

N° 868
JUILLET-AOÛT 2008

Revue Générale des Routes

VOIRIE ▶ ÉQUIPEMENTS ▶ AUTOROUTES ▶ AÉROPORTS



Dossier Chantiers de la route des Tamarins | **MEEDDAT** Nouvelle organisation |
Ingénierie Publication du Livre blanc |
Chaussées Valorisation de granulats locaux et adhérence





Alain LE COROLLER
Président-directeur général
RGRA



La route des Tamarins, un aménagement pour un siècle

Un dossier de presse, en date du 10 juillet, a révélé la nouvelle organisation du MEEDDAT. On y cherche en vain ce qui pourrait ressembler à une direction des Routes mais ce désintérêt affiché de l'Etat pour un mode qui assure 90 % des transports ne fait toutefois pas oublier le dynamisme dont ses infrastructures bénéficient.

Nous avons souvent souligné les initiatives des départements, qui ont entre autres contribué, avec le réseau scientifique et technique (RST) de l'Équipement, à la création des CoTITA et nous reviendrons bientôt sur les chantiers réalisés dans le cadre du soutien à l'innovation.

Aujourd'hui c'est une initiative de la région Réunion, la route des Tamarins, qui fait l'objet du dossier de ce numéro, préfacé par le président de la région, Paul Vergès.

Les qualificatifs ne manquent pas pour tenter de cerner ce projet : « *chaînon manquant reliant les principales villes de La Réunion ; prouesse technique ; rôle de premier plan dans l'aménagement du territoire ; ampleur exceptionnelle ; route balcon ; chantier du siècle, structurant à l'horizon de plusieurs décennies* », ... mais aucun ne suffit à décrire à lui seul le plus grand chantier routier, actuellement en cours, de l'Union européenne.

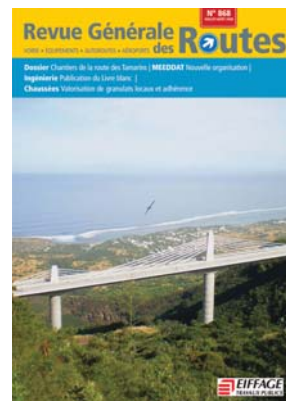
Cet aménagement est marquant non seulement par son ampleur et par sa complexité technique mais également par son organisation. Sous l'autorité de la région Réunion qui a mis en place un financement original et une gestion rigoureuse, il combine à la fois l'ingénierie privée représentée par Egis Route et l'ingénierie publique de la direction départementale de l'Équipement (DDE) avec la participation des trois grands groupes métropolitains, tout en laissant une large part aux entreprises locales.

La coopération exemplaire de tous ces acteurs a permis de résoudre les problèmes posés par l'insularité et l'éloignement et de réaliser des prouesses techniques pour la construction des ouvrages d'art, des terrassements et des chaussées dont les caractéristiques sont souvent exceptionnelles.

Ce projet a, en outre, favorisé la création de nombreux emplois et la formation de personnel aux techniques les plus modernes ; son insertion dans son environnement est également remarquable sous tous ses aspects y compris la participation scientifique de l'Office national des forêts (ONF) et du Centre international de recherche agronomique pour le développement (CIRAD).

Pour unique soit-il, cet aménagement ne nous fait pas oublier les développements techniques et innovants qui constituent l'essentiel de nos activités et auxquels nous consacrons trois articles de ce numéro.

Viaduc de la ravine des Trois Bassins –
Route des Tamarins – Ile de La Réunion
www.eiffage-travauxpublics.com
Crédit photo : Mille Hélium



REVUE GÉNÉRALE DES ROUTES ET DES AÉRODROMES

132, rue de Rivoli – 75001 Paris
Tél. : +33 (0) 1 40 73 80 00
Fax : +33 (0) 1 49 52 01 80

Abonnement

(11 numéros dont 2 European Roads Review)
France : 245 € • Etranger : 255 €

Vente au numéro

Le numéro courant : 26 €
Le numéro hors-série : 35 €

Présidents d'honneur

François Bonis Charande
Yves Ghiron

Directeur de la publication

Président-directeur général
Alain Le Coroller
alecoroller@editions-rgra.com

Rédacteur en chef

Marie-Françoise Ossola
mfossola@editions-rgra.com

Chef de rubrique

Françoise Marmier
fmarmier@editions-rgra.com

Comité de pilotage

S. Banette/AITF, G. Beurrier/AITF,
J.-P. Christory/LROP, J.-L. Gautier/Colas,
B. Héritier/Eiffage Travaux Publics,
J.-P. Marchand/Eurovia,
J.-M. Masson, J.-L. Perrot

Secrétaire de rédaction

Aude Moutarlier
amoutarlier@editions-rgra.com

Publicité

Emmanuelle Hammaoui
ehammaoui@editions-rgra.com
Tél. : 01 40 73 80 07

Ventes - Abonnements

Maité Garbuio
mgarbuio@editions-rgra.com
Tél. : 01 40 73 80 03

Traduction anglaise

Lester John Estremera

Maquette

REDLINE Tél. : 01 41 14 01 80

Réalisation

Pinkart Ltd
Tél. : +(230) 466 0001

Commission paritaire n° 0111T80258

Imprimerie Chirac

744 rue de Sainte-Colombe
42540 Saint-Just-la-Pendue
Tél. : 04 77 63 25 44 - Fax : 04 77 63 50 13

Dépôt légal • juillet-août 2008 • N° 2175
ISSN 1290-256X

INDEX DES ANNONCEURS
COLAS 4^È DE COUV.
ETAÏ 18
EIFFAGE
TRAVAUX PUBLICS 1^È DE COUV.

FNTF 3^È DE COUV.
GROUPEMENT PROFESSIONNEL
DES BITUMES (GPB) 2^È DE COUV.
GRANDS TRAVAUX
DE L'Océan Indien (GTOI) 24

INTERROUTE & VILLE 113
VECTRA 76

ENCART ABONNEMENT
ENTRE LES PAGES 16 ET 17



Actualité générale

Françoise Marmier

4 Les hommes

7 Evénements

Réorganisation du MEEDDAT
Un grand ministère
pour le grand défi de la planète

Unicem
Charte environnement :
coup d'accélérateur
à la démarche de progrès



12
International

14 A suivre



Passages à niveau
Des propositions pour une politique
de traitement de la sécurité

19 Faits et chiffres

Cour des Comptes
Le réseau ferroviaire : réforme
inachevée, stratégie incertaine

21 Agenda

22 Biblio

1

Editorial

La route des Tamarins,
un aménagement pour un siècle
Alain Le Coroller
Président-directeur général



25

Dossier

La route des Tamarins
Tamarins Road

26

Préface
P. Vergés

27

Le chaînon manquant
d'une ossature routière
à 4 voies reliant les principales
villes de La Réunion

Missing link of 4-lane highway
backbone linking the main towns
of Reunion Island

J.-L. Cariou, J.-J. Gueguen

33

Les acteurs
The players

35

Une coopération
de l'ingénierie publique
et de l'ingénierie privée
au service du développement
durable

Cooperation between public engineering
and private engineering in the service
of sustainable development

V. Malfère, P. Barbier

41

Les chaussées de la section 2

J.-P. Raybaud

43

Section 1 : Saint-Paul - RD 10
Section 1 : Saint-Paul - Highway RD 10
V. Malfère

48

Section 1
Les ouvrages Saint-Paul Ville,
Plateau Caïllou, la Savane
et l'Eperon

Section 1
Saint-Paul Ville, Plateau Caïllou, la Savane
and l'Eperon engineering structures

J.-P. Fouquet, M. Benamar, X. Guyot



54

Le Viaduc de Saint-Paul
Saint-Paul viaduct

P. Charlon, A. Cumunel

57

Franchissement
de la ravine Trois Bassins
Un ouvrage d'art exceptionnel
sur la section 2

Crossing of Trois Bassins Ravine
Exception structure on Section 2

P. Charlon, V. Bonnefous



90
L'ex-RN 20 dans l'Essonne
Réhabilitation du cadre
et de la qualité de vie
 Françoise Marmier



93
Adhérence
Formulation des bétons
bitumeux et résistance
au polissage des granulats
Skid resistance
Asphalt mix design and aggregate
polishing resistance
 M. Ballié, P. Dupont



98
Groupe NGE
Une spécialité : le multimétiers
NGE Group A speciality : multi-trades
 Françoise Marmier



62
L'ouvrage d'art exceptionnel
de la ravine Fontaine
Exceptional bridge structure
across Fontaine Ravine
 B. Charlier

77
RD 10 – Etang-Salé
Chaussées de la section 2
Highway RD 10 – Etang-Salé
Pavements of Section 2
 Y. Monnier, P. Amiot

81
Les équipements
de gestion du trafic
Traffic management systems
 S. Semenzin

67
De Saint-Paul à Etang-Salé
Eiffage Travaux Publics
on the "Route des Tamarins"
 I. Ben Fredj

85
Projet paysager
en section 2
Une « route balcon »
Landscape design, Section 2
A "balcony road"
 T. Schantz



70
Section 2
Chaussées nord
Tamarins Road, Section 2,
North pavement lot
 Y. Mortel, P. Dupuy, E. Le Bouteiller



104
Maroc : entretien routier
Développement stratégique des techniques innovantes
Strategic development of innovative techniques
 A. Janati Idrissi

108
Caterpillar
prend de la largeur
avec le global paving
 Françoise Marmier



114
Matériel, produits
et procédés
 Françoise Marmier

124
Resúmenes
 Notre revue en espagnol

■ Mouvements préfectoraux

Sont nommés préfets :

Hautes-Alpes : Nicole Klein
Ardenes : Jean-François Savy
Charente-Maritime : Henri Masse,
Cher : Catherine Delmas-Comolli
Corrèze : Alain Zabulon
Côtes d'Armor : Jean-Louis Fargeas
Finistère : Pascal Mailhos,
Loir-et-Cher : Philippe Galli
Maine-et-Loire : Marc Cabane
Manche : Jean Charbonniaud
Pyrénées-Atlantiques : Philippe Rey
Yvelines : Anne Boquet

■ ATR

Jean-Louis Marchand succède à Philippe Gresset à la présidence de l'Association technique de la route.

■ SPECBEA

Jean-Pierre Marchand (Eurovia) a été réélu à la présidence du syndicat professionnel des entrepreneurs de chaussées en béton et d'équipements annexes (SPECBEA). Jean-François Bartlet (Eiffage Travaux Publics) et Jacques Gonnet (Bouygues) en sont les vice-présidents et Thibault du Foussat (CMR Exedra) le trésorier.

■ ESTP

Florence Darmon a été nommée directeur général de l'École spéciale des Travaux publics (ESTP). Elle succède à Serge Eyrolles, directeur de l'école depuis 1978, et petit-fils du fondateur de l'ESTP en 1891.

■ UFIP

Le conseil d'administration de l'Union française des industries pétrolières (UFIP) a nommé Jean-Louis Schilansky, président.

Dans cette fonction, Jean-Louis Schilansky continuera d'être le porte-parole de l'UFIP. Par ailleurs, le conseil a nommé Dominique Paret délégué général.

■ FIB

Vincent Hémera a été élu président de la Fédération de l'industrie du béton (FIB). Il succède à Pierre Brousse, qui prend la présidence du Bureau international du béton manufacturé (BIBM).

■ Distinction

Alain Dupont, ancien président du groupe Colas, a été promu commandeur de la Légion d'honneur lors de la promotion du 14 juillet 2008.

MEEDAT

Les acteurs de la réorganisation

Secrétariat général

Secrétaire général du ministère, commissaire général aux transports, commissaire aux entreprises de travaux publics et de bâtiment, haut fonctionnaire de défense et de sécurité : Didier Lallement
Directrice et adjointe : Sophie Galey-Leruste
Directeur des Affaires européennes et internationales : Raymond Cointe
Directrice de la Communication : Béatrice Delemasure

Commissariat général au développement durable

Commissaire générale : Michèle Pappalardo
Directrice et adjointe : Michèle Rousseau
Directrice de la recherche et de l'innovation : Régine Bréhier

Direction générale de l'Energie et du climat

Directeur général : Pierre-Franck Chevet
Directeur de l'énergie : Pierre-Marie Abadie

Direction des Infrastructures, des transports et de la mer

Directeur général : Daniel Bursaux
Directeur des infrastructures de transport : Marc Papinutti
Directeur des services de transport : Patrick Vieu
Directeur des affaires maritimes : Damien Cazé

Direction générale de l'Aviation civile

Directeur général : Patrick Gandil
Directeur du transport aérien : Paul Schwach

Direction générale de l'Aménagement, du logement et de la nature

Directeur général : Jean-Marc Michel
Directeur de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages : Etienne Crépon
Directrice de l'eau et de la biodiversité : Judith Jiguet

Direction générale de la Prévention des risques

Directeur général : Laurent Michel

DSCR

Déléguée interministérielle à la Sécurité routière et déléguée à la Sécurité et à la Circulation routières (DSCR) : Michèle Merli

Setra

Philippe Redoulez est nommé chef du Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements.

PRO BTP

400 000 fans des métiers du BTP ont visité unavenirsolide.com

Pari réussi pour le groupe de protection sociale, qui a séduit les 13-16 ans avec son site proposant une web-série, des jeux et des reportages sur les métiers du BTP. Le premier bilan est positif pour la campagne de PRO BTP. Avec plus de 400 000 visiteurs depuis son lancement le 1^{er} mars, la nouvelle plate-forme www.unavenirsolide.com a battu tous les records. Chaque internaute a visité en moyenne 17 pages

(contre 4 en 2007) pour un total de plus de 7 millions de pages vues, soit 11 fois plus que l'année dernière. Ces bons résultats ont été obtenus grâce à un plan média 100 % sur Internet, support préféré des jeunes, s'appuyant sur une campagne de bannières jouables et des bandes-annonces renvoyant vers le site.

« Nous avons tout mis en œuvre pour intéresser notre cible, les 13-16 ans : nous avons conçu une série hâletante mettant en scène des jeunes de banlieue à la recherche de perspectives d'avenir concrètes, et nous avons concentré la campagne publicitaire sur leurs sites favoris : skyrock, lycos, msn, ... », explique David Fuchs de l'agence Leg, qui a conçu la campagne.

Les informations sur les métiers, coup de cœur des visiteurs

Sur le podium des pages les plus visitées (en dehors de la page d'accueil) figurent la rubrique « métiers » (155 000 visiteurs, 380 000 pages vues) et celle présentant les services offerts par PRO BTP pour les jeunes (147 000 visiteurs, 400 000 pages vues). Les jeux arrivent en 3^e position avec 140 000 visiteurs et 342 000 pages vues. « Cette campagne est un véritable succès. Notre plus grande satisfaction est de voir que les visiteurs se sont essentiellement intéressés aux reportages sur les métiers du BTP et leurs avantages sociaux. Les résultats ont également montré que chaque internaute a consulté en moyenne 4 fois plus de pages qu'en 2007 ! L'objectif initial, passer d'une campagne de communication à une campagne d'information, est pleinement atteint », commente Paul Grasset, directeur général de PRO BTP.

La campagne a pour but de contribuer aux efforts de recrutement du secteur du BTP en offrant aux jeunes un regard nouveau sur les métiers du BTP, et en valorisant les produits et services de protection sociale développés spécialement pour eux.

unavenirsolide.com poursuit l'aventure jusqu'en fin 2008 !

Rien n'est perdu pour les retardataires ! Le site est consultable jusqu'à fin 2008. Les ados à la recherche d'informations sur les métiers du BTP y trouveront tout ce dont ils ont besoin : fiches métiers, vidéos, adresses des centres de formation par région, etc. Pour en savoir plus : www.probtp.com / www.unavenirsolide.com

Apave

Prévention des risques pour le personnel intervenant sur réseaux d'assainissements

Apave accompagne la direction de l'Eau et de l'Assainissement (DEA) de Seine-Saint-Denis (93) dans la démarche d'optimisation de son système de management des risques

Le personnel intervenant sur les réseaux d'assainissement est exposé à de nombreux risques qu'il convient de prévenir au mieux. La mise en œuvre d'un système de management de la prévention adapté aux spécificités de ces métiers s'impose. La DEA de Seine-Saint-Denis, rattachée au conseil général, a décidé de renforcer son dispositif de prévention en faisant appel à Apave.

Les risques professionnels liés aux métiers de l'eau

Les principaux risques sont :

- l'intoxication et l'asphyxie par inhalation de

vapeurs ou de gaz (monoxyde de carbone, hydrogène sulfuré, acide cyanhydrique, etc.) ;

- l'infection microbienne : la présence de nombreuses bactéries dans les installations impose aux agents d'être vaccinés contre l'hépatite A et B, la leptospirose, le tétanos ;
- l'explosion : la fermentation des boues génère du méthane ;
- l'accident de la circulation lors des interventions sur la voie publique ;
- la manipulation manuelle de matériel lourd, comme les plaques d'égouts ou les tampons de fonte ;
- la chute de hauteur, en particulier lors de la descente des échelons pour accéder au réseau en sous-sol ;
- la chute de plain-pied et la noyade : l'environnement est humide et glisseux et les courants d'eau peuvent être rapides.

Apave analyse et prévient les risques

Les 300 collaborateurs de la DEA sont chargés de contrôler, nettoyer, maintenir et développer le réseau départemental. Parmi eux, 150 agents des équipes d'intervention examinent les installations au quotidien. Apave détermine les risques liés à ces interventions et propose également, en fonction des situations de travail, des mesures de prévention et de protection plus particulièrement dans les domaines suivants : mesures de protection, collective et individuelle, signalétique, moyens de communication entre les agents à l'intérieur et à l'extérieur du réseau.

En 2006, Apave a été missionnée pour analyser les supports de consignation des installations du réseau primaire, et tout d'abord les opérations réalisées par les agents afin d'améliorer les supports et procédures d'interventions existantes.

Elle a ensuite formé l'ensemble du personnel (entre 300 et 400 personnes) sur les évolutions du règlement départemental de sécurité. Ces formations portent sur les responsabilités des agents ainsi que sur les règles de sécurité destinées à les sensibiliser avant une intervention sur le réseau d'assainissement.

En 2007, Apave a assisté la DEA en amont en étudiant les situations de travail et en préconisant des mesures de prévention dans la maîtrise des risques de chutes de hauteur et de plain-pied lors des opérations d'accès et de déplacements de ses agents dans le réseau d'assainissement.

En 2008, Apave est missionnée pour améliorer la signalétique existante sur site.

ESTP

Enquête emploi ingénieurs 2008

L'enquête de l'Ecole spéciale des Travaux publics (ESTP) a été réalisée de janvier à mars 2008, portant sur 1 460 réponses, soit 57 % de l'effectif des trois promotions consultées (64 % de la promotion sortante), dans le cadre de l'enquête annuelle des jeunes diplômés centralisée par la Conférence des grandes écoles (CGE).

Sur un marché très dynamique, en priorité le secteur construction-aménagement-immobilier, les jeunes diplômés de l'ESTP se placent toujours aussi rapidement.

Situation de la promotion 2007

Evolution depuis l'enquête 2007

- Le monde de la construction maintient son attractivité :

Le secteur (entreprises de BTP, aménagement, immobilier, bureaux de contrôle, sociétés d'ingénierie et cabinets de géomètres experts) a recruté près de 85 % de la promotion sortante.

- Un taux d'activité toujours exceptionnel :

Au premier semestre 2007, après la sortie d'école : le taux d'activité élevé des sortants se maintient au niveau de l'enquête précédente (+ 6 point par rapport à 2005), comme celui de la recherche d'emploi et des poursuites d'études (tableau 1).

| promotions | en activité | poursuivant des études | VIE | recherchent un emploi |
|------------|-------------|------------------------|-----|-----------------------|
| 2005 | 98 | 1,5 | 0,3 | 0,2 |
| 2006 | 92 | 4,5 | 2 | 1,5 |
| 2007 | 72 | 20 | 4,5 | 3 ¹ |
| Ensemble | 87 | 9 | 2 | 1,5 ¹ |

¹ ajouter 0,5 % qui se déclarent volontairement sans emploi

Tableau 1

Situation des jeunes diplômés de l'ESTP au 1^{er} trimestre 2007 (en %)

- Le temps moyen de recherche d'emploi reste très court : 0,6 mois en moyenne.

Comme en 2007, 65 % avaient un emploi avant leur sortie de l'école (contre 53 % des sortants, il y a 2 ans) ; 94 % ont trouvé en moins de 2 mois (contre 79 % il y a 2 ans). 83 % ont signé leur premier contrat de travail dans l'entreprise de leur travail de fin d'études (TFE).

- International et volontariat international en entreprise (VIE) : 12 % des sortants exercent à l'étranger, dont 4,5 % en VIE.

L'emploi des trois dernières promotions

Plein emploi et fonctions diversifiées

Comme en 2007, 1,5 % des sondés seulement sont en recherche d'emploi. En moyenne, 84 % des jeunes diplômés travaillent dans le secteur construction-aménagement-immobilier (incluant le contrôle technique, l'ingénierie spécialisée et les cabinets de géomètres experts) (tableau 2).

| Secteurs | 2005 | 2006 | 2007 | Ensemble |
|---|------|------|------|----------|
| Entreprises de construction | 50 | 51 | 58 | 53 |
| Route | 5 | 6 | 7 | 6 |
| Bureau d'études/sociétés d'ingénierie | 9 | 8 | 6,5 | 8 |
| Contrôle technique | 3 | 1 | 1 | 1,5 |
| Immobilier | 12 | 10 | 9 | 10,5 |
| Urbanisme architecture | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Cabinet de géomètre expert | 3,5 | 4,5 | 2,5 | 3,5 |
| Industrie (énergie, électricité, ferroviaire, transports, éco-industrie...) | 7 | 10,5 | 5,5 | 8 |
| Audit/conseil | 5,5 | 5 | 7,5 | 6 |
| Finance/Banque/Assurance | 2,5 | 2 | 1 | 1,5 |
| Administration d'Etat, collectivité locale | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Technologie de l'information (service & industrie) | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

Tableau 2

Secteur d'activité (promotions en %)

Fondation BTP Plus

Lancement du site fondationbtpplus.fr

La Fondation BTP Plus, créée en 2005, sous l'égide de la Fondation de France, par les partenaires sociaux de BTP Gestion, organisme paritaire de l'épargne salariale pour le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP), vient de mettre en ligne son site www.fondationbtpplus.fr

Sa vocation est de soutenir, par des subventions, des projets sociaux innovants, favorisant l'autonomie des personnes et la promotion sociale. Elle est administrée par un comité exécutif, formé de trois collègues : employeurs, salariés et personnalités qualifiées, comprenant chacun cinq personnes. Ses ressources sont issues du placement des sommes non réclamées auprès du régime professionnel de participation, lesquelles sont gérées par BTP Gestion. Elle est également habilitée à recevoir des dons, de la part d'entreprises ou de particuliers, avec le bénéfice du dégrèvement fiscal prévu par la loi.

Ce nouveau site aide à découvrir le fonctionnement, les objectifs et les premières réalisations de projets, auxquels participe la Fondation. Il est également possible de télécharger le dossier de candidature de demande de subvention.

Les bénéficiaires sont les salariés, anciens salariés ou futurs salariés du BTP. Un projet soutenu par la Fondation doit être porteur d'une action innovante, utile socialement et répondre à un besoin individuel ou collectif. Priorité est donnée aux projets portés par et/ou pour des jeunes qui exercent ou se forment dans un métier du BTP.

Disparition

Dario d'Annunzio est décédé le 4 juillet dernier à l'âge de 56 ans. Ancien élève de l'Ecole Polytechnique et ingénieur des Ponts et chaussées, il avait débuté sa carrière en 1978 à la direction départementale de l'Equipement de la Haute-Saône, avant d'intégrer la SNCF en 1981. En 1988 il est nommé conseiller technique au cabinet des ministres successifs en charge des transports, Louis Mermaz, Michel Delebarre puis Louis Besson. Il rejoint Cofiroute en 1991 et en devient le président-directeur général en 2000, fonction qu'il cumulera avec celle de président de Vinci Concessions entre 2002 et 2004. En 2004, il est nommé président-directeur du groupe Egis, qu'il quittera en 2005.

La fonction d'ingénieurs travaux est un début de carrière fréquent pour près de 50 % des jeunes diplômés de la construction. Les fonctions qui montent par rapport à l'enquête de 2007 : la maîtrise d'ouvrage (+ 3 %), la vente et le technico-commercial (+ 3 %) et les fonctions gestion, finances qui gagnent 1,5 point avec le développement des nouveaux montages financiers. On remarque un léger tassement des métiers liés aux méthodes-maintenance-contrôle, études-conseil, ingénierie, technologies de l'information et de la communication (TIC), achats-logistique (tableau 3).

| Fonction | 2005 | 2006 | 2007 | Ensemble |
|---|------|------|------|----------|
| Exploitation/chantier | 43 | 46 | 53 | 47 |
| Maîtrise d'ouvrage | 12 | 10,5 | 10 | 11 |
| Etudes - Conseil | 12 | 10 | 10 | 10,5 |
| Recherche développement/ conseil technique | 7 | 8 | 9 | 8 |
| Méthodes/contrôle et assistance technique / maintenance/qualité | 5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Technico-commercial/ vente | 9,5 | 11 | 6,5 | 9 |
| Urbanisme/architecture | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Géomètres-expert | 4 | 4,5 | 3 | 4 |
| Achats / logistique | 1,5 | 1 | 0,5 | 1 |
| Administration/ gestion/finances | 5 | 3 | 1,5 | 3,5 |
| Technologies de l'information | 0 | 0,5 | 1 | 0,5 |

Tableau 3
Fonction occupée (promotions en %)

Le secteur privé majoritaire

93 % des jeunes diplômés ont signé un contrat à durée indéterminée (CDI), avec un statut cadre pour 97 % d'entre eux.

- Type d'entreprises :
Privées : 97 %
Administration, entreprises publiques, associations : 1 %
Libéral ou chef d'entreprise : 2 %
(dont 0,5 % créateur d'entreprise)
- Taille d'entreprise :
PME : 25 % ; de 20 à 100 salariés : 15 % ;
de 100 à 500 : 10 %
De 500 à 1 999 salariés : 11 %
De 2 000 salariés et plus : 64 %

Les stages, levier d'embauche

53 % ont trouvé un emploi grâce aux stages et TFE, 19 % suite à une candidature spontanée, 18 % grâce aux relations personnelles, forums, SID-ETP et 10 % en répondant à des annonces (presse et Internet)

Localisation de l'emploi

Paris - Ile-de-France : 59 %
Province : 30 %
Etranger : 11 %

Les salaires

L'enquête montre une stabilisation du salaire d'embauche et une progression après deux ans. Le salaire d'embauche annuel est de 37 000 euros. Après deux ans d'expérience, il passe à 43 000 euros (plus 3 000 euros par rapport à l'enquête précédente).

L'atout international

Les savoir-faire français en construction sont toujours exportateurs : 29 % des sondés ont un emploi à dimension internationale.

11 % d'entre eux exercent à l'étranger (60 % en contrat local et 2 % en VIE).

18 % effectuent des missions dans le cadre de leur métier.

20 % des élèves ayant effectué une 3^e année à l'étranger travaillent hors hexagone et 22 % ont une fonction liée à l'international.

25 % des élèves étrangers travaillent hors de France et 67 % d'entre eux ont rejoint le BTP, 8 % l'immobilier, 8 % des bureaux d'études.

Depuis l'instauration en 2001 du séjour de cinq semaines minimum à l'étranger comme condition diplômante, les étudiants ont tous une expérience à l'international, en stage ou études. En 2008, plus de 100 élèves ont été sélectionnés pour suivre en 2008-2009 un programme de 3^e année (plus quelques semestres de 2^e année) chez l'un des 55 partenaires internationaux de l'école.

Ingénieur au féminin

Composant 23 % des effectifs de l'école, les estépiennes sont appréciées dans le BTP qui attire 52 % d'entre elles, mais elles sont moins nombreuses sur le terrain. En revanche, elles devançant nettement leurs homologues masculins dans l'immobilier et les sociétés d'ingénierie (tableau 4). La parité de salaire est acquise depuis plusieurs années.

| Fonctions | F | G |
|--|-----|-----|
| Production/exploitation/chantier | 34 | 52 |
| Technico- commercial/vente | 18 | 6 |
| Etudes - conseil | 12 | 10 |
| Conseil technique /recherche développement | 9 | 7 |
| Maîtrise d'ouvrage, promotion immobilière | 14 | 10 |
| Urbanisme / architecture | 2 | 0,5 |
| Secteur | F | G |
| Entreprises de BTP | 52 | 61 |
| Bureau d'études - sociétés d'ingénierie | 14 | 6,5 |
| Immobilier | 16 | 8 |
| Urbanisme architecture | 1,5 | 0,5 |

Tableau 4
Fonctions et parité (3 promos réunies) en %

Unicem

Dominique Hoestlandt a été réélu président de l'Union nationale des industries de carrières et matériaux de construction (Unicem).

FIM

Yvon Jacob vient d'être réélu président de la Fédération des industries mécaniques (FIM), pour un mandat de deux ans.

Conseil national du bruit

Eric Diard, député des Bouches-du-Rhône, a été nommé président.

FMVM

Bruno Bourg-Broc, maire de Châlons-en-Champagne et président de la communauté d'agglomération Cités en Champagne, est réélu président de la Fédération des maires des villes moyennes (FMVM).

Le BTP manque de professeurs

Les formations aux métiers du BTP attirent de plus en plus de jeunes. Mais par manque de places et d'enseignants, de nombreuses candidatures ne sont pas satisfaites. Le faible nombre de professeurs recrutés chaque année témoigne de l'interrogation : y aura-t-il, demain, suffisamment d'enseignants pour former les jeunes aux métiers du BTP ? « Depuis l'après-guerre, plus de 300 enseignants étaient recrutés chaque année », rappelle Yves Malier, ancien directeur de l'École normale supérieure de Cachan et membre de l'Académie de technologie. « Le déclin s'est amorcé au début des années 1990 pour arriver, cette année, à la création d'une trentaine de postes. » Une broutille face à une demande croissante des jeunes vers le BTP. « Aujourd'hui, les jeunes qui postulent dans nos établissements sont motivés », souligne Pierre Bounhoure, proviseur du lycée des métiers du BTP de Blanquefort (Gironde). « La voie professionnelle devient une voie de réussite. » Un constat dressé par la plupart des lycées professionnels (préparant les CAP, BEP, bac Pro) et technologiques (bac STI et BTS). Près de la moitié des 100 000 jeunes formés chaque année, du niveau CAP au niveau ingénieur, occupent à la sortie un emploi dans le BTP. La part de ces jeunes qui restent dans le secteur après l'obtention de leur diplôme progresse d'année en année, signe que les sections du BTP attirent davantage un public motivé.

■ Tunnel des Grands Goulets Enfin ouvert

Depuis le 28 juin, le Vercors, haut lieu historique de la Résistance, est désormais accessible en toute sécurité grâce à la réalisation de ce tunnel de 1 710 m de long. C'est l'aboutissement d'un chantier exceptionnel qui a débuté en 2004. Exceptionnel par son envergure : plus gros chantier de travaux publics de France entrepris sur une route départementale ; par les techniques mises en œuvre : matériaux innovants et nouveaux procédés de percement. En investissant 50 millions d'euros dans cet ouvrage, le Conseil général de la Drôme, a choisi, à l'unanimité, de soutenir le développement d'un bassin de vie important et d'entretenir la mémoire de l'histoire nationale.



■ A87 Ouverture du contournement sud de la Roche-sur-Yon

Autoroutes du Sud de la France (ASF) a ouvert début juillet, avec six mois d'avance, le contournement sud de la Roche-sur-Yon (85). Après deux ans et demi de travaux et un investissement de 120 millions d'euros entièrement à la charge d'ASF, la mise en service de cette section de 16 kilomètres achève l'autoroute Angers / La Roche-sur-Yon (128,5 km). Le contournement sud est aussi un vecteur de développement économique de la région, offrant une desserte locale de l'agglomération de La Roche-sur-Yon. Grâce à la réalisation de cet axe majeur, les Sables d'Olonne et les plages de Vendée sont désormais à 4 heures de Paris.

Réorganisation du MEEDDAT Un grand ministère pour le grand défi de la planète

A peine un an après sa création, le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (MEEDDAT) est en ordre de marche. Pour la première fois, un ministère a été créé pour répondre aux enjeux environnementaux et climatiques du XXI^e siècle.

Ce ministère, issu du regroupement de quatre pôles ministériels : équipement, écologie, énergie, aménagement du territoire, s'est organisé sur la base des décisions du Grenelle de l'environnement.

Une organisation transversale est mise en place autour d'un nombre restreint de directions : le secrétariat général, le commissariat général au développement durable, cinq directions générales et deux délégations.

« La création de ce ministère est une expérience absolument inédite en Europe, voire dans le monde, qui est regardée de très près par l'ensemble de nos partenaires. Pour beaucoup d'observateurs, il s'agit d'une des plus grandes réformes de l'Etat depuis la Libération. Elle a permis de créer d'importantes synergies entre tous les métiers des ministères réunis, et de mettre les compétences de chacun au service de la sauvegarde de notre planète et des générations futures. Grâce à la mobilisation de tous les agents sur le terrain, nous sommes déjà en ordre de bataille, notamment pour réussir la présidence française et ses grandes échéances « climat-énergie », ... » a déclaré Jean-Louis Borloo.

Le MEEDDAT est le premier à mener à son terme la réorganisation voulue par le chef de l'Etat dans le cadre de la réforme de l'Etat.

Une organisation transversale

L'administration centrale comprend :

- le secrétariat général,
 - le commissariat général au Développement durable,
 - la direction générale de l'Énergie et du climat,
 - la direction générale des Infrastructures, des transports et de la mer,
 - la direction générale de l'Aviation civile,
 - la direction générale de l'Aménagement, du logement et de la nature,
 - la direction générale de la Prévention des risques,
 - la délégation à la Sécurité et à la circulation routières,
 - la délégation interministérielle à l'Aménagement et à la Compétitivité des territoires (DIACT),
- ainsi que le Conseil général de l'environnement et du développement durable et l'inspection générale des affaires maritimes.

Le Conseil général de l'Environnement et du Développement durable (CGEDD)

Le CGEDD est né du regroupement du Conseil général des Ponts et chaussées (CGPC) et de l'inspection générale de l'Environnement.

Ce nouveau conseil général est à la fois l'autorité environnementale, prévue par les directives européennes sur l'évaluation environnementale des « plans et programmes » et des « projets », et l'instrument de conseil, d'expertise, d'inspection ou d'audit et d'évaluation du MEEDDAT et des différents autres ministères ou autorités publiques qui peuvent le solliciter.

Le secrétariat général (SG)

Le SG pilote l'ensemble des fonctions transversales et administratives du ministère. Il définit la stratégie d'évolution et de modernisation du ministère, coordonne l'ensemble des services et participe à leur évaluation. Il suit également les questions de sécurité et de défense ainsi que d'intelligence économique.

Il est composé de quatre directions et de quatre services :

- la direction des affaires européennes et internationales (DAEI),
- la direction des affaires juridiques,
- la direction de la communication,
- la direction des ressources humaines,
- le service du pilotage et de l'évolution des services,
- le service des politiques support et des systèmes d'information,
- le service des affaires financières,
- le service de défense, de sécurité et d'intelligence économique.

Le commissariat général au Développement durable (CGDD)

Le CGDD est chargé de définir et porter la stratégie nationale de développement durable, en assurant notamment le pilotage et le suivi des actions prioritaires du Grenelle de l'environnement. Son rôle est également d'impulser les projets d'envergure, en particulier lorsqu'ils relèvent des attributions de différentes directions générales.

Dans le champ du développement durable, il anime la réflexion prospective, coordonne les politiques de recherche pour favoriser l'innovation, organise et pilote le système d'observation et de statistiques. De plus, il coordonne la réflexion économique du ministère et l'évaluation de ses politiques. Enfin, il encourage l'intégration des préoccupations de développement durable, notamment en matière de protection de l'environnement, dans l'action des acteurs publics et privés.

Il est composé de :

- la direction de la recherche et de l'innovation,
- du service de l'observation et des statistiques,
- du service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable et
- de la délégation au développement durable.

La direction générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM)

La DGITM est responsable de la définition d'une politique de transports transversale, sans distinction de mode.

A ce titre, la DGITM :

- est chargée de la programmation des infrastructures « tous modes », favorisant le report modal ; elle doit également s'assurer de la bonne gestion et du bon entretien du patrimoine correspondant.
- met en œuvre une régulation économique appropriée de ce secteur et des services de transports de personnes et de marchandises.
- garantit la sécurité des infrastructures et services de transports correspondants.
- apporte un traitement spécifique au secteur du trafic et des professions maritimes, du fait du statut particulier de la mer, notamment au travers de sa régulation internationale.

Elle est composée de :

- la direction des infrastructures de transport,
- la direction des services de transport,

- la direction de la mer,
- le secrétariat général au tunnel sous la Manche.

La direction générale de l'Aviation civile (DGAC)

La DGAC assure l'ensemble de la gestion de l'aviation, compte tenu du rôle majeur de la régulation internationale dans ce domaine. A ce titre, elle est chargée du transport aérien, qu'il s'agisse des infrastructures ou de la régulation économique du secteur. Elle est également chargée de la navigation aérienne, du contrôle et de la sécurité.

Deux services à compétence nationale lui sont directement rattachés : la direction des services de la navigation aérienne et la future direction du contrôle de la sécurité, qui sera créée le 1^{er} janvier 2009.

La délégation à la Sécurité et à la Circulation routières (DSCR)

La DSCR élabore et met en œuvre la politique de sécurité routière et apporte son concours à l'action interministérielle conduite dans ce domaine.

Des services déconcentrés fusionnés et repensés

Conformément à la feuille de route de la réforme de l'Etat, le ministère a rationalisé son organisation territoriale et lancé des chantiers de fusion de services déconcentrés régionaux et départementaux, pour optimiser la lisibilité et la conduite de ses politiques publiques sur le terrain.

Ainsi, les directions régionales de l'Équipement (DRE), les directions régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) et les directions régionales de l'Environnement (DIREN) fusionneront en trois vagues jusqu'en 2011, pour faire place aux directions régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL).

Les directions départementales de l'Équipement (DDE) et les directions départementales de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) fusionnent pour constituer les directions départementales de l'Équipement et de l'Agriculture (DDEA), jusqu'à la mise en place des directions départementales des Territoires, dont elles constitueront l'axe essentiel.

Des réformes d'envergure

Plusieurs chantiers, annoncés dans le cadre de la réforme de l'Etat, sont d'ores et déjà lancés, parmi lesquels :

- Le recentrage de l'ingénierie sur ses missions prioritaires en supprimant l'ingénierie publique concurrentielle et en développant l'ingénierie de haut niveau dédiée au développement durable, tout en préservant l'assistance technique de solidarité pour l'aménagement du territoire (ATESAT).
- La modernisation de l'examen du permis de conduire pour améliorer la qualité du service délivré aux usagers au meilleur coût.
- La fusion des corps des ingénieurs des Ponts et chaussées et des ingénieurs du Génie rural, des Eaux et des forêts pour marquer le rapprochement des compétences et des savoir-faire techniques de l'Etat.
- Dans le cadre de la constitution des DDEA, le renforcement de l'efficacité des polices de l'eau et de la nature par un rapprochement des brigades départementales de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA) et de l'Office national de la Chasse et de la Faune sauvage (ONCFS), sous l'autorité des préfets.

Setra

Nouvelles identité et compétences

Le décret a enfin été publié au Journal officiel le 9 juillet : il est créé, sous le nom de Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (Setra), un service à compétence nationale, rattaché au directeur général chargé de la voirie routière nationale, en l'occurrence le directeur général des Infrastructures, des transports et de la mer (DGITM).

Le Setra intervient dans les domaines de la sécurité des déplacements, de la circulation routière, de la planification et de l'économie des transports, de la multimodalité, de l'environnement et des systèmes d'information.

Il est chargé d'élaborer et de diffuser les techniques de conception, de construction, de gestion et d'exploitation ainsi que les techniques de gestion du trafic en ce qui concerne les routes et les ouvrages d'art qui y sont liés, à l'exception des tunnels.

Il contribue à cette mission pour l'ensemble des infrastructures de transports terrestres.

Il est également chargé d'assister les directions d'administration centrale, en particulier pour la conception et la rédaction des parties techniques des réglementations, de concourir à l'élaboration des normes et référentiels techniques ainsi que d'en assurer la promotion, notamment à l'international. A cet effet, il organise et anime les échanges d'expériences avec les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre et le milieu professionnel. Il exerce aussi une mission d'animation, de conseil et d'orientation des actions du réseau des centres d'études techniques de l'Équipement (CETE) et participe à la promotion et à l'évaluation de l'innovation.

Le Setra édite et commercialise de la documentation et des logiciels. Il exécute pour l'Etat des prestations de conseil, d'assistance technique et d'ingénierie ainsi que des expertises. Il peut réaliser ces mêmes prestations pour les collectivités territoriales et leurs groupements, ainsi que pour les entreprises et organismes de statut public ou privé qui lui en font la demande.

Le schéma immobilier du MEEDDAT

L'administration centrale est actuellement implantée sur plusieurs sites à Paris et à La Défense. Afin de donner une unité et une cohésion au ministère, il a été décidé de regrouper la plupart des agents de l'administration centrale sur le site unique de la Défense. Le MEEDDAT est ainsi le seul ministère qui regroupera progressivement ses services centraux.

Truck Etape

Ouverture d'un centre routier sécurisé à Valenciennes

En juin, Truck Etape, filiale de Vinci Concessions, spécialisée dans la réalisation et l'exploitation de centres routiers sécurisés pour poids lourds, a inauguré son site de La Sentinelle sur l'autoroute A2 (sortie 20) à proximité de Valenciennes. Ce site de 300 places complète l'offre de services de Vinci Concessions en matière de parkings poids lourds sécurisés, après les ouvertures du Truck Etape de Béziers en 2006 (350 places sur l'A9, sortie 36 Béziers ouest) et du parking sécurisé de Communay en 2004 (125 places sur l'A46, contournement est de Lyon).

Ce nouveau centre routier a été sélectionné par la Commission européenne pour devenir un site pilote dans le cadre du projet *Secure European Truck Parking Operational Services (SETPOS)* et définir une future norme européenne en matière de parkings poids lourds sécurisés.

Les centres Truck Etape sont de véritables plates-formes multiservices et mettent à disposition des chauffeurs routiers une gamme complète de prestations garantissant leur sécurité et leur confort. Ils limitent le risque en matière de stationnement, améliorant ainsi la sécurité des biens et des personnes et un repos de meilleure qualité aux chauffeurs. La mise en place de procédures d'exploitation spécifiques (mise à disposition de prises électriques) contribue à réduire les gaz à effet de serre et à limiter le risque de pollution environnementale. Eurovia a réalisé les travaux de voirie ainsi que ceux de la plate-forme.

Télépéage Liber-t prend ses quartiers d'été dans Paris

Cofiroute a ouvert le 24 juin 2008 le premier point de vente du télépéage Liber-t à Paris, au cœur du parking Vinci Park Lobau-Rivoli.

Les Franciliens vont ainsi découvrir et acheter leur télépéage Liber-t du mercredi au samedi de 11h à 19h, dans le parking situé à proximité directe du BHV. L'ouverture du premier point de vente du télépéage Liber-t en centre-ville répond à la volonté de Cofiroute d'aller à la rencontre de ses clients avant leur départ de l'été et dans leur environnement quotidien.

ADSTD

Une assemblée générale marquée par le changement

Le département d'Eure-et-Loir a accueilli les 22 et 23 mai 2008 l'assemblée générale de l'Association des directeurs de services techniques départementaux (ADSTD). Ces deux journées ont été placées sous le signe de la mobilité durable ; plusieurs exposés, cinq ateliers et une table ronde ont été consacrés à l'analyse des nouveaux challenges qui seront à relever pour réorienter les métiers de la route de demain et pour modifier les comportements dans l'usage des différents modes de transport.

Les sujets d'actualité

Après l'ouverture des travaux de l'association par Albéric de Montgolfier, président du conseil général, la première matinée a été consacrée à des communications concernant divers points d'actualité.

Le transfert des parcs de l'Équipement est reporté au plus tôt au 1^{er} janvier 2010, ce qui laisse ainsi à l'État et à chaque département un délai supplémentaire pour traiter les problèmes qui restent en suspens. Dans bien des cas, les intentions des directions interdépartementales des Routes (DIR) qui gèrent le réseau national structurant restent floues. Le dialogue entre les différents partenaires concernés est rassurant quant à la volonté d'aboutir, mais il reste à faire en sorte que sa traduction dans les textes soit satisfaisante avec un échéancier, qui par ailleurs n'autorise aucune marge.

Les discussions sur le devenir du réseau scientifique et technique (RST) se poursuivent également avec pour repère essentiel les travaux des Conférences techniques interdépartementales sur les transports et l'aménagement (CoTITA), dont une 1^{re} synthèse devrait déboucher sur un document constituant l'expression des besoins de recherches et de développements des départements à l'égard du RST.

L'instauration de la taxe poids lourds va mettre fin à la doctrine qui consacrait la gratuité de la route. Les départements marquent leurs inquiétudes devant une solution qui consiste à taxer un réseau structurant avec les risques d'un report du trafic lourd sur le réseau secondaire, même si environ 2 000 km de routes départementales les plus sollicitées font partie des itinéraires taxés. Faut-il imposer un mode de transport ou des itinéraires ? Différents points de vue s'expriment en partageant la volonté de l'État d'atteindre les objectifs du Grenelle de l'environnement mais aussi avec la préoccupation de ne pas tuer tous les moteurs de la croissance économique.

La réforme de l'État et de la fonction publique marque la volonté politique d'un recentrage du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (MEEDDAT) sur des fonctions de régulation, un abandon de l'ingénierie concurrentielle, un renforcement de la capacité d'expertise dans de nombreux domaines et la fusion de l'ensemble des corps techniques dans une même filière métier. Dans cette dynamique du changement, la démarche partenariat public-privé (PPP) peut être une réponse pertinente et innovante à différents problèmes techniques et financiers rencontrés par les collectivités territoriales dans la gestion de leur patrimoine. L'ADSTD manifeste une attente forte à l'égard du projet de loi en discussion qui devrait accroître le champ d'application du PPP.

L'Europe des transports

Une intervention de Nicolas Blain, collaborateur de Jacques Barrot, vice-président de la Commission européenne, et récemment encore en charge des transports, a tracé un panorama de la mobilité durable et a souligné les avancées de l'Europe des transports.

On retiendra trois objectifs de l'Europe à savoir : le transfert modal, rendre tous les modes de transport plus verts, y compris l'aérien et le maritime, et favoriser une révolution des comportements.

Les outils pour y parvenir sont nombreux et les mesures retenues sont ambitieuses. Les incitations à l'adoption de nouveaux concepts, la volonté politique de développer la recherche vers une moindre dépendance aux énergies fossiles et vers des modes de transport plus performants et moins polluants sont au cœur des actions de l'Europe ; mais le budget européen nécessaire, soit au total 900 milliards d'euros, sera-t-il dégagé à un niveau suffisant pour satisfaire les besoins ? C'est là un problème qui suscite de vives inquiétudes et qui pose la question du maintien d'un mécanisme budgétaire dépendant des États membres ou du recours à des ressources spécifiques et à des modes de financement innovants. L'inventaire des démarches de l'Europe en faveur de la mobilité durable a enrichi les réflexions qui ont émergé des travaux de cinq tables rondes. Notre mobilité actuelle est-elle à repenser ? Quels sont les impacts des nouvelles technologies sur la mobilité ? Quel avenir pour les transports en commun dans les départements ruraux ? De quels leviers disposent les départements en matière de mobilité et de maîtrise du périurbain ? Quelle place pour la route de demain ? Autant d'approches différentes pour décrire le changement qui attend une société basée sur des standards révolus. La mesure du coût social doit être une préoccupation permanente pour se différencier de la simple approche déplacement. Limiter les échanges, c'est limiter la capacité de progrès ; il est donc indispensable de repenser l'aménagement en termes de logistique et de conduire la réorganisation du tissu industriel de telle sorte que la production et la consommation s'opèrent au même endroit.

Pour une véritable politique routière nationale

Les départements estiment qu'ils ont certainement un grand rôle à jouer dans le domaine des nouvelles technologies. Si l'État définit les grands objectifs, les départements doivent montrer l'exemple en termes de gouvernance dans la mise en place d'une véritable politique routière nationale assortie d'une composante forte en matière d'évaluation. Un dispositif de coopération entre les collectivités territoriales devrait se mettre en place pour projeter l'avenir à partir de réflexions stratégiques fondamentales et s'investir sur des technologies capables de modifier les comportements. La tarification du transport public fait l'objet d'approches très diverses d'un département à l'autre. Faut-il une gratuité des transports en commun (TC) qui peut favoriser l'éloignement de la ville et le mitage, ou une vérité des coûts ? Une meilleure prise en compte de la composante transport dans la conception de l'urbanisme est certainement l'une des clés de résolution du problème de l'accroissement considérable des besoins de déplacements auquel les départements ont à faire face. Dans ce domaine, le covoiturage ou le transport à la demande ne sont

que des solutions locales, pragmatiques et sur mesure. Le périurbain s'avère ainsi un territoire à enjeux afin de freiner l'évolution actuelle d'un habitat centrifuge qui aggrave le phénomène de dissociation habitat-emploi. Le changement doit se traduire par la mise en place de dispositifs donnant aux départements une place déterminante dans les décisions en faveur d'une conception maîtrisée du territoire avec la prise en compte du coût social dans les choix à opérer.

Quelle route pour demain ?

La route de demain sera le résultat d'une réflexion dissociant mode et usage pour valoriser d'autres systèmes de transport. Malgré le gel de nombreux projets, il subsiste encore des attentes fortes à l'égard d'infrastructures nouvelles. Répondre aux inquiétudes des populations, c'est avant tout donner du sens à un projet dans son territoire. Les métiers de la route vont évoluer vers des fonctions d'intégrateur, d'ensemblier qui devront se référer à des éco-indicateurs pour fonder, à partir de ces critères de choix, les politiques qui feront la route de demain en rupture avec la vision négative d'aujourd'hui.

Hommage au président sortant

Pour clore cette assemblée, Yves Kratinger, vice-président de l'Assemblée des départements de France (ADF), sénateur, président du conseil général de la Haute-Saône, a rendu un hommage chaleureux à Alain Tastet, pour le travail exemplaire qu'il a accompli à la présidence de l'ADSTD, aidé dans sa mission par Sylvain Penna et Alain Couzinier, qui cessent également leurs fonctions au sein du bureau. A ce stade, un changement s'amorce également pour émettre de nouveaux éclairages sur les très nombreux chantiers ouverts par Alain Tastet, avec professionnalisme, efficacité, pertinence, et qui font de l'ADSTD une référence en matière d'expertise technique. Le président Kratinger a souligné combien les débats tenus durant deux jours mettent en évidence le fait que peu de domaines, comme celui de la route, offrent autant de possibilités aux politiques et aux techniciens d'agir ensemble. La somme de ce qui se fait ici ou là représente un capital qui doit conduire les acteurs du changement à être optimiste et à éviter de tenir une communication culpabilisante et anxiogène à l'égard de la route. « On participe à la mise en œuvre d'éléments de solutions, mais il existe encore un déficit de gouvernance globale pour apporter des réponses qui tiennent le temps ». Félicitant celui qui fut son successeur, Marc Bourgeois, directeur général des services des Hautes-Alpes, a rappelé le travail accompli durant les quatre dernières années par l'ADSTD sous l'autorité d'Alain Tastet, en particulier la création des CoTITA, qu'il a initiées, pour traiter les changements de tout ordre qui découlent des transformations sociales vécues actuellement. La prise de conscience est réelle à l'égard du changement climatique et les comportements vont certainement évoluer plus vite qu'on l'imagine. L'ADSTD a entamé des réflexions qui arrivent à temps et qui déjà préfigurent des solutions concrètes pour repenser la mobilité actuelle. Au cours de son assemblée générale, Patrick Dieny directeur général adjoint du pôle infrastructures et déplacements (CG 69) a été élu nouveau président de l'ADSTD.

Jean-Louis Perrot
Comité de pilotage RGRA

Syntec-Ingénierie Le livre blanc « Innovation et ingénierie »

La profession de l'ingénierie perçoit la nécessité de relever de nouveaux défis, tels l'anticipation de besoins et l'ingénierie de nouvelles solutions, l'intégration toujours plus transversale des connaissances, le développement durable, ..., en apportant son savoir-faire spécifique à la communauté des acteurs concernés.

Après des années où la gestion serrée des coûts s'est faite au détriment des investissements à plus long terme et où la profession s'est recentrée sur des tâches immédiatement productives, l'ingénierie est aujourd'hui en forte croissance. Dans ce contexte qui l'oblige à produire plus et à élargir son offre de services, elle a les moyens d'être encore plus innovante.

A la fin 2005, le président de Syntec-Ingénierie, Yann Leblais, a créé une commission innovation, une action poursuivie et encouragée par le nouveau président, Alain Bentéjac. Les membres de cette commission représentent les différents secteurs d'activité de la profession et pour la plupart participent à la gouvernance d'organismes ou de programmes de recherche nationaux et européens.

L'un des objectifs de la commission était de formuler, dans un Livre blanc, des propositions pour aider les sociétés d'ingénierie à davantage investir dans l'innovation et la recherche. Pour cela, il fallait d'abord faire le bilan de la situation actuelle, débusquer les freins à l'innovation, mettre en valeur les atouts et les leviers internes et externes. Il est vite apparu que beaucoup de problèmes trouvaient leurs solutions au sein même des entreprises, mais que d'autres enjeux se situaient dans les relations avec l'Etat ou d'autres partenaires publics ou privés. Ce travail, qui a fait l'objet de nombreuses réunions, a été ponctué par un séminaire d'échanges ouvert aux parties prenantes, avec le soutien de l'Etat.

Le Livre blanc, synthèse de ces travaux, n'est pas un simple bilan du passé, mais au contraire l'ouverture d'une nouvelle page à laquelle chacun pourra contribuer.

Synthèse du Livre blanc

Le but du Livre blanc est clair : libérer le fort potentiel d'innovation qui se trouve au cœur de l'ingénierie. Pour cela, il fait le bilan des leviers et des obstacles, au sein des sociétés d'ingénierie mais également à l'extérieur, dans les relations avec l'Etat ou les partenaires publics et privés, avant de proposer des actions concrètes.

Parmi les leviers relevés, le plus important est la motivation interne aux sociétés car il ne peut y avoir d'innovation que celle voulue et planifiée par les dirigeants.

Les soutiens financiers, en particulier les aides publiques à la recherche, constituent également des leviers importants que le Livre blanc répertorie en détail. Pourtant, certains articles du nouveau Code



des marchés publics, encore trop méconnus et peu utilisés, favorisent l'innovation.

En ce qui concerne les obstacles à l'innovation, il apparaît que, de façon générale, ils résultent de cloisonnements qui empêchent de profiter des synergies potentielles entre les différents acteurs, auxquels s'ajoutent des obstacles d'ordre administratif et financier : assurance, difficultés d'application du Code des marchés publics, prise en compte dans les comptes de l'entreprise, ... A l'interne, les contraintes de production font que la plupart du temps l'innovation ne peut pas être traitée comme une priorité. Il faudrait en outre améliorer l'efficacité de la chaîne maîtrise d'ouvrage-maîtrise d'œuvre-entreprises : le mode de fonctionnement actuel repose sur des concepts déjà anciens (démarche séquentielle) qu'il convient de repenser pour s'adapter aux enjeux actuels. Enfin, les relations, d'une part entre clients et fournisseurs, et d'autre part entre les différents acteurs (ingénieries, architectes, entreprises, exploitants) doivent être refondées sur des partenariats approfondis et une meilleure intégration des rôles de chacun (démarche concurrente).

Quelques recommandations

Ces obstacles peuvent être surmontés. En conclusion, le Livre blanc propose des recommandations dont les grands principes sont les suivants :

- Convaincre les dirigeants de l'importance de l'innovation et de sa promotion en interne.
- Renforcer les relations entre l'Etat et les ingénieries pour déboucher sur des actions communes.
- Repenser les relations entre les acteurs de projets.
- Développer la formation technique, resserrer des liens avec les organismes de recherche et valoriser dans l'entreprise la formation par la recherche.
- Simplifier et améliorer les procédures administratives.

Unicem Charte environnement : coup d'accélérateur à la démarche de progrès

Depuis 2005, 900 carrières sont engagées dans l'action environnementale, avec des résultats tangibles qui marquent une réelle progression des pratiques. L'Union nationale des industries de carrières et matériaux de construction (UNICEM) a donc décidé, lors de son assemblée générale du 12 juin, de donner un coup d'accélérateur à cette évolution. Elle lance une campagne d'adhésion pour que le plus grand nombre d'entreprises du secteur des carrières adoptent cette démarche de progrès.



Grand prix national de l'Ingénierie Egis récompensé

Initié et parrainé par Jean-Louis Borloo, le Grand prix national de l'Ingénierie a vu ses lauréats 2008 choisis par le jury présidé par Claude Martinand, vice-président du Conseil général des Ponts et chaussées (CGPC).

Le grand prix a été attribué à Daniel Dutoit, de la société Systra, pour la conception d'ensemble et la direction du projet du métro de Dubaï, dont la première ligne sera mise en service en 2009.

Deux autres prix ont distingué les équipes chargées de l'ingénierie de deux opérations remarquables :

- Vincent Malfère, chef du service des grands travaux à la DDE de La Réunion, et Paul Barbier, directeur de projet à la société Egis Route, pour la route des Tamarins dans l'île de La Réunion ;
- Jean-Michel Bosgiraud, Jacques Delay et Jean-Michel Hoorelbeke, ingénieurs à l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), coordonnateurs des études et recherches entreprises dans le cadre de la conception et de la réalisation du Laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne, avec le concours notamment des sociétés d'ingénierie Arcadis, Antea, Coyne & Bellier, Sodeteg et des bureaux d'études des entreprises Bouygues, Dumez, GTM.

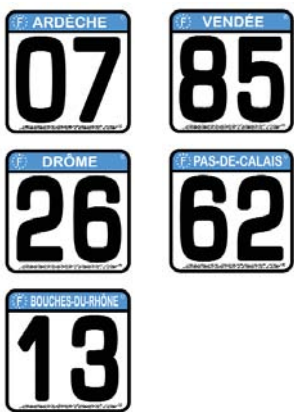
Par ailleurs, le jury a souhaité décerner une mention à Frédéric Narduzzi et Guillaume Le Hegaret, de Setec ITS, pour la réalisation du projet Handimap, qui va aider les personnes à mobilité réduite à choisir les meilleurs itinéraires pour leurs déplacements en ville.

■ jaimemondepartement.com

Pour que survivent les plaques minéralogiques départementales

En janvier 2009, les plaques minéralogiques vont changer et le numéro des départements, auquel les Français sont très attachés, va disparaître.

Le site jaimemondepartement.com a trouvé la solution pour conserver les numéros des départements : elle consiste à apposer sur le véhicule un autocollant, brevet exclusif, qui porte le numéro du département. Cet autocollant est au format des plaques actuelles pour une même visibilité, soit 11 x 11 cm, et est garanti anti UV pendant 4 ans.



Il est actuellement disponible pour cinq départements : Ardèche (07), Bouches-du-Rhône (13), Drôme (26), Pas-de-Calais (62) et Vendée (85).

L'UNICEM veut maintenant impliquer l'ensemble de la profession dans la démarche de progrès portée par sa charte environnement. Pour Dominique Hoestlandt, président de l'UNICEM, et Catherine Bonin-Lechenault, présidente de la Charte, cette campagne d'adhésions doit conduire le plus grand nombre d'entreprises à s'engager dans des pratiques aujourd'hui essentielles pour la pérennité et la bonne acceptation de leur activité.

Bien plus qu'une déclaration d'intention, cette charte se traduit par un processus de progrès environnemental, mesuré par 80 critères audités une fois par an. Premier processus du genre mis en place par une filière professionnelle, près de 400 entreprises y ont souscrit volontairement depuis trois ans. Leurs sites représentent 50 % de la production française de granulats.

Sur l'ensemble des critères, des progrès significatifs ont été réalisés au sein des entreprises. D'après le rapport annuel de la charte, en trois ans, le nombre moyen de réponses positives aux questions de l'audit est passé de 64 % à 75 %, ce qui marque une réelle progression des pratiques.



Une démarche de progrès environnemental adaptée aux carrières

A la différence d'une norme multisectorielle telle qu'ISO 14001, la charte environnement des industries de carrières propose une démarche de gestion environnementale adaptée à ce secteur. Les 80 critères de son référentiel couvrent les grandes thématiques liées à cette activité : le bruit, la qualité de l'air, la protection de l'eau, mais aussi, car c'est un des axes majeurs du référentiel, la concertation avec les riverains, les associations de protection de l'environnement et les pouvoirs publics. Sur ce point, près de la moitié des sites sont d'ores et déjà dotés d'une commission locale de concertation et de suivi (CLCS) et plus des trois quarts organisent des journées portes ouvertes.

Des résultats significatifs

Pour presque toutes les thématiques, le seuil des 80 % de réponses positives est enregistré dès le deuxième audit annuel. Le thème du bruit et des vibrations notamment recueille 88 % de réponses positives après un troisième audit, contre 75 % lors du premier. Sur la qualité de l'air, autre thème majeur, l'on passe de 61 % à 84 % de réponses positives, avec notamment la mise en place d'un dispositif de limitation d'émission de poussière dans les installations de traitement dans 86 % des cas contre 74 % au cours du premier audit. Sur la

gestion de l'eau encore, de nets progrès sont visibles avec l'augmentation des zones de rétention pour le ravitaillement des véhicules ou le nombre croissant d'aires de lavage des engins dotées d'un déshuileur (89 % contre 62 % au cours du premier audit).

Des progrès à la portée de tous

Les plans d'actions de la charte, programmés dans le temps, aident l'entreprise à atteindre des objectifs réalistes. Tout au long du processus, un auditeur externe, garant de la démarche, contrôle l'intégration des bonnes pratiques et valide la qualification des sites. En complément de ce système de management environnemental, le personnel des entreprises bénéficie d'un accompagnement sous la forme de conseil et de formation.

Les chiffres clés de la charte environnement

(en janvier 2008)

- 396 entreprises adhérentes,
- 868 sites engagés dans la démarche de progrès,
- 743 audits de positionnement réalisés de 2005 à 2007,
- 398 sites engagés depuis au moins deux ans ont eu leur première visite annuelle réalisée en 2006 et 2007.
- 89 sites engagés depuis trois ans ont eu leur seconde visite annuelle réalisée en 2007.
- 28 sites ont atteint le quatrième et meilleur niveau des pratiques défini par la charte

Lancement du 1^{er} cluster lumière Performance et innovation dans l'éclairage

A l'initiative de la Chambre de commerce et d'industrie (CCI) de Lyon, un groupe fondateur, constitué de Philips, du Comptoir lyonnais d'électricité (groupe Sonepar), de l'École nationale des Travaux publics de l'Etat (ENTPE) et de CDO, organisateur du salon LumiVille, a constitué un *cluster* pour fédérer et développer les savoir-faire en éclairage en Rhône-Alpes.

Le *cluster* lumière, premier en France autour de la filière éclairage, a pour vocation de :

- Renforcer l'innovation autour des nouvelles technologies d'éclairage en réponse aux enjeux économiques et de développement durable.
- Favoriser la compétitivité et le développement du tissu économique régional, par la création de réseaux d'entreprises et partenariats locaux, nationaux et internationaux.

La gouvernance du cluster lumière

Pour répondre à ces challenges, le *cluster* lumière, structuré sous la forme d'une association loi 1901, vise à rassembler un maximum d'acteurs de la filière autour de quatre collèges :

- recherche et formation : centres d'étude et technique, laboratoires de recherches et d'essais, organismes de certification et de normalisation, formation,
- fabricants de composants, de luminaires, de systèmes et logiciels de contrôle, de solutions d'éclairage,
- utilisateurs et prescripteurs : architectes, concepteurs "lumière", maîtres d'ouvrage, distributeurs, installateurs,
- institutionnels et partenaires : collectivités, CCI, villes, syndicats, associations.

Programmes et actions

Les actions du *cluster* vont s'articuler autour de trois programmes spécifiques :

- **Innovation** : favoriser l'innovation de solutions d'éclairage performantes et accélérer le développement de nouvelles technologies. Les projets seront lancés et conduits de manière autonome par les initiateurs, accompagnés par les partenaires intéressés. Ils seront financés par les ressources des entreprises et/ou des subventions. Pour ces projets, l'association fournira un support pour faciliter l'obtention de financements publics. Le cluster mènera des projets collaboratifs de recherche et des projets pilotes d'expérimentation et de démonstration. Un *think tank* sera mis en place pour identifier les applications et les domaines d'innovation. Des journées d'information et d'échanges sur les LEDs seront également organisées.
- **Compétitivité** : favoriser le développement économique et la compétitivité des entreprises, développer l'activité en réseau, grâce à une veille réalisée sur la filière et ses opportunités, et organiser des missions de prospection et de portage et des journées de rencontre pour que les PME mettent en commun leur expérience.
- **Promotion** : favoriser la promotion des acteurs et projets de la filière lumière sur le plan national et international, notamment à travers la présence collective sur des salons et des actions de valorisation des entreprises (Internet, annuaire, presse).

Cluster : en savoir plus

Le terme *cluster* fait référence à la théorie de Michael Porter, directeur de l'Institut de la stratégie et de la compétitivité à l'université de Harvard. Il définit une concentration d'entreprises liées par des relations clients-fournisseurs, des technologies, des clients ou des réseaux de distribution communs, ainsi que des centres de formation et de recherche dans un même secteur d'activité et sur un même territoire. L'objectif d'un *cluster* est de faire travailler en synergie ces acteurs afin de favoriser l'innovation et la compétitivité.

L'éclairage en Rhône-Alpes, une filière complète et dynamique

En Rhône-Alpes, la filière éclairage représente plus de 300 entreprises dynamiques et innovantes, soit environ 10 000 emplois. Des grands groupes, tels Schneider Electric, Philips France, Siemens, ... côtoient des PMI, des fabricants, des ingénieristes, des bureaux d'études, des distributeurs, des sociétés de service.

Un pôle de recherche avec des laboratoires scientifiques et techniques publics et privés (ENTPE, CEA, CSTB, INSERM, ...), des écoles d'ingénieurs et des universités forment chaque année des milliers d'étudiants impliqués dans la filière et menant des projets de recherche et d'expérimentation (exemple de Evalum).

Leurs savoir-faire contribuent à la fabrication de produits et de services, intégrant les problématiques aussi différentes que le confort, la santé, les économies d'énergie, et l'environnement. Ils sont un vecteur de dynamisme et d'innovation pour les PMI de la filière.

FRANÇOISE MARMIER

Europe Appréhender la route sous un jour nouveau

La Fédération européenne de la Route (ERF) et le programme bruxellois de la Fédération internationale de la Route (IRF) viennent d'éditer la 7^e édition de leur publication de référence, compilant les dernières données disponibles sur le transport en Europe : les « *European Road Statistics 2008* ».

Dans un contexte de débat houleux sur l'avenir du transport routier, les statistiques 2008 dressent un tableau clair, fidèle et complet de la situation routière européenne, apportant ainsi aux décideurs politiques, aux scientifiques et aux industriels du secteur routier, des éléments de compréhension indispensables à la prise de décision.

L'édition 2008 prend désormais en compte les 27 pays membres de l'UE et élargit le champ des sujets traités (ITS, bruit, etc.). Les 82 tables et graphiques présentent un réseau routier multi-facettes tout en réaffirmant l'importance socio-économique de ce secteur d'activité.

L'analyse approfondie de la situation française fait tomber bien des préjugés. Elle montre un réseau routier bien fourni avec plus d'1 million de km en 2005, ce qui en fait le plus long d'Europe, mais où les autoroutes ne représentent que 1,07 % du total, contre 2,77 % pour le Portugal ou 2,29 % pour l'Espagne.

Les chiffres indiquent également que la France est au premier rang pour les investissements de maintenance avec plus de 2,5 millions d'euros investis en 2006, mais cette somme, rapportée à la longueur du réseau routier, repositionne la France dans la moyenne des autres pays (en proportion, l'Angleterre investit 2 fois plus).

Pour la sécurité routière, les chiffres sont en accord avec les déclarations : entre 2000 et 2006, la France a réduit de près de 42 % le nombre de morts sur ses routes et semble donc en bonne voie pour atteindre l'objectif de 50 % fixé par la Commission européenne, contrairement à nombre de pays de l'Union. Au total, les actions entreprises auront sauvé près de 3 500 vies (comparaison entre les données de 2001 et de 2006), plaçant ainsi l'hexagone largement en tête de ses voisins (1 886 sauvés en Allemagne, par exemple).

L'ouvrage, uniquement en anglais, peut être consulté en libre accès sur www.irfnet.eu/en/2008-road-statistics/

Projet Résilience des villes

La Commission européenne a désigné les institutions et les établissements d'enseignement qui réaliseront l'étude sur « *la résilience des villes face aux inondations* ». Dotée d'un budget de 18 millions d'euros, elle doit contribuer à ce que les villes européennes, qui seraient touchées par des inondations, retrouvent un fonctionnement normal aussi rapidement que possible.

C'est un groupement emmené par le ministère néerlandais de l'Environnement qui a remporté l'appel d'offres. Il comprend huit villes, dont Orléans et Paris, et deux établissements d'enseignement supérieur : l'Université de Sheffield et l'École des ingénieurs de la Ville de Paris (EIVP). L'EIVP est la seule grande école française autorisée à décerner le titre d'ingénieur en génie urbain.

Italie

Milan et l'Exposition universelle de 2015

Est-ce vraiment une aubaine pour Milan d'accueillir en 2015 l'Exposition universelle ? La question est entière au vu de la faiblesse structurelle des transports publics, ou encore de la saturation des axes routiers, due au fait que les Italiens préfèrent la voiture au train. Les autoroutes qui ceinturent la ville sont en passe d'être doublées. Dans le centre historique, le péage urbain, institué depuis le 1^{er} janvier 2008, rencontre un succès mitigé : les véhicules sont moins nombreux, mais ils roulent particulièrement vite et l'opération s'annonce comme un gouffre financier. Dans ces conditions, l'Exposition universelle constitue un gigantesque défi !

Pologne

Pont sur la Vistule

Les autorités de la région de Podkarpatie, dans le sud-est de la Pologne, ont décidé de construire d'ici à 2013 un pont sur la Vistule à Poloniec, d'un montant estimé à 143 millions d'euros. La voivodie (région) de Swietokrzyskie devrait cofinancer l'ouvrage et la modernisation des routes Staszow-Poloniec et Borowa-Sadkowa-Mielec. Un appel d'offres sera lancé au vu du résultat d'études préliminaires qui vont être engagées.

Maroc

Ambitieux programme d'investissement

10,5 milliards d'euros, tel est le budget du budget que le ministère de l'Équipement et du Transport a décidé d'investir dans les infrastructures au cours des cinq prochaines années, soit plus du double du montant consenti pour les cinq dernières années.

Parmi les projets qui bénéficieront de cette manne : les autoroutes et leur renforcement. Près de 2,7 milliards d'euros seront dédiés à leur extension, actuellement de 856 km, pour le porter à 1 420 km en 2010, avec notamment l'ouverture de l'autoroute Marrakech-Agadir (233 km) et Fès-Oujda (323 km). Les gares et les réseaux ferroviaires sont inscrits en deuxième position de ce programme avec un investissement d'1,8 milliard d'euros pour la modernisation du réseau ferré classique ainsi que la construction de gares modernes. Par ailleurs, 1,75 milliard d'euros seront alloués à la réalisation de voies ferrées pour le TGV, qui reliera dans un premier temps Tanger et Kénitra, puis Casablanca. Le lancement de la 1^{re} phase est prévu en 2009, avec un financement français de 75 millions d'euros. Enfin, dans ce programme, les aéroports ne sont pas en reste avec de grands chantiers déjà lancés dans les principaux aéroports.

Un vrai projet de génie urbain

Dans le cadre de ce projet européen, dont la réunion de lancement aura lieu les 9 et 10 septembre prochain à Mayence, l'EIVP et l'université de Sheffield seront chargées de l'animation scientifique du réseau de partenaires et de la coordination de l'une des 4 grandes problématiques qui ont été identifiées. L'EIVP développera également l'outil informatique d'aide à la décision croisant des données physiques, cartographiques et du fonctionnement urbain.

Université d'été de la ville durable : les risques liés aux inondations

Lors d'un des cycles de l'université d'été 2008 organisée par l'EIVP du 25 août au 5 septembre, une série de débats, de cas pratiques, de retours d'expériences se déroulera afin d'identifier l'impact des inondations sur les équipements urbains et l'organisation des mesures pour rétablir un fonctionnement normal de la ville.

Sécurité routière

Les "voitures intelligentes" peinent à démarrer

Le lancement des véhicules intelligents est trop lent par rapport à leur potentiel, tel est le message d'un rapport d'initiative adopté le 19 juin par la Commission européenne. Ces technologies devraient voir leur prix baisser et faire l'objet de davantage de publicité, estiment les députés, soulignant que les systèmes automatique d'appels d'urgence et de contrôle électronique de la stabilité pourraient sauver respectivement jusqu'à 2 500 et 4 000 vies par an.

Le Parlement soutient le projet de mise en place d'ici à 2010 d'un système européen d'appel automatique d'urgence, *eCall*. En cas d'accident, ce système alerte automatiquement les services d'urgence en fournissant la localisation exacte du véhicule. Une fois déployée dans toute l'Union européenne (UE), cette technologie, qui vient en appui du numéro européen d'appel d'urgence 112, pourrait sauver jusqu'à 2 500 vies par an.



Des infrastructures autoroutières plus sûres

Les députés ont adopté une proposition de directive visant à améliorer la sécurité des infrastructures routières de l'UE. Celle-ci avait été rejetée en février 2008 par la commission des Transports, la majorité des membres estimant que des lignes directrices contraignantes s'opposeraient au principe de subsidiarité.

La gestion de la sécurité des infrastructures routières diverge fortement d'un Etat membre à l'autre. De plus, « le réseau routier actuel ne répond pas, dans de nombreux cas, aux normes de sécurité modernes et a été souvent conçu pour une densité de trafic inférieure à la densité actuelle [...]. Dans de nombreux Etats membres, les autorités en charge de la construction des routes doivent faire face à des exigences accrues en matière de sécurité sur des réseaux routiers surchargés avec des moyens financiers en diminution », affirme Helmuth Markov (GUE/NGL, DE) dans son rapport, adopté par 498 voix. Pourtant, l'amélioration des infrastructures routières pourrait réduire de 7 000 le nombre d'accidents entraînant des blessures et sauver 600 vies par an.

Procédure législative

Fin mai 2008, des négociations sur un accord de première lecture ont été conclues avec succès lors d'un trilogue informel réunissant le Conseil, la Commission, le rapporteur et les rapporteurs fictifs du PPE, du PSE et des Verts/ALE. Dans le cadre du compromis, les annexes de la directive seront non contraignantes pour les Etats membres, qui devront « s'efforcer » de les respecter. Ainsi, la directive se présentera plutôt comme un ensemble de lignes directrices sur la façon de gérer la sécurité des infrastructures routières. Selon les députés et le Conseil, la directive devrait être limitée aux réseaux transeuropéens et ne pas être étendue à toutes les autoroutes de l'UE.

Evaluations et audits

La mise en place de procédures adéquates est essentielle pour améliorer la sécurité des infrastructures routières sur le réseau transeuropéen. Selon les députés, l'évaluation des incidences sur la sécurité routière devrait démontrer les implications des différentes alternatives de planification d'un projet d'infrastructure sur la sécurité routière, et jouer un rôle important lorsque les itinéraires sont en cours de sélection.

Par ailleurs, des audits de sécurité routière devront être effectués pour tous les projets d'infrastructure et devront inventorier, de manière détaillée, les aspects dangereux d'un projet routier.

Soulignant l'importance de relever le niveau de sécurité des routes existantes, les députés affirment que les conducteurs doivent être avertis des tronçons routiers présentant un taux élevé d'accidents, afin qu'ils puissent adapter leur comportement et mieux respecter les règles de circulation telles les limitations de vitesse. De même, ils insistent sur l'importance des inspections préventives de la sécurité.

