin (Texas), Special Issue of Road Materials and Pavement Design, Vol. 13, Supplement 1, pp. 234-259, 2012
- [6] Olard F., Huon P., Dupriet S., Dherbecourt. J., Miranda Perez L., GB5®: Eco-friendly alternative to EME2 for long-life & cost-effective base layers by optimizing aggregates & using SBS modified binders, 5th Eurasphalt & Eurobitume Conference, Istanbul, 2012
- [7] Olard F., Dupriet S., Huon P., Pouget S., Lecomte S., GB5® : une formulation optimisée d'enrobés bitumineux à hautes performances, Revue générale des routes et des aéroports (RGRA), n° 899, janvier-février 2012, pp. 76-80
- [8] Olard F., Dherbecourt J., Dumont H., GB5®: eco-friendly alternative to EME2 for long-life & cost-effective base courses, European roads review (ERR) n° 20, RGRA spring 2012, pp. 20-25



Roadbase asphalt GB5® on Caen southeast bypass Initial project feedback

The first section of the future bypass of Caen designed to relieve traffic on the city's current ring-road went into service in autumn 2011 after 2 years of operations covering earthworks, drainage, junction structures, and pavements. Pavement works involved the completion of a test section using GB5® type asphalt. This 1600-mi long section falls within the framework of the road innovation support plan of France's ministry in charge of ecology (MEDDE) and corresponds to an experimentation programme associating SETRA-LR of Rouen/SANEF-SAPN and the contracting firm EIFFAGE Travaux Publics. This article continues along the lines of the prior publication in RGRA [1] relative to the assessment of the EFEME® process after 3 years in the Haute-Garonne region.

AUTEUR

Françoise Marmier
RGRA



Premiers retours de l'expérimentation de revêtements antibruit sur le périphérique parisien

Fin juin 2012, la Ville de Paris a appliqué de nouveaux revêtements sur le boulevard périphérique (BP) au niveau de la Porte de Vincennes. Bruitparif a suivi l'impact acoustique de cette expérimentation et livre ses premiers résultats [1]. La réduction du bruit intense généré par la circulation sur le BP passe nécessairement par une combinaison de plusieurs mesures. L'une d'entre elles, la pose de revêtement de chaussée peu bruyant apparaît comme une solution prometteuse pour traiter le problème à la source.

La Ville de Paris et Bruitparif ont proposé de démarrer une expérimentation sur une portion du périphérique afin de tester la pertinence de ce type de solution et sa pérennité dans le temps tant sur le plan acoustique que sur le plan mécanique, dans un contexte de fortes contraintes liées à la charge importante des véhicules qui l'empruntent quotidiennement (plus de 1,2 million de véhicules avec, à certains endroits, jusqu'à 270 000 véhicules/jour). La portion sélectionnée pour l'expérimentation est un tronçon de 200 m situé sur le site du grand projet de renouvellement urbain (GPRU) de la Porte de Vincennes, entre le Pont de Lagny et l'échangeur de la Porte de Vincennes.

Les services de la Direction de la voirie et des déplacements de Paris et de Colas ont appliqué sur les deux sens de circulation de ce tronçon ainsi que sur les bretelles

d'accès les produits Rugosoft® sur le BP intérieur, et Nanosoft® sur le BP extérieur.

Bruitparif a installé 5 stations de mesures du bruit afin d'évaluer l'efficacité acoustique de la solution (photo 1).

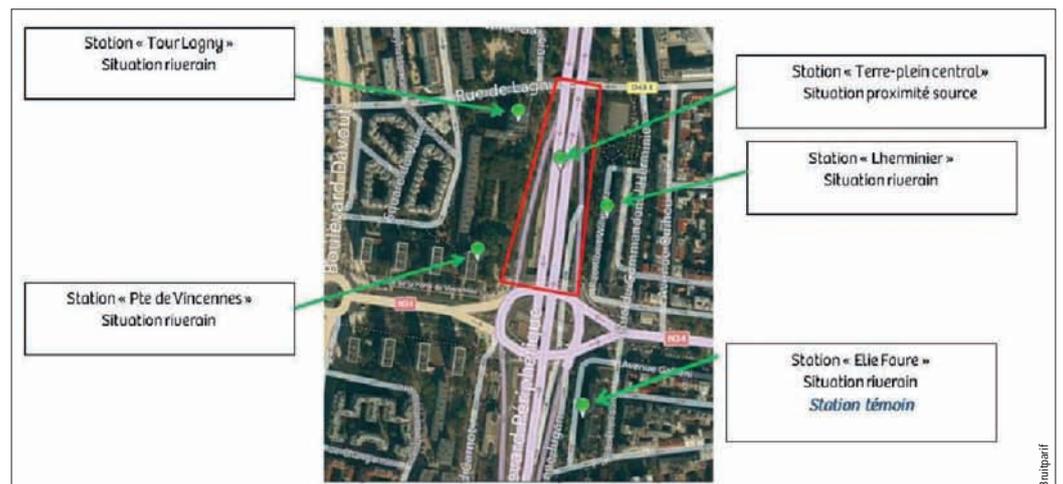


Photo 1
La localisation des 5 stations de mesures du bruit

La première-station a été installée au niveau du terre-plein central (à proximité directe du trafic routier), les trois suivantes en façade d'immeubles riverains au niveau de la section expérimentale et la dernière a été positionnée hors du périmètre de l'expérimentation afin de servir de station « témoin ». Pour compléter le dispositif, des enregistrements audionumériques ont été réalisés en façade d'immeubles et dans un véhicule, à l'aide d'un appareil capable d'enregistrer les niveaux sonores et de les restituer tels qu'ils sont perçus par l'oreille. Ceci a contribué à documenter le gain obtenu en termes de sensation auditive pour les riverains comme pour les automobilistes.

Des baisses significatives de bruit

La diminution du bruit à la source a été en moyenne de 7,5 dB(A) d'après les résultats obtenus sur la station du terre-plein central. Ces baisses sont tout à fait significatives et correspondent à ce qui pourrait être obtenu par une diminution du trafic de l'ordre de 30 à 70 %. Ce progrès ne se traduit pourtant pas par une amélioration proportionnelle au niveau de la sensation auditive : une diminution de 3 dB(A) est perceptible mais il faut atteindre des réductions de l'ordre de 5 dB(A) pour percevoir une différence nette de bruit et d'environ 10 dB(A) pour avoir l'impression d'un bruit divisé par deux. Les immeubles qui ont vu leur situation le plus s'améliorer sont ceux exposés de manière prépondérante au bruit généré par le BP et situés les plus proches de la section expérimentale, à savoir la Tour Lagny (- 4,1 dB(A) en moyenne) et l'immeuble L'Herminier (- 4,3 dB(A) en moyenne). La station située au niveau de l'immeuble Porte de Vincennes a vu quant à elle les niveaux sonores en façade s'abaisser plus faiblement (- 2,2 dB(A) en

moyenne), compte tenu de son exposition combinée au bruit généré par l'avenue de la Porte de Vincennes et par le boulevard périphérique.

Des niveaux d'exposition toutefois au-dessus des valeurs limites

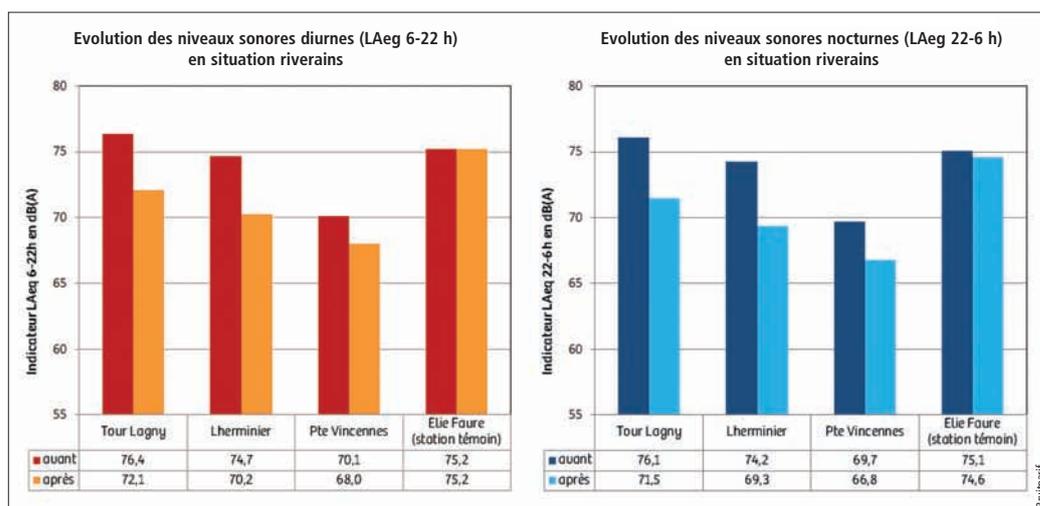
Malgré ces avancées significatives, la situation en termes d'exposition des riverains les plus proches reste non satisfaisante. Ainsi, les valeurs limites réglementaires sont encore dépassées de 2 à 6 dB(A) pour les indicateurs réglementaires noc-

turnes. En revanche, la situation devient moins critique quant aux niveaux diurnes puisque deux des trois stations en situation « riverains » présentent désormais des niveaux LAeq 6-22 h inférieurs ou très proches du seuil réglementaire de 70 dB(A) (tableaux 1 et 2).

