

n° 740

A 6

- PR 410 à 421
ECF et BBTM : une
solution pour
l'entretien des
enrobés drainants

A 75

- La côte de
Banassac en Lozère
L'autoroute A 75
progresses vers la
Méditerranée

A 84

- Autoroute A 84 en
Ille-et-Vilaine
Gestion des dépôts
de matériaux
excédentaires en
zone agricole

- La section
Coulvain - Guilberville

A 77

- La déviation
de Nevers

A 710

- Un chantier d'hiver
en Auvergne

ROCADE
DE STRASBOURG

- Le contournement
Est de Strasbourg

RN 19

- La nouvelle RN 19
dans le Territoire
de Belfort
Une grande liaison
d'aménagement
du territoire

RN 6

- La "guerre"
des fissures
n'aura pas lieu

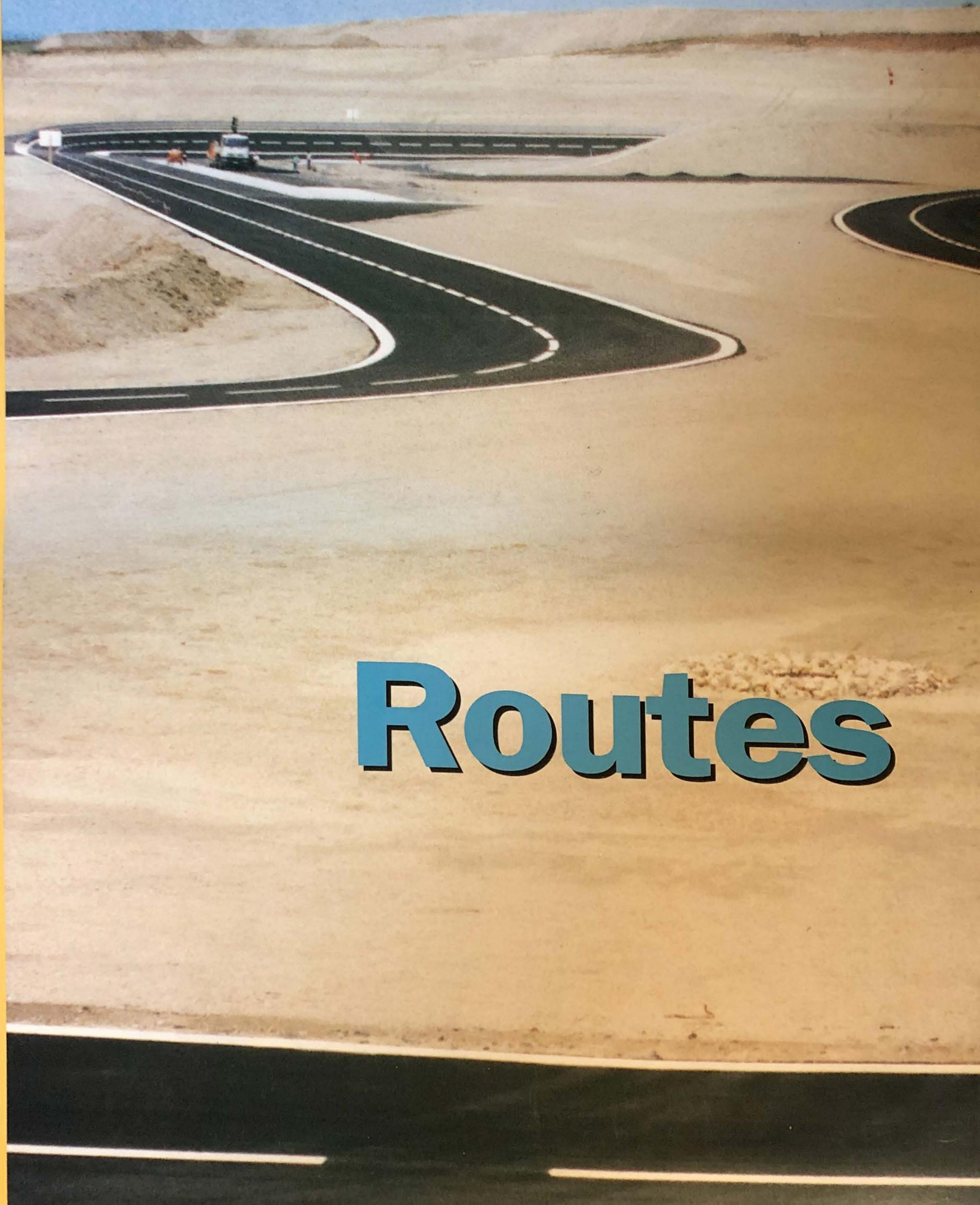
VOIES
INDUSTRIELLES

- Les routes de
"Smartville"

ENVIRONNEMENT

- Centre de gestion
des déchets en
région Picardie

Routes



sommaire

mars 1998

Routes

Travaux

numéro 740



Notre couverture

Les routes de "Smartville"...
(photothèque E.J.L.)

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Roland Girardot

RÉDACTION

Roland Girardot et Henry Thonier
3, rue de Berri - 75008 Paris
Tél. : (33) 01 44 13 31 44

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION

Françoise Godart
Tél. : (33) 02 41 35 09 95

MAQUETTE

T2B&H
8/10, rue Saint-Bernard - 75011 Paris
Tél. : (33) 01 44 64 84 20

VENTES ET ABONNEMENTS

Lucienne Forest
RGRA
9, rue Magellan - 75008 Paris
Tél. : (33) 01 40 73 80 05

France : 900 FF TTC
Etranger : 1100 FF
Prix du numéro : 115 FF (+ frais de port)

PUBLICITÉ

Régie Publicité Industrielle
61, bd de Picpus - 75012 Paris
Tél. : (33) 01 44 74 86 36

Imprimerie Chirat
Saint-Just la Pendue (Loire)

La revue Travaux s'attache, pour l'information de ses lecteurs, à permettre l'expression de toutes les opinions scientifiques et techniques. Mais les articles sont publiés sous la responsabilité de leurs auteurs. L'éditeur se réserve le droit de refuser toute insertion, jugée contraire aux intérêts de la publication.

Tous droits de reproduction, adaptation, totale ou partielle, France et étranger, sous quelque forme que ce soit, sont expressément réservés (Copyright by Travaux). Ouvrage protégé ; photocopie interdite, même partielle (loi du 11 Mars 1957), qui constituerait contrefaçon (Code pénal, article 425).

Editions Science et Industrie S.A.
3, rue de Berri - 75008 Paris
Commission paritaire n° 57304

Travaux n° 740 • mars 1998

éditorial

Philippe Levaux

actualités

matériels

Les signatures des entreprises françaises à travers le monde

Routes

PRÉFACE

Michel Burdeau

A 6

◆ Autoroute A 6 PR 410 à 421
ECF et BBTM : une solution pour l'entretien des enrobés drainants

- A 6 motorway, PR 410 to 421 - A solution for the maintenance of porous asphalt: microsurfacing and VTBC

J. Hugues, Ph. Bardet, Ph. Giguet

A 75

◆ La côte de Banassac en Lozère
L'autoroute A 75 progresse vers la Méditerranée

- The Banassac hill in Lozère
The A 75 motorway progresses towards the Mediterranean

Ch. Séchaud

A 84

◆ Autoroute A 84 en Ile-et-Vilaine
Gestion des dépôts de matériaux excédentaires en zone agricole

- A 84 motorway in the Ile-et-Vilaine region
Management of surplus material deposits in agricultural zones

A. Carmouët

◆ La Section Coulvain - Guilberville

- The Coulvain-Guilberville section

Y. Deniel, Y. Schaller, Fr. Caron

A 77

◆ Autoroute A 77 - La déviation de Nevers

- Motorway A 77 - The Nevers diversion (Nièvre region)

G. Point, G. Cartoux

A 710

◆ Un chantier d'hiver en Auvergne

- A winter worksite in the Auvergne region

E. Milliat, Ch. Brunerie



1

7

15

18

21

22

26

28

34

41

47

Sommaire

mars 1998

Routes

Dans les prochains numéros

**Sols, fondations
et ponts**

TGV

Méditerranée

Pont sur le Tage

Tunnels

**Autoroute
de la Maurienne**

Eau

Terrassements

International

Ponts

Routes



Rocade de Strasbourg

◆ Le contournement Est de Strasbourg
- *The East bypass of Strasbourg*

F. Schnarr, A. Gagey, A. Spielmann, A. Peter

52

RN 19

◆ La nouvelle RN 19 dans le Territoire de Belfort
Une grande liaison d'aménagement du territoire
entre la RN 83 et l'A 36 Mulhouse - Beaune

- *The new RN 19 in the Belfort Territory*

A major regional development link

between RN 83 and A 36 (Mulhouse-Beaune)

R. Bailly, M. Ballié, R. Robert

58

RN 6

◆ RN 6 : La "guerre" des fissures n'aura pas lieu

- *RN 6: The war to end all cracks*

J.-L. Duchez

63

Voies industrielles

◆ Les routes de "Smartville"...