Un nombre suffisant d'aires de repos

Dans leur accord de compromis, le Parlement européen et le Conseil indiquent qu'un nombre suffisant de zones de stationnement le long des routes est important pour la prévention du crime, mais également pour assurer la sécurité routière. Les aires de stationnement et de repos sécurisées doivent donc faire partie intégrante de la gestion de la sécurité des infrastructures routières.

Une signalisation adéquate

Enfin, les Etats membres devraient veiller à ce qu'une signalisation adéquate soit mise en place pour avertir les usagers de la route lorsque des tronçons routiers sont en cours de réparation, risquant de mettre en péril leur sécurité. Elle doit comporter des signaux lumineux visibles tant le jour que la nuit, placés à une distance de sécurité.

Les Etats membres sont invités à mettre en vigueur les dispositions législatives, réglementaires et administratives nécessaires pour se conformer à la directive au plus tard deux ans après son entrée en vigueur.

■ Hongrie Importants investissements pour les infrastructures

320 millions d'euros seront investis d'ici à 2013 pour reconstruire des routes nationales du département Vas et 208 millions seront affectés au tronçon Kormend-frontière de la M8. Au niveau national, sans compter les autoroutes, 2 milliards d'euros seront consacrés en 5 ans à la construction et la rénovation de routes nationales. Quant au département Vas, le projet le plus important concerne la reconstruction de la RN86 nord-sud. Les procédures d'autorisation, en préparation, sont retardées par des fouilles archéologiques.

■ Industrie européenne des équipements municipaux Optimiste pour l'avenir

Les constructeurs européens de matériel mobile destiné aux municipalités sont optimistes quant à leur avenir économique. Ils estiment que les marchés européens demeureront plutôt favorables dans l'ensemble. L'European Association of Municipal Equipment Manufactures (EUROPEAN MUNICIPAL EQUIPMENT), association européenne, représentant le secteur, les constructeurs européens de balayeuses, de matériel d'entretien hivernal et de véhicules de collecte des ordures, a dernièrement présenté ses marchés et les défis à relever.

Les balayeuses

Les constructeurs de balayeuses ont signalé une tendance positive des ventes européennes sur les trois dernières années. L'ensemble du marché représentait 5 000 balayeuses et les plus grands marchés que sont la France, l'Allemagne et le Royaume-Uni ont tous connu une croissance en 2007. Au sein de l'EUROPEAN MUNICIPAL EQUIPMENT, ils ont conjointement développé un test pour mesurer l'effet des balayeuses sur les particules en suspension dans l'air ambiant.

L'entretien hivernal

Le marché européen des chasse-neige, des fraises à neige et des saieuses-sableuses, représente environ 200 millions d'euros. La douceur des derniers hivers en Europe occidentale a eu une incidence négative sur la demande de ce type de matériel. L'industrie demeure néanmoins optimiste car les exportations vers l'Europe orientale ainsi que vers l'Amérique du Nord et l'Asie montrent des tendances positives. Les constructeurs de saieuses-sableuses étaient très inquiets de l'absence de progression dans le travail de normalisation européenne pour leur secteur.

■ Estuaire de la Loire

Pas de nouveau franchissement

Le conseil général de la Loire-Atlantique renonce à réaliser un franchissement sur l'estuaire de la Loire pour cause de l'absence d'engagement de l'Etat alors que les frais d'études, lancées depuis 2002, s'élèvent déjà à 510 000 euros. « On ne peut pas mener un projet comme cela sans l'Etat », indique Patrick Mareschal, son président. Le dossier avait peu de chance d'aboutir depuis qu'en décembre 2007, le cabinet du Premier ministre avait indiqué que ni son intérêt national ni sa compatibilité avec le Grenelle de l'environnement n'étaient démontrés. Et sur ce dernier point, les difficultés s'annonçaient importantes : l'ouvrage était prévu en aval de Nantes, dans une zone protégée par des directives européennes. Hors raccordement routier, selon l'option retenue d'un viaduc ou d'un tunnel, son coût était estimé entre 600 et 800 millions d'euros. La Loire-Atlantique estimait cette infrastructure nécessaire pour désengorger la périphérie nantaise. Le projet bénéficiait également du soutien des partisans d'un accès direct et rapide avec le futur aéroport de Notre-Dame-des-Landes, au nord de Nantes.

Le conseil général va proposer des solutions alternatives : renforcement du réseau de bus, restauration du pont de Saint-Nazaire et étude d'une circulation à voies variables, renouvellement de la flotte de bacs.

■ Eurovia

Renforcement dans le secteur ferroviaire

Eurovia a conclu avec la société allemande Vossloh AG l'acquisition de sa division de travaux ferroviaires, Vossloh Infrastructure Services, opérant principalement en France. Par ce rachat, la filiale routière du groupe Vinci se positionne sur le marché porteur des infrastructures ferroviaires. Les domaines d'activités couverts comprennent la construction de voies neuves, notamment de lignes à grande vitesse, la rénovation et la maintenance de réseaux ferrés nationaux et d'embranchements industriels, la pose et l'entretien de caténaires, ainsi que la construction et l'entretien de lignes de tramways et de métros. L'intégration de Vossloh Infrastructure Services renforcera l'offre du groupe en matière de partenariats public-privé (PPP) dans le domaine ferroviaire. Employant près de 1 600 personnes, Vossloh Infrastructure Services a réalisé en 2007 un chiffre d'affaires pro forma de l'ordre de 250 millions d'euros, essentiellement en France (85 %), le reste de l'activité étant réalisé en Allemagne, au Benelux, en Afrique du Nord et en Amérique latine.

■ Aménagement du territoire

Les décisions de l'été

La période estivale aura été propice à plusieurs déclarations d'utilité publique de travaux : construction de l'A45 entre Saint-Etienne et Lyon ; aménagement à 2 x 2 voies de la RN 116, entre Ille-sur-Têt-Ouest et Prades-Est (66), nécessaires à son classement en route express ; et sur environ 102 km, élargissement de l'A 63 à 2 x 3 voies, entre Salles (33) et Saint-Geours-de-Maremne (40). Par ailleurs, le principe d'un prolongement de l'autoroute A16 entre l'Isle-Adam (95) et La Francilienne, selon un profil en travers à 2 x 2 voies en section courante, avec échangeurs dénivelés, est retenu. Il sera accompagné du réaménagement du carrefour de la Croix-Verte et de la requalification de la RN 1. Les études relatives au projet de prolongement de l'A16 tiendront compte des réflexions menées par le Syndicat des transports d'Île-de-France (STIF) sur le développement des transports en commun de la grande couronne sur autoroute.

Le financement commun aux projets de prolongement de l'A16, de requalification de la RN 1 et de réaménagement du carrefour de la Croix-Verte sera examiné en liaison avec la SANEF, concessionnaire du projet, et les collectivités territoriales intéressées afin d'assurer une sécurité financière équivalente aux trois projets.

■ Liaison ferroviaire Charles-de-Gaulle Express

Avancement du projet

Jean-Louis Borloo et Dominique Bussereau ont décidé d'engager les négociations avec le groupement composé de Vinci Concessions, Vinci SA, la Caisse des Dépôts et Consignations, Axa Infrastructure Investissement et Keolis, dans le cadre de la procédure de mise en concession du projet Charles-de-Gaulle Express. Le projet ne mobilisera donc aucun financement public, le concessionnaire se rémunérant grâce aux seules contributions des usagers de la liaison. La conclusion du contrat devrait intervenir au début de l'année 2009. Parallèlement, la déclaration d'utilité publique est attendue pour la fin 2008. En offrant aux voyageurs aériens un accès direct, rapide (20 minutes), sûr et performant à l'aéroport de Charles-de-Gaulle, le CDG Express est un élément essentiel de l'attractivité de la région capitale. Il doublera la part des transports collectifs ferrés dans la desserte de l'aéroport à l'horizon 2013 et entraînera la modernisation, en parallèle, de la desserte du nord de l'agglomération francilienne par le RER B.

Les pôles de compétitivité

Une évaluation prometteuse

Conformément aux orientations fixées par le président de la République et après trois ans de mise en œuvre, la politique des pôles de compétitivité définie lors du comité interministériel d'aménagement du territoire (CIADT) du 14 septembre 2004 a fait l'objet d'une évaluation. Elle a porté à la fois sur les mesures nationales de sélection et d'accompagnement et sur chacun des 71 pôles labellisés depuis le CIADT du 12 juillet 2005.

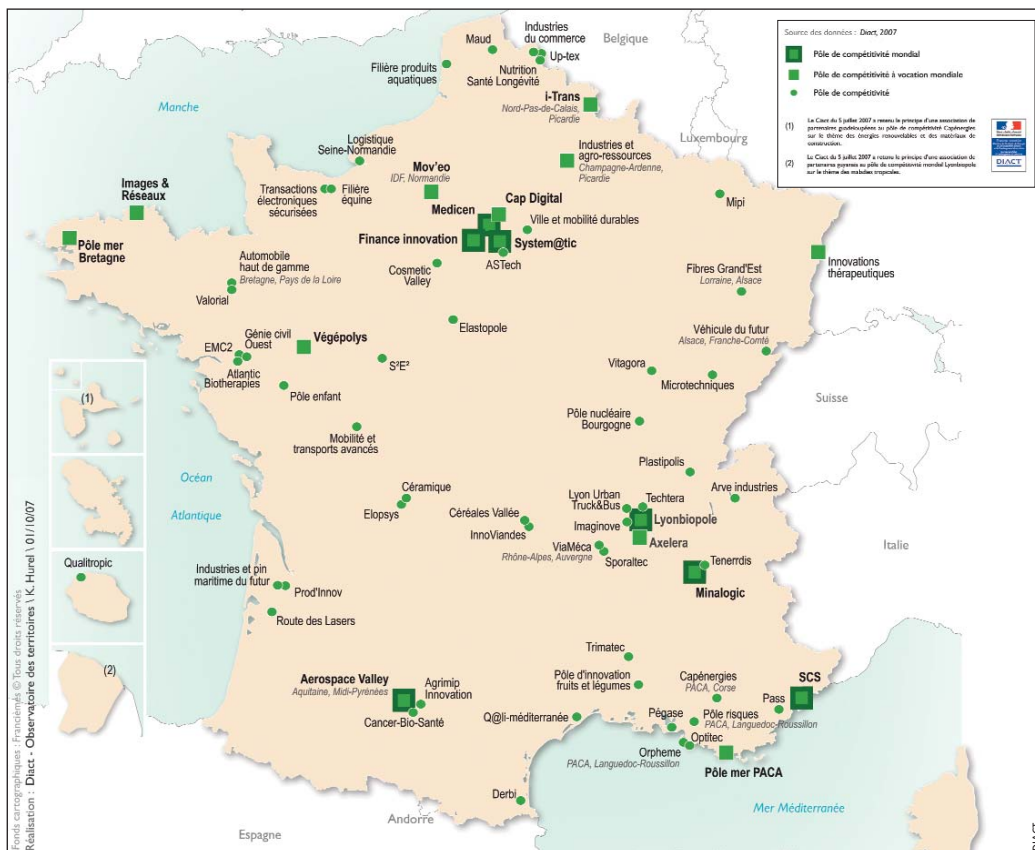
Synthèse du rapport d'évaluation

Les cabinets Boston Consulting Group et CM International ont conduit entre novembre 2007 et juin 2008 une évaluation sur les pôles de compétitivité français et la politique nationale d'accompagnement mise en place par l'Etat. Elle a couvert à la fois le dispositif national et l'évaluation détaillée de chacun des 71 pôles. Elle s'est appuyée sur une large démarche d'entretiens et de collecte d'information avec l'ensemble des pôles ainsi qu'avec les acteurs du dispositif (Etat, collectivités, entreprises, institutions de recherche, universités et grandes écoles, ...) et des experts français et internationaux des politiques publiques d'appui à l'innovation et à la compétitivité.

Etat des lieux

Concernant l'état des lieux du dispositif, les points suivants se détachent :

- Les montants financiers annoncés lors du CIADT du 12 juillet 2005 ont effectivement été mobilisés au profit des projets d'innovation. L'ensemble des acteurs du dispositif a contribué de façon équilibrée au financement des projets et des structures d'animation.
- A ce jour, la plupart des pôles font preuve d'un dynamisme prometteur qui s'exprime notamment par le développement de coopérations entre acteurs jusqu'ici cloisonnés et la création de passerelles nouvelles entre universités, laboratoires et entreprises. Toutefois, le degré de maturité des pôles reflète la diversité des situations préexistantes et des spécificités locales et reste très contrasté.
- Le nombre de projets soumis aux financeurs, et en particulier au fonds unique interministériel (FUI), est en forte croissance. Il semble néanmoins avoir atteint un plateau qui doit inciter les pôles à renforcer leur action autour de la génération de projets d'innovation.
- Le niveau d'implication des PME dans ces projets est fort, et elles reçoivent une part importante des financements publics dédiés aux projets.
- On observe une grande diversité des projets en termes de thématique de recherche, de taille ou de type de partenaires mobilisés. Les sujets liés au développement durable, qui faisaient l'objet d'une dimension spécifique de l'évaluation, restent cependant peu abordés.
- L'ensemble des acteurs ciblés par le dispositif se sont impliqués dans les pôles, même si un effort est à faire autour des sujets liés à la formation et sur la participation dans les pôles des acteurs privés du financement de l'innovation.
- Grâce à la sélectivité des financements, le nombre, parfois perçu comme élevé, des pôles n'a pas entraîné une dilution massive des ressources financières, en particulier celles mobilisées sur les projets.



Les pôles de compétitivité

Conserver les grands principes

Au final, le dispositif des pôles de compétitivité semble suffisamment prometteur pour être maintenu dans ses grands principes, à savoir :

- Un mécanisme de financement des projets collaboratifs de R&D, suivant les principes du FUI actuel, et avec un dimensionnement financier suffisant pour attirer/stabiliser une masse critique de participants de toute nature.
- Un appui public à des structures locales d'animation, réunissant grands groupes, PME, organismes de recherche et organismes de formation.
- Une action coordonnée des collectivités territoriales et de l'Etat dans la politique des pôles.

Une réelle dynamique

L'évaluation individuelle des pôles reflète cette dynamique :

- 39 pôles ont atteint les objectifs de la politique des pôles de compétitivité. Parmi eux, pour notre secteur, i-trans et MOV'EO (tous deux à vocation mondiale) et Lyon Urban Trucks&Bus et Ville et mobilité durables (catégorie nationale).
- 19 pôles les ont atteints partiellement et doivent travailler à l'amélioration de certaines dimensions de leur action (le plus souvent : définition de leur stratégie, modalités de la gouvernance, rôle de l'équipe d'animation). Ce sont Automobile haut de gamme et Véhicule du futur.
- 13 pôles, tous à vocation nationale, pourraient tirer parti d'une reconfiguration en profondeur. Il s'agit notamment de Génie civil Ouest et de Mobilité et transports avancés.

Cinq priorités

Au niveau national, cinq priorités d'action se dégagent :

- Consolider et inscrire dans la durée la dynamique positive de coopération autour de l'innovation engagée depuis 2005 grâce aux pôles de compétitivité.
- Responsabiliser plus fortement les acteurs des pôles en évoluant vers une logique de contractualisation et de contrôle a posteriori, dans un environnement local simplifié (Etat et collectivités territoriales).
- Réaffirmer l'engagement de l'Etat autour des pôles et en développer la dimension de pilotage stratégique du dispositif.
- Maintenir les financements de projets collaboratifs de R&D et poursuivre l'optimisation des circuits de financement des projets, en renforçant leur cohérence globale.
- Intégrer plus fortement la politique des pôles dans l'ensemble des politiques de recherche et d'appui à l'innovation.

Conclusion

Luc Chatel, secrétaire d'Etat chargé de l'Industrie et de la Consommation, et Hubert Falco, secrétaire d'Etat chargé de l'Aménagement du territoire, se sont félicités qu'un aussi grand nombre de pôles de compétitivité, de toutes tailles et de tous secteurs, aient su créer en trois ans une dynamique de développement et de coopération inédite entre entreprises grandes et petites, recherche publique et organismes de formation.

A la suite d'une phase d'analyse qui permettra notamment d'engager un dialogue individuel avec les pôles, le gouvernement décidera des orientations de la politique des pôles de compétitivité pour les années à venir lors d'un prochain comité interministériel d'aménagement et de compétitivité des territoires (CIACT).

Aménagement de la RN 88 Premier itinéraire du développement durable

Reliant Lyon à Toulouse, cet itinéraire est reconnu comme une grande liaison d'aménagement du territoire et bénéficie d'un statut de priorité nationale depuis 1993.

Pourtant aujourd'hui, cet axe vital pour de nombreux territoires est aménagé à moins de 50 % et présente, sur de longues portions, un grand degré de dangerosité et d'inconfort.

En mars 2007, la RN 88 a fait l'objet d'une charte, signée par l'Etat et le Syndicat mixte d'études et de promotion de l'axe Toulouse-Lyon, définissant une série de principes et d'engagements. Ils visent à appliquer les principes du développement durable à la conception, la réalisation et l'exploitation de la route, en conciliant économie des ressources environnementales et budgétaires.

Or, malgré ces engagements significatifs, les collectivités membres du Syndicat attendent toujours un soutien fort et concret de l'Etat. C'est la raison pour laquelle les élus du Syndicat ont décidé de s'adresser directement au président de la République, en publiant fin juin une lettre ouverte dans deux quotidiens nationaux.

Par cette action, les élus souhaitent que la RN 88 soit identifiée comme une opération expérimentale dans les conclusions du Grenelle de l'environnement sur la politique des infrastructures de transport.

Le Syndicat prépare en outre une réunion de travail sur ce sujet à l'Assemblée nationale lors de la rentrée parlementaire en septembre prochain.

■ A14

Le tunnel fermé aux poids lourds

Le tunnel de l'A14, passant sous le quartier d'affaires de La Défense, est fermé aux poids lourds depuis le mois d'août 2008 et ce, jusqu'en 2011-2012, pour des travaux de sécurité. L'interdiction concerne les véhicules de plus de 3,5 tonnes. « *Le tunnel de l'A14 n'est plus aux normes les plus récentes. J'ai donc pris la décision de ne pas prendre de risques inutiles et de ne pas laisser perdurer la circulation de poids lourds transportant des marchandises* », a expliqué le préfet des Hauts-de-Seine, Pierre de Bousquet de Florian. Selon une note préfectorale, les travaux de remise aux normes, imposés par une directive européenne, concernent notamment l'augmentation du nombre de caméras, la mise en place d'une détection automatique des incidents et le renforcement de certaines structures pour mieux résister aux incendies. Les travaux doivent s'achever vers la fin 2011 ou au début 2012. Selon la préfecture, « *l'itinéraire alternatif le plus naturel* » dans les deux sens est le boulevard circulaire de La Défense.

■ A40

Lancement des travaux du demi-échangeur de Bonneville Est

Depuis mai, les travaux de construction du demi-échangeur de Bonneville Est sont lancés. Ils consistent à compléter le demi-échangeur existant. La mise en service est prévue fin 2009. Cet ouvrage décongestionnera le centre-ville et les routes départementales, améliorant ainsi la qualité de vie des riverains et la sécurité des automobilistes. Il offrira également un accès direct aux zones d'activité économique. L'opération représente un investissement de plus de 12 millions d'euros, financés à 26,8 % par ATMB, qui assure également la maîtrise d'ouvrage des travaux, et à 73,2 % par le conseil général de la Haute-Savoie. Sur ce budget, 11 % seront consacrés à la protection de l'environnement.



Passages à niveau Des propositions pour une politique de traitement de la sécurité

Le dramatique accident survenu en juin dernier à Allinges (Haute-Savoie), causant la mort de sept enfants, a malheureusement mis en évidence, une fois encore, le caractère potentiellement dangereux des passages à niveau (PN).

Des enquêtes technique et judiciaire sont en cours, mais il semble, d'ores et déjà, que les installations techniques ont régulièrement fonctionné et qu'elles étaient conformes à la réglementation.

Le Premier ministre a demandé à Dominique Bussereau, secrétaire d'Etat chargé des transports, de lui adresser pour la fin juin des propositions de renforcement du plan d'action pour la sécurité aux passages à niveau. Celles-ci lui ont été remises dans un rapport analysant l'évolution de l'accidentologie sur les 14 651 passages à niveau pour automobiles et 799 pour piétons et proposant un plan d'action pour en améliorer la sécurité.



Les PN sur le réseau routier national

Même si le nombre de collisions a diminué depuis la fin des années 1980, plus d'une centaine de collisions se produisent chaque année et plus de 40 morts sont à déplorer.

En dépit de la mise en œuvre d'un plan national de suppression des PN et d'amélioration de leur sécurité, le caractère diffus du risque et les délais nécessaires pour traiter chacun des passages à niveau nécessitent la mise au point d'un programme analysant toutes les causes des accidents et incidents (infrastructures, comportement des conducteurs, ...) et impliquant tous les acteurs.

Le rapport soumis au Premier ministre a ainsi pour objet de présenter ce qui pourrait être une nouvelle étape dans une politique de traitement de ce risque particulier, qui relève de la sécurité routière et de la sécurité ferroviaire.

Une accidentologie diffuse et essentiellement routière

Le nombre d'accidents aux PN est passé de 260 collisions en 1988 à 115 en 2007, avec 38 victimes pour 2007 (27 automobilistes et 11 piétons) contre près de 70 en 1988 (avec des pics de mortalité au début des années 90).

Les accidents de PN sont rares, avec près de 4 morts pour 10 accidents, mais ils sont graves. Pour autant la quasi-totalité des accidents survient à la suite d'imprudences et du non-respect de la signalisation et du Code de la route. Les franchissements tardifs ou précoces, alors que les feux rouges sont allumés ou dont les barrières sont encore en mouvement, sont autant d'exemples d'une mauvaise perception, y compris par les piétons (photo 1), du danger que représente la traversée d'un tel ouvrage.



Photo 1

Malheureusement, ces comportements, proprement inconscients, ne sont pas rares : lors de campagnes de suivi menées sur des PN fréquentés, il a pu être constaté qu'une fermeture de barrière sur deux s'accompagnait d'une telle infraction.

Une politique constante d'amélioration de la sécurité

Après l'accident de Port Sainte Foy, l'Etat s'est engagé dès la fin de 1997 dans une politique active de traitement des PN, coordonnée par une instance *ad hoc*, actuellement présidée par Claude Liebermann, ingénieur général des Ponts et chaussées. Cette instance réunit les services de l'Etat, le Setra, des représentants de RFF et de la SNCF, et des représentants des services techniques des collectivités locales.

Programme national de suppression et d'amélioration

L'objectif affiché en 1997 était de traiter les PN potentiellement les plus dangereux, soit en les supprimant (création d'ouvrage dénivelé), soit en les améliorant (aménagement de la voirie, renforcement de signalisation, équipements supplémentaires, ...) lorsque la suppression est trop difficile à envisager ou que l'analyse de la situation fait ressortir l'efficacité *a priori* de ces mesures.

Au 1^{er} janvier 2008, soit après dix ans de mise en œuvre de cette politique, on recensait 282 PN « préoccupants » non traités, dont 39 pour lesquels un programme de travaux était engagé et financé.

Le financement inscrit au budget de l'Etat initialement de 7,6 millions d'euros par an de 1998 à 2005, avait été porté à 9,5 millions d'euros en 2006. En 2007, cette participation a été transférée au budget de l'Agence de financement des infrastructures de transports de France (AFITF), et dans le cadre d'une politique volontariste, son montant a été augmenté à 17,5 millions d'euros.

Pour sa part, en sus de cette participation de l'Etat, RFF accorde une participation : ainsi, depuis 1998, près de 60 millions d'euros ont été consacrés chaque année par les collectivités publiques à des opérations de suppression des passages à niveau ou d'amélioration de leur sécurité ; pour 2008, l'objectif retenu est d'engager un programme global de 106 millions d'euros, dont 41,5 apportés par l'Etat et RFF.

Réalisation d'études et analyses

L'instance a conduit des travaux pour la mise en place d'une banque de données détaillée pour l'analyse des accidents ainsi que des travaux d'études d'une part, des incidents précurseurs pour identifier, le plus en amont possible, les sites potentiellement dangereux ; et d'autre part, des études ciblées, concernant notamment l'analyse du comportement des conducteurs impliqués dans les accidents et l'expérimentation de mise en place d'une signalisation routière renforcée pour l'amélioration de la sécurité des PN (photo 2).



Photo 2

Ainsi, il a été testé à Lhommaizé (86) un dispositif de contrôle sanction automatique, se déclenchant 3 secondes après le début du clignotement du feu. Des expérimentations, menées récemment sous la conduite du CETE Normandie sur des dispositifs innovants, ont montré l'intérêt de renforcer à la fois la signalisation active des PN, non seulement aux passages eux-mêmes, mais surtout en amont (panneaux à messages variables (PMV), clignotants d'alerte, coordonnés à la fermeture des barrières, ...) et la lisibilité de leur implantation et du risque qu'ils constituent.

En effet, si l'on écarte les deux cas extrêmes de franchissement volontaire des PN alors que les feux sont allumés ou d'usager bloqué indépendamment de sa volonté, la situation la plus courante des accidents est celle où l'usager de la route prend conscience de l'existence du PN « actif » (barrières fermées, passage d'un train) trop tard, au vu de sa vitesse, excessive, soit parce qu'il n'a pas vu ou pas compris la signalisation en place, y compris parce qu'habitué des lieux il est surpris par une circulation ferroviaire inhabituelle.

La situation actuelle et les orientations proposées

L'augmentation très importante des moyens, décidée en 2007 pour la suppression des PN préoccu-

pants, ne se traduit pas encore par une augmentation parallèle de leur suppression physique : les délais incompressibles pour la concertation, la mise au point des plans de financement, les études et les procédures, notamment pour les expropriations éventuelles, et les contraintes techniques de programmation des travaux ferroviaires entraînent un décalage normal de 4 à 5 ans entre la décision et sa concrétisation.

Pour traiter un risque aussi diffus, il n'existe pas de solution unique et il faut envisager un programme travaillant sur toutes les causes (techniques mais également comportementales) et sur tous les acteurs.

Les recommandations pour un programme d'actions

Ce programme doit associer l'Etat, responsable de la sécurité et gestionnaire du réseau routier national ; les collectivités, gestionnaires de voirie et également autorités organisatrices des transports locaux. Il pourrait reprendre les mesures suivantes, classées selon les quatre axes précités.

• Poursuivre et développer l'information et la prise de conscience des conducteurs du risque des passages à niveau, par une politique équilibrée de prévention et de sanction :

- Lancement d'une campagne de presse « ralentissez avant le passage à niveau » ;
- Les GPS signaleront les passages à niveau.
- La formation des chauffeurs routiers sera complétée et leurs sanctions renforcées.
- Enfin, de nouveaux types de radars spécifiques aux PN seront expérimentés.

• Mobiliser les gestionnaires de voirie, en termes de responsabilité de sécurité routière et de financement des actions.

Dans l'analyse des accidents, la configuration des voiries à l'approche des PN ressort comme un facteur clé de risque.

- Le PN ne doit donc plus être vu comme un risque exclusivement ferroviaire mais s'intégrer dans la « bonne pratique » de sécurité routière de chaque gestionnaire de voirie.
- Les gestionnaires devront faire des inspections de sécurité tous les 5 ans.
- Une circulaire va être adressée aux préfets pour qu'ils fassent réaliser cette première inspection de sécurité.
- Les conditions de financement des mesures de sécurisations des PN seront redéfinies avec les collectivités.

• Poursuivre et accélérer un programme systématique de traitement des PN, non seulement les « préoccupants », mais également tous ceux, qui d'une manière ou d'une autre, présentent un risque sensible.

- L'Etat montrera l'exemple : d'ici à 5 ans, il engagera le traitement des 21 PN préoccupants du réseau routier national et d'ici à 10 ans sur les 46 autres.
- La signalisation aux abords des PN sera renforcée.
- Les efforts financiers de l'Etat et de RFF seront augmentés : dès 2008, ils apporteront plus de 40 millions d'euros aux PN (contre 15 millions d'euros par an précédemment).

• Proscrire toute nouvelle création de passages à niveau sur des lignes ferroviaires ouverte aux voyageurs

■ LGV Nîmes-Montpellier Signature de la convention

Jean-Louis Borloo, ainsi que les présidents du conseil régional, conseil général du Gard, communauté d'agglomération de Montpellier, et Réseau ferré de France (RFF) ont signé la convention préalable à la réalisation du contournement ferroviaire de Nîmes et de Montpellier. Ce premier grand projet ferroviaire constitue l'acte I du Grenelle de l'environnement qui met en œuvre, de manière irréversible, une nouvelle stratégie de développement durable pour les dix ou quinze prochaines années. Ce contournement donnera un nouveau souffle au fret ferroviaire : la capacité de la ligne sera doublée et passera à près de 400 trains (voyageurs et marchandises) par jour, la vitesse de pointe du fret ferroviaire augmentant quant à elle de 30 km/h à plus de 100 km/h.

Après le percement historique du tunnel du Perthus ouvrant la voie à une nouvelle liaison ferroviaire entre Perpignan et Figueras, ce premier grand projet constitue un pacte de toute la Nation en faveur de l'Europe du Sud et de la Méditerranée. Le rêve d'un arc à grande vitesse reliant l'Espagne, le sud de la France et l'Italie est en train de devenir réalité

■ A4 Sanef rénove 13 ouvrages d'art

Dans le cadre d'un programme pluriannuel de rénovation de ses ouvrages d'art initié en 2002, Sanef entame une nouvelle et dernière phase qui s'achèvera en 2010. Pour la sécurité des clients, les centres d'entretien de Reims et de Sainte-Ménéhould restaurent 13 ouvrages d'art entre la barrière de péage de Taissy et le diffuseur n°29 de Sainte-Ménéhould pour un investissement total de 4 millions d'euros HT.

Actualité générale A suivre



Photo 3

Financement

Au total, l'évaluation préliminaire d'un tel programme est de 1,25 milliard d'euros dont, selon les principes proposés, 650 millions apportés par l'Etat et RFF et 600 millions apportés par les collectivités locales gestionnaires de voirie.

Pour réaliser ce programme, dont l'objectif pourrait être en 10 ans de diviser par deux le nombre d'accidents aux PN, l'effort annuel de l'Etat et de RFF devrait également être porté à 65 millions, soit un doublement par rapport à la situation 2007.

Dès 2008, l'Etat et RFF ont quasiment triplé leur effort, en investissant 40 millions d'euros contre 15 les années précédentes.

BIBLIOGRAPHIE

Revue générale des routes et des aéroports n°837 – mars 2005
pp 33 à 35 - « Suppression des passages à niveau préoccupants »
R. Colas, D. Charon, Y. Laurent, Ph. Laigle, M.-F. Ossola

■ Colas Est Une charte innovation avec Nanosoft

Le groupe Colas a mis au point un revêtement routier silencieux de dernière génération, Nanosoft : grâce à ce produit, la puissance sonore engendrée par le roulement des véhicules sur la chaussée est divisée par 8. Ce revêtement a été appliqué

dans le cadre d'une charte innovation signée par le conseil général du Haut-Rhin, le Setra et Colas Est sur la RD 473 entre Moernach et Durlingsdorf (68).

Après Colsoft puis Rugosoft, qui réduisent respectivement de 5 et 7 décibels le bruit par rapport aux revêtements classiques, Nanosoft améliore encore les performances en proposant un gain de 9 décibels. Constitué de granulats très durs, résistants à l'orniérage et de petite taille et d'un liant modifié par des élastomères, Nanosoft est applicable directement sur la chaussée existante en épaisseur de 25 à 40 mm sur tous les réseaux routiers, quel que soit le trafic.

Sa mise en œuvre est simple et adaptée à toutes les surfaces de roulement.

En outre, grâce à sa faible granulométrie qui a pour effet de multiplier le nombre de contacts pneu-chaussée, Nanosoft présente une meilleure adhérence et garantit donc plus de sécurité pour les riverains et pour les automobilistes. Ce revêtement a notamment été appliqué à Lille, Tours, Dijon, Monaco et Bandol.



3 Salons

dédiés aux **solutions techniques** en matière d'urbanisme et d'aménagement du territoire

Énergie

TRANSPORT, DISTRIBUTION ET UTILISATION DE L'ÉNERGIE

LILLE Grand Palais

17-18-19
Septembre 2008

350 exposants
500 congressistes
4 000 visiteurs

Équipement Territorial

MATÉRIELS ET SERVICES POUR L'ÉQUIPEMENT DES COLLECTIVITÉS LOCALES

EN PARTENARIAT AVEC :
ASSOCIATION DES TECHNICIENS SUPÉRIEURS TERRITORIAUX DE FRANCE
ATTF

Réseaux Expo

AMÉNAGEMENT, CONSTRUCTION ET RÉHABILITATION DES RÉSEAUX

Pré-enregistrez-vous sur :
www.3salons.com
Code : PAR06
Entrée gratuite pour les professionnels

ORGANISATION : E.T.A.I. Tél. : 01 41 98 42 43 - Fax : 01 41 98 40 01 - e-mail : aadnot@etai.fr

E-T-A-I

ATMB **Résultats 2007 et perspectives**

Entreprise en charge d'une mission de service public, fortement implantée dans son territoire, Autoroutes et Tunnel du Mont Blanc (ATMB) a décliné son activité en 2007 suivant trois priorités : la sécurité, la qualité du service et la protection de l'environnement. L'année 2007 a également constitué le point de départ de son nouveau projet d'entreprise, Ambitions 2011, qui l'engage résolument dans des pratiques de développement durable.

La sécurité, une préoccupation quotidienne

Sur l'Autoroute blanche, le nombre de victimes décédées a été divisé par 4 par rapport à 2006, pour un nombre total d'accidents resté stable. Au tunnel du Mont Blanc, aucun accident corporel ne s'est produit. Une politique d'investissements soutenue avec 26,6 millions d'euros pour 2007. En 2007, ATMB a investi 26,6 millions d'euros pour la qualité de son réseau. 14 millions d'euros ont été consacrés à l'Autoroute blanche, avec notamment la rénovation de 8 km de chaussées. Pour la RN205, ce sont 9 millions d'euros qui ont été investis, notamment pour le confortement des parois de la rampe d'accès au tunnel du Mont Blanc. Enfin, ATMB a participé à la réalisation de travaux au tunnel s'élevant à 3,6 millions d'euros, sa part étant de 2,1 millions d'euros. Par ces investissements, le GEIE-TMB a optimisé la gestion technique centralisée des équipements du tunnel et d'acquérir de nouveaux véhicules d'intervention.

Un levier essentiel : la formation et l'entraînement des équipes

En 2007, le budget de formation de l'autoroute et du tunnel s'est élevé à 793 473 euros (soit 4,3 % de la masse salariale), dont un volet important pour la sécurité. Pour entraîner les agents aux situations de crise, cinq exercices de sécurité ont été organisés (quatre au tunnel du Mont Blanc et un au tunnel du Vuache).

Faire évoluer les comportements

Parce que les conducteurs ont un rôle essentiel à jouer, ATMB a conduit six campagnes de sensibilisation en 2007. Elles se sont notamment concrétisées par la diffusion de 15 000 éthylotests lors des fêtes de fin d'année et par la remise de 10 000 gilets de sécurité. Par ailleurs, ATMB a édité un guide et un DVD sur la conduite sur autoroute et en tunnel. Enfin, un partenariat a été noué avec plusieurs dizaines d'auto-écoles pour l'accès gratuit à l'autoroute pendant les leçons de conduite.

Agir au service du développement durable des territoires

Avec 638 collaborateurs, l'Autoroute blanche et le tunnel du Mont Blanc jouent un rôle de premier plan en matière d'emploi local. ATMB apporte en outre une contribution financière directe aux collectivités, avec 3,5 millions d'euros versés au titre de la taxe professionnelle. Elle soutient également de nombreuses associations locales au sein desquelles ses collaborateurs sont engagés.

Depuis 2003, ATMB travaille aux côtés des communes et du conseil général de la Haute-Savoie pour compléter les demi-échangeurs de Passy, Sallanches et Bonneville. Ces trois projets représentent un investissement de 23,1 millions d'euros, financés à 26,8 % par ATMB et à 73,2 % par le conseil général de la Haute-Savoie (dont 2,2 mil-

lions du conseil régional Rhône-Alpes). La protection de l'environnement représente 10 % du budget total des travaux des trois demi-échangeurs, soit 2,3 millions d'euros. En 2007, ATMB a lancé les travaux à Passy pour une mise en service à l'automne 2008. Concernant Bonneville et Sallanches, les travaux ont commencé au printemps 2008.

Tunnel du Mont Blanc : une tarification écologique unique

En complément de la surveillance quotidienne réalisée par l'association Air de l'Ain et des Pays de Savoie, le GEIE-TMB a engagé en 2007 une étude sur la qualité de l'air dans la vallée de Chamonix. Objectif : connaître la composition et la dispersion des rejets d'air du tunnel du Mont Blanc et apprécier les éventuelles mesures à prendre pour en diminuer les effets.

Une tarification écologique unique en France est appliquée au tunnel du Mont Blanc depuis sa réouverture en 2002. Ainsi, les véhicules lourds les moins performants sur le plan environnemental sont interdits ou ont leurs tarifs majorés. En 2007, ces mesures ont permis d'accueillir au tunnel un trafic lourd composé à 91,3 % de véhicules aux normes Euro 3 et Euro 4.

Par ailleurs, depuis plus de 10 ans, ATMB intervient aux côtés des collectivités pour la protection des rivières et de leurs abords. En 2007, elle a investi 375 000 euros au titre des contrats de rivière Arve, Foron et Arve-Rhône.

La société a également engagé des actions pour la protection de l'eau tout au long de son réseau. A titre d'exemple, dans le cadre des travaux du demi-échangeur de Passy, 450 000 euros ont été consacrés à l'environnement, avec notamment la création d'un réseau de traitement des eaux.

En 2007, elle a ainsi lancé les études pour la construction du premier centre d'entretien et PC autoroutier haute qualité environnementale® en France, pour un budget de 17 millions d'euros, et a finalisé les études concernant la construction des protections acoustiques de Magland et Marnaz, dont les travaux ont été lancés en 2008. Pour un investissement de 2,45 millions d'euros, ces murs seront érigés sur près de 1 km de long.

Assurer aux clients une qualité de service optimale 24 h/24

En 2007, les véhicules légers ont représenté 87,7 % du trafic à l'autoroute et 65,9 % au tunnel. L'essentiel de la clientèle est composé du trafic domicile-travail, avec jusqu'à 1 700 véhicules par heure matin et soir sur l'autoroute. Voie d'accès privilégiée vers plus de 30 stations de ski, le réseau d'ATMB accueille également un important trafic touristique.

En 2007, le télépéage a poursuivi son essor avec 23 692 abonnés, soit une progression de 26 % par rapport à 2006. Offrant jusqu'à plus de 50 % de réduction, les abonnements de l'Autoroute blanche résultent d'un dialogue permanent avec les élus et les associations de consommateurs, à l'image de l'offre domicile-travail Proximi-t, développée avec le conseil général de la Haute-Savoie. 2007 a également été marquée par le lancement du télépéage poids lourds.

Un trafic global stable mais en légère baisse pour le trafic lourd

Sur l'Autoroute blanche, le trafic lourd a diminué de 3,25 %, tandis que le trafic léger a augmenté de

Travaux publics

Léger décrochage de l'activité

Après avoir bien résisté en début d'année, les travaux publics fléchissent plus nettement en mai, d'après la note mensuelle de conjoncture de la Fédération nationale des Travaux publics (FNTP). En mai, les travaux réalisés s'inscrivent en baisse d'un mois sur l'autre et à un an d'intervalle : respectivement - 5,7 % et - 3,5 %. Les résultats provisoires du mois d'avril ont également été revus à la baisse. Sur les cinq premiers mois de l'année, l'activité en volume des TP est en recul de 0,3 %.

Les entrées de commandes corrigées des effets saisonniers sont en net repli (- 9,4 %) par rapport à avril ; elles affichent également une baisse (légère) de - 0,1 % en cumul depuis le mois de janvier.

Les effectifs ouvriers permanents se tassent. Ils s'élèvent à 182 700 personnes (données provisoires).

En février, ils avaient atteint le niveau historique de 185 600 personnes. Les heures intérimaires poursuivent leur recul. Ces dernières sont en baisse de 8,5 % depuis le début de l'année comparé à un an d'intervalle.

Elles « décrochent » fortement en mai comparé à un an d'intervalle (- 21,5 %), témoignant d'une conjoncture plus incertaine pour les mois à venir.

Cari

Reprise de Cimba

Cari vient de reprendre l'entreprise familiale Cimba basée à Montpellier et Mende, spécialisée en bâtiment, génie civil et pierre.

Déjà présente à Toulouse et Bordeaux avec sa direction régionale sud-ouest, Cari souhaitait s'implanter en Languedoc-Roussillon.

En parallèle, Cimba, créée en 1938 par Alphonse Cabanel, cherchait à développer ses activités en intégrant une entreprise qui lui offre une stature financière et organisationnelle plus importante.

Par cette acquisition, Cari acquiert une nouvelle activité : la pierre avec pose en façade et au sol. d'une conjoncture plus incertaine pour les mois à venir.

1,36 %. Au tunnel du Mont Blanc, le trafic léger a baissé de 1,3 % et le trafic lourd de 2,7 %.

Ces résultats s'expliquent notamment par l'impact défavorable de la météo sur l'activité touristique. La fermeture du tunnel du Mont Blanc, suite à l'éboulement sur la rampe d'accès, ainsi que les travaux des tunnels d'APRR en amont du réseau d'ATMB ont également contribué à la baisse du trafic.

Evolution encourageante de la situation financière

En 2007, le chiffre d'affaires a enregistré une progression de 1,35 % par rapport à 2006, à 142 millions d'euros. L'Autoroute blanche a représenté 89,9 millions d'euros de recettes de péage, soit une progression de 2,4 % par rapport à 2006. Le tunnel du Mont Blanc a réalisé 51 millions d'euros de recettes de péage, soit une diminution de 0,8 % par rapport à 2006. Le résultat net atteint quant à lui 42,4 millions d'euros, confirmant l'évolution positive des comptes.

ATMB poursuit ses efforts pour résorber sa dette financière, conséquence des lourds emprunts contractés pour la mise aux nouvelles normes de sécurité du Tunnel. En 2007, le montant de la dette s'est élevé à 367 millions d'euros.

Perspectives

ATMB a poursuivi en 2007 le dialogue avec l'Etat dans la double perspective de l'élaboration de son contrat d'entreprise pour les années 2009 à 2014 et d'une définition plus fine de son cahier des charges. Concernant l'allongement à 2050 des concessions, le point est en cours d'examen au Parlement pour le tunnel.

Concernant l'autoroute, la voie législative pourrait se concrétiser au début de l'automne. Cette décision constitue un élément déterminant pour la société, car elle permettra de compenser en partie les lourdes charges liées à l'application des nouvelles normes de sécurité au tunnel.



Dans le cadre de son nouveau projet d'entreprise, ATMB renforcera significativement son action en matière de développement durable. Cinq axes prioritaires ont en effet été définis pour les années 2008-2011 : la sécurité, le service client, le management, la protection de l'environnement et l'action au service des territoires. Plusieurs projets ont été lancés dans ce sens dès 2007, à l'image de la construction du nouveau centre d'entretien de Bonneville et du nouveau PC Sierra selon la norme HQE. ATMB travaille également à l'élaboration d'une charte d'engagements sur la qualité du service client.

Enfin, une réflexion est en cours pour qu'elle contribue aux projets des collectivités pour le développement de solutions alternatives de transport (covoiturage, parkings relais, transport collectif, ...).

TDIE

Pour un schéma national de mobilité durable

TDIE (transport, développement, intermodalité, environnement) a communiqué, début juillet, une note sur sa contribution à la réalisation par l'Etat d'un schéma national de mobilité durable.

Dès sa création en 2001, TDIE avait notamment demandé un débat national d'orientation sur les transports et une réforme du système de financement des infrastructures, avec création d'un fonds national de financement des transports alimenté par des ressources affectées, le tout débouchant sur un schéma national multimodal des transports à l'horizon 2025.

Le Parlement examinera à l'automne le projet de loi, dit Grenelle 1, présenté comme une loi de programmation, mais dont le contenu, s'agissant de la mobilité, ne saurait justifier cette caractérisation, dès lors qu'il ne contient qu'une liste, sans doute incomplète, de projets de LGV non financés. Le gouvernement doit au contraire porter une ambition de long terme, détaillée par objectifs, chiffrée et financée.

Et ce sont ces objectifs qui devraient figurer dans la loi, le gouvernement étant ensuite chargé de les mettre en œuvre dans un schéma national.

Au-delà des futurs débats parlementaires sur le projet de loi, dit Grenelle 1, TDIE attend du gouvernement la définition d'une politique de planification multimodale à long terme (2030) des infrastructures et services de transports, incluant une programmation volontariste et le financement associé ; c'est-à-dire un schéma national de mobilité durable qui fixe les objectifs et les priorités de développement des infrastructures et services de transport, selon les différentes catégories de mobilités et de territoires.

L'un des objectifs de l'association en 2008 est donc de peser, par la réalisation et la publication d'une contribution à ce futur schéma national, sur le respect des engagements du président de la République et du gouvernement.

Contribution présentée en septembre

TDIE rendra publique cette contribution à la rentrée de septembre. Dénommée « Penser le transport autrement : objectifs et priorités d'actions pour une mobilité partagée et durable à horizon de 20 ans », elle contiendra 10 actions-clé pour limiter les consommations d'énergie et les émissions de CO₂, promouvoir des technologies novatrices et des transports mieux structurés, développer à grande échelle des transports collectifs intermodaux, économiquement pertinents, accessibles et de haute qualité de service, et considérer, enfin, la place incontournable du transport routier en garantissant une circulation confortable et sûre et des services adaptés à la desserte des différents territoires.

17-19 septembre 2008

Trois salons pour l'équipement territorial Lille

Rendez-vous des élus locaux, techniciens supérieurs, des cadres techniques, des décideurs et fournisseurs, la 39^e édition des 3 salons dédiés à l'équipement territorial, l'énergie et les réseaux est organisée à l'occasion du 40^e congrès national de l'Association des techniciens supérieurs territoriaux de France (ATTF). Le thème en sera « *La requalification des sites sensibles et des sites pollués* ». 200 sociétés et marques y seront représentées et 3 000 visiteurs professionnels sont attendus
www.3salons.com

6 – 8 octobre 2008

Le souterrain, espace d'avenir Monaco

Le prochain Congrès international de l'Association française des tunnels et de l'espace souterrain (AFTES) est organisé en partenariat avec les associations sœurs : espagnole (AETOS), belge (ABTUS /BVTOS), suisse (FGU/GTS) et italienne (SIG) ainsi qu'avec l'Association internationale des tunnels et de l'espace souterrain (AITES). Le thème principal « le souterrain : espace d'avenir » se veut en parfait accord avec les réflexions et décisions issues du Grenelle de l'environnement dans la mesure où il fera une large place aux grands projets de liaison rapide dans l'espace européen, projets structurants et respectueux de l'environnement. Ce grand rendez-vous triennal sera, pour les meilleurs spécialistes des disciplines qui concourent à réaliser des ouvrages performants et innovants au service des grandes liaisons routières et ferroviaires, l'occasion d'échanger sur leurs savoir-faire et leurs compétences dans leurs domaines d'intervention. Pendant ces 3 journées, les professionnels participeront à des conférences techniques traitant : du sous-sol comme espace de projets, de la maîtrise des risques et des coûts, des innovations techniques en travaux souterrains, des tunnels pérennes et sûrs. Un espace d'exposition réunissant près de 200 stands constituera une véritable vitrine des entreprises participant au congrès. Des visites techniques seront également organisées.
www.aftes.asso.fr

20 – 24 octobre 2008

6^e symposium international sur les caractéristiques de surface des chaussées (SURF 2008)

Portoroz (Slovénie)

The main objective of the Symposium is to share and discuss experience about how to improve quality through effective management of road infrastructure assets, in accordance with user expectations and managers' requests.

Technical sessions will include:

- Exchange of technology, ideas and visions on road and airport pavement surface characteristics,
- Efficient management of road assets with management systems capable of integrating all infrastructure components, based on performance indicators describing road functionality,
- The condition of surface characteristics-including bridges and geotechnical structures (longitudinal and transverse profiles, distress detection, noise, skid resistance measures, analysis and interpretations etc.),
- Presentation of the results of the work of PIARC TC 4.2 and of cooperation with international institutions, the automotive industry, and organisations dealing with the construction and maintenance of road infrastructures.

www.surf2008.si

10 – 11 novembre 2008

2nd Roads and the Environment Conference

Genève

Emissions and Pollution: addressing the challenge
At the first IRF Conference on Roads and Environment, we concluded that there is no one silver bullet to tackle the increasing environmental challenge.
Under the theme "Emissions and pollution : addressing the challenge", we will have the opportunity at this second conference to look in more details into the priority themes identified last year. We will examine the way to tackle emissions and pollutions of noise, materials, water and air. Concrete examples of proven best practices will show the time, research and resources invested by the road industry into eco-friendly processes and materials. Researchers, policy-makers, practitioners from both the public and the private sector will gather in Geneva to present and discuss inspiring solutions to address the environmental challenge today for a better world tomorrow.
The 2nd IRF Conference on Roads and Environment will also organize a high level panel discussion on "Trading

on Carbon Markets". The financial community is offering a number of "green" investment opportunities. Specialist will look into sense and non-sense of these financial instruments, the problems of carbon pricing and the social responsibility of investors.

The upcoming Conference will be a unique opportunity to learn about the latest technical developments in the road sector and to discover all about the newest trends in investment policies.

www.irfnet.org

12-15 novembre 2008

France Expo 2008 Casablanca (Maroc)

Après le succès des trois précédentes éditions de France Expo qui avait rapproché les communautés d'affaires marocaines et françaises, Ubifrance et la Chambre française de commerce et d'industrie du Maroc (CFCIM) organisent une 4^e édition. Avec l'aide des régions françaises, cette exposition française multisectorielle rassemblera 300 exposants qui mettront en valeur, sur 9 000 m² d'exposition, leur savoir-faire et leurs spécificités. 15 000 visiteurs sont attendus. L'objectif est notamment de soutenir la démarche d'entreprises non encore présentes au Maroc, de valoriser la présence de celles déjà actives, et de renforcer la coopération et les échanges entre les deux pays. Cette manifestation comprendra également des colloques, des rencontres d'affaires et des événements culturels.
www.ubifrance.fr

4 – 5 février 2009 – Versailles

Congrès international Atec-Its France 2009

Appel à communication

Sur le thème "Transports et Innovation : Quels développements pour quels futurs", le congrès sera consacré à la vision des acteurs sur l'avenir des systèmes de transport, à la lumière des innovations et des développements envisageables. L'évolution actuelle de la demande et des contraintes nécessite de trouver de nouvelles solutions et de nouveaux équilibres. Comme chaque année, il suscitera le dialogue entre décideurs, chercheurs, industriels, gestionnaires, concepteurs et fournisseurs de services et de produits, bureaux d'études et consultants, représentants d'associations. Les échanges se développeront autour des thématiques suivantes :

- conception, gestion et optimisation des réseaux de transports individuels et collectifs,

- intermodalité, stationnement, services à l'utilisateur, information, transports à la demande,
- technologies, systèmes intelligents, informatique, télécommunications,
- localisation et cartographie, systèmes d'information géographique,
- environnement, nuisances, territoires et aménagement, énergie,
- fret urbain et interurbain,
- sécurité,
- économie et tarification.

www.atec-tec.net

20 - 25 avril 2009

Intermat 2009 Parc des Expositions Paris-Nord - Villepinte

Tous les trois ans, Intermat réunit les principaux acteurs de la fabrication de matériels et techniques pour le BTP et l'industrie des matériaux. Les représentants de la fabrication mondiale de matériel seront présents et tous les secteurs d'activité seront représentés : terrassement, levage, route, mines, carrières et traitement des matériaux, composants, équipements et accessoires, béton, forage, ingénierie, ...



Intermat 2009 propose une vue globale et pointue de la profession. Création de la vitrine de l'éco TP, métamorphose du palmarès de l'Innovation, animation la vie de chantiers, opération en direction des carrières, ... sont autant de nouveautés, de changements et d'évolutions à travers lesquels le salon exprime sa vision d'une filière qui va du fabricant de matériel à son utilisateur.
www.intermat.fr

Setra

Utilisation des normes enrobés à chaud

Depuis le 1^{er} mars 2008, les normes produites de la série NF P sont définitivement retirées et remplacées par les nouvelles normes françaises NF EN issues de la normalisation européenne.

Ce guide technique précise les désignations et formulations d'enrobés utilisés généralement en France et leurs correspondances avec les normes européennes, tout en indiquant les étapes de formulation retenues.

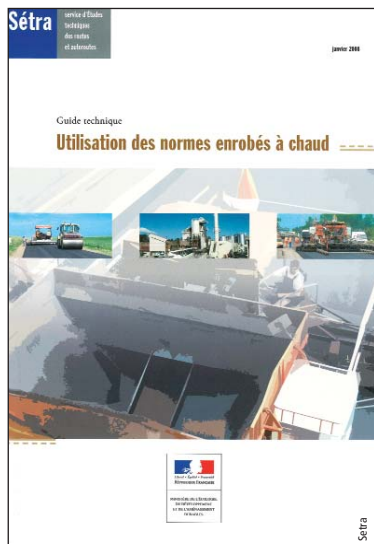
La série des normes européennes recouvre le domaine des enrobés français et au-delà, que ce soit pour couche de roulement, de liaison ou d'assise. Il est donc nécessaire de recadrer les éléments contenus dans les normes européennes pour leur donner une application dans le contexte français.

Ce guide se divise en plusieurs chapitres précisant les références normatives, les matériaux bitumineux utilisés en France, les épreuves de formulation pour les enrobés, et aussi les caractéristiques des granulats, des fines, le liant d'enrobage, l'utilisation d'agrégats d'enrobés.

Les éléments concernant la mise en œuvre ne sont pas précisés dans ce guide. Il est rappelé pour mémoire où se trouvent ces informations.

Le guide se termine par une série d'annexes récapitulatif sous la forme de tableaux les formulations d'enrobés, les caractéristiques minimales des granulats, les performances attendues des différents types d'enrobés.

36 pages - Référence : 0801 - Prix de vente : 15 euros



Chantiers routiers et préservation du milieu aquatique Management environnemental et solutions techniques

La réalisation de chantiers routiers peut avoir des effets sur les milieux aquatiques : pollution des cours et des nappes d'eau, modifications des écoulements superficiels ou souterrains, variation du niveau des nappes phréatiques.

Aussi, en vertu de la loi sur l'eau, intégrée depuis 2001 dans le Code de l'environnement, les travaux routiers sont soumis en règle générale à une demande d'autorisation préalable sur la base d'un dossier indiquant les incidences du projet sur les ressources en eau.

Ce guide technique, destiné aux prescripteurs, constructeurs et services instructeurs présente les risques possibles des chantiers routiers sur les ressources en eaux, rappelle le cadre réglementaire et législatif en vigueur en novembre 2006 et les démarches à entreprendre en conséquence et émet des préconisations techniques pour la prise en compte de la protection des eaux dès les études d'un projet et durant les diverses phases de préparation et de réalisation des travaux.

Des fiches de cas, un bêtisier et des références bibliographiques complètent ce guide dont les principes peuvent être étendus à d'autres infrastructures linéaires.

120 pages - Référence : 0713 - Prix de vente : 20 euros

Evaluation des projets d'infrastructures routières - Pilotage des études de trafic

Cet ouvrage, à l'attention des maîtres d'ouvrage de l'Etat et des collectivités locales, explicite les éléments techniques et méthodologiques nécessaires pour comprendre, piloter et contrôler une étude de trafic.

Rédigé suite à une commande de la Direction générale des routes, il a vocation à guider les services de maîtrise d'ouvrage des directions régionales de l'Équipement (DRE) et les services techniques départementaux dans leur commande d'études de trafic pour l'évaluation de grands projets d'infrastructures routières interurbaines auprès de CETE ou de bureaux d'études privés.

40 pages - Référence : 0739 - Prix de vente : 13 euros

Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques - Application à la réalisation des assises de chaussées

Ce guide codifie la technique du traitement des sols aux liants hydrauliques, éventuellement en association avec la chaux, pour réaliser des assises de chaussées.

Il complète le guide technique « Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques - Terrassement et couche de forme » (GTS - Setra/LCPC, 2000) ainsi que les normes en vigueur.

La première partie du document précise les types de sols concernés et les spécifications d'homogénéité ; elle détaille

le contenu des études ainsi que leur progressivité, depuis les reconnaissances géologiques jusqu'aux essais en laboratoire.

La deuxième partie décrit le dimensionnement et la conception des assises de chaussées en sols traités. Elle indique les classes de trafic pour lesquelles ces matériaux peuvent être utilisés en précisant, dans la méthode de dimensionnement, les paramètres spécifiques aux sols traités, en particulier, les caractéristiques mécaniques en laboratoire pondérées selon les conditions de réalisation ainsi que les conditions d'interface. Elle se termine par des exemples de dimensionnement avec des sols fins traités. La troisième partie précise les conditions de réalisation des travaux et de contrôle des matériaux, les modalités de préparation des matériaux sur chantier. Elle définit les niveaux de qualité selon le matériel utilisé (en place et en centrale), les conditions de transport et de mise en œuvre, les protections superficielles à appliquer en fonction des sollicitations prévisibles et les procédures de contrôle qualité.

Le document se conclut par une série d'annexes concernant la fiche technique et les spécifications des sols utilisés en assises de chaussées, certains éléments économiques, et enfin la synthèse de l'enquête faite sur les structures en sols traités réalisées en France.

76 pages - Référence : 0718 - Prix de vente : 16 euros

Illustration dans valise photos - Crédit : Setra
www.setra.equipement.gouv.fr



Certu

Les déplacements dans les ScoT Retour d'expériences à partir de dix-sept premiers ScoT

Comment prendre en compte les déplacements dans les schémas de cohérence territoriale? Sept ans après la création des schémas de cohérence territoriale (ScoT), qu'en est-il de leur contenu concernant cette problématique de l'articulation entre projets d'aménagement et déplacements? L'objectif de cet ouvrage est de montrer comment, dans les dix-sept premiers ScoT, a été abordée la question des déplacements. A travers plusieurs thèmes d'action (structuration du territoire par les infrastructures de transport, organisation du territoire articulée au système de déplacements, urbanisation qui favorise les déplacements de proximité et les modes alternatifs à la voiture, transports collectifs, ...), l'ouvrage, abondamment illustré, met en évidence la richesse des apports de ces expériences locales et les enseignements que l'on peut en tirer.

Il s'adresse donc en priorité aux équipes chargées de l'élaboration des ScoT, dans les collectivités et les agences d'urbanisme, mais aussi à tous ceux qui sont associés à ces démarches, dans les services de l'Etat, les villes, les conseils généraux et régionaux, les associations, ...

L'analyse présentée apporte un éclairage sur les savoir-faire locaux, qui nécessitera toutefois d'être complété dès qu'un plus grand nombre de ScoT auront été élaborés. Ce bilan plus approfondi permettra alors d'évaluer les éléments de méthode initialement préconisés et de les enrichir en conséquence.

Enfin, cet ouvrage est la preuve qu'un effort particulier en termes de moyens et de compétences a déjà pu être mobilisé, malgré la complexité de ce domaine.

Référence : 76 - 120 pages - Prix : 35 euros

www.certu.fr

Editions Michel Hagège

Le Guide de l'autoroute 2008-2008

Le Guide de l'autoroute s'adresse à ceux qui souhaitent restaurer le temps du voyage comme la première étape des vacances. Cet outil pratique de la découverte de l'autoroute et de ses environs gastronomiques et touristiques aide chacun à préparer ses déplacements et à choisir ses haltes sur l'autoroute elle-même ou à proximité. Depuis début mai, la seizième édition est disponible. Le Guide de l'autoroute est divisé en trois parties :

- La partie bleue présente toutes les autoroutes françaises, classées par ordre de numéro croissant, en détaillant chacune de leurs composantes, point kilométrique par point kilométrique, avec la présentation et le schéma des aires de service, aires de repos, sorties, barrières de péage.

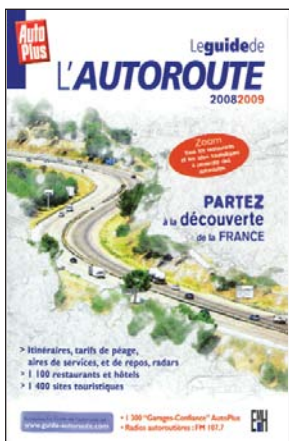
Il est ainsi possible de préparer son itinéraire et les sorties, de calculer les tarifs de péage, et de choisir ses haltes : les aires offrent des niveaux d'équipement et de service très différents (accueil, propreté, restauration hôtellerie, dépannage, tourisme, détente, environnement, etc).

- La partie rouge, pour une pause gastronomique, offre un choix de 1 200 restaurants-hôtels situés à proximité des sorties.

- La partie verte, pour une pause touristique, propose la découverte de 1 300 sites et curiosités touristiques situés à proximité des sorties.

444 pages - Prix : 14 euros

www.guide-autoroute.com



Centre de recherches routières

Comparaison de quatre appareils pour la mesure *in situ* de la densité des revêtements bitumineux

Cette publication compare les résultats des mesures de densité effectuées *in situ* sur des couches bitumineuses, à l'aide de divers appareillages, les uns équipés d'une source nucléaire, les autres fonctionnant sur le principe du champ électromagnétique.

Les résultats montrent que les gammadensimètres (source nucléaire) sont les plus fiables en toutes circonstances ; les autres appareils s'avèrent être en effet très sensibles à l'humidité du revêtement, voire pour certains, à sa température.

Référence : CR44/07 - 58 pages - Prix : 7,50 euros

publication@brrc.be

La documentation française

Transports terrestres : l'essor de l'électronique embarquée

Ecrit par Xavier Apolinarski, cet ouvrage de la collection « Le Point sur » présente l'usage et la conception des systèmes embarqués pour les transports terrestres, et est issu du Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres (PREDIT). Il précise quelles sont les grandes tendances des marchés et tente d'identifier de nouveaux acteurs industriels dans une dynamique d'innovation et de compétitivité. Le partenariat public-privé semble remplir ces conditions et entraînerait la maîtrise des risques liés à l'innovation et la mutualisation des dépenses de R&D. Pour réussir ce défi industriel, économique et technologique, l'établissement d'un plan d'ensemble est un préalable. Dans cette perspective, six « road-maps » technologiques applicatives, comme les systèmes de perception intelligents ou la sûreté de fonctionnement, sont définies, puis déclinées étape par étape.

Réf. : 9782110068910 - 104 pages - Prix : 11,5 euros

Comité 21

Agir ensemble pour des territoires durables ou comment réussir son Agenda 21

Après les élections municipales et dans la continuité du Grenelle de l'environnement, le Comité 21 publie un guide méthodologique pour aider toutes les collectivités à s'engager dans une démarche de développement durable, l'Agenda 21.

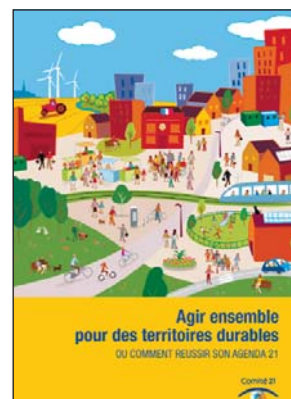
Aujourd'hui, seize ans après le Sommet de la terre de Rio (1992), la plupart des régions, des départements et des communes français sont engagés dans le développement durable. Partout, les initiatives se multiplient pour construire une société plus efficace, plus humaine et plus durable.

Mais comment passer de l'initiative isolée au projet de territoire ? Quels sont les facteurs de réussite ? Quels sont les outils à la disposition des acteurs locaux ? Comment se répartissent les responsabilités dans les changements à entreprendre ? Quelles sont les actions à mutualiser ? Entreprises, collectivités territoriales, quelles synergies pour l'action ?

Sur la base de 150 exemples innovants, cet ouvrage, rédigé par Antoine Charlot, propose des réponses concrètes à la fois méthodologiques et stratégiques qui se veulent au plus proche des attentes des acteurs du territoire.

170 pages - Prix : 20 euros

www.comite21.org



Dossier

La route des Tamarins



Dossier La route des Tamarins

Préface



Anticipant la croissance de la population, un million d'habitants à l'horizon 2025, la route des Tamarins va influencer le développement de l'île durant tout le siècle. Destinée dans l'immédiat à fluidifier le trafic, cette route vise à faciliter les liaisons entre le nord et le sud de l'île. Chaque jour, matin et soir, quelque 60 000 véhicules et leurs occupants perdent plusieurs heures dans les encombrements. La route des Tamarins va également jouer un rôle majeur dans l'aménagement du territoire : située à mi-hauteur, elle va accueillir une partie des 200 000 habitants supplémentaires. Elle préfigure aussi cette route de moyenne altitude autour de l'île, qui permettra, à terme, un aménagement cohérent de l'ensemble du territoire.

La route des Tamarins représente un investissement considérable, ayant nécessité des efforts financiers très significatifs de la part de la région Réunion. C'est au prix d'une gestion rigoureuse que la collectivité a pu garantir le financement de ce chantier et donc prendre en charge, sur ses fonds propres, plus de 85 % du coût total de l'opération, évalué aujourd'hui à plus d'un milliard d'euros, l'Europe participant à hauteur de 15 % au financement des travaux, de ce *grand chantier européen*. Il faut souligner que dans le coût final de la route, les avenants aux marchés ont représenté 6 %, tandis que l'inflation intervient pour 270 millions. Cette saine gestion par la Région a été déterminante pour l'octroi des prêts bancaires.

L'investissement doit s'apprécier à l'horizon de plusieurs décennies. La réalisation de la route des Tamarins a fortement contribué à la relance de l'activité dans le BTP et a généré la création de plus de 1 500 emplois directs et indirects. Plus de 750 jeunes Réunionnais, formés dès le lancement du projet, ont aujourd'hui acquis le savoir-faire nécessaire à leur participation à ce chantier exceptionnel. Leur expérience constitue un atout précieux pour prétendre occuper demain les postes générés par les autres grands chantiers lancés par la Région comme le tram-train ou la nouvelle route du littoral.

Par son envergure, ce chantier est impressionnant : les prouesses techniques sont nombreuses. Pour 34 kilomètres de long, il compte l'édification de 120 ponts, dont 4 ouvrages d'art exceptionnels. Une raison qui explique le qualificatif donné à cet ouvrage : « *Le chantier du siècle* », ...

La route des Tamarins, comme le projet du tram-train ou le réseau régional haut débit « Gazelle », déjà réalisé pour favoriser les télécommunications, sont la traduction concrète d'une volonté politique d'aménagement et de développement durables, basée sur l'anticipation des besoins futurs, le respect de l'environnement tout en apportant une réponse aux préoccupations immédiates.

Paul VERGÈS
Président du conseil régional
de La Réunion

AUTEURS

Jean-Louis Cariou
Directeur d'opération
de la route des Tamarins
Conseil régional de La Réunion

Jean-Jacques Gueguen
Directeur général adjoint
aux routes
Conseil régional de La Réunion



Grande Ravine (juillet 2008)
Grande Ravine (July 2008)

Le chaînon manquant d'une ossature routière à 4 voies reliant les principales villes de La Réunion

La route des Tamarins⁽¹⁾, qui achèvera la mise à 2 x 2 voies de la liaison Saint-Denis — Saint-Pierre constitue l'un des plus importants projets routiers en fin de réalisation sur le réseau national. Avec son tracé de 33 kilomètres à mi-hauteur, ses 120 ouvrages d'art dont 4 ouvrages qualifiés d'exceptionnels, ses 9 pôles d'échanges, cette voie nouvelle relève d'une véritable prouesse technique au caractère tout à fait hors normes. Appelée à s'inscrire durablement dans le paysage de La Réunion, elle jouera un rôle de premier plan dans l'aménagement du territoire de l'île. Sa construction a donné lieu à une démarche originale en matière environnementale, de relogement, d'emploi et de formation.

Un développement équilibré de l'île de La Réunion

La route des Tamarins s'inscrit dans une stratégie globale de développement de l'île dont les besoins en déplacement croissent avec l'urbanisation (600 000 habitants en 1990, 800 000 aujourd'hui et 1 000 000 en 2030) et la motorisation des ménages.

Le réseau routier (figure 1), essentiellement concentré sur le littoral

du fait de la morphologie de l'île, est constitué de 380 km de routes nationales (88 km à 2 x 2 voies) et 800 km de routes départementales. La route nationale 3 est la seule route traversant l'île. Elle relie les deux villes de Saint-Pierre et Saint-Benoît, distantes de 60 km, par le col de Bellevue ... situé à 1 600 m d'altitude.

Le dernier tronçon de route bidirectionnelle dans l'ouest est engorgé. Il supporte aujourd'hui un trafic moyen compris entre 24 000 et 36 000 véhicules/jour dont les bouchons sont devenus désormais intolérables pour les usagers.

La future route des Tamarins constitue le maillon manquant de 33 km d'une ossature routière à 4 voies entre Saint-Paul et l'Etang-Salé-les-Bains. Entre ces deux villes, situées au bord de la mer, le projet serpente à une altitude moyenne de 200 à 300 m. Sa justification est triple :

- Désenclaver les bourgs de mi-hauteur situés entre 400 et 800 m d'altitude.
- Etre un axe de transit et de développement entre nord et sud de l'île.
- Redonner une vocation plus touristique et de desserte locale à la route nationale littorale (figure 2).

⁽¹⁾ Le tamarin est un arbre de moyenne altitude, emblématique de la côte ouest de l'île, dont 20 000 spécimens seront plantés à cette occasion.

Dossier La route des Tamarins

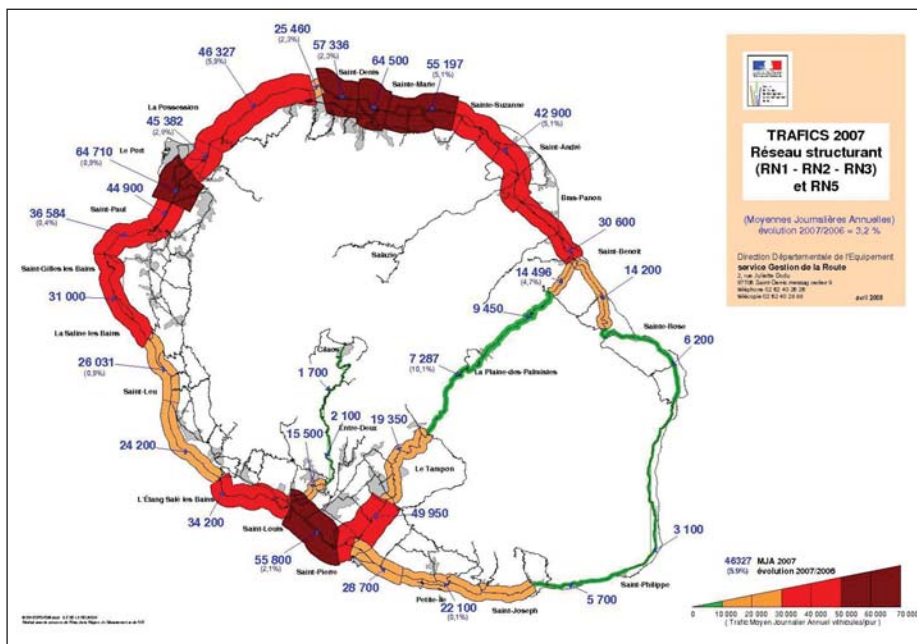


Figure 1
Trafic 2007 (source : Service de gestion de la route de la DDE)
Traffic 2007 (source : DDE highway management service)



Figure 2
Tracé de la route des Tamarins (source : fonds IGN)
Alignment of Tamarins Road (source : fonds IGN)

Ce nouvel axe routier supportera, à l'horizon 2015, un trafic compris entre 39 300 et 69 500 véhicules/jour sur les 33 km à quatre voies de circulation. Au nord, des voies pour véhicules lents ont été ajoutées sur les 6 km de linéaire dont la pente est de 6 % entre Saint-Paul et l'Eperon. Neuf systèmes d'échanges dénivelés assurent les liaisons avec le réseau routier national et départemental (5 sur la commune de Saint-Paul, 3 sur la commune de Saint-Leu, 1 sur l'Etang-Salé).

Les communes des Avirons et de Trois Bassins, traversées sur un faible linéaire, demeurent très accessibles par les diffuseurs prévus :

- Saint-Paul (RN1, centre-ville, RD6 et RD 5),
- Plateau- Caillou (RD 6),
- L'Eperon (RD 10),
- L'Hermitage (vers Saline les Hauts et Saline les Bains),
- Le Barrage (RD 9),
- Les Colimaçons (RD 12),
- Stella (RD 11),
- Le Portail (desserte Piton Saint-Leu),
- L'Etang-Salé (RN1, raccordement au diffuseur actuel).

Les défis d'une île tropicale et volcanique au relief montagneux

La Réunion est une île volcanique et montagneuse de 2 500 km². Les rivières ont largement entaillé les pentes en creusant de profonds sillons perpendiculaires à la côte (figure 3). Sur le tracé, d'à peine 33 km, ce sont 120 ravines de toutes tailles qu'il faut franchir par de nombreux ouvrages hydrauliques, une vingtaine d'ouvrages courants, une vingtaine d'ouvrages non-courants de 60 à 150 m d'ouverture, 3 tunnels ou tranchées couvertes de 150 à 300 m de longueur et 4 ouvrages qualifiés d'exceptionnels par leurs caractéristiques techniques et la qualité des sites.

La part de ces ouvrages dans le projet est conséquente : ils représentent au total 15 % du linéaire mais environ 50 % du coût des travaux.

Historique du projet

1990-1994 : études préalables menées dans le cadre d'une liaison autoroutière concédée

1994 : arrêté préfectoral qualifiant de « projet d'intérêt général » le principe d'une liaison autoroutière concédée

1996 : approbation de l'avant-projet sommaire (APS) autoroute

1998 : abandon de l'autoroute à péage et choix d'une route express libre d'accès - décision du conseil régional de financer l'opération sur le Fonds d'investissement routier et des transports (FIRT)

2000 : approbation de l'APS modificatif

Décembre 2000 à janvier 2001 : enquête publique

Octobre 2000 à novembre 2001 : enquête publique complémentaire (modification du tracé en 2 secteurs)

3 mai 2002 : décret déclarant l'opération d'utilité publique avec le statut de route express

2003 : début des travaux (pistes de chantier) notification du 1^{er} marché de rétablissement de communication

2004 : notification du 1^{er} gros marché de terrassement (8 km entre la RD 10 et la Ravine Trois Bassins) et du 1^{er} marché d'ouvrages d'art non courant (Hermitage, bras de l'Hermitage et Cocâtre)

Juin 2009 : mise en service de la route des Tamarins



Figure 3
Vue satellitaire de La Réunion
Satellite view of Reunion Island

Les 4 ouvrages exceptionnels rythment le paysage (c.f. les articles détaillés du présent dossier) avec, du nord au sud :

- Le viaduc de Saint-Paul (750 m) qui, tout en épousant la forme sinueuse de la falaise qu'il longe un moment, permet à la route de s'élever depuis le niveau de la mer jusqu'au plateau dominant la ville de Saint-Paul (photo 1).
- Le pont de Trois Bassins (400 m) franchissant une large brèche dissymétrique surplombant elle-même un vaste ressaut (photo 2).



Photo 1
Viaduc de Saint-Paul
Saint-Paul viaduct



Photo 4
Ravine Fontaine
Fontaine Ravine



Photo 2
Ravine Trois Bassins
Trois Bassins Ravine



Photo 3
Grande Ravine
Grande Ravine

- Le pont de Grande Ravine (300 m) franchissant une brèche en V très marquée, profonde de 170 m (photo 3).
- Le pont de la ravine Fontaine (200 m) à l'entrée nord de Saint-Leu (photo 4).