Un son moins agressif car plus sourd

Lorsqu'on analyse la répartition fréquentielle des gains obtenus, on s'aperçoit que les diminutions sont les plus importantes, pouvant atteindre -7 dB (A) en

situation riverains pour les fréquences comprises entre 1 000 et 2 000 Hz typiquement. Or, ces fréquences correspondent tout à la fois à la gamme des fréquences pour lesquelles l'oreille a la plus grande sensibilité et également au domaine de la zone conversationnelle. Diminuer les niveaux sonores générés par la circulation dans ces fréquences améliore donc la sensation auditive (le bruit paraît en quelque sorte moins agressif) et l'intelligibilité des conversations par réduction de l'effet de masque.



Tableaux 1 et 2
Evaluation des niveaux sonores diurnes et nocturnes en situation riverains



Figure 1
Diminution moyenne des niveaux de bruit suite aux changements de revêtements, en fonction de l'heure et du type de jour

Comprendre les relations entre bruit de roulement et revêtement

Le revêtement routier joue un rôle essentiel sur le bruit de roulement. Le bruit de roulement généré par le contact entre les pneus et la couche supérieure de la chaussée est la résultante de plusieurs phénomènes acoustiques, notamment :

- Les vibrations engendrées par l'interaction entre les pneumatiques et les irrégularités de la chaussée, qui génèrent des sons plutôt graves.
- Un phénomène de « pompage d'air » causé par la compression/détente de l'air situé entre les pneumatiques et les espaces vides non communicants de la chaussée, qui génère des sons plus aigus.
- L'effet de corne (ou « effet dièdre ») qui correspond aux réflexions successives de l'onde sonore dans la corne (ou dièdre) formée par le pneumatique et le revêtement routier, dont la conséquence est une amplification du bruit à la manière d'un mégaphone.
- La porosité d'un revêtement permet d'absorber les bruits de roulement et de réduire de manière importante l'effet de corne, le son se trouvant piégé dans les pores. En outre, elle réduit le surcroît de bruit généré par le phénomène de projection de gouttelettes d'eau, lorsqu'il pleut ou qu'il vient de pleuvoir. Enfin, une bonne absorption acoustique contribue à absorber également le bruit du moteur (qui est dominant à vitesse peu élevée) ainsi que les autres bruits environnants. Le bruit a également tendance à devenir plus sourd et donc moins dérangeant à l'oreille humaine.

Les produits Rugosoft et Nanosoft appartiennent aux bétons bitumineux à couche mince (BBM), car ils sont appliqués en couche de 3 à 3,5 cm d'épaisseur. Leur composition crée un pourcentage important de petits vides (entre 20 et 30 % de vides contre 10 à 15 % pour les revêtements classiques) qui vont agir comme des pièges pour le son émis par la circulation.

Pour les conducteurs, le phénomène est également perceptible, avec un son atténué et plus sourd dans l'habitacle au passage sur les nouveaux revêtements.

Des baisses de niveaux sonores quelles que soient les conditions de circulation

Autre élément très intéressant : la baisse de niveaux apparaît quel que soit le type de jour (ouvrable ou week-end) et l'heure de la journée (figure 1). Selon les heures, on assiste ainsi à des réductions comprises entre - 5,8 et - 9,9 dB(A) en situation de proximité à la source (terre-plein central) et entre - 2,8 et - 5,9 dB(A) en situation riverains (en façade de l'immeuble l'Herminier et de la Tour Lagny).

Les baisses les plus faibles s'observent aux périodes de congestion importante (autour de 9 h les

jours ouvrables ou 19 h les jours de week-ends).

Néanmoins, l'amélioration reste significative même dans ces conditions (de l'ordre de - 5,6 dB(A) à la source et de -3 dB(A) en situation riverains), ce qui tend à montrer que les revêtements restent efficaces même lorsque les vitesses de circulation sont faibles et qu'ils peuvent même avoir une efficacité sur les bruits de moteur.

Par ailleurs, les diminutions les plus importantes interviennent aux heures où les niveaux de bruit sont les plus élevés, ce qui est particulièrement intéressant. Ainsi, on constate qu'entre 6 h et 6 h30 les jours ouvrables, à la période où il a été montré par les études que le bruit est le plus fort, les niveaux sont diminués de -8,5 dB(A) en situation de proximité à la source et de - 4,9 dB(A) et - 5,4 dB(A) en situation riverains au niveau respectivement de la Tour Lagny et de l'immeuble l'Herminier.

Conclusion

Ce premier bilan à trois mois fournit donc des résultats très encourageants quant à l'efficacité des revêtements acoustiques pour réduire l'exposition au bruit des riverains du boulevard périphérique.

Il révèle néanmoins que des actions complémentaires doivent être envisagées pour atteindre un respect des valeurs réglementaires. Il apparaît en outre nécessaire de poursuivre l'analyse et le suivi pendant plusieurs mois encore afin de vérifier que les performances acoustiques et surtout les qualités mécaniques des nouveaux revêtements résistent bien à la charge très importante de trafic du boulevard périphérique.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Bruitparif - Rapport d'étude « Mesure du bruit le long du boulevard périphérique Porte de Vincennes : bilan à 3 mois de l'effet acoustique de la mise en œuvre de nouveaux revêtements de chaussée », octobre 2012 – www.bruitparif.fr
- Bruitparif - Note de synthèse des éléments de connaissances actuelles sur le bruit généré par le boulevard périphérique, septembre 2012 – www.bruitparif.fr
- Bruitparif - Fiches techniques « Opter pour des revêtements acoustiques : l'essentiel à connaître » et « Opter pour des revêtements acoustiques : aller plus loin », septembre 2012 – www.bruitparif.fr
- Bruitparif - Dossier technique et pédagogique sur les performances acoustiques des revêtements de chaussée, décembre 2011 – www.bruitparif.fr
- F. Marmier, « Campagne de mesures du bruit autour du boulevard périphérique parisien », Revue générale des routes et des aéroports (RGRA) n°885, juin 2010, pp. 40-47
- F. Marmier, « Etat des lieux des performances acoustiques des revêtements urbains de chaussées », Revue générale des routes et des aéroports (RGRA) n°901, mai 2012, pp. 18-19

Rugosoft et Nanosoft

Les enrobés phoniques expérimentés

AUTEURS

Eric Godard
Directeur technique

Jean-François Gal
Directeur technique adjoint
Colas Ile-de-France Normandie

Les revêtements Rugosoft et Nanosoft sont les enrobés bitumineux phoniques les plus aboutis de la recherche du groupe Colas. Leur domaine d'application, en termes d'épaisseur, est celui des bétons bitumineux très minces (BBTM) ou celui des bétons bitumineux minces (BBM).



Mise en œuvre de Nanosoft porte de Vincennes –
A droite, le Rugosoft déjà sous circulation

Pourquoi deux produits ?

Rugosoft est une formule de granularité 0/6 mm, proposée depuis l'an 2000. Elle a fait l'objet d'une charte innovation du Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (SETRA) et a obtenu en 2004 un certificat de bon comportement décerné par le ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement (METL), après un suivi sur plusieurs années. Rugosoft a également reçu le décibel d'Or du ministère de l'Environnement en 2005. Il s'agit donc d'un produit éprouvé et largement employé. La diminution du bruit de roulement apportée par Rugosoft est de l'ordre de 7 dB(A) par rapport à un revêtement standard.

Nanosoft est le résultat d'une recherche d'optimisation du concept Rugosoft dans l'efficacité acoustique, notamment grâce au recours innovant à la granularité 0/4 mm. Il est proposé depuis 2006 et a obtenu en 2009 un certificat d'efficacité et de bon comportement du SETRA. Par rapport à Rugosoft, son efficacité acoustique apporte une amélioration supplémentaire de l'ordre de 2 décibels (A).