- *The "Smartville" roads*

M. Desbrosses

67

Environnement

◆ Centre de gestion des déchets en région Picardie

- *A Waste handling centre in the Picardy region*

G. Collet, L. Creton

70

économie

74

table des matières 1997

78

répertoire des fournisseurs

82

Dans le cadre de l'entretien de l'autoroute A 6, du PR 410 au PR 421, SAPRR a décidé de renouveler la couche de roulement et de remplacer le béton bitumineux drainant par un béton bitumineux très mince. Ce choix a pour objectif de faciliter la viabilité hivernale de l'autoroute dans le cadre de son entretien normal. Rabotage de la couche de béton bitumineux drainant ou intégration à la nouvelle structure ? Les techniques mises en œuvre par SCR Agence de Lyon consistent à colmater partiellement les enrobés drainants et à coller une nouvelle couche de roulement.

Autoroute A 6 PR 410 à 421

ECF et BBTM : une solution des enrobés drainants

La Société des Autoroutes Paris-Rhin-Rhône, dans le cadre de son entretien normal des chaussées, a lancé en 1997 un appel à candidatures pour la reprise de couche de roulement de l'autoroute A 6 dans le sens Paris-Lyon du PR 410 au PR 421 sur enrobés drainants avec colmatage de ces derniers. SCR Agence de Lyon a proposé un ensemble de techniques innovantes afin de répondre à ce type de problème pour le colmatage des enrobés drainants puis mise en œuvre du BBTM. Son offre jugée techniquement et économiquement intéressante, SCR a été retenu pour ces travaux. Cet article rappelle succinctement les difficultés qui peuvent être rencontrées lors de l'entretien normal des bétons bitumineux drainants, des contraintes liées au service hivernal et décrit les solutions techniques retenues dans le cadre du chantier et les conditions de mise en œuvre.

■ ENROBÉS DRAINANTS : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

En France, les couches de surface en bétons bitumineux drainants (BBDr) sont de l'ordre de 30 millions de mètres carrés. Comme toutes les surfaces de chaussées elles doivent être entretenues, mais posent des problèmes spécifiques liés à la nature poreuse du matériau.

Confort et sécurité

Les qualités du béton bitumineux drainant sont bien connues et appréciées de l'utilisateur. Par temps de pluie, l'eau qui s'écoule dans les vides ne vient pas gêner la conduite dont le confort est accru. L'adhérence est naturellement améliorée par l'absence de film d'eau entre le pneumatique et le revêtement. Ce revêtement a également des propriétés d'absorption acoustiques, appréciées par l'utilisateur mais surtout par les riverains qui "réclament des drainants" dans les zones urbaines fortement circulées. Le conducteur et l'utilisateur plébiscitent ce type de revêtement. Mais il ne peut pas y avoir que des avantages.

Colmatage

Un matériau poreux se colmate et la drainabilité du revêtement diminue rapidement, en particulier dans les zones où le risque de salissures est élevé (réf. 1). Aujourd'hui, il n'existe pas de technique de décolmatage efficace et économiquement intéres-

sante. Cependant, le béton bitumineux drainant garde en général un certain niveau de drainabilité et une macrotexture qui garantissent un confort suffisant.

Fragilité

L'enrobé drainant, de par sa macrostructure, reste très sensible aux défauts de surface dus essentiellement aux accidents qui détériorent cette couche de roulement qui reste difficile à réparer pour des petites quantités. A cela s'ajoute sa sensibilité à la fissuration des couches inférieures pouvant entraîner des désordres importants à long terme dans le corps de chaussée.

Entretien hivernal

L'inconvénient majeur concerne l'entretien hivernal. L'épandage de fondants sur la surface perd de son efficacité. La saumure disparaît dans les vides et il faut multiplier les interventions, surdoser, ce qui représente un coût supplémentaire, parfois élevé. En Suisse, cet inconvénient a conduit le service des Routes et Autoroutes du canton de Vaud à équiper une autoroute de 2 x 3 voies de gicleurs qui aspergent de la saumure sur la chaussée lorsqu'un risque de verglaçage s'annonce. Cette solution a bien sûr une limite importante : son coût. La situation se complique lors des pluies verglaçantes qui peuvent créer des chapeaux de glace sur les granulats, et rendre la circulation impraticable. Dans ces conditions, il est vrai, exceptionnelles, l'entretien hivernal se complique. Pour des enrobés classiques, deux heures après le traitement, des conditions normales de circulation peuvent être rétablies. Pour les enrobés drainants, ce délai peut être allongé jusqu'à huit heures (réf. 2). Compte tenu des dégradations importantes de surface dues essentiellement aux différents accidents, circulation de poids lourds, pneus éclatés, usure de surface, vieillissement accéléré du liant et 8 ans d'utilisation sous fort trafic, la SAPRR dans son programme d'entretien sécurité et qualité de service à ses clients se devait de reprendre cette section. Le trafic moyen est de 60 000 véhicules/jour pour

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maitre d'ouvrage

SAPRR

Maitre d'œuvre

SAPRR direction de l'Exploitation Rhône-Ain

Entreprise

SCR Agence de Lyon

Contrôle

- Service technique région Rhône-Alpes Auvergne
- Laboratoire Régional de l'Équipement d'Autun

Réf. 1 : Chantier expérimental d'enrobés drainants. Bilan après huit années de trafic sur l'A 63. Y. Brosseau et J.-P. Roche - RGRA, n° 755 - Octobre 1997.

Réf. 2 : Evaluation des bétons bitumineux drainants en terme d'exploitation d'un réseau routier. J. Livet - Bulletin de liaison des Ponts et Chaussées, n° 204 - Juillet-août 1996.

pour l'entretien

cette section et la SAPRR doit apporter et garantir au maximum la circulation en toute sécurité. Il a donc été décidé de s'orienter vers une reprise de la couche de surface supprimant la drainabilité existante.

■ SOLUTIONS TECHNIQUES

Lorsque la couche de BBDr est rabotée pour des raisons géométriques (gabarit des ouvrages...) elle peut être recyclée et réutilisée. Si l'entretien prévoit de la conserver, soit pour des raisons techniques, soit qu'écologiquement cet enrobé drainant ne puisse être recyclé, deux solutions sont possibles : colmatage complet et colmatage partiel.

Dans le premier cas, le colmatage peut être fait avec un coulis de ciment qui vient remplir les vides et le matériau obtenu présente des caractéristiques mécaniques connues, cette technique étant proche de celle utilisée pour les sols industriels. Gailledrat l'a appliquée avec succès sur des sections expérimentales. Le procédé est opérationnel (photo 1). La chaussée peut être remise en service rapidement et les caractéristiques de surface sont restaurées par grenailage en 24 h en période estivale.

Dans le second cas, le BBDr est imperméabilisé par une couche qui a une double fonction : étanchéité et collage des couches supérieures. Plusieurs solutions sont possibles mais celle qui offre le meilleur compromis technico-économique est la suivante :

- ◆ mise en œuvre d'un enrobé coulé à froid (ECF) pour colmater et étancher le BBDr ;

- ◆ mise en œuvre d'un BBTM sur 2,5 cm collé sur l'ECF avec une couche d'accrochage.

L'ECF, compte tenu de sa viscosité, percole le BBDr et assure une liaison intime et un bon couplage mécanique des couches. Par contre, le colmatage n'est pas complet et il reste une fraction poreuse, sans pour autant que l'on puisse parler d'un "matelas d'air" qui aurait une fonction d'isolation dans le corps de la chaussée.

■ CARACTÉRISTIQUES DU CHANTIER

Généralités

Les travaux se situent sur l'autoroute A 6 dans le sens Paris-Lyon du PR 410 au PR 421. Ils se sont

déroulés en deux temps :

- ◆ de Belleville au PR 421 du 8 au 25 septembre 1997 ;

- ◆ du PR 410 à l'échangeur de Belleville du 29 septembre au 10 octobre 1997.

Des travaux préparatoires ont été réalisés avant l'application des enrobés coulés à froid (ECF) :

- ◆ 3800 m² de reprise de l'ancien béton bitumineux drainant qui localement présentait des zones dégradées et qu'il a fallu remplacer pour assurer la continuité de la structure, en particulier vis-à-vis de sa drainabilité ;

- ◆ 22 800 ml de pontage de fissures.

Les produits

Le scellement des fissures est réalisé avec du Micalfat, mastic monocomposant coulé à chaud. L'enrobé coulé à froid est un Actiseal 0/4 avec des granulats de carrière d'IgÉ. Le matériau est un porphyre d'excellentes caractéristiques (LA = 13 à 15 - MDE = 5 à 7 - CPA = 0,56 à 0,53). L'émulsion est de type cationique à rupture lente, fabriquée par l'usine de liant du LHYR.

La solution d'ECF 0/4 avec des granulats de classe A permet, si nécessaire, d'ouvrir au trafic très rapidement, dans des conditions de sécurité, notamment vis-à-vis de l'adhérence, satisfaisantes. La couche d'accrochage entre l'ECF et le BBTM est du type Emulpropre P, émulsion modifiée à rupture rapide qui ne colle pas aux pneus. Cette émulsion mise en œuvre à l'avancement permet la circulation des semi-remorques d'approvisionnement sans collage aux pneumatiques. La même émulsion



Photo 1
Colmatage des drainants avec un coulis cendres-ciment

Plugging of porous asphalt with an ash-cement slurry

Jacques Hugues

SERVICES TECHNIQUES
SCR-Beugnet Rhône-Alpes-
Auvergne



Philippe Bardet

SERVICES TECHNIQUES
SCR-Beugnet Rhône-Alpes-
Auvergne



Philippe Giguet

CHEF DU SERVICE
"VIABILITÉ"
SAPRR direction régionale
d'Exploitation Rhône-Ain



Photo 2
A 6 : mise en œuvre
de l'ECF 0/4
sur la BAU

*A 6 application of
0/4 microsurfacing
on the shoulder area*



Photo 3
Vue des différentes
couches :
BBDr - ECF 0/4 -
Emulpropre P - BBTM
*View of different layers
porous asphalt -
0/4 microsurfacing -
Emulpropre P - VTBC*



Photo 4
Mise en œuvre
du BBTM 0/10 -
Tapiflex
*Laying of 0/10 VTBC -
Tapiflex*



sion a été utilisée par les finisseurs à rampe intégrée.