Ces ouvrages sont d'autant plus techniques qu'il a fallu les dimensionner pour résister aux conditions extrêmes auxquelles sont périodiquement soumises les îles tropicales : des vents cycloniques pouvant atteindre 200 à 300 km/h par rafales (180 km/h en moyenne) et des pluies parfois torrentielles dépassant généralement le mètre de hauteur d'eau en 24 h et parfois les 5 m comme ce fut le cas en 1980 avec le cyclone « Hyacinthe ».

L'origine volcanique de l'île a également apporté son lot de difficultés. Les formations géologiques rencontrées sont pour l'essentiel des alternances de coulées basaltiques et de lits de scories. Leur hétérogénéité tant spatiale que mécanique et le risque important d'anomalies (sous cavages, volumes instables, pendages, ...) ont conduit maître d'œuvre et entreprises à relever divers défis dans les ouvrages (photos 5 et 6) et les terrassements (photos 7, 8 et 9). Les multiples ravines infranchissables ont ajouté une dose de complexité au mouvement des terres (5 millions de m³ de déblais extraits).

Dossier La route des Tamarins



Photo 5
Ravines Colimaçons, Bras Mouton et Chaloupe (juin 2008)
Colimaçons, Bras Mouton and Chaloupe Ravines (June 2008)



Photo 7
Terrassements généraux, aire de La Saline et champs de cannes (juin 2008)
General earthworks, La Saline area and cane fields (June 2008)



Photo 6
Tranchée couverte Saint-Paul
Saint-Paul cut-and-cover tunnel



Photo 8
Diffuseur de Plateau Caillou
Caillou Plateau junction

La route des Tamarins en quelques chiffres

33 km de route express entre Saint-Paul et l'Étang-Salé

- à 2 x 3 voies sur 6 km avec une pente de 6 %
- à 2 x 2 voies sur 27 km

Trafic attendu en 2015 : 39 300 à 69 500 véhicules/jour

9 échangeurs routiers (Saint-Paul, Plateau Caillou, Eperon, Hermitage, Barrage, Colimaçons, Stella, Portail, Etang Salé)

4 ouvrages d'art exceptionnels (OAE)

3 tunnels

23 ponts non courants

Plus de 120 ravines traversées

1 091 millions d'euros TTC (valeur janvier 2008)

soit 33 M€ par kilomètre

409 hectares d'emprise foncière

Terrassements : 5 millions de m³

Béton : 330 000 m³

Acier HA : 35 000 tonnes

Acier précontrainte : 3 000 tonnes

Acier charpente métallique : 11 000 tonnes

Chaussées : 760 000 m²

Juin 2009 : mise en service de la route des Tamarins



Photo 9
Demi-diffuseur de Stella à Saint-Leu (juin 2008)
Stella half-junction at Saint-Leu (June 2008)

Coût et financement de l'opération

Le coût total de l'opération est de 1 091 millions d'euros TTC (valeur janvier 2008) ainsi répartis :

- études et maîtrise d'œuvre : 81 millions d'euros
- acquisition des terrains et relogement des familles : 41 millions d'euros
- travaux : 969 millions d'euros

avec un financement région Réunion (931 M€) et Europe (160 M€)

Modalités

La région Réunion est gestionnaire du Fonds d'investissement des routes et des transports (FIRT) alimenté par une taxe sur les carburants dont elle perçoit pour son compte environ 100 M€ par an. Ce fonds a notamment pour vocation d'investir sur les routes nationales.

Pour boucler le financement de la route des Tamarins, 500 M€ ont été empruntés : auprès de la Banque européenne d'investissement (BEI) (200 M€) et auprès d'un pool bancaire (Crédit Agricole, Banque de La Réunion, Bred, Caisse d'Epargne, Dexia - 300 M€)

Evolution des coûts

Le coût de l'opération était évalué à 635 millions d'euros T.T.C. en 2000. Le coût actuel (valeur 2008) est de 1 091 millions d'euros, ainsi décomposé :

- 635 M€ coût (valeur 2000)
- 270 M€ inflation

- 186 M€ modifications de programme et travaux supplémentaires, réestimation des ouvrages d'art exceptionnels, prise en compte du caractère insulaire (absence d'économie d'échelle)

Avec un coût de 33 M€ par kilomètre (6 km à 2 x 3 voies et 28 km à 2 x 2 voies, la route des Tamarins se situe dans la fourchette haute des ratios élaborés par le SETRA pour les routes en site difficile.

Séquences des dépenses

Le pic des dépenses a été atteint en 2007. La répartition en M€ est :

| < 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10 | 17 | 12 | 37 | 116 | 260 | 285 | 265 | 89 |

Des paysages et un environnement préservés

La route des Tamarins est aussi une route « paysage » conçue pour s'intégrer avec le plus grand soin dans son environnement. A l'opposé, elle se doit de garder les caractéristiques d'une route « balcon » offrant des points de vue remarquables sur le littoral mais aussi vers des espaces encore méconnus comme la savane du Cap La Houssaye, les espaces agricoles de La Saline ou les hauts très escarpés de Saint-Leu.

Le paysage a vite été identifié comme un élément clé du projet. Très tôt, architectes, urbanistes et paysagistes ont œuvré pour une parfaite insertion de la route. La morphologie des terrassements, les continuités végétales existantes et l'esthétique des ouvrages ont été particulièrement travaillées. Différentes séquences se succèdent rapidement le long du parcours. A la végétation luxuriante de l'étang Saint-Paul en limite urbaine succèdent les espaces désertiques de la savane du Cap La Houssaye puis les champs de canne des hauts de Saint-Gilles ou de Saint-Leu. Plus au sud apparaissent des paysages agro-forestiers avant d'atteindre la forêt de filaos de l'Etang-Salé

enracinée dans des formations de sables éoliens. Les réflexions menées par les milieux scientifiques et associatifs sollicités ont conduit à une palette végétale d'une cinquantaine d'espèces exotiques et indigènes pour habiller le projet. 500 000 spécimens ont été cultivés depuis 3 ans (photo 10); ils seront plantés à partir d'octobre 2008 selon des associations végétales conformes aux milieux d'origine. Leurs noms communs contribuent à développer l'imaginaire : arbre à pluie, bois de gaulette, bois d'olive, bois de judas, ...



Photo 10
Pépinière
Nursery

Le projet se veut respectueux de l'environnement. L'intérêt écologique de certains secteurs n'a pas échappé aux concepteurs. Dix ZNIEFF

sont concernées depuis le milieu humide remarquable de l'Etang Saint-Paul en passant par 7 ravines préservées car peu accessibles, sans oublier le lagon et sa barrière récifale. Ainsi, la présence d'espèces floristiques rares ou protégées dans les ravines de la Chaloupe et des Colimaçons a interdit tout appui intermédiaire dans ces brèches larges d'une centaine de mètres. L'ouvrage exceptionnel de Grande Ravine (300 m) ne compte, quant à lui, aucun hauban ou suspente de nature à menacer l'existence du Puffin de Baillon, oiseau endémique et protégé. Dans un autre registre, toutes les eaux de plate-forme sont récupérées par les fossés latéraux imperméables puis traitées dans 26 bassins de rétention avant rejet direct dans le milieu récepteur.

Les enjeux majeurs tels que qualité de l'eau, espèces végétales rares ou protégées, espèces végétales envahissantes, avifaune sensible, érosion et zones inondables font l'objet d'un suivi environnemental en continu qui prendra fin 3 à 5 ans après la mise en service de la route, prévue pour juin 2009. Un comité de suivi environnemental, constitué de la direction d'opération de la route des Tamarins (DORT), des maîtres d'œuvre ou de leur contrôle extérieur en environnement, des représentants de l'Etat (direction régionale de l'Environnement, DIREN, direction de l'Agriculture et de la forêt, DAF) se réunit tous les 4 mois pour discuter des solutions apportées en phase chantier et prendre connaissance des rapports produits dans le cadre du suivi environnemental en continu ; il est également à l'origine de journées environnement durant lesquelles tous les acteurs du chantier se rencontrent et échangent sur leurs expériences respectives. Ces journées sont un moyen pour la DORT de rappeler ses attentes en matière environnementale et de valoriser le travail au quotidien des différents acteurs de l'environnement.

Enfin, il est prévu qu'un comité de suivi composé d'élus, de responsables des administrations, de responsables socio-économiques et associations se réunisse en trois occasions pour débattre des bilans effectués et mesurer le respect des engagements pris dans le domaine environnemental par le maître d'ouvrage.

Un projet à dimension humaine

La dimension humaine du projet porté par la région Réunion s'est traduit, d'une part dans l'aide au relogement des familles modestes, et d'autre part dans une démarche volontariste en matière d'emploi et de formation.

Le projet a dû apporter une réponse à une situation juridique complexe, héritage du passé, d'occupants sans titre de terrains sur lesquels les habitations étaient construites. Le faible montant de l'indemnité alors allouée, conjugué à une forte pression foncière dans l'ouest, ne permettait pas à ces familles de retrouver un logement par leurs propres moyens.

La région Réunion s'est fait opérateur immobilier. Au final, ce sont 67 familles qui ont été relogées en mobilisant 4 sociétés d'aménagement au travers de 8 opérations de relogement. Dans un laps de temps réduit, il a fallu identifier les familles, rechercher les aides complémentaires aux indemnités d'expropriation (habitat social) et monter les dossiers financiers.

Acquisitions foncières et relogement

L'ouest de l'île subit une forte pression foncière. Elle accueillera une proportion non négligeable des 200 000 habitants attendus entre 2008 et 2030.

Acquisitions foncières

760 parcelles
409 hectares
420 propriétaires (45 % particuliers, 30 % groupe sucrier, 25 % collectivités et institutionnels)

Foncier agricole

93 hectares
28 exploitants agricoles propriétaires ou bailleurs touchés (5 d'entre eux ont été réinstallés)

Aucun remembrement n'a été réalisé – les échanges de terres agricoles, consacrés pour l'essentiel à la canne à sucre, ont été organisés par le biais de la SAFER.

Déplacement de deux édifices publics et relogement de 67 familles

Le viaduc de Saint-Paul est fondé sur l'emplacement de l'Établissement public de santé mentale de La Réunion qui a été reconstruit ailleurs avant le début des travaux.

L'école primaire de Stella à Saint-Leu a été reconstruite

67 familles ont été relogées dans le cadre de 8 opérations de relogement contractualisées entre la région Réunion et les opérateurs d'aménagement (SIDR, SEDRE, SEMADER, SHLMR)

SAFER : Société d'aménagement foncier et d'établissement rural

SIDR : Société immobilière du département de La Réunion

SHLMR : Société d'habitations à loyer modéré de La Réunion

SEMADER : Société d'économie mixte d'aménagement et de développement d'équipement de La Réunion

SEDRE : Société d'équipement du Département de La Réunion

Le rôle des deux maîtres d'œuvre principaux de la route des Tamarins – DDE et Egis Route a été déterminant pour, avec les sociétés d'aménagement, planifier et faire partager avec ces familles des objectifs communs de libération du foncier compatibles avec les travaux. Des adaptations se sont malgré tout avérées nécessaires et certains secteurs ont vu leurs travaux de terrassement différés.

Avec un chômage de l'ordre de 30 %, l'emploi est passé au centre des préoccupations des décideurs dès lors que la construction de la route des Tamarins devenait inéluctable. Il s'agissait d'exploiter toutes les opportunités offertes par les 1 500 emplois directs attendus. Les leviers utilisés ont été la mise en place d'un vaste plan de formation et l'introduction d'une clause d'insertion dans les marchés à passer.

Dès 2002 (les premiers coups de pioche datent véritablement de 2004), tous les acteurs de l'emploi et de la formation (direction du Travail, DDE, ANPE, fédération du BTP, opérateurs de formation, ...) se sont réunis avec le maître d'ouvrage région Réunion pour identifier les métiers et les plans d'action à mettre en œuvre. Au final, 675 stagiaires ont été effectivement formés en 2003, 2004 et 2006 dont plus de 60 % ont œuvré sur la route des Tamarins.

Ces formations ont été le support de la clause d'insertion. Cette possibilité, prévue par le Code des marchés publics, a été largement expérimentée puisque 24 marchés de terrassements et ouvrages d'art, pour un montant global de 760 M€ (85 % du montant total des travaux) comportaient cette clause imposant que 5 % au moins du nombre d'heures travaillées soient réservées aux personnes en grande difficulté (chômeurs longue durée, bénéficiaires du RMI, jeunes sans formation, ...). Les entreprises ont pleinement adhéré à la démarche, aidées en cela par l'ANPE et les agences d'intérim d'insertion dont la qualité du travail de présélection et d'accompagnement a été salué par celles-ci. Ce public a représenté au final 10 à 15 % (voire 25 % pour certaines entreprises) des effectifs du chantier. Leurs qualités personnelles et professionnelles, alors qu'elles n'avaient aucune connaissance du BTP à l'origine, font que pour la plupart elles occupent aujourd'hui un emploi pérenne au sein de ces entreprises. ■



Missing link of 4-lane highway backbone linking the main towns of Reunion Island

The Tamarins Road, which will complete the upgrade to a dual 2-lane facility for the Saint-Denis - Saint-Pierre link, constitutes one of the largest highway projects being completed on the national network. With its 33 kilometres at mid-height, its 120 structures, four of which are classified as exceptional, and its nine major junctions, this new road represents a real engineering feat of an altogether incomparable nature. Intended to fall durably within the landscape of Reunion Island, it will play a primary role in island's development. Its construction applied an original approach from the environmental, housing, employment and training viewpoints.

Les acteurs



Les différents acteurs ont relevé le défi d'une opération sans précédent sur une île située à 10 000 km de la métropole et éloignée des grands pôles économiques mondiaux. Le montant habituellement affecté aux routes nationales aura quasiment triplé durant 4 ans (de 2005 à 2008).

AUTEURS

Jean-Louis Cariou
Directeur d'opération
de la route des Tamarins (DORT)
Conseil régional de La Réunion

Jean-Jacques Guegen
Directeur général adjoint aux routes
Conseil régional de La Réunion

Préambule

Jusqu'en décembre 2007, l'Etat a été maître d'ouvrage mandatant la région Réunion pour remplir la plupart des missions de maîtrise d'ouvrage (décret de mars 2002 relatif aux départements d'Outre-Mer). A ce titre, la direction départementale de l'Equipement (DDE) a eu un rôle déterminant dans le pilotage des études préalables à la déclaration d'utilité publique (DUP) menées par le réseau technique de l'Equipement (CETE Méditerranée), puis dans la concertation, l'instruction mixte et l'enquête publique menée jusqu'en décembre 2001.

La décision du conseil régional de financer le projet de la route des Tamarins dans sa configuration actuelle (sans phasage, ni péage) date de 1998. Les premiers marchés de maîtrise d'œuvre et d'assistance à maîtrise d'ouvrage (opérateur foncier, planning et ordonnancement, coordonnateur sécurité) ont été passés dès 1999 / 2000. Depuis le 1^{er} janvier 2008, la pleine maîtrise d'ouvrage est assurée par la région Réunion (lois de décentralisation).

Acquisitions foncières et relogement

Administration et institutions judiciaires intervenant dans les acquisitions foncières ont dû absorber un volume d'affaires triplé pendant un laps de temps très court. Ainsi, les services fiscaux en charge des évaluations, le tribunal de Grande instance jugeant des indemnités d'expropriation et le tribunal administratif fixant les indemnités d'occupation temporaires ont été fortement sollicités.

La libération du foncier est un préalable, à l'évidence nécessaire, mais toujours ingrat.

Les services de la DDE (bureau administratif et foncier) ont assuré ce travail de pilotage des opérateurs fonciers, tels que : société d'équipement du département de La Réunion (SEDRE), société d'économie mixte d'aménagement et de développement d'équipement de La Réunion (SEMADER), société d'habitations à loyer modéré de La Réunion (SHLMR), société immobilière du département de La Réunion (SIDR), et société d'aménagement foncier et d'établissement rural (SAFER) et d'interface avec les institutions judiciaires.

La direction d'opération route des Tamarins (DORT)

Le management d'une telle opération justifiait la création d'une structure dédiée, la direction d'opération route des Tamarins. Elle représente au quotidien la maîtrise d'ouvrage Région dans ses relations contractuelles ou de circonstance avec les différents acteurs (entreprises, maîtres d'œuvre, communes, communautés de communes, riverains). A ce titre, elle pilote les 5 maîtres d'œuvre de l'opération et les divers assistants à maîtrise d'ouvrage (programmation, expertise technique, foncier, sécurité) en faisant en sorte que l'opération soit livrée dans les délais et les coûts prévus, selon la qualité requise pour une telle infrastructure.

Sur le plan administratif, elle alimente les services chargés de publier les appels d'offres et d'organiser les séances de la commission d'appels d'offres. Elle liquide les pièces de dépenses et prépare tous les rapports soumis à l'approbation des assemblées délibérantes.

L'assistance à maîtrise d'ouvrage

La DORT s'est entourée de prestataires externes ou internes pour l'assister dans les missions qui lui sont dévolues :



La Direction d'opération route des Tamarins (DORT) ⁽¹⁾
Tamarins Road Project Management

- foncier : bureau administratif et foncier du service des grands travaux de la DDE qui s'est appuyé sur des opérateurs fonciers (SEM locales) ;
- planning et ordonnancement : Algoe ;
- coordonnateur sécurité : Presents ;
- architecture et paysage : architecte et paysagiste conseils de la DDE et atelier de travail réunissant les services déconcentrés compétents de l'Etat ;
- contrôle technique et expertise : LCPC, Setra, CETE Méditerranée et de l'Est, CETU ; CSTB (vent) ; CIRAD et ONF (plantations)
- communication : services de la Région et de la DDE, avec l'appui de Hervé Douris (photographies aériennes et terrestres), Imago (films) et l'agence Metis (le Tamarinfos - revue trimestrielle)

Organisation de la maîtrise d'œuvre

Le projet a été découpé en deux sections :

- la maîtrise d'œuvre de la 1^{re} section, comprise entre Saint-Paul et la RD10 (6 km), est assurée par la DDE (Service des grands travaux) ;
- la maîtrise d'œuvre de la 2^{de} section, comprise entre la RD10 et Etang-Salé, est assurée par Egis Route.

Trois ouvrages importants de la 2^{de} section ont fait l'objet de concours de maîtrise d'œuvre complète.

Il s'agit :

- de la ravine Trois Bassins Arcadis/Coteba/Strates (Berlottier architecte) pour un pont en béton à précontrainte extradossée ;
- de la Grande Ravine avec le groupement SETEC -TPI / Spielmann pour un pont à effet d'arc limité et contrôlé ;
- de la ravine Fontaine avec le groupement Greisch/Tremblet/Coyné & Belier/Atelier méridional Joël Nissou (architectes Zirk-Dezeuze) pour un pont métallique en arc. Ces trois ouvrages sont décrits dans le présent dossier.

Allotissement des travaux

L'allotissement des travaux résulte des contraintes techniques, d'une volonté d'efficacité et d'un souhait de la collectivité de permettre aux entreprises locales de participer à la compétition en vue de l'attribution des marchés. Les contrôles extérieurs ont été assurés par :

- Topographie : Brial Pierre, France Ingénierie Topographie, Geomex et Mechy ;
- Laboratoire, géotechnique et métal : Arcadis, CEBTP, CNDR, Lacq BTP services, LRR Fugro, SNCF ;
- Environnement (et suivi environnemental en continu): Arvam, Asconit, Biotope, Cyathea, Sogreah ;

Les cultures et plantations ont été assurées par l'établissement horticole Y. Payet, la Mare espaces verts et Vocatour.

Les principaux travaux et équipements ont représenté une soixantaine de marchés, parmi lesquels :

- 9 marchés de réalisation de pistes, de petits terrassements et rétablissements de communication, compris entre 0,5 et 2,7 M€ ;
- 6 TOARC (terrassements, ouvrages d'art et rétablissement de communication), avec chaussées pour 2 d'entre eux, compris entre 38 et 69 M€ ;
- 9 marchés couvrant les 23 ouvrages d'art non courants (OANC) regroupés par lots de 1 à 3 ouvrages, compris généralement entre 13 et 28 M€ ; 44 M€ pour les viaducs de la Savane ;
- 4 marchés, un par ouvrage exceptionnel, compris entre 28 M€ (Fontaine) et 83 M€ (viaduc + tranchée couverte associée de Saint-Paul) ;
- 2 marchés de chaussées représentant 27 des 33 km du projet, de 30 et 34 M€ ;
- Les divers marchés de signalisation (direction, police) et d'équipements (gestion trafic, tunnels, amenée d'énergie haute tension, locaux techniques) ont des montants très variables, compris entre 0,2 et 9,4 M€. ■

Pistes de chantiers, petits terrassements, rétablissements de communication et ouvrages hydrauliques isolés, transports de granulats

- Grands travaux de l'océan indien (GTOI)
- SAS
- Matière
- SBTPC
- Sogea Réunion
- Pico OI
- CTRR

Terrassement, ouvrages d'art, réseaux et rétablissement des voies de communication (TOARC)

- Groupement Eiffage TP / Razel / Matière
- Groupement SBTPC / GTOI / Sogea Construction
- Groupement GTOI / Sogea / SBTPC / demathieu & bard
- SAS (terrassements) / GTOI – demathieu & bard (Ouvrages)

Ouvrages d'art non courants (OANC)

- Groupement demathieu & bard / GTOI
- Groupement Dodin / Vinci CGP / SBTPC
- Groupement ETPO / Pico / Berthold
- Groupement Razel / Eiffage TP / Matière / Eiffel
- Groupement SBTPB / Vinci CGP / Dodin
- Groupement Spie Batignolle TPCL / Razel

Ouvrages d'art exceptionnels (OAE)

- Groupement Razel / Eiffage TP / Matière / Eiffel / Heaven Climber / Bilfinger / Berger (viaduc et tranchée couverte Saint-Paul)
- Groupement Eiffage TP / Razel / Matière (Trois Bassins)
- Groupement Dodin / Vinci CGP / Eiffel (Grande Ravine)
- Groupement Demathieu & Bard / GTOI / Cimolai (Fontaine)

Chaussées

- Groupement GTOI / SBTPC
- Groupement Appia Grands Travaux / Eiffage TP / Ouest Concassage

Signalisation et équipements

- Franche Comté Signaux
- Groupement Cegelec Centre Est / Cegelec Réunion / Clemessy / VRPM
- Groupement Cenergi Développement OI / Spie Sud
- EST / Enfrasys / Bourbon Lumière
- Lacroix Océan Indien
- Pass Cie France / EMR



The players

The different players have met the challenge of a project without precedent on an island located 10,000 km from metropolitan France and far from the world's major economic centres. The funding usually allotted for national roads will have almost tripled in 4 years (2005 to 2008).

⁽¹⁾(de gauche à droite) : Patricia Devienne (Rédactrice principale), Antonin Coantic (Ingénieur), Fabiola Potage (Rédactrice), Jean-Jacques Gueguen (Directeur général adjoint routes), Davilla Ringuin (secrétaire), Jean-Louis Cariou (Directeur d'opération)



Habillage d'un mur « péi »
Dressing a "péi" wall

Une coopération de l'ingénierie publique et de l'ingénierie privée au service du développement durable

AUTEURS

Vincent Malfère
Chef Service grands travaux
Direction départementale
de l'Équipement (DDE)
La Réunion

Paul Barbier
Directeur de projet
Egis Route



Le projet route des Tamarins se caractérise à la fois par une ampleur exceptionnelle et par un contexte tout à fait original. La fonction structurante de l'ouvrage rend cette opération décisive pour l'essor de La Réunion. En accord avec la volonté affirmée de la Région, maître d'ouvrage, les concepteurs ont défini un véritable projet de développement durable tenant compte de l'ensemble des enjeux sociaux, environnementaux et sociétaux locaux. Pour le mener à bien, ils ont endossé un rôle moteur et fédérateur excédant largement leur stricte mission de maîtrise d'œuvre et ont fait bénéficier l'ensemble des parties prenantes de leurs expériences respectives. En outre, ils ont fait preuve d'une grande inventivité pour résoudre les contraintes résultant aussi bien de la fragilité des écosystèmes environnants que des ressources humaines et matérielles limitées en raison de l'insularité du chantier. Les équipes du projet viennent d'être distinguées par l'attribution d'un prix du « Grand prix national de l'ingénierie » (voir rubrique « Événement » du présent numéro).

Dossier La route des Tamarins

Le contexte

La morphologie particulière de l'île et la densité des zones habitées, les conditions climatiques extrêmes (forte pluviométrie, cyclones), l'originalité de la faune et de la flore, la présence d'écosystèmes spécialement fragiles et de zones naturelles protégées (récif corallien, lagon, étang de Saint-Paul, ...) ainsi que le choix du tracé à mi-pente - impliquant le franchissement de très nombreuses ravines - ont entraîné des contraintes particulièrement sévères dans la conception et la réalisation du projet. En outre, l'insularité du site et son éloignement de la métropole (10 000 km) ont redoublé la complexité du chantier : difficultés d'approvisionnement pour certains produits, absence de certaines filières ou spécialités sur place, pénurie de main-d'œuvre qualifiée, ... Autant de contraintes qui ont dû être prises en compte, et pour lesquelles des solutions ont été trouvées par les maîtres d'œuvre.

Une organisation adaptée de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre

La maîtrise d'œuvre de la section Saint-Paul centre/RD10, comprenant le viaduc le plus important du tracé (Saint-Paul, 750 m) est revenue au Service des grands travaux de la direction départementale de l'Équipement (DDE). La maîtrise d'œuvre de la section RD10/l'Étang-Salé a été attribuée à Egis Route (à l'époque Scetauroute) à la suite d'une consultation sous forme d'un marché de définition. A cette occasion, Egis Route a créé une Direction de projet dédiée, installée sur site à Saint-Gilles les Hauts. Dès le début des études une étroite coopération s'est instaurée entre les deux équipes de maîtrise d'œuvre, sous l'autorité de la Direction d'opération de la route des Tamarins, pour assurer l'homogénéité des caractéristiques de l'itinéraire et la cohérence des spécifications des marchés de travaux.

Un projet respectueux de l'environnement naturel et humain

Les paysages de l'île de La Réunion sont, à bien des égards, remarquables et un ouvrage de l'importance de celui de la route des Tamarins risquait de leur porter atteinte de façon dommageable, voire irrémédiable. Toutes les précautions ont donc été prises pour minimiser l'impact du chantier.

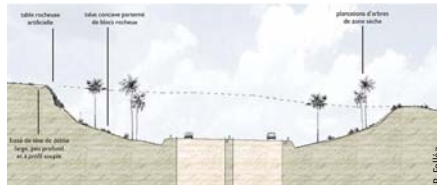
Gestion et préservation des espaces naturels

Traversée de la savane ouverte de Cap La Houssaye

Unique grande savane ouverte de l'île, la savane du Cap La Houssaye constitue un milieu semi-aride exceptionnel. Plusieurs tracés ont été envisagés et, après enquête publique portant spécifiquement sur ce secteur, c'est le tracé direct qui a été retenu. Ce choix imposait une ambition paysagère forte et respectée.



Traversée de la Savane
Savannah crossing

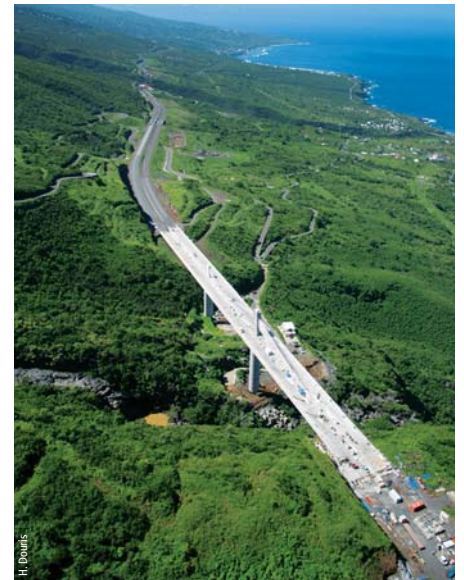


Traitement morphologique des talus de déblais
Morphological treatment of cutting slopes

La maîtrise d'œuvre a donc choisi de décaler les chaussées lorsqu'elles arrivent dans la savane afin qu'elles épousent mieux le terrain naturel. De plus, le tracé inclut un tunnel bitube de 300 m afin de préserver la ligne de crête du Cap La Houssaye. Les ravines de Fleurimont, Petit Bras Canot et Bras Boucan Canot sont franchies par des ouvrages parfaitement parallèles de 230 m, 60 m, et 290 m de long, ce qui permet de conserver la visibilité de la morphologie générale du site et d'assurer les transparences nécessaires. Les terrassements, pour leur part, ont fait l'objet d'un traitement particulier afin de rappeler les caractéristiques naturelles de l'environnement. Les cicatrices laissées par le chantier - pistes ou zones envahies d'espèces étrangères au milieu initial - seront effacées. Des méthodes originales compléteront les moyens classiques mis en œuvre pour supprimer physiquement les ouvrages provisoires : la technique de l'écobuage (mise en œuvre par des "emplois verts" sous contrôle du Service départemental d'incendie et de secours (SDIS)) favorise en effet la reprise préférentielle des espèces épiphytes caractéristiques de la savane.

Tracé sur les pentes de Trois Bassins à Saint-Leu

Dans ce secteur, la route des Tamarins parcourt les derniers restes de la forêt sèche de basse altitude. Chaque fois que cela était possible, le projet a été établi en profil mixte, de façon à optimiser les terrassements.



Tracé sur les pentes
Slope paths



Pont sur la ravine Tabac
Bridge over Tabac Ravine

Les ouvrages qui franchissent les ravines sont le plus souvent construits en encorbellement à partir des rives, sans appuis intermédiaires. Le fond de la ravine est ainsi exempt de toute atteinte afin de préserver les nombreuses espèces (faune et flore endémiques) protégées qui s'y développent.

Programme forestier de substitution

Un programme ambitieux et original de plantations forestières (plusieurs centaines de milliers de plants) viendra reconstituer la végétation d'origine sur les talus et les zones de chantier, à partir de la végétation existante. Dans ce but, des contrats de culture ont été conclus avec des pépiniéristes locaux qui, sur la base d'une palette végétale définie par le paysagiste, effectuent la récolte des boutures et des graines *in situ*

puis leur mise en culture. La technique du sevrage hydrique avant plantation donne aux plants les meilleures chances de reprise, sans qu'il soit nécessaire d'installer un réseau d'arrosage. Pour assurer le succès de cette opération - une première à La Réunion - la maîtrise d'œuvre s'est adjoint les services de l'Office National des Forêts (ONF) et du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) qui apportent formation et conseil aux professionnels locaux.

Préservation de la ressource en eau

Malgré l'importance des précipitations, l'eau reste une ressource rare à La Réunion. L'alimentation est essentiellement assurée par des captages dans la nappe littorale. La route des Tamarins franchissant plusieurs fois les périmètres de protection de ces captages, il convenait d'éviter toute pollution, chronique ou accidentelle.



Pose de la géomembrane dans la ravine de Saint-Gilles
Placing of geomembrane in Saint-Gilles Ravine

En phase travaux, un assainissement provisoire a été réalisé tout au long du chantier. Il consiste essentiellement en fossés de pied de remblai destinés à collecter les eaux de ruissellement du chantier. Ces tranchées sont équipées de fosses de décantation et de filtres à paille pour retenir toute pollution accidentelle et capter la plupart des fines en suspension avant leur rejet dans le milieu naturel.

Un dispositif particulier a été mis en œuvre pour le coulage du tablier du pont de la ravine de Saint-Gilles. En effet, un captage important se situant à quelques dizaines de mètres à l'aval, il était primordial d'éviter toute chute accidentelle d'objets ou de matériaux, en particulier la laitance de béton, dans le lit de la rivière. Une géomembrane non tissée a été tendue au-dessus du cours d'eau, soutenue

par un treillis soudé, lui-même porté par des câbles fixés sur les culées du pont. Ce procédé s'est avéré tout à fait efficace en évitant toute pollution du captage pendant les travaux. La route des Tamarins surplombant le secteur des plages, il convient de protéger au maximum les récifs coralliens et les lagons, ces écosystèmes précieux et fragiles érigés en réserve naturelle en 2007. Tout rejet de polluant ou simplement de matières en suspension est, bien entendu, strictement proscrit. Un réseau d'assainissement séparatif est prévu sur l'ensemble du projet. Les eaux des bassins versants sont interceptées par des fossés en crête de déblais ou pieds de remblais et renvoyées dans les ravines adjacentes. Les eaux de la plate-forme sont collectées par une cunette en bordure des chaussées et acheminées, le cas échéant, en transitant sur les ouvrages d'art, vers des bassins de rétention qui remplissent différentes fonctions : piégeage de la pollution chronique et accidentelle, maîtrise des rejets dans le milieu naturel en volume et qualité, décantation des matières en suspension...

Préservation des activités agricoles

La route des Tamarins parcourt deux zones cannières importantes ce qui a donné lieu à de nombreuses réunions de concertation avec les représentants du milieu agricole. Les communes concernées n'ont pas opté pour le remembrement qui leur était proposé mais, pour éviter que des exploitations ne se retrouvent *in fine* de part et d'autre de la route, elles ont préféré qu'une réorganisation foncière s'opère sous l'égide de la Société d'aménagement foncier et établissement rural (SAFER). L'accessibilité aux parcelles a été assurée par des dispositifs provisoires, pendant le chantier, et par la création de chemins d'exploitation latéraux pour la situation définitive.

Les zones cultivées avaient été mises en irrigation au prix de lourds investissements : les réseaux d'irrigation existants ont été maintenus ou rétablis pendant les travaux, par des ouvrages importants. Dans le bas de Saint-Paul, la conduite maîtresse du réseau, une canalisation de 1 600 mm de diamètre sous 20 bars de pression est protégée des charges routières sur plusieurs centaines de mètres par une dalle reposant sur deux lignes de micro-pieux et supportant le remblai routier. Ce dispositif a permis d'accéder au soukhat du conseil général de ne pas déplacer cette installation.

Protection de l'habitat et du tissu urbain

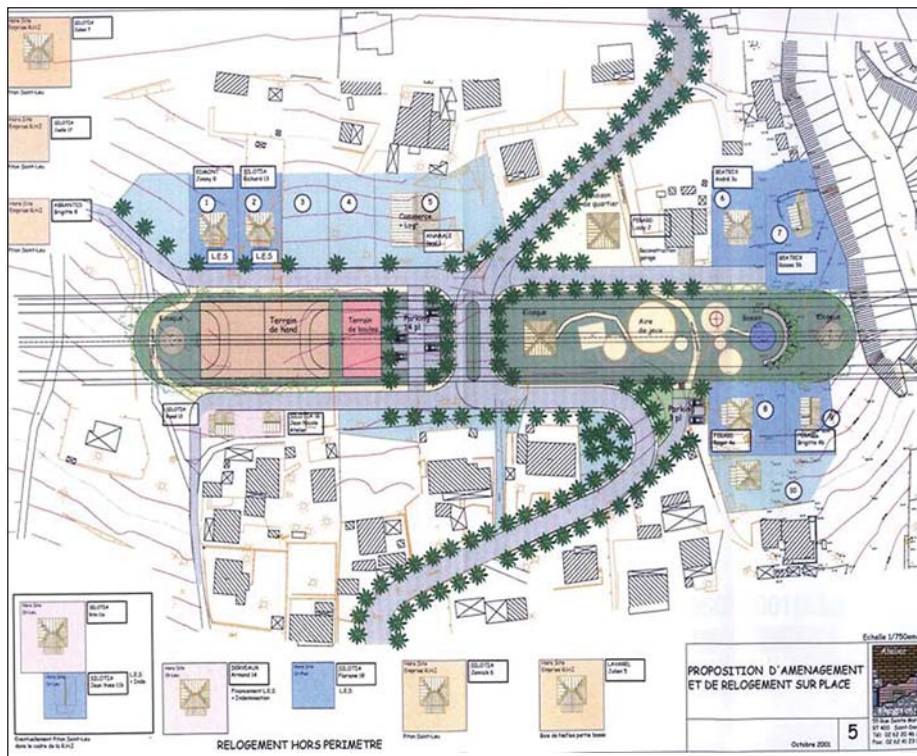
Sur le littoral, la route des Tamarins atteint des secteurs fortement urbanisés, une situation rendue inévitable par la densité de population dans ce secteur.

Si la mise en place d'écrans phoniques, éventuellement complétée par l'isolation des locaux proprement dit, a suffi dans certains cas pour protéger les occupants des nuisances éventuelles (école Rosalie Javouhey à Saint-Paul, entre autres), pour d'autres, il a été nécessaire de délocaliser certains équipements ; c'est le cas de l'Etablissement public de santé mentale de La Réunion, directement touché par l'implantation du viaduc de Saint-Paul. Son déplacement a été traité par la DDE.

Respect des contraintes urbaines

Certains secteurs sensibles ont donné lieu à des aménagements particuliers dictés par la mise en œuvre de grands principes architecturaux et paysagers ainsi que par la volonté de satisfaire les attentes légitimes des habitants. La traversée du quartier Bois de Nèfles à Piton Saint-Leu, objet d'une vive contestation, s'est ainsi soldée par la réalisation d'un passage en tranchée couverte de 220 m et par la mise en œuvre d'une opération de rénovation urbaine du quartier. Outre la reconstruction d'une dizaine de logements et d'un commerce de proximité, les travaux d'accompagnement comprennent la création sur la dalle de la tranchée couverte de parkings, de divers terrains de jeux et d'un square, ainsi que la rénovation de la voirie du quartier.

Dossier La route des Tamarins



Tranchée couverte de Piton Saint-Leu
Piton Saint-Leu cut-and-cover section

L'insertion de la route des Tamarins et du diffuseur de Saint-Paul entre Etang Saint-Paul, falaise et agglomération, a été particulièrement soignée : le diffuseur est traité comme une entrée de ville et ne vient pas perturber les échanges inter-quartiers pré-existants. Son branchement sur la chaussée Royale nécessitant d'augmenter la capacité de cette voie, il a été convenu, en concertation avec la commune, de la requalifier en boulevard urbain aménagé avec de vastes trottoirs ombragés, une piste cyclable et isolé de la route des Tamarins par un espace tampon. En outre, le remplacement de l'ouvrage routier franchissant actuellement la RD6 par un ouvrage beaucoup plus long permettra l'ouverture d'un axe de promenade vers le site classé de la ravine Bernica.



Diffuseur Saint-Paul centre, bas de Saint-Paul
Saint-Paul centre, lower Saint-Paul junction

Un véritable vecteur de développement économique et sociétal

Appel aux ressources locales et transfert de compétences

En contrepartie de l'ampleur de l'investissement, la Région souhaitait évidemment qu'une part significative des travaux revienne aux entreprises locales. Cependant, l'importance du projet, la technicité de certains ouvrages, le délai de réalisation impartaient incontournable l'intervention d'entreprises extérieures. Les maîtres d'œuvre ont donc proposé un allotissement combinant un ensemble de marchés majeurs, pour lesquels la concurrence s'est exercée au niveau national et européen, et d'autres de moindre montant qui sont naturellement revenus aux entreprises locales, le tout dans le strict respect des règles du Code des marchés publics. Une stratégie couronnée de succès puisque la part des marchés attribués localement, en tout ou partie, s'est élevée en valeur à plus de 80 % du montant global. Par ailleurs, le choix de techniques parfaitement maîtrisées par les artisans locaux (traitement architectural des murs par habillage de la structure porteuse avec des moellons rappelant les « murs péi » ou utilisation en séparateur du « muret créole ») leur a permis de prendre part aisément au chantier. La formation de groupements associant entreprises nationales et entreprises locales

s'est traduite par de véritables transferts de technologie au bénéfice de ces dernières, en particulier dans le domaine de l'organisation et du management de chantiers et dans la maîtrise de techniques jusqu'ici inédites à La Réunion.

Emploi, formation, insertion

Le chantier de la route des Tamarins représente à lui seul, en rythme annuel, plus du double de l'ensemble de l'activité habituelle des travaux publics réunionnais. Dès l'origine du projet, la maîtrise d'œuvre a relevé le risque de pénurie de main-d'œuvre qualifiée.



Ferrailage et soudure de poutre métallique
Reinforcement and welding of steel beam

A son instigation, un groupe de réflexion a associé, dès 2002, le maître d'ouvrage (Région), les maîtres d'œuvre (DDE, Egis Route), la Fédération réunionnaise du BTP, la Chambre des métiers et les organismes directement concernés (Agence nationale pour l'emploi, ANPE, Association réunionnaise pour la formation continue dans le BTP, ARFOBAT, Plan local pour l'insertion et l'emploi). En fournissant aux organisations professionnelles des éléments chiffrés détaillés, les maîtres d'œuvre leur ont permis d'estimer précisément les besoins à venir pour chaque type de qualification. Les organismes de formation ont ensuite défini, sous pilotage de l'ANPE, le programme des actions pédagogiques à entreprendre.

Une inventivité constante

Une grande inventivité a été nécessaire aux maîtres d'œuvre pour résoudre les multiples difficultés dues à la taille du projet, combinée aux caractéristiques géologiques, climatiques, environnementales de l'île, aux conséquences de l'insularité et à l'éloignement de la métropole. Les solutions élaborées – elles constituent souvent des innovations à La Réunion - ont favorisé le transfert de savoir-faire à l'échelon local.

Recours au minage à grande ampleur

Il s'avérait indispensable d'extraire à l'explosif la plus grande partie des 5 millions de m³ de déblais puisque seule cette technique garantissait des rendements compatibles avec les cadences attendues (2 000 m³/jour pour un atelier). Pour la première fois sur l'île, le minage était utilisé à une telle échelle dans la réalisation de terrassements routiers.



Minage
Blasting

Les maîtres d'œuvre ont cependant rapidement perçu que les capacités locales de stockage d'explosifs (20 tonnes, un seul entrepôt accessible aux entreprises de TP), la limitation du tonnage transporté à chaque rotation (un seul conteneur), le délai d'acheminement (2 mois) et la rigidité de la réglementation (qui exige que la capacité de stockage à l'arrivée soit physiquement garantie au moment du chargement du conteneur) étaient inconciliables avec l'emploi d'explosifs classiques encartouchés. Ils ont donc choisi d'avoir recours à l'explosif nitrate-fuel dont les composants sont disponibles sur place. Une solution originale a été trouvée pour les détonateurs puisque l'armée a donné l'autorisation d'utiliser un dépôt militaire. Bien qu'il n'ait pas été nécessaire d'en faire usage, cet accord a permis d'organiser les rotations en respectant la réglementation à la lettre.

Utilisation des ouvrages préfabriqués, brevet Matière

Le nombre (une soixantaine) et l'importance des ouvrages hydrauliques (jusqu'à 8 m d'ouverture) sur les ravines de moindre importance ont déterminé les maîtres d'œuvre à autoriser, en variante, les ouvrages préfabriqués en béton armé (brevet Matière). Les avantages de cette technique sont évidents, puisque les éléments préfabriqués en usine autorisent un montage rapide sur site. Cependant, le lit des ravines étant très abrupt, la pente de certains ouvrages atteignait 18 %, bien au-delà des 8 % admissibles.

Pour assurer la stabilité d'ouvrages aussi pentus, le maître d'œuvre a donc prescrit des dispositions particulières qui ont évité tout incident ou tout désordre :

- fondation en béton sur des redans taillés dans les terrains en place, avec substitution des scories meubles par du béton cyclopéen ;
- dispositif provisoire de retenue pour éviter le basculement des anneaux à la pose ;
- solidarisation des anneaux entre eux par une poutre de liaison située en clé de voûte pour rendre la structure monobloc.

Bassins de traitement multifonctions

Les conditions météorologiques et sanitaires de l'île de La Réunion définissent des contraintes spécifiques pour les bassins de traitement multifonctions :

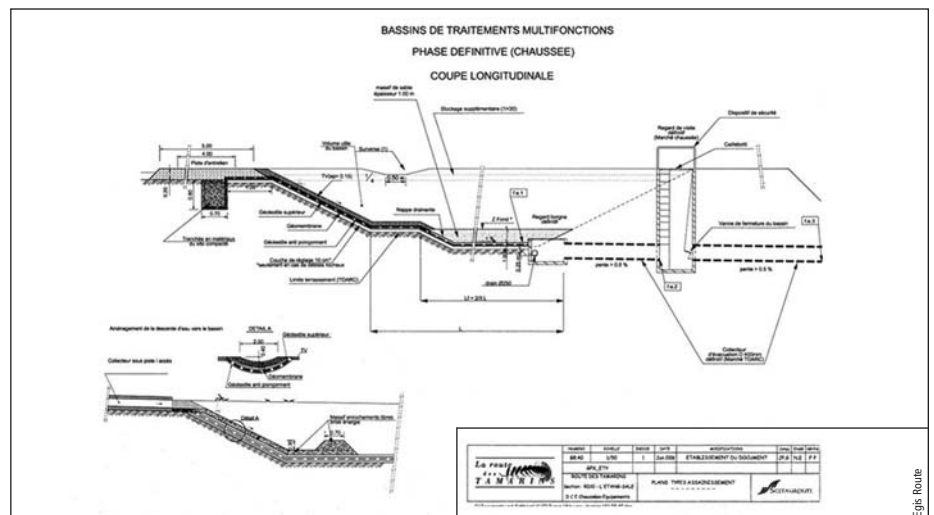
- La pluviométrie abondante et violente (cyclones) nécessite des capacités unitaires de retenue conséquentes (2 000 à 5000 m³). La Réunion détient le record mondial de pluviométrie pour les périodes de 12 heures à 15 jours, avec par exemple 1 825 mm en 24 h ; à titre comparatif, la pluviométrie annuelle, à Paris, atteint 650 mm...
- La fragilité du milieu ambiant limite le volume des rejets à quelques litres par seconde.

• Pour éviter que les bassins ne deviennent des "nids à moustiques", vecteurs de propagation de maladies infectieuses (paludisme, dengue, chikungunya), et compte tenu du cycle de reproduction de ces insectes, ils ne doivent pas contenir d'eau libre pendant plus de 72 h. Une solution simple et originale a été proposée pour concilier ces impératifs contradictoires. Elle consiste à disposer en fond de bassin une couche de sable propre de 1 m d'épaisseur, permettant ainsi de stocker un volume d'eau résiduelle sans que les larves n'y prolifèrent. Cette solution a été validée, à l'échelon local, par la mission inter-services de l'Eau (MISE).

Une démarche transversale et pluridisciplinaire

Convaincus de la nécessité d'adopter une approche transversale, les maîtres d'œuvre ont placé cette notion au cœur de leur démarche :

- au plan fonctionnel par la collaboration étroite et continue entre les deux équipes de maîtrise d'œuvre ;
- au plan technique, en raison des multiples domaines concernés : géotechnique et terrassements, climatologie et hydrologie, ouvrages d'art, chaussées, environnement sous de multiples aspects, énergie et télécommunications (fibres optiques), ...
- en assurant une concertation permanente avec l'ensemble des acteurs administratifs concernés : les divers services de la Région, les communes avec lesquelles le passage de la route a été négocié, la DDE pour le rétablissement des routes départementales et les interférences avec le projet d'irrigation du littoral ouest, les administrations pour les multiples procédures mises en œuvre - procédures foncières, loi sur l'eau,



Coupe des bassins de traitement multifonctions
Section of multi-function treatment basins

ouverture de carrières, installations classées, ... - les sociétés d'aménagement pour tout ce qui concerne le relogement, les acteurs socio-professionnels pour l'emploi et la formation ;

- en participant activement aux actions de communication mises en place dès la phase d'études et poursuivies tout au long des travaux : réunions de présentation dans les communes, visites de chantier organisées à l'attention des divers publics. La coopération qui s'est établie sur le secteur de Saint-Paul Ville à l'occasion de l'aménagement du diffuseur est à ce titre exemplaire. Cet équipement complexe constituait en effet un point stratégique dans la perception des Réunionnais vis-à-vis du chantier.

Dans un premier temps, plusieurs réunions de concertation ont été organisées avec la commune et les riverains.

Ensuite, l'intense trafic (plus de 50 000 véhicules/jour) sur cette section de la RN1 requérant de définir un phasage très précis - pas moins de 13 phases de travaux - le maître d'œuvre a proposé à la Région de mettre en place un comité d'information technique spécifique ayant pour rôle d'informer régulièrement les acteurs publics, administrations, gestionnaires et riverains concernés par l'avancement des travaux et de traiter les éventuelles difficultés.

Par ailleurs, le maître d'œuvre a assuré une communication régulière vis-à-vis des médias et de la population : conférences de presse, diffusion de communiqués de presse, "spots trafic" sur les radios locales, distribution de bulletins d'information dans les boîtes à lettres des riverains, etc. A ce jour, le chantier est très bien accepté et n'a engendré aucun problème particulier avec la population saint-pauloise.

réunionnais et de l'expérience de la conduite de projets pour le compte de collectivités locales. Egis Route avait souvent mené à bien de grands chantiers autoroutiers. Leur collaboration s'est révélée un facteur clé de réussite.

Dépassant largement le cadre strict de leur mission, les deux maîtres d'œuvre ont assumé un rôle décisif de conseil auprès du maître d'ouvrage.

A sa demande, ils ont régulièrement participé aux séances de travail réunissant l'ensemble des partenaires concernés et les ont fréquemment animées.

Ils ont également tenu à initier les actions indispensables à la bonne marche du projet, même lorsqu'elles ne relevaient pas directement de leur responsabilité. Leur action déterminante dans le dossier de la formation et de l'emploi en fournit le meilleur exemple.

Ce comportement à la fois fédérateur et moteur a porté ses fruits : la route des Tamarins sera mise en service en juin 2009, 7 ans environ après la déclaration d'utilité publique, ce qui constitue une excellente performance pour une opération d'une telle complexité. ■



Cooperation between public engineering and private engineering in the service of sustainable development

The "Route des Tamarins" project is characterised by both its exceptional scope and its altogether original context. The facility's backbone function makes this operation decisive for the development of Reunion Island. In keeping with the stated will of the region, which is the deputy contracting authority, the designers have conceived a real sustainable development project taking into account all the local social, environmental and societal factors. To complete the undertaking, they played a driving and unifying role reaching far beyond their strict prime contracting mission and made it possible for all the players involved to benefit from their respective experiences. In addition, they demonstrated great inventiveness in solving the constraints resulting from the fragility of surrounding ecosystems as well as those related to the limited human and material resources of the insular jobsite.

Apport de la fonction ingénierie, un rôle fédérateur moteur

La route des Tamarins est probablement le chantier routier le plus important jamais réalisé par une collectivité territoriale tant par son montant (1 000 M€ au total) que par l'envergure et la complexité des travaux.

Véritablement hors normes, ce projet dépassait largement l'expérience locale. Il s'est déroulé, de plus, loin de la métropole, dans un contexte insulaire et tropical qui a engendré des contraintes de toute nature.

L'apport de l'équipe d'ingénierie chargée du projet a été déterminant.

Le Service des grands travaux disposait de la connaissance du milieu

Les chaussées de la section 2



La route des Tamarins constitue à ce jour l'un des plus grands chantiers européens. Si le caractère accidenté du tracé est à l'origine de terrassements et d'ouvrages remarquables, voire exceptionnels pour certains, la réalisation des chaussées représentait également une série de défis importants du fait :

- de l'isolement géographique de l'île,
- des adaptations techniques, humaines et méthodologiques inhérentes au contexte insulaire du projet que nécessite un grand chantier de dimension internationale.

La réussite de ce challenge crée aujourd'hui pour La Réunion un précieux acquis en termes d'équipement d'infrastructures et de «savoir-faire». Il permet à ce jour d'envisager sereinement la réussite des futurs grands chantiers planifiés dans un proche avenir à La Réunion.

Le tracé

L'infrastructure projetée est une 2 x 2 voies à chaussées séparées, ayant un statut de voie express, sans carrefour ni accès riverains, et conçue selon la catégorie L2 (vitesse de référence : 100 km/h) de l'Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison (ICTAAL).

La section courante comporte deux chaussées de 7,00 m, avec deux bandes d'arrêt d'urgence (BAU) de 2,50 m et un terre-plein central (TPC) de largeur variable qui intègre deux bandes dérasées gauche (BDG) de 1 m.

Les dispositifs de retenue sont assurés :

- en rives, par des glissières de sécurité métalliques (GS2 - GS4) ou en béton armé (GBA),
- à l'axe par des glissières doubles de sécurité en béton armé (DBA) ou métalliques (DE₂) ou de type « muret créole » renforcé.

En raison de la forte pente entre Trois Bassins et Grande Ravine, des chaussées décalées d'amplitude altimétrique maximale de 3,00m ont été prévues.

Le tracé de la route des Tamarins est parallèle à celui de la RN1 (côtière). Dans un souci d'intégration paysagère, il suit au plus près le terrain naturel à une altitude moyenne de 200 - 300m.

Découpage des travaux

Le découpage des marchés chaussées de la section 2 (voir articles dans le présent dossier), prévu par Egis Route, est cohérent avec celui retenu pour les terrassements, à savoir les 2 marchés suivants :

- Partie nord (TOARC 1 et 2) : 14,7 km ; le marché chaussées a été attribué au groupement GTOI-SBTPC.
- Partie sud (TOARC 3 et 4) : 13,7 km ; le marché chaussées a été attribué au groupement APPIA Grands Travaux-EIFFAGE TP-OUEST CONCASSAGE.

Ces deux marchés intègrent le long de l'itinéraire trois ouvrages d'art exceptionnels (Trois Bassins, Grande Ravine et Fontaine) réalisés sous maîtrise d'œuvre séparée, et qui ont fait l'objet de délais partiels pouvant entraîner des travaux de chaussées décalés dans le temps.

Le dimensionnement

Par souci d'homogénéité sur l'ensemble du projet route des Tamarins, la même structure de chaussées en section courante a été retenue sur les sections 1 & 2 :

| | | |
|---------------|--------------------|--------|
| - roulement : | BBTM 0/6 | 2,5 cm |
| - liaison : | BBSG 0/10 classe 3 | 6 cm |
| - base : | EME 0/14 classe 2 | 9 cm |
| - fondation : | EME 0/14 classe 2 | 10 cm |

Ce dimensionnement répond à un trafic prévisionnel à l'horizon 2020 allant de 40 000 à 65 000 uvp/jour.

Le complexe de 4 couches d'enrobés repose sur une couche de réglage dont le rôle essentiel est de ramener les tolérances altimétriques de +/- 3 cm sur la

couche de forme (0/150) à +/- 1 cm seulement. Cette couche de réglage en GNT3 a permis l'obtention, de par sa qualité d'élaboration et de mise en œuvre (finisseur équipé de DPS), d'un niveau de portance très supérieur à celui requis habituellement sur la couche de forme (PF2-3 : 100 MPa en EV2) pour un objectif initial PF2 - 80 MPa. Ce gain non négligeable en déflexion (d_m 50/100 mm) n'a pas conduit à modifier le dimensionnement de la structure mais aura des conséquences très favorables en termes d'entretien et de durée de vie du complexe d'enrobés.



Installations de concassage SCPR – Le Port
SCPR - Le Port crushing installations

Le choix d'un EME par rapport à une GB classe 3 a permis de réduire l'épaisseur du complexe fondation + base de 7 cm. Selon une estimation d'octobre 2004, cette solution (EME) a ainsi permis de réaliser une économie d'environ 10%.

Le gain de 7 cm sur l'épaisseur de la structure qui représente environ une quantité de 71 500 tonnes d'enrobés, s'est par ailleurs inscrit dans une stratégie volontariste d'optimisation du projet tant sur les aspects économiques que développement durable en visant à limiter les prélèvements de granulats et bitume, réduisant de ce fait considérablement l'énergie nécessaire à la réalisation de la chaussée et réduisant les émissions de CO₂ induites.

Les contrôles

Le maître d'ouvrage, son maître d'œuvre et les entreprises ont dû chacun mettre en place une démarche qualité compatible avec les exigences et les rendements du projet. Cette démarche comprend :

- Le contrôle interne : mise en place des moyens humains et techniques indispensables pour répondre aux exigences de qualité et de production.
- Le contrôle externe : il garantit le bon fonctionnement de la chaîne de production, par un suivi constant de toutes ses composantes. Il repose sur une série d'essais réalisés sur place et en laboratoire. A cette fin, les groupements

en présence se sont équipés de matériels spécifiques afin d'égaliser le niveau des grands chantiers métropolitains (exemple : acquisition d'un APL).

Ces deux contrôles font partie du contrôle intérieur, c'est-à-dire sous la responsabilité directe des entreprises et à travers elles, de leurs fournisseurs et sous-traitants.

- Le contrôle extérieur, quant à lui, est appliqué par le maître d'œuvre pour le compte du maître d'ouvrage et porte sur des essais aléatoires destinés à contrôler l'ensemble des essais réalisés dans le cadre du contrôle intérieur. Il est exercé par le laboratoire agréé Fugro et des experts sollicités selon les domaines particuliers d'expertises (exemple, le Cete Méditerranée d'Aix-en-Provence).

Les contrôles portent sur 4 domaines.

La topographie

L'implantation des ouvrages (couches de chaussées) se fait à partir d'une polygonale de précision, mise en place à partir de positionnements GPS. Pour ce qui concerne le guidage d'application (finisseurs, niveleuses, ...) le système *DPS (Driving Positioning System)* a été retenu pour sa plus grande réactivité avec des engins mobiles. Il s'appuie en totalité sur les bornes polygonales (primaires et secondaires).

La précision ici demandée est le centimètre. En dehors du calage topographique du projet, les mesures altimétriques (3 points/profil/10 m) permettent un contrôle extrêmement fiable des épaisseurs de couches et par la même occasion, de vérifier le dimensionnement des structures de chaussées.

Les composants des enrobés

Qu'il s'agisse des granulats, des bitumes, des additifs aux liants employés, les contrôles appliqués sont aussi divers que spécifiques.

Sur granulats

Ils portent sur l'identification (caractéristiques intrinsèques et d'élaboration) afin de s'assurer de la régularité et du niveau de qualité de chaque coupure granulométrique, dans le but de garantir l'une des caractéristiques essentielles des enrobés, à savoir leur squelette minéral.

Sur liants

Ces produits, issus d'une chaîne de production industrielle (raffinerie), répondent à des caractéristiques très strictes (pénétrabilité – ductibilité, ...) qui assurent leur classification. La route des Tamarins utilise 2 types de bitumes purs : 20/30 pour 70 % et 35/50 pour 30 % des besoins. Ils sont approvisionnés depuis Durban (Afrique du Sud). La qualité des bitumes a été suivie par un contrôle systématique de chaque lot livré sur chantier. Ce contrôle a porté sur les caractéristiques rhéologiques (pénétrabilité, teneur en paraffine, ductibilité, viscosité, vieillissement *Rolling Thin Film Oven Test (RTFOT)*).

Sur additifs

Les dopes d'adhésivité sont employés pour renforcer la « tenue à l'eau » (essais Duriez) de certains enrobés (les BBSG du lot nord, par exemple). Les durcisseurs du type gilsonite ou asphaltite n'ont pas été retenus (pour des raisons de coûts - de logistique et de délais d'approvisionnement).

Les polymères (élastomères ou autres) sont réservés aux « liants modifiés » type BBTM ou BB de liaison anti-ornière. Ces liants modifiés sont des « procédés d'entreprises » ayant fait l'objet d'un brevet. Ils ne sont pas normalisés, mais présentent un délai de garantie allant de 5 à 10 ans.

L'ensemble de ces additifs ont fait l'objet de contrôles réalisés soit sur l'additif lui-même (filler d'apport), soit sur le produit additivé (bitume modifié ou enrobé). Parmi ces essais de contrôle, il convient de citer :

- pour les fillers et fines d'apport : granularité, indice Rigden, pouvoir rigidifiant ;
- pour les bitumes additivés ou modifiés : retour élastique ;
- pour les dopes d'adhésivité : vérification de l'évolution de Duriez avec et sans dope.

La fabrication et la mise en œuvre

Les contrôles interviennent à plusieurs niveaux et sont les suivants.

A la fabrication

Les équipements des centrales en automates informatisés garantissent aujourd'hui une production de niveau industriel : précisions sur les dosages des coupures et de la recombinaison du squelette minéral, régulation des dosages en liants, des températures, des débits de production.

A l'application

Les finisseurs équipés de grande table à haut pouvoir de compactage (HPC) associés à des alimentateurs en continu et guidés soit au DPS, « au fil » ou à la poutre enjambeuse de 18 m, garantissent un réglage en grande largeur ($l \leq 13,50$ m) d'une couche d'enrobé d'épaisseur modulable (2,5 cm à 15 cm). La compacité est garantie par l'ensemble de l'atelier de compactage (vibrants, et pneus), dont le nombre de passes est arrêté sur planches d'essais et validé sur la planche de référence.

Les contrôles à la mise en œuvre portent sur :

- la température d'application (T° : 130 à 150 °C),
- l'épaisseur foisonnée, mesurée à la pige derrière la table,
- la régularité d'approvisionnement en enrobé de la table HPC.



Atelier de mise en œuvre EME
EME high-modulus asphalt application equipment

La réception

Les contrôles de réception portent sur chaque couche de chaussée. Les types de contrôles sont identiques sur les trois premières couches en EME et BBSG.

Les contrôles sur enrobés sont les suivants :

- désenrobage : analyse granulométrique et teneur en liant ;
- carottages : contrôles des épaisseurs, des collages éventuels entre couches, des compacités (pesées hydrostatiques –banc gamma) ;
- compacité : mesures en direct ou en rétro au gammadensimètre ou mesures sur carottes,
- planimétrie : contrôles topographiques et règle de 3 ou 6 m,
- déformation : mesures de déflexion, d'ovalisation,
- uni : passage de l'analyseur de profil en long (APL) avec notation en ondes longues, moyennes et courtes.

Les contrôles sur la couche de roulement sont quasiment identiques à ceux des enrobés, à l'exception des carottages et des mesures de compacité sur les bétons bitumineux très minces (BBTM) Par ailleurs, des mesures de macrorugosité (profondeur moyenne de texture, PMT) sont réalisées pour garantir les critères de sécurité vis-à-vis des risques de glissance.

Les valeurs d'APL viendront enfin confirmer les garanties d'uni, c'est-à-dire le confort et la sécurité des usagers. La route des Tamarins a retenu les prescriptions d'uni de la circulaire DRN : 2000-36, avec une vitesse de référence de 110 km/h.

Jean-Pierre Raybaud
Direction de projet adjoint route des Tamarins
Egis Route ■

Dossier La route des Tamarins

AUTEUR

Vincent Malfère
Ingénieur des Ponts et chaussées
Chef du Service des grands travaux
Direction départementale
de l'Équipement (DDE)
La Réunion



La route des Tamarins à l'assaut de la savane du Cap La Houssaye (janvier 2008)
The Tamarins Road penetrating the Cap La Houssaye savannah (January 2008)

Section 1 : Saint-Paul - RD 10

La première section de la route des Tamarins, réalisée sous maîtrise d'œuvre du service Grands Travaux de la DDE, s'étend sur les 6 km les plus au nord du projet entre le centre de la ville de Saint-Paul et la route départementale 10. Succession d'ouvrages (viaducs, tranchée couverte, tunnel), elle représente un cinquième du linéaire total mais compte, avec ses 320 millions d'euros, pour le tiers du montant de l'opération. Elle se compose de deux séquences bien distinctes, l'une très urbaine au niveau de la mer dans le bas de Saint-Paul, l'autre s'inscrivant dans un paysage de savane sur un plateau surplombant la ville, unique à La Réunion, les deux étant reliés par le viaduc de Saint-Paul, le plus important ouvrage de la route.

Le projet tel qu'il est aujourd'hui mis en œuvre, ainsi que son allotissement et l'avancement des travaux sont présentés.

Présentation générale

La première section de la route des Tamarins est constituée des 6 km les plus au nord du projet (figure 1). Sa maîtrise d'œuvre a été confiée à la direction départementale de l'Équipement (DDE) de La Réunion qui s'est appuyé en phase études et s'appuie encore en phase travaux, sur le réseau technique du ministère de l'Équipement (SETRA et

CETE Méditerranée, en particulier) ainsi que sur des bureaux d'études privés. La DDE et le conseil régional se sont ainsi notamment adjoint les services d'un paysagiste et d'un architecte pour la définition du projet : cabinet Folléa-Gautier pour le volet paysage, cabinets Faup et Zirk et Dezeuze pour le volet architectural. La première section raccorde la nouvelle 2 x 2 voies à celle existante reliant Saint-Paul à Saint-Denis, et permet



Figure 1
Vue en plan de la section 1
Plan view of Section 1

à l'infrastructure de passer, en quelques kilomètres, du niveau de la mer à 213 m d'altitude. Du fait de pentes de 4 à 6 %, cette partie comporte une voie spécialisée pour les véhicules lents, aussi bien en sens montant qu'en sens descendant.

Dossier La route des Tamarins

3 diffuseurs complets (Saint-Paul Ville, Plateau-Caillou, Eperon) jalonnent ses 6 km et permettront les échanges avec les voiries existantes, dans un secteur où les trafics attendus après la mise en service sont particulièrement importants (entre 80 000 et 100 000 véhicules/jour en 2020).

une voie discrète, malgré ses dimensions, perméable aux échanges et circulations locales, malgré sa situation, le diffuseur de Saint-Paul devant à cet égard constituer une porte d'entrée de ville plus qu'un simple échangeur routier (photo 1).



Photo 1
Vue générale du chantier à Saint-Paul, entre zone humide, zone urbaine et RN1 existante (juin 2008)
General view of Saint-Paul worksite between wet zone, urban zone and existing national highway RN1 (June 2008)

Deux séquences bien distinctes caractérisent le projet : l'une très urbaine au niveau de la mer, dans le secteur de Saint-Paul Ville, l'autre s'inscrivant, sur un plateau surplombant la ville, dans un paysage de savane unique à La Réunion. Dans le secteur de Saint-Paul Ville, la route des Tamarins reprend et élargit la RN1 actuelle et organise les échanges avec le centre historique de la sous-préfecture en requalifiant l'axe historique de la « Chaussée Royale » en un boulevard urbain. La traversée de la savane du Cap la Houssaye est quant à elle une succession d'ouvrages (tranchée couverte, viaducs et tunnel), doublée de terrassements importants. Ces deux séquences répondent ainsi à des problématiques techniques et environnementales bien différentes

La séquence urbaine du Bas de Saint-Paul

Le projet dans ce secteur se développe dans un espace exigu, entre le front bâti de Saint-Paul et des milieux naturels sensibles, parmi lesquels la Réserve naturelle de l'Etang Saint-Paul, les sites historiques de la ravine Bernica ou de la grotte des premiers Français, et la falaise de Saint-Paul.

Dans ce contexte, le parti a été pris de faire de la route des Tamarins dans ce secteur

Les études ayant montré que la Chaussée Royale, axe structurant et historique de Saint-Paul côté montagne, ne suffirait pas à écouler le trafic induit par le futur diffuseur et cela, quelle que soit la configuration de ce dernier, il a donc été décidé de la doubler. Le paysagiste Bertrand Folléa a proposé un projet de boulevard urbain comportant, outre quatre à six voies de circulation, de confortables trottoirs ombragés, une piste cyclable et un espace tampon entre le boulevard et la route des Tamarins que la mairie a souhaité convertir en un parking paysager, dans l'attente du futur tram-train régional qui devrait dans sa première phase avoir son terminus à Saint-Paul. Ce secteur est également l'un des points noirs du réseau routier réunionnais actuel, constituant, notamment par la fin de la 2 x 2 voies reliant Saint-Denis à Saint-Paul, un goulet d'étranglement entre les secteurs balnéaires et résidentiels de l'ouest de l'île et les zones d'activité du nord. A défaut de pouvoir traiter ces difficultés qui ne trouveront leur résolution qu'à la mise en service de la route des Tamarins, le phasage des travaux maintient par contre, pendant toute la durée du chantier, les capacités de circulation actuelles.

D'un point de vue technique, les principales difficultés de ce chantier, outre celles induites par tout travail en zone

urbaine et très circulée, résident dans le contexte géologique du terrain, impliquant le recours à des fondations par micro-pieux pour presque l'ensemble des ouvrages, et dans l'interaction du projet avec la conduite de basculement des eaux, une canalisation d'un diamètre de 1 600 mm sous 20 bars de pression transportant les eaux de zones excédentaires de l'île aux espaces agricoles cannières de l'ouest.

Trait d'union entre deux espaces, le viaduc et la tranchée couverte de Saint-Paul

Dans son tracé depuis le nord, la route des Tamarins a, à Saint-Paul, un premier obstacle majeur à franchir avant de rejoindre les pentes de l'ouest : une falaise de 60 à 80 m de haut. Elle le fait grâce à un viaduc de 756 m de long, prenant naissance au sud de la ravine Bernica et se prolongeant dans la falaise de Saint-Paul par une tranchée couverte, située environ 30 m sous la crête de la falaise (photo 2) surplombant la ville (voir article spécifique sur cet ouvrage dans le présent dossier).



Photo 2
Photomontage du viaduc et de son entrée en tranchée couverte dans la falaise
Photomontage of viaduct and its entry into cut-and-cover section in cliff

Pour intégrer cet ouvrage particulièrement massif avec en particulier ses 27 m de large, l'architecte et le paysagiste du projet ont travaillé en collaboration avec un atelier regroupant les différents services de l'Etat direction régionale des Affaires culturelles (DRAC), direction régionale de l'Environnement, (DIREN), service départemental de l'Architecture et du Patrimoine (SDAP) et la Région, afin de tenir compte des enjeux du site. La culée nord du viaduc a notamment été placée de façon à ne pas obérer la vue sur la ravine Bernica, ancien site de promenade des Saint-Paulois, et la travure de l'ouvrage a été adaptée pour dégager l'espace autour du bâtiment administratif d'un hôpital psychiatrique datant du XVIII^e siècle. Piles et tablier ont du reste été architecturés avec le même objectif de réduire l'impact visuel de l'ouvrage.

Enfin, la tête de la tranchée couverte a fait l'objet d'un travail particulier afin d'en faire un ouvrage dessiné et intégré qui respecte la silhouette, les couleurs et les textures de la falaise.

Tranchée couverte de Saint-Paul

- 2 x 3 voies
- 150 m de long
- 2 tubes de 14,25 m de large
- tracé en plan : courbe de 700 m de rayon
- profil en long : 6 %



Photo 3

Les voûtes nord de la tranchée couverte (juin 2008)

The northern vaults of the cut-and-cover section (June 2008)

La traversée de la savane du Cap La Houssaye

Passé Saint-Paul, avec son paysage urbain côté mer et ses zones humides côté montagne, et après avoir emprunté les 756 m du viaduc et les 150 m de la tranchée couverte, l'usager débouchera dans un paysage naturel sec et vallonné, la savane du Cap La Houssaye, dont la qualité paysagère a conduit le Conservatoire du littoral à en projeter l'acquisition d'une large partie (photo 4). Le calage du tracé dans ce secteur ne s'est pas fait sans débat. Le premier projet proposé à l'enquête publique en 2000 cherchait à éviter au maximum le passage direct dans la savane et au contraire longeait les zones urbaines côté montagne. En mars 2001, la commission d'enquête émettait un avis favorable à la déclaration d'utilité publique (DUP) des travaux de cette opération, sous réserve de la modification du projet sur deux secteurs : celui de la savane du Cap-la-Houssaye, pour y intégrer un échangeur complet à Plateau-Caillou (ce que ne permettait pas le tracé longeant les zones urbaines) ; une traversée plus directe du site tout en préservant ses qualités paysagères, avis suivi par le ministère de l'Équipement et qui a abouti au projet actuellement mis en œuvre, à l'issue d'une nouvelle enquête publique.

Le traitement paysager, qui s'effectue essentiellement au niveau de la morphologie et du choix des matériaux, a ainsi été une condition au passage de la route des Tamarins dans cette savane. Les ateliers de travail réunis à l'issue de la remise du premier rapport de la commission d'enquête publique, ateliers regroupant les différents

partenaires concernés par le projet, ont conclu qu'un tracé direct dans la savane, ne comportant qu'un tunnel au niveau du Cap-la-Houssaye, n'était acceptable que sous réserve d'une ambition forte et respectée jusqu'au niveau de la réalisation des travaux dans le traitement paysager. Le tracé suit donc au plus près le terrain naturel.



Photo 4

Paysage de savane réunionnaise
Reunion Island savannah landscape

Tunnel du Cap La Houssaye

- Tunnel bi-tube recevant chacun 3 voies de circulation
 - Tube montagne : 323 m de long, dont 220 m d'excavation souterraine
 - Tube mer : 368 m de long, dont 290 m d'excavation souterraine
- Section de 15 m de large et 8 m de hauteur
- Tracé : tubes espacés de 26 m présentant une légère courbe et des pentes de 3 à 5 % en montant du nord au sud
- Excavation par abattage mécanique par passes de 2 à 4 m



Photo 5

Percement du tube montagne le 29 août 2006
Drilling of mountain tube on 29 August 2006

Dossier La route des Tamarins

A cet effet, les deux chaussées se séparent et se décalent en altitude dès la sortie de la tranchée couverte pour se rejoindre peu avant le diffuseur de l'Eperon, en fin de traversée de la savane. Cette séparation est également imposée par les contraintes techniques de creusement du tunnel. En plan, le tracé est relativement sinueux : déporté vers la mer au sortir de la tranchée couverte pour rejoindre rapidement le niveau du terrain naturel et limiter ainsi les déblais, il se rabat ensuite côté montagne avant de franchir la ravine Fleurimont par deux viaducs parallèles (photo 6)

d'un peu plus de 200 m de long et de traverser la croupe du Cap La Houssaye par un tunnel bi-tube d'environ 350 m. La partie sud du tracé contourne par l'aval deux tables rocheuses, caractéristiques du paysage de la savane, et franchit à 40 m d'altitude la ravine Bras-Boucan Canot par deux viaducs parallèles de plus de 300 m de long, ouvrages jumeaux de ceux de Fleurimont. Les passages en déblai sont traités en canyon, avec une table rocheuse en tête de déblais et un profil concave pour éloigner les zones de chute de blocs de la plate-forme routière (photo 7).

Les remblais sont quant à eux traités en terrasses, avec un mur maçonné de soutènement et des remblais complémentaires de rattrapage du terrain naturel en pied ; ainsi sont donnés un meilleur effet d'assise de l'infrastructure et un effet de terrasse ouverte sur le paysage, permettant de « donner à voir » la savane. Enfin, tout comme dans le bas de Saint-Paul, un large projet de plantation d'espèces spécifiques de savane a été engagé.



Photo 6
Viaduc de Fleurimont et têtes nord du tunnel en construction (mars 2007)
Fleurimont viaduct and north heads of tunnel under construction (March 2007)



Photo 7
Mise en œuvre des enrobés dans une zone en déblais (juillet 2007)
Application of asphalt in cutting zone (July 2007)

Allotissement et avancement des travaux

L'allotissement, entre contraintes techniques, économiques et sociales

L'allotissement de tels travaux est toujours un exercice délicat, entre l'objectif d'une concurrence la plus large possible, les contraintes techniques, parmi lesquelles le besoin de limiter les interfaces entre les différents marchés, et la prise en compte de la structure du secteur local du BTP.

La complexité des aménagements du bas de Saint-Paul et les contraintes de trafic ont ainsi justifié l'unicité du marché de terrassements, ouvrages d'art courants, rétablissement de communication et chaussées (TOARCC).

Le viaduc et la tranchée couverte de Saint-Paul ont été regroupés en un seul marché compte tenu de l'interface forte entre la culée sud du viaduc et la tranchée.

Ce marché est, avec ses 83 millions d'euros, le plus important de la route des Tamarins.

Les travaux de terrassements et d'ouvrages courants de la savane faisaient initialement l'objet d'un marché unique (TOARCC).

Le diffuseur de l'Eperon en a été extrait, dans un premier temps, de façon à permettre au conseil général de finaliser les études d'une déviation de la RD10 s'y raccordant.

Dans un second temps, le conseil régional a souhaité ouvrir les travaux du secteur de l'Eperon à une plus large concurrence locale. Au total, il y a aura donc quatre marchés, le TOARCC de Plateau-Caillou et trois marchés dans le secteur de l'Eperon : un pour les ouvrages, un autre pour les terrassements et l'assainissement, et un dernier pour les chaussées.

Les viaducs franchissant les ravines Fleurimont et Bras Canot formant quatre ouvrages de structure identique, ils ont été regroupés dans le marché des « Viaducs de la savane ».