Spécificités de formulation

Les formules de Rugosoft et de Nanosoft sont de granulométrie continue, présentent une forte teneur en vides et font appel à des grains de petite dimension. Ces éléments, d'une part diminuent fortement l'émission du bruit de roulement et d'autre part, absorbent une partie significative de ce bruit ainsi que de celui du moteur. Un très bon niveau d'adhérence est assuré.

L'emploi de bitume modifié aux élastomères Colflex entraîne la durabilité du revêtement.

Pour le chantier expérimental du boulevard périphérique, des dispositions spécifiques ont été retenues. Des granulats clairs ont été employés pour réduire la température du revêtement en période estivale, notamment pour limiter le risque d'orniérage. Le liant d'enrobage haut de gamme Colflex «S» assurera la pérennité du revêtement sous le trafic intense de cette voie.

Caractérisation acoustique des revêtements

L'émission du bruit de roulement des revêtements a fait l'objet de mesures sur site avant et après les travaux et feront également l'objet d'un suivi dans le temps. Ces mesures de bruit en champ proche sont réalisées grâce à des microphones placés à proximité de la roue d'un véhicule (photo 1).



Photo 1
Mesure en champ proche de niveau de bruit de roulement sur l'ancien revêtement

Les résultats de ces mesures et les détails techniques du chantier seront développés dans un prochain article de la RGRA.



■ CEMEX

110 sites certifiés ISO 14001 en 2012

Cemex poursuit son engagement environnemental par la certification multi-sites et multi-métiers selon la norme ISO 14001 de 110 entités supplémentaires, portant ainsi à 183 le nombre de ses carrières et unités de production de bétons prêts à l'emploi (BPE) certifiés.

Après un audit réalisé par l'organisme Ecopass, ce sont désormais 183 sites qui sont certifiés, soit 53 % des sites Cemex (carrières de granulats, unités de production de bétons prêt à l'emploi, ports et dépôts de matériaux, logistique fluviale et sièges administratifs). Cemex France reste la 1^{re} entreprise de son secteur dont l'activité granulats est certifiée en totalité.

L'activité de production de BPE poursuit son intégration dans cette démarche environnementale puisqu'après 12 unités de production certifiées en 2011, ce sont désormais 95 unités qui ont obtenu cette reconnaissance. L'objectif de Cemex est d'atteindre 100 % des sites certifiés d'ici à fin 2014.

La certification ISO 14001 témoigne de la rigueur environnementale appliquée sur les sites Cemex positionnant l'entreprise comme partenaire incontournable pour les chantiers de construction durables ou Haute qualité environnementale (HQE). La démarche environnementale de Cemex contribue également, grâce à un partage d'expérience, à faire progresser des pôles industriels ou des communes, eux-mêmes engagés dans des actions en faveur du développement durable. Plusieurs points forts ressortent de l'audit réalisé par Ecopass, dont l'implication du personnel et son appropriation du système de management environnemental. Des remarques et des opportunités d'amélioration ont également été formulées et seront intégrées dans les évolutions du système afin qu'il reste adapté aux réalités des métiers et aux exigences réglementaires.

■ L'AFNOR POURSUIT SON ENGAGEMENT POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA MARQUE NF

Par la signature d'une déclaration commune, le réseau NF refonde le développement de ce signe distinctif reconnu par 85 % des Français le réseau est constitué ; d'AFNOR Certification, animateur du système de certification de la marque NF, et de 12 organismes français qu'elle mandate pour délivrer la marque NF dans leurs domaines d'activité.

Leur engagement commun est de préserver le niveau d'excellence des produits certifiés et d'enrichir les caractéristiques couvertes par la marque NF en intégrant les enjeux du développement durable. Véritable outil de conquête de nouveaux marchés, la marque NF doit contribuer plus encore au rayonnement des produits de qualité en France et sur les marchés internationaux.

Dans les années 90, AFNOR a fait le choix de constituer une équipe de certificateurs reconnus dans leur profession et mandatés pour la gestion de certaines applications de la marque NF. Aux côtés d'AFNOR Certification, ils sont aujourd'hui 12 certificateurs – centres techniques, établissements publics à caractère industriel et commercial, organisations professionnelles, associations - à porter la marque NF, chacun s'engageant dans son domaine de compétence. Leur réputation, leur indépendance et leur impartialité contribuent ainsi à la crédibilité et à la promotion des produits certifiés sous la marque NF. Ils gèrent l'ensemble du processus de certification, prennent la décision de certification, le droit d'usage de la marque NF étant accordé par AFNOR Certification. Parmi eux, notamment : AFCAB (Association française de certification des armatures du béton), ASCQUER (Association pour la certification et la qualification des équipements de la route), CERIB (Centre d'études et de recherches de l'industrie du béton), CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment), LNE (Laboratoire national de métrologie et d'essais).

■ LES RÉSULTATS DE L'ACV DES GRANULATS

L'Union nationale des producteurs de granulats (UNPG) a réalisé l'analyse de cycle de vie (ACV) des granulats, et met désormais à la disposition de la filière des modules d'informations environnementales de la production des différents types de granulats utilisés en France. Ceux-ci sont consultables sur le site Internet de l'UNPG : www.unpg.fr.

Depuis de nombreuses années, l'UNPG est engagée dans une démarche visant à toujours mieux prendre en compte l'environnement sur les sites de carrières. Tout en poursuivant la diffusion des bonnes pratiques, l'Union a souhaité connaître les impacts environnementaux de son activité, et a ainsi fait réaliser par un cabinet expert l'ACV des granulats. L'ACV permet de quantifier les impacts d'un produit depuis l'extraction des matières premières qui le composent jusqu'à son élimination en fin de vie.

Les résultats ont été formalisés sous forme de 3 modules d'informations environnementales de la production de granulats : d'une part, pour les granulats de roches massives, d'autre part, pour les granulats de roches meubles, enfin pour les granulats recyclés.

Contrairement aux Fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) qui prennent en compte les impacts environnementaux « du berceau à la tombe », ces modules concernent exclusivement la phase de production, c'est-à-dire « du berceau à la porte du site ». Ils sont conformes à la norme NF P01-010 et ont, à ce titre, fait l'objet d'une revue critique par un vérificateur indépendant.

Les modules sont téléchargeables sur le site de l'UNPG. Ils sont complétés par deux documents, disponibles sur demande auprès du service Environnement de l'UNPG :

- les tableaux d'inventaire de cycle de vie (ICV) qui réunissent les données des flux entrants (consommation) et sortants (émissions),
- un rapport méthodologique.

■ ÉCLAIRAGE

L'ANPCEN ET L'AFE engagent une réflexion commune

Lors des Journées nationales de la lumière de l'Association française de l'éclairage (AFE) à Besançon, l'Association nationale de protection du ciel et de l'environnement nocturnes (ANPCEN) et l'AFE ont annoncé avoir engagé une démarche d'échanges autour des nuisances lumineuses, les conduisant pour la première fois à une déclaration commune et ouvrant sur un dialogue public lors de la table ronde « L'éclairage extérieur fait débat », tenue lors des dernières Journées nationales de la lumière.

Face aux nouveaux enjeux, les deux associations ont la volonté de faciliter une transition nécessaire en aidant les acteurs de l'éclairage et les décideurs publics et privés à faire de bons choix et elles ont convenu de la complémentarité de leur expertise respective.

Déclaration commune de l'ANPCEN et de l'AFE

L'ANPCEN et l'AFE, à travers leurs objectifs et les actions menées, soutiennent conjointement les objectifs publics relatifs aux nuisances lumineuses exprimés par la loi du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement. L'ANPCEN et l'AFE constatent qu'il est besoin d'éclairage et qu'il est besoin d'une nuit de qualité. Elles conviennent de l'objectif de satisfaire les besoins des usagers et des collectivités sans voir croître la part de l'éclairage public dans les consommations françaises d'électricité et les externalités négatives de l'éclairage artificiel.

Les deux associations font le constat que la gestion de la lumière est confrontée à la nécessité d'évoluer d'une approche technique et économique vers une approche intégrant des interactions nécessaires entre objectifs économiques, sociétaux et environnementaux. Cette nouvelle complexité nécessite des changements de posture, une expertise plus collective, pour apporter des réponses pertinentes. A partir de ce constat, l'AFE et l'ANPCEN ont décidé d'échanger, sans a priori, à partir de leur expertise respective sur des objectifs qui seront identifiés comme communs, sur leurs critères et les solutions pour définir l'éclairage nécessaire aux sociétés, prenant en compte les externalités négatives de l'éclairage artificiel.