Le béton bitumineux est un BBTM 0/10 du type Tapiflex qui a la formule suivante :

- ◆ Creuzeval 6/10 : 70 % ;
- ◆ sable 0/2 Igé : 28 % ;
- ◆ filler : 2 % ;
- ◆ liant Biprène 63 : 5,7 ppc.

Le Biprène 63 est fabriqué par l'usine du LHYR. Les études de formulation ont été faites par le Laboratoire Central SCR.

Fabrication et mise en œuvre

Les liants, émulsions et bitumes proviennent de l'usine du LHYR. La fabrication des enrobés a été sous traitée au poste d'enrobage de Belleville (entreprise Révillon) situé à proximité du chantier. En ce qui concerne le contrôle qualité, l'usine du Lhyr, certifiée ISO 9002, dispose de son contrôle interne et le Laboratoire Central SCR participe au contrôle externe. Le contrôle interne de la fabrication des enrobés a été effectué par le laboratoire du poste d'enrobage et le contrôle externe par le laboratoire de la région SCR - Beugnet Rhône-Alpes Auvergne. Les cadences de fabrication ont été supérieures à 1800 t/jour.

Les ECF ont été mis en œuvre avec deux machines Breining. L'Emulpropre P, dosée à 500 g/m², soit 300 g/m² de liant résiduel, a été appliquée soit avec une répandeuse soit avec les finisseurs à rampe intégrée. L'atelier d'application pour la première phase comprenait (photo 2) :

- ◆ 2 finisseurs ABG 323 à rampe intégrée travaillant en tiroir sur les voies lentes, médianes et rapides ;
- ◆ 1 finisseur Vögele Super 1500 sur la BAU ;
- ◆ 4 compacteurs vibrants de type V1, utilisés comme des cylindres lisses.

Au cours de la première phase, entre Belleville et le PR 421, l'application a été faite en pleine lar-

geur. Au cours de la seconde phase, entre le PR 410 et l'échangeur de Belleville, il fallait laisser l'accès à l'échangeur et travailler en demi-chaussée. Cette contrainte a raccourci les délais entre l'application de l'ECF et du BBTM. Avec cette configuration, deux finisseurs étaient suffisants. Les cadences de mise en œuvre étaient supérieures à 30 000 m²/jour (soit environ 2100 m/jour).

Contrôles

Les intervenants au niveau du contrôle interne et externe ont été cités dans le précédent paragraphe. Le contrôle extérieur était réalisé par le Laboratoire Régional de l'Équipement d'Autun.

Contrôle des enrobés

Le contrôle interne a effectué 2 à 4 extractions avec granulométrie par jour de fabrication, le laboratoire régional 1 à 2 selon les cadences.

Collage des couches

C'est un point clé de la technique. L'ECF vient colmater le béton bitumineux drainant et le couplage mécanique BBDr-BBTM dépend de l'interface ECF/couche d'accrochage. Le contrôle du collage est fait par carottage avec un point tous les 200 m. Il faut insister sur le soin à apporter au carottage avec des produits qui viennent d'être mis en œuvre (rupture récente de l'émulsion dans le cas de l'ECF).

Les exigences du maître d'œuvre SAPRR sont : 100 % de collage. Cet objectif a été atteint partout sauf pour deux carottes. La zone en question fait l'objet d'un suivi particulier. L'observation des carottes montre une percolation de l'ECF 0/4 sur 1,5 cm, soit sur la moitié de l'épaisseur du BBDr. Les carottes servent également à vérifier les épaisseurs mises en œuvre. La valeur moyenne est de 2,7 cm (photos 3 et 4).

Caractéristiques de surface

La hauteur au sable HSv a été contrôlée par des essais à la tache de sable (20 mesures pour 1000 m) (photo 5). Les résultats sont les suivants :

- ◆ HSv = 1,20 mm ;
- ◆ HSv mini : 0,9 mm ;
- ◆ HSv maxi : 1,45 mm.

Le CFL 120 sera mesuré au printemps 1998.

CONCLUSIONS

Les solutions envisagées pour l'entretien des bétons bitumineux drainants étaient au nombre de trois : rabotage et mise en œuvre de BBM, percolation avec un coulis de ciment-grenailage puis à terme application d'un BBTM, colmatage avec un ECF et mise en œuvre d'un BBTM. SAPRR a retenu cette dernière solution pour l'entretien de l'au-

toroute A 6 entre les PR 410 et 421.

Elle a été mise en œuvre sur 179 000 m² en respectant les objectifs initiaux :

◆ l'ECF 0/4 pénètre dans le BBDr sur une épaisseur de 1,5 cm et assure l'étanchéité verticale et la continuité de la structure. Le collage des couches est vérifié par carottage ;

◆ le BBTM 0/10, mis en œuvre en 2,5 cm d'épaisseur offre des qualités superficielles d'un niveau élevé pour l'utilisateur et permet de régler les problèmes d'entretien hivernal.

Ce type d'entretien, qui conserve le béton bitumineux drainant dans la structure, a montré son caractère très opérationnel avec des rendements élevés et des solutions techniques conformes aux objectifs du maître d'œuvre.



Photo 5
Vérification de la macrotexture
du Tapiflex par essai
de hauteur au sable
*Checking the macrotexture
of Tapiflex by the sand
patch test*

ENGLISH SUMMARY

A 6 motorway, PR 410 to 421 - A solution for the maintenance of porous asphalt: microsurfacing and VTBC

J. Hugues, Ph. Bardet, Ph. Giguët

In connection with the maintenance of the A 6 motorway between points PR 410 and PR 421, operator SAPRR decided to renew the wearing course and replace the porous asphalt with a very thin bituminous concrete (VTBC). This choice was aimed at facilitating the winter service of the motorway within the framework of its normal maintenance. Planing of the porous asphalt layer or integration with the new structure? The techniques used by the Lyon Agency of SCR consisted in partially plugging the porous asphalt and bonding a new wearing course over it.

DEUTSCHES KURZREFERAT

**Die Autobahn A 6 im Abschnitt PR 410 bis 421
Eine Lösung für die
Instandhaltung von
Dränasphalt:
Kaltgußasphalt und sehr
dünner Asphaltbeton**

J. Hugues, Ph. Bardet, Ph. Giguët

Bei der Instandhaltung der Autobahn A 6 im Abschnitt PR 410 bis 421 hat das Unternehmen SAPRR sich für die Erneuerung der Deckschicht und den Ersatz des Dränasphalts durch ein mit Bitumen verfestigtes, sehr dünnes Mineralstoffgemisch entschieden. Dadurch soll die Winterbefahrbarkeit der Autobahn im Rahmen der normalen Instandhaltung verbessert werden. Die Frage war: Abtragung der Dränasphaltschicht oder Integration in die neue Struktur? Die von der Lyoner Niederlassung der SCR eingesetzte Technik besteht in der teilweisen Kolmatierung der Dränstruktur und der Aufbringung einer neuen Deckschicht.

RESÚMEN ESPAÑOL

**Autopista A 6 PK 410 a 421
Una solución para el
mantenimiento de
aglomerados drenantes :
aglomerados colados en
frío y hormigón bituminoso
muy fino**

J. Hugues, Ph. Bardet y Ph. Giguët

Actuando en el marco del mantenimiento de la autopista A 6, del PR 410 al PR 421, la SAPRR ha tomado la decisión de renovar la capa de rodadura y sustituir el hormigón bituminoso drenante por un hormigón bituminoso de muy bajo espesor. Esta opción tiene por objeto facilitar la transitabilidad invernal en el marco de su mantenimiento normal. ¿ Cepillado de la capa de hormigón bituminoso drenante o integración de la nueva estructura ? Las técnicas implementadas por SCR Agencia de Lyon consisten en obstruir parcialmente los aglomerados drenantes y aplicar una nueva capa de rodadura.

La côte de Banassac en Lozère

L'autoroute A 75 progresse vers la Méditerranée

Depuis avril 1987, une véritable autoroute, libre de tout péage est en création : l'A 75 La Méridienne qui reliera à terme Clermont-Ferrand à Montpellier. Elle traverse successivement les départements du Puy-de-Dôme, de la Haute-Loire, du Cantal, de la Lozère et depuis peu (début 1998), arrive aux abords de l'Aveyron. La réalisation du tronçon A 75 à la limite de l'Aveyron dans ce beau et rude département de la Lozère, participe grandement au désenclavement du Massif Central. Ce chantier de 7 km réalisé en cinq mois par le groupement Screg Sud-Est, Sacer Sud-Est, Colas Méditerranée, BRS et Sévigné constitue un tronçon sinueux et pentu aux confins du département de la Lozère, à proximité de Banassac. Ce dernier tronçon réalisé assure la continuité du réseau autoroutier en direction de la Méditerranée.