Les principaux acteurs des études

- Maître d'œuvre DDE, service des grands travaux
- Etudes générales d'APS CETE Méditerranée
- Etudes générales d'APSM Egis Route
- Etudes géologiques et géotechniques CETE Méditerranée / LRPC
- Etudes générales de projet Ingérop / DDE
- Etudes du viaduc de Saint-Paul SETRA
- Etudes de la tranchée couverte de Saint-Paul SETRA (EPOA) / CETE Méditerranée (POA)
- Etudes du tunnel du Cap La Houssaye CETU (EPOA) – Egis Tunnel (POA)
- Etudes des viaducs de La Savane Arcadis
- Paysagiste Bertrand Folléa
- Architecte Frédéric Zirk / Pierre-Guillaume Dezeuze



Section 1 : Saint-Paul – Highway RD 10

The first section of the Tamarins Road, completed under the prime contracting responsibility of the Major Projects Department Service of the DDE (infrastructure directorate), extends over the project's northmost 6 km between the Saint-Paul town centre and highway RD 10. As a succession of structures (viaducts, cut-and-cover structure, tunnel), it represents one-fifth of the total length but its cost of 320 million euros corresponds to one-third of the total amount of the project. It is composed of two quite distinct sequences, one of which is very urban at sea level in lower Saint-Paul, the other falling within a savannah landscape on a plateau overlooking the town, a unique feature for Reunion Island, the two being linked by the Saint-Paul viaduct which is the road's largest structure. The project as it is built today, as well as its contract lots and work progress, are presented.

| Principaux marchés de travaux attribués à fin juin 2008 | Date d'attribution | Groupements (mandataire souligné) | Montant TTC |
|---|--------------------|---|-------------|
| Viaducs de La Savane | juin 2004 | <u>demathieu et bard</u> / GTOI | 44 M€ |
| Tunnel du Cap La Houssaye | mai 2005 | <u>Spie Batignolles</u> / TPCI / Razel | 27 M€ |
| TOARCC de Plateau Caillou | juin 2005 | GTOI / SOGEA / SBTPC / demathieu et bard | 37 M€ |
| Viaduc de Saint-Paul | juin 2005 | Razel / Eiffage TP / Eiffel / Matière / Bilfinger Berger / Heaven Climber | 83 M€ |
| TOARCC de Saint-Paul Ville | janvier 2006 | GTOI / SOGEA / SBTPC / demathieu et bard | 65 M€ |
| OA-OH de l'Eperon | juin 2006 | <u>demathieu et bard</u> / GTOI | 9 M€ |
| Terrassement/Assainissement de l'Eperon | mars 2007 | SAS | 7 M€ |

Tableau 1

La construction du tunnel a, quant à elle, été séparée en un marché préparatoire de terrassement des têtes, un marché de génie civil de tunnel proprement dit, et un marché d'équipement.

Avancement des travaux

Du fait d'aléas rencontrés dans la passation des marchés, les travaux présentent des avancements différenciés, entre ceux des viaducs de La Savane (terminés fin 2006) ou du viaduc de Saint-Paul, encore dans sa phase d'encorbellements mi-2008.

Depuis le troisième trimestre 2007, le secteur de La Savane connaît d'ailleurs quasiment sa configuration définitive, n'attendant plus que

ses marchés paysagers (plantations, effacement des pistes de chantier) et d'équipement (signalisation), alors que le bas de Saint-Paul, sur le chemin critique de l'opération, verra ses travaux se poursuivre jusqu'au 2^e trimestre 2009, date à laquelle devrait être mise en service la route des Tamarins. ■



Photo 1
Vue générale TOARC Saint-Paul Ville
General view of Saint-Paul Ville TOARC works

AUTEURS

Jean Pascal Fouquet
Directeur projet TOARCC Saint-Paul
et TOARCC Plateau Caillou
Grands travaux de l'Océan indien
(GTOI)

Malika Benamar
Responsable Qualité Sécurité
et Environnement (QSE)
Centre Tamarins
Grands travaux de l'Océan indien
(GTOI)

Xavier Guyot
Directeur technique routes
COLAS Océan Indien

Section 1

Les ouvrages Saint-Paul Ville, Plateau Caillou, la Savane et l'Eperon



La route des Tamarins est divisée en deux sections, la première, longue de 5 km, sous maîtrise d'œuvre DDE ; la seconde, longue de 29 km, sous maîtrise d'œuvre Egis Route.

L'entreprise Grands travaux Océan indien (GTOI) a donc été présente sur la section 1 au travers d'une part des Terrassements, ouvrages d'art, rétablissements des communications et chaussées (TOARCC) appelés "Saint-Paul Ville" et "Plateau Caillou", réalisés en groupement avec le groupe Vinci, et d'autre part des viaducs de la Savane et des ouvrages d'art (OA) / ouvrages hydrauliques (OH) de l'échangeur de l'Eperon réalisés en groupement avec l'entreprise demathieu & bard.

Le TOARCC Saint-Paul Ville

Pour un montant de 60 millions d'euros H.T., les travaux se dérouleront sur 44 mois (phasage dépendant de la mise en service de la route des Tamarins).

Ce TOARCC, très urbain, assure les liaisons avec la ville de Saint-Paul (gestion des flux entrants et sortants) et constitue le raccordement avec l'actuelle route nationale (2 x 2 voies) au nord de la route des Tamarins. Cette section comprend la réalisation de tous les ouvrages gérant les futurs échanges avec les voiries de Saint-Paul, la mise en 2 x 3 voies de la route nationale actuelle, ainsi que la transformation de la chaussée Royale, (artères principales de Saint-Paul), en un boulevard à 2 x 2 voies avec de nombreux aménagements urbains de qualité (photo 1).

Le phasage

Le phasage à respecter est le suivant (figure 1) : en premier lieu réaliser les ouvrages et les voiries pour dévier l'actuelle RN dans des emprises particulièrement limitées, puis, une fois cette dernière basculée, créer les ouvrages définitifs sur le futur tracé permettant une mise au gabarit en 2 x 3 voies ; et enfin, une fois la route des Tamarins en service sur cette section, achever les travaux pour rétablir la route dans les emprises précédemment occupées par la déviation de la RN.

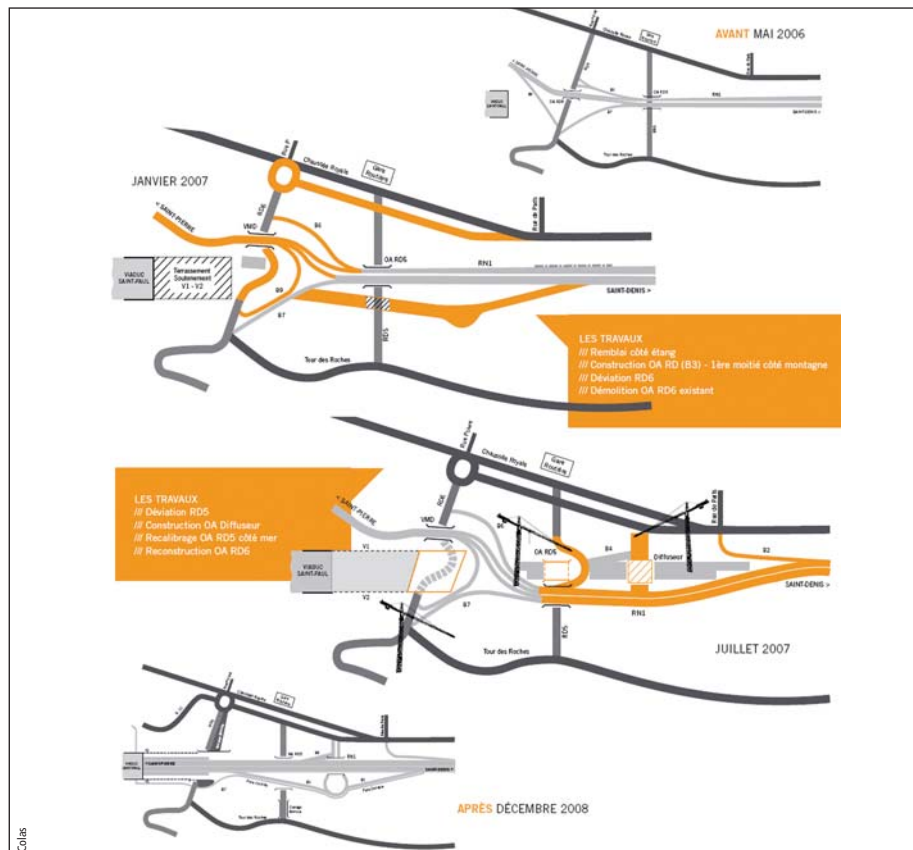


Figure 1
Schéma de Phasage
Phasing diagram

Contraintes du chantier

Les principales difficultés à résoudre ont été d'effectuer les travaux tout en gérant à la fois un flux de 60 000 véhicules/jour (photos 2a, 2b et 2c), la proximité immédiate des riverains ainsi que les commerçants situés le long de la chaussée Royale. De plus, compte tenu, de la présence de la Ravine Bernica (réserve naturelle) et de son canal dans l'enceinte du chantier, il s'est ajouté le respect des contraintes environnementales.



Photo 2a
Avancement des travaux en avril 2007
Work progress in April 2007



Photo 2b
Avancement des travaux au mois de décembre 2007
Work progress in December 2007



Photo 2c
Les travaux en juin 2007
Works in June 2007

Le chantier en chiffres

Les principaux ouvrages réalisés sont :

- Un pont-dalle béton précontraint double de 75 m de long en trois travées (20, 30 et 25 m) fondé sur micropieux : 2 tabliers de 1 000 m³ côte à côte. Le bétonnage de chaque tablier en C35/45 a été réalisé en continu. Il a suffi de neuf heures (de nuit pour s'affranchir des problèmes de circulation très importants à La Réunion) pour les réaliser. D'importants moyens ont été mobilisés : trois centrales et trois pompes à béton, une flotte d'une vingtaine de toupies et une quarantaine d'ouvriers se relayant sur l'ouvrage.
- Un pont-dalle en béton précontraint double de 50 m de long en deux travées de 25 m chacune.
- Un pont type PIPO sous la route des Tamarins et les bretelles.
- Une protection sur 800 m de longueur de la conduite d'irrigation du littoral ouest (ILO), de diamètre 1 600 sous 20 bars de pression par une dalle béton fondée sur micropieux.
- Deux bassins de rétention en béton, l'un de 280 m et de section 3 x 3, l'autre de 250 m et de section 12 x 3.
- Près de 10 000 m³ de maçonnerie de moellons à la méthode « réunionnaise » en soutènement ou en parement.
- 90 000 tonnes d'enrobés.

Le suivi environnemental sur le TOARCC Saint-Paul Ville

Le chantier du TOARCC Saint-Paul est implanté sur une plaine côtière située entre la ravine Bernica au sud, l'étang de Saint-Paul (réserve naturelle) à l'est et le canal Bernica longeant la chaussée Royale à l'ouest du chantier.

Il est donc entouré de 3 zones humides superficielles sensibles aux pollutions. La zone humide de l'étang Saint-Paul, classée en réserve naturelle, est sur les 3, la plus étendue de l'île. Elle constitue un système hydrologique particulièrement remarquable aux qualités hydrauliques et écologiques tout à fait exceptionnelles. La ravine Bernica, site inscrit protégé au titre du paysage par la loi du 2 mai 1930 et le décret du 26 avril 1996, constitue l'une des principales, voire la principale ravine du réseau hydrographique qui alimente la zone humide. Elle représente un enjeu hydraulique majeur qui mérite toutes les attentions en phase de mise en œuvre du projet qui bénéficie, grâce aux études amont préalablement réalisées, de l'intégration nécessaire compte tenu de sa proximité de l'exutoire de cette ravine (canal Bernica).

Par ailleurs, les impacts des travaux sur les eaux de ruissellement et liés aux fluctuations de la zone en eau de l'étang de Saint-Paul, du point de vue qualitatif cette fois-ci, peuvent être de deux types :

- turbidité accrue des eaux de ruissellement du fait de l'action des pluies sur des zones décapées,
 - pollution par les hydrocarbures provenant des engins et par les matériaux utilisés.
- En revanche, de nombreux travaux ont eu lieu à proximité du canal Bernica et de l'étang, d'où une vigilance accrue ainsi que des mesures spécifiques (éviter de polluer, détériorer, nuire au canal et à la ravine Bernica...) prises en phase chantier.

Différentes mesures ont dû être prises au cours du chantier

- Gestion optimale des déchets,
- Mise en place d'un assainissement provisoire des eaux pluviales sur l'ensemble des plates-formes de chantier à titre d'exemple : installation d'un fossé de collecte des eaux de ruissellement autour de la zone de stockage des terres végétales le long du canal Bernica, avec rejet des eaux dans un bassin de décantation et de filtration afin de ne pas polluer le Canal par des matières en suspension.
- Lors de la réalisation des passerelles au-dessus du Canal Bernica (pour relier le parking paysager à la chaussée Royale), des barrières imperméables ont été réalisées dans le Canal de part et d'autre de la future passerelle, et une pompe transvase l'eau

d'un côté de la barrière à l'autre pour travailler au « sec ».

- Gestion des produits polluants.
- Des boudins hydrophobes (utilisés à la sortie des descentes d'eau du côté de l'étang de Saint-Paul) étaient présents dans un conteneur proche des zones d'activité afin de confiner toute pollution éventuelle d'hydrocarbures dans le canal. D'autres produits étaient également fournis sur le chantier pour absorber les pollutions éventuelles déversées sur le sol.
- Par ailleurs, une procédure d'alerte (définissant les types d'intervention et d'alerte selon le niveau et la quantité de pollution) en cas de pollution a été définie et distribuée aux chefs d'équipes.
- Réparation et entretien des engins de chantier : une aire étanche munie d'un déboureur/déshuileur servant à la réparation, l'entretien et au lavage des engins de chantier a été mise en place au niveau du futur parking paysager.
- Un suivi environnemental réalisé par Biotope.

Le TOARCC de Plateau Caillou

Ces travaux, d'un montant de 35 millions d'euros H.T. et d'un délai d'environ 30 mois, ont été réalisés sur un site d'une beauté exceptionnelle : la Savane au-dessus du Cap Lahoussaye dominant l'Océan indien (photo 3).



Photo 3
Vue générale TOARCC Plateau Caillou
General view of Plateau Caillou TOARCC works

Ce tronçon, en déblais-remblais, se situe entre le viaduc de Saint-Paul et l'échangeur de l'Eperon. Il comprend un barreau de liaison de 1,5 km reliant les quartiers

des Hauts de Saint-Paul au diffuseur de Plateau Caillou (photos 4a et 4b). Ce chantier était particulièrement complet et rassemblait les différents métiers des travaux publics. En effet, ont été réalisés 1 000 000 m³ de terrassements en déblais/remblais, les ouvrages d'art courants (ponts-cadres et ouvrages hydrauliques), l'ensemble des réseaux d'eaux usées, d'irrigation, NTIC, soit plusieurs kilomètres de fossés bétons, buses diverses et fourreaux ; et les couches de formes (matériaux du site transformés en grave non traitée (GNT) 0/63 et 0/20 à l'aide d'une installation de concassage mobile). De plus, 50 000 tonnes d'enrobés, dont 35 000 d'enrobés à module élevé (EME) ont été produits à l'aide d'un poste Ermont TSM 17 installé sur le site ; les équipements de sécurité, notamment 9 kilomètres de glissières en béton désactivé coulé à l'aide d'une machine à coffrage glissant, et enfin 7 500 m³ de maçonneries de moellons en soutènement ou en parement. La principale difficulté du chantier a résidé dans l'extraction du million de m³ de déblais. En effet, ceux-ci étaient majoritairement composés de roche et blocs rocheux très durs. Le minage s'est avéré particulièrement difficile en raison de l'hétérogénéité des sols, de la proximité d'ouvrages sensibles et d'habitations. Plus de 25 pelles équipées de brise-roche en plus de pelles de forte puissance Liebherr 964 et 974, ont donc été utilisées dont certaines équipées de dents de dérochage.



Photos 4a et 4b
Echangeur TOARCC PC et détail
Interchange TOARCC PC works and detail

La dernière caractéristique de ce chantier réside dans la diversité des soutènements ou confortements utilisés pour la tenue des talus, des chaussées dénivellées et pour le raidissement localisé des talus

de remblais. Suivant la configuration des lieux, ont été exécutés des parois clouées dont une de 25 m de hauteur au droit d'un lotissement, du simple épinglage en surface, des murs poids en maçonnerie de moellons (dans la tradition de La Réunion) ou des murs en remblais renforcés par des nappes de géotextile et recouverts d'un parement en maçonneries de moellons.

Le résultat est conforme au souhait de l'architecte paysager avec une intégration de la route des Tamarins dans le site protégé de la Savane : chaussées décalées, talus de déblais naturels, réutilisation des matériaux du site en soutènement et blocs rocheux laissés « de façon aléatoire » dans les emprises paysagères.

Les viaducs de La Savane

Ces viaducs servent à franchir les ravines situées au milieu du TOARCC de Plateau Caillou (photo 5). Les ouvrages de Fleurimont et de Bras Boucan Canot sont deux viaducs doubles construits en vousoirs par encorbellements successifs. L'ouvrage mixte (bipoutres métalliques avec hourdis béton) domine, quant à lui, la Ravine Petit Bras Canot.



Photo 5
Vue générale du viaduc de la Savane
General view of Savane viaduct

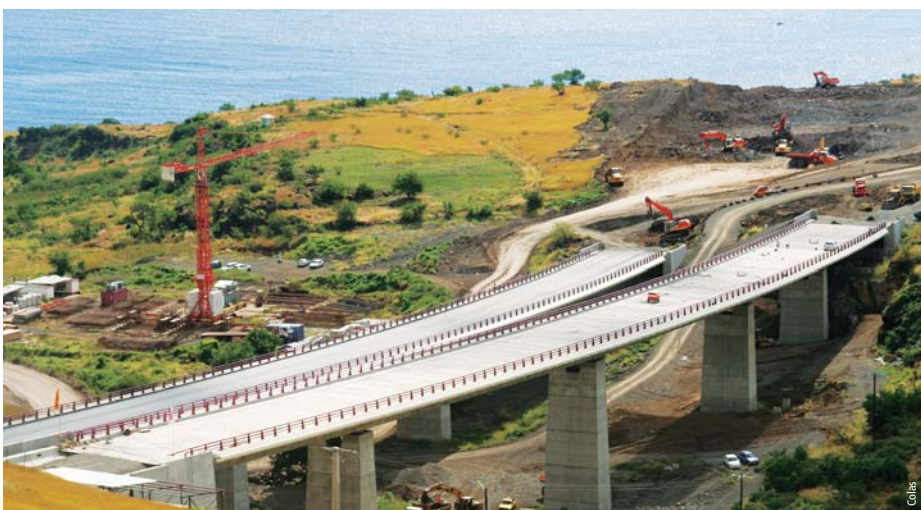


Photo 6
Viaduc de Fleurimont
Fleurimont viaduct



Photo 7
Phasage de construction avec équipement mobile
Construction phasing with mobile unit

Ces viaducs, de conception traditionnelle, ont été réalisés dans des délais courts, successivement celui de Fleurimont (photo 6), puis celui de Bras Boucan Canot. De plus, le montant du marché s'élève à 42 millions d'euros H.T., le délai des travaux a été de 37 mois alors que 42 étaient prévus.

L'utilisation de deux paires d'équipages mobiles (photo 7) a permis la réalisation simultanée des deux tabliers de chaque ouvrage permettant ainsi d'atteindre rapidement un cycle de deux jours (en deux postes) pour chaque paire.

Ce chantier aura été l'occasion d'une avancée technique spectaculaire dans le domaine des bétons sur l'île de La Réunion.



Photo 8
Centrale à béton de l'Eperon dédiée au chantier
Dedicated concrete mixing plant for Eperon works

Les spécifications contractuelles en termes de résistance exigent un béton de type C35/45 (photo 8). Afin de pouvoir optimiser le phasage du chantier et l'avancement des travaux, les bétons ont été formulés de sorte que des résistances minimales soient atteintes au jeune âge ; il était ainsi possible de décoffrer les éléments coulés, à savoir 15 MPa en 10 h pour les piles et 20 MPa en 15 h pour les vousoirs. Ces performances exceptionnelles ont été obtenues sur une formule de type :

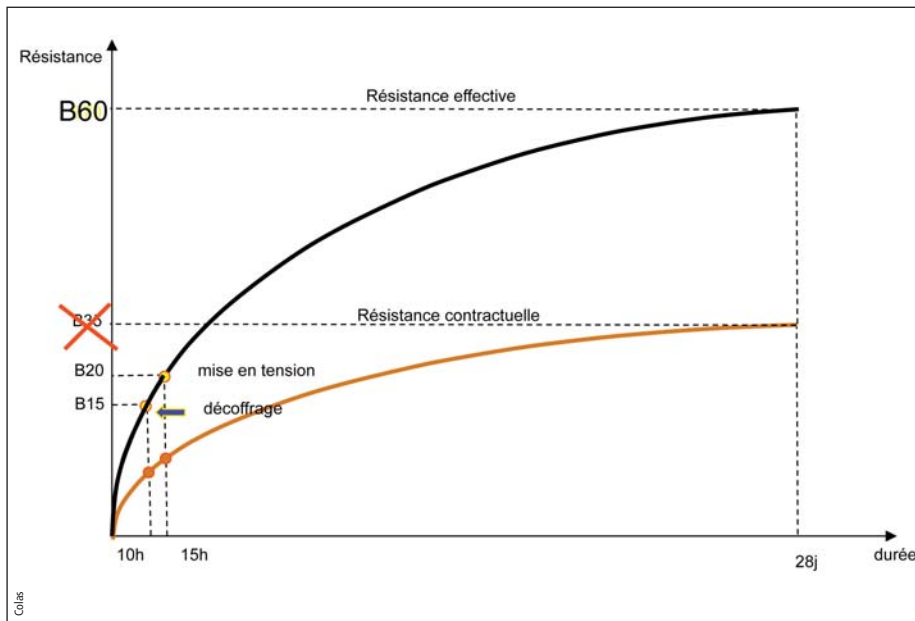


Figure 2
Evolution des résistances du béton
Evolution of concrete strength

- BPS NF EN 206-1 C35/45 XS3 D20 160 +/- 30 mm
- Dosage ciment : 400 kg CEM I 52.5 PM
- 3 composants : 0/4 SCL + 4/10 SCL + 10/20 SCL
- $E_{eff}/C < 0,45$
- $G/S = 1,2$
- Utilisation d'un adjuvant de type super plastifiant haut réducteur d'eau à fonction secondaire, retardateur de prise et défloculant.

A noter que les résistances obtenues ont été en moyenne supérieures à 50 MPa à 7 jours et 60 Mpa à 28 jours (figure 2).

Le suivi de la résistance des bétons par maturométrie

La maturométrie consiste, à partir du suivi de la température au sein de l'ouvrage, à déterminer par calcul (au jeune âge) le degré d'avancement des réactions d'hydratation correspondant au durcissement du béton. Le procédé de maturométrie commence par la mesure du dégagement de chaleur produit dans une formule de béton destinée à un ouvrage donné. La température constatée est ensuite convertie en temps de mûrissement à 20 °C, ou « Age équivalent à 20 °C ». Cela donne une courbe de référence qui est introduite dans un appareil appelé « Maturomètre » dont le rôle est d'enregistrer la température du béton pendant son mûrissement dans l'ouvrage. On obtient ainsi la résistance correspondante. L'évaluation de la résistance du béton est ainsi effectuée rapidement

et en toute sécurité. La méthode est fiable et représentative de ce qui se passe dans l'ouvrage, puisque l'augmentation de température est mesurée en grandeur réelle. Cette méthodologie a permis d'apprécier la montée en résistance des bétons et donc d'optimiser les opérations de décoffrage.

La problématique du levage a été particulièrement étudiée. Ainsi, ont été mobilisées une grue Liebherr à flèche treillis afin d'ériger les piles à l'avancement, et notamment l'une d'elles, à plus de 40 m de hauteur, qui aura

nécessité la confection d'une plate-forme intermédiaire en remblais renforcés, et jusqu'à sept grues à tour simultanément pour le viaduc de Fleurimont.

L'expérience de cet ouvrage a permis une analyse plus fine des avancements économisant ainsi une grue pour la réalisation du viaduc de Bras Boucan Canot.

Ce chantier aura aussi été exemplaire en termes de sécurité et de formation. En effet, le groupement d'entreprises a fait réaliser un DVD en images de synthèse (3D) pour la formation et l'accueil des équipes de production. Cet outil pédagogique s'est révélé particulièrement intéressant et efficace ; il a permis de présenter aux ouvriers la cinématique de construction des voûsoirs à l'aide des équipements mobiles : maniement de l'outil, phasages à respecter, équipements de sécurité.

Les enrobés sur les viaducs et OA

Ce chantier a également été l'occasion de proposer des solutions innovantes pour l'île de La Réunion en matière d'enrobés sur ouvrage. En variante au béton bitumineux semi-grenu (BBSG) classique préconisé dans les différents marchés en tant que couche de liaison, le groupement a proposé l'application d'un béton bitumineux à module élevé (BBME) de type Betoflex® au liant modifié Colflex® directement sur l'étanchéité réalisée à l'aide de feuilles préfabriquées (photo 9).



Photo 9
Mise en œuvre Betoflex sur OA
Application of Betoflex on engineering structure

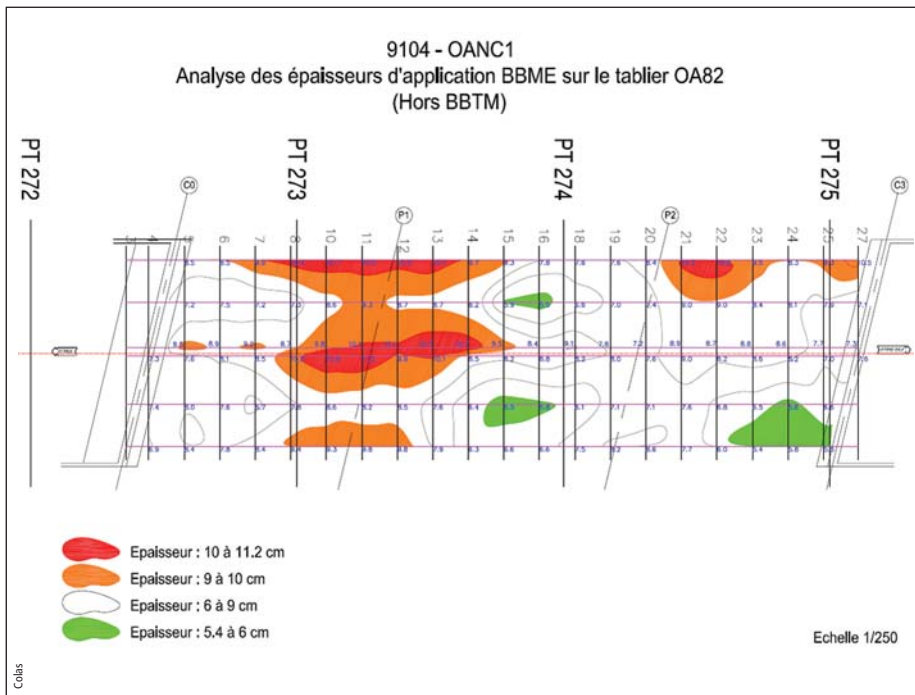


Figure 3
Epaisseur optimisée sur OA
Optimised thickness on engineering structure

Cet enrobé, beaucoup plus résistant aux sollicitations extrêmes (climat et trafic) a permis de reprofiler le tablier béton en faisant varier les épaisseurs (figure 3) de mise en œuvre en dehors des spécifications habituelles (de 4 à 12 cm). Ce procédé a nécessité pour chaque tablier d'ouvrage, un levé topographique précis et un travail minutieux d'optimisation des profils en long et en travers, afin d'avoir des variations d'épaisseurs d'enrobé acceptables.

La quasi-totalité des ouvrages de la route des Tamarins aura reçu ce type d'enrobé en couche de liaison (y compris l'ouvrage exceptionnel de Trois Bassins). ■



Section 1
Saint-Paul Ville, Plateau Caillou, la Savane and l'Eperon engineering structures

The Tamarins Road (route des Tamarins) is divided into two sections. One is 5 km long and contracted by the DDE. The other is 29 km long and contracted by Egis Route. The company Grands Travaux Océan Indien (GTOI) was present on Section 1 in connection with the TOARCC works (earthworks, engineering structures, reestablishment of communications and roadways) for "Saint-Paul Ville" and "Plateau Caillou," carried out jointly with the Vinci Group, and also in connection with the Savane viaducts, engineering structures and hydraulic structures of the Eperon interchange carried out jointly with demathieu & bard.



Saint-Paul et le Viaduc
Saint-Paul viaduct

AUTEURS

Patrick Charlon
Directeur département
Eiffage TP

Antoine Cumunel
Directeur de travaux
Eiffage TP

Le Viaduc de Saint-Paul



Localisé à l'extrémité nord de la route des Tamarins, le viaduc de Saint-Paul est un ouvrage de 756 m de long, avec une pente de 6 %. Il s'élève à partir de la plaine littorale, se raccorde à une tranchée couverte de 150 m et débouche sur le plateau, permettant le franchissement de la falaise de Saint-Paul.

Le site

Ce viaduc se situe sur la commune de Saint-Paul et assurera la continuité avec la 2 x 2 voies existante (venant de Saint-Denis). Il permet de s'élever à partir du niveau de la plaine littorale, proche de l'Océan indien, au niveau supérieur d'une très importante coulée de lave, communément appelée le Rempart de Saint-Paul, avec un dénivelé de 46 m.

Il est localisé dans un environnement urbain assez dense, entre le front de mer et la falaise de Saint-Paul, proche du site classé de la ravine Bernica. Cette dernière était autrefois un lieu naturel et culturel

important, qui a inspiré certains peintres et poètes de La Réunion.

La solution retenue imposait de réaliser un tunnel ou une tranchée couverte dans le prolongement du viaduc afin d'arriver au sommet de la falaise.

Les données fonctionnelles

Le profil en long de l'ouvrage est constitué, sur les 150 m les plus bas, par une parabole de 5 000 m de rayon, puis par une pente à 6 %. Son tracé en plan est formé d'un premier cercle de 550 m de rayon à concavité

dirigée vers la mer, de deux clothoïdes, respectivement de paramètre $A = 270,46$ et $A' = 305,12$, et d'un second cercle de 700 m de rayon à concavité dirigée vers la falaise.

Compte tenu de ce tracé, le dévers du tablier varie de - 3,80 % à + 2,5 %. Son profil en travers comporte deux chaussées monodirectionnelles séparées par une glissière double en béton adhérent (DBA). Chacune d'elle comporte trois voies de 3,50 m, une bande dérasée de droite de 1 m, et une bande dérasée de gauche de 1,50 m.

L'ouvrage

L'ouvrage présente une longueur totale de 757 m se décomposant en une travée de rive nord de 34,50 m, cinq travées de 60 m, une travée de transition de 78 m, trois travées de 96 m, et une travée de rive sud de 56,5 m. L'ouvrage est construit par encorbellements successifs avec des voussoirs coulés en place de 3 m (voussoirs courants et de clavage) ou de 9 m (voussoirs sur pile), autorisant un pas des bracons constant et égal à 3 m (photo 1).



Photo 1
Construction en encorbellement
Cantilever construction

Les grands fléaux sont encastrés dans les piles ; les petits fléaux leur sont reliés par des appareils d'appui en néoprène-téflon.

Le tablier

Le tablier est un mono caisson en béton précontraint, de 26,70 m de largeur. Sa hauteur est constante et égale à 4,50 m. Ses deux âmes présentent une épaisseur unitaire de 60 cm dans les petits fléaux et de 80 cm dans les grands fléaux. Son hourdis supérieur de 25 cm d'épaisseur hors goussets, est précontraint transversalement par des câbles de type 4T15S. Le hourdis inférieur, de 25 cm d'épaisseur, est prolongé par des voiles longitudinaux qui servent de support et d'ancrage à des bracons métalliques en forme de V. Ces derniers servent d'appui aux encorbellements du hourdis supérieur pour la flexion transversale. Le tablier est construit en place par encorbellements successifs, les clavages étant effectués à l'avancement de C0 vers C11.

Il est précontraint par des câbles de fléaux de puissance 12T15 et 19T15, des câbles éclisses 19T15S et des câbles extérieurs 27T15. Le noyau central est coulé à l'aide de trois paires d'équipages mobiles et reçoit la précontrainte de fléau.

Les encorbellements latéraux et les bracons métalliques sont mis en place, en décalé, à l'aide d'outils coffrants métalliques spécifiques, permettant des coulages de 6,00 m (2 bracons par côté

sont ainsi mis en place avec des tronçons de hourdis de 6,00 m) (photo 2). Cette longueur de 6,00 m (2 voussoirs) a donc été choisie en raison des fortes courbures en plan de l'ouvrage.



Photo 2
Equipage mobile
Launching system

Cette solution permet d'alléger les équipages mobiles et de réduire la précontrainte de fléau, afin de sortir la pose délicate des bracons du cycle d'avancement des voussoirs.

Les appuis

Toutes les piles sont constituées de deux voiles parallèles et pleines présentant des parements plans à l'extérieur et courbes à l'intérieur, reliés en tête par un chevêtre (photo 3).



Photo 3
Pile et voussoir
Pier and voussoir

Des évidements rectangulaires bordés disposés tous les 3 à 4 m rythment les parements perpendiculaires à la chaussée. La culée C0 est une grande culée avec mur de front et chambre de tirage permettant de remplacer si nécessaire la précontrainte extérieure. Conformément aux souhaits des architectes du projet Frédéric Zirk et Pierre-Guillaume Dezeuse, culée et murs sont habillés par des maçonneries de basalte, typiques de La Réunion (murs « péi »). Les fondations des piles et de la culée C0 sont constituées de grandes barrettes forées à la bentonite, de nombre et de dimensions en plan variables selon les appuis. Compte tenu de la médiocrité des terrains de surface, elles sont fondées soit dans le basalte, soit dans les blocs basaltiques. Des injections type *Jet Grouting* viennent compléter les sols d'assise des barrettes

Dossier La route des Tamarins

en solidarisant les blocs de basaltes (photo 4). La réalisation de ces fondations profondes s'est avérée longue et difficile (le basalte atteignant 250 MPa par endroit) et a retardé notablement le chantier de génie civil.



Photo 4
Injection des fondations
Injection of foundations

La culée sud C11 est réalisée dans des conditions délicates ; elle est percée en haut du viaduc et sert de tête nord à la tranchée couverte.

Les équipements

Les équipements du tablier de l'ouvrage sont relativement classiques. Les dispositifs de retenue sont constitués, au centre, par une DBA et, sur les côtés, par des barrières BN4 de 16 tonnes. La collecte des eaux pluviales s'effectue au pied du séparateur central à l'aide de gargouilles alimentant une imposante canalisation en fonte placée dans le caisson, et, sur les côtés du tablier, par d'importantes corniches caniveaux (métalliques), qui supportent 400 ml d'écrans anti-bruit.

La tranchée couverte

La tranchée couverte de Saint-Paul assure la transition entre le profil en travers du viaduc, au nord, et la section courante de la route des Tamarins, au sud (photo 5).

Elle mesure 150 m de longueur, en pente à 6 % vers le sud ; la longueur totale est de 31 m, et elle est constituée d'une double voûte en béton armé avec un pied-droit central. Les pieds-droits sont fondés sur semelles superficielles filantes reposant sur des sols basaltiques ou sur des bétons de substitution. Les voûtes et les pieds-droits sont coulés par plots de 10 m à l'aide de deux jeux de coffrages métalliques spécifiques (photo 6).



Photo 6
Tranchée couverte de Saint-Paul
Saint-Paul cut-and-cover tunnel

L'ouvrage livrera le passage à 2 x 3 voies et sera éclairé. ■



Saint-Paul viaduct

Located at the northern end of the Tamarins Road, the Saint-Paul viaduct is 756 m long with a slope of 6%. It rises from the coastal plain, connects to a cut-and-cover tunnel of 150 m and comes out onto the plateau, allowing the crossing of the Saint-Paul cliff.



Photo 5
Le viaduc et la tranchée couverte
Viaduct and cut-and-cover tunnel

AUTEURS

Patrick Charlon
Directeur département
Eiffage TP

Vincent Bonnefous
Directeur de travaux
Eiffage TP



L'ouvrage terminé
The completed structure

Franchissement de la ravine Trois Bassins Un ouvrage d'art exceptionnel sur la section 2



L'ouvrage d'art exceptionnel (OAEx) de franchissement de la ravine Trois Bassins, est un élément essentiel de la route des Tamarins.

Long de 375 m, il franchit avec élégance une ravine de 70 m de profondeur au régime torrentiel en période de pluie cyclonique.

La finesse architecturale et l'intégration parfaite au site ont conduit à la réalisation d'un ouvrage à précontrainte extradossée avec un tablier mono-caisson muni de bracons métalliques. Rarement réalisée en France ce type d'ouvrage se caractérise par une très grande complexité tant au niveau des études qu'au niveau de la réalisation.

Situation du projet

Le viaduc de la ravine des Trois Bassins est l'un des quatre OAEx des 33,7 km de la route deux fois deux voies des Tamarins qui relie Saint-Paul à l'Etang-Salé.

L'ouvrage se situe sur la section 2 (RD 10 - Etang-Salé) et sert de liaison entre les tronçons 1 et 2.

La région Réunion a délégué la maîtrise d'ouvrage à la Direction des opérations route des Tamarins (DORT) qui gère l'ensemble du projet jusqu'à son achèvement prévu mi-2009.

Les choix techniques

À l'issue d'un concours de maîtrise d'œuvre, le projet du viaduc a été confié au groupement Arcadis, Coteba, Strates (cabinet d'architectes), et la solution viaduc à précontrainte extradossée en béton précontraint a finalement été retenue.

Le marché a été notifié au groupement Eiffage TP (mandataire), Razel, Matière, à l'issue d'un appel d'offres restreint. Son montant H.T. est de l'ordre de 30 millions d'euros et la durée globale des études et travaux de 36 mois. La géographie du site a conduit à un ouvrage

très dissymétrique car la brèche en rive droite de la ravine est large et profonde. Du nord vers le sud de l'île, les portées des quatre travées sont de 126 ; 104,40 ; 75,60 et 43,20 m (figure 1).

La longueur totale du tablier est de 374 m compte tenu de la longueur du contrepoids C0/C'0 au nord. Le tablier repose sur trois piles indépendantes P1, P2, P3 à fûts oblongs évidés de hauteurs variables (48 m, 37 m et 8 m du nord au sud). Le tablier de 22 m de large est un monocaisson en béton précontraint construit par encorbellements successifs

Dossier La route des Tamarins

avec bracons métalliques et câblage extradossé à partir des piles P1 et P2 (figure 2). Le caisson à âmes inclinées vers l'intérieur est très effilé avec une hauteur

de 4,00 m. Des goussets sur piles font passer cette épaisseur à 7,00 m sur P1, 5,80 m sur P2 et 5,20 m sur P3. Les voussoirs courants ont une longueur de 3,60 m.

La pente longitudinale du nord vers le sud est de 3 % en descente. Les architectes ont souhaité donner un mouvement d'homothétie de C4 vers C0 aux travées, à la hauteur des mâts et aux fûts de piles, les listels des fûts ayant eux aussi des espacements homothétiques d'une pile à l'autre.

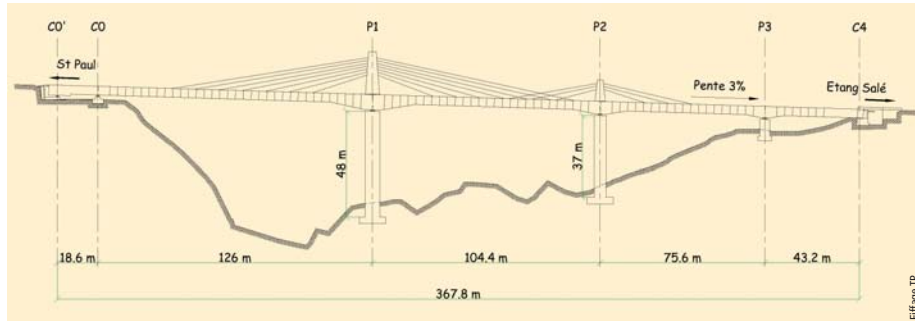


Figure 1
Coupe longitudinale
Longitudinal structure

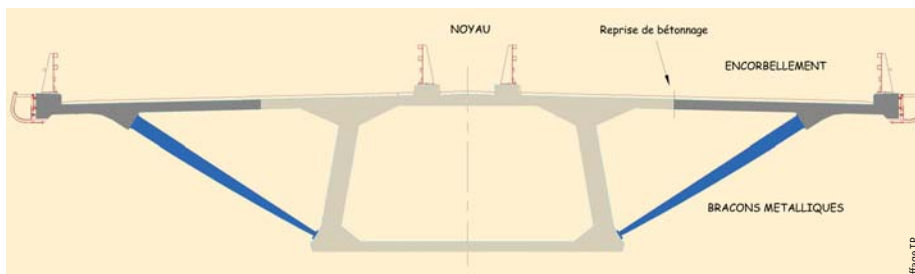


Figure 2
Coupe transversale
Cross section

Phasage et programme des travaux

Les figures 3a et 3b présentent le phasage général des travaux. Il est à noter que le tablier est réalisé transversalement en deux phases :

- première phase : noyau central,
- seconde phase : encorbellements latéraux et précontrainte transversale

Ce choix permet de sortir la pose des bracons métalliques du cycle des voussoirs coulés en encorbellement et simplifie la constitution et la manipulation des équipages mobiles. Il donne également plus de souplesse dans la réalisation des câbles extradossés. Le planning d'ensemble est donné en figure 4.

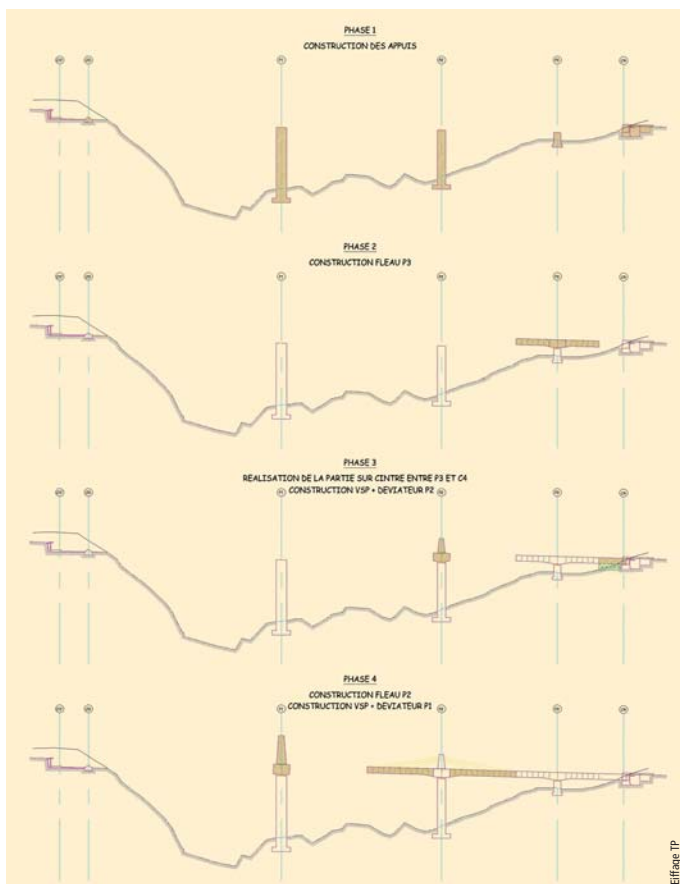


Figure 3a
Noyau central
Central core

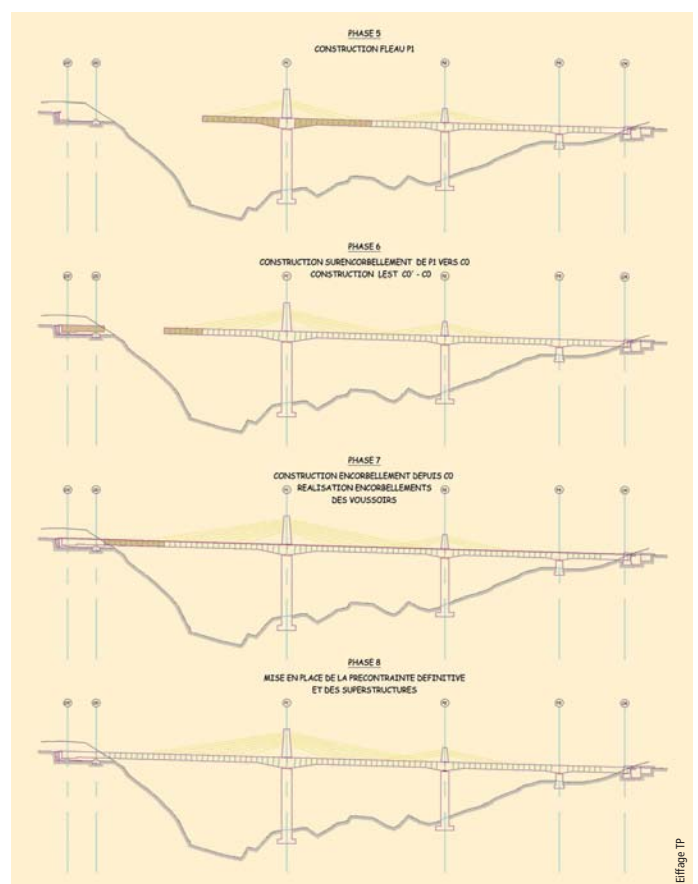


Figure 3 b
Encorbellements latéraux et précontrainte transversale
Lateral cantilevers and prestressed transverse element

PROGRAMME DES TRAVAUX

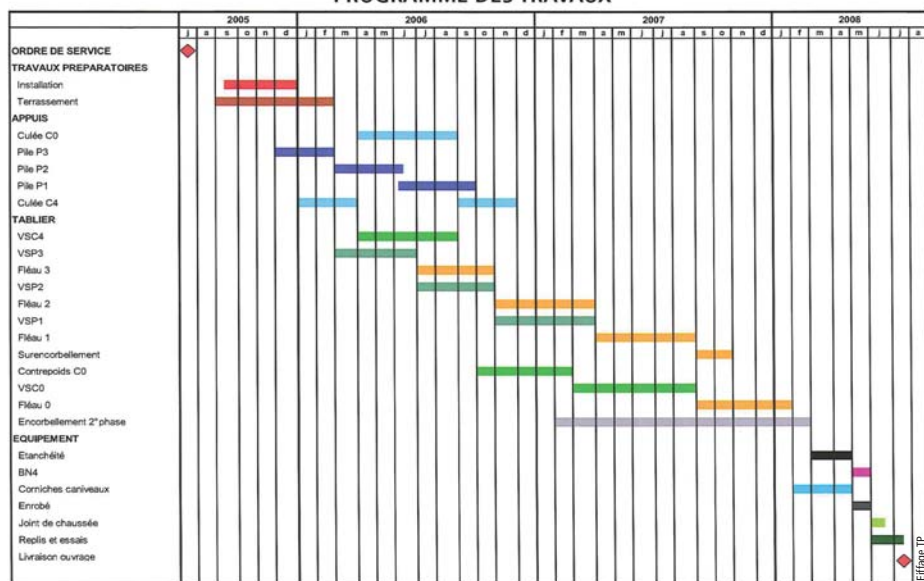


Figure 4
Programme des travaux
Work schedule

Etudes et travaux préparatoires

La technique de la précontrainte extradossée, très peu utilisée en France, a généré une économie importante de matière (l'épaisseur du tablier en béton est réduite de 30 %) et une très bonne intégration dans le site (tablier très effilé ne masquant pas le site qui est placé dans une zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF). En revanche, cette technique occasionne des études d'exécution très longues et souvent itératives du fait de la grande sensibilité de la structure à tous les paramètres de calcul (températures, fluage, tension des câbles extradossés, effet de la précontrainte de continuité, poussées au vide, etc.) Les études au vent cyclonique ont été également réalisées pour la phase de construction et pour l'ouvrage en service.

Les bétons

Les bétons retenus sont les suivants :

- béton de propreté : B16
- béton de substitution : C25/30
- béton de semelle : C35/45
- béton des piles et culées : C45/55
- béton de tablier (tableau 1) : C60/75

Lafarge Sobex a monté à proximité du site du viaduc une centrale principale, et une de secours ; elles alimentent le viaduc et d'autres chantiers voisins. Si la mise au point des bétons d'agrégats basaltiques s'est faite de façon assez rapide jusqu'au C45, il n'en a pas été de même pour le C60/75. L'objectif a donc été de :

- Limiter l'impact des écarts éventuels dans la qualité des granulats variant en fonction de la zone d'emprunt

ainsi que l'échauffement des bétons en cours de prise.

- Appréhender les effets du fluage sur la structure en mesurant le vrai module d'élasticité à court terme ($E_i = 33\,500$ MPa).
- Garantir une maniabilité fiable (pompage, vibration) et un aspect acceptable du béton et le plus homogène possible.

| Type | Constituant | Dosage | Unité |
|------------------|-------------------|-------------------------|-------|
| Type | Constituant | Dosage | Unité |
| Granulat | 0/4- 4/10 - 10/20 | 1 850 | kg |
| Ciment | CEM I 52,5 | 420 | kg |
| Adjuvant | OPTIMA 100 | 2 % | kg |
| Eau totale | | 190 | L |
| Cendres volantes | | 8 % du dosage en ciment | |

Tableau 1
Composition du béton C60/75
C60/75 concrete composition

De nombreux éléments témoin, ainsi qu'un vousoir d'essai, ont été réalisés à cet effet ; ces essais ont également permis de mettre au point le coulage des âmes inclinées à l'envers (bullage, notamment). A noter que la maturométrie a été mise au point sur le site ; elle a été utilisée pour les piles et pour le décoffrage des vousoirs et leur mise en précontrainte.

Campagne géotechnique complémentaire

Elle a été réalisée par des entreprises réunionnaises (SEGC / Forintech) possédant une bonne connaissance de la géologie de l'île. Dans sa généralité, le sol de fondation se caractérise par des coulées basaltiques très dures (roche Pintade)

et par des alternances de couches mugéarite-sories. On a cependant pu constater une grande discontinuité entre les sondages, parfois très proches les uns des autres.

Pistes et plates-formes

L'exiguïté du site et les exigences de protection de l'environnement ont nécessité la réalisation de plates-formes à plusieurs niveaux et reliées par des pistes. Les terrassements se sont fait dans des conditions très difficiles, dans une alternance de blocs instables et de roches très dures nécessitant l'utilisation de brise-roche hydraulique (BRH), (cadences très faibles, usure surprenante des outils) et parfois d'explosif.

Un risque d'éboulis important a été découvert lors du débroussaillage de l'accès à la plate-forme de la culée C4 ; il a nécessité la fermeture de la RD 9 pour permettre la purge du versant, provoquant un arrêt de chantier. Par ailleurs, des grillages métalliques, servant de filet de protection ont été installés en plusieurs endroits du chantier.

La réalisation des appuis

Les fondations

Comme prévu au marché, les piles P1, P2 et P3 ont été fondées superficiellement, après des terrassements très laborieux au BRH et à l'explosif, en dernier recours ; des bétons de substitution ont été fabriqués (P1, P2 et P3) de façon à garantir une assise saine et homogène en terrain dur. Le marché prévoyait de fonder des culées C0 / C'0 et C4 sur micropieux. Compte tenu des nombreux sondages complémentaires qui ont permis de définir l'alternance des couches, leurs épaisseurs respectives et les pendages, et en accord avec le maître d'œuvre et les contrôles externes et extérieurs, il a été décidé de remplacer les micropieux par des bétons de substitution d'épaisseurs variables pour les culées (photo 2).



Photo 2
Béton de substitution sur C4
Substitution concrete on C4

Dossier La route des Tamarins

Un clouage vertical complémentaire a dû être effectué sur C0, sur la face avant de la semelle compte tenu de la nature du terrain rencontré qui se compose d'une succession de couches de basalte et de scories.

Les semelles des appuis

La semelle de la pile P1 a été coulée pleine fouille. Les autres semelles ont été réalisées de façon classique avec des banches Sateco butées en pied et tenues en tête par les tiges de coffrages.

Les fûts de piles

Les trois piles ont la particularité d'avoir des sections différentes. Elles sont de forme ovoïde, creuse, avec un changement de section sur la hauteur du fût (épaisseur passant de 60 cm à 80 cm). Pour des raisons architecturales, la hauteur des levées est différente pour chaque pile, c'est-à-dire de 2 m pour P3, 3 m pour P2 et 4 m pour P1. La pile P3 a été réalisée à l'aide d'un coffrage bois spécifique. Les piles P2 et P1 ont été réalisées avec un coffrage bois semi-grimpant de chez Doka (photo 3).



Photo 3
Coffrage des piles P1 et P2
Shuttering of piers P1 et P2

Pour le chevêtre, une fois le coffrage intérieur démonté, le coffrage extérieur du fût reste en place et une pré-dalle permet de coffrer la sous-face.

Réalisation de l'ensemble culée contreponds C0/ C'0

Le contreponds C'0 (figure 5) a les dimensions suivantes :

- longueur : 10,00 m,
- largeur : 20,00 m,
- hauteur moyenne : 5,40 m.

Il comporte une galerie centrale (5,00 m de large, 2,55 m de hauteur) permettant l'accès à l'intérieur du tablier. Le contreponds est réalisé en cinq phases successives d'une hauteur de l'ordre



Figure 5
Contreponds C0 C'0
C0 C'0 counterweights

de 1,00 m, afin de limiter les montées en température du béton après coulage. Le voussoir sur culée VSC0 est construit en parallèle avec le même coffrage que les voussoirs sur pile. La travée de 9,00 m qui relie ces deux éléments est réalisée en dernier.

Les appareils d'appui

Ils sont du type appareils d'appui fixes ou glissants à pot en néoprène téflon de chez ETIC. Ils sont injectables de façon à sécuriser les mises sur appuis définitifs, à mesurer les réactions d'appui réelles de l'ouvrage en phase de travaux et en service, et enfin à permettre plus facilement un éventuel remplacement.

Levage

L'ensemble du chantier est réalisé avec trois grues à tour.

- Grue G3 et G0 : MD 365 L16
Montage en P3 pour réaliser la culée C4, la pile P3 et le fléau P3 ; puis transfert sur C0 pour réalisation de la travée C0 - C'0 et le fléau C0.
 - Grue G2 - MD 345 L16
Réalisation de la pile P2, du fléau P2 et des encorbellements 2^{de} phase.
 - Grue G1 : K5/50C
Réalisation de la pile P1, du fléau P1 et des encorbellements 2^{de} phase.
- La culée C0 a été réalisée à l'aide d'une grue automotrice de 35 tonnes.

Réalisation du tablier

Voussoirs sur pile

Le même coffrage Simpra permet de réaliser les voussoirs sur piles et culées dans l'ordre suivant : VSP3 ➔ VSC4 ➔ VSP2 ➔ VSP1 ➔ VSC0. La plate-forme de travail a une géométrie différente en fonction de la dimension des piles ; elle est fixée au fût par consoles. Les panneaux coffrants extérieurs ont 10,80 m de longueur et une hauteur variable de 5,20 m à 7,50 m.

Les coffrages intérieurs mixtes bois/métal ont été fabriqués sur chantier.

Les VSP1 et VSP2 sont prolongés verticalement par les mâts déviateurs pour la précontrainte extradossée ; ils sont équipés de selles de déviation dans lesquelles sont enfilés les câbles de précontrainte extradossée. Ces mâts sont coulés à l'aide de banches traditionnelles ; en phase finale, ils sont revêtus avec des plaques en béton blanc poli avec incrustation de granulats en marbre provenant de Grèce.

Réalisation transversale de la section

La réalisation du tablier est prévue en deux phases. Outre l'intérêt précédemment mentionné, ce mode constructif présente les avantages suivants :

- équipement et voussoirs moins lourds permettant de faire des économies de précontrainte de fléau ;
- simplification de l'équipage, notamment pour la pose des bracons ;
- capacité de réaliser la seconde phase d'un bout à l'autre du tablier sans démontages intermédiaires si les calculs le permettent ;
- possibilité de faire des plots de béton en seconde phase d'une longueur plus importante que la longueur d'un voussoir (7,20 m, dans le cas présent).

En revanche, les inconvénients peuvent être les suivants :

- difficulté de mise en place des aciers pour la seconde phase ;
- raccordement de la précontrainte transversale en 3 tronçons empêchant les torons gainés graissés ;
- dans le cas d'ouvrages comportant des haubans, la paire d'équipage de seconde phase doit être désolidarisée pour permettre le passage du coffrage au droit des haubans, ce qui nécessite des ancrages verticaux dans le tablier (coût, délai).

Cycle des voussoirs

Un voussoir sur trois pour les fléaux 1 et 2 comporte une poutre intérieure de précontrainte extradossée sur laquelle s'ancrent les câbles extradossés.

Le coffrage intérieur du noyau est ainsi modifié et le cycle passe à quatre jours.

La précontrainte

Elle revêt un caractère essentiel pour ce type de structure. Ainsi, pour ce viaduc, Eiffage TP division précontrainte met en œuvre le système *Dywidag Systems International*, associé de la division précontrainte d'Eiffage TP.

Cette précontrainte revêt les multiples aspects suivants :

- Précontrainte de clouage des VSP sur les piles câbles 19T15S : câbles verticaux ancrés en sous-face du chevêtre et dans plots provisoires sur le tablier.
- Précontrainte de fléau et câbles éclisses : câbles 12T15S et 19T15S ; 160 tonnes d'armatures et 316 ancrages.
- Injection coulis de ciment.
- Précontrainte transversale : câbles 4T15S, espacement 0,60 m, 63 tonnes d'armatures avec 1 200 ancrages.

Les gaines sont plates, manchonnées à la reprise noyau / encorbellement ; les ancrages sont du type plat BBR (encombres avec les ancrages des BN4) ; l'injection se fait au coulis de ciment Superstresser.

- Précontrainte extérieure : câbles 19T15S : 55 tonnes et 36 ancrages.
- gaines en polyéthylène haute densité (PEHD),
- injection à la cire pétrolière.
- Précontrainte extradossée : câbles 37T15S ; une file de câbles sur le mât P2 et 2 files de câbles sur le mât P1.

Les câbles sont démontables et leur remplacement câble par câble est possible avec maintien partiel de la circulation sur l'ouvrage.

- 88 tonnes d'armatures T15,7 – 1 860 MPa – TBR galvanisées gainées cirés ;
- ancrages 37T15S type Dyna GRIP C37 : disque d'ancrage, clavettes, écrou annulaire,

joints, amortisseur élastomère, capot de protection, évent amortisseur situé sur le câble à la sortie du tablier ;

- selle de déviations : tube coffrant ovale, tube de déviation intérieur avec évents et nez de centrage ;

- raccord PEHD/ancrages : pièce de transition entre tube PEHD et ancrage avec système de dilatation ;
 - protection au feu : produit isolant et gainage extérieur ; mise au point à l'occasion du chantier ; système breveté original facile à réparer ou à changer après un incendie et répondant aisément au feu normalisé. Des essais spécifiques ont été réalisés au Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB).
- A défaut de réglementation sur les câbles extradossés en France, ce sont les recommandations et la pratique en matière de haubans qui ont guidé la technologie mise en œuvre sur cet ouvrage.

Equipements de l'ouvrage

Le terre-plein central (TPC) de 2,70 m hors tout est délimité par deux files de BN4 qui assurent la protection des câbles extradossés ; il est étanché par une résine plus facile à mettre en œuvre qu'une étanchéité classique et qui assure une meilleure étanchéité au niveau des têtes d'ancrage des câbles extradossés comportant des relevés toujours délicats à mettre en œuvre avec un système classique par feuille. Le reste du tablier est protégé par une étanchéité (type Siplast) mise en œuvre sur un enduit bouche-pores. Les quatre files de BN4 (intérieures et extérieures) sont peintes. Les eaux de pluies sont recueillies dans des corniches caniveaux métalliques, calculées pour résister aux vents cycloniques. Les joints de chaussée supportent un trafic To et sont de souffle 150 et 200 mm. L'accès au caisson éclairé se fait par les deux culées équipées d'escaliers. ■



Crossing of Trois Bassins Ravine Exception structure on Section 2

The exceptional structure (OAE) crossing the Trois Bassins Ravine is an essential element of the Tamarins Road. With its length of 375 m, it crosses elegantly a ravine 70 m deep which is under torrential flows during a cyclonic rain. Architectural grace and perfect integration in the site have yielded a braced, mono-caisson structure designed with prestressed extradossed elements rarely used in France. It is characterised by the significant complexity of both its design and construction.

Formulation des bétons haute performance (BHP)

L'île de La Réunion s'est formée à partir d'épanchements volcaniques sous-marins puis aériens. La variété des basaltes est grande avec des aspects compacts, vacuolaires ou scoriacés. Les granulats utilisés proviennent du concassage de basaltes vacuolaires. Ils présentent des capacités d'absorption d'eau très variables (mais élevées en moyenne) du fait des vacuoles apparues à l'origine lors du refroidissement des laves volcaniques. La maîtrise de la teneur en eau efficace est donc très délicate à garantir et la rhéologie des bétons produits peut être très sensible, en cas d'absorption d'eau non maîtrisée, entre fabrication et mise en œuvre.

C'est pourquoi les stocks de granulats doivent être humidifiés en permanence pour assurer une saturation préalable des matériaux avant malaxage. Mais les sables concassés sont très sensibles à un excès d'humidité du fait de leur granulométrie. C'est donc un pilotage particulier qui doit être réalisé pour en assurer une humidification adaptée.

Afin de limiter une tendance notable à la ségrégation, les BHP de cette île sont réalisés en combinant une partie de sable roulé aux matériaux concassés précédemment évoqués. Mais ces sables (provenant de l'Etang-Salé) sont rares et leur gestion peut s'avérer assez délicate, nécessitant la constitution de stocks tampons adaptés. Le déficit en fines des granulats et des sables basaltique est compensé par l'apport de sable roulé et surtout par un dosage assez élevé en ciment pour les

bétons courants. Cette particularité est moins marquée pour les BHP qui utilisent le seul CEM 52,5N disponible sur l'île. Il faut noter que le superplastifiant couramment utilisé avec ce ciment est l'Optima 100 dosé de façon récurrente à 2 %.

Le passage à des résistances supérieures à 50 MPa, impose l'utilisation de fumées de silice en provenance d'Australie, dont le dosage est assez délicat à bien maîtriser, et qui suppose un certain nombre d'adaptations sur les centrales de production de l'île. Les performances finales du béton voisinent 80 MPa, valeur supérieure aux 60 MPa attendus.

Une attention particulière doit être apportée au stockage des granulats en tampon dans les silos de la centrale qui doivent être vidés entre les périodes de production pour éviter des variations non maîtrisées des teneurs en eau.

Moyennant la prise en compte de ces particularités propres à l'île de La Réunion, le respect des spécifications données au fascicule 65A permet globalement d'assurer une gestion correcte de la mise en œuvre de ces bétons.

Michel Guerinet
Directeur scientifique
Eiffage Construction

AUTEUR

Brice Charlier
Directeur de travaux
OAEx ravine Fontaine
Grands travaux
de l'Océan indien (GTOI)
Centre Tamarins



Photo 1
Vue générale de la ravine Fontaine
General view of Fontaine Ravine

➔ L'ouvrage d'art exceptionnel (OAEx) de la ravine Fontaine franchit une brèche de 110 mètres de profondeur. Il s'agit du seul ouvrage en arc de la route des Tamarins. D'une portée de 199,6 mètres, il est constitué d'un arc métallique de 170 mètres supportant un tablier mixte par l'intermédiaire de pilettes rayonnantes.

Les fondations de l'ouvrage sont réalisées dans le fond de brèches creusées dans les flancs de la ravine. La charpente métallique est ensuite assemblée par encorbellement à partir des deux rives, la pose des éléments de charpente étant assurée par deux derricks conçus spécifiquement pour le chantier.

Outre les contraintes géotechniques, les travaux intègrent les fortes contraintes environnementales du site classé en zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF).

L'ouvrage d'art exceptionnel de la ravine Fontaine

Introduction

Sur la route des Tamarins reliant Saint-Paul à l'Etang-Salé, l'ouvrage d'art de la ravine Fontaine se situe sur le territoire de la commune de Saint-Leu. La mission de maîtrise d'œuvre, intègre l'ensemble des missions, des études d'avant-projet et de projet jusqu'à la réception de l'ouvrage. Les contraintes du site, principalement liées à la profondeur de la brèche à franchir (110 mètres) et à l'intérêt environnemental de la ravine, ont mené à la conception d'un pont en arc, supprimant tout appui en ravine. L'exécution des travaux, pour un montant de 26 millions d'euros H.T. est confiée au groupement d'entreprises demathieu & bard (mandataire), GTOI pour le génie civil et Cimolai pour la charpente métallique.

Le site de la ravine Fontaine

Comme bon nombre de ravines franchies par la route des Tamarins, la ravine Fontaine présente une brèche abrupte et profonde. Si sa rive droite reste facilement accessible, la rive gauche présente une emprise limitée par la présence à proximité d'une seconde ravine : la ravine Grand Etang. Les sols sont constitués d'une succession de coulées basaltiques de caractéristiques variables en fonction de leurs époques et séparées par des couches de scories plus ou moins lâches. Les premiers mètres sont composés de couches de mugéarite (basalte bleu, extrêmement dur), auxquelles succèdent des couches de basalte pintade constituant l'assise des fondations de l'ouvrage. D'un point de vue environnemental, la ravine Fontaine est un milieu très sensible (photo 1), d'une part pour les eaux de ruissellement qui alimentent le lagon ZNIEFF mer du récif de Saint-Leu, d'autre part pour la protection de la faune et de la flore, avec la présence d'espèces protégées

tant pour les plantes que pour l'avifaune avec le Puffin de Baillon (oiseau de mer nocturne caractéristique de La Réunion) ou le paille en queue.

Les principaux intervenants

Maître d'ouvrage
Région Réunion

Maître d'œuvre
Bureau d'études Greisch (mandataire) / Tremblet / Coyne et Bellier / Seti

Architectes
Atelier méridional Joël Nissou – Frédéric Zirk et Pierre-Guillaume Dezeuze

Entreprises
demathieu & bard (mandataire)
Grands travaux de l'Océan indien – GTOI (groupe Colas)
Cimolai

Bureaux d'études du groupement d'entreprises
Charpente Arcadis Sèvres
Génie civil Arcadis Toulouse

Principaux sous-traitants et fournisseurs
- Minage, confortements et traitement de terrain : groupement HC Océan indien – STIPS
- Tirants actifs : Solétanche Bachy (France)
- Béton : Holcim
- Armatures passives : SAMT
- Bornes de précontrainte : ETIC
- BN4 et corniches caniveaux : COMELY

Description de l'ouvrage

Sur la section RD10 – Etang-Salé, le profil en travers de la route des Tamarins comporte deux chaussées à deux voies de 7 m, avec des bandes dérasées de 1 m, des dévers en toit à 2,5 %, et une glissière centrale double en béton adhérent (DBA).

L'arc en acier, d'une ouverture de 170 m et une flèche de 22,5 m, a une géométrie variable s'inscrivant transversalement dans deux plans obliques.

Son épaisseur varie également de 4,35 m à la naissance à 1,05 m à la clé. Il supporte par l'intermédiaire de pilettes rayonnantes le tablier mixte d'une largeur de 20,10 m constitué de deux caissons métalliques de hauteur constante, de pièces de pont et consoles espacées d'environ 4 m, et d'une dalle en béton armé d'une épaisseur de 25 cm (figures 1a et 1b).

Chaque culée de l'ouvrage est constituée d'un massif béton monolithique dans lequel s'encastre l'arc métallique, d'une « culée haute » sur laquelle s'appuie la dernière travée du tablier mixte et d'un voile tympan liant la fondation de l'arc à la « culée haute ».

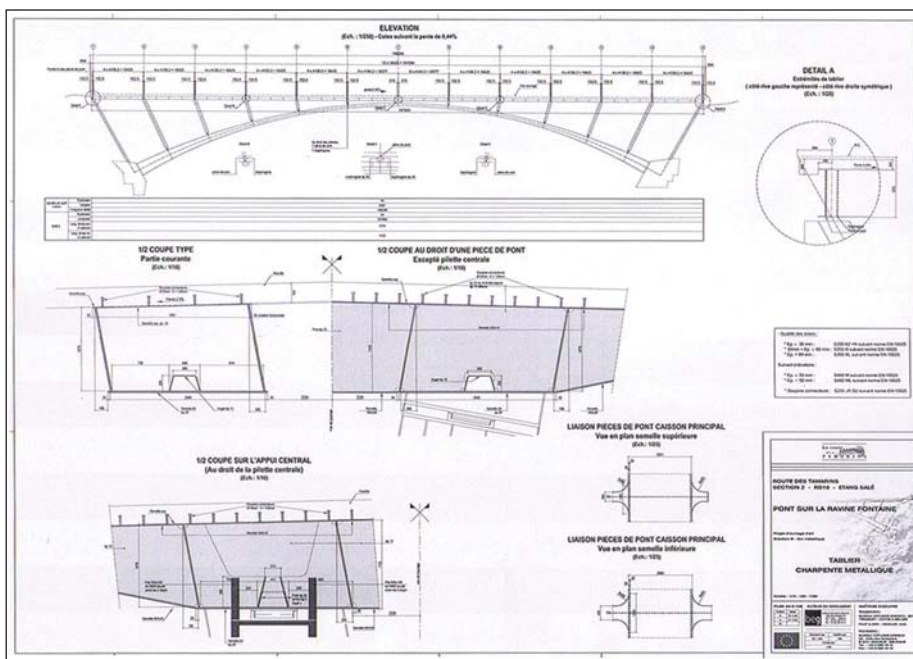


Figure 1a
Coupe longitudinale de l'ouvrage
Longitudinal section of structure

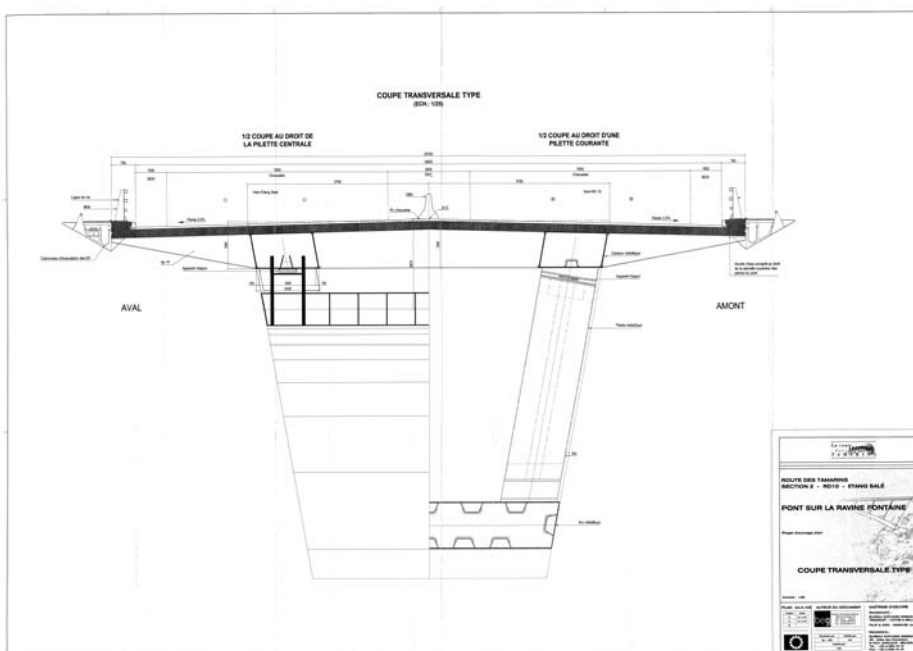


Figure 1b
Coupe transversale du tablier
Deck cross section

Les travaux

Le déroulement des travaux se décompose en quatre phases successives :

- le terrassement pour chaque culée d'une fouille de grande profondeur à flanc de falaise avec confortement à l'avancement et traitement du terrain à l'arrière des massifs de fondations de l'arc,
- la réalisation du génie civil des culées (massif, voile tympan et culée haute),

- le montage de la charpente métallique par encorbellement,
- la réalisation du hourdis béton et la pose des équipements.

Les terrassements

Les travaux ont débuté en octobre 2006, les terrassements et confortements associés se sont déroulés par passes successives de 2,50 m de haut, avec l'usage d'une grue à tour pour le marinage des matériaux

Dossier La route des Tamarins

(à la benne) et pour la manutention du matériel et des matériaux nécessaires aux confortements, cela impliquant un poids limité du matériel d'exécution (figure 2 et photo 2).

Le cycle type de production était le suivant :

- minage de la passe,
- marinage des matériaux,
- réalisation des ancrages passifs, assurant la stabilité du parement,
- réalisation du béton projeté.

L'extrême hétérogénéité des terrains rencontrés a eu plusieurs conséquences sur le déroulement des travaux :

- La nécessité de mobiliser une pelle de 22 tonnes à la place de la minipelle initialement prévue, afin de procéder au fractionnement secondaire des déblais et au reprofilage des parois, cette pelle restant en fond de fouille lors des tirs de minage.

Le génie civil des culées

Les massifs de fondation de l'arc représentent respectivement des volumes de 1 400 m³ en rive droite et de 900 m³ en rive gauche. Chaque massif, bétonné en deux plots, comporte 52 barres de précontrainte pour l'ancrage de l'arc au massif de fondation.

Un premier plot en forme de U permettait le positionnement d'un gabarit de pose des barres d'ancrages, ces dernières étant noyées dans le second plot de bétonnage. D'une épaisseur de 40 cm, le voile tympan a été réalisé au moyen d'un coffrage grim pant par levées de 3 m, avec ajout successif de clés de coffrage afin de réaliser les pilettes béton en forme de V servant d'appui aux extrémités du tablier (photo 3).

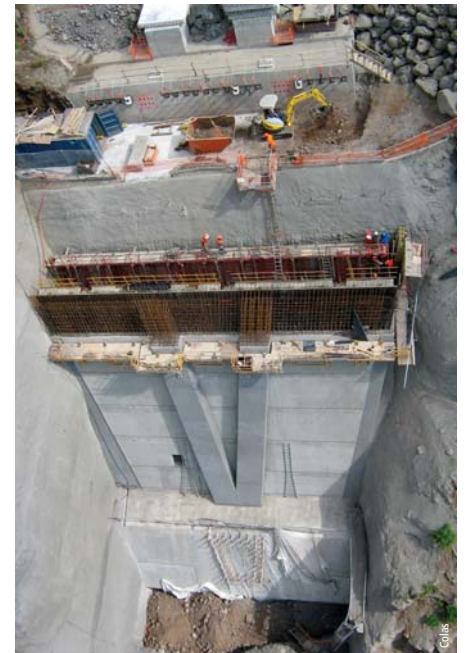


Photo 3
Réalisation du voile tympan rive gauche
Completion of left bank tympan shell

Le marché prévoyait initialement la réalisation d'un remblai stabilisé entre le voile tympan et la paroi en béton projeté. Si cette disposition a effectivement été mise en œuvre sur la rive droite, la rive gauche a fait l'objet d'une adaptation. En effet, les études d'exécution ont démontré un risque d'instabilité de la falaise en phase de construction. La solution retenue afin d'y remédier a été de supprimer le remblai stabilisé, et à lui substituer une structure à échelle, constituée du voile tympan, d'un voile « arrière » contre la paroi en béton projeté et de dalles préfabriquées posées à chaque levée. Cette adaptation a réduit la contrainte appliquée sur la face d'appui horizontale du massif de fondation.