La prévention, la limitation ou suppression des nuisances lumineuses nécessitent en tout premier lieu de nouvelles interrogations sur les besoins de lumière artificielle la nuit et ses finalités. Elles appellent à une analyse des besoins réels et des conséquences, pour concevoir des réponses adaptées aux situations. En effet, les réponses uniques ou normalisées ne sont pas toujours adaptées à la diversité des situations.

Un questionnaire préalable est nécessaire :

- L'éclairage nocturne de ce lieu est-il nécessaire compte tenu de son objet, de sa fréquentation et de ses horaires d'utilisation ?
- S'il est nécessaire d'éclairer : à quels moments de la nuit ? A quel niveau ? Comment ? Avec quelles conséquences ? Etc.

De cette réflexion doit naître tout projet d'éclairage, de rénovation ou de modification d'installations existantes.

Les réponses à ces questions peuvent amener les décideurs à ne pas éclairer un site, voire à pratiquer l'extinction de sites inutilement éclairés auparavant, à certaines heures de la nuit.

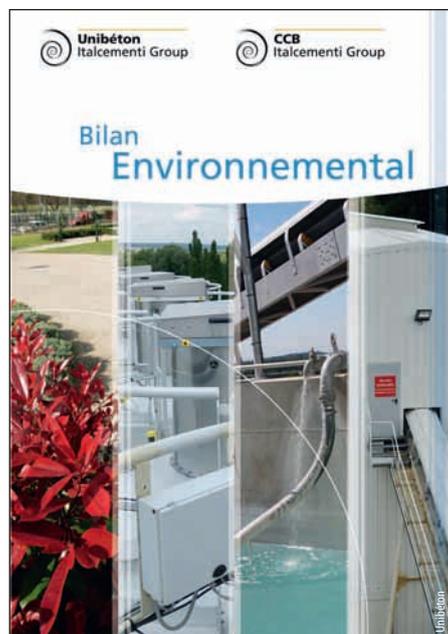
L'extinction totale ou partielle en milieu de nuit, doit être considérée comme l'une des solutions, déjà pratiquées par un nombre croissant de communes et syndicats d'énergie ou d'électrification. Cette réflexion peut également conduire à revoir la nature des installations, leur implantation, les plages horaires d'allumage /extinction, le type de sources, l'installation de système de gestion, les niveaux d'éclairage, la puissance installée, etc. Parmi les communes ayant procédé à une extinction totale ou partielle de leur éclairage en milieu de nuit, nombre d'entre elles ont préparé cette décision en consultant les citoyens pour les sensibiliser aux enjeux liés et en préparant l'environnement lorsque cela s'avère nécessaire.

Dans ce domaine, la concertation est un élément indispensable d'une bonne gouvernance.

L'AFE et l'ANPCEN pourraient étudier l'opportunité d'expérimenter en France une approche pédagogique et pertinente d'installations et d'usages définis à partir de critères environnementaux et sociaux. Elles souhaitent continuer les premiers échanges.

■ UNIBÉTON PUBLIE SON PREMIER BILAN ENVIRONNEMENTAL

10 ans après le début de son programme d'actions en faveur de l'environnement, Unibéton dévoile son premier bilan environnemental ; une publication qui témoigne de la réussite des nombreuses initiatives entreprises et concrétisées par la certification ISO 14001 de 14 unités de production. S'inscrivant dans la politique de développement durable du groupe, Unibéton a défini les axes stratégiques pour une production plus propre et respectueuse de l'environnement.



Lancée au début des années 2000, la démarche Environnement d'Unibéton s'appuie dès l'origine sur un processus d'amélioration continue en faveur de l'environnement.

Akteur de proximité, responsable et engagé, Unibéton a identifié 4 pistes d'actions d'améliora-

tion à décliner par chaque unité de production :

- réduction des impacts industriels concernant l'eau, le bruit et les poussières ;
- prévention des risques par la formation du personnel, la sensibilisation des sous-traitants et le partage d'expériences issues des sites certifiés ISO 14001 ;
- économie des ressources naturelles grâce à la réduction et au recyclage des retours de béton et la recherche & développement vers des bétons « hautes performances » ;
- communication volontaire avec la publication d'un bilan environnemental à la fin de chaque plan triennal.

Les engagements pris par Unibéton démontrent clairement une volonté d'intégration au territoire local en passant par le respect des hommes et de leur environnement. www.unibeton.fr

■ RECYCLAGE DES PNEUMATIQUES USAGÉS Accord entre les constructeurs automobiles et les manufacturiers

Les constructeurs automobiles, ainsi que leurs organisations professionnelles, le Comité des constructeurs français d'automobiles (CCFA) et la Chambre syndicale internationale de l'automobile et du motocycle (CSIAM), et les manufacturiers de pneumatiques associés d'Aliapur SA (Michelin, Continental, Bridgestone, Goodyear Dunlop et Pirelli) ont signé un accord de partenariat sur le recyclage des pneumatiques usagers.

Cet accord concerne le pilotage d'un flux d'environ 40 millions de pneus de véhicules légers à recycler par an. Il s'inscrit dans la continuité de la politique de recyclage des véhicules hors d'usage assuré par la filière. Il caractérise l'application du principe de la responsabilité élargie du producteur. Les constructeurs vont donc prendre en charge les pneus usagés des véhicules hors d'usage, tandis que les manufacturiers de pneumatiques conservent la responsabilité du recyclage des pneus de remplacement.

Les signataires de l'accord partagent une vision commune qui témoigne de la poursuite de la professionnalisation de la filière du recyclage. Cette stratégie partagée par les signataires vise aussi à obtenir une normalisation des produits issus du recyclage et à leur ouvrir de nouveaux débouchés, grâce à un effort appuyé de recherche & développement.



Matériel

■ MATÉRIEL DE BTP Baromètre DLR/Astères

La Fédération nationale des distributeurs, loueurs et réparateurs de matériel de BTP et de manutention (DLR) a publié le baromètre conjoncturel DLR/ASTÈRES des activités location et distribution de matériel de BTP et de manutention au 3^e trimestre 2012.

Sur un an, l'évolution du chiffre d'affaires au 3^e trimestre 2012 est la suivante : location : + 3 % et distribution : + 6 %.

L'économie française n'offre toujours pas de signe de reprise. D'après les prévisions de l'Insee, l'activité stagnera encore au moins jusqu'à la fin de l'année, soit cinq trimestres consécutifs sans croissance ; du jamais vu depuis l'après-guerre. Dans cet environnement morose, les professions du DLR ont vu la progression de leur activité sensiblement ralentir depuis le début de l'année.

Point positif pour les trois professions : leurs chiffres d'affaires du 3^e trimestre n'ont pas baissé en dépit d'anticipations défavorables. Le sursaut observé dans les travaux publics, contrecoup d'un début d'année perturbé par des intempéries, n'y est pas étranger.

Pessimisme pour le 4^e trimestre

Point négatif cependant : la baisse pourrait bien avoir lieu au 4^e trimestre, à en croire les adhérents du DLR. En effet, toutes professions confondues, 36 % des adhérents au DLR estiment que leur chiffre d'affaires baissera au 4^e trimestre, contre seulement 13 % anticipant une hausse.

La visibilité des adhérents, quant à leur activité en 2013, demeure particulièrement mauvaise. Leurs craintes – justifiées – sont celles d'une croissance atone au moins au 1^{er} semestre 2013.

Dans un environnement marqué par de fortes incertitudes, le budget avancé par le gouvernement est mal accueilli. Un choc fiscal se prépare, la dépense de l'Etat restant relativement épargnée. Les experts s'accordent pourtant sur le fait que, pour réduire le déficit sans trop pénaliser la croissance, il est préférable de jouer davantage sur les dépenses que sur les recettes et que des réformes structurelles sont nécessaires. En proposant un « crédit d'impôt pour la compétitivité et l'emploi », le gouvernement envoie certes un signal positif aux entreprises. Cependant, elles ne sentiront les effets de cette mesure qu'à partir de 2014. Or, c'est dès à présent qu'elles auraient besoin d'un geste fort en matière fiscale pour maintenir l'emploi et investir. Le baromètre du DLR l'illustre : les créations d'emplois demeurent d'ailleurs gelées chez les adhérents du DLR et les projets d'investissement des professionnels de la manutention sont peu nombreux.

■ CASE CONSTRUCTION EQUIPMENT Nouvelles pelles sur pneus la Série WX 8

Case Construction Equipment a présenté les trois premiers modèles de sa nouvelle gamme de pelles sur pneus. Ces modèles, WX148, WX168 et WX188 tirent leur puissance et leurs performances d'un système hydraulique à trois pompes, dont une dédiée à la rotation, d'une nouvelle commande de sélection des modes de travail/régime du moteur, d'un châssis porteur extra-robuste et d'une cabine réaménagée. Ces dernières améliorations se traduisent par un meilleur confort pour l'opérateur, une grande facilité d'utilisation et d'entretien et des coûts d'exploitation réduits.