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

Couche de fondation

GNT 0/31,5 : 86 500 t

Couche de base

Grave bitume : 56 000 t

Couche de liaison

BBL 26 000 t

Couche de roulement

- BBTM : 10 000 t
- DBA : 2 000 ml
- GBA : 4 000 ml

Distance traitée

6 500 km

Délai contractuel

01/03/1997 au 04/01/1998
(5 mois)

■ DESCRIPTIF DU CHANTIER

Le chantier, d'un montant de 35 millions de francs TTC est constitué en majorité par la réalisation des chaussées en produits hydrocarbonés et d'une couche de fondation en GRH, grave recomposé humidifiée.

Couche de fondation

La couche de matériaux 0/31,5 basaltique, en provenance du site situé aux trois quarts du chantier, a été mise en œuvre sur une épaisseur de 0,25 m à l'aide de deux niveleuses, d'un compacteur type P5 et de deux vibrants V4. Ces matériaux, malaxés et humidifiés par une centrale de malaxage de type SAE 800 t/heure implantée sur la zone de concassage, ont été mis en place à une cadence de 4 500 t/jour moyen dont la pointe maximale a été de 6 500 t/jour. 86 500 t ont été nécessaires pour ce chantier.

Les terrassements n'étant pas terminés, le chantier a été scindé en deux, obligeant les transports à circuler par l'ancienne déviation pendant 15 jours environ.

Il est à noter que le chantier de terrassement a été très important ; cela a nécessité le mouvement de 2 millions de mètres cubes et le redressement d'une falaise de 80 m de hauteur (travaux réalisés par les entreprises Bec et Guintoli) (photo 1). Une couche d'imprégnation à l'émulsion de bitume (65 %) et gravillonnage 4/6 a été appliquée sur l'ensemble de la couche de fondation pour faciliter le trafic chantier sur le site.

La surface a été réglée et compactée avec une tolérance de $\pm 0,01$ m contrôlée par les services de la Direction Départementale de la Lozère.



Photo 1
Compactage de la couche de fondation le long du caniveau à fente centrale
Compacting and subbase along the centrally slit gutter

Couche de base

Elle est constituée par une grave bitume 0/20 d'une épaisseur de 14 cm issue de matériaux du site. La réalisation des 3 voies a nécessité l'utilisation d'un finisseur type Titan 511 Colas avec une table lourde de largeur 7,5 à 8 ml ; la BAU étant effectuée en parallèle avec un finisseur Titan 411 et la surface compactée, avec un compacteur type P5 et deux vibrants BW202.

L'approvisionnement du chantier en continu était assuré par un alimentateur de type Franex F392 et environ 10 semi-remorques.

Les épaisseurs importantes, la pente en long conséquente (6 à 7 %), les courbes serrées ont dicté le type et la puissance du matériel utilisé. Le nivellement était assuré par deux poutres de 17 ml installées sur le Titan 511, chacune assurant l'encadrement de la table et améliorant l'uni de la couche (photo 2).

Le finisseur 411 était asservi par un palpeur et un correcteur de pente.

Les fournitures des matériaux GB et BB ont été effectuées par un poste type CMI 180 t/heure et un poste type TSM21.

Les postes ont été implantés en limite de chantier, côté Aveyron à une altitude de 800 m ; 56 000 t ont été répandues avec des pointes de rendement à 3 600 t/jour.

Après une couche d'accrochage à l'émulsion de bitume 65 % dosée à 500 gr/m², la mise en œuvre du béton bitumineux de liaison, à raison de 130 kg/m², a nécessité un troisième finisseur, type Demag 130, en parallèle.

Le respect des normes APL 25 sur la couche GB a permis au Titan 511 avec table de grand largeur, de travailler en vis calées, les autres finisseurs palpant sur sa forme.

Le rendement a été de 2 500 t/jour pour 26 000 t répandues.

L'atelier de compactage était constitué de deux vibrants BW 202 et de deux compacteurs type P3. Après une couche d'accrochage à l'émulsion de bitume modifié aux élastomères, le tapis final BBTM (malgré des difficultés climatiques et les grèves des transporteurs), a été mis en œuvre à raison de 60 kg/m² (photo 3).

Avec l'atelier de mise en œuvre à l'identique et les trois cylindres (2 BW 202 et 1 BW 161) la mise en place de 10 000 t a été effectuée en sept jours (1 500 t/jour).

Le chantier a été suivi en permanence par une équipe du laboratoire de l'entreprise.

La synergie du groupement est venue à bout de ce chantier spectaculaire, dans une nature exceptionnelle malgré les intempéries, le climat rude, la grève des transporteurs, les aléas de l'altitude. Le délai contractuel a été respecté.

Ouvrages bétonnés

BRS filiale de Somaro et l'entreprise Marquet ont réalisé tous les ouvrages bétonnés (caniveaux à fente, cunettes, bourrelets, caniveaux en U) ainsi que les GBA et DBA. Les machines utilisées ont été de type M 8100 (Miller) et une centrale à béton mobile à proximité du chantier.

Un mur antibruit ainsi que divers ouvrages contribuent à l'intégration dans le site de cette autoroute hors du commun, une des plus hautes d'Europe. L'étude a fait l'objet d'une recherche approfondie et d'un souci constant du respect de la nature.



Photo 2
Guidage des finisseurs grande largeur
avec deux poutres de 17 m de long

*Guiding of wide pavers
with two beams 17 m long*



Photo 3
Vue de l'atelier
de mise en œuvre
des bétons bitumineux
*View of bituminous concrete
laying equipment*

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Lot

- A 75 section La Mothe Sud, limite Aveyron
- Chaussées 2 x 3 voies
- 7,5 ml + BAU 0,70

Maître d'ouvrage

Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et du Tourisme

Maître d'œuvre

Direction Départementale de l'Équipement de la Lozère - Secteur Grands Travaux

Montant du marché

35 millions de francs TTC

Titulaires du marché

Groupement Sacer Sud-Est - STPL - Screg Sud-Est - Colas Midi-Méditerranée - BRS - Sévigné

ENGLISH SUMMARY

The Banassac hill in Lozère The A 75 motorway progresses towards the Mediterranean

Ch. Séchaud

Since April 1987, a virtual toll-free motorway is being created: the A 75 "La Méridienne" motorway which will ultimately link Clermont-Ferrand and Montpellier. It goes successively through the départements (regions) of Puy-de-Dôme, Haute-Loire, Cantal, Lozère and, only recently (beginning of 1998), reaches the vicinity of the Aveyron region. The completion of the A 75 section at the fringe of the Aveyron region in this beautiful and rugged Lozère region, is participating greatly to the opening up of the Massif Central area. This 7-km site completed in 5 months by the consortium made up of Screg Sud-Est, Sacer Sud-Est, Colas Méditerranée, BRS and Sévigné, constitutes a winding, sloping section in the confines of the Lozère region near Banassac. The completion of this last section will establish the continuity of the motorway network of the direction of the Mediterranean.

DEUTSCHES KURZREFERAT

Die Steigung bei Banassac im Departement Lozère Die Autobahn A 75 schiebt sich weiter zum Mittelmeer hin vor

Ch. Séchaud

Seit April 1987 wird eine wirkliche Autobahn ohne Mautstellen gebaut: die A 75 "La Méridienne", die im Endausbau von Clermont-Ferrand nach Montpellier führen wird. Sie durchquert nacheinander die Departements Puy-de-Dôme, Haute-Loire, Cantal, Lozère, und seit Kurzem (Anfang 1998) berührt sie das Aveyron. Der an der Grenze zum Departement Aveyron gelegene Abschnitt durch eine urwüchsige, wunderschöne Gegend trägt wesentlich zur Öffnung des zentralfranzösischen Mittelgebirges bei. Die 7 km lange, kurvenreiche Strecke mit großen Höhenunterschieden in der Nähe von Banassac ist von der aus Screg Sud-Est, Sacer Sud-Est, Colas Méditerranée, BRS und Sévigné gebildeten Arbeitsgemeinschaft in fünf Monaten fertiggestellt worden. Dieser letzte Abschnitt gewährleistet die Durchgängigkeit des Autobahn-netzes in Richtung Mittelmeer.

RESÚMEN ESPAÑOL

La pendiente de Banassac, en el departamento del Lozère La autopista A 75 avanza hacia el Mediterráneo

Ch. Séchaud

Desde abril de 1987 se encuentra en construcción una verdadera autopista libre de derechos de peaje: la A 75 La Méridienne, que, a su término, pondrá en comunicación las ciudades de Clermont-Ferrand y Montpellier. Esta autopista habrá de atravesar, sucesivamente, los departamentos del Puy-de-Dôme, de la Haute-Loire, del Cantal, de la Lozère y, desde hace poco (a principios de 1998), llega ya a las inmediaciones del Aveyron. La ejecución del tramo A 75, en el límite del Aveyron, magnífico y rudo departamento del Lozère, participa en gran medida en el desenclavamiento del Macizo Central. Estas obras, de 7 km, ejecutadas en cinco meses por el grupo Screg Sud-Est, Sacer Sud-Est, Colas Méditerranée, BRS y Sévigné, se desarrollan en un tramo sinuoso y en pendiente en los confines del departamento del Lozère, en las inmediaciones de Banassac. Este último tramo permite la continuidad de la red de autopistas en dirección del mar Mediterráneo.