Culée rive gauche - Phase 1

Terrassement à la pelle à chenille + BRH
Evacuation sur dépôt par camions et/ou tombereaux

- Déblai jusqu'à la cote 206.70
- Prédécoupage des talus jusqu'à 197.20 NGR
- Déblai sur une passe de 2.50 m (204.20 NGR)
- Confortements (clouage + béton projeté)

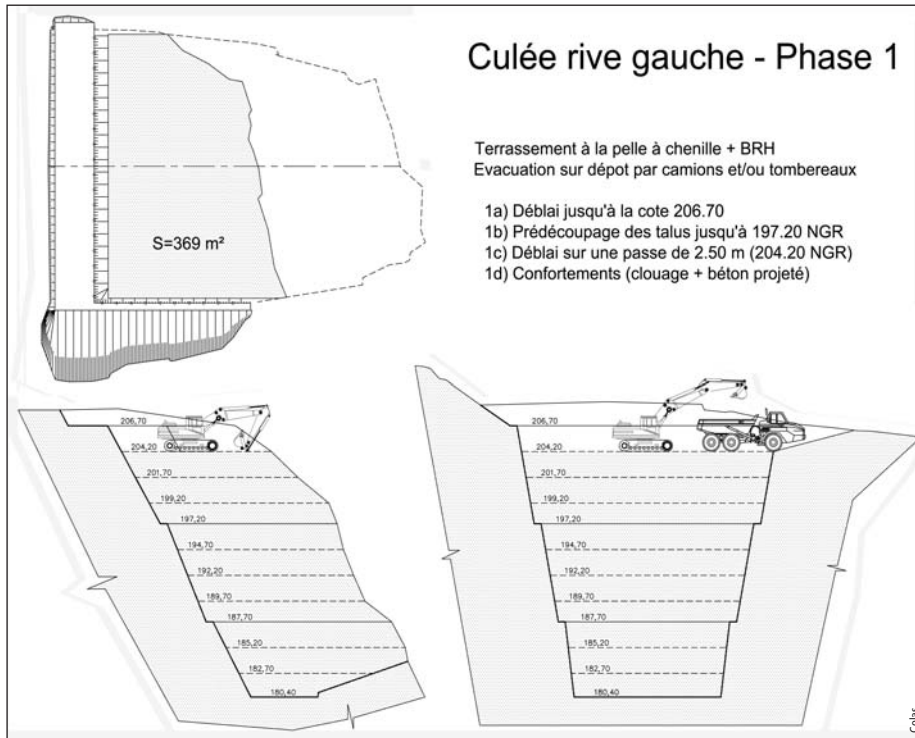


Figure 2
Phasage terrassement de la culée rive gauche
Phasing of earthworks for left bank abutment



Photo 2
Travaux terrassement de la culée rive gauche
Earthworks for left bank abutment

- L'adaptation de la méthode d'exécution des ancrages passifs car la longueur de ces derniers atteignant 15 m, la tenue des matériaux scoriacés par tubage du forage, tel que prévu initialement, conduisait au blocage du train de tige. L'alternative choisie a consisté dans l'utilisation de clous autoforants.
- L'adaptation du voile tympan en fonction des profils de terrassements obtenus. Par ailleurs, le terrain situé à l'arrière des massifs de fondations de l'arc a fait l'objet d'injections minimales de consolidation. Elles ont eu pour but de combler d'éventuelles failles à l'arrière des massifs.

En rive gauche, la présence de terrains scoriacés et de dalles de basalte fracturées sous l'assise du massif de fondation, combinée à un risque d'évolution de la falaise sous-jacente, ont conduit à la substitution du terrain sur une hauteur de 3,5 m et à des injections de consolidation sur une profondeur supplémentaire de 8 m.

La culée haute, constituée du mur garde-grève et des structures latérales, est caractérisée principalement par ses parements de coffrage architectoniques.

La charpente

Débuté en janvier 2008, le montage de la charpente, se fait par encorbellement à partir des deux culées. Les tronçons d'arc et de tablier sont assemblés et soudés

sur une aire aménagée en aval de ces dernières. Ils sont transférés à l'aide de chariots dans l'axe de l'ouvrage, puis pris en charge par un derrick de pose (capacité 130 tonnes) dont les voies de roulement sont positionnées au droit des âmes internes des caissons métalliques du tablier (photos 4a et 4b). En phase de construction, la structure de l'encorbellement est triangulée par l'intermédiaire de tirants provisoires, l'ensemble du porte-à-faux étant équilibré

à l'arrière de la culée par un massif de reprise liaisonné au tablier par un système butons + barres précontraintes. Le massif de reprise mobilise le terrain à l'arrière de la culée par l'intermédiaire de 20 tirants actifs d'une capacité unitaire de 105 tonnes. Les tensions dans les tirants provisoires sont réglées durant les phases de construction, l'objectif étant d'obtenir en fin de montage un état de tension et de déformation de la structure indépendante de la séquence de montage (figure 3).



Photo 4a
Pose du 2^e tronçon de tablier rive droite
Placing of second right bank deck section



Photo 4b
Le 2^e tronçon est posé sur le tablier rive droite
Second section placed on right bank deck

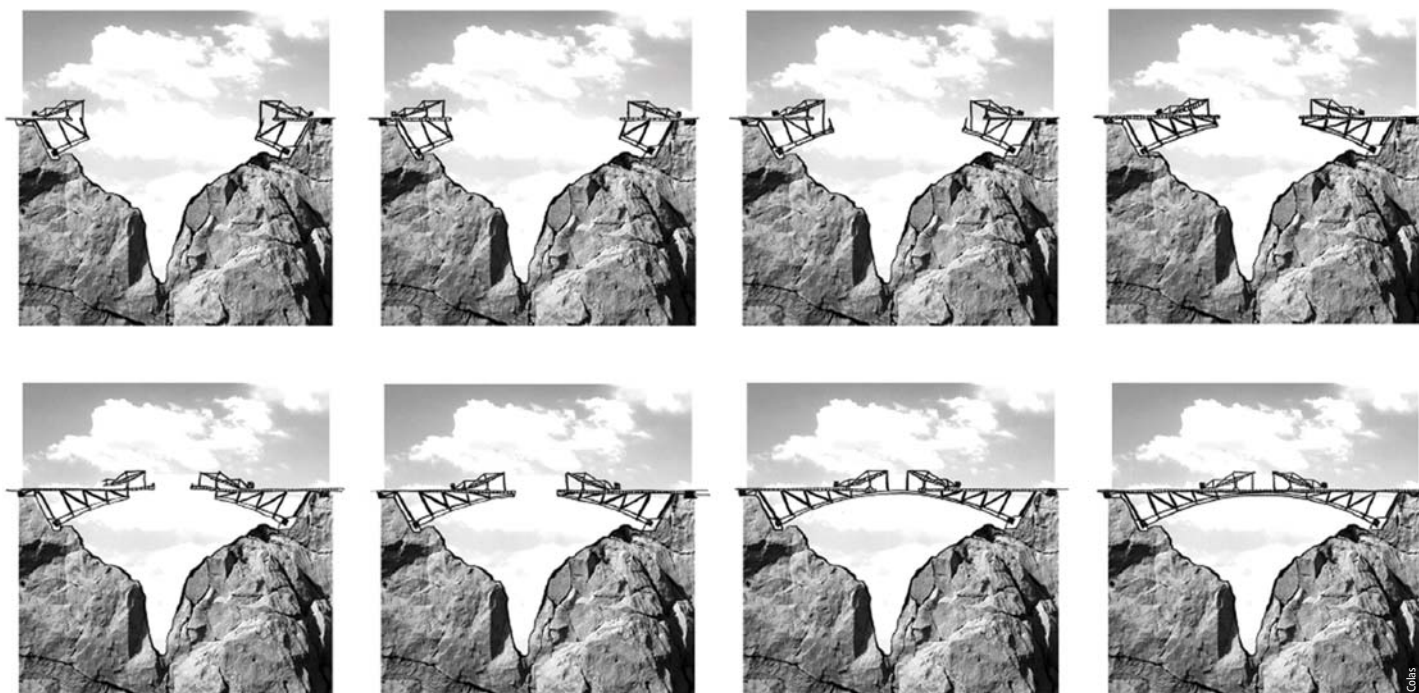


Figure 3
Cinématique de montage
Erection process

Dossier La route des Tamarins

Le dispositif de retenue est dimensionné pour résister à d'éventuels vents cycloniques. Toutefois, la phase de montage la plus critique est la pose des deux derniers tronçons d'arc avant la réalisation du clavage définitif (photo 5).

Le bétonnage de seconde phase est réalisé par plots de 30 m de long, avec un premier plot central, puis une alternance des bétonnages de part et d'autre du plot central afin de charger symétriquement la structure métallique.



Photo 5
Avancement des travaux au 1^{er} juin 2008
Work progress on 1 June 2008

Le hourdis béton et les équipements

Le hourdis est constitué de pré-dalles collaborantes d'une épaisseur de 12,5 cm, servant de coffrage lors du bétonnage de l'épaisseur complémentaire du hourdis. Elles sont mises en place par l'intermédiaire du derrick de pose de la charpente, en partant de la rive gauche vers la rive droite. En effet, l'exiguïté du site implique la préfabrication de la totalité des pré-dalles sur la rive droite de l'ouvrage.

Les équipements sont constitués de :

- une corniche caniveau métallique pour le passage des réseaux concessionnaires,
- une barrière type BN4,
- une étanchéité par feuilles préfabriquées,
- une couche de liaison en béton bitumineux et une couche de roulement en béton bitumineux très mince,
- des joints de chaussée,
- une barrière centrale type DBA.

La livraison de l'ouvrage est prévue fin mars 2009. ■



Exceptional bridge structure across Fontaine Ravine

The exceptional structure (OAE_x) on the Fontaine Ravine crosses a gap 110 metres deep. It is the only bridge structure on the Tamarins Road. With a span of 199.6 metres, it has a steel arch of 170 metres supporting a composite deck via radiating piers. The bridge foundations are placed in excavated recesses on the sides of the ravine. The structural steelwork is then assembled by cantilevering from the two banks, the structural elements being placed by two derricks designed specifically for this project. In addition to geotechnical stresses, the works had to deal with the significant environmental constraints of the site which is classified as a natural zone of ecological, faunal and floral value (ZNIEFF).

Dossier La route des Tamarins

AUTEUR

Imed Ben Fredj
Directeur
Eiffage TP Réunion



Vue aérienne du TOARC 1
Aerial view of TOARC 1 works

De Saint-Paul à Etang-Salé



Eiffage Travaux Publics (Eiffage TP, Fougerolle Ballot, Appia Grands Travaux) réalise une part significative du plus grand chantier routier de France en mobilisant des compétences dans tous ses métiers. Il s'agit de l'autoroute à 2 x 2 voies, reliant Saint-Paul à Etang-Salé ; elle va soulager la nationale 1 totalement saturée.

Les travaux des TOARC 1 et 2

Ces travaux représentent :

- 14,5 km, soit près de la moitié de la route des Tamarins,
- 2,5 millions de m³ de déblais,
- 2,5 millions de m³ de remblais,
- 43 ouvrages d'art.

Le TOARC 1 traverse dans sa section nord des plantations de cannes à sucre.

Le TOARC 2 a un relief beaucoup plus accidenté avec le franchissement de plusieurs ravines et des pentes plus marquées.

Eiffage Travaux Publics a été adjudicataire, en groupement avec Razel et Matière, des lots terrassement, ouvrages d'art, réseaux et rétablissement des voies de communication (TOARC) 1 et 2 de la section 2.

Les terrassements

La présence de nombreuses ravines impose un découpage des travaux de terrassement

| | TOARC 1 | TOARC 2 |
|-------------------------------|------------------------------|---|
| Sections | RD 10 / Ravine Trois Bassins | Ravine Trois Bassins/ Ravine Fontaine |
| CARACTÉRISTIQUES | | |
| 2 x 2 voies | 7,5 km | 7 km |
| Altitude moyenne | 290 | 240 |
| Diffuseurs | 2 | 1 |
| Voies rétablies | 3 | 2 |
| Aires de repos/service | 1 couple AS | - |
| QUANTITATIF | | |
| Volume déblais | 1 300 000 m ³ | 1 100 000 m ³ |
| Volume remblais | 920 000 m ³ | 970 000 m ³ |
| Déblais à l'explosif | 485 000 m ³ | 400 000 m ³ |
| Tonnage concassé sur site | 550 000 t | 460 000 t |
| Linéaire canalisations | 2 600 m | 2 100 m |
| Linéaire fossés | 9 900 m | 7 900 m |
| OA courant PI | 6 | 3 |
| OA courant PS | - | 2 |
| OH (conduits Matière) | 11 | 9 |
| OA non courant (hors TOARC) | 6 | 6 |
| OA exceptionnels (hors TOARC) | Ravine Trois Bassins (nord) | Ravine Trois Bassins (sud), Grande Ravine, Ravine Fontaine |

Les principales caractéristiques des TOARC

Dossier La route des Tamarins



Photo 2
Ravine de l'ouvrage d'art non courant (OANC) 2 R 5
Ravine, non-current engineering works (OANC) 2 R 5

en une multitude de segments de faible longueur : 44 segments d'une longueur moyenne de 300 m. La faible emprise du chantier, imposée par le respect d'un environnement agricole ne favorise pas davantage les mouvements de terre (photo 2).

En ce qui concerne les matériaux, ils correspondent à l'origine volcanique de l'île. Les épanchements volcaniques ont créé une accumulation de matériaux hétérogènes, en nature et en épaisseur. Les coulées sont composées d'une alternance de bancs rocheux et de bancs scoriacés, et sont surmontées par des matériaux meubles de couverture, blocs, cailloux et de formations détritiques.

Matériaux de déblais

Les matériaux de déblais ont été subdivisés en cinq classes :

- Les matériaux meubles (classes 1 et 2) sont des terrains de couverture de nature essentiellement limoneuse ou graveleuse. Ils nécessitent un déroctage par ripage et sont extraits à la pelle mécanique.
- Les matériaux de classe 3 sont constitués d'un mélange de tufs et scories ; les matériaux de classe 4 sont plus compacts avec des basaltes vacuolaires et des scories compactes ; et les matériaux de classe 5 sont des bancs massifs et durs de basaltes. Le minage s'est avéré un choix pertinent pour extraire ces matériaux et garantir le rendement des échelons de terrassement.

Sur les TOARC 1 et 2 classiques, 2 400 000 m³ ont été terrassés (photo 3). La proportion traitée par minage varie de 40 à 45 % du volume, les autres matériaux rocheux ayant été déroctés par des moyens mécaniques (dent, brise-roche hydraulique (BRH)).

Elaboration des matériaux

La présence d'une forte proportion de matériaux rocheux basaltiques a permis de produire sur le site les granulats concassés utilisés pour les ouvrages techniques du terrassement :

- remblais de purges et d'assises d'ouvrage d'art (OA) en 0/150 ;
- remblais drainants 10/150 ;
- remblais continus d'OA 0/100 ;
- couche de forme 0/60 des voies de rétablissement ;
- couche de forme 0/150 en section courante pour les 50 premiers centimètres.

Ces matériaux ont été produits sur la trace à l'aide de concasseurs mobiles, soit à partir des déblais minés,

ou de stocks de blocs. Avant concassage les blocs sont fragmentés.

La couche de forme 0/150 reçoit une couche de réglage de 10 cm de grave non traitée (GNT) 0/20 produite par les carriers de l'île.

Assainissement

Les ouvrages hydrauliques de la route des Tamarins sont adaptés à la forte pluviosité de l'été notamment en période cyclonique. De ce fait, les aménagements hydrauliques paraissent surdimensionnés par rapport aux ouvrages comparables de métropole (photo 4).



Photo 3
Terrassement des matériaux
Earthworks



Photo 4
Terrassement d'un bassin
Basin earthworks

Ces ouvrages, conçus pour une crue centennale représentent une part importante des TOARC.

Au niveau des ravines secondaires, les écoulements sont assurés par des ouvrages hydrauliques du type ponts cadres ou conduits Matière. En ce qui concerne les ravines principales, on retrouve les OANC ou ouvrages d'arts exceptionnels (OAEx).

Les bassins ont été conçus pour se vider en moins de 72 heures, afin d'éviter le développement des larves de moustiques.

Ouvrages d'art

Aux dizaines de ravines correspondent autant d'ouvrages de franchissement. La plupart sont franchies par des ouvrages d'art courants : par des OAEx, pour les brèches de plus de 150 m ; par des OANC (photo 5), pour les brèches intermédiaires de 60 à 150 m.



Photo 5
OANC de la Ravine Chaloupe
Chaloupe Ravine, non-current engineering works (OANC)

Sur les quatre OAEx, Eiffage TP a construit en groupement deux ouvrages importants qui font l'objet d'un article spécifique dans le présent dossier :
- le viaduc de Saint-Paul (756 m),
- le viaduc de la ravine des Trois Bassins (375 m).

Chaussées

Appia Grands Travaux est mandataire du lot qui relie la Ravine Fontaine au nord (Saint-Leu) à la RN 1 au sud, avec un raccordement à Etang-Salé. Le lot sud correspond aux TOARC 3 et 4 et le linéaire de la section est de 27 km.

Les travaux de chaussées font l'objet d'un article spécifique dans le présent dossier.

Conclusion

Eiffage Travaux Publics, adjudicataire de plusieurs ouvrages majeurs dans le domaine des terrassements, des ouvrages d'art et des chaussées contribue à la réalisation de ce grand projet qu'est la route des Tamarins.

Les équipes venues de métropole ont largement fait appel au personnel local et l'entreprise est désormais présente avec Eiffage TP Réunion. ■



Eiffage Travaux Publics on the "Route des Tamarins"

The French construction group Eiffage Travaux Publics (Eiffage TP, Fougerolle Ballot) is completing a significant part of France's biggest highway engineering project, mobilising the group's capabilities in all its trades. What is involved is the dual two-lane motorway between Saint-Paul and Etang-Salé relieving traffic on the totally saturated national highway RN 1. It was awarded, jointly with Razel-Matière, the TOARC contract lots 1 and 2, Section 2, for earthworks, engineering structures, utility networks and the restoral of communication systems.

Dossier La route des Tamarins

AUTEURS

Yves Mortel
Directeur travaux,
lot chaussées nord
Grands travaux de l'océan indien (GTOI)
Centre Tamarins

Pierrick Dupuy
Responsable technique,
lot chaussées nord
**Société bourbonnaise
de travaux publics et de construction (SBTPC)**

Etienne Le Bouteiller
Directeur technique et développement
Direction générale internationale
Colas

Section 2 Chaussées nord


 Le groupement GTOI / SBTPC a été désigné pour réaliser le lot chaussées nord, entre Saint-Gilles et Saint-Leu, sur une distance de 15 kilomètres. Au-delà des exigences fixées par le maître d'ouvrage, il s'agit de maîtriser des aléas climatiques et un contexte géographique montagneux. Un défi technique et logistique.



Photo 1
Vue générale mise en œuvre chaussées
General view – Pavement works

Introduction

Le lot chaussées nord de la section 2 de la route des Tamarins est un projet routier d'envergure. Quinze kilomètres de section courante en 2 x 2 voies et 240 000 tonnes d'enrobés en sont les données d'entrée. Mais la spécificité de ce lot consiste dans la densité exceptionnelle des obstacles à franchir avec 16 ravines dont deux sont enjambées par des ouvrages d'art remarquables (ravine Trois Bassins et Grande Ravine). Le groupement d'entreprises GTOI / SBTPC (groupes Colas et Vinci) a été désigné par la région Réunion pour mener à bien ce projet qui demande 19 mois de travaux. Cent trente personnes, deux centrales d'enrobage, trois ateliers de mise en œuvre sont mobilisés (figures 1 et 2).



Figure 1
Principaux acteurs
Main players



Figure 2
Chiffres clés
Key figures

La réalisation des structures de chaussées

La chronologie du projet amène le groupement à prendre possession sur la section courante d'une couche de forme en grave 0/150 mm produite essentiellement sur place grâce à la valorisation de déblais rocheux basaltiques. En abords d'ouvrages, il s'agit de reprendre la partie supérieure des terrassements (PST) afin de créer une structure de chaussée complète sur des zones particulièrement sollicitées dans le temps (liaison entre chaussée bitumineuse épaisse souple et bétons bitumineux (BB) sur hourdis en béton rigide).

Le groupement a procédé à des investigations sur la zone d'emprise des travaux afin de valoriser des gisements rocheux à l'aide d'installations de concassage mobiles. Ces investigations permettent de localiser a concentration de roches massives en vue de la production de gravas non traitées, GNT 1 (ex-GNT 0/63 mm) dont les caractéristiques intrinsèques et la répartition granulaire garantissent la bonne faisabilité des couches de forme. Sur les abords d'ouvrages où les espaces de travail sont exigus, les fortes contraintes altimétriques fixées par le marché entraînent le recours à des niveleuses munies de *DPS* (*Driving Position System*) qui règlent automatiquement les pentes transversales et longitudinales en fonction des données « projets » chargées dans la mémoire du système de guidage. La section courante est livrée au niveau de la plate-forme (partie supérieure de la couche de forme). De par sa nature (grave basaltique type 0/150), elle offre de bonnes caractéristiques en termes de portance, mais souffre d'une géométrie plus approximative du fait de la dimension de ses plus gros éléments. Aussi, le marché

a-t-il intégré la réalisation d'une couche de réglage en GNT 3 réhumidifiée et recomposée (ex-GNT « B » 0/20 mm).

L'atelier de mise en œuvre peut paraître très important à première vue puisqu'il est équipé d'un ensemble finisseur-alimentateur guidé par *DPS*. Toutefois, à la vue des exigences du marché, il s'avère nécessaire puisque, outre des contraintes sur la qualité de la fourniture et celles du réglage, ce sont des campagnes de mesure de l'uni longitudinal qui doivent être réalisées.

La structure de chaussées du projet (tableau 1) est constituée de couches d'assises (fondation + base) réalisées en enrobé à module élevé (EME 0/14 classe 2) qui est un produit relativement peu employé localement, mais dont la route des Tamarins aura banalisé l'utilisation. Le niveau de qualification des études de formulation fixé à « 4 » implique la participation du campus scientifique et technique (CST) de Colas, et du centre de recherche de Mérignac (CRM) d'Eurovia.

Parallèlement à la qualité nécessitée sur l'EME qui remplit des fonctions structurelles, c'est sur les caractéristiques de confort que les exigences se concentrent dans le cas des couches de liaison et de roulement : le choix du maître d'œuvre s'est porté sur un béton bitumineux semi-grenu (BBSG) 0/10 de classe 3 et un béton bitumineux très mince (BBTM) 0/6 de classe 2, dont les caractéristiques de résistance à l'orniérage sont supérieures aux spécifications des normes françaises correspondantes.

Pour permettre un excellent comportement des couches supérieures, le cahier des charges a fixé :

- pour le BBSG : une résistance à l'orniérage inférieure à 3 % à 30 000 cycles (au lieu de 5 %, selon la norme NF P98-130, novembre 1999) ;
- pour le BBTM (essai de stabilité mécanique) : profondeur de formation inférieure à 10 % à 30 000 cycles (au lieu de 20 % à 3 000 cycles, selon la norme XP P98-137, mai 2001).

| Couche | Nature matériaux | Epaisseur |
|----------------|------------------|---------------|
| Roulement | BBTM 0/6 | 2,5 cm |
| Liaison | BBSG 0/10 cl. 3 | 6 cm |
| Base | EME 0/14 cl.2 | 9 cm |
| Fondation | EME 0/14 cl.2 | 10 cm |
| Réglage | GNT 3 (0/20) | 10 cm |
| Plate-forme PF | GNT 1 (0/63) | Ev2 > 100 MPa |

Tableau 1
Structure de chaussées en section courante
Pavement structures along the road

Dans un contexte de réseau structurant pentu et sinueux à moyenne altitude, la contrainte sur l'uni longitudinal est un autre défi pour le groupement. Il s'agit d'obtenir toutes les qualités de confort routier telles qu'on peut les atteindre sur les meilleurs axes autoroutiers métropolitains. En effet, au-delà des exigences d'uni longitudinal à remplir dès la couche de réglage en GNT, le but est de pouvoir offrir les caractéristiques habituellement requises pour un réseau limité à 130 km/h : l'absence de phénomène de « tôle ondulée » ou d'inconfort est garantie !

Un défi logistique

La réalisation du projet de la route des Tamarins implique une réflexion globale sur les moyens de production et de mise en œuvre. La problématique des granulats est un enjeu majeur puisque chaque filière est concernée : de la production des bétons à celle des enrobés, les granulats sont majoritairement issus du gisement alluvionnaire des Buttes du Port dans le nord-ouest de l'île. SCPR (filiale du groupe Colas), a mis en place un dispositif de concassage et de criblage des matériaux. Cet investissement lourd garantit une production annuelle supérieure à 1 000 000 de tonnes de granulats : malgré cette capacité, l'installation tourne en permanence afin de satisfaire les besoins jusqu'à la livraison du chantier.

Face à des besoins massifs en bétons bitumineux (240 000 tonnes) sur une période courte, le groupement a fait le choix d'acquérir deux centrales

Dossier La route des Tamarins

d'enrobage de capacité moyenne (photo 2) : une centrale Ermont TSM 17 XL-M pour la filiale industrielle de la SBTPC et une centrale Ermont TSM 17- XL pour la filiale GTOI. La production horaire cumulée des deux centrales approche les 430 t/h pour une hygrométrie moyenne des granulats égale à 2,5 %.



Photo 2
Centrale d'enrobage et stockage granulats
Asphalt mixing plant and aggregate stocking

Face à ces besoins de haute technicité exigés par le cahier des charges, les partenaires du groupement se sont orientés vers l'acquisition de matériels importés de dernière génération. L'atelier de mise en œuvre (photo 3a) en section courante est entièrement neuf avec en tête, un alimentateur Vögele MT-1000-2 sur chenille. Associé à ce dispositif, le finisseur ABG Titan 7820 muni d'une table HPC lourde de 9 m (photo 3b) assure un rendement important et une qualité d'exécution élevée.



Photo 3a
Atelier de mise en œuvre
Laydown equipment

Légèrement en retrait par rapport à ce premier atelier et dans le but d'assurer la qualité du joint longitudinal, un second atelier est composé par un second finisseur Titan 7820 équipé d'une table Variomatic légère de 2,5 m. L'atelier de compactage est doté de trois compacteurs Bomag BW 27 RH dont les principales caractéristiques résident dans le dispositif automatique de gonflage des pneus et l'entraînement hydrostatique

efficace qui permet une parfaite maîtrise des changements de translation. Enfin, trois cylindres tandem Bomag BW161 complètent cet atelier de mise en œuvre et garantissent une parfaite planéité grâce au grand diamètre des cylindres (1 220 mm) et au nouveau dispositif de commande automatique de la vibration (photo 4).



Photo 4
Atelier de compactage
Compacting equipment

Au-delà du matériel d'exécution, il s'agit d'importer les produits nécessaires à la fabrication des matériaux bitumineux. Les doses et ajouts n'entraînent pas de contraintes particulièrement importantes dans la mesure où ils sont généralement peu dosés et déjà conditionnés pour le transport. La problématique du liant bitumineux est tout autre

Afin de répondre au besoin massif de bitume, les deux entreprises du groupement ont mis en place un parc de stockage en conteneurs calorifugés : il augmente la capacité de stockage de 2 000 t pour une consommation totale de 13 000 t pour cette campagne.

Les contraintes climatiques

L'une des caractéristiques majeures du climat réunionnais réside dans l'importance des phénomènes d'évaporation. Aussi, l'approche environnementale du chantier implique un arrosage permanent des pistes. L'arrosage des sols et matériaux mis en œuvre est également requis par les guides techniques routiers. En effet, chaque matériau non traité pour une utilisation en chaussées fait l'objet d'une identification complète et d'une détermination de teneur en eau optimale par le biais d'un essai Proctor. Ces références « Proctor » permettent de connaître précisément les quantités d'ajout d'eau à répandre afin de compacter le matériau à l'état hydrique « moyen ».

Autre particularité climatique de l'île : elle est au cœur d'une zone cyclonique. En 2008, pas moins de 14 systèmes dépressionnaires auront balayé l'île avec de fortes précipitations, sans toutefois subir les assauts d'un cyclone tel que Gamède en 2007.



Photo 3b
Table grande largeur
Large-width screed

dans un contexte réunionnais particulier : les capacités de stockage à l'échelle locale sont insuffisantes et souffrent de la présence conjointe de deux classes de bitume (20/30 et 35/50). Aussi, les consommations atteintes impliquent-elles une optimisation des stockages en cuves et une augmentation du transit de bitume entre l'Afrique du Sud et La Réunion par la mise à disposition d'un vraquier supplémentaire.

Grâce au dispositif de veille cyclonique mis en place par la préfecture et Météo-France, le groupement est en mesure d'assurer la sécurité des travailleurs, du matériel, et des installations. Les installations de chantier ainsi que les centrales d'enrobage sont dimensionnées pour résister à des conditions cycloniques. Des haubanages sont mis en place et des plots de lestage disposés

selon les plans émis par des bureaux d'études spécialisés.

En cas de risques liés au passage d'une dépression, le groupement active une procédure de sécurisation des sites et du tracé par la réalisation de fossés et d'exutoires supplémentaires ou encore la mise en sécurité du matériel de chantier exposé. Il est également fait usage d'émulsion afin d'étancher certains stocks de matériaux sensibles à l'eau comme les stocks de sables difficiles à déshydrater en centrale d'enrobage.

Les contraintes géologiques

La géologie des sols sur le chantier est constituée essentiellement d'alternances de coulées basaltiques denses et de scories lâches. Quant aux zones d'extractions de matériaux pour enrobés, elles se concentrent dans le bassin alluvionnaire du nord-ouest de l'île.

Les basaltes réunionnais utilisés dans le domaine des chaussées présentent des caractéristiques particulières et imposent une approche parfois différente de la formulation de mélanges, notamment hydrocarbonés :

- Les caractéristiques intrinsèques sont excellentes malgré un aspect visuel macroporeux marqué : essai Los Angeles (LA) : 14 ; essai Micro-Deval : 15 (MDE).
- Ces basaltes sont caractérisés par un coefficient d'absorption élevé (WA24 = 2,5 % environ) qui impose des adaptations au niveau des études et des précautions lors de la production de bétons bitumineux.

- Une partie du bitume du mélange est absorbé par les granulats, ce qui implique des surdosages de l'ordre de 0,3 à 0,7 % dans les formules par rapport aux teneurs en liant usuelles afin de garantir les performances mécaniques des enrobés. La mesure de la masse volumique réelle (MVR) de l'enrobé donne également des différences de résultats parfois significatives selon que l'on utilise la méthode A (volumétrie) ou la méthode C (par calcul) selon la norme NF EN 12697-5.

- Un phénomène de dégazage des gravillons dû à une déshydratation incomplète avant enrobage peut être rencontré lorsque les débits de fabrication sont trop élevés et les temps de séchage à la flamme des granulats insuffisants.
- Les granulats produits sont aussi très frottants, phénomène qui est mis en évidence par un défaut de maniabilité à l'essai à la presse à cisaillement giratoire (PCG) (NF EN 12697-31) avec des valeurs de pourcentage de vides limites, voire hors des spécifications, alors que l'on obtient aisément les compacités *in situ*.

Avec ce type de matériaux, les résultats de résistance à l'orniérage sont souvent excellents.

- La qualité des fines présente quelques particularités car les résultats de mesures d'équivalent de sable, ES, (NF EN 933-8) et de valeur de bleu, VB, (NF EN 933-9) sur 0/4 sont proches des limites admissibles pour un matériau classé en B III a selon la norme XP P 18-545.

Couches de base et de fondation : EME 0/14

La formulation d'un EME 0/14 classe 2 niveau 4 répondant aux exigences du marché a nécessité plus de trois ans de recherches et la réalisation de sept variantes depuis 2004 par les différents services enrobés du CST de Colas (tableau 2).

| Formule EME 0/14 classe 2 | Composition | Commentaires |
|---|--------------------------|-----------------------------------|
| Coupures granulométriques | 0/4 – 4/6 – 6/10 -10/14 | Courbe optimisée |
| Bitume | 20/30 sud-africain | Teneur en liant 6,25 % |
| Essais | Résultats étude niveau 4 | Spécifications CCTP / NF P 98-140 |
| Essai PCG Teneur en vides à 100 girations (%) | 5,4 | < 6 |
| Essai Duriez R (MPa) Rapport r (MPa) / R (MPa) | 21,3 0,82 | > 0,80 |
| Tenue à l'orniérage Teneur en vides Banc Gamma (%) Ornière à 30 000 cycles 60 °C (%) | 5,3 5,5 | 3-6 < 7,5 |
| Module complexe Teneur en vides des éprouvettes (%) E* 15 °C 10Hz (MPa) | 5,0 14 022 | 3-6 > 14 000 |
| Tenue en fatigue Teneur en vides des éprouvettes (%) Tenue en fatigue ϵ_6 10 °C 25 Hz (def) | 3,0 130 | 3-6 > 130 |

Tableau 2

Performances de l'EME 0/14 classe 2

Performance of 0/14 Class-2 high-modulus asphalt (EME)

Dans le cas de l'équivalent de sable, ces résultats sont dus à une faible proportion d'éléments fins sains et poreux qui flocculent. La valeur au bleu sur fraction 0/4 est également élevée du fait de l'absorption de bleu de méthylène dans les porosités des gros éléments en lieu et place des argiles nocives recherchées. Cette particularité des sables impose le plus souvent l'utilisation de dope d'adhésivité dans les enrobés ou un surdosage en bitume afin d'assurer la conformité aux exigences de tenue à l'eau Duriez.

Zoom sur les études de formulation des matériaux bitumineux

D'un point de vue technique, ce chantier présente des défis peu communs en raison de la situation géographique et climatique de l'île. Le comportement des enrobés face à ce type de sollicitations (température de référence, agressivité) a nécessité de longues campagnes d'études de formulation, notamment sur les couches d'assises où les EME ont fait l'objet d'une grande attention.

La problématique principale pour l'obtention du module et de la résistance en fatigue conformément aux spécifications de la norme NF P 98-140 (novembre 1999) aura été de trouver le liant dur adapté (20/30) et disponible dans la zone Océan Indien ainsi que la courbe granulométrique optimale avec les granulats à disposition localement. Les nombreuses études auront été justifiées par le changement de la station de concassage du fournisseur (société concassage préfabrication Réunion (SCPR) au Port) pendant l'année 2007 ainsi que par la recherche de la teneur en liant optimale pour obtenir la conformité de l'ensemble des performances mécaniques.

Couche de liaison : BBSG 0/10

Les spécifications particulièrement sévères en termes d'orniérage sur le BBSG 0/10 ont été atteintes avec un bitume 35/50 pur (tableau 3). En revanche, afin d'avoir le meilleur compromis entre la tenue à l'eau à l'essai Duriez et la résistance à l'orniérage, la teneur en liant a été volontairement limitée, mais l'ajout d'un dope d'adhésivité est devenu nécessaire.

Malgré des résultats limites aux spécifications en termes de teneur en vides à la presse à cisaillement giratoire (PCG), le BBSG se comporte extrêmement bien à la mise en œuvre et les spécifications

Dossier La route des Tamarins

de compacité pour un BBSG de classe 3 selon la norme (entre 4 et 8 % de vides) sont atteintes, assurant ainsi une bonne étanchéité des couches sous-jacentes.

| Formule BBSG cl 3 | Composition | Commentaires |
|------------------------------------|--------------------------|--|
| Coupures granulométriques | 0/4 – 4/6 – 6/10 | - |
| Bitume | 35/50 sud-africain | Teneur en liant 5,5 % Ajout dope d'adhésivité |
| Essais | Résultats étude niveau 2 | Spécifications CCTP & NF P 98-140 |
| Essai PCG | | |
| Teneur en vides à 10 girations (%) | 16,9 | > 11 |
| Teneur en vides à 60 girations (%) | 10,2 | 5 – 10 |
| Essai Duriez | | |
| R (MPa) | 9,4 | |
| Rapport r (MPa) / R (MPa) | 0,84 | > 0,75 |
| Tenue à l'orniérage | | |
| Teneur en vides Banc Gamma (%) | 8,3 | 5 – 8 |
| Ornière à 30 000 cycles 60 °C (%) | 2,3 | < 3 (< 5 norme) |

Tableau 3

Performances du BBSG 0/10 classe 3+

Performance of 0/10 Class-3+ semi-granular asphalt

Couche de roulement : béton bitumineux très mince (BBTM) 0/6

Pour le BBTM 0/6, outre un suivi particulièrement rigoureux de la qualité des granulats, la production à l'échelle locale d'un bitume fortement modifié aux élastomères s'est avérée indispensable : le choix s'est donc porté vers la fabrication d'un produit de la gamme Colas, le Colflex S® (tableau 4). L'achat d'une unité neuve de modification de liant installée sur le site industriel de GTOI au Port a été nécessaire pour répondre aux besoins du chantier.

L'utilisation d'un filler d'apport est nécessaire afin d'obtenir un pourcentage de fines suffisant dans la formule. Il n'existe pas de source de filler calcaire disponible sur l'île de La Réunion, c'est pourquoi il est utilisé très couramment dans les formules de BBTM ou de BBM du ciment de type CEM II, acheté localement. Le faible pourcentage d'ajout en ciment (1 à 2 % maximum selon les enrobés) n'a pas d'impact sur les caractéristiques des enrobés.

L'assistance technique au cœur des travaux

Afin de répondre aux exigences du cahier des charges, le groupement a mis en place un dispositif contrôle qualité important avec deux pôles laboratoire et topographie directement liés au directeur de projet.

Le laboratoire doit être à même de formuler un béton extrudé pour équipements de sécurité, définir des zones d'extraction de matériaux pour extraction et concassage de GNT sans oublier l'étalonnage des postes d'enrobage, la vérification de dimensionnement de chaussées ou le suivi de mise en œuvre des bétons bitumineux.

Pour sa part, la cellule topographie est tenue de maîtriser tous les moyens de contrôle traditionnels auxquels s'ajoutent les éléments de guidage embarqués de nouvelle génération qui nécessitent une attention toute particulière pour un résultat de grande qualité DPS.

Pour répondre à ces besoins, le groupement a doté ces postes de budgets importants

afin de disposer d'équipements de haute technicité en parfait état de fonctionnement. Enfin, la cellule de contrôle dispose également du renfort d'expertise des laboratoires du CST (Colas) et du laboratoire Eurovia Management de Carquefou (Vinci).

La production des BB nécessite des précautions particulières (suivis quotidiens d'hygrométrie) du fait de la variation importante dans le temps et sur un même stock des hygrométries des constituants.

Il s'agit de maîtriser l'état hydrique du mélange granulaire afin que la table de pesée de la centrale d'enrobage puisse déterminer précisément la quantité de granulats secs à enrober. Il est donc primordial d'effectuer des suivis fréquents d'hygrométrie et de sensibiliser les équipes d'approvisionnement des granulats pour obtenir un mélange avec une teneur en eau connue et donc une teneur en liant conforme.

Le projet de la route des Tamarins génère des besoins spécifiques en termes de contrôles et donc le recours à des matériels d'essais non présents sur l'île. Le groupement a fait l'acquisition de matériels tels que l'appareillage de mesure automatique de la température de ramollissement bille anneau (TBA) ou encore un bâti de mesures de pesées hydrostatiques.

Toutefois, l'acquisition majeure du groupement pour le contrôle sur ce projet est l'analyseur de profil en long (APL) NBO de Vectra. Cet appareil de mesure en continu de l'uni longitudinal permet, en phase de construction de la chaussée, d'adapter les méthodes de guidage du finisseur en fonction des résultats obtenus. Il constitue un outil déterminant dans la détection de défauts du profil en long et son exploitation est un réel atout pour les équipes d'application.

La construction des chaussées bitumineuses de la route des Tamarins constitue, à plus d'un titre, un challenge redoutable. Il s'agit en effet, d'un chantier insulaire d'une dimension exceptionnelle. Les exigences techniques ne sont pas moins contraignantes, tant en ce qui concerne les caractéristiques mécaniques des enrobés eux-mêmes, que la qualité de leur mise en œuvre. Pour relever ce challenge multiple, les entreprises locales ont mis en œuvre des moyens adaptés, après une préparation minutieuse et en mobilisant de multiples connaissances et savoir-faire, à l'entière satisfaction du client. Nul doute que ces entreprises sortiront renforcées, prêtes à relever les nouveaux défis de l'avenir.

| Formule BBTM 0/6 cl 2 | Composition | Commentaires |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Coupures granulométriques | 0/2 – 4/6 – Ciment | - |
| Bitume | COLFLEX S® | Teneur en liant 5,5 % |
| Essais | Résultats étude niveau 2 | Spécifications CCTP & NF P 98-140 |
| Essai PCG | | |
| Teneur en vides à 10 girations (%) | 21,6 | 20 - 25 |
| Essai Duriez | | |
| R (MPa) | 10,3 | |
| Rapport r (MPa) / R (MPa) | 0,81 | > 0,80 |
| Stabilité mécanique | | |
| Teneur en vides Banc Gamma (%) | 18,9 | 16 - 22 |
| Orniérage à 3 000 cycles à 60 °C (%) | 4,1 | < 20 (Norme) |
| Orniérage à 30 000 cycles 60 °C (%) | 5,0 | < 10 (CCTP) |

Tableau 4

Performances du BBTM 0/6 classe 2

Performance of 0/6 Class-2+ very thin asphalt

Les mesures et les spécifications d'uni longitudinal

Les spécifications du marché en termes de réception géométrique des couches de chaussées sont très strictes ; en témoigne l'extrait du cahier des clauses techniques particulières (CCTP) suivant : « L'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait que ces spécifications sont habituellement applicables à une autoroute circulaire à 130 km / heure et ont été volontairement retenues pour l'obtention d'un uni de grande qualité sur ce projet ».

Afin de répondre à la demande du maître d'œuvre, des procédures rigoureuses de mise en œuvre et de contrôle qualité ont été mises en place sur le chantier afin de garantir :

- le respect des épaisseurs,
- le respect de l'altimétrie,
- la qualité de l'uni longitudinal.



Guidage DPS

Driving positioning system (DPS)

Pour suivre régulièrement et être réactif à chaque changement de couche, le groupement a décidé, dès le processus d'appel d'offres d'acquiescer un appareil de mesure de l'uni longitudinal APL NBO



Appareil de mesure APL

Longitudinal profile analyser (APL)

auprès de la société Vectra. Les techniciens de laboratoire ont été formés à son utilisation conformément à la méthode d'essai n° 46 du laboratoire central des Ponts et chaussées (LCPC) ainsi qu'au dépouillement à l'aide du logiciel APL 2000.

Chaque couche de chaussée (depuis la couche de réglage en GNT jusqu'à la couche de roulement en BBTM) fait l'objet d'une session de mesure.

Les choix de méthode de guidage des matériels de mise en œuvre (DPS, poutre ou vis aléée) ont donc été décidés selon les résultats des mesures d'uni.



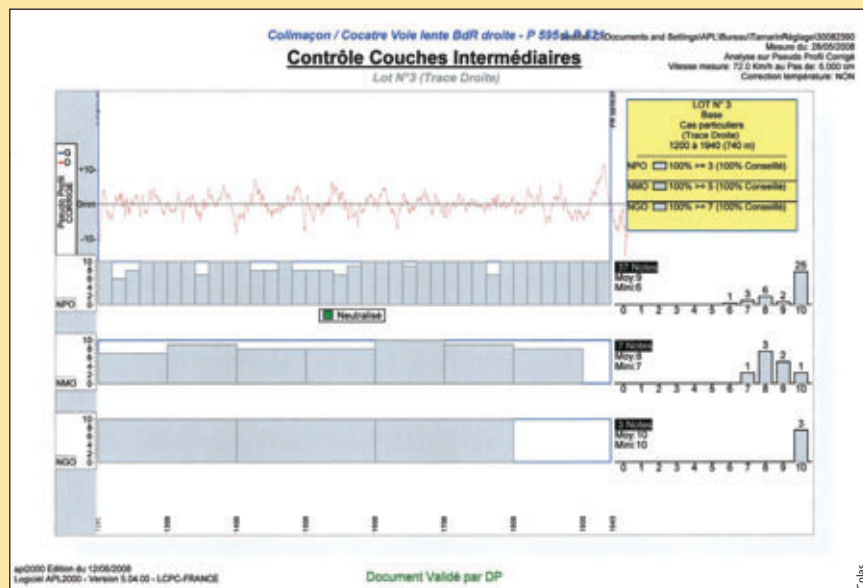
Guidage poutre

Screed guiding

Cependant, les valeurs préconisées dans le marché, issues de la circulaire de la direction des Routes du ministère de l'Équipement n° 2000-36 du 22 mai 2000 étaient établies sur une vitesse de référence de 130 km/h pour des lots de mesure de 4 000 m.

Compte tenu de la réalité du site (13 ouvrages sur un tronçon de 14,8 km), ces spécifications ont été adaptées avec l'accord de la maîtrise d'œuvre en phase chantier au niveau des procédures du plan d'assurance qualité (PAQ) en prenant les valeurs préconisées par le LCPC / SETRA pour des lots de 1 000 m et une vitesse de référence de 110 km/h.

Les premières mesures montrent des résultats entièrement conformes à ces dernières spécifications.



Exemple édition PV APL

Example of report printing



Tamarins Road, Section 2, North pavement lot

The GTO/SBTPC consortium was designated for the completion of the north pavement lot between Saint-Gilles and Saint-Leu, over a distance of 15 kilometres. In addition to the requirements set by the contracting authority, it was necessary to deal with climatic uncertainties and a mountainous geographical context, representing a technical and logistic challenge.

AUTEURS

Yves Monnier
Directeur technique
Appia Grands Travaux

Patrick Amiot
Directeur de travaux
Appia Grands Travaux



Aire de fabrication en cours de terrassement
Manufacturing area earthworks

RD 10 – Etang-Salé Chaussées de la section 2



Appia Grands Travaux, filiale d'Eiffage Travaux Publics, spécialiste des travaux de grandes infrastructures (autoroutes – aérodromes) s'apprête à réaliser les travaux relatifs au parachèvement du tronçon sud, de la section 2, de la route des Tamarins. Ils comprennent les activités classiques de l'établissement (chaussées, assainissement de surface et équipements de la route), mais également des travaux de petit génie civil, les joints de chaussées sur ouvrages d'art, l'achèvement des terrassements et le modelage des abords.

Forte de l'expérience acquise lors de ces deux dernières opérations à l'export, au Portugal et en Guyane française, l'entreprise doit surmonter deux enjeux majeurs sur l'île. D'une part, trouver des solutions techniques adéquates répondant aux caractéristiques volcaniques des granulats utilisés, ainsi que du bitume local, d'autre part, gérer la logistique et l'organisation de l'approvisionnement en bitume à partir d'une raffinerie d'Afrique du Sud.

Ce nouveau projet ne pourra que renforcer la longue expérience en matière de travaux de grandes infrastructures du groupe et permettra à Appia Grands Travaux d'enrichir ses méthodes de travail et d'organisation dans un environnement différent de celui de la métropole.

Introduction

La route des Tamarins, liaison de Saint-Paul à l'Etang-Salé, s'inscrit dans le cadre de la politique de grands travaux menée par la région Réunion. La section 2 de la route des Tamarins, dont Appia Grands Travaux est mandataire du lot sud, relie la RD 10 au nord (Saint-Gilles les Hauts) à la RN 1 au sud (raccordement à Etang-Salé). Le linéaire total de la section s'étend sur 27 km. Les travaux de construction des chaussées de cette section ont été allotés distinctement de ceux pour les terrassements et OA. La section 2 correspond aux terrassements – ouvrages d'art – rétablissements des communications (TOARC) 1 à 4 des travaux précédents. Ils ont été subdivisés en deux lots distincts (lots nord et sud) séparés par l'OAEx de la Ravine Fontaine, pratiquement à mi-linéaire de la section. Le lot nord

correspondant aux TOARC 1 et 2, le lot sud correspond quant à lui aux TOARC 3 et 4. Le marché "chaussées" comprend l'ensemble des prestations nécessaires à l'achèvement du projet hors équipements finaux de signalisation et glissières métalliques, soit :

- achèvement des terrassements, notamment aux abords des ouvrages non courants et exceptionnels en cours de réalisation,
- réalisation des joints de chaussées de l'ensemble des OA,
- réalisation de l'assainissement de la plate-forme (collecte et traitement des eaux),
- réalisation des chaussées de la section courante et des diffuseurs,
- réalisation du génie civil des réseaux de télécommunications,
- réalisation des dispositifs de retenue en béton,
- solde des modelages paysagers et engazonnement.

Le groupe Eiffage est présent sur le lot sud au travers du groupement des entreprises Appia Grands Travaux (mandataire), Eiffage TP Réunion et Ouest Concassage (Holcim). Appia Grands Travaux est le spécialiste des chaussées autoroutières au sein d'Eiffage Travaux Publics. Eiffage TP Réunion est un établissement d'Eiffage TP créé à l'occasion de l'arrivée du groupe Eiffage sur le projet des Tamarins. Cet établissement dispose de moyens locaux pour la réalisation de terrassements et de génie civil. Il bénéficie de l'expérience des nombreuses contributions du groupe à la réalisation de ce projet. Ouest Concassage, filiale de Holcim depuis quelques mois, est un important producteur de granulats de l'île. Il en assure la fourniture pour ce marché. Enfin, Egis (ex Scetauroute) assure une mission complète de maîtrise d'œuvre pour cette section, à l'exception des OAEx.

Descriptif du marché chaussées

- linéaire du lot sud : 13 km (2 x 2 voies)
- nombre d'ouvrages d'art à franchir : 14 dont la tranchée couverte de Saint-Leu
- tonnage d'enrobés prévu : 180 000 tonnes (nécessitant 12 000 tonnes de liants hydrocarbonés)
- tonnage de graves non traitées (GNT) : 130 000 tonnes
- linéaire de tranchées pour collecteurs et fourreaux : 22 km
- linéaire d'ouvrages en béton extrudé : 23 km
- linéaire de murets créoles : 10 km
- délai de réalisation des travaux : 16 mois
- montant des travaux (valeur 2007) : 30 M€

Structures de chaussées

La structure des chaussées de la section courante est issue du catalogue 1998 de l'administration pour un couple dimensionnant TC6₃₀ / PF3 et une assise en enrobé à module élevé (EME), soit 2,5 cm de béton bitumineux très mince (BBTM) / 6 cm de béton bitumineux semi-grenu (BBSG) / 9 cm EME / 10 cm EME.

La structure repose sur une couche de réglage de 10 cm en GNT 0/20, mise en œuvre au préalable sur la couche de forme granulaire (0/100 basaltique).

Le matériau EME de classe 2 a été retenu en assise de chaussées en phase projet après une analyse technico-économique prenant en compte le coût global de construction et d'entretien, une étude de la faisabilité technique et logistique (possibilités d'importation de bitume dur et des moyens des entreprises locales).

Cette structure est calculée pour la température de service conventionnelle en métropole de 15 °C, et ce malgré une température de service plus importante sur l'île (prise usuellement entre 20 et 25 °C). Ceci a été possible en considérant que sa durée de vie serait identique en raison de la compensation mécanique entre la perte de module et le gain de résistance en fatigue (couple E/ε₆).

Les plates-formes livrées par les marchés TOARC présentent une déformabilité les classant en PF2-3 (100 MPa à court terme). Le dimensionnement n'est pas remis en cause, car le trafic devrait finalement être inférieur aux prévisions ; et la portance de la plate-forme, à long terme, devrait atteindre le seuil des 120 MPa requis pour la classe PF3.

Les structures des voies annexes (bretelles des diffuseurs et giratoires) font appel à des couches de roulement épaisses de type BBSG et béton bitumineux à module élevé (BBME) respectivement, reposant sur une assise en EME. Ces matériaux ont été

retenus car ils résistent de manière plus efficaces aux agressions spécifiques auxquelles ces voies vont être soumises (orniérage – cisaillement).

Les matériaux (granulats et liants)

Pour l'ensemble des enrobés, les granulats sont produits par Ouest concassage à partir d'alluvions basaltiques extraites aux Buttes du Port.

L'île est d'origine volcanique et les basaltes représentent la seule ressource géologique disponible. Les alluvions des Buttes du Port proviennent également de l'érosion des massifs basaltiques charriés par la rivière des Galets. Leurs caractéristiques pétrographiques confèrent aux granulats des qualités mécaniques élevées : LA₂₀, MDE₁₅ et PSV₅₀ avec des valeurs usuelles respectives de 18, 14 et 55.

Les granulats basaltiques de l'île présentent une porosité élevée et imposent de recourir à de fortes teneurs en liant dans la formulation des enrobés (6,4 % pour les EME par exemple). Pour le béton, une contrainte similaire est à prendre en compte pour la définition des formules et en particulier le rapport E/C.

Leur affinité avec les bitumes d'origine sud-africaine disponibles sur l'île est assez moyenne. Le dopage des bitumes est nécessaire pour l'obtention de la résistance en fatigue de l'EME et la tenue à l'eau des enrobés de surface afin d'être conforme aux prescriptions techniques du marché.

Un spécialiste des carrières de basaltes de Saint-Thibery (carrière du groupe Eiffage) est intervenu à plusieurs reprises pour auditer, conseiller et superviser l'achèvement et le réglage des installations de Ouest Concassage (photo 1). Les exigences qualitatives de fabrication (granularité, forme et angularité) des matériaux produits sur le site sont satisfaites et répondent aux exigences du marché.

Le choix des liants hydrocarbonés a essentiellement été orienté par des contraintes logistiques spécifiques à l'insularité.

De nombreux essais réalisés par le laboratoire central d'Eiffage Travaux Publics à Corbas ont également guidé ce choix :

- vérification de l'aptitude et de la conformité aux normes européennes des bitumes sud-africains habituellement employés sur l'île ;
 - évaluation comparative des performances en module et fatigue ;
 - épreuves de formulation des enrobés.
- Pour l'EME, le bitume 20/30 de la raffinerie Engen (Petronas) de Durban en Afrique du Sud a été préféré à un mélange de bitume 35/50 de la même provenance avec de l'asphaltite (bitume solide naturel) telle que la Gilsonite extraite dans l'Etat de l'Utah.

Le BBSG de liaison sera enrobé avec ce même bitume 20/30 ou le 35/50 Engen additivé de polyéthylène basse densité de type PR PLAST S. Pour le BBTM, un bitume modifié "prêt à l'emploi" sera importé plutôt qu'une fabrication sur l'île jugée finalement trop contraignante pour la sécurité et l'environnement compte tenu de la faible quantité (environ 1 000 tonnes).



Photo 1
Installations Ouest Concassage à Saint-Paul
West crushing installations in Saint-Paul

Spécifications du marché pour les enrobés

| Type d'enrobé | Spécification normalisée (NF P) | Spécification particulière |
|---------------|---------------------------------|---|
| EME 0/14 | Classe 2 | Bitume de pénétrabilité inférieure à 30 x 0,1 mm |
| BBSG 0/10 | Classe 3 | Bitume pur, modifié ou avec additifs Profondeur d'ornièrerie à 30 000 cycles limitée à 3 % |
| BBTM 0/6 | Classe 2 | Bitume modifié Granulats présentant un PSV supérieur à 50 Profondeur d'ornièrerie à 3 000 cycles limitée à 10 % |
| BBME 0/10 | Classe 3 | |
| BBSG 0/14 | Classe 3 | |

Approvisionnement des bitumes

La capacité du terminal bitumier du port étant insuffisante pour subvenir à l'approvisionnement simultané en bitume vrac des deux chantiers "chaussées" de la section 2 et des autres chantiers courants de l'île sans risque de rupture, l'entreprise a opté pour une solution logistique « régionale ».

En effet, le choix d'Eiffage s'est porté sur le transport de bitume par conteneurs spéciaux Termcotank (MSC) en provenance de la raffinerie Engen. La fréquence des liaisons par porte-conteneurs rend cette solution plus souple que le recours à des navires bitumiers trop peu nombreux sur cette zone de l'océan indien. Ils arrivent donc au port chargés de 30 tonnes de bitume froid (photo 2). Ils sont ensuite convoyés par la route jusqu'à la plate-forme de fabrication. Le bitume est réchauffé sur site en quelques heures par une batterie de résistances électriques placées en partie basse, ce qui diminue sa viscosité et permet le transfert vers les cuves de stockage de la centrale d'enrobage mobile. Cette solution de transport et de stockage de bitume est couramment adoptée pour des chantiers routiers en régions isolées, sur le continent africain, en particulier.



Photo 2
Conteneur de bitume en cours de réchauffage
Bitumen container being heated

A noter qu'un stock tampon de 60 conteneurs est en cours de constitution pour éviter tout risque de rupture d'approvisionnement.

GNT de réglage

L'élaboration et la mise en œuvre de la couche de réglage en GNT 0/20 de catégorie 3 est en cours. Cette GNT est produite par Ouest Concassage à partir de ses installations de Saint-Paul. Sa composition et ses performances sont parfaitement conformes aux spécifications du marché. Son transport est assuré de jour par camions benne. Un stock tampon permet de gérer les fréquents aléas de transport générés par les très difficiles conditions de circulation sur la côte ouest de l'île.

La mise en œuvre est assurée par un finisseur grande largeur Vögele Super 2500. Ce matériel, comme les autres matériels spécifiques, a été acheminé de métropole par bateau.

La table de ce finisseur est guidée en nivellement par un système DPS qui garantit le respect des tolérances altimétriques fixées à ± 1 cm (photo 3). Elle a été équipée d'une rampe d'humidification, située dans la chambre de répartition, pour permettre l'ajustement de la teneur en eau du matériau à sa valeur OPM (2,32 t/m³ à 9 % d'humidité). Une citerne ravitaillieuse tractée assure l'alimentation continue en eau. L'ajustement de la teneur en eau sur chantier est de l'ordre de 3 à 4 %.



Photo 3
Table de finisseur avec GNT
Paver screed for untreated roadbase material

L'atelier de compactage (photo 4) est constitué de deux compacteurs vibrants monobilles de classe VM4 et d'un compacteur à pneus de classe P1. Le plan de compactage arrêté à l'issue des planches d'essai et de référence, prévoit 12 passes de vibrants et 10 passes de pneus.



Photo 4
Atelier de compactage GNT réglage
Roadbase compacting plant, levelling

La couche fait l'objet de contrôles topographiques et géomécaniques. Sa déformabilité doit être telle que la déflexion caractéristique sous essieu de 130 kN soit inférieure à 100/100^e mm. Un enduit d'imprégnation est répandu chaque soir. Sa réalisation a été confiée à une entreprise locale spécialisée en enduits superficiels.

Le franchissement des multiples OA qui enjambent les ravines est une contrainte forte pour la mise en œuvre des différentes couches de chaussées et notamment le respect des spécifications d'uni longitudinal (photo 5). Le marché "chaussées" comporte également la réalisation des joints de chaussées de ces ouvrages.



Photo 5
Redémarrage application graves non traitées réglage après ouvrage d'art
Restarting, application of untreated roadbase aggregate and levelling after bridge structure

Aujourd'hui, ils sont tous franchissables, sauf celui exceptionnel de Ravine Fontaine au nord du tronçon et l'OANC de Grand Etang qui devrait l'être à l'automne. Les spécifications d'uni longitudinal sont identiques à celles fixées pour les autoroutes neuves de métropole. La circulaire uni n° 2000 - 36 est appliquée avec la vitesse de référence de 130 km/h alors que le projet est conçu pour une vitesse de référence de 110 km/h. Le contrôle d'uni, à charge de l'entreprise, a été confié au centre d'études techniques de l'Équipement (CETE) Méditerranée - laboratoire régional des Ponts et chaussées (LRPC) Aix-en-Provence. La sous-traitance a été préférée à l'acquisition d'une remorque APL pour des raisons de compétences en mesurage des contrôles effectués (interprétation et impartialité, notamment). Une remorque APL NBO bi-traces ainsi que le matériel connexe d'acquisition et de traitement des données seront mis à disposition par le LRPC. L'entreprise a pour sa part aménagé un de ses véhicules conformément au cahier des charges matériel laboratoire des Ponts et chaussées (MLPC) pour tracter et embarquer l'ensemble du matériel de mesure. Un technicien supérieur du LRPC Aix-en-Provence interviendra sur l'île pour le contrôle de chacune des 5 couches. Il procédera sur place au traitement des données, à leur mise en forme, à leur interprétation, et en fera la restitution à l'entreprise.

Fabrication et mise en œuvre des enrobés

La centrale d'enrobage Ermont TSM 25 Senior a été amenée depuis Vila Réal, au Portugal, où elle était installée jusqu'en 2007 dans le cadre de la réalisation des chaussées de la concession Scut Interiore Norte.

Dossier La route des Tamarins

Transférée à Porto par la route, elle a ensuite été chargée sur un bateau à destination d'Anvers, où elle a été transbordée sur un autre bateau en partance pour La Réunion. Depuis son arrivée sur l'île, cette centrale a été entièrement reconditionnée. Elle a été montée début juillet sur l'aire dédiée au stockage et fabrication située à Saint-Leu en bordure de la trace du projet.

L'aménagement de cette aire de 4,7 ha a débuté récemment suite à l'obtention des autorisations administratives. Cette aire est destinée à recevoir la centrale d'enrobage mobile, les stocks de granulats et de bitume, un espace dédié au chauffage des conteneurs de bitume, le laboratoire de contrôle externe des chaussées ainsi qu'un atelier de mécanique. Sa capacité maximale est de 100 000 tonnes de granulats et 2 000 tonnes de bitume. Les constituants seront approvisionnés de nuit pour ne pas aggraver les embouteillages quotidiens de la route côtière. L'aire retrouvera son état initial à l'issue des travaux, conformément à l'arrêté des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) dont la demande a fait l'objet d'études poussées. Ce réaménagement sera supervisé par un architecte paysagiste indépendant. L'atelier complet de mise en œuvre des enrobés est identique à celui employé pour des travaux classiques autoroutiers en métropole :

- alimentateur en continu Franex F392,
- finisseur grande largeur Vögele Super 2500 avec trémie de réception,
- finisseur additionnel à table extensible Vögele Super 1800,
- trois compacteurs doubles billes vibrants de type Hamm HD130 et HDO120.

Ces engins, ainsi que deux chargeurs à pneus Caterpillar 966 pour l'alimentation en granulats de la centrale et un épandeur latéral pour la mise en œuvre des GNT de remplissage des bandes d'arrêt d'urgence (BAU) et terre-plein central (TPC), ont tous été transférés par bateau. La maintenance des engins sera assurée par des mécaniciens de l'entreprise affectés au chantier. Pour les travaux spécifiques, ils feront appel à des sociétés locales spécialisées et reconnues dans les domaines de l'électronique, de l'hydraulique et de la chaudronnerie.

Bétons extrudés et murets créoles

La mise en œuvre des nombreux ouvrages linéaires (cunettes, fossés, bordures, caniveaux, séparateurs glissière en béton adhérent (GBA) et double en béton adhérent (DBA)) sera assurée par une machine à coffrage glissant type Miller 8800, elle aussi arrivée de métropole par bateau avec ses multiples moules.

Les bétons seront fabriqués par des centrales de béton prêt à l'emploi (BPE) habilitées, avec le récent développement de cette technique sur l'île, à produire des bétons à extruder. L'emploi de granulats concassés conduit à introduire une petite proportion de sable éolien dans ces formules pour améliorer leur ouvrabilité et la qualité des parements. La porosité élevée des matériaux est un facteur important lors de la définition de la formulation du béton employé. Un linéaire important du dispositif central de retenue est prévu en "muret créole" (photo 6). Il s'agit d'un muret entièrement maçonné à parements en moellons basaltiques jointoyés au mortier. Pour cet ouvrage, courant sur l'île, le groupement fait appel à des artisans locaux spécialisés.



Photo 6
Muret créole
Creole kneewall

Conclusion

Après avoir terrassé près de la moitié des surfaces du projet et construit de nombreux OA, dont un viaduc de 750 m et une tranchée couverte, Eiffage s'apprete à réaliser les chaussées de la partie sud de la route des Tamarins.

Ce chantier s'apparente à ceux que le groupe a coutume de traiter sur le continent européen : exigences techniques élevées et délais courts nécessitant des moyens industriels lourds. L'insularité le rendant plus singulier aux plans logistique et humain. Appia Grands Travaux, bénéficie de l'expérience locale acquise par Eiffage TP sur ce projet. Ouest Concassage, complète le groupement d'entreprises en assurant la fourniture des granulats. L'encadrement du projet, assuré par Imed Ben Fredj, directeur Eiffage TP Réunion et Patrick Amiot, directeur de travaux Appia Grands Travaux, a pris la mesure des contraintes insulaires pour ce chantier industriel. La préparation minutieuse, menée depuis plusieurs mois sur l'île et en métropole, a permis de bâtir des solutions techniques et logistiques fiables comme l'importation de bitume par conteneurs. La fabrication et la mise en œuvre des enrobés ont débuté en août 2008. Ces travaux devraient se terminer pour la fin de l'année, afin de permettre l'achèvement complet de la section, et ainsi l'ouverture de la route des Tamarins pour 2009. ■



Highway RD 10 – Etang-Salé Pavements of Section 2

Appia Grands Travaux, subsidiary of Eiffage Travaux Publics, specialising in major infrastructure construction (motorways – airports), preparing for works relative to the completion of the south leg of Section 2 of the Tamarins Road. This includes the classical operations for such projects (pavements, surface drainage and road adjuncts and equipment), but also minor civil engineering, pavement joints on bridges, earthworks and finishing of surroundings.

With its experience acquired during two recent operations abroad, in Portugal and French Guiana, the company must meet two major challenges on the island; firstly, find suitable technical solutions for dealing with the volcanic properties of the aggregates and the local bitumen used; secondly, manage the logistics and organisation of bitumen supplies from a South African refinery. This new project will add effectively to the group's long experience with major infrastructure works and will enable Appia Grands Travaux to enhance its working and organisation methods in surroundings different from those of metropolitan sites.

AUTEUR

Stéphane Semenzin
Ingénieur d'affaires
Egis Mobilité



RD9 - La montée Panon

Les équipements de gestion du trafic



Un ouvrage exceptionnel comme la route des Tamarins, nécessite la mise en place d'équipements exceptionnels pour en assurer l'exploitation, la sécurité et l'information des usagers.

Egis Mobilité intervient dans l'opération de la route des Tamarins en tant que maîtrise d'œuvre conception et travaux, en assistance à Egis Route et à la direction départementale de l'Équipement (DDE) – service grands travaux pour les sections les concernant.

Il a ainsi profité de la compétence acquise sur ses contrats de « maîtrise d'œuvre de déploiement des équipements de gestion de trafic, » et du Système Maloia du Schéma global d'exploitation de la route (SGER) de La Réunion passés avec le service de gestion des routes de La Réunion depuis 2001.

Les équipements

Sur la section courante de la route des Tamarins les équipements de gestion de trafic suivants ont été prévus :

Signalisation dynamique d'information et alerte usagers

- panneau à messages variables (PMV) en section courante en amont de chaque diffuseur (gestion de trafic) et en amont de chaque ouvrage particulier de type ouvrage d'art Exceptionnel (OAEx) et ouvrage couvert (annonce et alerte),
- panneau d'information aux accès (PIA) à chaque entrée de la route des Tamarins.

Vidéosurveillance

- caméras mobiles (CAM) sur chaque diffuseur,
- caméras fixes (CAF) pour la surveillance des viaducs, tranchées couvertes et tunnel,
- caméras en tunnels sur les 3 ouvrages couverts.

Recueil de données trafic (RDT)

- sur chaque diffuseur pour la section courante et les bretelles,
- complément en section courante pour obtenir une fréquence de recueil de 2,5 à 3 kilomètres pour fiabiliser les temps de parcours.

Recueil météo avec station anémométrique à proximité du viaduc de Grande Ravine

Tous ces équipements seront gérés depuis le Centre réunionnais de gestion du trafic (CRGT) situé à Saint-Denis (figures 1a et 1b). Ils viennent en complément de tous ceux déjà en place ou à venir sur l'île de La Réunion (figure 2).

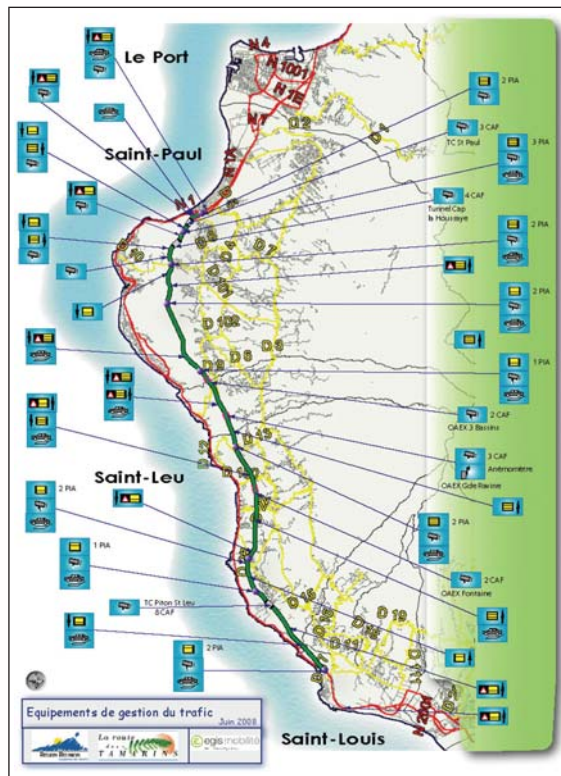
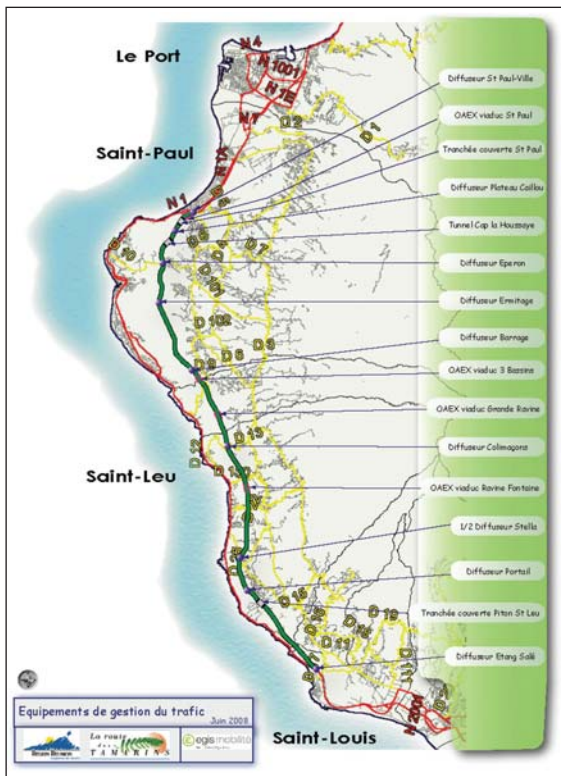
La signalisation dynamique

Du fait de la succession d'OAEx et des risques qui y sont associés, il a été porté une attention toute

particulière à l'information aux usagers avec la mise en place de 22 PMV en section courante. Ces PMV sont composés de 3 lignes complétées d'un pictogramme pour renforcer les messages de gestion de trafic en amont des diffuseurs.

Au niveau des entrées sur la route des Tamarins, le système d'information aux usagers a été complété par 17 PIA, répartis sur les 9 diffuseurs, afin de permettre aux conducteurs de modifier leur itinéraire par Les Hauts ou par la route littorale (ex RN1), en cas d'événement important.

Dossier La route des Tamarins



Figures 1a et 1b
 Localisation des équipements
 de la route des Tamarins
**Location of systems
 on Tamarins Road**

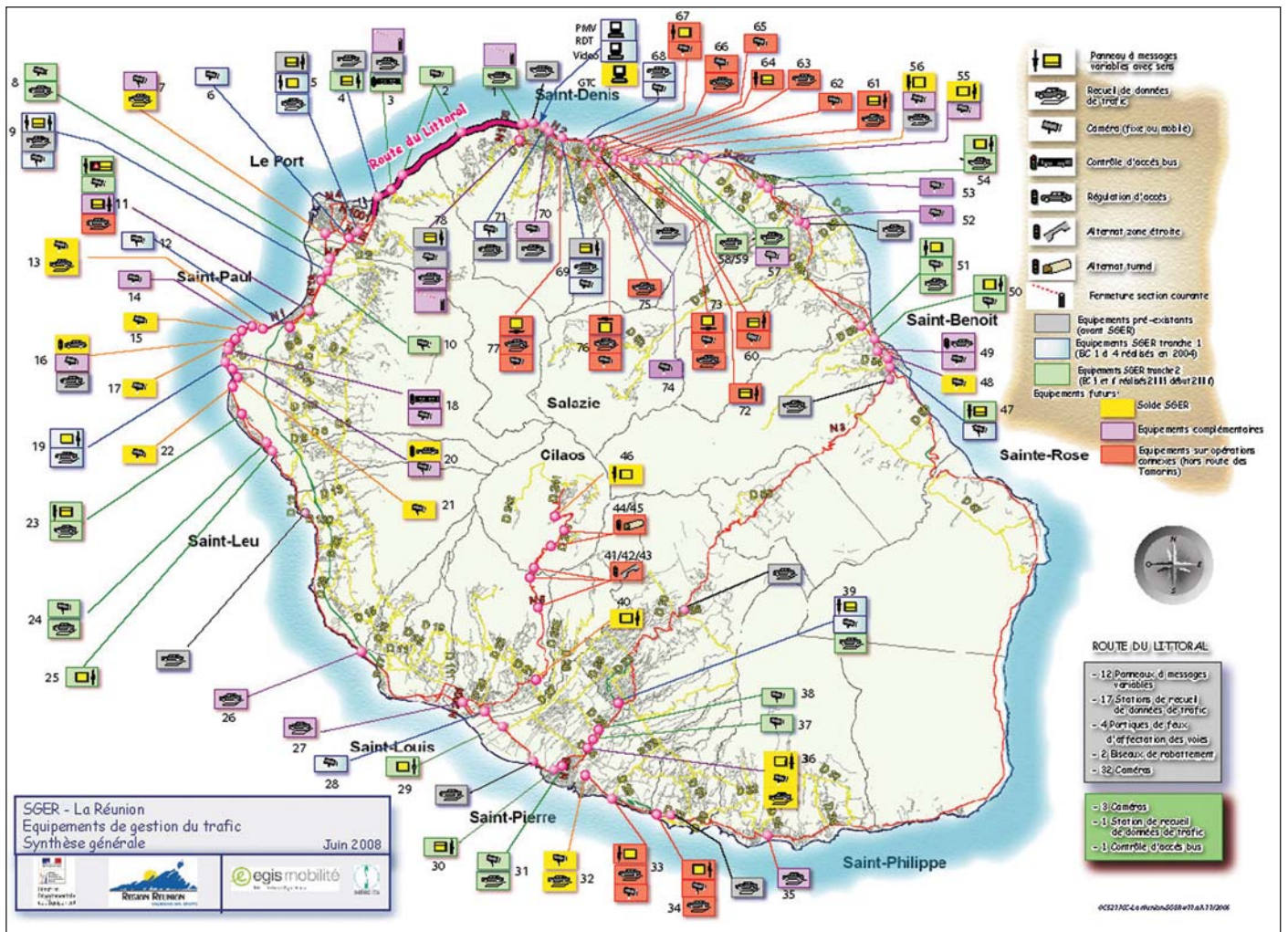


Figure 2
 Synthèse des équipements de gestion du trafic de l'île
Summary of traffic management systems

La vidéosurveillance

La surveillance de la route des Tamarins se fera selon deux niveaux d'exigences :

- Couverture à 100% de la section 1 : section à forte rampe avec voie véhicules lents, fort trafic, succession de viaducs et tranchée couverte / tunnel avec bande d'arrêt d'urgence (BAU) réduite. Cela représente 3 CAM et 17 CAF (dont 6 en tunnel).

- Section 2 : couverture des diffuseurs et des ouvrages exceptionnels trois Bassins, Grande Ravine et Ravine Fontaine, et de la tranchée couverte de Piton-Saint-Leu, soit 6 CAM et 15 CAF (dont 6 en tunnel).

Les données trafic

Afin de répondre à un objectif principal du SGER (information des temps de parcours), il a été prévu une station de comptage sur chaque diffuseur (débit / vitesse sur section courante – débit sur bretelles entrée / sortie) avec des stations complémentaires en section courante (débit / vitesse) pour obtenir une interdistance maximale de 3 kilomètres ; soit 9 stations sur diffuseurs et 6 stations en section courante.