Puissance et contrôle

Grâce au système hydraulique à trois pompes, le mouvement fourni est continu, pour que l'opérateur maîtrise parfaitement toutes les fonctions pour une performance d'utilisation souple et

Matériel, produits et procédés

efficace. Les autres systèmes hydrauliques puissants sont gérés grâce à la commande *Case Intelligent Hydraulic System* qui s'appuie sur une seule unité centrale intégrée (CPU), pour un meilleur contrôle et des diagnostics simplifiés.

La fonction *Automatic Powerboost*, qui délivre des performances optimales pour les opérations de levage et d'arrachage, est disponible sur les 3 modèles. La commande d'augmentation automatique de la puissance en mode déplacement permet de déplacer rapidement la machine entre les différentes zones de travail. La direction Orbitrol améliorée facilite la conduite tout en diminuant les efforts.

Avec une nouvelle commande de sélection des modes de travail et de vitesse du moteur, l'opérateur dispose d'un contrôle unique pour faire fonctionner la machine, même lors d'un déplacement sur route.

La fonction *Case Intelligent Swing (CIS)* permet à l'opérateur d'ajuster la vitesse de rotation de la tourelle pour s'adapter aux différents chantiers.

Plate-forme de travail stable

Les derniers modèles WX présentent un châssis extrêmement robuste, avec en option, une lame de remblayage avec ou sans stabilisateurs, ou des stabilisateurs avant et arrière, pour un équilibre sans faille et une plate-forme de travail solide.

L'entraînement des machines s'effectue via une nouvelle transmission *powershift* hydrostatique entièrement automatique, directement montée sur l'essieu arrière pour une garde au sol maximale. Grâce à de nouveaux essieux ZF extra-robustes, les pelles Case fournissent une vitesse de déplacement maximale de 35 km/h, ainsi qu'une fonction vitesse rampante pour un contrôle total des mouvements des machines sur le chantier. Différents pneus peuvent être montés sur les pelles.



La pelle WX 188

Commande et confort améliorés

La cabine ROPS/FOPS des modèles WX respecte les réglementations UE. Grâce à la climatisation automatique, au siège à suspension pneumatique et entièrement réglable, tous les opérateurs peuvent trouver une position de travail confortable.

La cabine suspendue et insonorisée est pourvue de pédales et d'accoudoirs ergonomiques, de vitres de sécurité teintées et de pare-soleil de grande taille. Toutes les fonctions de déplacement ont été centralisées au niveau de la colonne de direction et les autres commandes de

vitesse ont été regroupées pour être facilement à la portée de l'opérateur. Un nouvel écran LCD multifonction fournit des informations à l'opérateur et des fonctions de diagnostic intégrées pour le service de maintenance.

Coûts réduits d'exploitation

Les trois pelles sont équipées de nouvelles bagues à longue durée de vie et d'une flèche et d'un balancier robustes. L'intervalle de graissage pour la WX168 et la WX188 n'est que de 500 heures et de 100 heures pour la WX148. La flèche principale est équipée en série de clapets de sécurité et Case propose un kit de maintenance comprenant des clapets de sécurité pour le bras du balancier, un crochet de levage et un système d'avertissement de surcharge en option. De larges portes d'accès offrent des possibilités de maintenance depuis le sol.

JCB ÉLARGIT SA GAMME DE TELESCOPIC WM

JCB complète sa gamme de Telescopic WM (*Wastemaster*) en introduisant une version compacte, le 527-58 WM, pour un usage intensif dans les métiers de l'environnement (version WM - *WasteMaster*). Après le lancement du puissant 550-80 WM, à l'autre extrémité de la gamme, la nouvelle machine bénéficie de la même approche innovante dans la définition du concept de maintenance spécialisée des métiers du traitement des déchets.

Le 527-58 WM est le plus compact des Telescopic WM dans la gamme des machines à moteurs latéraux. Avec une largeur et une hauteur de 2 m (en fonction de la cabine et de la monte de pneumatiques), la machine accède dans les constructions les plus basses, les conteneurs ou les passages étroits. Avec une capacité de 2,7 tonnes, une hauteur de levage de 5,80 m et une portée de 3 m à l'avant des roues, le 527-58 garde des capacités de manutention qui sont généralement sur des machines de plus gros tonnage.

Entraîné par le moteur JCB Dieselmax de 74 kW (100 cv) et une transmission hydrostatique, le 527-58 présente un ratio poids/puissance très favorable. Le groupe de refroidissement, le moteur et la transmission sont faciles d'accès depuis le sol pour tous les contrôles quotidiens et la maintenance.

Le 527-58 bénéficie d'un angle généreux de braquage sur les ponts, d'un empattement court et de 3 modes de direction pour une superbe maniabilité dans les espaces exigus. La machine dispose aussi d'une cabine standard montée en position basse sur le châssis, offrant une excellente visibilité tout autour de la machine. La machine est équipée avec une monte en pneumatiques de 20 pouces.

Le circuit hydraulique délivre un débit de 126 litres/min, suffisant en termes de puissance pour animer une large gamme d'équipements. En complément, la machine est proposée avec différents types de tabliers d'accrochage qui permettront le montage de bennes de reprise ou à déchets pour maximiser la polyvalence et la productivité. Cette polyvalence autorise la reprise d'équipements déjà utilisés sur le site.

■ CATERPILLAR DÉVOILE

SA PREMIÈRE PELLE HYBRIDE

Caterpillar Inc. a organisé un événement à l'attention de la presse spécialisée, intitulé « La nouvelle génération est en marche », au centre de conception industrielle de Mossville (Etats-Unis). L'objectif : présenter le premier modèle de sa nouvelle gamme de pelles hybrides, la 336E H de Cat®. Le réseau mondial de concessionnaires Cat aura l'exclusivité de la vente et de l'entretien de la nouvelle pelle 336E H, suite au lancement officiel de la machine lors du salon bauma 2013, qui se déroulera à Munich (Allemagne). Il sera possible de commander le modèle 336E H à partir de février 2013, les premières machines quitteront l'usine en mars 2013.

La pelle 336E H s'appuie sur une nouvelle technologie hybride hydraulique développée par Caterpillar. « *Un équipement hybride ne dépend d'aucune technologie particulière, et donc pas nécessairement de l'électricité* », souligne Ken Gray, responsable au niveau mondial des grosses pelles hydrauliques pour la Division excavation de Caterpillar. « *Il existe plusieurs manières de stocker et de réutiliser de l'énergie, notamment celle proposée par notre système hybride hydraulique breveté, dont est doté le modèle 336E H de Cat. Caterpillar a mis au point, construit et testé des pelles hybrides électriques, mais nous n'avions pas trouvé une méthode hybride qui diminuerait réellement les frais d'exploitation de nos clients* », précise Ken Gray. « *Les grosses pelles sont utilisées dans des applications à haut rendement où le carburant représente un coût d'exploitation très important pour nos clients. Le modèle 336E H, qui est la version hybride de notre solide machine 336E, est parfaitement adapté à l'introduction de notre nouvelle technologie hybride hydraulique, pour laquelle plus de 300 brevets ont été déposés. Nous sommes impatients de voir la réaction de nos clients face à la pelle 336E H* », poursuit-il. « *Aucune autre technologie du marché n'a autant de puissance que la technologie hydraulique : nous avons donc choisi une solution hydraulique pour aider nos clients à réaliser des économies de carburant importantes. Le modèle 336E H est aussi conforme aux normes rigoureuses Tier 4 Interim/Niveau III B en matière d'émissions. Par ailleurs, il s'agit d'une pelle extraordinairement silencieuse. Les frais d'exploitation du modèle 336E H sont plus faibles que ceux de la machine standard* ».

La technologie

La pelle 336E H est dotée des mêmes grands atouts que la 336E : la grande différence entre les deux modèles réside dans le rendement énergétique, qui est encore meilleur sur la nouvelle pelle. Pour réaliser des économies de carburant supplémentaires, la conception de la 336E H s'appuie sur trois éléments technologiques :

- **L'économie de carburant**, grâce à la gestion de la puissance moteur garantie par la pompe électronique standardisée programmable (ESP) de Cat, qui assure une transition souple entre les sources hybrides hydrauliques, le moteur et l'accumulateur ;
- **L'optimisation des performances**, grâce à la gestion des restrictions garantie par la vanne du

système breveté de contrôle adapté de Cat, qui gère intelligemment les restrictions et les flux pour commander en douceur les déplacements de la machine sans perte de puissance et pour veiller à ce que les conducteurs ne ressentent aucune différence dans la commande, la puissance hydraulique ou la capacité de lavage.