Autoroute A 84 en Ile-et-Vilaine

Gestion des dépôts de excédentaires en zone

Sur une des sections de l'autoroute A 84 en Ile-et-Vilaine, le mouvement des terres faisait apparaître un excédent important de déblais non réutilisables. L'exploitation de ces excédents en dépôt sur des terrains hors emprises représentait pour la DDE d'Ile-et-Vilaine un triple enjeu agricole, paysager et économique. Une démarche volontariste a été mise en œuvre :

- un protocole définissant, la procédure de sélection des zones de dépôt, les modalités techniques de préparation et de remise en état des terres cultivables, et le régime indemnitaire, a été signé avec les organisations professionnelles agricoles ;

- chaque zone de dépôt a fait l'objet d'un projet d'insertion paysagère et d'un suivi par le paysagiste pendant les travaux ;

- les modalités techniques ont été contractualisées avec l'entreprise de terrassement par le biais du marché. Le bilan, à l'issue des travaux apparaît globalement positif : l'intérêt des exploitants agricoles est sauvegardé, l'insertion des dépôts dans le paysage est réussie, les coûts de l'opération sont maîtrisés.

En Ile-et-Vilaine, l'A 84 traverse le pays de Fougères sur une vingtaine de kilomètres. C'est un secteur rural dont le paysage de bocage est encore, sur certaines communes, bien préservé. Les travaux autoroutiers y ont démarré en octobre 1995, par la construction des ouvrages d'art et le rétablissement des voies secondaires et se sont prolongés en 1997 par la réalisation des terrassements et des couches de forme. La mise en œuvre des chaussées doit commencer au printemps 98 avec un objectif de mise en service pour le premier trimestre 1999. Sur le tronçon d'A 84, dit "section n°4", long de 20 km entre la commune de Romagné et la limite avec le département voisin de la Manche, les terrassements qui viennent de s'achever (réalisés par le groupement d'entreprises Beugnet-Tinel-Laine) n'ont pas présenté de difficultés techniques exceptionnelles, ou conduit à mettre en œuvre des procédés particuliers ou originaux. L'un des intérêts de ce chantier et de la préparation en amont qui l'a précédé, a résidé dans la gestion des déblais excédentaires et la sélection de zones de dépôts hors emprises autoroutières. Cela s'est fait dans le cadre d'une démarche contractualisée avec les exploitants agricoles et leurs organisations professionnelles, avec l'ambition affichée de la DDE de réussir l'insertion de ces dépôts dans leur environnement bocager, au même titre que l'ouvrage principal.

■ LA GESTION DES MATÉRIAUX EXCÉDENTAIRES : UN TRIPLE ENJEU

La nécessité, d'une part de limiter les hauteurs de remblai pour diminuer les nuisances sonores et mieux intégrer le tracé dans le paysage, et d'autre part d'approfondir certains déblais pour trouver un sol support de bonne qualité a naturellement conduit, dans ce secteur de relief doux, à un excédent non négligeable de matériaux de déblai, malgré une réutilisation maximale en remblais, couches de forme et merlons de protection phonique. Les volumes terrassés et mis en œuvre ont ainsi été les suivants, pour un linéaire de 20 km :

- ◆ déblais :
- 2 200 000 m³ (dont 88 % de matériaux meubles) ;
- ◆ réutilisation :
- 875 000 m³ en remblais et substitution de sols,
- 100 000 m³ en couches de forme (traitées ou granulaires),
- 200 000 m³ en merlons.

Une partie de l'excédent (100 000 m³) a servi aux modelages des délaissés dans l'emprise autoroutière, dessinés par le paysagiste de l'opération. Restait un solde de 925 000 m³ dont la destination naturelle était le dépôt dans des terrains à usage agricole, faute d'autres alternatives intéressantes dans le secteur traversé. Le traitement de ces dépôts de matériaux excédentaires représentait un triple enjeu – agricole, paysager et économique – qu'il fallait impérativement gagner.

Préserver la qualité culturelle des terrains occupés

Quelques cas, peu nombreux mais mal maîtrisés, sur des opérations routières précédentes, avaient entraîné la DDE d'Ile-et-Vilaine dans des contentieux longs et parfois coûteux, avec des exploitants agricoles : "décharges" négociées directement entre entreprises et agriculteurs sans garanties pour ces derniers, mise en dépôt de matériaux non compatibles avec une réutilisation agricole... Ces expériences malheureuses ont conduit la maîtrise d'œuvre à s'interroger, pour l'opération A 84, sur la méthode de traitement des dépôts en zone agricole, et à formaliser une démarche pour maîtriser totalement leur gestion (sélection des terrains, préservation de la qualité culturelle). L'importance des excédents à traiter, donc des surfaces à occuper et à remettre en état, méritait des engagements précis de la part du maître d'ouvrage vis-à-vis de la profession agricole, légitimement inquiète. Cela était rendu d'autant plus nécessaire que, dans un contexte de réaménagement foncier général de toutes les communes traversées, il était impératif de préserver et de garantir la qualité culturelle des terrains provisoirement occupés, sous peine de malmener gravement la réussite des opérations connexes de remembrement.

Réussir l'insertion des dépôts dans le paysage

Il n'était pas moins important pour la DDE d'Ile-et-Vilaine de traiter correctement l'intégration paysagère de ces dépôts de matériaux. Une volonté commune et concertée avait guidé la DDE – pour l'infrastructure – et la DDAF – pour les opérations de remembrement accompagnant A 84 – en matière d'aménagements paysagers. Les zones de dépôts, transition entre l'autoroute et son environnement rural, devaient être traitées avec le même souci d'insertion dans le paysage.



matériaux agricole

Le maître d'œuvre a donc demandé au paysagiste, missionné sur l'opération autoroutière, d'intervenir également sur le traitement paysager des dépôts hors emprises. C'est ainsi qu'il s'impliqua, en assistance à l'équipe de maîtrise d'œuvre, dans la sélection des zones susceptibles de recevoir des matériaux, dans le choix définitif des terrains, dans les projets des modelés des dépôts (figure 2).

Maîtriser l'économie globale de la gestion des dépôts

Il était enfin essentiel de s'assurer de la maîtrise des coûts en limitant, par exemple, les risques de contentieux ou de dépenses indirectes.

Un premier choix s'imposait déjà au regard des enjeux agricoles et paysagers : aucune initiative en matière de recherche de zones de "décharge", ne serait laissée aux entreprises. Ceci permettait également à la DDE de maîtriser en direct les risques de contentieux avec les exploitants agricoles, donc les risques financiers inhérents.

D'autre part, il fut décidé d'emblée que la totalité des zones de dépôt serait située dans des parcelles attenantes à l'autoroute.

Circonscrire l'ensemble du chantier dans une zone, sans déborder sur d'autres sites extérieurs, permettrait d'éviter toute circulation de chantier sur les voies publiques – la sécurité des usagers y gagnerait – mais aussi l'économie générale du chantier : le transport de près d'un million de mètre cube

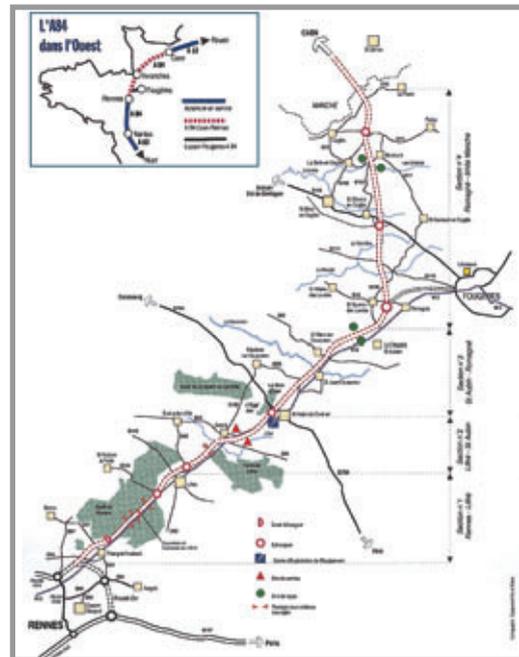
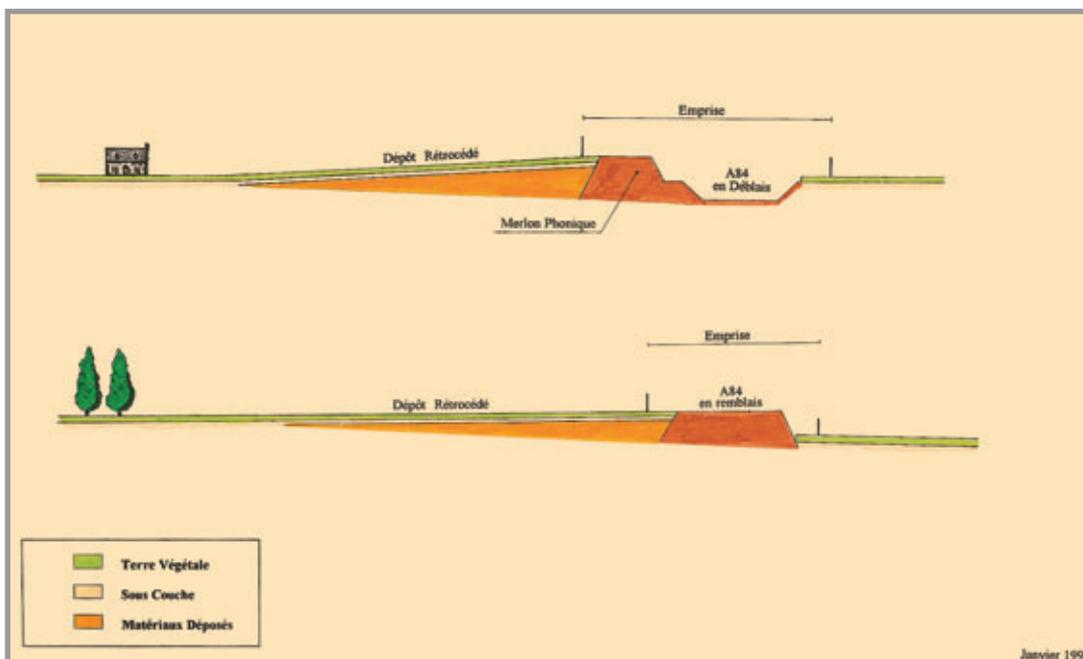