Il est également mis en place un dispositif de contrôle de charge à disposition du service transport et des forces de l'ordre. Ce dernier détecte les véhicules en surcharge lors du passage sur le diffuseur de l'Ermitage (station charge avec câble piézoélectrique) depuis l'aire de La Saline où les agents habilités équipés d'un PC portable avec retour vidéo et données trafic (poids, vitesse, etc.) pourront interpeller le contrevenant pour contrôle réglementaire (dispositif de pesée agréé).

Les infrastructures nécessaires au raccordement

La fibre optique

Le réseau de câble fibre optique de la Région pour l'exploitation de la route s'étend sur environ 20 km, de Gillot (RN2 – est de Saint-Denis) jusqu'à l'extrémité de la route du Littoral (RN1 vers l'ouest). Dans le cadre de cette opération, il va être mis en place un câble 72 fibres optique (F.O.) jusqu'à Etang-Salé comprenant la section existante (RN1, RN7 (axe mixte), plaine de Saint-Paul) et l'ensemble de la route des Tamarins. A cette fin, il a été réalisé dans le cadre des marchés terrassement, ouvrage d'art, rétablissement de communication (TOARC), chaussée et équipements,

un génie civil de pose composé de 3 réseaux distincts : un réseau EXploitation (4Ø50 + 1Ø 110), un réseau OPérateur (4Ø50) dans la continuité du réseau NTIC, un réseau énergie haute tension (EHT) – (2Ø160) pour la distribution électrique. Le câble F.O. mis en place par la Région est mutualisé avec des fibres réservées à l'Etat (12), au conseil général (12) et aux partenaires crise et transport (6), les autres fibres servant au raccordement des équipements terrain (vidéo, PMV, comptage,...) et aux réseaux Haut Débit (RHD) de la Région (exploitation route et administratif).

Le réseau de transmission

A ce jour, un réseau haut débit de 1 Gigabit (RHD) d'exploitation de la route est en service sur les Locaux Techniques (LT) de la route du Littoral jusqu'au Centre régional de gestion du transport (CRGT). Ce réseau permet la gestion des PMV et les remontées vidéo et trafic de la route du Littoral. Le raccordement des nouveaux équipements et des nouveaux bâtiments de la Région, centre d'exploitation et d'intervention (CEI), a nécessité de nouveaux équipements de réseau Gigabit (multitude d'adresses IP avec séparation de l'affectation de l'état) ainsi que la reconfiguration complète du RHD afin de les intégrer. L'architecture a été conçue de manière à assurer un maximum de sécurisation et redondance / bouclage sur l'ensemble des sections de la route du Littoral à la route des Tamarins. La figure 3 représente l'architecture RHD telle qu'elle sera déployée à moyen terme sur le réseau routier de la Région.

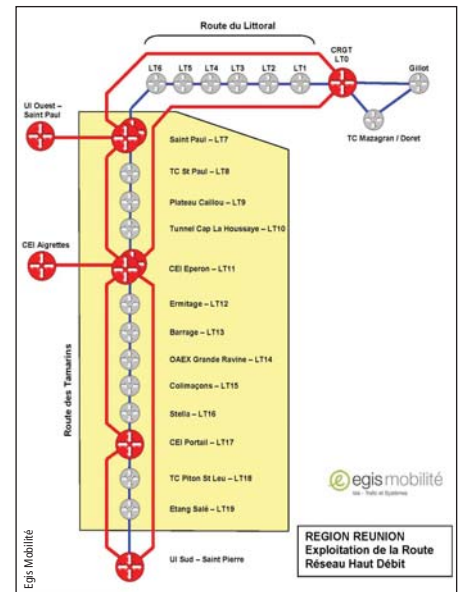


Figure 3
Réseaux Haut Débit route de la Réunion
High-rate road network of Reunion Island

Le raccordement des équipements de terrain se fera par F.O. en mode point à point vers les LT de section courante (figure 4). De ces LT, point de concentration, les équipements seront intégrés sur le réseau Ethernet RHD pour remontée vers le CRGT ou un CEI d'exploitation si nécessaire. Le schéma n°4 reprend les principes de raccordement de chaque équipement.

La distribution électrique

Le caractère inoccupé des territoires traversés par la route des Tamarins tels que la Savane ou les champs de cannes a rendu le raccordement électrique particulièrement difficile.

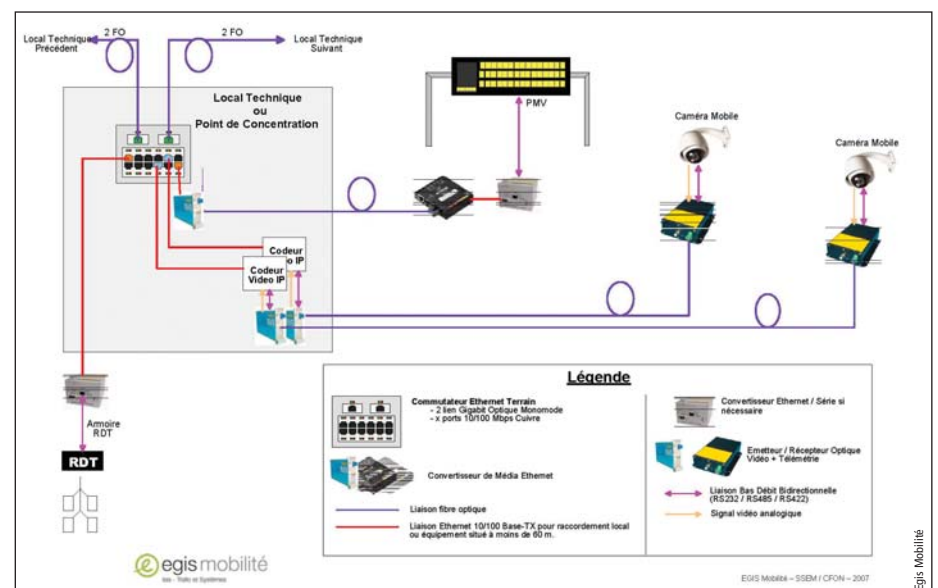


Figure 4
Raccordement des équipements
Connection of systems

Dossier La route des Tamarins

La solution retenue d'une part alimente tous les équipements relatifs à la route des Tamarins depuis trois points EDF (Saint-Paul, Eperon et Portail) mais assure également un secours électrique général par groupe électrogène depuis ces trois sites.

La distribution des LT de section courante et des ouvrages couverts se fera par haute tension intermédiaire (HTi) 5,5 kV, depuis les deux CEI alimentés par EDF en haute tension HTA (15 kV) et les équipements soit en basse tension (BT) 230 V soit en BT max (950 V), selon la distance du local technique. Cette distribution est synthétisée sur le schéma n°5.

et du viaduc de Grande Ravine demandant des puissances électriques importantes.

La gestion de l'exploitation

L'organisation opérationnelle Route de la Région s'articule autour du PC du CRGT installé dans les locaux de la DDE Juliette Dodu.

Ce PC est en relation avec quatre subdivisions (unité infrastructure) réparties géographiquement sur l'île. Pour l'exploitation de la route des Tamarins, les deux UI compétentes seront la Subdivision voies rapides



Traffic management systems

An exceptional facility such as the Tamarins Road (Route des Tamarins) calls for the setup of exception management systems for road operation, user safety and information.

Egis Mobilité is involved in the operation of the Tamarins Road as prime contractor for design and works, and provides assistance to Egis Route and to the departmental directorate of infrastructures (DDE) for the major works sections concerning them.

It has thus benefited from the skills acquired through contracts for prime contracting and deployment of traffic management systems, and the Maloia System forming part of the master road operating plan (SGER) of Reunion Island entered into with the Reunion Island traffic management department since 2001.

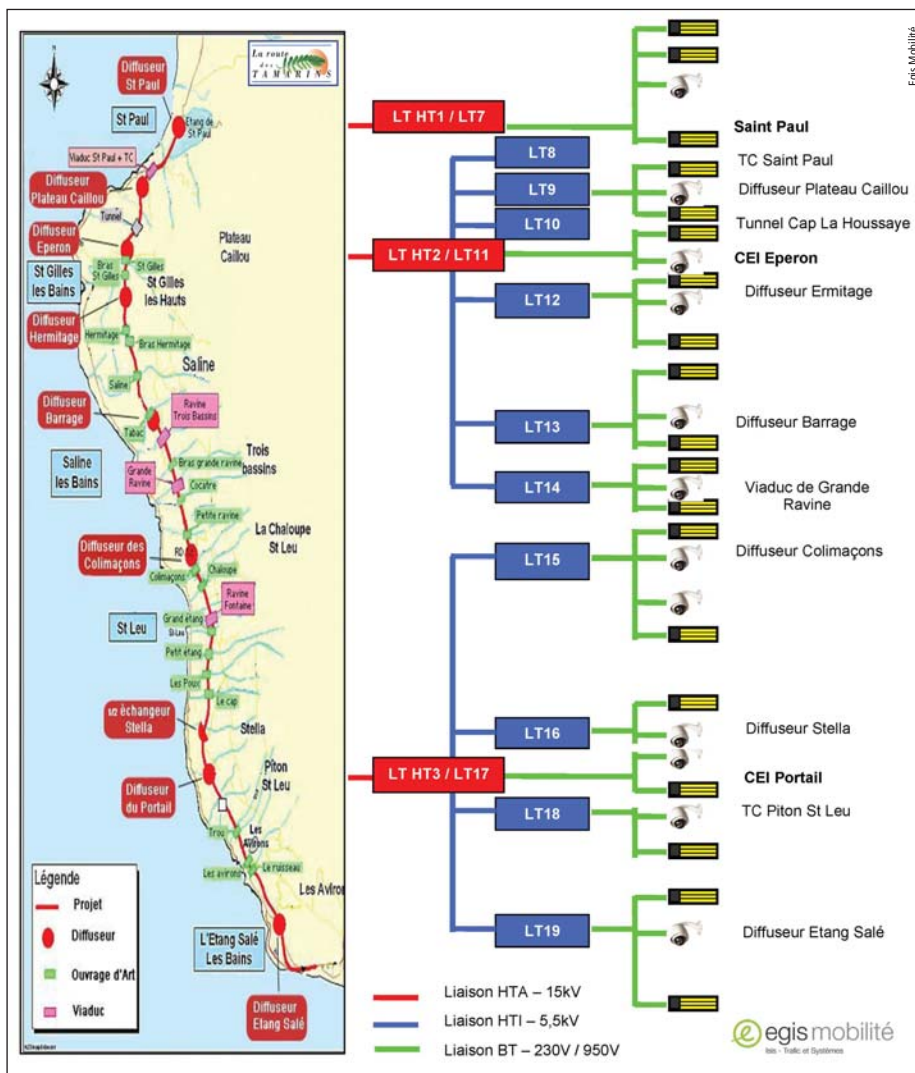


Figure 5
Distribution électrique générale
General electrical distribution

Les locaux techniques

Les équipements de distribution électrique, tels que : transformateur, tableau général basse tension (TGBT) et les baies F.O. et réseau sont intégrés dans des LT répartis sur chaque diffuseur, ainsi qu'au niveau des ouvrages couverts

(UI Nord à Saint-Denis) et l'UI Sud de Saint-Pierre. Deux centres d'exploitation et d'intervention (CEI) sur l'axe de la route des Tamarins aux diffuseurs de l'Eperon et du Portail assurent la gestion des patrouilles. ■

Dossier La route des Tamarins



Photo 4
Jeune plant forestier de « tamarin »
Young forest plant of "tamarin"

AUTEUR

Thierry Schantz
Ingénieur environnement
Direction de projet
route des Tamarins
Egis Structures & Environnement

Projet paysager en section 2

Une « route balcon »



Défini comme l'un des éléments incontournables de la route des Tamarins, la section 2 (RD10 – Etang-Salé soit 27 km), sous maîtrise d'œuvre Egis Route, bénéficie d'un projet paysager bâti en collaboration avec l'agence Signes (sous-traitant paysagiste) sur un principe d'intégration physique vis-à-vis des terrassements et des modelages paysagers et d'innovations techniques pour le projet de plantation :

- utilisation massive d'espèces indigènes,
- techniques de production spécifiques,
- outils de production originaux.

Etroitement encadré techniquement et scientifiquement par une assistance à maîtrise d'ouvrage (groupement Office national des forêts (ONF) – Centre international de recherches agronomiques pour le développement (CIRAD)), la production et l'utilisation de jeunes plants forestiers d'espèces indigènes permettent de réaliser un projet paysager climatiquement adapté aux contraintes spécifiques de la côte ouest (chaud et sec). Associée à un engazonnement performant des talus et à des modelages de la route des Tamarins, cette adaptation de la palette végétale aux caractéristiques climatiques doit faciliter l'implantation et la croissance naturelle des plantations aux abords de l'infrastructure et en favoriser ainsi l'intégration globale.

Dossier La route des Tamarins

Le projet : allier terrassements et stratégie végétale

Dès le démarrage des études, le principe d'une insertion maximale de l'infrastructure et d'un projet paysager ambitieux a été fixé comme un point clé de l'aménagement par la région Réunion, maître d'ouvrage du projet de la route des Tamarins. L'ensemble de ce projet paysager est donc bâti par Egis Route et l'agence Signes dans une logique d'intégration aux différents paysages le long de la totalité de l'itinéraire : séquences de savane, agricole, forestière ou urbaine sont en effet les ambiances qui peuvent être identifiées de part et d'autre de la future route entre Saint-Paul et l'Etang-Salé. Ce projet s'articule autour d'un travail au niveau du calage de la géométrie du tracé et de ses terrassements, complété par un projet de végétalisation pour aboutir à une « cicatrisation » et/ou un « fondu » de l'ensemble de l'itinéraire dans un relief et un climat fortement contraints. Une concertation permanente entre Egis Route et son paysagiste a permis de concevoir cet itinéraire comme une « route balcon » (photo 1) surplombant l'ensemble du littoral ouest, et de régler pas à pas les différents points durs, tels que les problèmes de perception, dégagement visuel, modelage, et reconstitution de terrain naturel, avant d'établir les plans de plantations de l'ensemble de la section.

L'engazonnement : une première étape aux intérêts multiples

Préalablement aux plantations, les talus routiers et modelés paysagers achevés ont systématiquement fait l'objet d'un engazonnement hydraulique. Cette opération est classique en aménagement routier, mais jamais utilisée à La Réunion sur ce type d'infrastructure ; elle consiste en la pulvérisation au moyen d'un canon hydraulique, sur les surfaces concernées et selon un dosage préalablement défini par Egis Route, d'un mélange de semences, d'amendement, de fibres, de fixateur et d'eau.

L'objectif initial est d'installer rapidement une végétation herbacée pour couvrir

et stabiliser les talus et modelés afin de maintenir les nappages de terres végétales et de lutter contre les phénomènes d'érosion observables sur les surfaces rendues nues après les terrassements (photo 2).

Réalisée en octobre – novembre, période correspondant à l'entrée de la saison des pluies à La Réunion, cette opération a totalement rempli son objectif principal puisqu'un taux de couverture variant entre 70 et 100 % sur les surfaces engazonnées a été atteint. Elle a eu également pour effet de permettre une première intégration paysagère de l'infrastructure par un habillage des talus avant même la mise en place des plantations.



Photo 2
Quart de cône et modelage ouvrage d'art (OA) Ravine Chaloupe et section courante
Quarter cone and structure modelling (OA), Chaloupe Ravine and normal road section



Photo 1
« Route balcon » surplombant la côte ouest depuis le « barrage »
"Balcony road" overlooking the west coast from the "dam"

Ainsi, depuis le littoral, les talus visibles de l'infrastructure se sont très rapidement fondus dans le paysage, l'itinéraire n'étant alors plus perceptible que par les traits d'union, formés par les ouvrages d'art non courants enjambant chacune des ravines traversées. De plus, sur les secteurs où l'opération a atteint un important taux de recouvrement, les espèces pionnières et envahissantes qui occupent habituellement les zones de remblais laissées nues pendant quelques mois semblent ne pas avoir pu s'installer. Ce point a toute son importance compte tenu de la concurrence possible entre ces espèces à très fort développement et les jeunes plants forestiers du projet de plantation qui auront une croissance lente puisque non soutenue par l'intervention humaine. Limiter les concurrences « déloyales » entre espèces devient alors un paramètre incontournable de la réussite de ce projet paysager.

La palette végétale du projet paysager : la part belle aux indigènes

L'opération étant localisée sur la côte ouest de l'île, secteur présentant un important déficit hydrique et un fort ensoleillement, la palette végétale de la route des Tamarins a été constituée avec des espèces adaptées aux caractéristiques climatiques de ce secteur. Les espèces retenues après une étroite concertation avec le groupe technique

végétalisation (GTV)⁽¹⁾ de la région Réunion sont en très forte majorité des espèces indigènes de la côte ouest. Celles-ci ne subsistent aujourd'hui quasiment plus que dans les ravines, seuls secteurs encore préservés de la forte anthropisation des milieux pour les besoins de l'agriculture ou de l'urbanisation,

⁽¹⁾ Comité technique regroupant l'Association des paysagistes de La Réunion, le Conservatoire botanique national de Mascarin, la direction régionale de l'Environnement, des associations de défense de l'environnement, l'ONF, le CIRAD...

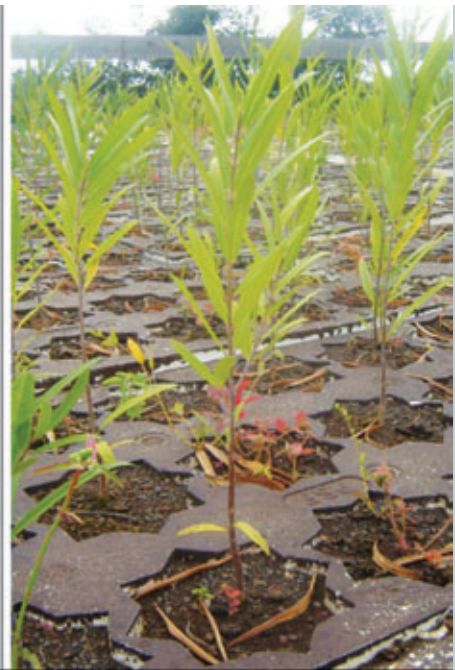
à l'inverse des planèzes bordant chacune des ravines. Ainsi, des espèces indigènes typiques comme " bois d'olive ", " bois rouge ", " change écorce ", " bois de demoiselle ", " bois de gaulette ", " grand natte ", " benjoin ", " bois d'arnette ", " latanier rouge ", " bois de judas " ... (photo 3) seront plantées sur l'ensemble du tracé en densité variable selon les séquences traversées. L'utilisation massive de ces espèces locales sur le projet de la route des Tamarins



Corce Rouge : *Sceurinega durrissima*



Bois Rouge : *Cassine orientalis*



Bois d'olive blanc : *Olea lancea*



Bois d'olive noir : *Olea europea « africana »*



Bois de judas : *Cossinia pinata*



Benjoin : *Terminalia bentzoe*

Photo 3
Jeunes plants forestiers d'indigènes
Young indigenous forest plants

Dossier La route des Tamarins

(environ 50 % de la totalité des espèces plantées) permet d'envisager une redynamisation des formations végétales indigènes tout en favorisant une réappropriation de son patrimoine naturel floristique par la population réunionnaise.

Pour enrichir la palette végétale, des espèces exotiques naturalisées, et non envahissantes, ont été retenues afin d'augmenter la biodiversité sur l'ensemble du projet. Ainsi des tamarins, flamboyants, vavangues, mourougues, manguiers, jacquiers, zattes, bois noir... viendront compléter les espèces indigènes sélectionnées.

La production : de la graine au jeune plant forestier

Afin d'obtenir les quantités nécessaires au projet (plus de 500 000 plants pour 27 km : une première à La Réunion !), le paysagiste Signes a retenu le système des « marchés de contrat de culture » permettant de produire en un temps donné les espèces souhaitées dans les quantités voulues. Ainsi, l'ensemble de la production a été découpé en 4 marchés distincts de contrat de culture correspondant à 4 séquences paysagères spécifiques. Les espèces indigènes étant actuellement peu ou pas utilisées sur les projets paysagers locaux et pas dans les mêmes proportions, le CIRAD et l'ONF se sont vu confier une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) pour l'encadrement des pépiniéristes attributaires des marchés de contrat de culture (Entreprises horticole Yvon Payet, La Mare Espaces Verts, Vocatour).

Pour assurer la parfaite adaptation des espèces indigènes produites aux conditions spécifiques du projet, celles-ci ont été mises en culture à partir des semences récoltées à proximité de la route des Tamarins et/ou sur des écotypes similaires. L'objectif est d'obtenir des plants provenant de semenciers vivant déjà dans des conditions analogues (déficit hydrique, exposition au soleil, alizés, structure de sol, ...) espérant ainsi une meilleure reprise des plants. Afin de conserver l'intégrité physique et reproductive des semenciers, l'ensemble de l'opération de récolte effectuée par les pépiniéristes a également fait l'objet d'un encadrement de l'AMO. Avec toujours ce même souci d'acclimatation, l'ensemble de la production des végétaux se fait sur des installations de pépinières dédiées au projet de la route des Tamarins dans des secteurs « compatibles » climatiquement (photo 5).

Des godets anti-chignon

Au-delà de l'appui scientifique et technique apporté par l'AMO, l'idée est aussi de chercher à professionnaliser la filière sur des espèces nouvelles ou peu connues en pépinière tout en acquérant un savoir-faire sur des modes de production éloignés des techniques horticoles habituelles. Ainsi, les pépiniéristes ont pu bénéficier de séances de formation du CIRAD sur les techniques de conservation de semences, traitements pré-germinatifs, semis, repiquage, traitement phytosanitaire, suivi de production, suivi de croissance, etc.

L'enjeu du projet de plantation est l'installation de végétaux pouvant

rapidement devenir autonomes sans avoir besoin de recourir à une irrigation permanente. Signes s'est alors tourné vers l'utilisation de jeunes plants forestiers, végétaux au début de leur développement atteignant 15 à 20 cm de haut. Dans le cadre du projet de la route des Tamarins, et compte tenu de la croissance lente de certaines espèces indigènes, ces jeunes plants peuvent être âgés de 1 à 4 ans. Ce jeune âge permet de les produire en grande quantité en parallèle de l'avancement du projet routier et si nécessaire dès le démarrage des premiers travaux de terrassements. Ainsi, à la livraison des talus et modelés de l'infrastructure, ces jeunes plants pourront être installés dans de faibles épaisseurs de terre végétale avec des densités importantes ; afin d'intégrer les pertes par la sélection naturelle des plants les moins résistants. Ils seront disposés en mélanges et associations cohérentes d'espèces (certaines ne pouvant être mises ensemble, d'autres s'aidant mutuellement) selon les secteurs de plantations : crêtes de déblai, pièges à cailloux, modelages de bassin versant ou d'OA, sous forme de bosquets dans les talus de remblai et dans les boucles des diffuseurs (figure 1).



Photo 5
Plates-formes de plantations (pépinière du G.I.E. des Lataniers)
Planting platforms (GIE des Lataniers nursery)



Figure 1
Aménagements paysagers
Travaux de plantations

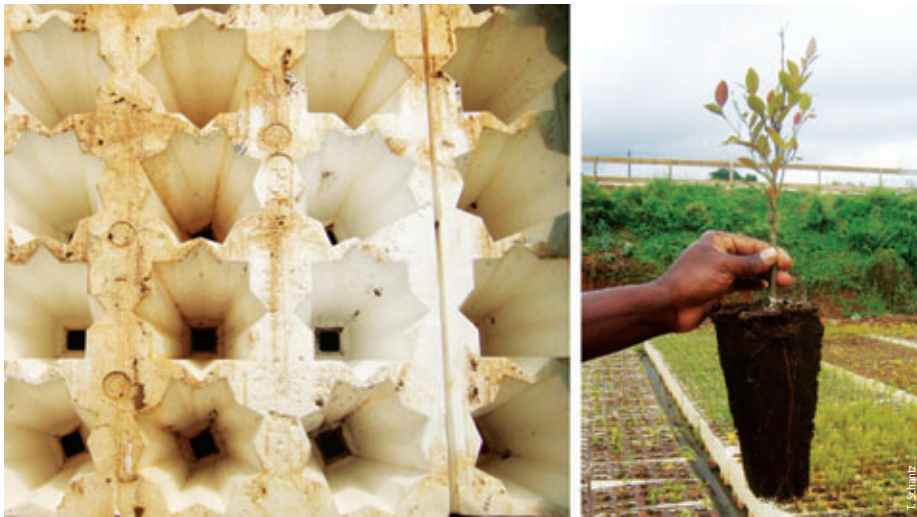


Photo 6
Godet anti-chignon et système racinaire
Planting bucket and root system

Ces jeunes plants forestiers sont produits en godets anti-chignon sur un modèle créé par l'un des pépiniéristes et fabriqué spécifiquement sur l'île de La Réunion pour le projet de la route des Tamarins. Leur intérêt est de permettre la croissance de végétaux développant un système racinaire bien architecturé et sans déformation (enroulement et enchevêtrement des racines habituellement observés sur les conteneurs classiques) ce qui assure un meilleur taux de reprise lors de leur installation sur les talus et modelés routiers (photo 6).

Bilan des contrats de culture

Combiné à ce mode de production novateur pour La Réunion, l'ensemble de l'itinéraire technique de production est basé sur la recherche d'une croissance la plus naturelle possible. Ainsi, en plus de l'origine contrôlée des semences, le substrat de culture est proche de celui qui sera rencontré dans les talus routiers. Les plants sont élevés sans intrants et les arrosages sont justement dosés. L'objectif est d'amener « naturellement » l'ensemble de la production jusqu'à une phase de sevrage des végétaux qui consiste à réduire de manière importante les apports d'eau avant leur plantation (5 mois avant), afin de limiter le stress que produira inévitablement cette opération sur l'ensemble des sujets.

Actuellement, après 4 années de récoltes et « d'élevage », le bilan qui peut être fait des contrats de culture est positif. La production à grande échelle d'espèces indigènes a permis pour les pépiniéristes d'acquérir un ensemble de compétences qu'ils seront à même de valoriser pour des projets futurs (tram train, Maison des civilisations et de l'unité réunionnaise) et pour donner suite

à l'engouement de la population pour les espèces indigènes au sein de leur propres structures.

Si pour la plupart des espèces les résultats obtenus sont conformes aux objectifs attendus du projet, tant sur le plan qualitatif que quantitatif, pour certaines espèces en revanche cette production a mis en relief certaines difficultés inhérentes au matériel végétal lui-même. Il a ainsi pu être constaté :

- des phénomènes de dormance plus marqués que prévus : étalage sur 4 ans entre le semi et les levées de graine d'une même espèce venant d'une même récolte ;
- un traitement pré-germinatif donnant des résultats sur un très faible pourcentage de graines ;
- des productions de semences variant entre l'abondance et la pénurie d'une année sur l'autre sur un même semencier ;
- des échecs inexplicables de la mise en culture de certaines espèces réputées « faciles » à produire.

Aujourd'hui, les productions sont achevées et le sevrage est entamé sur l'ensemble des espèces. La phase de plantation doit, quant à elle, être réalisée entre octobre 2008 et février 2009 pour bénéficier dès le départ des pluies de la saison humide. Ainsi, à l'ouverture de la route des Tamarins, toutes les plantations seront réalisées et il ne « restera plus » aux différentes espèces qu'à s'installer durablement dans les talus routiers. ■



Landscape design, Section 2 A "balcony road"

Defined as one of the vital elements of the Tamarins Road, Section 2 (highway RD10 – Etang-Salé representing 27 km), under contracting responsibility of Egis Route, benefits from landscape and building design in collaboration with Agence Signes (landscaping subcontractor) based on a physical integration principle relative to earthworks, landscape modelling and technical innovation for plant and vegetation design:

- use of massive indigenous species,
- specific production techniques,
- original production tools.

Close technical and scientific oversight is offered by a client assistance group bringing together the ONF national forest office and the CIRAD International Centre of agronomic research for the development, production and use of young indigenous forest plants. This makes it possible to provide landscape engineering climatically suited to the specific constraints of the west coast (hot and dry). Associated with expert grass planting on slopes and the modelling of the Tamarins Road, this adaptation of the planting palette to climatic characteristics should facilitate the rooting and natural growth of plants in the surroundings of the infrastructure and thus favour overall integration.

L'ex-RN 20 dans l'Essonne Réhabilitation du cadre et de la qualité de vie

Banalisation, défiguration, uniformisation, étalement urbain sont des fléaux qui s'attaquent aux entrées de villes partout en France. Cette détérioration du paysage péri-urbain se traduit aujourd'hui par des kilomètres linéaires, véritables couloirs où se disputent à profusion les surfaces commerciales et les panneaux publicitaires. Cet environnement abîmé est non seulement nuisible au cadre et à la qualité de vie mais aussi au final à l'image même des cités.



Afin de lutter contre ce phénomène particulièrement prégnant sur le segment de l'ex-RN 20 entre Massy et Arpajon, Nathalie Kosciusko-Morizet s'était engagée, en sa qualité de député de l'Essonne, en faveur d'une rénovation exemplaire de l'axe. Il était donc naturel qu'elle poursuive son action sur ce terrain en tant que secrétaire d'Etat à l'Ecologie.

A cet égard, Jean-Louis Borloo, Dominique Bussereau et Nathalie Kosciusko-Morizet ont missionné, en septembre dernier, Bernard Laffargue, ingénieur général des Ponts et chaussées et ancien directeur départemental de l'Equipement, pour conduire une étude et présenter des solutions d'avenir en matière de requalification de ces espaces.

Objet ces dernières années d'un développement anarchique au point de souffrir aujourd'hui gravement d'asphyxie, l'ex-RN 20 entre Massy et Arpajon est un axe rectiligne qui s'étend sur une distance de 16 kilomètres. Le territoire couvert comprend 13 communes et 4 établissements publics de coopération intercommunale (EPCI). Tout en ayant une vision large et de niveau régional, l'étude porte sur les espaces immédiats traversés par l'ex-RN 20. Les différents élus concernés ont tous été sollicités pour recueillir leurs difficultés et leurs attentes en termes d'aménagement de l'axe.

Les diagnostics

Le diagnostic urbain

Malgré les caractéristiques communes à tout le linéaire, l'axe comprend trois séquences qui sont traitées de façon différenciée :

- Au nord, de Massy au Petit Ballainvilliers, il est une voie rapide, au milieu d'espaces ouverts imposés par le plan d'exposition au bruit (PEB) d'Orly et par la vallée de l'Yvette.

- En partie centrale, du Petit Ballainvilliers à Linas nord, il traverse un espace urbain dégradé, donnant à voir des « morceaux de ville » et des centres commerciaux importants.

- Au sud, de Linas nord à Arpajon, à partir de la Francilienne (RN 104), l'espace est largement « mité » et les activités qui s'y concentrent sont à faible valeur ajoutée.

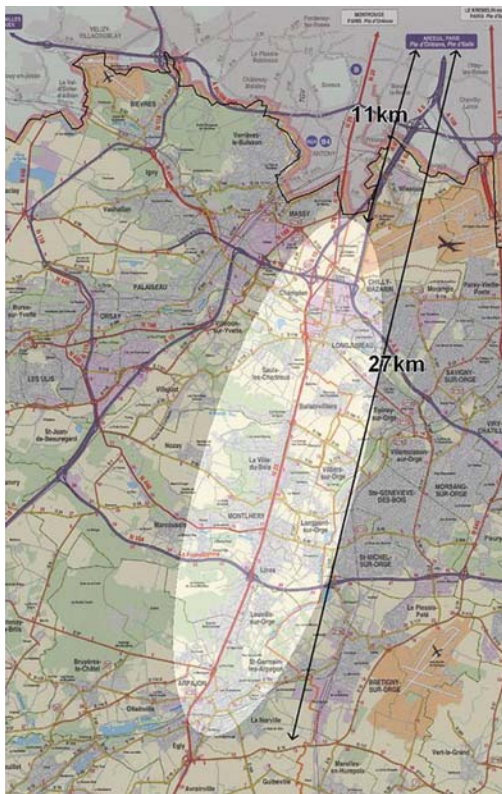
Le diagnostic des déplacements

L'examen détaillé des déplacements révèle des constats qui semblent assez peu connus localement :

- Plus de la moitié des déplacements sont locaux, mais difficiles à réaliser.

- La voiture est omniprésente et presque obligatoire : son utilisation sur ce secteur est la plus importante de l'Essonne.

La RN 20 sépare le territoire comme un fleuve infranchissable : sur le tronçon, il n'existe que 5 traversées, soit une tous les 2 km, alors que sur la RN 7, par exemple, on en recense une tous les 600 m. De plus, les deux rives ont un fonctionnement différencié.



Le diagnostic de l'environnement

Dans un site relativement contraint, entre la vallée de l'Orge et le triangle vert (le plateau), les espaces traversés nécessitent une grande maîtrise du foncier, ce qui n'est pas le cas. La poursuite de l'étalement urbain entraîne des risques environnementaux pour l'eau, les paysages ainsi que des nuisances croissantes.

Ces diagnostics se rejoignent et démontrent la nécessité d'un raisonnement global et d'aborder le secteur avec une vision de développement durable.

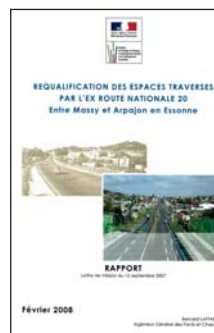
Les propositions

L'analyse des diagnostics, les attentes des élus locaux et l'approche pour un développement durable ont déterminé sept principes directeurs d'aménagement, qui ne sont pas indépendants et qui devront être coordonnés.

- Offrir un système de transport alternatif, écologique et économique, ne remettant pas en cause la viabilité de ce territoire. Un couloir réservé pour les autobus est à prévoir, assurant régularité et fiabilité dans les déplacements. Il devra être ouvert aux vélos.
- Transformer, dans la partie centrale, l'axe routier de 6 km en boulevard urbain. Le partage de l'espace, la vitesse limitée, la densification autour de la voie, le retour des arbres comme « médiateur » doivent ramener à « une fluidité lente et assagie ».
- Assurer les liens entre les deux « rives » de la RN 20, en créant et en aménageant des carrefours.
- Construire des pôles urbains autour des carrefours : véritables pôles intermodaux, ils regrouperont les arrêts de bus et les parkings relais pour voitures et vélos. Les logements et lieux de vie, dans une approche de densification raisonnable, y seront développés.

- Structurer les zones d'activités pour mieux les intégrer en recherchant des effets « vitrines ».
- Conforter les espaces ouverts en créant des « espaces de respiration », véritables corridors écologiques entre la vallée de l'Orge et le triangle vert. Ces espaces accueilleront de nouveaux bassins pour assurer la bonne gestion des eaux de ruissellement.
- Améliorer le cadre de vie et réduire les nuisances. Dans un premier temps, il convient d'agir rapidement sur l'affichage publicitaire anarchique et sur les réseaux aériens (électricité, téléphone) qui seront progressivement enterrés. Cette règle devra être imposée lors de travaux et d'opérations immobilières. L'abaissement de la vitesse à 50 km/h et la fluidité lente auront un effet sur le bruit routier et sur la pollution atmosphérique.

Le parti pris est de proposer des pistes concrètes d'aménagement afin de bâtir un projet de territoire qui prenne en compte à la fois la dimension transport (transport en commun, mode de circulation doux, facilité des connexions, ...) et environnementale (qualité paysagère, pression publicitaire, diminution des nuisances sonores, ...). Le mode de gouvernance pour la mise en œuvre reste à définir en concertation avec l'ensemble des élus et acteurs locaux.



La gouvernance du projet

Le nombre de communes et d'EPCI présents sur la zone d'étude, l'existence de schémas directeurs locaux, la création prochaine d'une opération d'intérêt national (OIN) limitent les hypothèses pour une gouvernance du projet :

- Soit l'initiative émane des collectivités, ce qui serait préférable, et la création d'un syndicat mixte ouvert peut être envisagée.
- Soit le secteur est jugé complémentaire aux objectifs de la future OIN et son extension à cette OIN peut être considérée et mise en œuvre par l'établissement public d'aménagement (EPA).



La réaction du conseil général de l'Essonne

Une impasse flagrante quant aux conditions de la participation financière de l'Etat

Michel Berson, président du conseil général de l'Essonne, prend acte des conclusions du rapport réalisé par l'Etat sur le devenir de l'ex-RN 20.

Sur le rapport en lui-même, Michel Berson considère que :

- Le diagnostic est relativement complet et qu'il s'inscrit dans l'esprit des études partagées faites par la direction départementale de l'Equipement (DDE), bien que se cantonnant à l'axe de l'ex-RN 20 et à ses rives immédiates.
 - Les propositions sur le "projet urbain" peuvent constituer une base de travail (notamment sur les questions de la restructuration de la voirie, de la constitution de pôles urbains autour des carrefours, ou du TCSP) pour élaborer le cahier des charges du schéma de secteur.
- Pour Michel Berson, il convient maintenant d'inscrire les propositions du rapport Laffargue dans un projet d'aménagement global du secteur, et d'associer plus étroitement les acteurs locaux.

Il rappelle à ce titre que le conseil général de l'Essonne a été mandaté par les agglomérations du territoire pour lancer les premières études et conduire les débats autour de la gouvernance, en vue d'engager, fin 2008, l'élaboration d'un schéma de référence.

Aussi, le président tient à insister sur les réponses que l'Etat doit apporter à des questions essentielles que le rapport Laffargue ne règle pas, notamment :

- Le devenir des emprises du projet C6 acquises par l'Etat, dont l'aménagement constitue une priorité pour le conseil général de l'Essonne. Ces emprises pourraient offrir d'autres perspectives que des circulations douces, dans le cadre du projet de schéma directeur régional d'Ile-de-France (SDRIF). Le projet C6, présenté par les pouvoirs publics comme une déviation apte à délester le trafic de l'ex-RN 20 et à assurer l'écoulement du transit national, régional et sud essonnien, en évitant les agglomérations, a été supprimé par un amendement voté en février 2007, lors de l'approbation du SDRIF.
- Le type de gouvernance chargée de piloter le projet. Entre les deux propositions évoquées, extension de l'OIN Massy-Saclay-Versailles-Saint Quentin en Yvelines ou syndicat mixte ouvert, le choix du conseil général de l'Essonne se porte très prioritairement sur la seconde proposition.

- Les conditions de la participation financière de l'Etat surtout à la requalification de la RN 20 : le coût de cette requalification pourrait s'établir à 15 millions d'euros par kilomètre et ni l'Etat ni la ministre ne laissent entrevoir le moindre financement de l'Etat. Compte tenu de ces coûts, le conseil général de l'Essonne et les collectivités locales concernées ne seront pas en capacité de mener à bien ce projet sans une mobilisation forte de l'Etat.

A la suite des décisions (lire ci-dessous) prises avec l'ensemble des élus du tronçon Massy – Boissy-sous-Saint-Yon lors de la réunion organisée par Gérard Funès, vice-président du conseil général, le 20 décembre 2007, le Département est aujourd'hui en mesure de réunir un nouveau comité de pilotage en présence des collectivités, afin de valider le choix du type de gouvernance à mettre en œuvre pour conduire le projet de requalification de la RN 20. Une réunion était prévue en juillet 2008.

* Les engagements pris par le conseil général de l'Essonne

- Lancement d'une étude juridique sous maîtrise d'ouvrage départementale visant à identifier quelle structure de gouvernance serait la plus efficiente pour ce projet, en privilégiant la piste d'un syndicat mixte.
- Recensement de l'ensemble des projets locaux et sites à enjeux, en faisant appel à un bureau d'études indépendant avec une maîtrise d'ouvrage départementale.
- Elaboration d'un schéma de référence dès lors que la structure de gouvernance sera mise en place et qui permettrait de définir une stratégie de développement urbain à porter collectivement.
- Négociation avec Cofiroute pour régler la question des poids lourds qui utilisent la RN 20 et non l'A 10.

Le marché "Etudes préalables à une démarche partagée de requalification urbaine de la RN 20" portant sur la réalisation d'une étude sur l'état des lieux et l'analyse des projets urbains le long de la RN 20 en Essonne, de Massy à Angerville, afin de dégager les enjeux urbains de ce territoire, a été notifié fin juin.



AUTEURS

Michel Ballié
Directeur technique
COLAS

Pierre Dupont
Expert granulats
Service d'études techniques
des routes et autoroutes (Sétra)



Déviation d'Angoulême, bétons bitumineux 0/6 continu
Angoulême diversion, continuously-graded 0/6 asphalt concrete

Adhérence

Formulation des bétons bitumeux et résistance au polissage des granulats

L'adhérence des revêtements routiers est l'un des paramètres déterminant pour la sécurité des usagers de la route sur chaussée mouillée. De nombreux facteurs contribuent à une adhérence satisfaisante à la mise en service et à son maintien sous trafic, tels que : caractéristiques longitudinales et transversales de la chaussée, évacuation rapide des eaux de pluie, texture du revêtement, ...

Constituants principaux, les granulats doivent posséder des propriétés intrinsèques et de fabrication répondant à des spécifications d'usage en fonction du trafic poids lourds, supporté par la chaussée, et de sa configuration.

La formule de béton bitumineux joue un rôle décisif dans sa texture et son maintien en usage par sa granularité et sa dimension maximale, les granulats, notamment leur résistance au polissage.

Le présent article a pour objectif de montrer que la résistance au polissage des granulats peut être compensée dans certains cas par une formule adaptée et de préciser l'influence relative de ces paramètres (courbe granulométrique, dimension maximale des granulats avec diverses résistances au polissage de différentes proportions, ...).

Il s'appuie sur des expérimentations sur chaussées à fort trafic poids lourds, suivies dans le temps au niveau macrotexture et adhérence. Les résultats s'avèrent probants par rapport aux objectifs et sont confortés par une réduction importante du nombre d'accidents. Elles contribuent ainsi à l'amélioration de la sécurité des usagers de la route.

Introduction

Rappels

Chacun sait que l'adhérence des chaussées représente une composante importante du niveau de service des axes routiers. Elle contribue, en effet, à la sécurité des usagers de la route, plus particulièrement lorsque les chaussées sont mouillées ou humides. L'adhérence d'une chaussée correspond à sa capacité à mobiliser des forces de frottement entre le pneumatique d'un véhicule et la surface de la chaussée sous l'effet des sollicitations engendrées par la conduite. Sur chaussée sèche et propre, le niveau d'adhérence est en général satisfaisant pour des conditions normales de conduite régies par le Code de la route. En revanche, sur chaussée mouillée ou humide, l'adhérence diminue considérablement et ce d'autant plus que la vitesse du véhicule augmente, en raison de la présence d'eau s'interposant entre le pneumatique et la surface de la chaussée.

La texture de surface d'une chaussée mouillée ou humide doit permettre l'évacuation de l'eau sous le pneumatique

(c'est le rôle de la macrotexture) et rétablir les conditions de contact aussi proches que possible de celles rencontrées sur chaussée sèche et propre (c'est le rôle de la microtexture).

La recherche de caractéristiques d'adhérence élevées et durables constitue une ligne d'action prioritaire en France pour l'ensemble des acteurs de l'ingénierie et de l'industrie routières. Une circulaire de 2002 de la direction générale des Routes sur l'adhérence des chaussées du réseau national témoigne de cet objectif et marque les progrès accomplis [1]. Il convient de souligner que les autres maîtrises d'ouvrage s'appuient largement sur ce texte de référence. Elle rappelle notamment, que le respect des règles géométriques de tracé, l'obtention du niveau d'uni longitudinal requis dans les petites ondes [2] et l'élimination des causes d'accumulation d'eau sur la chaussée, sont des conditions préalables à la recherche de caractéristiques d'adhérence satisfaisantes. En outre, la circulaire introduit des seuils de macrotexture pour la réception des couches de roulement neuves. Les conditions à remplir vis-à-vis de la microtexture sont considérées atteintes dès lors que les exigences imposées sur les granulats

Chaussées Valorisation des granulats locaux

et la formule du revêtement de chaussée sont satisfaites. Elles sont de ce fait approchées à travers le choix du type et de la composition de la couche de roulement.

Problématique

Il est généralement admis en France que sur une chaussée mouillée ou humide :

- le pneumatique neuf ou moyennement usé peut compenser partiellement une faible macrotexture mais ne peut pas rattraper une faible microtexture,
- la microtexture est nécessaire à toutes les vitesses,
- la macrotexture est une condition additionnelle à des vitesses moyennes et élevées [3].

La figure 1 positionne la macrotexture et la microtexture dans la gamme des irrégularités de surface d'une chaussée.

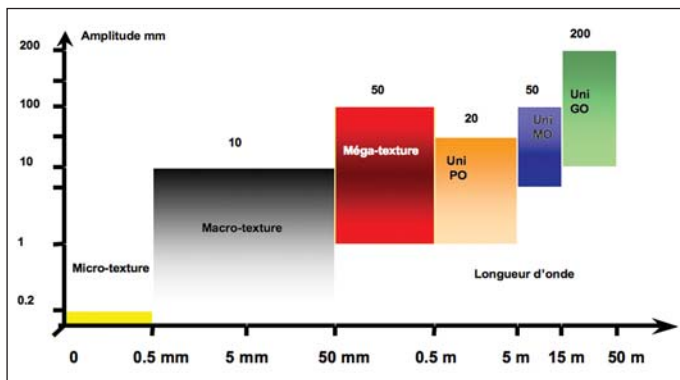


Figure 1
Rappel des échelles de dimensions des irrégularités de surface d'un revêtement : petites ondes (PO), moyennes ondes (MO) et grandes ondes (GO)
Review of scales and dimensions of pavement surface irregularities : short, medium and long wavelengths

La macrotexture est fonction de la dimension des granulats, de la formule du revêtement de chaussée, de sa mise en œuvre et de son traitement de surface éventuel. La microtexture est, quant à elle, en partie influencée par la capacité des granulats à présenter et à conserver le plus longtemps possible des arêtes vives et à offrir une surface durablement rugueuse résistant bien au polissage, essentiellement induit par le trafic des poids lourds. Elle est aussi en partie liée à la formule du revêtement, notamment à la dimension maximale des granulats et au pourcentage de petits éléments granulaires.

Une note d'information éditée par le Comité français pour les techniques routières (CFTR) hiérarchise les domaines d'emploi des différents types de revêtements disponibles, vis-à-vis uniquement des critères de macrotexture et de microtexture [4]. (Le CFTR regroupe des donneurs d'ordre et des professionnels qui représentent l'ensemble de la communauté technique routière nationale de façon paritaire et partenariale). Il apparaît ainsi que la résistance au polissage des granulats et la formule du revêtement jouent un rôle important dans l'obtention et le maintien d'un bon niveau d'adhérence et que cette résistance au polissage ne conditionne pas à elle seule la microtexture de surface. En cohérence avec la préoccupation nationale actuelle de sécurité routière, cet article consiste à montrer que l'adhérence d'une chaussée peut être

améliorée durablement par une certaine compensation entre la résistance au polissage des granulats et la formule du revêtement. Dans l'idée d'optimiser le couple macrotexture-microtexture, en intervenant sur la formulation du revêtement (dimension maximale, courbe granulométrique, choix des constituants), l'amélioration durable de l'adhérence est obtenue par une plus grande densité superficielle des points de contact anguleux, appelés indenteurs, avec la gomme des pneumatiques. Cette option a pour avantage de conserver la spécification actuelle sur la résistance au polissage, donc d'utiliser

les granulats actuellement disponibles sur le marché français en tirant parti de leurs caractéristiques géotechniques. Elle entre dans le cadre d'une gestion économe des ressources existantes et dans un souci de développement durable.

Incidence des granulats

Microrugosité

Il est maintenant acquis en France que les granulats pour couche de roulement bitumineuse doivent remplir trois fonctions principales :

- Rester dans l'enrobé bitumineux mis en place ; c'est le rôle de la granularité, de la forme, de l'angularité et de la propreté vis-à-vis notamment de la stabilité immédiate ; c'est aussi le problème de l'adhésivité avec le liant vis-à-vis principalement de la tenue dans le temps.

- Se maintenir dans leur intégrité là où ils sont, donc conserver toutes leurs propriétés aussi longtemps que possible ; c'est le rôle essentiel de la résistance mécanique exprimée en termes de résistance à la fragmentation et à l'usure.
- Assurer de bonnes caractéristiques antidérapantes, ce qui fait intervenir la granularité, la forme et l'angularité pour la macrotexture du revêtement bitumineux d'une part, et la résistance au polissage pour la microtexture de celui-ci d'autre part, la résistance au polissage étant liée aux aspérités de surface des gravillons ou microrugosité [5].

Si la granularité et la forme des granulats, la formule et la mise en œuvre du BB, influencent l'obtention d'une surface initiale antidérapante, la résistance mécanique, l'angularité et la microrugosité jouent un rôle important dans son évolution sous l'action du trafic poids lourds. La fragmentation des gravillons tend à renouveler l'angularité et la microrugosité, mais les fait alors disparaître rapidement. L'usure diminue progressivement l'angularité et augmente les surfaces susceptibles de se polir. Il faut donc trouver des gravillons et des conditions d'utilisation pour lesquels la fragmentation

et l'usure soient réduites au maximum et pour lesquels le polissage ne puisse se développer.

Résistance au polissage

Plus une roche contient de minéraux durs, plus elle est difficile à polir ; seuls les minéraux tendres atteignent un fort polissage. Ainsi les roches riches en calcite se polissent très vite, les roches riches en feldspaths moyennement vite, et les roches riches en quartz pratiquement pas (abstraction faite de leur structure).

Lorsqu'une roche contient des minéraux de duretés différentes (contraste de dureté), une usure différentielle se produit toujours laissant les plus durs en relief et les plus tendres en creux. On obtient alors une microrugosité limitée qui n'est jamais un bon poli. La roche idéale serait composée à 50/50 de minéraux durs et de minéraux tendres. Il existe cependant une contradiction entre résistance au polissage et résistance mécanique, l'une s'obtenant toujours au détriment de l'autre : c'est la présence de minéraux tendres parmi des minéraux durs qui favorise une bonne résistance au polissage, mais fait alors chuter fortement la résistance mécanique. De même, lorsque la porosité d'une roche croît, sa résistance au polissage augmente, mais sa résistance mécanique diminue. Les roches ayant simultanément d'excellentes résistances à la fragmentation, à l'usure et au polissage sont rares. Ainsi les résistances à la fragmentation des quartzites, à l'usure des microdiorites et au polissage des basaltes ne sont pas toujours très élevées. De façon générale, on constate qu'une structure fine et une porosité faible confèrent une résistance mécanique forte. Mais pour les roches à résistance mécanique élevée et à faible contraste de dureté des minéraux, le résultat atteint est fréquemment un mauvais état de poli final. Le *Polished Stone Value (PSV)* traduit cette plus ou moins grande facilité qu'ont les roches à se polir sous l'action du trafic lourd jusqu'au terme de leur usage.

La géologie de la France est suffisamment variée pour que l'on puisse y trouver des roches satisfaisantes en regard du critère de la résistance au polissage. Mais la politique privilégiant la résistance mécanique depuis des décennies, fait que la plupart des carrières françaises qui produisent des granulats pour les couches de roulement bitumineuses, ont des PSV moyens allant de 50 à 54 répondant ainsi à la spécification française standard fondée sur la catégorie de la norme européenne PSV 50 à 55 [6]. Etant donné la lourdeur des procédures d'ouverture de carrières et l'ampleur des investissements nécessaires, la recherche de gisements nouveaux, par exemple à $PSV \geq 56$, ne pourrait se faire que très progressivement, si cela apparaissait impératif vis-à-vis de la sécurité routière et acceptable au plan économique. Des planches expérimentales d'enrobés bitumineux réalisées sur des chaussées soumises à un trafic poids lourds intense et agressif, ont mis en évidence qu'un fort PSV ne se concrétisait pas forcément par un niveau d'adhérence plus élevé que celui enregistré avec un PSV plus faible et ce après plusieurs années de circulation [7]. En revanche, d'autres expérimentations analogues ont permis de relever qu'un fort PSV générerait systématiquement un meilleur niveau d'adhérence qu'un PSV plus faible [8]. Face à ce constat, une autre voie a été explorée : l'optimisation de la formulation des BB.

Incidence de la formulation des BB

Cet article s'appuie sur de nombreuses planches expérimentales réalisées sur des routes nationales supportant des trafics poids lourds élevés. Elles ont été suivies pendant plusieurs années en appliquant les méthodes de mesure de l'adhérence des chaussées les plus couramment pratiquées en France [9].

Les résultats sont exprimés en coefficient de frottement

longitudinal (CFL) déterminé avec l'appareil ADHERA pour différentes vitesses, complété si besoin par la profondeur moyenne de texture (PMT).

Influence de la dimension maximale D

A partir du fichier informatisé de données françaises sur les caractéristiques des revêtements en adhérence et texture (CARAT) constitué par le Laboratoire régional des Ponts et chaussées (LRPC) d'Angers [10], il a été montré que l'adhérence moyenne de l'ensemble des BB de granularité 0/6 toutes origines de granulats confondues, était supérieure à celle de tous les BB 0/10, laquelle était elle-même supérieure à celle des BB 0/14 (figure 2).

L'adhérence est liée au nombre de points de contact anguleux de la surface bitumineuse avec le pneumatique du véhicule et à la dimension maximale D du revêtement, à condition que sa macrotexture soit suffisante.

Ce premier constat est confirmé par l'exploitation des mesures de CFL provenant du suivi des sections expérimentales réalisées en 1994 sur la RN 148 en Vendée (déviation de Fontenay-le-Comte) qui supporte un trafic important de l'ordre de 700 poids lourds par jour [8]. Trois planches contiguës de 500 mètres de longueur appliquées sur un site relativement rectiligne ont permis d'apprécier le comportement à terme de trois bétons bitumineux drainants (BBDr) de granularités 0/6, 0/10 et 0/14 mm.

Ces trois BBDr ont été fabriqués à partir de mêmes granulats

de diorite issus d'une zone homogène de carrière et du même bitume pur de classe 50/70, puis mis en œuvre dans des conditions similaires. Les granulats avaient un PSV de 51 et résistaient fortement à la fragmentation (coefficient Los Angeles de 12) et à l'usure (coefficient Micro-Deval en présence d'eau de 10).

Mesurés chaque automne pendant onze années, les CFL confirment l'analyse globale précédemment évoquée. L'adhérence du BBDr 0/6 est effectivement supérieure à celle du BBDr 0/10, laquelle est supérieure à celle du BBDr 0/14. Les figures 3 et 4 montrent que les CFL diminuent lorsque la dimension maximale D du BBDr augmente, et ce après 1, 5 et 11 années de circulation lourde. Cette observation est vérifiée pour les CFL à 40 km/h, liés davantage à la microtexture, plus dépendants de la macrotexture.

De plus, le différentiel d'adhérence en faveur des BBDr 0/6 est nettement plus important après 11 ans qu'après 6 ans de trafic lourd, ce qui est intéressant dans la mesure où les couches de roulement traitées au bitume pur sont renouvelées à peu près tous les 12 ans en France. De façon générale, en choisissant un BB de granularité 0/6 mm avec une macrotexture suffisante (PMT de 0,8 mm environ), il s'avère possible d'obtenir une adhérence satisfaisante et de la maintenir pendant une longue période sous un trafic lourd intense avec des granulats ayant un PSV de 50/52.

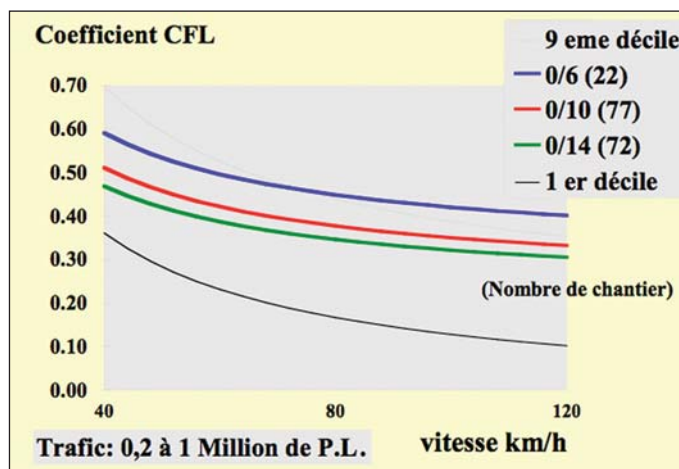


Figure 2
Courbes moyennes CFL issues du fichier CARAT en fonction du calibre D des bétons bitumineux positionnées par rapport au fuseau national de référence (1^{er} et 9^{ème} déciles)
Average braking force coefficient curves from CARAT file as a function of size D of asphalt positioned in relation to the national reference spread (1st and 9th deciles)

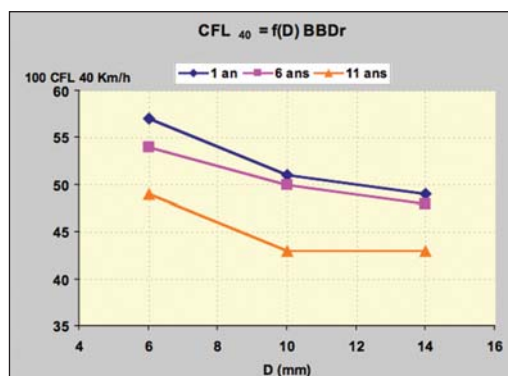


Figure 3
CFL à 40 km/h des bétons bitumineux drainants en fonction du calibre D
Braking force coefficient at 40 km/h of porous asphalt as a function of size D

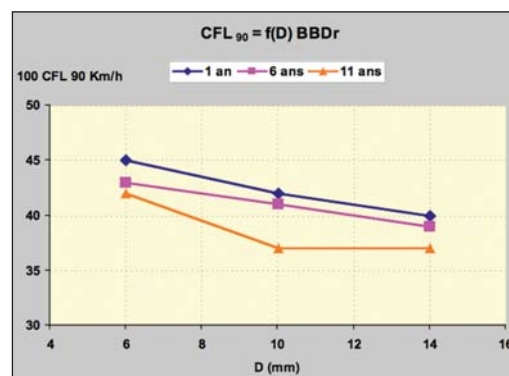


Figure 4
CFL à 90 km/h des bétons bitumineux drainants en fonction du calibre D
Braking force coefficient at 90 km/h of porous asphalt as a function of size D

Chaussées Valorisation des granulats locaux

Influence de la courbe granulométrique

L'expérimentation précédemment décrite sur la RN 148 comportait également trois sections contiguës de bétons bitumineux très minces (BBTM) à base des mêmes granulats et bitume, de granularité identique 0/10 mm, mais de courbes granulométriques différentes. Deux BBTM avaient des formules discontinues sans fraction 2/6 mm (D1 et D2) et le troisième une formule continue (C). Les compositions des trois BBTM ont été déterminées à partir de prélèvements en place. Les principaux tamisats cumulés, donnés en pourcentage, et la teneur en bitume, exprimée pour cent parties de granulats (ppc), sont regroupés dans le tableau 1.

| Tamis (mm) | BBTM D1 | BBTM D2 | BBTM C |
|--------------|---------|---------|--------|
| 10 | 90 | 89 | 93 |
| 6.3 | 37 | 25 | 49 |
| 4 | 29 | 17 | 34 |
| 2 | 27 | 16 | 21 |
| 0.08 | 6.3 | 4.8 | 6.1 |
| Bitume (ppc) | 4.7 | 5.1 | 4.8 |

Tableau 1
Composition des bétons bitumineux très minces 0/10
Composition of 0/10 very thin asphalt mixes

Les CFL ont également été mesurés chaque automne pendant 11 années. Les figures 5 et 6 indiquent respectivement les CFL à 40 et 90 km/h obtenus sur les trois BBTM 0/10 testés et ce à 1, 5 et 11 ans.

Les CFL à 40 km/h montrent que la formule continue offre une adhérence globalement supérieure à celle des deux formules discontinues. En effet, liée au nombre de points de contact anguleux avec le pneumatique, la microtexture du BBTM continu est probablement plus élevée que celle des deux BBTM discontinus.

Les CFL à 90 km/h mettent en évidence un écart significatif d'adhérence entre les deux BBTM discontinus, à l'avantage du type D2 qui présente une courbe granulométrique nettement plus creuse et possède de ce fait vraisemblablement une microtexture plus élevée. Le phénomène est encore accentué par l'utilisation d'un bitume pur 50/70 sous un trafic poids lourds

pour le BBTM D2 et 0,9 mm pour le BBTM D1.

En revanche, le BBTM continu présente des CFL à 90 km/h légèrement inférieurs à ceux du BBTM D2, en liaison probablement avec sa microtexture plus faible (PMT de 1,2 mm). Cependant, le niveau d'adhérence enregistré s'avère tout à fait correct après 11 ans de service, notamment avec un tel bitume pur.

Il en résulte que les BBTM 0/10 de courbe granulométrique continue et à base de granulats ayant un PSV de 50/52, présentent à la fois :

- une microtexture particulièrement intéressante conduisant à une adhérence très satisfaisante à 40 km/h,
- une microtexture donnant une adhérence élevée à 90 km/h.

Par la formulation des BB et notamment des BBTM, il est ainsi possible d'obtenir et de maintenir un niveau d'adhérence très convenable aux différentes vitesses du trafic routier avec des granulats de PSV peu élevé.

Influence combinée de la dimension maximale D et de la courbe granulométrique

D'autres sections expérimentales ont récemment été réalisées sur la RN 10 en Indre-et-Loire (près de Tours) qui supporte un trafic élevé d'environ 800 poids lourds par jour. Trois planches contiguës de 500 mètres de longueur ont été mises en œuvre

sur un itinéraire relativement sinueux et pentu. Sur la base d'un programme de suivi rigoureux du Laboratoire régional des Ponts et chaussées (LRPC) de Blois et sous l'autorité technique du Sétra, elles ont permis d'apprécier l'adhérence d'un BBTM 0/10 discontinu 2/6 (traditionnel), d'un BBTM 0/10 continu (analogue à celui de la RN 148) et d'un BBTM 0/6 continu (nouvelle approche brevetée par l'entreprise).

Le BBTM 0/6 continu se caractérise par une courbe granulométrique particulière, comportant une proportion importante de la fraction 2/4 mm pour accroître le nombre de points de contact anguleux avec le pneumatique [11]. Par ailleurs, il est fabriqué avec un bitume modifié par des élastomères de type SBS, alors que les deux BBTM 0/10 le sont avec un bitume pur de classe 35/50. Les granulats utilisés pour les trois BBTM proviennent de la même carrière de diorite qui avait approvisionné le chantier de la RN 148. Leurs propriétés intrinsèques sont similaires avec en particulier un PSV de 51.

Les CFL ont été mesurés chaque automne pendant quatre années. Les figures 7 et 8 indiquent respectivement les CFL à 40 et 90 km/h obtenus sur les trois BBTM testés pendant la période de suivi.

Le CFL à 40 km/h du BBTM 0/6 continu est nettement supérieur à ceux des deux BBTM 0/10 qui restent eux assez proches. La microtexture obtenue avec ce BBTM 0/6 continu apparaît très favorable à l'adhérence à faible vitesse et sera probablement conservée dans le temps par l'utilisation du bitume modifié par des élastomères. Elle est la conséquence d'un grand nombre de points de contact anguleux avec le pneumatique.

Le CFL à 90 km/h du BBTM 0/6 continu est aussi nettement supérieur à ceux des deux BBTM 0/10. Avec ce BBTM 0/6 continu, l'effet de la microtexture est certainement moins prépondérant, car sa PMT est de 0,8 mm alors qu'elle est de 1 mm pour le BBTM 0/10 discontinu et de 1,1 mm pour le BBTM 0/10 continu.

important, qui a pu faire évoluer la microtexture du BBTM D1 le plus sableux.

C'est effectivement la tendance que montrent les mesures de PMT effectuées après 11 ans de circulation lourde : 1,6 mm

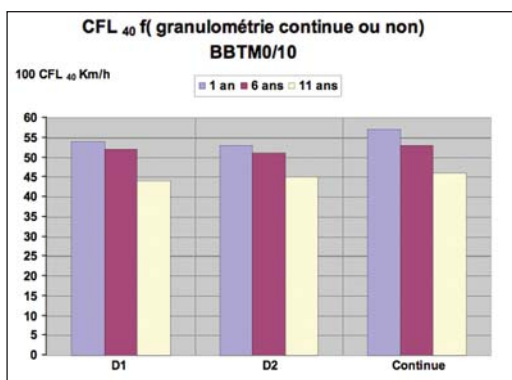


Figure 5
CFL à 40 km/h des bétons bitumineux très minces 0/10 en fonction de la courbe granulométrique
Braking force coefficient at 40 km/h of 0/10 very thin asphalt mixes as a function of gradation curve

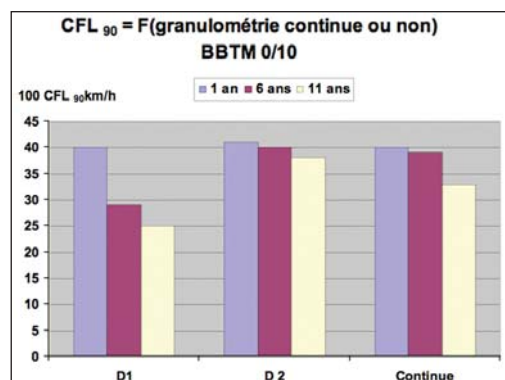


Figure 6
CFL à 90 km/h des bétons bitumineux très minces 0/10 en fonction de la courbe granulométrique
Braking force coefficient at 90 km/h of 0/10 very thin asphalt mixes as a function of gradation curve

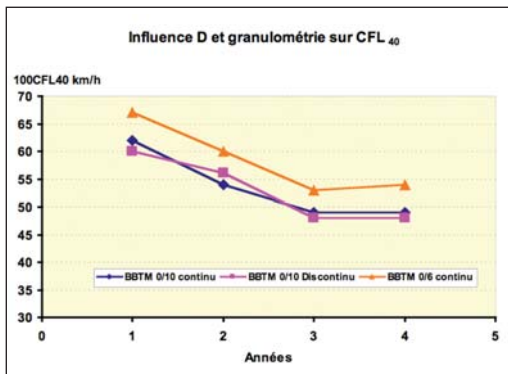


Figure 7
CFL à 40 km/h en fonction du D et de la courbe granulométrique
Braking force coefficient at 40 km/h as a function of size D and gradation curve

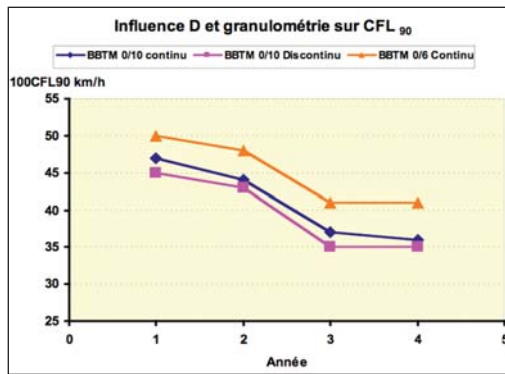


Figure 8
CFL à 90 km/h en fonction du D et de la courbe granulométrique
Braking force coefficient at 90 km/h as a function of size D and gradation curve

Sa composition granulométrique spéciale joue pleinement son rôle.

Constitués de granulats de diorite ayant un PSV de 50/52, cette nouvelle formulation de BBTM 0/6 continu conduit ainsi à un niveau élevé de CFL aux différentes vitesses de mesure et en conséquence à une adhérence particulièrement intéressante pour la sécurité des usagers de la route. Par sa microtexture, la formule de BBTM 0/6 continu peut aussi être une voie très prometteuse pour compenser le manque de microtexture induit par des granulats de PSV un peu faible.

Conclusion

Il est habituellement reconnu en France que si l'adhérence du revêtement ne constitue pas le premier facteur déclenchant d'un accident sur chaussée mouillée ou humide, il existe néanmoins une relation entre le niveau d'adhérence et la gravité de l'accident.

Toutes les solutions qui concourent à accroître ce niveau d'adhérence méritent d'être prises en considération. Elles tendent à compléter les actions sur les conducteurs, les véhicules et les infrastructures, participant en cela à l'amélioration de la sécurité routière. Leur efficacité se trouve en outre renforcée dès lors que les eaux de pluie peuvent être évacuées rapidement de la surface des chaussées.

Les formulations des revêtements bitumineux proposées s'inscrivent pleinement dans cette optique.

Leurs caractéristiques d'adhérence s'avèrent en effet globalement meilleures que celles des sections de référence en termes d'état initial et de durabilité. Par ailleurs, les gestionnaires concernés ont constaté une amélioration des conditions de freinage et d'arrêt d'urgence ainsi qu'une diminution notable des sorties de route et des pertes de trajectoire.

Cet article montre que l'adhérence des revêtements de chaussées peut être améliorée durablement en agissant sur la formulation des bétons bitumineux (dimension maximale D, courbe granulométrique, choix des constituants) et que l'optimisation de cette formulation permet de compenser une résistance au polissage insuffisante des granulats.

Associée à une courbe granulométrique continue, la faible granularité d'un béton bitumineux augmente notablement le nombre de points de contact anguleux avec le pneumatique. Cette composition conduit à un accroissement de la microtexture du revêtement, la macrotexture devant toujours être suffisante. L'adhérence résultante des véhicules sur la chaussée est alors nettement améliorée quelle que soit leur vitesse de circulation. ■



Skid resistance Asphalt mix design and aggregate polishing resistance

The skid resistance of road surfacing is a decisive parameter for road user safety on wet pavements. Many factors contribute to satisfactory skid resistance when a road is initially commissioned and while in service under traffic: longitudinal and transverse properties of pavement, fast draining of rainwater, surface texture, etc. As main components, aggregates must have intrinsic and manufacturing properties that meet usage specifications according to the heavy vehicle traffic handled by the pavement, and its configuration. The asphalt's mix design plays a vital role for its texture and for lasting roughness provided by the granularity, particle size and polishing resistance of the aggregates used. The present article seeks to show that low aggregate polishing resistance can be compensated for in certain cases by suitable mix design, and looks into the relative influence of the parameters involved (gradation curve, maximum size of aggregates with various polishing resistance properties in different proportions, for example). It is backed by trials on pavements handling very heavy lorry traffic with continuous monitoring of macrotexture and skid resistance. The results are in keeping with objectives and are confirmed by a significant reduction in the number of accidents, thus contributing to the improvement of road user safety.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Adhérence des couches de roulement neuves et contrôle de la macrotexture, Circulaire 2002-39 de mai 2002 de la direction générale des Routes du ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement - NOR : EQURO210090C
- [2] Contrôle de l'uni longitudinal des couches de roulement neuves, Circulaire 2000-36 de mai 2000 de la direction générale des Routes du ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement - NOR : EQURO010080C
- [3] P. Dupont et A. Bauduin "La nouvelle circulaire adhérence de la direction générale des Routes de France", Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées, n° 255, avril-mai-juin 2005, pp. 159-168
- [4] Aide au choix des couches de roulement vis-à-vis de l'adhérence, Comité français pour les techniques routières, CFTR-Info, n°7, juillet 2002
- [5] P. Dupont et C. Tourenq "Granulats et microrugosité", Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées, n° 185, mai-juin 1993, pp. 145-151
- [6] Aide au choix des granulats pour chaussées basées sur les normes européennes, Comité français pour les techniques routières, CFTR-Info, n° 10, janvier 2005
- [7] P. Dupont, Y. Ganga, J. Bellanger et G. Delalande "Planches expérimentales adhérence-granulats", Revue générale des routes et des aéroports (RGRA), n° 788, octobre 2000, pp. 41-44
- [8] V. Lédée, G. Delalande, et P. Dupont, "Adhérence et granulats", Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées, n° 255, avril-mai-juin 2005, pp. 91-116
- [9] Mesure de l'adhérence des chaussées routières, Comité français pour les techniques routières, CFTR-Info, n° 11, mars 2005
- [10] Y. Brosseau et V. Le Turdu "Adhérence des revêtements de chaussées routières", Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées, n° 255, avril-mai-juin 2005, pp. 71-90
- [11] M. Ballié "Une nouvelle conception de bétons bitumineux peu bruyants à adhérence élevée", Revue générale des routes et des aéroports (RGRA), n° 829, juin 2004, pp. 54-56

Construction routière Profil d'un groupe

AUTEUR

Françoise Marmier



Groupe NGE

Une spécialité : le multimétiers

Qui connaît la signification de l'acronyme NGE ? Personne, car de la volonté-même des dirigeants, « *chacun y met ce qu'il veut* ». Pour les 4 400 salariés du groupe, ce pourrait être « *nous grandirons ensemble* », un élément fédérateur des différentes cultures qui le composent. Ou encore, « *une nouvelle génération d'entrepreneurs* », ... Toutefois, dans le domaine des travaux publics et de la construction routière, ces trois lettres ont une histoire, celle du 4^e groupe français indépendant de travaux publics multimétiers, issu des fusions de sociétés reconnues telles Guintoli, EHTP, GTS, Muller Travaux publics, Agilis, ...

Aujourd'hui, nul besoin de justification : NGE se suffit à lui-même. Preuve en est la reconnaissance de l'Etat qui, pour la première fois, a confié à un groupement privé, Alicorne, dont NGE est le mandataire, la concession de l'autoroute A88, section Falaise ouest - Sées.

Président du groupe NGE, Patrick Saut résume le parcours que l'entreprise a dû suivre pour parvenir à jouer dans la cour des grands.

Un seul cap : le multimétiers

Né de la volonté d'entrepreneurs de constituer un groupe d'entreprises d'expérience dans les travaux publics (TP), le groupe NGE développe une approche spécifique, au travers d'une offre globale, alliant les bénéfices de compétences multimétiers et le respect des acteurs régionaux. Regroupant des entreprises leaders sur leur marché comme Guintoli (terrassement et VRD) ou particulièrement reconnues comme EHTP (canalisations et réseaux), GTS (travaux géotechniques et de sécurisation), la filiale NGE Génie civil et Agilis spécialisée en équipements de la route, le groupe NGE intervient sur l'ensemble du territoire depuis ses 11 directions régionales,

ses divisions grands travaux et 40 implantations. Il est l'un des rares à posséder un siège social excentré puisque le sien se situe près de Tarascon (13). NGE réalise également des travaux d'infrastructures d'envergure nationale tels que les lignes LGV et les autoroutes, dont il a obtenu plusieurs lots, le plus souvent en tant qu'entreprise mandataire d'un groupement, et s'est ainsi imposé comme acteur majeur des TP en France. Le groupe a réalisé en 2007 un chiffre d'affaires de 786 millions d'euros, en progression de 23 % sur 2006, et dégagé un bénéfice, stable, de 20 millions d'euros. Pour 2008, NGE a prévu un chiffre d'affaires de 850 millions d'euros, en augmentation de 10 %.

Un peu d'histoire

Depuis la création de Guintoli en 1947 et jusqu'à la formalisation de NGE en 2006, un même projet a guidé les pas des dirigeants : proposer une offre globale de TP, développée par un groupe autonome et indépendant. Ainsi, depuis 60 ans, donneurs d'ordre publics et privés, grands

comptes et responsables locaux, ont permis à ses entreprises d'intervenir sur des chantiers particuliers variés et complexes : terrassements d'autoroutes et de lignes LGV, construction de ports de plaisance, de tramways, d'ouvrages d'art, déconstruction, travaux d'éclairage, gestion de carrières, réalisation de bassins, de pistes, etc.