• **La réutilisation de l'énergie**, grâce au système hybride hydraulique, qui capte l'énergie de freinage de la structure supérieure de la pelle dans les accumulateurs, avant de la libérer pendant l'accélération.

Economies de carburant

La pelle 336E H bénéficie d'une productivité inégalée grâce au rendement énergétique, mesuré en tonnes par litre, supérieur de 50 % à celui de la 336D. Les clients peuvent tabler sur une économie de carburant pouvant atteindre 25 % sur la 336E H par rapport à la 336E standard, et 33 % par rapport aux modèles 330/336D. Les trois éléments technologiques que sont l'économie de carburant, l'optimisation et la réutilisation sont intégrés pour optimiser les économies en carburant dans plusieurs applications. Même dans les applications à faible intensité, les clients réaliseront des économies de carburant importantes.

Retour sur investissement pour la technologie hybride

Comme la pelle 336E H consomme moins de carburant et limite les émissions réglementées, les frais d'exploitation baissent considérablement par rapport à ceux d'une machine standard, et l'empreinte carbone de la machine est également moins importante. En s'appuyant sur les prix actuels du carburant et dans le cadre d'une application à haut rendement, Caterpillar estime que les clients peuvent raisonnablement tabler sur un retour sur investissement en un an pour un modèle de pelle hybride.

Longévité et fiabilité

La conception de la pelle 336E H s'appuie sur des composants hydrauliques Cat qui ont fait leurs preuves en matière de longévité et fiabilité. A l'instar des machines standard, les composants de la 336E H peuvent être remplacés ou rénovés pour maximiser la durée de vie du système hybride.

Validation

Les clients ont utilisé certaines de ces machines sur le terrain : il s'agit des premières machines de production construites pour répondre aux tests de réception client, pour valider la consommation de carburant, la précision des commandes, la fiabilité et les performances de la pelle 336E H. Au cours d'une étude de production formelle réalisée en août 2012, les résultats ont été impressionnants : le rendement énergétique était plus important, et les niveaux sonores plus faibles dans la cabine et aux alentours, que ceux des modèles 336E et 336D. En outre, la vanne ACS, qui gère intelligemment les restrictions et les flux pour commander en douceur les déplacements de la machine, est disponible depuis 2008 et se caractérise par des performances et une fiabilité supérieures. Les systèmes ACS et hybrides ont aussi démontré que leur association

optimise les performances et la précision des commandes des outils de travail, comme les marteaux, les cisailles et les grappins.



Aménagement urbain

■ ROMAINVILLE

Bilan d'un an de collecte des déchets par aspiration

Un an après son inauguration, la collecte des déchets par aspiration souterraine n'a pas perdu son souffle.

Il y a un an, Romainville (Seine-Saint-Denis) était la première ville française à inaugurer sa collecte des déchets par aspiration souterraine. Ce choix écologique et précurseur a fait des émules dans de nombreuses villes de la région parisienne qui s'appuient sur l'exemple de Romainville pour équiper certains de leurs quartiers. Des élus de différentes communes et agglomérations, intéressés par le processus, visitent le terminal de collecte. Cette expérience réussie a même dépassé les frontières hexagonales, le district de Westminster à Londres ayant contacté la mairie pour connaître le bilan de cette première année d'utilisation.



Le 15 octobre, la collecte des déchets par aspiration pneumatique a fêté son premier anniversaire à Romainville. Ce système innovant participe à la politique de développement durable pratiquée par la municipalité. Il réduit considérablement le nombre de passages de camions poubelles dans les quartiers concernés, et par conséquent les émissions de CO₂. De plus, il encourage les habitants à pratiquer le tri sélectif.

Avec la collecte, les 2 600 ménages équipés ont vu leur cadre de vie s'améliorer : plus de bennes à ordures, plus de passages de camions aux premières heures du jour, plus de mauvaises odeurs.

Ce système de collecte des déchets a séduit les habitants des quartiers concernés qui ont dû changer certaines habitudes (utilisation de petits sacs-poubelle, tri sélectif, ...). Malheureusement, quelques incivilités demeurent. Une campagne de sensibilisation va d'ailleurs être lancée par Romainville Habitat pour rappeler aux locataires de ne pas utiliser des sacs poubelles trop gros et de ne pas les déposer n'importe où, ce qui rajoute du travail aux gardiens d'immeubles. Mais rien qui ne remette en cause un cadre de vie amélioré pour l'ensemble des locataires du parc social concerné par ce système innovant.

Une année d'exploitation en chiffres

- 824 tonnes d'ordures ménagères et 221 tonnes d'emballages recyclables évacués, soit une moyenne de 2 260 kg d'ordures ménagères et de 607 kg d'emballages recyclables par jour ;
- 1 600 cycles de collecte (aspirations), soit 4,4 par jour en moyenne ;
- 166 évacuations de conteneur par camion depuis le terminal de collecte, soit environ une évacuation tous les deux jours.

■ SPIE

Infrastructures de recharge électrique

Après le Salon des maires et des collectivités locales, Spie a présenté son offre clé en main d'infrastructures de recharge électrique au 1^{er} Congrès des villes électromobiles, pour accompagner les villes vers la mobilité électrique. Un sujet au cœur des enjeux sociétaux dans lesquels SPIE a choisi de s'engager aux côtés de ses clients, les collectivités.

Accueillir la mobilité électrique dans la ville est, pour les collectivités, une opportunité concrète de création de valeur répondant aux exigences de la population et de la société.

Spie propose aux collectivités une approche globale pour assurer un déploiement raisonné des infrastructures de charge au sein des villes, avec une offre modulaire incluant la maintenance. Son expertise couvre l'ensemble des problématiques de la mise en place d'une infrastructure de recharge : choix du type de charge, de prise, de gestion d'accès avec ou sans monétique, architecture du réseau de bornes, design de l'espace, conception du raccordement électrique, maintien en conditions opérationnelles, etc.

Son offre d'infrastructures de recharge électrique répond à deux enjeux urbains majeurs :

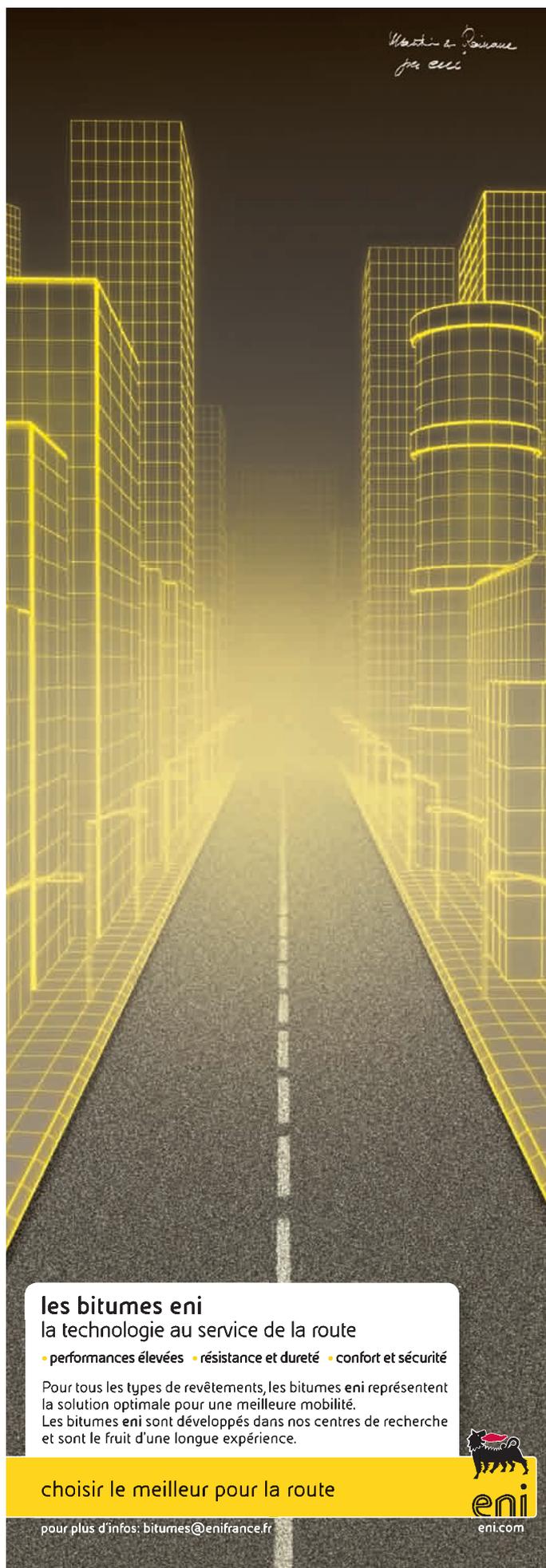
- L'exemplarité éco-citoyenne : Spie plante des moyens de recharge pour la flotte captive de la collectivité afin que celle-ci concrétise son engagement de l'Agenda 21 et respecte la loi sur l'air.
- Un service de proximité pour les citoyens à deux niveaux :

- Pour les habitants des cœurs de ville ne disposant pas de garage, en leur donnant la possibilité de trouver un point de recharge pour leur véhicule électrique sur la voirie.