Figure 1
L'autoroute A 84
en Ille-et-Vilaine

*A 84 motorway
in Ille-et-Vilaine region*

Figure 2
Exemples de traitement
des dépôts hors emprises
*Examples of deposit handling
outside of right of way*



LA ROUTE DES ESTUAIRES EN ILLE-ET-VILAINE

Sept autoroutes forment la route des Estuaires qui reliera Dunkerque à la frontière Espagnole. L'une d'elle, l'A 84, longue de 143 km environ, reliera Rennes à Caen. Elle traverse deux régions (Bretagne, Basse Normandie) et trois départements (Ille-et-Vilaine, Manche, Calvados).

L'usage en sera gratuit pour l'automobiliste. Le projet est financé par l'État, les Régions et les Départements. En Ille-et-Vilaine, l'A 84 a été divisée en quatre sections, pour un linéaire de près de 50 km (figure 1):

- ◆ section n°1 Rennes - Liffré : 9,5 km ;
- ◆ section n°2 Liffré - St Aubin : 8,9 km ;
- ◆ section n°3 St Aubin - Romagné : 12,0 km ;
- ◆ section n°4 Romagné - limite départementale : 19,5 km.

Au total, six échangeurs complets et un demi-échangeur permettront d'accéder à l'autoroute. Un couple d'aires de service et deux couples d'aires de repos seront aménagés. Cinquante-cinq ouvrages auront été construits à l'achèvement complet de l'infrastructure. Côté Rennes, l'A 84 sera raccordée par un diffuseur à la rocade Est de Rennes. Côté Fougères, un barreau de liaison de 6 km reliera ultérieurement l'agglomération à l'autoroute.

de matériaux sur un réseau de voiries locales non adaptées conduirait inévitablement à le détériorer gravement, donc à induire des surcoûts importants de renforcements ou de réparations difficiles à chiffrer a priori. On pouvait s'attendre également à ce que la proximité des dépôts par rapport aux zones d'extraction et leur accès direct depuis l'autoroute entraînent une diminution globale de l'offre des entreprises de terrassement.

■ LA DÉMARCHÉ ET LES OUTILS MIS EN PLACE

Le protocole d'occupations temporaires

La réussite de l'opération passait évidemment par un accord avec la profession agricole sur les conditions techniques et financières proposées par l'État, maître d'ouvrage, en ce qui concerne l'occupation temporaire des terrains. Après concertation avec les organisations professionnelles agricoles (Chambre d'Agriculture, F.D.S.E.A), un protocole d'occupations temporaires (pour la réalisation des dépôts, et par extension pour la construction d'autres ouvrages comme des voies provisoires par exemple) fut proposé, puis signé le 7 juillet 1995 entre le préfet d'Ille-et-Vilaine et les représentants des organisations agricoles, à l'occasion du "premier coup de pelle" d'A 84 dans le département.

Ce protocole, outil définissant les relations entre maître d'ouvrage, propriétaires et exploitants agricoles tout au long de la procédure d'occupation des terrains, aborde de manière précise les aspects suivants de la gestion des dépôts :

- ◆ la procédure administrative : le protocole définit le fonctionnement d'une commission paritaire, créée pour l'occasion, et chargée d'examiner les dossiers présentés par la DDE pour l'occupation de parcelles en vue d'y constituer des dépôts (y sont définis notamment la composition de la commission, le contenu des dossiers, les délais d'instruction, la forme des états des lieux avant et après travaux) ;

- ◆ les modalités techniques de préparation des terrains avant travaux et de remise en état des terres. La DDE s'engage sur des méthodes et des précautions techniques à prendre pour que les terrains restitués après travaux retrouvent, dans un délai de trois ans, les mêmes potentialités culturelles qu'initialement. Une annexe technique détaille concrètement la façon dont doivent être conduits les travaux :

- études préalables (analyse pédologique, reconnaissance hydrologique, topographie...),
- modalités de décapage en deux couches (terre végétale, horizon humifère inférieur) et de stockage en deux tas séparés ; une épaisseur d'un mètre de

sol est au total déplacée,

- constitution du dépôt et préparation du soubassement (pentes, sous-solage),
- modalités de remise en place des deux couches humifères stockées séparément,
- contrôles et réception des travaux ;

- ◆ le régime indemnitaire. Les différents types d'indemnités possibles pour les dommages subis par les exploitants sont listés exhaustivement et décrits dans le détail : indemnités pour pertes de culture, indemnités annuelles pour occupation temporaire, préjudices particuliers exceptionnels, indemnités pour déficit sur les récoltes ultérieures, allongements de parcours...

Le mode de règlement et de calcul des indemnités y est également précisé et complété par une annexe chiffrée distinguant chaque cas et type de cultures rencontrés. Ainsi, par le biais de cet accord contractuel les engagements de l'État sont affichés, à la fois ambitieux et précis, soucieux de l'intérêt des agriculteurs et connus et acceptés par eux avant le lancement des travaux.

La sélection des zones de dépôt

Autre processus important pour la maîtrise de l'opération et la cohérence de l'ensemble : la sélection des zones de dépôts. Elle s'est déroulée en trois séquences, avec trois acteurs successifs : le paysagiste, la profession agricole, les entreprises de terrassement :

- ◆ dans un premier temps, nous l'avons dit, le maître d'œuvre a demandé au paysagiste de l'opération autoroutière de sélectionner, suivant des critères relevant de son projet d'insertion paysagère, des parcelles susceptibles de recevoir des dépôts.

Le long des 20 km de la section considérée, 80 ha de terrains furent retenus (les besoins estimés oscillaient entre 40 et 50 ha). Les fonds de vallée et les zones humides sont évités (intérêt, en définitive, bien compris des exploitants agricoles tentés au départ de combler les zones basses peu exploitables) ; la cohérence entre l'environnement bocager et l'aménagement routier est recherchée (le dépôt est traité comme un trait d'union entre le relief naturel et celui, artificiel, de l'autoroute) ;

- ◆ ensuite, sur cette base de 80 ha, les commissions communales d'aménagement foncier (où siègent notamment la DDAF et les représentants des propriétaires et exploitants agricoles) sont saisies commune par commune. La "carte des dépôts" est alors amendée par la profession agricole : quelques zones sont déconseillées (exploitant déjà très touché par les travaux, excellente terre dont la qualité culturelle sera difficile à retrouver, etc.), de nouvelles propositions sont faites (et soumises en retour à l'avis du paysagiste) ;

- ◆ enfin, cette présélection, encore surabondante par rapport aux besoins réels, est proposée après passation du marché de terrassement au groupe-

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maitrise d'ouvrage

Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement - DDE d'Ille-et-Vilaine

Maitrise d'œuvre

DDE - Service des Grands Travaux

Paysagiste de l'opération

Environnement et Paysage - La Roche-sur-Yon

Entreprises de terrassement

- Grands Travaux Beugnet
- TP Tinel

ment d'entreprises titulaire. Les critères de choix deviennent alors pour le terrassier essentiellement techniques et économiques, et la situation des parcelles choisies fonction de son mouvement des terres et de distances minimales de transport. Quarante-six hectares de dépôts seront retenus. Des dossiers seront constitués et présentés, au cas par cas, conformément au protocole, à la commission paritaire réunissant membres de l'administration (DDE, DDAF), représentants des organisations professionnelles agricoles, entreprises et agrépédologue intervenant en qualité d'expert. Après travaux la commission se réunira à nouveau aussi souvent que nécessaire, pour examiner dans le détail la qualité des remises en état des sols et la conformité de la procédure suivie au protocole d'occupations temporaires.

La contractualisation de la démarche dans le marché de terrassement

Il fallait que certains aspects de cette démarche soient contractualisés avec l'entreprise pour obtenir de manière sûre le résultat recherché. Un "catalogue" de zones possibles a été proposé à l'entreprise qui en a retenu une sélection définitive, moyennant l'obligation de justifier très précisément ses besoins. On notera au passage que le groupement d'entreprises titulaire a fortement apprécié la distribution finale des zones de dépôts (un dépôt situé à moins de 1000 m de tous les secteurs d'extraction), sans avoir à faire lui-même l'effort de recherche et de négociation des terrains.