De Guintoli au groupe NGE, les dates-clés

- 1947 : Création de l'entreprise Guintoli en Arles
- 1974 : Création d'EHTP
- 1988 : Création de GTS (géotechnique et travaux spéciaux)
- 1993 : Création de l'activité génie civil
- 1994 - 2001 : Intégration de Guintoli, EHTP et GTS dans Générale routière
- 2002 : Reprise de l'indépendance de Guintoli, EHTP et GTS et regroupement au sein de la holding financière NGE
- 2006 : Création du Groupe NGE et filialisation de l'activité génie civil
- 2007 : Rachat de SLD TP (canalisations et réseaux)
- 2008 : Rachat de SOC (cycle de l'eau)

2007, l'année des premières

L'année 2007 a été marquée à la fois par le premier exercice du groupe NGE, constitué officiellement en novembre 2006, et par son développement et son positionnement national. Le groupe a embauché plus de 800 personnes en 2007 et doit sa progression de 23 % à une conjoncture favorable du marché des TP, mais également à une volonté de croissance interne qui s'est traduite par un maillage géographique plus fin du territoire national. L'arrivée de collaborateurs a été facilitée par le centre de formation intégré, nommé Plate-forme, dont l'activité s'est développée en 2007, proposant à la fois une formation pratique et théorique aux jeunes recrues et une continue aux salariés du groupe. Ce centre est en pleine expansion et va ouvrir ses portes à d'autres entreprises afin de délivrer des formations diplômantes pour l'ensemble de la profession. La croissance interne s'est accompagnée d'une croissance externe très active avec le rachat de plusieurs entreprises, dont SLD TP, pour les canalisations et les réseaux, située dans l'est de la France, et, en janvier 2008, SOC, spécialiste du cycle de l'eau, basée en région Aquitaine, afin de prolonger le maillage régional et d'acquérir de nouveaux savoir-faire métier. Enfin à l'issue de ce premier exercice, début janvier 2008, NGE a obtenu une concession d'autoroute sur un tronçon de l'A88. Cet événement a marqué un tournant décisif pour l'affirmation du positionnement du groupe dans le paysage français des TP : acteur résolument indépendant et capable de prendre part au marché des concessions, défenseur du rôle incontournable des entreprises indépendantes dans l'économie.

Relations durables, un état d'esprit

En opposition à la logique des marchés financiers qui privilégie le court terme, NGE est soutenu par une vision à long terme rendue possible par des actionnaires et dirigeants

qui composent aujourd'hui son comité de direction. En interne, NGE mène également une politique de gestion des hommes visant à développer une culture forte et un réel sentiment d'appartenance. Cet attachement au groupe comme au métier des TP se traduit par des valeurs explicites garantissant des comportements positifs à tous les échelons de l'organisation : exemplarité, transparence, respect des hommes et du matériel. Délégation et responsabilisation, sont les maîtres-mots d'un management qui privilégie les circuits courts.

Engagement environnement, qualité et sécurité

NGE inscrit dans son action comme dans ses réalisations des valeurs inspirées du développement durable. Le groupe a mis en place une direction qualité environnement chargée de la coordination de cette mission. De nombreuses entités sont certifiées ISO 9001 et ISO 14001 et sont engagées dans une démarche qualité sécurité et environnement (QSE) et GTS, l'une des filiales, a obtenu le label QSE en 2007 ; pour d'autres, le processus est en cours ou en projet. De plus, NGE est en démarche de certification ISO 9001 pour la gouvernance d'entreprise et le management de l'ensemble de l'activité de ses filiales. En cohérence avec cette orientation, il s'est investi dans les nouveaux métiers de l'environnement liés notamment aux déchets, à la pollution des sols et à la protection des eaux. Tous les chantiers pris en charge intègrent cette dimension. Pour promouvoir l'esprit sécurité auprès de l'ensemble des régions et des filiales, le groupe a constitué en interne un réseau de spécialistes « prévention » en charge d'accompagner les collaborateurs et leurs équipes dans ce domaine.

La politique matériel

Le groupe mène une politique de gestion de son matériel très spécifique et, depuis ses débuts, a fait le choix

de posséder la plus grande partie de sa flotte et surtout d'en internaliser la maintenance. Des équipes formées, de plus de 200 salariés, opèrent à Saint-Etienne-du-Grès (13) ou dans des ateliers régionaux, prenant en charge la maintenance des 770 machines recensées. De plus, si la complexité du chantier le nécessite, les équipes NGE savent adapter sur les engins des équipements spécifiques ou construire un engin sur mesure. Les achats de matériel représentent une part importante de l'investissement du groupe : en 2008, près de 80 nouvelles machines ont été commandées. La gestion des achats et des reventes demande une très bonne connaissance du marché. Cette politique est soutenue par l'effort de formation constant du centre Plate-forme.

Multimétiers et spécialiste à la fois

NGE a opéré un recentrage de ses activités en 2007 en les concentrant autour de cinq métiers principaux afin de canaliser les énergies de ses équipes et créer une cohérence avec la demande du marché. Patrick Saut souligne : *« De plus, notre étiquette " multimétiers " exige l'excellence dans chaque fonction exercée par les équipes du groupe et ce défi a nécessité une concentration de nos efforts ».*

Cœur du savoir-faire de NGE, ils se déclinent au niveau régional de deux façons :

- Les trois métiers de base du groupe (terrassement et VRD, canalisations et réseaux et génie civil) sont représentés dans chacune des directions régionales avec des équipes de proximité.
- Les deux autres (route et équipements de la route et travaux géotechniques et de sécurisation) interviennent sur tout le territoire français avec des équipes mobiles. Parallèlement, les équipes de NGE ont développé un savoir-faire et une expérience en élargissement d'autoroutes.

Terrassements et VRD

Les principales entreprises qui forment cette division sont Guintoli, Muller TP, Barazer, TP Lyaudet et Serfotex (minage). Guintoli a bâti sa notoriété sur le programme de terrassement en grande masse, sur des chantiers d'envergure (construction d'autoroutes et de voies ferroviaires) auxquels il a été fortement associé (photo 1). Au fil des années, l'entreprise a renforcé son implantation régionale pour couvrir l'ensemble du territoire. Guintoli et ses filiales régionales, Muller TP en Lorraine et Barazer en Bretagne, interviennent partout en France en tant que véritables spécialistes des mouvements de terre. Ainsi avec ses filiales de terrassement, NGE s'affiche toujours comme le numéro un français du terrassement



Photo 1
Engins de terrassement à Gardanne
Earthwork machinery in Gardanne

Construction routière Profil d'un groupe

« et sans doute européen », précise le président. Disposant d'un parc de 650 engins et de 500 véhicules de liaison, les 2 400 collaborateurs de Guintoli mettent leur savoir-faire au service des donneurs d'ordre locaux, sur une palette de chantiers allant des terrassements généraux aux travaux de VRD. Ainsi, outre les terrassements généraux, l'entreprise réalise du traitement de sols, des couches de forme et de fondation, de la viabilisation et du minage avec la filiale Serfotex. Dans le domaine de l'aménagement urbain, les compétences conjuguées de Guintoli, EHTP, Muller Assainissement et GTS, comprennent les voies urbaines, les giratoires ou encore la création de voies pour les tramways. L'activité terrassements a généré un chiffre d'affaires de 430 millions d'euros, dont 342 millions réalisés en régions.

Canalisations et réseaux

Cinq entreprises composent cette branche d'activité : EHTP, Muller Assainissement, SLD TP, SOC et GTEC. EHTP maîtrise les travaux de canalisations et réseaux, capitalisant plus de 30 ans d'expérience. Elle a réalisé de nombreuses liaisons autoroutières et des lignes ferroviaires à grande vitesse. Ajoutant à ces compétences le génie civil des métiers de l'eau, les travaux d'adduction, d'assainissement et de réseaux (téléphonie, fibres optiques, énergie), elle a répondu aux besoins les plus spécifiques des collectivités territoriales. Conscient des besoins majeurs liés notamment à la qualité de l'eau et à la rénovation des réseaux en France, NGE fait de ce pôle un axe majeur de sa croissance. Cette activité représente plus de 20 % du chiffre d'affaires du groupe et s'est élevée à 170 millions d'euros en 2007. Avec l'arrivée de ses filiales régionales Muller Assainissement (photo 2) et SLD TP qui interviennent dans tout le grand Est, le groupe étend sa présence nationale. Avec la société SOC (Aquitaine), NGE maîtrise désormais l'ensemble du cycle de l'eau en ajoutant à ses compétences : assainissement des ports de plaisance, captage

de l'eau, distribution, réhabilitation et contrôle des réseaux d'assainissement et d'adduction d'eau sans tranchée, télésurveillance, télémessure, et maintenance.



Photo 2

GTEC est quant à lui spécialisé dans l'éclairage public, la télétransmission et les réseaux électriques.

Génie civil

Depuis 15 ans, le génie civil est une activité maîtrisée par NGE, via les entreprises NGE Génie civil, Lagarrigue et Lagarrigue Préfa. Les équipes d'études et travaux de Guintoli œuvrent sur des chantiers complexes : réservoirs d'eau potable, stations d'épuration, ouvrages ripés sous voies ferrées ou routières, en délais réduits, puits de ventilation, création de passages souterrains sous voies en service, ainsi que des ouvrages pour les LGV et les autoroutes. Ces réalisations lui ont permis d'obtenir les toutes premières qualifications de la FNTF en ouvrages d'art. En 2006, le groupe a souhaité filialiser cette activité de Guintoli sous le nom de NGE Génie civil. Dotée d'importantes équipes d'études, la filiale intervient notamment sur des chantiers complexes, dont la technicité nécessite la mise en synergie de nombreuses compétences. Avec la société Lagarrigue qui développe son activité préfabrication sous l'enseigne Lagarrigue Préfa, le groupe apporte une expertise et une présence particulière dans le sud de la France (photo 4).

Installation de stockage de déchets ménagers à Castries (34)

Les travaux ont débuté en mars 2008 et devraient se prolonger encore deux ans. Plusieurs entreprises de NGE opèrent sur ce chantier, pilotées par la direction régionale Languedoc-Roussillon : Guintoli, EHTP et NGE Génie civil.

La carrière de Castries exploitée par GSM va accueillir sur 2,6 ha une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés non dangereux pour une durée de 5,5 ans. La capacité totale sera de 475 000 m³, soit environ 86 000 m³ par an.

Les travaux comprennent la réalisation d'une plate-forme industrielle et des casiers de stockage avec aménagement de voirie et de réseaux.

Deux étapes de travaux

- **La plate-forme industrielle** : travaux préparatoires, terrassements généraux à l'explosif (environ 100 000 m³), constitution de voiries internes, de pistes d'accès aux alvéoles, d'un massif renforcé à parement végétal, et mise en place d'équipements divers. Puis réalisation de puits obliques de captage des lixiviats par NGE Génie civil et mise en place des réseaux (eau potable, eaux usées, énergie, EDF, Telecom, ...) par les équipes d'EHTP.
- **Les casiers de stockage** : réalisation des terrassements à l'explosif (105 000 m³), d'une digue en bordure de casier et d'une barrière passive en matériaux fins par Guintoli, puis dispositifs de drainage, collecte des lixiviats et réseaux divers par EHTP, dispositifs d'étanchéité pour création d'une barrière active.

Le centre de Castries et la nouvelle usine de méthanisation (photo 3), qui ouvrira à l'automne 2008, pallieront le déficit d'installations de traitement de déchets de la communauté d'agglomérations de Montpellier, maître d'ouvrage.

Le maître d'œuvre est Ginger Environnement et Infrastructures et le groupement d'entreprises est composé de Buesa, NGE, et Eurovia.



Photo 3

La future usine de méthanisation de GSM
The future GSM methanisation plant



Photo 4

Pont sur l'A75
Bridge of motorway A75

Parmi les compétences particulières de NGE Génie civil, la réhabilitation de tunnels ferroviaires ou routiers a été développée par Guintoli et EHTP qui comptabilise un grand nombre de références : Tunnel de Dullin (A43), Tunnel du Vuache (A40), Tunnel de l'Épine (A43), Tunnel de Monaco (RFF), Tunnel de Tartaiguille et des tunnels sur l'A8. La division génie civil a réalisé un chiffre d'affaires de 56 millions d'euros en 2007, en progression de 20 %

Route et équipements de la route

Grâce à ses qualifications en travaux routiers, Guintoli, DEC et GMS Enrobés interviennent dans chaque région avec leur matériel et leurs équipes mobiles pour la réalisation d'enrobés.

Avec l'intégration d'Agilis, le groupe complète son offre dans le béton extrudé, la pose de glissières métalliques, les aménagements qualitatifs, et les chaussées béton (photo 5). Il réalise ainsi l'ensemble des structures, de la fondation aux couches de roulement et détient ses propres centrales mobiles. Le chiffre d'affaires de l'activité en 2007 s'est élevé à 38 millions d'euros.

Travaux géotechniques et de sécurisation

Avec GTS et ses filiales, SATS, SFI, Sotrac et Rocs, NGE dispose d'un pôle spécifique dédié à l'ensemble des techniques liées à la géotechnique et à la sécurisation des sites, dans les opérations de BTP : amélioration des sols de fondation, confortements et soutènements de terrains, massifs renforcés par géotextiles, injection et étanchéité des sols, confinement, travaux d'accès difficile sont ses principales spécialités. GTS s'est investi dans le domaine de l'environnement avec la décontamination des sols pollués et intervient pour la sécurisation en milieu urbain et industriel. L'entreprise et sa filiale régionale (centre-est) Sotrac exploitent plusieurs brevets dans le domaine des protections rocheuses. Avec ses filiale Rocs, spécialisée dans les travaux de réparation

d'ouvrages et de consolidation de structures sur des chantiers d'accès difficile, et Pro-fil, spécialisée dans la fabrication des filets de protection contre les chutes de pierres, GTS est très présent sur l'île de La Réunion où les travaux spéciaux sont nombreux en raison du relief et de l'histoire géologique de l'île. La société SATS dispose d'une licence exclusive sur la France pour le procédé de soutènement Tervoile (photo 6).

SFI, Société de fondation et d'infrastructure, intervient en site urbain pour la réalisation de parois parisiennes et berlinoises dans le cadre de la construction de parkings liés aux infrastructures immobilières. Le chiffre d'affaires de ces activités est de 62 millions d'euros en 2007.

Les grands axes de développement du groupe

NGE a pour vocation de réaliser des chantiers de TP en faisant collaborer l'ensemble de ses entreprises couvrant toutes les compétences nécessaires. Dans cette démarche, le groupe s'enrichit par l'acquisition d'entreprises de taille humaine, reconnues et qualifiées. NGE privilégie l'adhésion des hommes dans tous ses projets de croissance externe. Les entreprises, qui choisissent de rejoindre le groupe, conservent leur identité, leur nom et leurs dirigeants parce que, de l'avis de Patrick Saut, « les hommes sont attachés à l'histoire de leur entreprise. Le mariage des cultures est une difficulté. Dans le cas de NGE, c'est une réussite ». Au rythme d'une acquisition par an, les cinq dernières années ont modifié le paysage industriel de NGE. Patrick Saut entend poursuivre la politique de croissance externe à laquelle le groupe consacre 100 millions d'euros d'investissements par an. « Actuellement, l'enveloppe de croissance externe se situe essentiellement dans les canalisations » (photo 7).

NGE a connu une forte croissance externe mais également interne.



Photo 5
Dalle de béton sur une plate-forme d'Aéroport de Paris
Concrete slab on a Paris Airport platform



Photo 6
Le procédé de soutènement Tervoile
The Tervoile support process



Photo 7
Travaux du tramway de Montpellier
Montpellier tramway works

En 2007, les directions régionales ont toutes augmenté leur chiffre d'affaires en moyenne de 20 % par rapport à 2006. Elles ont dû se diviser pour former de nouvelles directions régionales

selon un maillage géographique national plus fin, favorisant la notion de relations durables avec ses clients et « pour être plus près du terrain, fidéliser les hommes et encourager l'ouverture multimétiers ».

Construction routière Profil d'un groupe

La déviation de la RN59 de Saint-Clément (54)

Les travaux, aux fortes contraintes environnementales, ont débuté en avril 2008 et se poursuivent jusqu'en décembre pour la première tranche et fin 2009 pour la seconde. Trois entreprises de NGE réalisent 75 % de ces travaux : Guintoli (mandataire), SLD TP et Muller TP.

Le tracé décidé par le maître d'ouvrage, la direction régionale de l'Équipement (DRE) de Lorraine, prévoit une déviation sur 15 km à 2 x 2 voies jusqu'à l'échangeur de Baccarat sur les communes de Laronxe, Saint-Clément, Flin, Azerailles et Gelacourt.

Ces travaux seront suivis par la direction interdépartementale des Routes (DIR) Est, à Nancy.

Un chantier diversifié

Les travaux comprennent le dégagement des emprises, la construction de chemins de désenclavement et de pistes de chantier ; les terrassements de la voie principale et des bretelles des échangeurs de Betaigne, Saint-Clément et Azerailles (2 000 000 m³ de déblais et reprises et 1 200 000 m³ de remblais) ; la réalisation des couches de forme et de la couche de fondation ; la construction d'ouvrages hydrauliques et de bassins de stockage des eaux pluviales et, enfin, les travaux d'assainissement et de drainage de la plate-forme.

Les finitions du chantier sont également effectuées par NGE avec la construction de clôtures et de portails, la pose d'enrochements et le revêtement des talus en terre végétale. (photo 8)

Des réponses aux contraintes environnementales

Dans la 1^{re} partie du tracé, le chantier se trouve dans la zone des inondations centennales de la Meurthe, rendant délicate la période d'exécution des remblais. Une base insensible à l'eau a donc été effectuée dans la zone de crue, par traitement au liant hydraulique des matériaux alluvionnaires présents sur le site, afin de rendre insensibles à l'eau les matériaux de remblais.

Une nappe phréatique, dont l'alimentation est liée essentiellement aux précipitations, peut émerger à toutes les altitudes sur la quasi totalité du tracé de la mise à 2 x 2 voies. Son rabattement est très difficile ; pour répondre à cette contrainte, NGE réalise aux abords de l'ouvrage routier, un drainage amont et aval. Des purges allant jusqu'à 3 m d'épaisseur seront construites au droit des ouvrages hydrauliques dans les zones compressibles.

Pour limiter l'impact des dépôts de matériaux, la grande majorité des déblais seront réutilisés sur le chantier. En réponse aux nuisances pour les riverains (acoustiques et visuelles), des merlons phoniques et paysagés seront installés. Enfin, pour respecter l'écosystème du site Natura 2000, une zone de compensation hydraulique a été construite en 2007 pour garantir le volume d'eau nécessaire à la Meurthe en période de crue, et des mares de substitution seront mises en place ainsi que des clôtures spécifiques pour préserver la faune.



Photo 8
La déviation de la RN59

Chantier de modernisation de la ligne TGV Paris-Genève

Les travaux de modernisation prévus par Réseau ferré de France (RFF) pour la ligne TGV Paris-Genève doivent d'achever en 2009. Le chantier de la liaison TGV Paris-Genève entre Bourg-en-Bresse et Bellegarde est caractérisé par la haute technicité nécessaire à la réhabilitation et modernisation d'un tracé plus court dans un environnement complexe.

Des travaux de reprise d'ouvrages, réhabilitation de la plate-forme et des assainissements, sécurisation des infrastructures et soutènements sont programmés, ces derniers sont réalisés par GTS.

Une présence forte

L'ensemble de ce chantier fait appel aux compétences techniques de GTS qui intervient en amont pour la pose de filets détecteurs (lot infrastructures et équipements ferroviaires), puis, avec sa filiale Sotrac, sur le lot 3 du marché génie civil de la section Nantua et Bellegarde-sur-Valserine (25 km) pour :

- la mise en protection de la plate-forme par plus de 6 km d'écrans pare-pierres dynamiques (une première en France), 35 000 m² de grillage et 7 km d'ancrage de confortement en falaise en préalable aux travaux de génie civil. Ces écrans de filets sont soumis à des prescriptions particulières élevées, destinées à res-

pecter la norme européenne qui sera en vigueur dans deux ans ;

- le confortement des murs existants en pierre et de talus, qui représentent 28 000 m² d'ancrage et 8 000 m² de parois clouées, par une technique d'emmailotage en filets à haute résistance utilisée pour la première fois pour une voie ferrée ;

- la mise en œuvre d'une technique de scellement innovante issue de l'injection de sol pour le scellement d'ancrages en terrains meubles, de faible résistance et de forte porosité.

GTS conçoit et développe les écrans de filets pare-pierres dynamiques et les filets métalliques haute capacité de confinement utilisés sur ce chantier. De plus, pour répondre aux contraintes de RFF, elle a proposé des techniques et des solutions sur mesure (photo 9).

Outre des délais de réalisation très courts et conditionnés par l'intervention des autres entreprises du chantier, les équipes de GTS ont dû mener des travaux en hauteur et en accès difficile. L'ensemble des techniques et des méthodes utilisées respectent les contraintes environnementales liées à la présence de nombreux captages d'eau potable et à des travaux en sites classés. Depuis 2007, GTS est une entreprise certifiée qualité sécurité et environnement (QSE).



Photo 9
Des filets pare-pierres sur mesure
Customised rock nets

Dans toutes les régions de France, NGE est capable de mener des chantiers multimétiers où la responsabilité globale du déroulement, jusqu'à sa bonne fin, est confiée à un interlocuteur unique. Il propose à ses clients une solution globale intégrant l'ensemble des compétences nécessaires à la réalisation d'un chantier de TP. Dans ce but, il ne cesse d'accroître la complémentarité de ses activités afin de répondre à tous les appels d'offres sans recourir à des entreprises extérieures. Un tel chantier n'est pas seulement un chantier où plusieurs métiers sont à l'œuvre, ni même un chantier où ces différentes professions sont représentées par un seul groupe. « *L'essentiel pour le groupe NGE comme pour ses clients est que le responsable du chantier ne soit pas un simple coordonnateur mais un véritable patron à qui nous avons confié l'unique responsabilité globale du chantier.* »

Les Grands travaux

NGE s'est impliqué dans les grands travaux d'aménagement du territoire français en infrastructures de transport. Participant à la construction de presque toutes les autoroutes, seul ou en groupement d'entreprises, il a également été un acteur majeur de la construction des lignes de LGV.

Optimisation et entretien

Depuis quelques années, les créations d'infrastructures de transports en France se raréfient car le territoire national est entièrement équipé. La nouvelle problématique du marché devient celle de l'entretien, de l'optimisation et de la maintenance des infrastructures existantes. Dans cette logique, les travaux les plus fréquents sont ceux d'élargissement à 2 x 3 voies des autoroutes françaises. NGE, avec Guintoli et EHTP, s'est positionné sur ce marché depuis le milieu des années 80. Plus de 80 % de ces travaux en France sont assurés par les équipes de NGE. Cette spécialité impose de gérer les terrassements, l'assainissement

et les équipements des voies. Sur ces chantiers délicats, le groupe privilégie la réduction des délais d'exécution, la sécurité du personnel et des usagers, la coordination de nombreuses compétences, le développement de procédés innovants et spécifiques pour gérer l'enchaînement des tâches. Plus de 600 km d'élargissements ont été réalisés à ce jour par les équipes. Guintoli, EHTP et Agilis capitalisent une expérience riche et en constante évolution dans ce domaine où le groupe se distingue.

La concession de l'A88-Section Falaise Ouest- Sées

Les concessions et les partenariats public-privé (PPP) représentent de nouveaux marchés dans les TP auxquels NGE a décidé de répondre dès leur apparition en France. A l'issue d'une procédure engagée en août 2005, le groupement Alicorne a été retenu en janvier 2008 par l'Etat pour la mise au point finale du contrat de concession prévoyant la construction et l'exploitation des 29 derniers kilomètres de la liaison entre Caen et l'autoroute A28. Cette concession comprendra également l'exploitation des 15 km déjà mis en service entre Argentan et Sées, qui ont été construits par l'Etat avec le concours financier

de la région Basse-Normandie et des départements du Calvados et de l'Orne.

Alicorne, dont NGE est le mandataire, se constituera pour la signature du contrat en société de projet. Il a pour actionnaires NGE, Spie batignolles, Malet, demathieu & bard, Egis projects, la Caisse des dépôts et AXA. Les travaux et l'exploitation ne nécessiteront aucun concours public. Près de 250 millions d'euros seront mobilisés auprès des actionnaires du groupement et des banques pour le financement de cette infrastructure, dont la mise en service est prévue pour l'été 2010. L'exploitation sera confiée à Routalis, filiale d'Egis projects. NGE se déclare prêt à assumer d'autres concessions à l'avenir pour un montant allant jusqu'à 500 millions d'euros. Le groupe NGE est déjà concessionnaire pour une durée de 55 ans du port de plaisance Port Médoc offrant 1 200 anneaux (photo 10). Port Médoc a reçu le label "pavillon bleu", le seul port en Aquitaine à obtenir cette distinction. ■



NGE Group A speciality: multi-trades

Who knows what the French acronym NGE stands for? Nobody, because it corresponds to the wish of its managers that the initials should be "interpreted as desired." For the Group's 4,400 employees, it will perhaps mean " nous grandirons ensemble" (we shall grow together), a unifying element of the different cultures which compose it. Or "une nouvelle génération d'entrepreneurs" (a new generation of entrepreneurs). However, in the area of public works and highway construction, these three letters have a history, that of France's fourth-ranking independent, multi-trade public works group, resulting from the merging of such recognised companies as Guintoli, EHTP, GTS, and Muller Travaux publics, Agilis, among others. Today, no justification is needed: NGE is sufficient unto itself. The proof is its recognition by the government which, for the first time, has awarded to a private consortium, Alicorne, of which NGE is the head agent, the operating concession for the Falaise Ouest - Sées section of the A88 motorway. The NGE Group's CEO, Patrick Saut, summarises the path it had to follow to join the field of big players.



Photo 10
Digue à Port Médoc
Port Médoc digue

AUTEUR

Abdelhamid Janati Idrissi
Chef de la division entretien,
exploitation et sécurité routière
Direction des routes
et de la circulation routière
(DRCR)



Route en enduit superficiel
Surface-dressed road

Maroc : entretien routier

Développement stratégique des techniques innovantes

Le réseau routier du Maroc géré par la direction des Routes et de la Circulation routière (DRCR) du Maroc totalise un linéaire de 35 000 km de routes revêtues et de 22 000 km de routes à l'état de piste.

Les travaux du réseau revêtu comprennent l'entretien routier courant ainsi que l'entretien périodique. Le premier est réalisé par les brigades de l'administration routière : il consiste au traitement localisé des chaussées aux emplois partiels, au curage de fossés et des ouvrages d'assainissement. Le second est réalisé par les entreprises privées ; il consiste en des travaux de renforcement structurel de chaussées, de renouvellement de la couche d'usure [1] ou des travaux d'élargissement des routes étroites. Le présent article relate le développement stratégique des techniques innovantes d'entretien périodique au Maroc.

Historique

Les techniques d'entretien périodique pratiquées au Maroc jusque dans les années 90 étaient basées sur l'utilisation des graves non traitées (GNT) concassées ou semi-concassées en couches de base, surmontées d'un enduit superficiel bicouche généralement au *cut back* 800/1400. Pour le réseau des routes à fort trafic d'environ 4 000 km, la technique employée consistait en l'application de grave-bitume (GB) en couche de liaison sur une épaisseur de 8 à 12 cm et de béton

bitumineux (BB) en couche de roulement sur une épaisseur de 5 à 10 cm.

Dans un souci de réaliser des chaussées performantes et économiques, la DRCR a donc pris l'initiative, en concertation avec la profession, d'introduire des techniques innovantes en matière d'entretien périodique des chaussées. Ainsi, l'année 1993 a connu l'introduction des enrobés coulés à froid (ECF) [2] sur des routes nationales à fort trafic réalisées par deux sociétés différentes ; puis en 1998, l'introduction de la grave-émulsion (GE)

sur des routes montagneuses du Rif et du prè-Rif. En 1999, le premier chantier de 19 km de thermorégénération a vu le jour sur une route régionale. En 2001, la technique de retraitement en place des chaussées à froid a été choisie sur trois chantiers de routes nationales avec l'utilisation d'enrobés à module élevé (EME) et de bétons bitumineux très minces (BBTM). Puis c'est en 2004, que la technique de béton bitumineux à module élevé (BBME) a été introduite sur le chantier de la voie de contournement de Rabat-Salé.

Pourquoi l'introduction de techniques innovantes ?

Dans le cadre des études des stratégies d'entretien routier et de leur optimisation, hors et sous contrainte budgétaire, la DRCR est amenée à sélectionner la stratégie optimale qui répond aux objectifs fixés en matière de qualité d'usage et de conservation du patrimoine. Ainsi, les techniques innovantes d'entretien s'intègrent dans le choix des scénarii d'intervention et des structures normatives de chaussées.

Par ailleurs, l'introduction des nouvelles techniques routières a aussi été dictée par des raisons d'ordre technique, économique et environnemental.

Raisons d'ordre technique

L'utilisation systématique des techniques classiques à base de GNT pose de sérieux problèmes sur les routes empruntées par un trafic relativement élevé (1 500 à 3 000 v/j). En effet, l'exécution des travaux sous circulation ne permet pas d'obtenir un bon uni de la chaussée et entraîne leurs dégradations précoces. Par ailleurs, l'utilisation de cette technique dans certaines régions du Maroc (réseau du Rif et du pré-Rif) n'assure pas la durée de service pour laquelle la chaussée a été dimensionnée, compte tenu de la vulnérabilité à l'eau de la GNT. Il a donc été nécessaire d'adapter les techniques aux spécificités du réseau routier.

Raisons d'ordre économique

Certaines régions du Maroc connaissent une pénurie de matériaux nobles répondant aux spécifications exigées par les marchés. Il s'agit des régions de Safi, Kénitra, Larache, Tanger, Sidi Kacem, El Jadida, Khouribga, Beni Mellal, ... Dans ces régions, le transport se fait sur de longues distances, ce qui surenchérit les coûts et prolonge les délais des travaux. L'utilisation de ces nouvelles techniques réduit le coût de transport en adoptant des épaisseurs moindres et en valorisant les matériaux résiduels de la chaussée.

Raisons d'ordre environnemental

Les techniques classiques utilisant les GNT ne peuvent s'appliquer sans émission de poussière dégagée dans les carrières (extraction et élaboration) et sur les chantiers (mise en œuvre). Elles contribuent donc à la pollution de l'atmosphère.

De même, l'exploitation des carrières a de grandes incidences sur l'environnement :

- l'atmosphère (poussières, bruits, vibration),

- les eaux (souterraines et superficielles),
- le paysage,
- le milieu écologique (flore et faune).

Actions pour l'introduction des techniques innovantes

Plusieurs actions ont été menées, en coordination avec l'Association marocaine des routes (AMR) et les laboratoires de contrôle, pour l'introduction de ces nouvelles techniques. En fait, il ne s'agit pas de techniques purement nouvelles, mais de celles qui ont déjà fait leurs preuves dans d'autres pays et qui ont été transférées au Maroc moyennant quelques adaptations en matière de spécifications. Ces actions peuvent se résumer comme suit.

Formation

Avant l'introduction de ces techniques, les différents intervenants ont procédé à la formation de leur personnel par la participation à des séminaires et de journées techniques au niveau national et international (congrès nationaux, congrès mondiaux de la route). Dans le cadre de la coopération nord-sud, les cadres de la DRCR ont bénéficié de stages dans des pays européens (France, Allemagne et Espagne) pour assister à des chantiers utilisant ces techniques innovantes.

Acquisition du matériel

Certaines entreprises ont accompagné l'administration dans sa démarche d'innovation, en procédant à l'acquisition du matériel nécessaire de fabrication et de mise en œuvre (recycleuses, postes de modification des enrobés bitumineux, postes d'enrobage, matériel de laboratoire, ...).

Expérimentation

Des chantiers expérimentaux utilisant ces nouvelles techniques ont été lancés dans différentes régions du Royaume. Ainsi, l'ECF a été appliqué sur la voie de contournement de Rabat-Salé et la RN1 à Oujda.

La GE a été mise en œuvre sur la R509 à Al Hoceima et la R505 à Taza. La technique de retraitement en place [3] a été utilisée sur la RN2 à Tetouan, la RN19 à Nador et la R315 à Casablanca ; l'EME, le BBTM et le BBME sur la voie de contournement de Rabat-Salé ; et le BBTM sur la RN1 à Taza. Ces chantiers ont permis au personnel des entreprises, du laboratoire et de l'administration de suivre les différentes phases de réalisation et de vivre les problèmes spécifiques à ces techniques.

Suivi du comportement des chantiers expérimentaux

Afin de connaître le comportement des chantiers expérimentaux, la DRCR a confié leur suivi au Centre national d'études et de recherches routières (CNER). Il a mis en place une équipe multidisciplinaire chargée du suivi visuel et des mesures à grand rendement, à l'aide d'appareils (APL et défectographe) ainsi qu'au transversoprofilographe pour l'appréciation de l'uni transversal.

Par ailleurs, et dans l'objectif d'encadrer le démarrage des travaux et de capitaliser les expériences, une commission technique composée de la DRCR et du Laboratoire public d'essais et d'études (LPÉE) a été constituée. Cette commission a aussi été chargée de prêter assistance à toutes les directions régionales de l'Équipement (DRE) et directions provinciales de l'Équipement (DPE) connaissant des problèmes d'exécution de chantiers à partir de ces nouvelles techniques.

Elaboration de documents normatifs

Le suivi des chantiers expérimentaux a permis d'élaborer des documents normatifs qui ont servi par la suite à l'amélioration des performances des techniques utilisées. Parmi ceux-ci :

- recommandation pour la réalisation des ECF,
- guide de chantier pour la réalisation des ECF,
- directives pour la réalisation des assises de chaussées en GE,
- guide pour le retraitement des chaussées en place,
- spécifications provisoires pour les BBTM, EME et BBME, selon les usages français et en attendant l'élaboration de normes marocaines.

Présentation des techniques utilisées

Enrobés coulés à froid (ECF) à base d'émulsion spéciale

- Définition
C'est un mélange à froid d'émulsion modifiée, de granulats, d'eau et de fines, confectionné par un malaxage mécanique (camion de répandage). Il comporte des granulats dont la dimension maximale varie entre 4 mm et 12,5 mm. Ces ECF ont été mis au point par les entreprises routières. Ils se distinguent des ECF classiques par l'utilisation d'une émulsion à base de bitume modifié.
- Domaines d'application
L'ECF est une technique de surface destinée aux couches de roulement (photo1).



Photo 1
Application d'ECF sur la RN1 à Rabat
Application of microsurfacing on highway RN1 in Rabat

Elle apporte à la chaussée l'étanchéité et l'adhérence. Ces ECF sont en situation de concurrence avec les autres techniques minces d'entretien des couches de surface. L'ECF peut être appliqué à toutes les catégories de routes à condition qu'elles ne connaissent pas de déformation généralisée ni de déficit structurel pour les différentes classes de trafic.

Bétons bitumineux très minces (BBTM)

- **Définition**
Les BBTM sont préparés à partir d'un mélange de liant hydrocarboné, de granulats et/ou d'additifs, fabriqués dans une centrale d'enrobage. Ils sont appliqués sur les chaussées avec des épaisseurs qui varient de 2 à 2,5 cm correspondant à un dosage de 45 à 60 kg/m². Les formules les plus employées sont à granularité 0/10 fortement discontinuée 2/6, avec utilisation d'un bitume pur. Les procédés d'entreprises ont recours à un bitume modifié ou à des additifs spéciaux aptes, par leurs caractéristiques et éventuellement une augmentation de la teneur en liant et en fines, à leur conférer une longévité accrue.
- **Domaines d'application**
Les BBTM sont utilisés sur des supports présentant des déformations de faible amplitude (photo 2). Un reprofilage préalable est nécessaire pour les plus importantes déformations.

Ils apportent actuellement la meilleure réponse aux objectifs d'entretien de surface en tant que solution intermédiaire tant en épaisseur qu'en coût entre les EBM et les enduits superficiels. Il convient de souligner que la mise en œuvre des BBTM est précédée de l'application d'une couche d'accrochage en émulsion de bitume avec un dosage moyen de 300 g/m² de bitume résiduel et ce, pour assurer le collage des couches.

Bétons bitumineux à module élevé (BBME)

- **Définition**
Les BBME sont obtenus à partir d'un mélange de bitume, pur ou modifié et de granulats fabriqués dans une centrale

d'enrobage. Ils se caractérisent par un module de rigidité (E) plus élevé que les enrobés classiques et par une bonne tenue à l'orniérage.

- **Domaines d'application**
Les BBME sont destinés aux couches de roulement des routes nationales et régionales empruntées par un trafic moyen et dense. Les BBME permettent une meilleure résistance à l'orniérage. Ils s'appliquent sur des épaisseurs de 5 à 7 cm pour les BBME 0/10 et 6 à 9 cm pour les BBME 0/14 (photo 3).

Grave-émulsion (GE)

- **Définition**
Une grave-émulsion est un matériau obtenu à partir d'un mélange d'émulsion, de granulats et d'eau et éventuellement d'additifs dosés

et malaxés à froid dans une centrale appropriée. La grave-émulsion est ensuite transportée et mise en œuvre sur chaussée (photo 4).

- **Domaines d'application**
Reprofilage des chaussées, couches de base pour les chaussées à faible et moyen trafic, couches de fondation, emplois partiels, ...

Enrobés à module élevé (EME)

- **Définition**
Ce sont des enrobés préparés à partir d'un mélange de liant hydrocarboné, de granulats, éventuellement de dopes et/ou d'additifs minéraux ou organiques, dosés, chauffés et malaxés dans une centrale d'enrobage. Ils sont ensuite transportés et mis en œuvre sur chaussées. Ils se caractérisent



Photo 3
Voie express renforcée en BBME
Express highway with high-modulus asphalt overlay



Photo 2
Application du BBTM en couche de roulement
Application of very thin bituminous concrete on wearing course



Photo 4
Application de la grave-émulsion sur la RN9 à Ouarzazate
Application of emulsion-treated roadbase material on highway RN9 in Ouarzazate

par un module de rigidité (E) plus élevé que celui des graves-bitume ou des enrobés classiques.

• Domaines d'application
Les EME sont destinés à la réalisation des assises dans le cadre de travaux neufs ou de renforcement de chaussées (couches de liaison ou couches de base) (photo 5).

Retraitement en place de chaussées à froid

Le retraitement de chaussées à froid consiste à retraiter tout ou partie d'une chaussée avec de l'émulsion de bitume, régénérante ou non, avec ou sans apport complémentaire de granulats (ciment, sables, gravettes, ...) [4] (photo 6).

Le retraitement à froid est applicable pour :

- les chaussées entièrement souples avec une assise en GNT (épaisseur minimum 15 cm),
- les chaussées souples avec une couche de base en GNT et une couche de surface en enrobés bitumineux (épaisseur de 5 à 7 cm),
- les chaussées à forte épaisseur bitumineuse.



Strategic development of innovative techniques

The road network in Morocco managed by the Moroccan Directorate of Roads and Road Traffic (DRCR) comprises 35,000 km of paved roads and 22,000 km of unpaved dirt roads. Works on the paved network include routine road maintenance as well as periodic maintenance. The former are carried out by the brigades of the highway administration. They consist of the local treatment of pavements by patching, and cleaning of ditches and drainage structures. Routine road maintenance is carried out by private contractors and consists of pavement structural strengthening works and wearing course [1] renewal operations or the widening of narrow roads. The present article deals with the strategic development of innovative periodic maintenance techniques in Morocco.

Voie de contournement de Rabat-Salé

La voie de contournement de Rabat-Salé a été construite en 1996. Elle totalise un linéaire de 19 km entre Asswak-Assalam et le giratoire autoroutier Fès-Kénitra. Elle est empruntée par un trafic moyen journalier de 30 000 véhicules avec un trafic de pointe de 45 000 v/j. Tous les poids lourds assurant le transport de marchandises entre Casablanca, le nord et l'est du Maroc passent par cette route. La structure initiale adoptée au niveau du corps de chaussée est de 25 cm de GNT + 10 cm de GB + 5 cm de BB.

Suite à l'agressivité élevée du trafic, des signes de fatigue sont apparus au niveau de la voie de droite d'une section d'environ 10 km. Cette section a été traitée en 2001 par la technique suivante : retraitement en place à froid sur 10 cm et ajout de 10 cm EME + 2,5 cm BBTM.

En 2005, le reste de la section (environ 9 km) a été traité par la technique suivante : retraitement en place à froid sur 10 cm et ajout de 8 cm EME + 5 cm BBME.

Conclusion

Dans le cadre du management stratégique de l'entretien routier, la DRCR, en concertation avec la profession, a introduit des techniques innovantes d'entretien routier. L'utilisation de ces techniques a été dictée pour des raisons d'ordre technique, économique et environnemental.

A l'heure actuelle, le bilan est largement positif : les entreprises sont favorables à cette introduction, certaines d'entre elles se sont équipées du matériel nécessaire.

Le CNER s'est doté d'un matériel spécifique pour la détermination du module des mélanges bitumineux et des essais de fatigue ; le comportement des routes traitées par ces techniques est très satisfaisant. ■



Photo 5
Application d'EME en couche de liaison sur la voie de contournement de Rabat - Salé

Application of high-modulus asphalt binder course on Rabat-Salé bypass



Photo 6
Retraitement en place de chaussées à froid
In-place cold retreatment of pavements

BIBLIOGRAPHIE

[1] A. Janati Idrissi, « Techniques de renouvellement des couches d'usure », Revue marocaine de génie civil, n° 114, 2^e trimestre 2006

[2] Recommandations pour la réalisation des enrobés coulés à froid, édition DRCR 1996

[3] Note d'information n° 23 éditée par le SETRA, septembre 1986

[4] A. Janati Idrissi, « Application des techniques de retraitement en place à froid des chaussées au Maroc », Revue générale des routes et des aéroports (RGRA), n° 813, janvier 2003, pp. 46-53

• « Les enrobés bitumineux »
Tomes 1 et 2, éditions RGRA pour le compte de l'Union des syndicats de l'industrie routière française (USIRF)

Actualité générale Matériel

FRANÇOISE MARMIER

Caterpillar prend de la largeur avec le *global paving*

Depuis des décennies, Caterpillar a assis sa réputation mondiale sur son matériel de terrassement, l'élargissant au matériel routier au début des années 80, d'abord aux Etats-Unis.

1988 marquait l'apparition du matériel routier 100 % Caterpillar par l'installation de *Cat Paving products* à Minneapolis (USA) et en Europe, à Rantigny (Oise), après le rachat d'Albaret en France.



Intermat 2000 lançait cette gamme, incomplète : n'y figuraient ni les finisseurs, ni les raboteuses, à l'exception de machines américaines, non adaptées au marché européen.

Avec l'acquisition en 2000 du constructeur italien Bitelli, Caterpillar disposait enfin de petits et gros finisseurs.

Aujourd'hui, la division *Global Paving* compte trois sites et emploie 1 300 personnes à :

- Minneapolis, pour le bureau d'études, la conception et la production pour le marché américain,
- Minerbio (Italie) pour la fabrication des finisseurs et raboteuses,
- Rantigny (France) entièrement dédié au matériel de compactage, « *made in France* ».

Ces trois familles forment désormais une gamme complète.

Le site de Rantigny Pas de place ? Quelle chance !

Enclavés dans la commune de Rantigny, entre la voie ferrée et l'avenue principale, les 33 000 m² de l'usine Caterpillar ne laissent pas supposer qu'il s'agit là d'une usine phare du constructeur américain, modèle de productivité où sont fabriqués les compacteurs vendus par la marque.

Loïc Hutin, directeur du site de Rantigny et de Caterpillar Matériels Routiers SA, est fier d'avoir fait de son usine, un fleuron. « *Nous avons profondément transformé nos méthodes de travail en adoptant des recettes de l'industrie automobile : pas de stock, un flux tendu, les*

équipes d'encadrement installées directement sur les chaînes de montage, flexibilité du temps de travail. Résultat : nous affichons l'une des meilleures productivités du groupe ».

Car sa chance, l'usine de Rantigny la doit ... à son site. « *Nous n'avons pas d'autre alternative que de nous réorganiser pour progresser : nous sommes en ville, nous ne pouvons pas nous agrandir* », constate le directeur. D'où la restructuration de la production, avec en clé du succès, la gestion des flux.

Depuis 1988, le site produisait 400 machines par an ; en 2008 ce sont 5 000 machines qui sortent des lignes. Le volume a été multiplié par 2,5 entre 2003 et 2007. Cette croissance par douze en 20 ans est allée de pair avec une amélioration de la sécurité des 420 employés du site, l'une

des valeurs essentielles de l'entreprise. « *Nous avons connu une augmentation drastique du taux d'accidents. En 2003, nous en déplorions 17 et seulement 2 en 2007. Notre objectif est de parvenir au plus vite au taux zéro accident* » poursuit Loïc Hutin.

Un modèle de productivité

Produire plus, oui, mais également produire mieux, plus qu'un souhait des responsables du site, une volonté.

Un grand soin est apporté à l'assemblage final des quatre types de compacteurs. « *Avant 2004, les opérations étaient morcelées, il y avait beaucoup de stocks tampons* ». Désormais, la production est rationalisée avec des lignes de montage à flux captif, basée particulièrement sur celui de Toyota (le *Toyota production system, TPS*) : toutes les opérations liées à une famille de produits sont effectuées dans un même bâtiment : les flux de production sont identiques, les pièces sont livrées prépeintes et « *on ne commande que ce que l'on consomme, à flux tiré* »... Par ailleurs, la « *chasse au gaspi* » est un sport quotidien où les bonnes idées de chacun sont accueillies pour contribuer à l'amélioration de la production.

Voici le *CPS, Cat production system* et ses phases de rationalisation :

- 2004-2006 : phase 1 : suppression du poste peinture,
- 2007-2008 : phase 2 : bâtiment pour tandems lourds, réorganisation.

La durée des cycles de production a été réduite à 20 minutes au lieu d'une heure pour les petits tandems et à 50 minutes au lieu de 90 pour les monocylindres. Et selon la demande du client, la cadence de la ligne est adaptée.



Rantigny, une usine modèle

En 2007, la production des tandems lourds a été réintroduite, des magasins de réception ont été réorganisés, un nouvel atelier vibreur a été créé, représentant un investissement de 2 millions d'euros en 2006, 4 millions en 2007. En 2008, ce sont 6 millions d'euros qui devraient être injectés pour achever la modernisation du site.

Aujourd'hui, les 15 000 m² de l'usine de Rantigny sont proches d'être érigés en modèle. « *Nous avons encore en objectif de charger directement le matériel sur des camions en bout de ligne* ».

A un tel rythme de progression, gageons que cela ne saurait tarder !

Trois segments, huit familles et quarante-six modèles

Caterpillar est un acteur important sur trois segments de marchés : le compactage, les enrobés, la stabilisation et l'entretien.

Les gammes de stabilisatrice et de raboteuse se sont élargies en 2006.

Stabilisatrices

Deux modèles ont été lancés en 2006 : RM 300 (350 cv) et RM 500 (540 cv), offrant une largeur de coupe de 2,44 m et une profondeur de 500 mm. Leurs éléments fonctionnels sont identiques mais leur moteur est différent. Très polyvalents, ils peuvent recevoir 108 outils. Ils ont 2 rotors, un pour la stabilisation et un dédié au retraitement de chaussée. La chambre de malaxage de grand volume offre une très bonne mouture sur toute la profondeur en une seule passe et permet un mélange idéal sur toute la profondeur. Une seule passe suffit pour obtenir la granulométrie recherchée.

Parmi leurs caractéristiques, une boîte *Powershift* trois vitesses, confort et visibilité, sécurité, facilité d'entretien, ...

Raboteuses

Trois machines composent la gamme, renouvelée en 2006 :

- PM 102 (b) bandage et PM 102 (c) chenilles : largeur de travail 1 m sur 30,5 cm de profondeur,
- PM 200 à chenilles : largeur de travail 2 m sur 32 cm de profondeur. C'est la machine la plus compacte dans sa classe de poids.

Elles donnent de bons résultats en rabotage léger : ponts, pistes. Elles possèdent un embrayage exclusif à bain d'huile.

En 2008, 60 % de nouveaux produits arrivent pour le rabotage, le terrassement, la construction de routes et travaux de VRD.

Nouveaux compacteurs monocylindres

Caterpillar introduit une gamme de compacteurs de sol vibrants monocylindre de classe production en remplacement des compacteurs de la série E.

Elle comprend 15 modèles, dont 12 entièrement nouveaux. Trois sont plus particulièrement adaptés



Le nouveau compacteur monocylindre C556

Actualité générale Matériel

au marché français : le CS54 XT (12,3 t), le CS65 (14,4 t), et le CS76 XT (17,4 t).

Cette nouvelle série de compacteurs de sol compte :

- sept modèles munis d'un cylindre lisse (le CS54, CS54 XT, CS56, CS64, CS74, CS76 et CS76 XT), parfaitement adaptés au compactage de sols granulaires et semi-cohérents ;
- et cinq modèles avec un cylindre à pieds dameurs (le CP54, CP56, CP64, CP74 et CP76), spécialement conçus pour les sols cohérents et compacts.

Parmi leurs applications typiques : construction d'autoroutes, d'aéroports, de routes ou de rues, activités de location, et travaux de VRD sur des sites industriels et résidentiels.

Nouvelle architecture de la nomenclature

- Modèles à cylindre lisse

| Modèle actuel | Nouveau modèle |
|---------------|----------------|
| CS533E | CS54 |
| CS533E XW | CS54 XT |
| CS563E | CS56 |
| CS573E | CS64 |
| CS583E | CS74 |
| CS663E | CS76 |
| CS683E | CS76 XT |

- Modèles avec cylindre à pieds dameurs

| Modèle actuel | Nouveau modèle |
|---------------|----------------|
| CP533E | CP54 |
| CP563E | CP56 |
| CP573E | CP64 |
| Sans objet | CP74 |
| CP663E | CP76 |

Deux types de motorisation sont proposés : 4 ou 6 cylindres, à technologie Acert, avec un module de contrôle électronique qui facilite le diagnostic.

Les vidanges interviennent toutes les 500 heures. Ces monocylindres disposent d'un système de translation exclusif, deux pompes hydrauliques, deux circuits distincts, dont l'un pour la roue arrière. Ce système simple, sans électronique, apporte toujours du couple aux roues arrière, d'où une très bonne motricité sur les terrains difficiles et lors des descentes en marche avant.

Parmi les nouveautés, on peut citer le compactage intelligent AccuGrade Compaction Caterpillar. La technologie AccuGrade combine des mesures de compactage précises avec le positionnement GPS pour créer des cartes de compactage détaillées et en temps réel de la zone de travail. Elle améliorera les processus de contrôle et d'assurance qualité tant pour les entrepreneurs que pour les ingénieurs d'études ou les maîtres d'ouvrage.

Un système de vibration unique

Cette nouvelle gamme de compacteurs comporte le système de vibration à carters de balourds étanches Caterpillar qui garantit un compactage extrêmement performant et la distingue des gammes concurrentes. Le cylindre, de conception unique, comporte deux carters étanches renfermant des balourds brevetés. Ceux-ci sont

montés sur un arbre supporté par des roulements extra-robustes et sont entraînés par un moteur hydraulique fixé au support de cylindre. Lors de la rotation de l'arbre, les balourds créent un déséquilibre qui fait varier le sens de rotation du système qui détermine l'amplitude. Ces carters étanches réduisent les risques de contamination et allongent les intervalles de vidange et de graissage des roulements : tous les 3 ans ou toutes les 3 000 heures.

Le système de vibration s'active depuis le levier de translation. La sélection de l'amplitude de vibration, élevée ou basse, se fait depuis la console de commande, pour adapter les performances de la machine aux particularités du chantier. En outre, le CS/CP54 peut désormais être équipé, en option, d'un système de vibration à fréquence variable dont l'efficacité a déjà été éprouvée sur des machines plus grosses.

Un confort de conduite, une visibilité et une ergonomie

La colonne de direction inclinable se règle à la convenance du conducteur et s'écarte afin de faciliter l'entrée et la sortie dans la cabine. Le tableau de témoins de défaillance, à trois niveaux, informe le conducteur des dysfonctionnements de la machine sur neuf fonctions essentielles, une alarme sonore retentissant si le troisième niveau de gravité est atteint.

Un repose-poignet rembourré (réglable) et un siège à suspension avec hauteur de coussin et dureté de la suspension entièrement réglables ajoutent au confort de conduite et à l'ergonomie. Sur tous les modèles, la visibilité arrière respecte la règle du 1 m x 1 m (possibilité de voir un objet d'1 m de haut situé à 1 m derrière la machine). La cabine offre également une large visibilité sur le cylindre, pour une grande précision.

L'écoulement d'air empêche l'air chaud d'être rejeté vers la cabine ou vers le sol, d'où un plus grand confort pour le conducteur et une visibilité accrue du fait de la réduction des nuages de poussière.

Les minis et petits finisseurs

La gamme est formée de 3 modèles : BB 621 C, sur chenilles ; BB 740, sur pneus et le récent AP300, qui possède le 3054C, dernier moteur 4 cylindres diesel de technologie Cat. Cette machine remplace le BB 730.

A l'instar du BB 730, l'AP300 sur pneus triple essieu appartient à la catégorie 6-8 tonnes et offre une largeur de travail de 1,7 m. Il présente des performances supérieures (plus grande vitesse de déplacement, maniabilité, facilité de transport et grande polyvalence).

Une grande souplesse d'utilisation

Grâce à sa taille, l'AP300 convient à tout un éventail d'applications de pose de revêtement : rues et centres-villes, voies d'accès, aires de jeu, petites aires de stationnement et projets d'entretien et de réparation généraux, qu'il s'agisse de nouvelles constructions, de réfection du revêtement ou d'entretien, avec des mélanges bitumineux chauds et/ou modifiés, en passant par la production de granulats. Sa vitesse de déplacement élevée lui permet de couvrir rapidement de courtes distances d'un chantier à un autre, sans qu'il soit besoin de le transporter sur une remorque.



L'AP300, nouveau finisseur de 7 tonnes

Un système de translation perfectionné

Le système d'entraînement hydrostatique de l'AP300 élimine les chaînes et autres éléments de timonerie mécanique entre le moteur et les réducteurs. La pompe de translation à commande électronique, à débit variable en continu et avec rampes de démarrage et d'arrêt réglables, assure un fini parfaitement uniforme et lisse du revêtement. Le système de différentiel entièrement verrouillable évite le patinage, quelle que soit la pente.

La machine est équipée de deux pneus à large bande de roulement pour les roues motrices et de quatre roues avant directrices à bandage plein caoutchouc montées sur bogies. Celles-ci sont rattachées aux balanciers d'essieu oscillant avant, garantissant un contact au sol optimal et un fonctionnement en souplesse même sur sol irrégulier. L'AP300 affiche un empattement important, pour gagner en effort de traction et en stabilité sur sol meuble.

Des commandes de nivellement longitudinal et transversal (en option) contrôlent intégralement la pente lorsqu'un seul point de référence est

utilisé. La machine corrige instantanément le profil en fonction de l'écart enregistré par rapport à la surface. Ces commandes peuvent être utilisées des deux côtés du finisseur.

Priorité au confort de conduite

La machine est équipée de série d'un double poste de conduite, avec console de commande coulissante, sièges à suspension réglable et ceintures à enrouleur. Les sièges coulissent latéralement et d'avant en arrière, au-delà du gabarit du finisseur afin d'optimiser la visibilité et de garantir une meilleure maîtrise de la machine. En outre, l'instrumentation complète de la console de commande permet au conducteur de diriger aisément tous les principaux systèmes de la machine.

Le montage du moteur à l'avant et en position basse procure une excellente visibilité sur la trémie. Le conducteur est ainsi à l'écart de la chaleur dégagée par le moteur et des gaz d'échappement. Un système de refroidissement à grande capacité fournit de l'air frais à l'admission et améliore le confort de conduite grâce à l'admission d'air à travers le compartiment moteur et l'évacuation par le côté droit de la machine, loin du conducteur.

Un système d'alimentation performant

Une répartition précise du matériau et une productivité élevée grâce à un système d'alimentation performant facilitent l'utilisation de l'AP300. Les trémies se déplacent indépendamment, par l'intermédiaire de deux vérins hydrauliques assurant une bonne maîtrise de l'alimentation en matériau. L'acier résistant à l'usure garantit la longévité des tôles de fond des convoyeurs et de la trémie. La trémie fait 310 mm de plus en largeur, d'où une charge optimale. En outre, deux rouleaux de poussée réglables fournissent un point de contact entre l'AP300 et le camion afin de pouvoir centrer la charge et mieux diriger le matériau pendant son déchargement.

AP600D, dernier-né des grands finisseurs sur pneus

Caterpillar vient d'annoncer l'arrivée de l'AP600D dans sa gamme de finisseurs sur pneus. Il remplace l'AP600 et se situe dans la catégorie de plus de 18 tonnes.

Sa largeur de travail standard est de 2,55 m et de 5 m avec rallonges hydrauliques.

L'AP600D est doté d'un moteur C6.6 Cat à technologie Acert, d'un poste de conduite double pivotant, d'un puissant train de roulement sur roues, d'un circuit de refroidissement de grande capacité et d'un système d'alimentation performant avec commandes de vis de répandage et chaîne d'alimentation indépendantes. Les autres caractéristiques incluent, souvent en option, un circuit de ventilation, un toit repliable, un tablier repliable hydraulique, un chasse-pierres, une assistance des roues avant, un alternateur intégré, un tableau électrique de secours, des systèmes de commande de nivellement longitudinal et transversal, et une table chauffante électrique ou au gaz.

L'AP600D est destiné à traiter des mélanges bitumineux chauds ou modifiés, ou à la production de granulats. Comme son prédécesseur, ce finisseur a une grande souplesse d'utilisation et convient aux applications de pose de revêtement de moyen à fort rendement : construction, autoroutes, aéroports, routes à grande circulation, voies départementales et urbaines, chantiers industriels ainsi que projets de resurfaçage et d'entretien. Le train de roulement sur roues offre une excellente mobilité et une marche en douceur, pour des performances optimales.



L'AP655D, lancé début 2007, possède une table identique à celle de l'AP600D

La table AS4251C

L'AS4251C est une table à rallonge hydraulique et à double largeur, avec une plage de travail standard de 2,55 m à 5 m, et une largeur de travail maximale de 8 m. Elle est disponible avec *tampers* et vibreurs à fréquence variable ainsi qu'avec un système de chauffage électrique ou à gaz. La double table à rallonge favorise la stabilité et la qualité du tapis. Le bâti d'une grande rigidité bénéficie d'une résistance optimale aux contraintes de flexion et de torsion. Le mécanisme d'accouplement sur le boîtier de rallonge mécanique accélère le réglage de la largeur de travail.

Actualité générale Matériel



Le compacteur sur pneus PS300 C

Les convoyeurs et les vis d'alimentation, commandés manuellement depuis la console ou depuis les tableaux de commande de vitesse, sont fabriqués dans des matériaux résistant à l'usure. Quatre capteurs à palettes régulent l'alimentation en matériau, en agissant sur la rotation de la vis et du convoyeur en mode automatique. Le sens de rotation des vis d'alimentation et des convoyeurs peut être inversé. Les vis d'alimentation de l'AP300 sont réglables en hauteur hydrauliquement, procurant ainsi une répartition uniforme du matériau tout en réduisant le risque de ségrégation et garantissant une parfaite homogénéité du revêtement.

AP300 et table AS3173 Cat : une combinaison gagnante

L'AP300 a été associé à la table à rallonge hydraulique AS3173, avec chauffage au gaz ou électrique. Cette table offre une largeur de pose comprise entre 1,7 et 3,20 m, qui peut atteindre un maximum de 4 m, avec le montage de rallonges mécaniques aux deux extrémités. Font partie de l'équipement : un système de vibration à fréquence variable, un allumage électronique et une régulation automatique et indépendante de la température des plaques lisseuses de la table centrale et de chaque table latérale.

Les deux options de chauffage de l'AS3173 adaptent l'équipement aux préférences du conducteur et aux besoins du chantier. La version gaz comporte des brûleurs à haut rendement et une régulation thermostatique performante de la température. Lorsque l'option chauffage électrique est choisie, une génératrice embarquée (en option) est fixée au tracteur ; elle délivre une puissance de 12 kW pour chauffer la table, de 220 V pour l'éclairage de nuit et de 1,5 kW en alimentation auxiliaire. Cette version électrique comporte des résistances remplaçables et des commandes faciles. Son temps de chauffe rapide est un plus.

Compacteurs sur pneumatiques

Deux modèles en quatre versions sont disponibles : le PF300C de 21 tonnes, 3 tonnes par roue, essieu arrière fixe, et le PS300C, en version essieu suspendu, chacun disposant d'une version AW « alourdie ».

Le poste de conduite est coulissant et pivotant et offre également la visibilité 1 m × 1 m. Ces compacteurs ont un double système de freinage indépendant.

Nouveau : les petits tandems

Les douze machines de la gamme, toutes conçues et produites à Rantigny, vont de 1,6 t (800 mm) à 4,2 t (1 400 mm). Elles sont polyvalentes, transportables, faciles à conduire et économiques.

- les CB1X : trois modèles en billes vibrantes et un en cycle arasant ;
- les CB2X : la 6^e génération de 2,5 t à 3,2 t ;
- et les CB3X.

Au rang de leurs caractéristiques : un poste de conduite alliant robustesse et simplicité, une commande hydraulique à double sensibilité, un arrosage à triple infiltration, entièrement « *made in France* », et des carters étanches.

Dans le cas des tandems mixtes, les roues à l'arrière créent une haute pression et entraînent la fermeture de l'enrobé.



Les nouveaux tandems, 100 % made in France



■ NYNAS Nouveau centre de compétences à Anvers

Nynas, société pétrolière spécialiste des bitumes, a ouvert un nouveau centre de compétences (*Nynas Competence Centre*) à Anvers (Belgique), entièrement dédié à la recherche et au développement des bitumes.

Inauguré le 4 juin dernier, le laboratoire stimulera des synergies avec les différents centres de compétences Nynas en Europe continentale afin de mieux répondre aux besoins croissants des clients. Il contribuera également au développement de nouveaux produits dans le domaine des émulsions, formulations à froid, bitumes modifiés par polymères (BmP) et applications industrielles.

Nynas se concentre sur des produits à haute valeur ajoutée afin de renforcer sa position de premier spécialiste du bitume en Europe. La demande de produits spéciaux issus du bitume dans des enrobés performants est de plus en plus forte. Pour répondre aux besoins du marché, le *Nynas Competence Centre* à Anvers offre un espace de 600 m² dédié aux travaux de recherche et de développement des liants bitumineux. « La plupart de nos clients ne disposent pas toujours de laboratoire pour tester et analyser leur produits. Grâce à notre expertise et nos nouvelles compétences, nous pourrions davantage les accompagner », déclare Ingo Nöslér, *Technical Market support Manager Nynas Bitumen*, Belgique.



Un espace fonctionnel et structuré

Outre un support technique avancé et le développement de nouveaux produits, le *Nynas Competence Centre* est également spécialisé dans la formulation d'enrobés à froid avec une approche volumétrique qui s'intéresse aux paramètres de granulométrie, d'épaisseur du film de mastic et de teneur en vide des agrégats. Ces travaux de recherche seront effectués par une équipe de 12 ingénieurs et techniciens chargés du contrôle qualité des opérations bitume pour l'ensemble de l'Europe continentale, et plus particulièrement pour les raffineries d'Anvers et d'Ingolstadt, ainsi que pour les 5 dépôts Nynas et fournisseurs de BmP.

Doté des équipements les plus récents, le nouveau centre réalisera différents travaux tels : spectromètre UR, distillation simulée, BBR, malaxeur de fabrications d'enrobés, ainsi qu'un PAV et un tension mètre. A l'occasion de cette inauguration, Nynas avait convié Claude Van Rooten, directeur du Centre de recherches routières (CRR) belge qui est intervenu sur le thème « *Innovation and collaboration : the future of quality* ». Il a notamment souligné l'importance des travaux de coopération menés entre les laboratoires et les tests sur les chantiers pour concevoir des routes plus durables, plus sûres et meilleures pour l'environnement. Claude Van Rooten est également le président du Forum européen des laboratoires de recherche routière (FEHRL).

■ SOMARO
Rachat de Vigifrance Sécurité
En avril dernier, le groupe Somaro, leader des équipements de la route, s'est porté acquéreur de la société Vigifrance sécurité, confortant ainsi sa stratégie de développement volontariste et ambitieuse. Depuis plus de 30 ans, Vigifrance Sécurité est le fabricant spécialiste des systèmes de détection périmétrique. La société propose à ses clients une grande expertise dans le domaine des clôtures détectrices ou électrifiées, ainsi que des dispositifs anti-intrusion. Basée dans le Val d'Oise, elle a réalisé en 2007 un chiffre d'affaires de 3 millions d'euros.

Son savoir-faire lui vaut des références clients tels le Commissariat à l'énergie atomique (CEA), le ministère de la Défense nationale, EDF, le groupe Total, Eurotunnel. Ces entreprises et ces institutions ont fait et font confiance à Vigifrance Sécurité pour assurer la protection périmétrique de leurs bâtiments les plus sensibles.

Par ce rachat, Vigifrance Sécurité densifie et renforce ainsi l'offre du groupe Somaro dans le domaine du contrôle d'accès, secteur en fort développement, et complémentaire du marché des équipements de la route.

■ JCB
2007 : Une année record
En 2007, le résultat de JCB avant impôts s'est élevé à 187 millions de livres, en hausse de 25 %, soit le niveau le plus élevé de ses 62 années d'existence. Cette performance a été atteinte avec 72 000 machines vendues pour un chiffre d'affaires de 2,25 milliards de livres. Les ventes, en augmentation de près de 30 % par rapport à 2006, résultent principalement des marchés émergents tels l'Inde, la Pologne, la Bulgarie, la Roumanie et l'Amérique du sud. Les nouvelles gammes de machines ont contribué, quant à elles, à la moitié de cette croissance.

En 2007, la part de marché mondial de JCB dans le BTP a atteint 12 % contre 10,4 % l'année précédente, renforçant ainsi sa troisième position au classement mondial des fabricants d'équipement de construction (en volume).

Perspectives 2008

Le groupe envisage un environnement 2008 plus difficile, compte tenu de l'impact de la crise du crédit et de l'augmentation du coût des matières premières. Matthew Taylor, CEO de JCB, déclare : « *Compte tenu de cette crise du crédit, toute l'année 2008 sera difficile et il y a d'ailleurs doré et déjà des signes que la baisse des marchés nord-américains est en train de s'étendre à certains marchés de l'Europe de l'ouest. De même, la croissance dans certains marchés émergents est en train de ralentir* ».

Les investissements de JCB dans de nouvelles usines, de nouveaux produits et support client atteignent des niveaux record afin de soutenir la croissance future. C'est ainsi que JCB a lancé la construction, à Uttoxeter en Grande Bretagne, d'une nouvelle usine pour la gamme de pelles, représentant un investissement de 40 millions de livres, et d'une autre d'équipements pour un investissement de 7 millions de livres. Le groupe prévoit le lancement de 28 nouveaux produits.

Joint Venture européenne avec BNP Paribas Lease Group

JCB vient de créer une *Joint Venture* avec le groupe BNP Paribas Lease Group, spécialiste européen du financement d'équipements professionnels, afin de proposer des solutions de financement pour ses clients sur les marchés européens de JCB.

JCB Finance va offrir une gamme complète de solutions de finance-

ment aux clients et apporter des nouvelles opportunités commerciales pour JCB en Europe, notamment en amenant plus de flexibilité dans le soutien apporté aux concessionnaires JCB pour leurs machines de stock et de démonstration.

Cette *Joint Venture*, détenue à 50,1 % par BNP Paribas Lease Group et à 49,9 % par JCB, va dans un premier temps proposer des solutions de financement des machines, neuves ou d'occasion, pour les clients de JCB en France, Espagne, Italie et Allemagne, avec des produits et services complémentaires et une couverture territoriale adaptée.

■ WACKER-FRANCE Nouveau nom : Wacker Neuson SAS

Depuis le 16 mai 2008, la société Wacker France SAS, filiale de Wacker Construction Equipment AG et dont le siège est situé en Seine-et-Marne, a pris le nom de Wacker Neuson SAS. Ce changement intervient dans le cadre de la modification du statut et de raison sociale de la maison mère en Wacker Neuson SE, en juin 2008. Sept mois seulement après la fusion des entreprises Wacker Construction Equipment AG et Neuson Kramer Baumaschinen AG, la société française Wacker Neuson SAS met déjà en œuvre des synergies de distribution. Parallèlement aux produits qui ont déjà fait leurs preuves dans le domaine des équipements de chantier (*Light Equipment*), notamment les pilonneuses, plaques vibrantes ou marteaux piqueurs, dans le domaine du matériel de construction compact, il s'agit principalement des pelles à pneus et à chenilles, chargeurs mécaniques compacts, chargeuses sur pneus et chargeuses télescopiques, mini dumpers sur roues et sur chenilles.

Sous la marque Wacker Neuson sont offerts des équipements de chantier issus de plus de 250 groupes de produits dans les domaines d'activités suivants : technique du béton, compactage des sols et de l'asphalte, technique de démolition *utility*. Quant à l'offre du matériel de construction compact de Wacker Neuson, elle englobe les pelles sur pneus et chenilles, les chargeurs compacts ainsi que les mini dumpers sur roues et sur chenilles. En outre, des chargeuses sur pneus et des chargeuses télescopiques de la marque Kramer Allrad seront prochainement commercialisées par la filiale française.

■ SOCLI Le chaufournier fête ses 30 ans

Filiale de Ciments Calcia, Socli fabrique une large gamme de chaux naturelles, de liants et de produits finis à base de chaux. A l'occasion de ses 30 ans, le chaufournier a ouvert les portes de sa station de mélange de Vendargues (34), le 13 juin dernier, une occasion de découvrir les différentes activités de la société, ainsi que les coulisses et les acteurs de métiers passionnants liés à la production et à l'application de la chaux.

Cette journée s'est terminée par l'inauguration par Serge Schmidt, directeur général de Socli, de la station de mélange, récemment rénovée.



30 ans de savoir-faire et de passion

La société Socli a été fondée en 1978 par la réunion de deux usines à chaux centenaires et d'un centre de distribution, situés dans le sud-ouest de la France. Alliant modernité et tradition, la fabrication des Chaux Socli est réalisée dans les fours à chaux des usines d'Izaourt (65) et de Sauveterre (65). Au fil des années, l'entreprise a continuellement fait évoluer sa gamme de produits et services et a rejoint, en 1988, Ciments Calcia, filiale d'Italcementi Group.

Leader en production de chaux hydraulique naturelle, Socli s'est également spécialisée dans le mélange de produits secs (micro-bétons et mortiers), et compte à présent un centre de distribution, deux usines, cinq stations de mélanges et un centre de formation.

Les matériaux élaborés à partir de ces produits haut de gamme sont à l'origine de la réalisation de nombreuses restaurations : assainissement des caves de la ville de Paris, traitement ou retraitement de routes et autoroutes locales, montage de pilettes sur l'autoroute A20, ... Un savoir faire, sans cesse renforcé et consolidé par l'expérience des collaborateurs Socli et les formations qui leur sont proposées. Depuis 2006, ce dispositif est complété par la création d'un club de la

Chaux, destiné à tous les professionnels experts en la matière ou désireux de le devenir.

Vendargues : un site qui regroupe tous les métiers de Socli

Rachetée par Socli en juillet 2005, la station de mélange de Vendargues est plus particulièrement destinée à la production de mortiers et bétons secs, utilisés en montage, pour le confortement de tunnels, falaises... Grâce à elle, l'entreprise propose une gamme de produits/services à la carte, dans le domaine des liants, mortiers et bétons.

L'unité de Vendargues est capable de répondre à l'ensemble des besoins des clients, par petites ou grandes séries avec, outre une gamme traditionnelle de sacs, des conditionnements divers (*big bag*, silos mobiles, ...), qui s'adaptent à tous les types de chantiers.

■ UNIBETON Nouvelle centrale en région nantaise

Avec une capacité de production annuelle de 30 000 m³, soit 120 m³ par jour, la nouvelle centrale Unibéton du Bignon (44) renforce le dispositif industriel du secteur ouest - Pays-de-la-Loire, composé de 29 centrales réparties sur 9 départements.

Implantée sur un terrain de près de 10 000 m² aux portes de l'agglomération nantaise, la centrale du Bignon propose une large gamme de bétons prêts à l'emploi (BPE), décoratifs ou techniques (autoplaçants, autonettoyants, dépolluants, ...).

La maîtrise des impacts environnementaux de l'activité constitue un enjeu important pour Unibéton. Différents aspects ont d'ailleurs été pris en compte dès la conception du projet d'implantation de la centrale, notamment l'insertion paysagère, les émissions sonores, les poussières, le trafic, les déchets, ... Une attention toute particulière a également été portée au traitement de l'eau.

Dans le cadre du traitement des déchets, les boues inertes issues de la décantation et des retours de béton, sont évacuées vers un centre de décharge agréé. Pour réduire les émissions de poussières, chaque silo est doté d'un filtre de dépoussiérage à décolmatage pneumatique et d'une sécurité de remplissage évitant tout débordement ; toutes les trémies de stockage des granulats sont entièrement bardées et les pistes

de circulation des engins bétonnées, protégeant l'environnement de l'envol des éléments fins.

Unibéton dispose d'outils de contrôle pour mesurer en permanence l'efficacité de production et de distribution de ses bétons. Le fonctionnement de la centrale repose sur un système d'automatisme qui assure la gestion et le suivi de chaque étape de production. Synonyme de fiabilité, de qualité et de gestion précise et uniforme de la production partout en France, il garantit la traçabilité des produits livrés et offre une assurance qualité homogène. Comme la quasi-totalité des centrales Unibéton, l'unité du Bignon sera titulaire, dans les prochaines semaines, du droit d'usage de la marque NF BPE et fabriquera des bétons conformes à la norme NF EN 206-1.

Pour assurer la sécurité et la santé des salariés qui interviennent sur sites, la société mène depuis plus d'une dizaine d'années une politique « zéro accident ». Manutentions limitées, accès sécurisé, plan de circulation et signalétique optimisés sont les principales mesures mises en œuvre pour une sécurité renforcée sur le site du Bignon.



Matériel

■ RITCHIE BROS Inauguration du nouveau site de Saint-Aubin-sur- Gaillon

Ritchie Bros. Auctioneers, leader mondial des ventes aux enchères de matériel industriel, a lancé en juin son site permanent de Saint-Aubin-sur-Gaillon (27), marquant l'événement avec une grande vente aux enchères consacrée au matériel industriel.

Le site de 20 hectares fait désormais partie des 38 lieux de ventes détenus au niveau mondial par Ritchie Bros., société fondée au Canada en 1958. Depuis la première vente à Saint-Aubin-sur-Gaillon en 2006, ces ventes ont déjà attiré des milliers de clients et de vendeurs de matériel.

Pendant la vente, le matériel roulant défile sur une rampe surélevée devant l'amphithéâtre, pour que les clients l'observent et qu'ils enchérissent depuis leur siège, et ce, quelles que soient les conditions climatiques.

L'espace de vente virtuelle offre un confort similaire et un côté pratique lors de la vente du matériel stationnaire : dès qu'un article est mis en vente, sa photographie est projetée sur grand écran devant la foule des enchérisseurs. Des centaines de matériel ont été mis en vente en juin, de construction, de transport et d'autres industries, comprenant des chargeuses sur pneus, des pelles hydrauliques, des chargeuses pelleuses, des camions benne, des chargeuses compactes, des chariots élévateurs.

Comme pour chaque vente de Ritchie Bros., les enchères sont sans prix de réserve : tout est vendu le jour de la vente sans prix minimum ni réserve. Tout, sans exception, est vendu au plus offrant, sans faire cas du prix. Les clients intéressés peuvent enchérir à la vente de trois façons différentes : en personne, sur le site de Saint-Aubin-sur-Gaillon, pour les sociétés basées hors de France, en direct et en temps réel sur Internet, en utilisant les services de Ritchie Bros. : rbauctionBid-Live.

Une forte démarche HQE

Les travaux conduits par la société Jouen ont débuté en avril 2007. Le site offre une capacité de stockage de 150 000 m², soit 3 000 à 3 500 machines.



5 000 m² de bâtiments regroupent la salle des ventes, les bureaux et les bâtiments destinés aux services associés (atelier de réparation, cabine de peinture, prestataires logistiques...), la superficie restante étant dédiée aux parkings. Ritchie Bros. emploiera à terme un peu plus de 100 personnes à chaque vente. L'investissement total pour ce nouveau site sera de 25 millions d'euros et s'inscrit dans une stratégie globale d'expansion en Europe. D'autres constructions de sites définitifs suivront en Espagne et en Italie.

Dès l'ébauche du projet, Ritchie Bros. a manifesté une forte volonté de démarche de haute qualité environnementale (HQE). Des techniques novatrices d'imperméabilisation des terrains ont été mises en œuvre pour la première fois en France et offrent un niveau de pro-

Matériel, produits et procédés

tection supérieur à celui requis par la direction régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE).