- Pour les usagers ayant besoin de reprendre de l'énergie pour atteindre leur domicile.

Le groupe Spie s'est lui-même engagé dans l'éco-mobilité, avec bientôt 10 % de sa flotte constituée de véhicules électriques et un programme de déploiement d'infrastructures de recharge sur ses sites partout en France.

Comme pour ses propres installations, Spie assure à ses clients une visibilité des infrastructures de



les bitumes eni la technologie au service de la route

• performances élevées • résistance et dureté • confort et sécurité

Pour tous les types de revêtements, les bitumes eni représentent la solution optimale pour une meilleure mobilité. Les bitumes eni sont développés dans nos centres de recherche et sont le fruit d'une longue expérience.

choisir le meilleur pour la route

pour plus d'infos: bitumes@enifrance.fr



recharge afin qu'elles soient facilement identifiables par tous. Au-delà de la borne, une série d'équipements (totem, panneaux, peinture au sol) met en valeur l'aménagement de l'espace.

■ SALON DES MAIRES Palmarès des prix de l'Innovation 2012

Les prix de l'Innovation du Salon des maires et des collectivités locales (SMCL) récompensent des produits, procédés, matériels, systèmes, services ou techniques innovants. Développés par les fournisseurs de biens et services du secteur des collectivités locales, ces innovations apportent des réponses concrètes aux problématiques actuelles qui se posent aux décideurs locaux. Parmi les lauréats,

• **Dans la catégorie « Eclairage urbain » : Citybox® d'ETDE**, architecture télécom composée de boîtiers électroniques insérés dans le pied des candélabres et utilisant le courant porteur haut débit. Citybox transforme le réseau d'éclairage public classique en infrastructure intelligente et communicante.

La solution améliore la performance énergétique des réseaux d'éclairage public, en modulant l'éclairage de chacun des points lumineux au plus juste, en fonction de la météo, de l'heure, du quartier, des sources lumineuses, etc. Avec cette nouveauté, les communes réalisent des économies sur leur consommation énergétique et proposent de nouveaux services numériques pour accroître leur attractivité : WIFI, vidéo-protection, défibrillateur, sonorisation et illuminations festives, bornes de recharges pour véhicules électriques, écrans d'information, etc.

Citybox révèle ainsi tout le potentiel des réseaux d'éclairage public des collectivités locales, avec des candélabres qui deviennent utiles, de jour comme de nuit. Déjà déployé sur près de 3 000 candélabres, ce système équipe plusieurs villes de France : Sèvres, Thiais, Lonjumeau, Niort, Tulle, ...

• **Dans la catégorie « BTP/voirie » : plaque de chaussée 15/5**, système de protection de tranchée modulaire, qui se compose d'éléments individuels emboîtables les uns dans les autres suivant la longueur de la tranchée, présentée par Sepia Signalisation.

■ ENFIN DES CENDRIERS DE RUE À PARIS

Afin d'inciter les fumeurs à préserver la propreté de l'espace public, la Ville de Paris déploie, depuis le 14 novembre, 10 000 éteignoirs, fixés sur les corbeilles de rue.

Une centaine d'exemplaires ont déjà été testés l'été dernier, en conditions réelles, sur quelques sites.

Fabriqués en matériau composite totalement ignifuge, ces modèles ont donné toute satisfaction quant à leur solidité et leur résistance. Il est apparu en revanche qu'il fallait améliorer leur visibilité, pour que les fumeurs parisiens comprennent qu'ils peuvent et doivent désormais se débarrasser proprement de leurs mégots, plutôt que de les jeter par terre, en polluant trottoirs et caniveaux. L'installation des éteignoirs s'accompagnera désormais de la pose d'un petit panneau (15 x 16 cm) de couleur vive, destiné à attirer l'attention des fumeurs sur l'éteignoir.

La poubelle n'étant pas inflammable, les fumeurs sont donc appelés à jeter proprement leur mégot dans les corbeilles de rue après l'avoir éteint sur l'éteignoir. Un geste simple et sans risque qui fera beaucoup de bien aux rues de Paris.

A63

Cemex Bétons fait valoir sa force de production

AUTEUR

Françoise Marmier
RGRA

L'agence Aquitaine de Cemex Bétons profite de la bonne implantation de ses unités de production et s'affirme comme fournisseur unique des bétons du tronçon de l'autoroute A63, en construction entre Salles (Gironde) et Saint-Geours-de-Maremne (Landes).

Glissières en béton adhérent (GBA), caniveaux, béton de tranchée et gares de péage, ou bétons C30/37 pour les GBA, les ouvrages d'art et les aires de repos, les quatre unités de production jouxtant le tracé enchaînent les semaines à haute cadence et les fabrications pour fournir 48 000 m³ de bétons d'ici au printemps 2013.



Le projet

Le 21 janvier 2011, l'Etat a attribué au groupement Atlandes, formé notamment de filiales du groupe Bouygues, NGE et SPIE, la concession pour une durée de 40 ans de l'autoroute A63 entre Salles, au sud de Bordeaux et Saint-Geours-de-Maremne, au nord de Bayonne. Long de 105 km, le tracé épouse celui de la RN10 qui, de 2 x 2 passera à 2 x 3 voies, en même temps qu'il adoptera les normes autoroutières et environnementales. Le transit des quelque 30 000 véhicules/jour (75 000 en été), dont 10 000 camions, sera ainsi simplifié sur l'un des deux axes majeurs d'accès à l'Espagne.

Le chantier

Un groupement concepteur-constructeur, le GIE A63, est chargé de l'élargissement à 2 x 3 voies de la chaussée et des travaux de mise aux normes autoroutières. Outre l'élargissement de la chaussée, il réalisera des barrières de protection et un passage pour la grande faune, les réseaux de drainage aboutissant à 50 bassins de récupération des eaux de pluies, 105 km de tranchées pour les réseaux électriques et de fibre optique, plus de 400 km de glissières de sécurité ainsi que 10 échangeurs et les travaux de voirie de la déviation de Labouheyre.

Deux ouvrages d'art, constituant la déviation de Labouheyre et les deux gares de péages de Saugnac et Muret, d'une part, et de Magescq, d'autre part, ont été attribués à l'entreprise Demathieu & Bard. Tandis que l'entreprise Bernadet construira les bâtiments des aires de repos et les centres de maintenance de Saugnac et Muret, Labouheyre et Castets.



Béton(s) et mise en œuvre

Unique fournisseur du chantier, l'agence Cemex Bétons Aquitaine doit livrer près de 48 000 m³ de bétons d'ici au printemps 2013. Du nord au sud, ses unités de production de Gujan-Mestras, Parentis, Saint-Paul-les-Dax et Saint-Geours-de-Maremne sont mobilisées pour tenir la cadence d'un chantier qui a débuté en septembre 2011. La troisième semaine de mars, les quatre unités de production et leur trente camions-malaxeurs ont fourni aux différents ouvrages plus de 2 000 m³ de bétons, C20/25 et C30/37 pour les bétons extrudés avec des pointes de 600 m³ par jour. Le record a été battu entre les 7 et 14 juin, avec les seuls bétons extrudés fabriqués à partir de l'unité de production de Parentis, entièrement dédiée au chantier pour l'occasion.