Les documents contractuels du marché régissant les conditions d'exploitation des dépôts, ont été les suivants :

- ◆ clauses du C.C.T.P résumant la démarche globale ;
- ◆ annexe du C.C.T.P sur les modalités techniques de préparation des dépôts et de remise en état des terres agricoles ;
- ◆ prix au bordereau, rémunérant au mètre carré la préparation (double décapage) et la remise en état des terres ;
- ◆ divers plans et coupes paysagères : "catalogue" des dépôts potentiels, coupes-types des modèles à réaliser...

■ SUR LE TERRAIN

Les travaux de terrassements et de couches de forme se sont déroulés de novembre 1996 à début 1998. Les premières zones de dépôts sur la commune de St-Sauveur-des-Landes, ont été libérées en décembre 1996 ; les suivantes l'ont été à l'avancement du chantier, au gré des besoins exprimés par l'entreprise. Neuf parcelles, d'une sur-

face moyenne de 5 ha environ, ont ainsi été occupées pendant 6 à 15 mois.

Pour chaque terrain, un mètre de sol en place a été décapé en deux couches : de 30 à 50 cm de terre végétale, et le complément de limon constituant la sous-couche (photo 1).

Au total 460 000 m³ ont été déplacés et stockés en tas séparés. La phase de double décapage a mobilisé un échelon de cinq motorscrappers avec un bull D10 N. La cadence de préparation a approché les 7 à 800 m³/h.

Les excédents de terrassements représentant environ 925 000 m³ ont été mis en dépôts sur une épaisseur moyenne de deux mètres, avec un maximum ne dépassant pas quatre mètres. L'exhaussement moyen est volontairement faible, l'objectif ayant été depuis le début d'insérer discrètement ces volumes dans le paysage.



Photo 1
Préparation d'un dépôt :
la partie supérieure du sol initial
est stockée en deux tas séparés
(terre végétale, limon)
en fond de parcelle

Preparing a deposit:
the top of the initial soil is stocked
in two separate stockpiles
(topsoil, silt) on the bottom

Régulièrement, le paysagiste a vérifié pendant les travaux que le modelage des dépôts satisfaisait aux objectifs paysagers. Des adaptations ont parfois été apportées. La remise en état des sols cultivables n'était autorisée qu'après accord sur le modelé général du dépôt.

Après réalisation du dépôt proprement dit, la remise en état des couches préalablement décapées a été effectuée soit par un atelier de pelles-dumpeuses, soit par un échelon de motorscrappers suivant les sites. Sur des sols impropres à toute réutilisation, donc moins portants, les cadences



Photo 2
Remise en état d'un dépôt : après rehaussement par des matériaux excédentaires, les terres arables sont reconstituées couche par couche

Reinstatement of a deposit: after raising by means of surplus materials, arable lands are reconstituted layer by layer



n'ont pas dépassé les 600 m³/h (photo 2). En septembre 1997, la totalité des terrains était remise en état : le mètre supérieur de sol initial était reconstitué au-dessus des dépôts, quantitativement et qualitativement identique.

Restaient les opérations de contrôles et de réception, ordinairement réalisés par le maître d'œuvre dans le cadre du marché, mais ici, également menées parallèlement par un pédologue dans le cadre de la procédure du protocole d'occupations temporaires. Elles se sont déroulées en octobre et novembre 1997, avec un résultat d'ensemble très satisfaisant.

■ LA SATISFACTION AU RENDEZ-VOUS

Le succès de l'opération ne pouvait se mesurer qu'au regard des enjeux évoqués plus haut : agricole, paysager et économique.

Le bilan au plan agricole

On a pu noter, avant même le démarrage des travaux, un succès relationnel avec la profession agricole. Les agriculteurs ont apprécié qu'à travers le protocole d'occupations temporaires, la DDE s'engage sur des objectifs concrets et mesurables et qu'elle prenne vraiment en compte leurs intérêts. Pour la DDE ce protocole a aussi été l'occasion

d'une collaboration exemplaire avec ses partenaires, au premier rang desquels la D.D.A.F.

Restait à transformer l'essai : les opérations de réception ont permis de mesurer concrètement les résultats d'une démarche lancée trois ans plus tôt, fin 1994. Sur les neufs dépôts réalisés sur la section n°4, huit n'ont fait l'objet, soit d'aucune réserve, soit seulement de réserves mineures facilement corrigibles : quelques compléments de terre végétale ou des corrections d'épaisseur, quelques secteurs à débarrasser de blocailles remontées à la surface, quelques sous-solages à effectuer sur des zones trop compactées.

Sur un seul dépôt, des réserves plus conséquentes concernant des épaisseurs de terre végétale et des drainages complémentaires ont été formulées. Elles seront corrigées au printemps 1998 après assèchement des terres. Ce dépôt fût le premier terrassé et constitué, et les difficultés rencontrées profitèrent à la réalisation des suivants.

Par ailleurs, une fois un dépôt réceptionné et remis à l'exploitant, l'État n'est pas totalement désengagé de ses obligations : le protocole prévoit trois années de période de "garantie" pendant laquelle le propriétaire peut se retourner contre la DDE s'il juge que la qualité de remise en état du réaménagement est de nature à lui causer un préjudice important. Ceci a achevé de rassurer la profession agricole. A ce jour, aucun litige ou contentieux n'a été enregistré. La satisfaction est donc globalement au rendez-vous.

Une insertion discrète dans le paysage

Sur le plan paysager la satisfaction pouvait être plus subjective. On l'a cependant observée d'une manière détournée : les nombreux visiteurs qui se sont succédés sur le chantier, lors de visites organisées à l'automne 1997, restaient surpris lorsque leur guide leur indiquait la présence d'un dépôt de 100 ou 150 000 m³. Cela ne se voyait pas ! Les dépôts, remis en culture, et d'une faible hauteur - ici appuyés en pente douce contre un merlon, là adossés à un remblai, là encore épousant les contours d'une haie bocagère préservée - sont d'une parfaite discrétion. On ne pouvait espérer meilleure insertion dans le paysage.

Un coût raisonnable et maîtrisé

Nous l'avons vu, la satisfaction semble l'emporter auprès de la profession agricole, et si les risques de contentieux ne sont pas nuls tant que la période de garantie n'est pas achevée, on peut d'ores et déjà dire qu'ils seront très limités et les éventuelles indemnités correspondantes également réduites.

Cette démarche a évidemment un coût pour le maître d'ouvrage.

La rémunération propre de l'entreprise sur ce poste représente environ 5 % du montant du marché, s'élevant à 125 millions de francs TTC.

Ce coût n'est pas négligeable mais reste très raisonnable, d'autant plus que la mise à disposition de dépôts proches et d'accès directs avec le chantier a eu, comme on pouvait s'y attendre, un impact positif sur les prix unitaires de terrassements. Globalement, le coût d'exploitation des dépôts représente moins de 1,5 % du montant global de l'opération, elle-même modérément coûteuse (470 millions pour 19,5 km et trois échangeurs, soit un coût kilométrique de 24 millions).

D'autre part, le coût est maîtrisé – la rémunération de l'entreprise étant fixée par le marché – et reste dans les coûts d'objectifs fixés dans le projet de 1994.

Si la dépense inhérente à l'exploitation méthodique des dépôts est nouvelle par rapport aux opérations routières antérieures, elle reste tout à fait pertinente puisqu'elle participe à l'effort fait en faveur de la protection de l'environnement – naturel et humain – en diminuant sérieusement les risques de mauvaises surprises et les surcoûts correspondants.

ENGLISH SUMMARY

A 84 motorway in the Ille-et-Vilaine region Management of surplus material deposits in agricultural zones

A. Carmouët

On one of the sections of the A 84 motorway in France's Ille-et-Vilaine region, earthmoving operations led to a large surplus of non-utilisable cuttings. The use of these stocked surplus materials on land outside of the right of way had three-fold implications for the Ille-et-Vilaine DDE, namely agricultural, landscaping and economic. A determined approach was used:

A protocol defining the deposit zone selection procedure, the technical methods for the preparation and reinstatement of lands suitable for cultivation, and the compensatory system signed with professional agricultural organisations;

Each deposit zone involved a landscape insertion project and supervision by the landscaper during the works;

Technical methods were contracted with the earthworks contractor.

The assessment, following the works appears to be positive on the whole: the interests of farmers are protected, the insertion of the deposits in the landscape successful, and operating costs are under control.