Par ailleurs, le cahier des charges imposait d'obtenir un terrain horizontal sans poussière l'été et sans boue l'hiver. Un gros travail de déblai/remblai a donc été mené préalablement, pour obtenir l'horizontalité demandée. Par endroit, le terrain est actuellement plus haut de 1,80 m par rapport au terrain naturel. Tous les déblais ont été utilisés, rien n'a été évacué.

Des systèmes d'écoulement et de récupération des eaux de nettoyage des machines ainsi que 6 importants séparateurs d'hydrocarbures contribuent également au respect de l'environnement.

Une étanchéité du plus haut niveau

Pour protéger les nappes phréatiques, le sol du nouveau site est étanche à 10-8, niveau des décharges municipales pour lesquelles la réglementation est très stricte. Les huiles et hydrocarbures coulant éventuellement des machines et drainées par l'eau de pluie, sont donc filtrés afin de laisser passer une eau épurée.

Le sol a subi un traitement à base de chaux et de ciment sur 45 cm pour présenter une performance mécanique pérenne qui cependant n'assure pas l'étanchéité à 10-8. Pour atteindre ce niveau, l'entreprise a ajouté un traitement à la kaolinite de tous les points bas situés en dessous des drains. Ceux-ci sont entourés de géotextile évitant tout colmatage du réseau de drainage. Au dessus de cette strate, 6 cm de béton bitumineux.

La couche finale est constituée de 25 à 30 cm de grave drainante qui assure un premier filtrage des huiles et hydrocarbures, environ 80 %, et qui peut être remplacée très simplement par le personnel en cas de souillure.

SECURITAS ALERT SERVICES ET OCEAN

Solution commune de géosécurité adaptée aux métiers du BTP

Au niveau européen, l'European Confederation of Equipment Distributor (ECED) a chiffré le coût des vols d'engins de chantiers à 7 milliards d'euros, sans compter les coûts indirects (arrêt des travaux, perte d'exploitation, location temporaire de remplacement, augmentation des franchises et des primes d'assurance, ...). Ce coût n'intègre pas celui des vols des autres véhicules

utilisés par le secteur du BTP. En France, le coût total des vols sur chantiers est estimé par la Fédération française du Bâtiment (FFB) entre 1 et 2 milliards d'euros, parmi lesquels les vols d'engins et de véhicules. Face à cette situation alarmante, Ocean, acteur majeur des solutions de géolocalisation pour les entreprises du bâtiment, et Securitas Alert Services, principal opérateur de télésurveillance professionnelle et filiale spécialisée du groupe Securitas, ont uni leurs savoir-faire et proposent une solution complète, unique sur le marché. « Dans un contexte où le ministère de l'Intérieur et FFB ont signé en avril 2008 un protocole d'accord pour lutter contre les vols sur les chantiers, protocole qui préconise l'implantation de systèmes de géolocalisation dans les entreprises du secteur, le rapprochement de nos deux savoir-faire autour d'une solution unique est apparu comme une évidence », explique Jacques Rivière, président de Ocean.

Le mariage de deux savoir-faire

Ocean a développé depuis de nombreuses années une solution globale de géolocalisation des ressources mobiles, déployée auprès de plus d'un millier d'entreprises ; tandis que Securitas Alert Services propose une offre complète de télésurveillance pour les flottes professionnelles de sites mobiles, notamment les offres de protection des camions, de leurs marchandises et des travailleurs isolés. Deux savoir-faire technologiques qui, en se rencontrant, donnent naissance à une nouvelle offre alliant géomanagement et géosécurité. « Cette offre de sécurisation des véhicules et engins de chantier permet de répondre parfaitement aux besoins de sécurité des entreprises du BTP. Les alarmes sont gérées en temps réel 24h/24 7j/7 par nos opérateurs qui assurent également la coordination des procédures de récupération des véhicules en collaboration avec les forces de l'ordre », affirme Isabelle Moyon, directeur national géolocalisation de Securitas Alert Services.

Ocean fournit un outil de pilotage de toutes les ressources d'un chantier, hommes et matériel. Son objectif est d'optimiser la gestion des parcs matériel et le temps de travail quotidien, de réduire les coûts de transport et d'intervention sur un chantier. Le renforcement de la sécurité passe par des réponses efficaces sur des points critiques : localiser les véhicules et engins de chantier, contrôler leur utilisation, surveiller les entrées et sorties de zones définies, être alerté en cas d'anomalie. Dans la solution com-

mune mise sur le marché par Ocean, Securitas Alert Services gère l'après vol avec une alerte automatique en temps réel, 24h/24 et 7j/7. Son appartenance au groupe Securitas lui permet d'intervenir partout en Europe et de récupérer, en faisant appel aux forces de polices locales, les véhicules ou engins de chantiers dérobés. Avec l'utilisation d'outils de cartographie performants, Securitas Alert Services déclenche la localisation et le suivi permanent du véhicule volé sur la plate-forme d'Ocean.



Produits

CHRYSO Opération A19

Chryso®, groupe Materis, concepteur et fabricant leader d'adjuvants pour béton, a fourni pas moins de 5 produits différents pour les besoins du chantier de l'autoroute A19 : adjuvant, entraîneur d'air, produit de cure, huile de décoffrage et désactivant. Commencé en août 2006, le chantier de l'autoroute A19 est le plus important en France à l'heure actuelle. Son tracé, qui court sur 101 km entre Artenay et Courtenay (dans le nord du Loiret), reliera les autoroutes A6 et A10. Le volume total de béton utilisé sera de 100 000 m³, dont 70 000 m³ de béton armé pour les ouvrages d'art.

Le projet de l'autoroute A19 comprend 102 ponts, un viaduc et une tranchée couverte pour le passage des animaux et en particulier des grands faunes. Ces ouvrages d'art intégreront un certain nombre d'éléments en béton : piles, semelles, une partie du tablier, glissières de sécurité.

Les sociétés qui produisent le béton du chantier, Lafarge Bétons Vallée de Seine (trois centrales à béton sur le chantier) et Cemex (quatre centrales à béton), ont choisi des produits Chryso pour répondre à leur cahier des charges : l'adjuvant Plast Omega 132 et l'entraîneur d'air Air G 100 pour tous les éléments en béton (sauf le viaduc), mais aussi pour le viaduc le produit de cure Cure HPE, l'huile de décoffrage Dem Elio 2 et enfin le désactivant Deco Lav N.



Ces sociétés se sont plus spécifiquement prononcées en faveur de l'adjuvant Chryso Plast Omega 132 afin de répondre aux deux critères clés du cahier des charges pour cette construction : d'une part, la recherche de résistances de 30 MPa et 35 MPa à 28 jours (classes de résistance C30/37 et C35/45), et d'autre part, un maintien d'ouvrabilité du béton d'au moins une heure trente. La polyvalence de Plast Omega 132 en termes de gain de plasticité l'adapte aux différents niveaux d'affaissement aux cônes requis par des pièces aussi variées que les pieux des fondations et les piles ou tabliers.

L'utilisation du plastifiant Plast Omega 132 facilite ainsi le coulage et la mise en place du béton sur le chantier de l'A19, tout en apportant son pouvoir réducteur d'eau, qui se traduit par une meilleure résistance du béton associée à une durabilité améliorée.

Les chiffres clés de l'autoroute A19

45 communes traversées

2 x 2 voies

102 ponts

1 viaduc majeur

260 entreprises présentes sur le chantier

Personnel global engagé : plus de 1 000 personnes

Maitrise d'ouvrage : Arcour

Maitre d'œuvre : Vinci

Constructions

Le Viaduc sur la vallée du Loing, ouvrage d'art majeur de l'A19, s'étendra sur 1 km et aura consommé 9 600 m³ de béton. Les travées de cet ouvrage mixte (charpente métallique et tablier en béton) mesureront en moyenne 63 m de long, et les 15 piles entre 7 et 15 m de haut. Sa construction devrait s'achever au mois de janvier 2009.

Les ouvrages d'art devraient s'achever courant 2008 et la fin des travaux pour la totalité de l'autoroute est, quant à elle, prévue pour le deuxième semestre 2009. Le financement et la maîtrise d'ouvrage de ce projet d'infrastructure de transport sont assurés par la société concessionnaire Arcour, filiale de Vinci Concessions, pour une durée totale de 65 ans. Les travaux sont réalisés par Vinci Constructions.

■ CIMENTS CALCIA Exp^{Air}, logiciel pour mesurer la dépollution de l'air

Partenaire des différents acteurs et prescripteurs de la construction, Ciments Calcia a conçu à leur attention un nouveau logiciel de simulation de mesure de la dépollution de l'air : Exp^{Air}. Cet outil 3D s'inscrit dans la démarche du groupe axée sur l'amélioration du cadre de vie urbain.

Réel outil d'aide à la décision, ce logiciel aidera les maîtres d'ouvrage, collectivités locales, maîtres d'œuvre, architectes et bureaux d'études, à évaluer le taux de dépollution de l'air obtenu grâce à l'utilisation du ciment innovant aux propriétés dépolluantes, TX Aria®.

Un outil d'inspiration pour les experts du BTP

Grâce à cette initiative de Ciments Calcia, les professionnels de l'aménagement urbain auront désormais accès à un tout nouveau logiciel de simulation, Exp^{Air}, qui mesure le taux de dépollution des gaz polluants : NOx (oxydes d'azote) et COV (composés organiques volatils) présents dans l'air, dans le cadre de réalisations de voirie et/ou de façades avec le ciment TX Aria.

L'utilisation est simple : il suffit de sélectionner les critères correspondant aux différents paramètres de configuration du projet : le type de rue, la direction du vent, la densité du trafic (200 ou 600 véhicules/heure) ainsi que les surfaces qui seront potentiellement réalisées avec TX Aria (façades et murs, voirie – trottoir ou chaussée, voirie et façades).

Une fois l'ensemble de ces paramètres intégrés, un seul clic suffit pour faire apparaître le taux de pollution existant, caractéristique de l'environnement urbain du projet. Avec un clic supplémentaire, grâce au logiciel Exp^{Air}, l'utilisateur visualisera le gain possible de dépollution de l'air, généré par l'utilisation du TX Aria. Cet outil autorise également la visualisation en direct la qualité de l'air sur l'ensemble de l'hexagone,

avec une indication de l'indice ATMO de nombreuses villes.

Afin de respecter les normes de dosage et d'application du ciment TX Aria et assurer les résultats scientifiquement prouvés, toute utilisation de cette modélisation sera accompagnée d'une assistance technique Ciments Calcia sur chantier.

TX Aria, pour des chaussées et des bâtiments dépolluants

La gamme TX Aria a été mise au point pour réaliser des constructions et ouvrages capables de contribuer à la réduction de la pollution atmosphérique en milieu urbain.



La chaussée, les bordures et trottoirs de la rue Jean Bleuzen, à Vanves (92), représentent une surface de 6 000 m² de béton dépolluant.

En effet, ce ciment piège les gaz polluants grâce au principe de la photocatalyse.

Tous les chantiers déjà réalisés en TX Aria, en Italie et en France avec notamment la chaussée en béton dépolluant à Vanves (92), démontrent l'efficacité de ce ciment innovant et particulièrement performant, qui laisse envisager de nombreuses applications, en neuf comme en rénovation, dans les secteurs de la voirie urbaine et de l'habitat.

■ TECHNISEAL Nouveau shampoing pour dalles et pavés

Depuis plus de 20 ans, Techniseal développe des produits de haute qualité pour le jointoiment, le nettoyage et la protection des dalles et pavés en béton.

Parce que les terrasses, les allées de garage, les cours, les plages de piscine, les stationnements, les zones piétonnières, ... sont soumis quoti-

diennement à la pollution atmosphérique et à de nombreuses agressions qui encrassent et ternissent leur couleur, Techniseal a développé une gamme complète de produits de nettoyage. Quelle que soit la nature des taches ou des traces, la société propose des produits adaptés répondant à chaque besoin. Nettoyant dégraissant, nettoyant d'efflorescence, démoussant, dérouillant, décapant, protecteur, ... sont autant de solutions spécifiques développées par Techniseal pour les surfaces dallées et pavées, et préserver la beauté des ouvrages dans le temps.

Aujourd'hui, la société canadienne enrichit cette gamme de produits nettoyants en lançant sur le marché un nouveau shampoing.

Très simple d'utilisation, le shampoing Techniseal a été spécialement conçu pour le nettoyage des dalles, des pavés et des murets en béton ou en pierre naturelle souillés et ternis par le temps, et une utilisation régulière sur ces surfaces.

Le nettoyage des aménagements extérieurs est nécessaire si l'on souhaite conserver la couleur d'origine du matériau et ralentir son vieillissement.



Un nettoyage en 2 étapes

Le shampoing Techniseal dégrasse en profondeur la plupart des matériaux d'aménagements paysagers, en délogant la saleté incrustée sur les supports. Il ravive ainsi leur couleur d'origine. Respectueuse de l'environnement, sa formulation n'est pas agressive pour les matériaux, ce qui rend le produit idéal pour le nettoyage régulier des surfaces dallées et pavées.

De plus, le produit sert à préparer les supports avant l'application d'un produit de protection, et d'assurer des nettoyages fréquents, une fois ces supports protégés.

■ AZULY Des candélabres minéraux



Le fabricant de candélabres minéraux complète sa gamme de mâts d'éclairage Eclat de marbre avec deux nouveaux coloris : le vert des Alpes et le gris Caucase. Les couleurs naturelles du marbre, l'éclat et la pureté de sa matière s'harmonisent à merveille avec les dernières tendances en matière d'éclairage et de mobilier urbain. Azuly lance également la nouvelle borne de balisage Carat. Sa forme cylindrique est prolongée par un luminaire élané et droit pour une allure élégante et classique. Sa touche d'originalité tient dans la bulle de lumière qui, par un effet d'optique, monte et descend lentement dans le tube transparent : effet zen assuré !

■ SIKA Sikagard 907 W pour les joints de sols pavés

Spécialiste de la protection des sols, Sika lance le Sikagard 907W, la première résine en phase aqueuse qui offre une double fonction : une protection hydro-oléofuge des sols poreux et un stabilisateur de joints sable entre pavés. Sikagard 907 W imperméabilise efficacement les supports poreux et les protège contre la pénétration de l'eau, de l'huile et de la plupart des taches (graisse, salissure, ...). De plus, grâce à ses propriétés uniques de liant, il pénètre de quelques millimètres en profondeur à l'intérieur des joints, renforçant ainsi la cohésion du sable et limitant le développement des mousses.

Destiné aux supports poreux, Sikagard 907 W garantit également :
• une résistance aux UV, aux intempéries et aux sels de déverglaçage,

Matériel, produits et procédés

- une amélioration de la résistance aux cycles gel-dégel,
- une réduction des efflorescences,
- une diminution des pousses de mauvaises herbes dans les joints en sable, une résistance à l'érosion des joints.

Grâce à sa formulation spécifique, Sikagard 907 W ravive le support en lui donnant un aspect satiné et favorise l'entretien des sols. Facile à appliquer, il s'utilise en intérieur et en extérieur, sur des supports absorbants tels que des sols en béton, des pavés, des pierres naturelles ou reconstituées, ou encore du béton désactivé.

■ SPERIAN PROTECTION Bac'Run® Free : légèreté et sécurité

Les équipes R&D Bacou placent l'homme au cœur de leur démarche d'innovation. Pour assurer un meilleur bien-être et une protection optimale à ses utilisateurs, la gamme Bac'Run, déjà plébiscitée par les professionnels de l'industrie et du BTP, s'enrichit aujourd'hui de 11 modèles, avec la création de la ligne Bac'Run® Free.

Alliant un design moderne et des niveaux de performance très élevés en matière de légèreté, de sécurité et de confort, les nouvelles Bac'Run Free vont conforter la position et le succès d'une collection de chaussures de sécurité largement adoptée dans la plupart des pays européens.

100 % non métallique

La collection Bac'Run Free pérennise les ingrédients qui ont fait le succès de la gamme : la semelle de marche en polyuréthane double densité (PU 2D), ultra adhérente et antichoc et l'embout Spacium™ 200 Joules, isolant du froid comme du chaud et inaltérable.

De plus, les chaussures Bac'Run Free offrent une sécurité 100 % non métallique : elles sont équipées de l'intercalaire anti-perforation Flexium™, en fibres textile haute ténacité, pour apporter plus de souplesse et de flexibilité à l'utilisateur lors de ses déplacements.

Autre avantage, la semelle de marche, grâce à une nouvelle formulation du polyuréthane et un nouveau processus d'injection sur tige, permet à la chaussure de gagner plus de 20% en légèreté et prévient ainsi la fatigue des utilisateurs due aux déplacements fréquents et aux stations debout prolongées. De plus, les proprié-

tés d'adhérence de la semelle Bac'Run Free ont certifiées conformes aux exigences de la nouvelle norme EN ISO 20345 : 2007 SRC.



Nouvelle norme de sécurité EN ISO 20345 : 2007

La norme EN ISO 20345, qui définit les exigences et les niveaux de performance des chaussures de sécurité avec un embout résistant à un choc d'une énergie de 200 Joules, vient d'être révisée. Cela implique de nouveaux tests de glisse sur la semelle de marche, et de nouvelles exigences imposées, comme une résistance accrue à la perforation. La semelle Bac Run et l'intercalaire anti-perforation Flexium™ remplissent toutes ces exigences.

Toutes les chaussures Bac Run Free ont été soumises à l'examen CE de type auprès d'un organisme européen habilité (le CTC, en France) et sont donc certifiées sous la nouvelle norme EN ISO 20345 : 2007.

Un look moderne et des matériaux de haute qualité

Le design des chaussures, la sélection des cuirs et des doublures ont également fait l'objet d'une attention toute particulière de la part des équipes R&D Bacou.

Les caractéristiques des cuirs (hydrofuges ou velours) ont été étudiées en fonction des spécificités des différents marchés européens, afin de répondre au mieux aux attentes des utilisateurs.

Les doublures intérieures en textile Poromax s'agrémentent de couleurs originales, vert anis ou orange vif, pour apporter une touche de modernité et de fantaisie aux chaussures. Elles garantissent à l'utilisateur une meilleure hygiène du pied grâce à l'évacuation de la transpiration et un séchage rapide, ainsi qu'une durée d'utilisation prolongée.

■ WATTELEZ Le coussin berlinois Pargom®

Le coussin berlinois Pargom® a été spécialement conçu en caoutchouc au profit de la sécurité routière. Amortissant et résistant, ce ralentisseur de trafic incite en douceur à limiter la vitesse et réduit les nuisances sonores. Sa pose régule efficacement la circulation, que ce soit sur voie publique ou dans l'enceinte d'un établissement industriel.

Le coussin berlinois Pargom est constitué de six éléments en caoutchouc vulcanisés teintés dans la masse en rouge brique ou en noir. Modulables, ces éléments servent à aménager différentes longueurs pour mieux cibler les limites de vitesse à faire respecter. Ils sont liés entre eux par de solides clés d'ancrage et sont fixés dans la chaussée par un système de vissage. Il est conseillé cependant de renforcer la pose en collant la périphérie des coussins berlinois. Ainsi, il résiste durablement aux intempéries comme à l'intensité du trafic (voitures, poids lourds, deux-roues, etc.). L'autre avantage, très apprécié, est qu'il est repositionnable puisque disposé en surface de chaussée dont il épouse le galbe. Le Pargom est donc d'une grande simplicité de pose pour une interaction immédiate sur la circulation et le comportement des usagers de la route.



Un véritable régulateur de la circulation

Plus qu'un simple ralentisseur à disposer sur la chaussée, Wattlez l'élastomère industriel propose le coussin Pargom comme un véritable régulateur de la circulation. Le caoutchouc amortit l'impact au contact du véhicule tout en incitant efficacement le conducteur à ralentir. Les angles d'attaques des rampants avant et arrière et leur signalisation par des triangles rétro-réfléchissants ont été spécialement prévus pour renforcer cette incitation à la prudence. Autre effet positif du caoutchouc : il réduit également les nuisances sonores liées à la circulation.

Conforme aux normes du CERTU

Les éléments constituant, de dimensions conformes aux normes du CERTU, sont conçus pour réaliser 3 types de longueur de coussins, chacun ciblant une vitesse limitée spécifique allant de 10 à 60 km/h. L'ensemble de ces qualités confère une véritable fonction d'apaisement de la circulation, réduisant les vitesses excessives sans pénaliser la fluidité du trafic.

Et, avantage non négligeable, ce coussin ne se dispose pas sur toute la largeur de la chaussée : il laisse ainsi un espace de circulation sécurisé pour les deux roues.

Respecter la vitesse de sécurité en zone industrielle

Le Pargom renforce la sécurité en zone industrielle, sur les voies privées des sites de production et de stockage. Les chariots élévateurs le franchissent sans risquer de verser ou d'être bloqués.

■ MOBOTIX Prix "European CCTV and Video Surveillance Product Innovation Award 2008"

Le prix "European CCTV and Video Surveillance Product Innovation Award 2008" de Frost & Sullivan, qui prime chaque année l'excellence en matière d'innovation technologique, a été décerné à la société allemande Mobotix AG pour ses solutions innovantes de caméras mégapixels haute résolution, conçues pour répondre aux besoins du secteur de la sécurité. Mobotix AG est actuellement le premier fournisseur de caméras de qualité mégapixel haute résolution. L'innovation récompensée en 2008 par ce prix est la couverture maximale de zones d'observation qu'offrent les caméras mégapixels haute résolution : « Une seule caméra haute résolution Mobotix peut être utilisée à la place de plusieurs caméras analogiques, puisqu'elle offre une couverture quatre fois plus importante et des images enregistrées d'une précision 30 fois supérieure ; cela entraîne une réduction des coûts d'installation et d'investissement », explique Archana Rao, analyste de marché chez Frost & Sullivan. « Les caméras Mobotix sont équipées d'un système complet de vidéosurveillance comprenant un logiciel DVR, un microphone, un haut-parleur, un détecteur de mouvement, un capteur de température et une mémoire interne de 16 Go maximum. Grâce à ces innovations, Mobotix bénéficie d'un avantage concurrentiel non négligeable qui lui offre de réelles perspectives de croissance. »

L'architecture système décentralisée de Mobotix constitue la solution idéale pour de nombreuses applications, qu'il s'agisse de petites installations avec une seule caméra ou à grande échelle comprenant des centaines de caméras. Chaque caméra Mobotix est équipée d'un logiciel intégré de gestion des événements et des alertes qui ajuste la vitesse d'enregistrement des images, ce qui réduit les besoins en mémoire.

Les caméras, équipées d'un boîtier robuste résistant aux intempéries et affichant une faible consommation d'énergie, sont parfaitement adaptées à une utilisation dans des conditions climatiques extrêmes, sans qu'aucun élément de chauffe ne soit nécessaire.

■ CONTINENTAL Une gamme de pneumatiques pour les véhicules de chantier

Après avoir remodelé en profondeur sa gamme de pneumatiques dédiés aux véhicules de chantier, Continental propose trois nouvelles enveloppes dédiées à un usage mixte. Polyvalents, les HSC1, HDC1 et HTC1 sont également plus silencieux, plus résistants, plus sûrs et affichent de hautes capacités de chargement. Avec le HTR2 pour le poids lourd, ils s'inscrivent dans un renouvellement des gammes de Continental.

Un usage mixte optimisé

Conçus pour offrir des performances optimales sur route comme sur les terrains les plus difficiles, ces pneumatiques complètent les enveloppes lancées en 2005 : HSR1 et HDL1 pour la route et HSO et HDO pour un usage tout-terrain. Continental offre désormais un large choix d'enveloppes pour tous les usages : route, tout-terrain et mixte.



Performances à la hausse, coût à la baisse

Les pneumatiques HSC1, HDC1 et HTC1 sont identifiables immédiatement grâce à leur nouvelle sculpture de bande roulement. Avec une plus grande profondeur de cette bande et un volume de gomme augmenté, ces enveloppes affichent une meilleure longévité, une traction optimisée et des réserves supérieures de performances. En 2005, Continental avait déjà présenté les enveloppes HSC+ et HDC+ pour un usage mixte. Plus performantes que l'ancienne génération, elles sont aujourd'hui surpassées par la gamme HSC1, HDC1 et HTC1. Ces derniers profils arborent des câbles de ceinture de 2^e et 3^e nappes renforcées, pour mieux résister face aux objets tranchants. Le mélange de gommes est également plus résistant pour une durée de vie plus longue et des kilométrages augmentés.

Des pneus testés en conditions réelles

Au sein du marché du pneumatique poids lourd du remplacement, les enveloppes pour le chantier représentent 10 % du volume global. Ce segment de marché est



atypique car les conditions dans lesquelles elles sont utilisées se révèlent extrêmes. Les ingénieurs de Continental doivent prendre en compte la topographie des lieux où les pneumatiques sont utilisés, mais aussi leur mode d'entretien. Ils doivent également étudier leur position sur le véhicule (essieux moteur, directeur ou traîné), la vitesse de conduite, la pression et la résistance à la charge.

■ AGM-TEC Une caméra précieuse pour les professionnels du BTP

AGM-TEC présente la nouvelle génération de caméra d'inspection de canalisation, un matériel de

pointe, ultra-portable et facile d'utilisation.

Un concept unique comprend un matériel vidéo complet intégré dans une mallette solide, compacte et esthétique :

- une caméra CCD avec LED blanches intégrées pour un éclairage optimal, sur câble de 30 m avec enrouleur,
- un écran couleur TFT LCD 7 pouces, avec sortie vidéo RCA (Pal/NTCS), entouré d'un pare-soleil,
- une batterie d'une autonomie de 3 heures avec chargeur et une télécommande.

Deux versions de mallettes sont disponibles : la C-CANAL 3188 et la C-CANAL 3188-EN avec enregistrement direct de la vidéo sur une clé USB.



La caméra fonctionne dans un environnement de -28° C à 50° C et son domaine d'utilisation est varié : exploration de canalisation, de pipeline, d'égout, ... Grâce aux images rendues, les professionnels travaillent avec efficacité et aisance en faisant un diagnostic rapide et précis.

■ L'ESP® Arval aide à la sécurité des flottes d'entreprise

Le risque routier, première cause de mortalité au travail en France, est de plus en plus pris en compte par les entreprises. C'est ce que révèle l'étude Bosch menée en France par tns sofres auprès de 230 entreprises privées de plus de 100 salariés et disposant d'une flotte de plus de 50 véhicules. Ainsi, lors du renouvellement de leur parc, les décideurs en matière de politique de flottes sont unanimes pour affirmer que la sécurité, avant le prix, reste le premier critère de choix. Néanmoins, s'il y a une réelle prise de conscience sur la sécurité, celle-ci ne se traduit pas forcément lors de l'acte d'achat.

Parmi les personnes interrogées, 12 % seulement citent les équipements de sécurité comme déterminants dans leur choix.

L'ESP®, des bénéfices mal connus, une option peu proposée

Au rang des équipements qui contribuent fortement à améliorer la sécurité sur les routes figure l'ESP. Dans une situation critique, virages dangereux ou chaussées glissantes, ce système électronique de stabilité, développé par Bosch dès 1995, améliore le contrôle de la trajectoire d'un véhicule et donc évite l'accident.

Reconnu comme étant la technologie la plus efficace pour sauver des vies après la ceinture de sécurité, l'ESP jouit d'une forte notoriété : 84 % des décideurs interrogés déclarent en avoir déjà entendu parler. Dans le même temps, l'étude révèle toutefois que seuls 48 % d'entre eux sont capables de décrire correctement le système et d'expliquer avec exactitude ses atouts. Ce manque de connaissance du fonctionnement et des bénéfices de l'ESP semble être l'un des principaux freins à sa généralisation. En effet, une fois ces éléments expliqués, plus de 67 % des personnes interrogées affirment l'importance qu'elles accorderont au fait que leurs prochains véhicules en soient équipés. Ce chiffre atteint 75 % pour les entreprises de plus de 1 000 salariés. Parallèlement, 69 % des décideurs affirment que l'ESP ne leur a pas été proposé lors du dernier achat. Il ne semble donc pas y avoir de réelle force de proposition. Pourtant, dans un marché de plus en plus concurrentiel, un argumentaire étayé sur les avantages de l'ESP peut apparaître comme un véritable atout de différenciation, notamment pour les sociétés de location de longue durée.

Arval s'engage en faveur de l'ESP

Arval, filiale de BNP Paribas, devenue aujourd'hui l'une des références de la location longue durée (LLD) et de la gestion des véhicules d'entreprise, a lancé une vaste opération de promotion en faveur de l'ESP (appelé aussi ESC). Ainsi, Arval s'est engagé à financer l'option ESP à hauteur de 50 % auprès de toute entreprise prenant en location un véhicule équipé de cette option. Pour François Piot, directeur général France d'Arval, cette initiative s'inscrit dans une véritable démarche de prévention : « Arval a toujours attaché une responsabilité particulière à la prévention des risques routiers. En tant que leader de la LLD de véhicules d'entreprise, nous nous devons d'accompagner les quelques 210 000 conducteurs de voitures d'Arval qui

sillonnent quotidiennement les routes. En préconisant aujourd'hui l'ESP, Arval poursuit son engagement en termes de prévention des risques routiers et donc de mobilité durable ».

A l'heure où la Commission européenne publie une proposition de règlement visant à instaurer des mesures pour améliorer la sécurité routière, parmi lesquelles la présence obligatoire de l'ESP sur tous les véhicules neufs, l'engagement d'Arval mérite d'être salué.



Procédés

■ CECA Une brochure enrobés tièdes pour les industriels du bitume.

Numéro un européen, CECA lance sa brochure enrobés tièdes pour les industriels du bitume. Les enrobés tièdes additivés Cecabase RT® sont désormais présents sur les routes européennes, avec 300 000 tonnes mise en œuvre l'année dernière.

Au fil des 6 pages, les équipes additifs bitume détaillent les 6 points forts de cet additif récompensé en 2007 par la médaille du prix Potier de la chimie " au service de l'environnement " :

- les avantages du Cecabase RT® en termes de maniabilité, de compactage et de cohésion et d'ornièrage par rapport à la technologie à chaud ;
 - l'augmentation des teneurs en granulats recyclés dans l'enrobé grâce aux performances de maniabilité du Cecabase RT (jusqu'à 50 %) ;
 - le bilan éco-responsable. Cet additif organique, renouvelable et recyclable en faveur de l'environnement permet de ne rien changer au procédé dans la centrale d'enrobé tout en abaissant la température.
 - les avantages de la réduction de température pour le voisinage du chantier et pour les équipes de chantier ;
 - le gain de productivité dans la centrale d'enrobés et l'accroissement par 4, du rayon d'action de la centrale d'enrobé ;
 - l'extension de la saison de travail de votre chantier et ceci sous tous les temps et dans votre région.
- www.ceca.fr

■ SIPLAST Procédé de rétention d'eau en toiture Waterproof

Les dernières décennies ont montré qu'aucune zone géographique en France n'était épargnée par l'éventualité de fortes averses intempêtes. Les inondations, qui se sont fortement accrues depuis 50 ans, constituent aujourd'hui le 1^{er} risque naturel en France, tant par l'importance des dommages qu'elles provoquent que par le nombre de communes concernées.

En application de la directive européenne sur l'eau et de sa transposition en France, les dispositifs pour une bonne régulation des eaux pluviales font désormais partie intégrante des programmes d'aménagement en milieu rural (création de bassins de rétention dans les zones constructibles sensibles), comme des projets de bâtiment en milieux urbains.

Priorité à la gestion des eaux pluviales

L'objectif est de tout mettre en œuvre pour limiter le débit maximal des eaux de pluie afin de préserver la population et les biens. En ville, la solution traditionnelle de stockage des eaux pluviales en cuves est une technique relativement pénalisante car, outre l'installation coûteuse de l'équipement, le foncier immobilisé doit être pris en compte.

C'est pourquoi la rétention d'eau en toiture est déjà reconnue comme une alternative économique pertinente. Jusqu'à présent elle était limitée aux toitures inaccessibles. Avec le procédé Waterproof, Siplast propose une évolution majeure qui offre la solution attendue : la création de réservoirs, y compris sur toitures accessibles.

L'innovation Waterproof

Waterproof est le 1^{er} système complet techniquement validé qui retient temporairement l'eau de pluie, tout en conservant l'exploitation pleine et entière de la toiture-terrasse, qu'elle soit jardin, accessible aux piétons et aux véhicules, technique ou multi-usages. Waterproof répond ainsi à l'attente des constructeurs en zone urbaine, en supprimant l'emprise au sol d'un système de stockage.

Le procédé se compose :

- d'un géo-espaceur, Géoflow 44-1 F de Siplast, assurant le drainage et la protection de l'étanchéité ;
- de la plaque Nidarooof (avec parement polyester 150 g/m²) de Siplast, assurant le volume néces-

saire au stockage de l'eau de pluie, et dont l'épaisseur va de 40 à 520 mm.

Reprenant la structure alvéolaire du nid d'abeille, (technologie de la société Nidaplast, référence dans le domaine de la gestion des eaux de pluie), la plaque Nidarooof est d'une excellente résistance à la compression (supérieure à 33 t/m²) et a un indice de vide supérieur à 95 % (comparé à 33 % pour une solution traditionnelle à base de gravillons par exemple). Son parement ultra-résistant autorise son emploi direct sous terre et charges diverses.



Les plaques Nidarooof se découpent aisément au cutter

Socotec dans le cadre d'une enquête de technique nouvelle (ETN).

Une solution adaptée à l'architecture contemporaine

Les ingénieurs Siplast ont réfléchi à la manière la plus pertinente d'appliquer la technique de rétention d'eau en toiture pour tous les bâtiments à toitures multiples et de différents niveaux qui représentent une tendance architecturale forte. Il en ressort que Waterproof peut être utilisé de manière particulièrement économique : il suffit de ne traiter que la toiture-terrasse la



Le procédé Waterproof se met en œuvre en pose libre sur l'étanchéité bitumineuse Siplast

Le système Waterproof offre ainsi le meilleur rapport entre volume d'eau stockée et épaisseur du complexe, le tout pour un poids minime, ce qui soulage la structure dans le cas de réhabilitation notamment.

Ce système se met en œuvre en pose libre, directement sur le revêtement d'étanchéité Siplast bi-couche. Il est lesté par la finition choisie par le maître d'œuvre en fonction de la destination de la toiture : accessible, parking, jardins, etc. Son emploi en toiture végétalisée est validé par le bureau de contrôle

plus basse, souvent située en R+1 ou rez-de-chaussée (sur des commerces ou des parkings par exemple) et de faire converger vers elle l'ensemble des eaux de pluie. En partie basse, l'unique toiture-terrasse traitée Waterproof assure le stockage temporaire des eaux de pluie pour l'ensemble de l'édifice.

Un système tout usage

Les différents systèmes sont décrits dans le cahier des charges de pose Waterproof, téléchargeable sur le nouveau site Internet : www.siplast.fr, notamment pour les toitures-terrasses multi-usages avec finitions de surfaces variées.

Un nouveau site Internet pour Siplast

Avec la collaboration de l'agence Mediagerance, cette refonte complète a débouché sur une nouvelle organisation du site www.siplast.fr, tout d'abord au niveau de l'accès : 6 profils ont été définis, pour livrer une information réellement adaptée à chacun : maîtrise d'ouvrage, entreprises d'étanchéité, artisans poseurs, ... Outre la mise en avant des produits et nouveautés, cet accès par profil offre un discours ajusté et ciblé.

« Nous avons renversé le point de vue », déclare Sophie Rousset-Rouvière, responsable de la communication Siplast. « Nous sommes passés de la logique d'industriel à une approche client, y compris pour le particulier à qui nous donnons les moyens de dialoguer en bonne intelligence avec son artisan ». Chaque espace dédié comporte des téléchargements de documents utiles différents selon le profil et des dossiers thématiques spécifiques.

Ce site plus fluide est servi par un graphisme clair et animé et autorise, au choix, une navigation intuitive ou plus structurée. Enfin, il présente l'avantage d'être une véritable « bible » de l'étanchéité bâtiment et génie civil, de la sous-toiture et de l'insonorisation, car il présente les différentes techniques éprouvées et reconnues en termes de protection du bâti, leur cadre réglementaire ainsi que leur mise en œuvre.

Ce guide renseigne sur les productions des fournisseurs de matériels, équipement ou service.

Si vous désirez être répertoriés dans ces rubriques adressez-vous à :

REVUE GÉNÉRALE DES ROUTES

132 rue de Rivoli 75001 Paris
Emmanuelle Hammaoui - RGRA Publicité
Tél. : 01 40 73 80 07 / Fax : 01 49 52 01 80
ehammaoui@editions-rgra.com
www.editions-rgra.com

GUIDE DE L'ACHETEUR

Matériel de terrassement et de traitement de sol

RAZEL
3, rue René Razel Christ de Sacclay, 91892 orsay
Tél. 01 69 85 69 85 - Fax 01 60 19 18 25.

Chargeuses

Bobcat
N° indigo : 0825 08 43 81.

Pelles sur pneus

Pelles compactes

Bobcat
N° indigo : 0825 08 43 81.



2 Avenue du Général de Gaulle
91170 VIRY CHATILLON
Tél. : 01 69 57 86 00 - Fax : 01 69 93 26 60
e-mail : france@bomag.com

Machines traitement de sols



RABAUD - Bellevue - 85110 Sainte Cecile
Tél. : 02 51 48 51 51 - Fax : 02 51 40 22 96
Mail : info@rabaud.com
Site : www.rabaud.com

Wirtgen France SAS
7, rue Marc Seguin, BP 31633, 95696 Goussainville.
Tél. 01 30 18 95 95 - Fax 01 30 18 15 49
E-mail : courrier@wirtgen.fr
Site internet : www.wirtgen.fr

Epandeurs

Wirtgen France SAS
7, rue Marc Seguin, BP 31633, 95696 Goussainville.
Tél. 01 30 18 95 95 - Fax 01 30 18 15 49
E-mail : courrier@wirtgen.fr
Site internet : www.wirtgen.fr

Matériel de construction et d'entretien des routes en produits hydrocarbonés



ERMONT Centrales d'enrobage à chaud continues et discontinues.
www.ermont.fayat.com

RINCHEVAL Matériel de construction et d'entretien des routes : épandeurs, gravillonneurs, bi-épandeurs, pétrins à asphalte. Usines de fabrication d'émulsion et bitumes modifiés. Stockage.
www.rincheval.fayat.com

BREINING Machines pour les procédés de construction rénovation routières (coulis, ECF, techniques des joints, petites épandeurs).
www.breining.fayat.com

SAE Centrales d'enrobés à froid et graves d'émulsions. Centrales de grave ciment.
www.sae.fayat.com

FAYAT - 137, rue du Palais-Gallien
BP 90028 - 33029 Bordeaux cedex - France
Tél. : 05 56 00 21 00 - Fax : 05 56 51 60 47
www.fayat.com - e-mail : info@fayat.com

Ermont

Rue Jean-Pierre Timbaud, 42420 Lorette.
Tél. 04 77 73 52 65 - Fax 04 77 73 48 85.
E-mail : info@ermont.fayat.com
Web : www.ermont.fayat.com

Rincheval

ZI d'Andilly,
95233 Soisy-sous-Montmorency Cedex.
Tél. 01 34 28 40 00
Fax 01 34 17 23 24.
E-mail : info@rincheval.fayat.com
Web : www.rincheval.fayat.com

Centrales d'enrobage à froid

SAE
Z.I. Saint-Benoît-la-Forêt, 37500 Chinon.
Tél. 02 47 58 00 31 - Fax 02 47 58 01 46.

Citernes de stockage et de chauffage

SECMAIR
Z.A., 53230 Cosse-Le Vivien.
Tél. 02 43 98 27 76. Fax 02 43 98 86 49.
Site web : www.secmair.com.
Email : info@secmair.com

Épandeurs

ACMAR
Tél. 02 43 06 14 28
Fax 02 43 06 00 00.
acmar.craon@wanadoo.fr

SECMAIR

Z.A., 53230 Cosse-Le Vivien.
Tél. 02 43 98 27 76. Fax 02 43 98 86 49.
Site web : www.secmair.com.
Email : info@secmair.com

Finisseurs



CORINSA
Compacteur à pneus
VERMEER
Matériel pour pose de réseaux
POWER CURBER
Machine à coffrages glissants

COGEPREC
16 rue Angiboust
91460 Marcoussis
Tél. : 01 69 93 28 28 - Fax : 01 60 11 11 21
info@cogeprec.com - www.cogeprec.com

ABG France

5, rue Ampère, 69690 Chassieu.
Tél. 04 72 47 61 31. Fax 04 72 47 61 41.

SECMAIR

Z.A., 53230 Cosse-Le Vivien.
Tél. 02 43 98 27 76 Fax 02 43 98 86 49.
Site web : www.secmair.com.
Email : info@secmair.com

Wirtgen France SAS

7, rue Marc Seguin, BP 31633,
95696 Goussainville.
Tél. 01 30 18 95 95 - Fax 01 30 18 15 49
E-mail : courrier@wirtgen.fr
Site internet : www.wirtgen.fr

Fraiseuses

Wirtgen France SAS
7, rue Marc Seguin, BP 31633, 95696 Goussainville.
Tél. 01 30 18 95 95 - Fax 01 30 18 15 49
E-mail : courrier@wirtgen.fr
Site internet : www.wirtgen.fr

Birépandeurs liant/gravillon

ACMAR
Tél. 02 43 06 14 28 - Fax 02 43 06 00 00.
acmar.craon@wanadoo.fr

SECMAIR

Z.A., 53230 Cosse-Le Vivien. Tél. 02 43 98 27 76.
Fax 02 43 98 86 49. Site web : www.secmair.com.
Email : info@secmair.com

Niveleuses

Gravillonneurs

Machines traitement de sols

Wirtgen France SAS
7, rue Marc Seguin, BP 31633, 95696 Goussainville.
Tél. 01 30 18 95 95 - Fax 01 30 18 15 49
E-mail : courrier@wirtgen.fr
Site internet : www.wirtgen.fr

Matériel de préparation et de mise en œuvre d'enrobés coulés à froid

Breining sarl
2a, rue Birk, 57320 Bouzonville. Tél. 05 87 78 52 17.

Point-à-temps

ACMAR
Z.I., 53400 Craon. Tél. 02 43 06 14 28
Fax 02 43 06 00 00. Acmar.craon@wanadoo.fr

SECMAIR

Z.A., 53230 Cosse-Le Vivien. Tél. 02 43 98 27 76
Fax 02 43 98 86 49. Site web : www.secmair.com.
Email : info@secmair.com

Rouleaux et compacteur



2 Avenue du Général de Gaulle
91170 VIRY CHATILLON
Tél. : 01 69 57 86 00 - Fax : 01 69 93 26 60
e-mail : france@bomag.com

Wirtgen France SAS

7, rue Marc Seguin, BP 31633, 95696 Goussainville.
Tél. 01 30 18 95 95 - Fax 01 30 18 15 49
E-mail : courrier@wirtgen.fr
Site internet : www.wirtgen.fr

Matériel de recyclage

SAE

Z.I. Saint-Benoît-la-Forêt, 37500 Chinon.
Tél. 02 47 58 00 31 - Fax 02 47 58 01 46.

Wirtgen France SAS

7, rue Marc Seguin, BP 31633, 95696 Goussainville.
Tél. 01 30 18 95 95 - Fax 01 30 18 15 49
E-mail : courrier@wirtgen.fr
Site internet : www.wirtgen.fr



2 Avenue du Général de Gaulle
91170 VIRY CHATILLON
Tél. : 01 69 57 86 00 - Fax : 01 69 93 26 60
e-mail : france@bomag.com

Usines de fabrication d'émulsion et de liants chauds

Emulbitume
4, rue Copernic, 22950 Tregueux.
Tél. 02 96 61 04 04 - Fax 02 96 33 16 26.
E-mail : www.emulbitume.com

Matériel de construction des routes en béton de ciment et aux liants hydrauliques

SAE

Z.I. Saint-Benoît-la-Forêt, 37500 Chinon.
Tél. 02 47 58 00 31 - Fax 02 47 58 01 46.

Bétonnières et centrales à béton

Coffrages

Wirtgen France SAS

7, rue Marc Seguin, BP 31633, 95696 Goussainville.
Tél. 01 30 18 95 95 - Fax 01 30 18 15 49
E-mail : courrier@wirtgen.fr
Site internet : www.wirtgen.fr

Pelles hydrauliques

Volvo Construction Equipement Europe

37, avenue Georges Politzer, 78192 Trappes.
Tél. 01 30 69 28 28 - Fax 01 34 82 96 92.

Appareils de mesure et de contrôle

Systèmes de guidage de machines et systèmes d'auscultation automatique

Matériel pour géomètres (matériels de topographie, guidage, niveaux, lasers)

Contrôle géotechnique de surface

EQUIPESSAIS

54, rue Danjou - 92100 Boulogne.
Tél. 01 46 20 37 45 - Fax 01 46 20 49 59.

Matériaux

Briques concassées

Caoutchouc recyclé pour la route

Produits pour joints et fissures étanchéité


Icopal-Siplast

12, rue de la renaissance, 92184 Antony cedex.
Tél. 01 40 96 35 00 - Fax 01 46 86 24 85.
E-mail : http://www.siplast.fr

SACER

50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est,
Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Polymères pour bitumes routiers et enrobés bitumineux



Fabricant spécialisé en bitume de synthèse sous forme de pains neutres ou teintés dans la masse (plusieurs teintes disponible et autres sur demande). Egalement fabricant d'une gamme de produits conditionnés à froid.

ASPHO SarL Tél : 05 61 91 41 60
Le Couzin Fax : 05 61 91 51 15
31470 EMPEAUX Mail : aspho3@wanadoo.fr



PR Industrie
Spécialités des ajouts pour enrobés hydrocarbonés :

- PR PLAST : additifs antiomériants
- PR PLAST MODULE : additifs haut module
- PR FLEX 20 : bitume modifié en granulés
- PR PHONE : additifs anti-bruits
- PR COL : coulis pour sols industriels
- BITUCOLOR : bitume de synthèse solide en pains
- URBACOAT : enduit bitumineux coloré
- Résines + revêtements de sols
- Dosage : doseur PREVM 25 et PREVM 15

19, voie Romaine - 21110 Genlis - France
Tél. : 0033(0)3 80 47 99 90 - Fax : 0033(0)3 80 47 99 99
www.pr-industrie.com - E-mail : info@pr-industrie.com

EXXON MOBIL Chemical France
2, rue des Martinets, BP 270,
92505 Rueil-Malmaison (France).
Tél. + 33/01 47 10 51 05
Fax + 33/01 47 10 50 81.
Site internet : www.exxonmobilchemical.com

Dopes et émulsifiants pour bitumes

CECA
89 Boulevard National
92257 La Garenne-Colombes
Tel : 33 (0)1 49 00 38 00
Fax : 33 (0) 1 49 00 38 01
E-mail : info.ceca@ceca.fr


Émulsions de bitume

BP France
Parc Saint-Christophe,
10, avenue de l'Entreprise - Cergy
95866 Cergy Pontoise cedex.
Tél. 01 34 22 40 70
Fax 01 34 22 42 66
PRACTIPLAST-BP STRUCTUR-BP COLOR.

SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10
Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Bitumes routiers et industriels

Esso
2, rue des Martinets
92569 Rueil Malmaison cedex.
Tél. 01 47 10 63 65
Fax 01 47 10 65 04.



BP FRANCE
Service Bitumes
Parc Saint Christophe
10, avenue de l'Entreprise - Cergy
95866 Cergy Pontoise Cédex
Tél. : 01 34 22 40 70 - Fax : 01 34 22 42 66

Nynas Bitumen
87 Exelsiorlaann, B-1930 Zaventem.
Tél. 00 32 2 725 22 38
Fax 00 32 27 25 10 91.
www.nynas.com/bitumen

SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10
Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.



Shell Bitumes
Société des Pétroles Shell
Direction Bitumes
307, rue Estienne d'Orves
92708 Colombes Cedex
Tél. : 01 57 60 61 00
E-mail : spshell-infobitumes@shell.com
Internet : http://www.bitumes.shell.fr



Département Bitumes
51 esplanade du Général de Gaulle - La Défense 10
92907 Paris La Défense Cedex
France
Tél. : 01 41 35 40 00
Fax : 01 41 35 21 42
Retrouvez nos produits sur www.bitumes.total.com
Styrelf, 25 ans d'expérience dans les chaussées difficiles et à fort trafic.

Géocomposite de drainage (bassins/centre d'enfouissement) Gravières ciments et chaux Recyclage des matériaux de démolition



YPREMA
7, rue Condorcet
94437 Chennevières/Marne cedex
Tél. : 01 49 62 01 23
Fax : 01 45 93 25 74


Revêtements d'étanchéité
Icopal-Siplast
12, rue de la renaissance, 92184 Antony cedex.
Tél. 01 40 96 35 00 - Fax 01 46 86 24 85.
E-mail : http://www.siplast.fr

SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Géosynthétiques, géotextiles tissés et non tissés, drainage

RENOLIT France
Roissypole Le Dome, 5, rue de la Haye, BP 10943,
Tremblay-en-France, 95733 Roissy CDG Cedex.
Tél. 01 41 84 30 10 - Fax 01 49 47 04 62.
Web : www.renolit.com

Fibertex France
218, chaussée Jules César, 95250 Beauchamp.
Tél. 01 39 95 95 20 - Fax 01 39 95 95 21.
E-mail : Cl@fibertex.com



ALTHEMA
JUSQU'AU BOUT DES SOLUTIONS
66, RUE LERUSTE - B.P. 56 - 95992 WATTELOIS CEDEX
TÉL. : 03 20 81 73 00 - FAX : 03 20 81 73 01
1 Gamme Géosynthétique très complète :

- Géotextile anti-contaminant TYPAR®
- Géotextile de renforcement TYPAR HR®
- Géogrille de renforcement TENSAR®
- Géogrille pour l'anti érosion TENSAR MAT®
- Système alvéolaire pour maintien des terres
- Géomembrane pour l'étanchéité des bassins

® marques déposées.

Bidim Geosynthetics SAS
BP 40080, 95873 Bezons cedex France.
Tél. 01 34 23 53 63 - Fax 01 34 23 53 48.
- Géotextiles BIDIM® et POLYFELT®
- Géomembranes POLYLINE®
- Géosynthétiques composites de drainage et renfort.

Icopal-Siplast
12, rue de la renaissance, 92184 Antony cedex.
Tél. 01 40 96 35 00 - Fax 01 46 86 24 85.
E-mail : http://www.siplast.fr

Géosynthétiques pour ouvrages souterrains



RENOLIT France
GROUPE SOLVAY
La passion de l'étanchéité :
Une gamme de géomembranes (ALKORPLAN, ALKORTOP, ALKORTENE) pour les ouvrages hydrauliques, les ouvrages souterrains et les ouvrages de l'environnement
Tél. : 01 41 84 30 28
Fax : 01 49 47 04 65
Roissypole le Dôme
BP 10943 - 95733 Roissy CDG cedex

Géotextile tridimensionnel Producteur de granulats Granulats légers

SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Terrains de sport

SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Géotextiles pour la lutte contre l'érosion

Géosynthétiques pour le renforcement des sols

Géosynthétiques à usage routier

Colbond Geosynthetics
268, avenue du Président-Wilson,
93218 Saint-Denis-La-Plaine Cedex.
Tél. 01 49 46 24 30 - Fax 01 49 46 24 35.

Icopal-Siplast
12, rue de la renaissance, 92184 Antony cedex.
Tél. 01 40 96 35 00 - Fax 01 46 86 24 85.
E-mail : http://www.siplast.fr

SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Géosynthétiques pour bassins hydrauliques et drainage

RENOLIT France
Roissypole Le Dome, 5, rue de la Haye,
BP 10943, Tremblay-en-France,
95733 Roissy CDG Cedex.
Tél. 01 41 84 30 10 - Fax 01 49 47 04 62.
Web : www.renolit.com

Icopal-Siplast
12, rue de la renaissance, 92184 Antony cedex.
Tél. 01 40 96 35 00 - Fax 01 46 86 24 85.
E-mail : http://www.siplast.fr

Géosynthétiques pour le stockage des déchets

RENOLIT France
Roissypole Le Dome, 5, rue de la Haye,
BP 10943, Tremblay-en-France,
95733 Roissy CDG Cedex.
Tél. 01 41 84 30 10 - Fax 01 49 47 04 62.
Web : www.renolit.com

SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Cendres
SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Matériaux de viabilité
SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Porphyres
SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.



Route Service Industrie
Produits prêts à l'emploi :
- coulis enrobés percolés
- micro béton de scellement
- mortier - joints de pavage
- etc...
Route de Port Mort
27510 Mézière en Vexin
Tél. : 02 32 52 70 13
Fax : 02 32 52 62 44
E-mail : contact@rsi-tp.com
<http://www.rsi-tp.com>

Entreprises

Aménagements paysagers, espaces verts, pieux, fondations, sondages

Grenailage
Equip'Sols (siège)
Impasse Peyrière - 31240 Saint Jean
Tél. 05 62 89 23 00 - Fax 05 61 09 67 14
Web : www.equipsols.com
E-mail : info@equipsols.com

Traavaux hydrocarbonés
SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Traavaux en béton et liants hydrauliques
SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Traavaux industriels (usines, sols industriels, parkings)
SACER
50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est, Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Travaux publics

SACER

50, place Marcel Pagnol,
92653 Boulogne-Billancourt cedex.
Tél. 01 47 61 74 10 - Fax 01 47 61 74 20.
3 Filiales. Sacer Atlantique, Sacer Paris-Nord-Est,
Sacer Sud-Est.
60 agences et secteurs dans toute la France.

Travaux spéciaux

POSSEHL TRAVAUX SPÉCIAUX
2, rue de la gare - 67210 GOXWILLER
Téléphone : 03.88.04.79.61 - Télécopie : 03.88.04.79.62
Courriel : accueil@possehl.fr - Site web : www.possehl.fr

- Rénovation des sols : Tous types de revêtements en résines industriels ou décoratifs.
- Travaux aéroportuaires : Sciages de béton toutes épaisseurs, sciage de béton frais, réfection de joints, réparations de béton, rainurage de pistes et balisage lumineux.
- Travaux routiers : Pontage de fissures, sciage de toutes longueurs et toutes profondeurs et rabotage fin.

Une société du groupe L. Possehl

Gestion exploitation

Signalisation routière

• Horizontale

www.alliance-pm.fr

LES BANDES PREFABRIQUEES
Bandes permanentes / temporaires
Sigles / Logos / Mots / Découpes
Bande d'Eveil de Vigilance : Medialine®
Jeux d'Ecole

LES PRODUITS DE SECURITE
Ralentisseurs / Séparateurs
Coussin berlinois
Bornes / Plots

LES REVETEMENTS DE SURFACE
Suregrip® : revêtement anti-dérapant
Imprint® : revêtement imprimé
Granville® : revêtement coloré

[Pour une conduite apaisée]

APM - ZAC des Cochets - 91 220 Brétigny s/ Orge
T. 01 60 85 28 80 - F. 01 60 85 28 88

PROSIGN
Signalisation horizontale.
Société certifiée ISO 9001 version 2000

- Tous produits (usines ISO 14001), matériels et travaux de marquage routier.
- Produits en phase aqueuse NF Environnement
- Conseils en aménagement routier et urbain.
- Stages en techniques environnementales.

71 boulevard de la république BP 76
78403 Chatou cedex
Tel : 01 30 15 40 80 Fax : 01 30 15 40 99
Portail internet : www.e-Prosign.com
Site Internet : www.prosign.fr
E-mail : info@prosign.fr

GTU

ZA des Luats, 8, rue de la Fraternité,
94350 Villiers-sur-Marne.
Tél. 01 49 41 24 00 - Fax 01 49 41 24 19.
Signalisation routière
Revêtement anti-graffiti.

Potters Europe

ZI du Pont Panay,
03500 Saint-Pourçain-sur-Sioule.
Tél. 04 70 45 70 45 - Fax 04 70 45 57 80.
Email : pbarge@pottersgroup.com
Internet : www.pottersgroup.com
1^{er} fabricant mondial de microbilles de verre.

ROUTES & CONCEPTS

- BANDES PODOTACTILES
- BANDES DE GUIDAGE
- SYSTEMES D'ANCRAGE POUR PANNEAUX DE POLICE
- ATTENUATEURS DE CHOCS

9 bis rue des Sablons 91540 ECHARCON
Tél. Fax 01 69 90 22 12 - E-mail : geniroad@hotmail.com

Équipements Routiers
Aménagements Urbains

SIGNATURE

- Signalisation verticale et équipements de sécurité routière
- Signalisation électronique et gestion de trafic
- Aménagements urbains
- Signalisation horizontale
- Prestations de services

SIGNATURE S.A.
63, rue Edouard colonne
92027 Nanterre cedex - France
Tél. : +33 (0) 1 40 87 43 00 - Fax : +33 (0) 1 55 46 60 79
Internet : <http://www.ciesignature.com>

Sovitec-Microbeads
Microbilles de verre certifiées à hautes performances,
BP 98, 57192 Florange cedex.
Fax 03 82 52 91 22 - Tél. 03 82 59 17 89.

• Verticale

SES
SECURITE & SIGNALISATION

**SIGNALISATION ROUTIERE, AUTOROUTIERE,
URBAINE FIXE ET VARIABLE.
GESTION DU TRAFFIC.
MOBILIER URBAIN, SIGNALÉTIQUE.**

35 & 39, av. du Danemark - BP 57267 - 37072 Tours cedex 2
Tél. : 02 47 62 66 26 - Fax : 02 47 54 28 97
Web : www.ses-signalisation.com

• Lumineuse

ARP Signal
166, allée Saint-Brissou - 51120 Sezanne
Tél. : 03 26 80 45 85 - Fax : 03 26 80 28 27.
E-mail : pcourteix@arpsignal.com

Péage

Équipements de sécurité

RHON'SEC XTRA
ABSORBANT

Absorbant à cœur, résistant à l'attrition,
le RHON'SEC-XTRA autorise
le nettoyage rapide des routes de tous
les produits dangereux renversés,
hydrocarbures et dérivés et maintient
la sécurité en rétablissant l'adhérence.

RHON'SEC-XTRA
est un produit TOLSA, leader européen
des argiles à faible densité.

Zone portuaire - Quai de Saint-Wandrille
76490 Saint-Wandrille Rançon
Tél. : 02 32 70 46 46 - Fax : 02 32 70 46 47

Écrans antibruit

**Régulation du trafic,
systèmes de circulation routière**

Thales Systemes

B.P. 57, 91229 Bretilly-sur-Orge.
Tél. 01 69 88 52 00
Fax 01 60 84 82 30.
www.thales.transportservices.com

Atténuateurs de chocs

SEC Envel

18, rue Pasteur, 77250 Veneux-les-Sablons.
Tél. 01 60 70 93 93
Fax 01 60 70 99 99.

Outils de gestion et gestion des équipements routiers

Services

Matériels et prestations

LABORATOIRE CBTP
CARRIÈRES • BÉTON • TRAVAUX PUBLICS

Analyses, études et assistance technique :

- Bétons
- Chaussées
- Géotechnique
- Chimie
- Granulats
- Environnement

3 rue Lépine - Z A La Richardière - BP 33216 - 35532 Noyal sur Vaine
Tél. 02 99 41 65 94 • Fax. 02 99 41 65 76
www.lcbtp.com

Rincent BTP SERVICES

AUSCULTATION
Auscultation non destructive
des chaussées

- > AERONAUTIQUE IS - Uni - Adhérence - Radar - Portance (Déflexions FWD) - PCN - Solutions de travaux
- > ROUTIERE Relevés visuels - Uni - Adhérence - Radar - Déflexions FWD - Solutions de travaux

TEL +33 (0)2 35 23 65 62 / 85 12
FAX 33 (0)2 35 23 85 11
E-mail rincenbtptp.auscultation@rincentbtp.fr
www.rincentbtp.fr

Prestations de services

Météo France

Service D2C
1 Quai Branly, 75340 Paris Cedex 07
Tél. 01 45 56 71 64 - Fax 01 45 56 71 70.

Ingénierie

VECTRA
Ingénierie Routière
Environnement
Matériel de mesure

VECTRA, bureau d'étude indépendant
spécialisé en Ingénierie Routière, sur tous
réseaux routiers, Autoroutiers, voiries urbaines
et pistes aéronautiques:

- auscultation des chaussées (surface et structure)
- évaluation de l'état des chaussées (priorité d'entretien, diagnostic, sécurité)
- études des solutions de travaux d'entretien
- établissement de programmation de travaux pluriannuelle.

VECTRA commercialise en exclusivité
les matériels mlpc® du LCPC relatifs
à l'auscultation des chaussées et aux études
de formulation en laboratoire.

Tel : 33 (0)1 30 66 01 77 / Fax : 33 (0)1 30 62 90 06
Courriel : vecetra@vecetra.fr / Site : www.vecetra.fr

Ingénierie bureaux d'études et de contrôles, architectes, laboratoires

TECHNOLOGIES NOUVELLES
Bureau d'Ingénierie Routière

Auscultation
Diagnostic des Chaussées
Programmation des travaux

contact@technologiesnouvelles.fr
Tél. : 33 (0)2 32 82 46 00 - Fax : 33 (0) 2 35 76 24 72
www.technologiesnouvelles.fr

Viabilité hivernale

Sels et saumures de déneigement

Rock

91, avenue de la 1^{re} Division Blindée, BP 1258
68055 Mulhouse Cedex
Tél. 03 89 31 45 00 - Fax 03 89 31 45 01
www.rock.fr

Stations météorologiques

Vaisala SAS

2, rue Stéphenon (escalier 2 bis),
78181 Saint-Quentin-en-Yvelines cedex.
Tél. 01 30 57 27 28 - Fax 01 30 96 08 58.

VAISALA
Météorologie Routière
S A D / V H

Stations Météo et Capteurs
Prévisions des Ts
Cartographie Thermique
Logiciels d'Affichage

www.vaisala.com
meteo.routiere@vaisala.com

HYDROGÉOTECHNIQUE

Département INGENIERIE DES CHAUSSEES

- auscultation de chaussées par mesures au Défectographe LACROIX,
- carottages et radar,
- diagnostic de chaussées,
- propositions de renforcement de chaussées,
- conception de chaussées neuves.

RN6 - 71150 Fontaines
Tél : 03.85.45.88.44 - Fax : 03.85.45.88.43
E-mail : lvenard@hydrogeotechnique.com

Prefacio p. 26

El eslabón faltante de una estructura vial de 4 carriles que pone en comunicación las principales ciudades de La Reunión p. 27

La carretera de los Tamarindos, que finalizará la puesta a 2 x 2 carriles del tramo Saint-Denis — Saint-Pierre constituye uno de los más importantes proyectos viales que se encuentra al término de su ejecución en la red nacional. Con su trazado de 33 kilómetros a media altura, sus 120 obras de fábrica, entre las cuales 4 obras calificadas de excepcionales, sus 9 polos de intercambios, esta nueva vía se destaca por una verdadera hazaña técnica caracterizada por su dimensión fuera de lo común. Esta carretera está llamada a inscribirse de forma duradera en el paisaje de La Reunión, y permitirá desempeñar un papel de primera magnitud en la ordenación del territorio de la isla. Su construcción ha dado lugar a un planteamiento original en el aspecto medioambiental, de realojamiento, de empleo y de capacitación.

Los protagonistas p. 33

Los distintos protagonistas han aceptado el reto de una operación sin precedente en una isla situada a 10.000 kilómetros de Francia y alejada de los grandes polos económicos mundiales. El importe habitualmente atribuido a las carreteras nacionales se ha casi triplicado durante 4 años (de 2005 a 2008).

Una cooperación de la ingeniería pública y de la ingeniería privada al servicio del desarrollo sostenible p. 35

El proyecto carretera de los Tamarindos se caracteriza simultáneamente por una importancia excepcional y un contexto realmente original. La función estructurante de la obra hace que esta sea operación decisiva para el desarrollo de La Reunión. En acuerdo con la voluntad afirmada de la Región, contratada delegado, los responsables del concepto han definido un verdadero proyecto de desarrollo sostenible al integrar todos los retos sociales, medioambientales y sociales locales. Para llevar este proyecto a buen término, han asumido un papel motor y federador sobrepasando ampliamente su estricta misión de dirección de proyecto e hicieron beneficiar a todas las partes interesadas sus respectivas experiencias. Además, hicieron prueba de una gran capacidad de inventar para resolver los imperativos resultantes tanto de la fragilidad de los ecosistemas cercanos como de los recursos humanos y materiales limitados con motivo de la insularidad de la obra.

Tramo 1: Saint-Paul – Carretera departamental RD 10 p. 43

El primer tramo de la carretera de los Tamarindos, ejecutada bajo la dirección de proyecto del servicio Grandes Trabajos de la DDE, se extiende a lo largo de los 6 kilómetros más al Norte del proyecto entre el centro de la ciudad de Saint-Paul y la carretera departamental 10. Sucesión de obras de fábrica (viaductos, falso túnel, túnel), este tramo representa una quinta parte de la longitud total pero cuenta, con los 320 millones de euros, para la tercera parte del importe de la operación. Este tramo se compone de dos secuencias perfectamente distintas, una muy urbana a nivel del mar en la parte baja de Saint-Paul, y otra que se inscribe en un paisaje de sabana en una meseta que domina la ciudad, única en La Reunión, ambas se comunican por medio del viaducto de Saint-Paul, obra más importante de la carretera.

Se presenta en este artículo el proyecto tal como se implementa actualmente, así como son su plan de adjudicación y el avance de los trabajos.

Tramo 1

Las obras de Saint-Paul Ville, Plateau Caillou, la Savane y Eperon p. 48

La carretera de los Tamarindos va dividida en dos tramos, el primero, de una longitud de 5 kilómetros, cuya dirección del proyecto va a cargo de la DDE; y el segundo, de una longitud de 29 kilómetros, siendo Egis Route el director de la obra.

Por consiguiente, la empresa Grands travaux Océan indien (GTOI) ha actuado en el tramo 1 a través,

por una parte de movimientos de tierra, obras de fábrica, restablecimiento de comunicación y firmes (TOARCC) denominados “Saint-Paul Ville” y “Plateau Caillou”, ejecutadas en agrupación con el grupo Vinci, y por otra parte los viaductos de La Savane y las obras de fábrica (OA) / estructuras hidráulicas (OH) del difusor de tráfico del Eperon ejecutadas en agrupación con la empresa demathieu & bard.

Viaducto de Saint-Paul p. 54

Ubicado en el extremo Norte de la carretera de los Tamarindos, el viaducto de Saint-Paul es una obra de 756 metros de longitud, con un pendiente de 6 %. Este viaducto se eleva a partir de la llanura del litoral, se conecta con un falso túnel de 150 metros y desemboca en la meseta, permitiendo así el franqueo del acantilado de Saint-Paul.

Franqueo del barranco Trois Bassins

Una obra de fábrica excepcional en el tramo 2 p. 57

La obra de fábrica excepcional (OAE) de franqueo del barranco Trois Bassins, constituye un elemento primordial de la carretera de los Tamarindos.

De una longitud de 375 metros, permite franquear con toda elegancia un barranco de 70 metros de profundidad con flujo torrencial en caso de lluvia ciclónica.

La esbelta arquitectura y la perfecta integración con el sitio han llevado a la ejecución de una estructura pretensada monocajón jabalconada, dotada de un pretensado extradadoso, raramente realizado en Francia. Esta obra se caracteriza por una complejidad sumamente importante tanto a nivel de los estudios como a nivel de la ejecución.

La obra de fábrica excepcional del barranco Fontaine p. 62

La obra de fábrica excepcional (OAE) del barranco Fontaine franquea una grieta de 110 metros de profundidad. Se trata de la única obra en arco de la carretera de los Tamarindos. Con 199,6 metros de luz, esta obra está formada por un arco metálico de 170 metros que soporta un tablero mixto por mediación de pilas radiantes.

Las cimentaciones de la obra se ejecutan en el fondo de grietas perforadas en los flancos del barranco. La estructura metálica se ensambla a continuación por voladizo a partir de las dos riberas, el tendido de los elementos de estructura se efectúa por dos mástiles de carga específicamente diseñados para la obra. Además de las limitaciones geotécnicas, los trabajos integran los fuertes imperativos medioambientales del sitio clasificado como zona natural de interés ecológico, faunístico y florístico (ZNIEFF).

Eiffage Travaux Publics en la Carretera de los Tamarindos p. 67

Eiffage Travaux Publics (Eiffage TP, Fougerolle Ballot) ejecuta una parte significativa de la obra vial más importante de Francia al movilizar diversas competencias en todas sus actividades. Se trata de la autopista de 2 x 2 carriles, que pone en comunicación Saint-Paul con Etang-Salé; y que permitirá reducir el tráfico de la nacional 1 totalmente saturada. Esta empresa fue adjudicataria, en agrupación con Razel y Matière, de los lotes movimientos de tierra, obras de fábrica, redes y restablecimiento de las vías de comunicación (TOARC) 1 y 2 del tramo 2.

Carretera de los Tamarindos, tramo 2

lote pavimentos Nortes p. 70

Se ha concedido a la agrupación GTOI / SBTPC la realización del lote pavimentos Norte, entre Saint-Gilles y Saint-Leu, sobre una distancia de 15 kilómetros.

Más allá de las exigencias fijadas por la entidad contratante, se trata de controlar las incertidumbres climáticas y un contexto geográfico de montaña. Un desafío técnico y logístico.

Carretera departamental RD 10 – Etang-Salé

Pavimentos del tramo 2 p. 77

Appia Grands Travaux, filial de Eiffage Travaux Publics, empresa especializada de los trabajos de grandes infraestructuras (autopistas – aeródromos) está a punto

de ejecutar los trabajos relativos a la finalización de la zona Sur, del tramo 2, de la carretera de los Tamarindos. Estos trabajos incluyen las actividades convencionales del establecimiento (firmes, saneamiento de superficie y equipamientos de la carretera), así como también los trabajos de pequeña ingeniería civil, las juntas de pavimentos en obras de fábrica, la terminación de movimientos de tierra y la conformación de los alledaños. Mediante la experiencia adquirida durante estas dos últimas operaciones para la exportación, en Portugal y en Guyana francesa, la empresa debe enfrentarse a dos retos principales en la isla. Por una parte, encontrar las soluciones técnicas adecuadas que permiten responder a las características volcánicas de los áridos utilizados, así como del betún local, y por otra parte, llevar a cabo la gestión de la logística y la organización del aprovisionamiento en hormigón a partir de una refinería de África del Sur.

Este nuevo proyecto reforzará la larga experiencia en materia de trabajos de grandes infraestructuras del grupo y permitirá a Appia Grands Travaux ampliar sus métodos de trabajo y de organización en un entorno distinto de aquel del territorio de Francia metropolitana.

Equipamientos de gestión del tráfico p. 81

Una obra excepcional como la carretera de los Tamarindos, precisa la implantación de equipamientos excepcionales para garantizar la explotación, la seguridad y la información de los usuarios.

Egis Mobilité interviene en la operación de la carretera de los Tamarindos

a título de director del proyecto para el establecimiento del concepto y los trabajos, en asistencia a Egis Route y la dirección departamental de Fomento (DDE) – servicio grandes trabajos para sus respectivos tramos. De este modo se ha aprovechado la experiencia adquirida en sus contratos de dirección de obra, de despliegue, de los equipamientos, de gestión de tráfico, y del Sistema Maloia del Esquema global de explotación de la carretera (SGER) de La Reunión formalizados con el servicio de gestión de carreteras de La Reunión desde 2001.

Proyecto paisajístico en tramo 2

Una “carretera balcón” p. 85

Definido como uno de los elementos ineludibles de la carretera de los Tamarindos, el tramo 2 (RD10 – Etang-Salé, o sea 27 kilómetros), bajo dirección de obra de Egis Route, se beneficia de un proyecto paisajístico elaborado en colaboración con la agencia Signes (subcontratista paisajista) sobre un principio de integración material con respecto a los movimientos de tierra y de la conformación del paisaje y de innovaciones técnicas para el proyecto de plantación:

- utilización masiva de especies indígenas,
- técnicas específicas de producción,
- herramientas de producción originales.

Estrechamente regulado a nivel técnico y científico por una asistencia de ejecución de proyecto (agrupación Office nacional de bosques (ONF) – Centro internacional de investigaciones agronómicas para el desarrollo (CIRAD)), la producción y la utilización de plantas forestales jóvenes de especies indígenas permiten la ejecución de un proyecto paisajístico climáticamente adaptado a las restricciones específicas de la costa Oeste (calor y seco). Combinado con una eficaz plantación de césped en los taludes y diversas conformaciones de la carretera de los Tamarindos, esta adaptación de la diversidad vegetal con características climáticas debe facilitar la implantación y el crecimiento natural de las plantaciones en los alledaños de la infraestructura y propiciar así la integración global.

Adherencia

Formulación de los hormigones bituminosos y resistencia al pulimento de los áridos p. 93

La adherencia de los revestimientos viales constituye uno de los parámetros determinante para la seguridad de los usuarios de la carretera sobre firme deslizante. Son numerosos los factores que contribuyen en una adherencia satisfactoria en la entrada en servicio

y su conservación bajo tráfico, como por ejemplo: características longitudinales y transversales del firme, rápida evacuación de las aguas de lluvia, textura del revestimiento, etc. Componentes principales, los áridos deben poseer diversas propiedades intrínsecas y de fabricación que corresponden a las especificaciones funcionales acorde al tráfico de camiones pesados, soportado por el firme, y de su configuración.

La fórmula de hormigón bituminoso desempeña un papel decisivo en su textura y su conservación funcional por su granularidad y su dimensión máxima, los áridos, concretamente su resistencia al pulimento.

El objetivo del presente artículo consiste en demostrar que la resistencia al pulimento de los áridos se puede compensar en ciertos casos por una fórmula adaptada y precisar debidamente la influencia relativa

de estos parámetros (curva granulométrica, dimensión máxima de los áridos con diversas resistencias al pulido de distintas proporciones, etc.).

Este artículo se funda en diversas experimentaciones sobre firmes de elevado tráfico de camiones pesados, con seguimiento temporal a nivel de macrotextura y adherencia.

Los resultados demuestran su verosimilitud con respecto a los objetivos y van consolidados por una importante disminución del número de accidentes. Contribuyen de este modo en la mejora de la seguridad de los usuarios de la carretera.

Grupo NGE

Una especialidad: las actividades múltiples p. 98

¿Quién conoce la significación del acrónimo NGE? Nadie, ya que la propia voluntad de los dirigentes consiste en decir, “cada uno supone lo que le da la gana”. Para los 4.400 empleados del grupo, podría significar “nos expandiremos junto”, un elemento federador de las distintas culturas que componen este Grupo. O bien,

“una nueva generación de empresarios”, ... Sin embargo, en el sector de las obras públicas y de la construcción vial, estas tres letras tienen una historia, la del

4º grupo francés independiente de obras públicas de actividades múltiples, procedente de las fusiones de empresas famosas como Guintoli, EHTP, GTS, Muller Travaux publics, Agilis, ...

Hoy día, no hace falta justificarse: NGE lo quiere decir todo. Como testimonio, el reconocimiento por parte del Estado que, por vez primera,

ha adjudicado a una agrupación privada, Alicorme, de la cual NGE es el representante legal, la concesión de la autopista A88, tramo Escarpa oeste - Sées.

Presidente del grupo NGE, Patrick Saut resume el recorrido que la empresa tuvo que seguir para llegar a competir con los grandes grupos del sector.

Desarrollo estratégico de las técnicas

innovadoras p. 104

La red vial de Marruecos cuya gestión corre a cargo de la Dirección de carreteras y del tráfico vial (DRCR) de Marruecos opera un trazado de 35.000 kilómetros de carreteras asfaltadas y de 22.000 kilómetros de carreteras en estado de pista.

Los trabajos de la red asfaltada incluyen la conservación vial ordinaria así como la conservación periódica. La primera se lleva a cabo por las brigadas de la administración vial; consiste en el tratamiento localizado de los pavimentos de uso parcial, así como la limpieza de cunetas y de estructuras de saneamiento. La segunda conservación se ejecuta por las empresas privadas, consiste en diversos trabajos de refuerzo estructural de pavimentos de renovación de la capa de rodadura [1] o de los trabajos de ampliación de carreteras estrechas. En el presente artículo se relata el desarrollo estratégico de las técnicas innovadoras de conservación periódica en Marruecos.