Les intervenants

- Maître d'ouvrage-concessionnaire : Société Atlandes
- Groupement concepteur-constructeur : GIE A63
Colas Sud-Ouest, Screg Sud-Ouest, Valerian, SPIE, NGE, Egis International, Egis Project

1 600 m de GBA, élargies pour servir de support aux panneaux anti-bruit, seront construits, en avalant près de 2 200 m³ de bétons extrudés. Sans sacrifier la qualité, la réussite de ce type d'ouvrage tient à la maîtrise de la fabrication, associant maintien de la rhéologie et respect des classes de résistance. Cela implique une haute précision dans le dosage en eau et en adjuvants. Cette performance sera bien entendu maintenue durant la totalité du chantier. Ce dernier consommera au total 30 000 m³ de bétons extrudés pour la confection des 60 km de GBA et 10 000 m³ de béton pour la réalisation de l'assainissement, caniveaux en U, à fentes et bordures. ■

Los hormigones de ordenación marcan la diferencia

La autopista A6 celebra sus 52 años p. 27

“Yo tenía veinte años. No dejaré que nadie diga que es la mejor edad de la vida”. Es atrevido hacer suya esta cita de Paul Nizan [1] diciendo “Tenía cincuenta y dos años. No dejaré que nadie diga que es la mejor edad de la vida” para aplicarla en el caso del tramo de la autopista A6 entre Villabé (al sur de Evry) y Saint-Germain-sur-Ecole (parte de peaje). Con 16 km de longitud, es el último tramo que utiliza el revestimiento original de hormigón de cemento que data de los años 1960 y es objeto de una reconstrucción después de medio siglo de servicio.

Para repasar la historia de esta autopista nos sumergimos en los archivos de la Revue générale des routes et des aérodromes (RGRA) y pudimos remontarnos en el tiempo hasta el año 1958 e incluso hasta 1939.

Estructuras y revestimientos de hormigón para transportes públicos en terreno propio (TCSP) p. 32

¿Qué aglomeración urbana no ha desarrollado su red de transportes públicos en terreno propio (TCSP) o tiene el proyecto de hacerlo próximamente? Emblemático de la renovación urbana de entidades locales que desean pasar página al uso sistemático del coche, este modo de transporte público ha sido muy bien acogido por los usuarios, una vez disipadas las preocupaciones inherentes a la obra. Este artículo tiene un doble objetivo: describir los diferentes sistemas de transporte y presentar una obra reciente o en fase de realización para cada uno de ellos.

El procedimiento VECU (vías de circulación, espacios públicos, obras de ordenación urbana) p. 39

El procedimiento “VECU” (vías de circulación, espacios públicos, obras de ordenación urbana), emprendido por el SPECBEA (Syndicat Professionnel des Entrepreneurs de Chaussées en Béton et d'Equipements Annexes), se propone valorizar a los “expertos en la materia” que dominan e inventan los productos y los acabados del “hermoso hormigón” y, de este modo, son capaces de coproducir un amplio panel de decisiones de ordenación que responden a la creatividad de los diseñadores. Invertir la mirada partiendo de tratamientos y acabados que garantizan estética e integración, sin ocultar el requisito previo de robustez; este es el reto de los trabajos

del comité VECU, cuyos objetivos, contenido y productos se relatan en este artículo.

Pavimentos y ordenaciones sostenibles: un futuro de hormigón p. 48

Desde hace muchos años apenas se utilizan los pavimentos de hormigón en la red estructurante francesa. Sin embargo, es evidente que hoy los pavimentos y los acondicionamientos de hormigón presentan muchas evoluciones y ventajas respecto a las normativas ambientales para el desarrollo sostenible.

A partir de ahora, frente a las incertidumbres sobre el encarecimiento de los productos petrolíferos y a las restricciones presupuestarias, en particular para el mantenimiento de las carreteras, la elección de los pavimentos de hormigón es una alternativa que debe estudiarse.

Un avance técnico del hormigón desactivado

Reducir el impacto sobre los recursos p. 51

Si bien los productos utilizados para realizar los tratamientos de superficie del hormigón, como la desactivación, son principalmente de origen vegetal, su aplicación requiere un lavado y, por tanto, el tratamiento de las aguas residuales asociadas. El artículo describe una solución a base de productos naturales, que permiten un tratamiento en seco, con objeto de minimizar los consumos “inútiles” de recursos hídricos y reducir el tratamiento de los vertidos y residuos inherentes. Se trata del hormigón desactivado cepillado en seco.

Estudio de los pavimentos aeroportuarios de hormigón Un área de ensayo instrumentada p. 53

En junio de 2012, el STAC (Service technique de l'aviation civile) inauguró un área de ensayo instrumentada en su sede de Bonneuil-sur-Marne (94). Principalmente, consta de dos partes: una placa flexible y otra rígida. Todas las juntas de construcción de la placa son de forma sinusoidal y sin espigas. El conjunto de estas estructuras, cuyos grosores y propiedades mecánicas de los materiales se conocen perfectamente, ha sido instrumentado con sensores mecánicos que permiten medir las deformaciones relativas o los desplazamientos bajo carga exterior o por el efecto de la temperatura. Todo esto confiere a este área de ensayos el estatus de “sitio de referencia” para la auscultación de los pavimentos aeronáuticos y su seguimiento.

El presente artículo está dedicado a la placa rígida, realizada en 2009.

Los acondicionamientos de Le Havre p. 58

La realización del nuevo estadio y el acondicionamiento de la entrada principal de Le Havre son el testimonio de una ciudad en plena efervescencia, desde la entrada situada más al este de la ciudad, hasta la parte más al oeste al borde de la playa, terminales del futuro tranvía.

Los proyectos urbanos que la bordean obligaron a replantearse en profundidad el estatus y el aspecto de este eje principal (RD 6015). El proyecto tiene por objeto valorizar la entrada de la ciudad y sus franjas urbanas acondicionando una auténtica avenida de calidad que integre los modos menos agresivos de desplazamiento y proponga soluciones innovadoras sobre los efectos materiales.

La mejora de la calidad urbana de este eje constituye un reto esencial para la ciudad de Le Havre durante los próximos años y debe beneficiar la imagen global de la ciudad.

Calidad, estética, variedad, ingeniosidad, flexibilidad, etc. realizaciones de hormigón colado en situ p. 62

Las empresas que aplican realizaciones de hormigón demuestran una vez más que el hormigón colado in situ puede aportar soluciones innovadoras, cuya calidad de ejecución y la variedad de las posibles adaptaciones son asombrosas. Este panorama de gran colorido constituye un buen ejemplo, y pretende ser la expresión de la diversidad de los ámbitos de utilización del hormigón colado in situ.

Los materiales autocompactantes a base de cemento p. 66

Los materiales autocompactantes son materiales hidráulicos especialmente elaborados para que no precisen compactación durante su aplicación. Son mezclas de granulados (arenas, gravillas, finos, etc.), cemento, agua y aditivos. Los materiales autocompactantes se introdujeron en Francia en los años noventa para paliar las dificultades planteadas con el terraplenado convencional de las zanjas. Ante el éxito obtenido, estos materiales se diversificaron para responder a otras necesidades específicas como el terraplenado técnico (terraplenado después de las coladas de las estructuras) y los MACES (materiales autocompactantes centrifugables de estructuras) para el ensanchamiento de carreteras.

Técnica de mantenimiento: la familia de los CAPE SEAL p. 77

El Cape Seal presenta la doble ventaja de restaurar la superficie de los pavimentos y de rehabilitarla. Es una técnica inventada en Sudáfrica (en Ciudad del Cabo, en inglés Cape Town, de donde procede su nombre) y que, en su fórmula original, constaba de un revestimiento superficial de granulometría gruesa recubierto, varias semanas después, por una lechada bituminosa.

Está sumamente difundida por todo el mundo, en particular en Estados Unidos. Esta técnica, cuyo concepto ha interesado a las filiales francesas de Colas, ha sido adaptada al contexto francés por el Campus científico y técnico (CST) de Colas.

El Cape Seal se utiliza cuando las degradaciones de la calzada son demasiado importantes para ser tratadas por un simple ECF o por un simple complejo de revestimiento superficial.

El Cape Seal devuelve la impermeabilidad a la superficie de la carretera restaurando la nueva capa de rodadura.

El “ADN” de la piedra natural al servicio de los actores de la ordenación p. 83

Este artículo presenta el estudio de diferentes métodos de identificación de piedras de tipos granítico y sedimentario que determinan la procedencia. Una caracterización detallada de las piedras de construcción ofrece la posibilidad de atribuirles una ficha de identidad y un certificado de origen.

Innovación Aglomerados de altas prestaciones Grava betún GB5® en la circunvalación sureste de Caen Primeras transmisiones de experiencia p. 91

El primer tramo de la futura gran circunvalación de Caen destinada a descongestionar la actual carretera de circunvalación de la aglomeración urbana se puso en servicio en otoño de 2011, después de 2 años de obras que incluían operaciones de excavación, saneamiento, estructuras y calzadas.

En las obras de las calzadas se realizó una sección de prueba de aglomerado de tipo GB5®. Esta sección, con una longitud de 1.600 metros lineales, se inscribe en el marco del dispositivo de apoyo a la innovación vial del ministerio de ecología (MEDDE) y es objeto de un programa de experimentación.