DEUTSCHES KURZREFERAT

Die Autobahn A 84 im Departement Ille-et-Vilaine Verarbeitung überschüssigen Aushubs in einem landwirtschaftlich genutzten Umfeld

A. Carmouët

In einem Abschnitt der durch das Departement Ille-et-Vilaine verlaufenden Autobahn A 84 hatte sich im Anschluß an die Erdarbeiten nicht wiederverwendbarer Aushub in beträchtlichem Umfang ergeben. Die Deponierung dieses Überschusses auf Grundstücken außerhalb des Autobahnbereichs stellte für die Raumordnungsbehörde des Departements Ille-et-Vilaine eine dreifache Herausforderung in landwirtschaftlicher, landschaftsgestalterischer und wirtschaftlicher Hinsicht dar. Die Vorgehensweise wurde bewußt und gezielt gewählt:

- mit den landwirtschaftlichen Genossenschaften wurde ein Protokoll mit der Festlegung des Auswahlverfahrens für die Deponierungszonen und der technischen

Bedingungen zur Vorbereitung und zur Wiederherstellung der bebaubaren Flächen sowie ein Abkommen über die Entschädigungsmodalitäten unterzeichnet,

- jedes Deponierungsgebiet war Gegenstand eines Projekts der landschaftlichen Einfügung und einer ständigen Beobachtung durch den Landschaftsarchitekten während der Ausführung;

- die technischen Bedingungen sind über die Auftragserteilung vertraglich fixiert worden. Nach Abschluß der Arbeiten ergibt sich insgesamt eine positive Bilanz: die Interessen der Landwirte sind gewahrt, die Lagerstätten sind erfolgreich in die Landschaft eingebunden, die Kosten der Maßnahmen sind beherrschbar.

RESÚMEN ESPAÑOL

Autopista A 84 en Ille-et-Vilaine Gestión de los depósitos de materiales excedentarios en zona agrícola

A. Carmouët

Los movimientos de tierras llevados a cabo en una de las secciones de la Autopista A 84 en Ille-et-Vilaine han arrojado un excedente importante de residuos no utilizables. El vertido de estos excedentes en depósitos, fuera de las zonas correspondientes a la autopista representan para la Dirección departamental de Obras Públicas de Ille-et-Vilaine un triple reto agrícola, paisajístico y económico. Se ha puesto así en aplicación un enfoque resueltamente positivo :

- un protocolo, por el cual se define el procedimiento de selección de las zonas de depósito, las modalidades técnicas de preparación y de rehabilitación de las zonas cultivables. El régimen de indemnización correspondiente fue firmado conjuntamente con las organizaciones profesionales agrícolas ;

- cada zona de depósito ha dado lugar a un proyecto de inserción en el paisaje y de un seguimiento por el paisajista durante las obras ;

- las modalidades técnicas han dado lugar a un acuerdo contractual con la empresa responsable de los movimientos de tierras por aplicación de las condiciones de la contrata.

El balance, una vez finalizadas las obras, se presenta globalmente positivo : el interés de los empresarios agrícolas se ha salvaguardado, la inserción de los depósitos en el paisaje ha constituido un verdadero logro y los costes de la operación no han sobrepasado los límites del proyecto.

L'autoroute des Estuaires

Section Coulvain - Guilberville

La section Coulvain-Guilberville de l'autoroute des Estuaires Caen/Rennes constitue le dernier tronçon du Calvados de l'A 84. Elle comprend la section courante (2 x 2 voies), 2 échangeurs (l'un à Coulvain, l'autre à Saint-Ouen-des-Besaces) et deux aires de repos (l'une à Saint-Jean-des-Essartiers, l'autre à Cahagnes). C'est la structure de chaussée dite "inverse" qui a été retenue par la DDE du Calvados pour réaliser ce chantier : un procédé qui permet de supprimer les fissures transversales inhérentes aux matériaux traités au ciment. A travers ses filiales, le groupe Générale Routière, a été omniprésent sur le chantier de l'autoroute A 84 : Guintoli a réalisé les terrassements et la couche de forme, Arbex a construit les fossés béton, la Carrière de La Roche Blain a fourni les matériaux pour les couches de forme et chaussées, l'agence Routière Morin de Deauville a exécuté les travaux de télétransmission et Routière Morin Grands Travaux, titulaire du marché chaussées, a réalisé les couches de chaussées. Cette dernière a mis en place 60 personnes sur le site et des moyens très importants.

Au total, sur l'ensemble du chantier, 210 000 t de sable traité, 250 000 t de GNT et 162 000 t de produits bitumineux ont été mis en œuvre, sans compter les 2500 ml de fossés béton extrudé exécutés en accotements. Neuf mois au lieu de vingt-et-un ont suffi pour construire les 17 km de chaussées de l'A 84 pour le compte du ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement et du Tourisme.

Le tronçon Coulvain - Guilberville est le dernier maillon du Calvados de la liaison Caen - Rennes, dite autoroute A 84 des Estuaires. Cette opération s'inscrit dans le long tracé autoroutier de l'ouest de l'Europe, qui rejoindra les pays du Bénélux au sud de l'Espagne. Les travaux confiés par la DDE du Calvados, maître d'œuvre, à l'entreprise Routière Morin adjudicataire du marché Chaussées, ont débuté au mois de mai 1997. Ils comprenaient l'exécution :

- ◆ des chaussées (couches de fondation procédé anti-fissures de base et de roulement) ;
- ◆ des accotements (B.A.U. et bermes) ;
- ◆ de caniveaux, de cunettes ;
- ◆ du réseau de télétransmissions.

Ceux-ci concernaient la section courante de l'autoroute, sur 17 km, les bretelles des échangeurs de Coulvain et Saint-Ouen-des-Besaces et, les aires de repos de Saint-Jean-des-Essartiers et Cahagnes. Pour l'ensemble de ces travaux, la société Routière Morin aura réalisé :

- ◆ la fabrication et la mise en œuvre de sable traité au liant hydraulique (STLH) en couche de fondation : 210 000 t ;
- ◆ la mise en œuvre de grave recomposée humidifiée (GRH) en couche anti-fissures : 100 000 t ;
- ◆ la fabrication et la mise en œuvre de grave bitume (GB) en couche de base : 122 000 t ;
- ◆ la mise en œuvre de grave non traitée (GNT) en accotement : 150 000 t ;
- ◆ la fabrication et la mise en œuvre de béton bitumineux (BB) en couche de roulement : 40 000 t ;
- ◆ l'assainissement : (construction en béton extrudé de cunettes coulées en place : cunettes 2500 ml) ;
- ◆ le réseau de télétransmission sur 17 km.

Les différentes techniques (sable traité - GRH - enrobés) ont toutes été élaborées à partir de ma-

ériaux locaux éloignés de moins de 50 km du chantier.

■ "ANTICIPATION" : LE MAÎTRE MOT DU CHANTIER

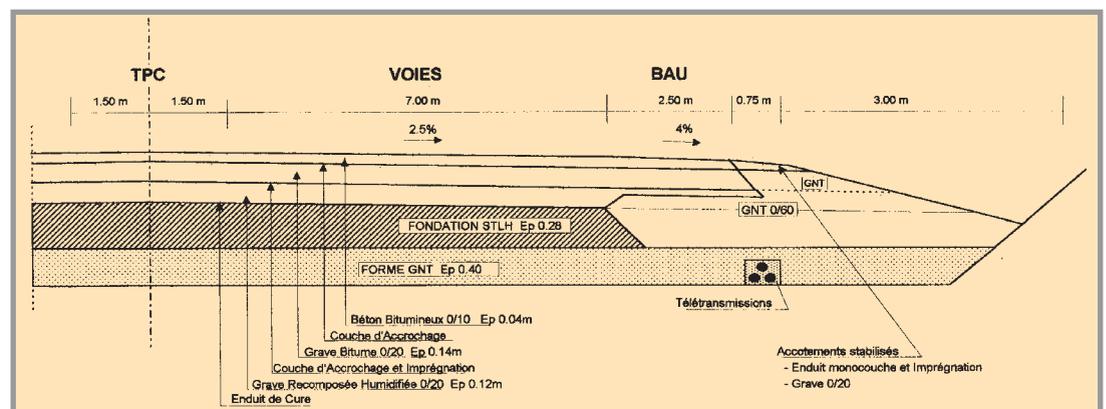
Le planning de base prévoyait 21 mois de travaux pour la réalisation des chaussées de l'autoroute A 84 entre Coulvain et Guilberville. Cependant, la volonté commune du maître d'œuvre et de l'entreprise Routière Morin d'optimiser chaque passage et d'anticiper les interventions et problèmes susceptibles d'être rencontrés, a permis de réduire ce délai à 9 mois ! Bien que la mise en œuvre d'une structure inverse soit délicate en période automnale, dans la région Normande (sensibilité de la GRH aux intempéries), les travaux ont été menés avec professionnalisme et célérité grâce aux effectifs mobilisés (60 personnes en période de pointe), mais aussi grâce aux équipements modernes mis en œuvre (centrales mobiles, finisseur grande largeur, autograde).

En étroite relation avec le maître d'œuvre, les différents phasages de travaux ont été étudiés très tôt, par l'entreprise Routière Morin, pour optimiser l'ensemble des ateliers de mise en œuvre de toutes les techniques.

C'est ainsi que la couche de GRH a pu être rapidement recouverte (2 jours après mise en œuvre et contrôles) par la couche de base, la protégeant ainsi efficacement des intempéries.

Les centrales mobiles de fabrication étant installées sur les aires de repos de la section courante, un excellent phasage a permis de respecter le délai de cure de la couche de fondation, tout en assurant la continuité de l'alimentation du chantier en matériaux traités.

Figure 1
Coupe de chaussée en section courante
Typical pavement section



Estuaires A 84

Yves Deniel
ITPE
Subdivision ETN1 du Calvados

Yvon Schaller
RESPONSABLE TECHNIQUE
Routière Morin
Grands Travaux Nord

Frédéric Caron
DIRECTEUR DE TRAVAUX
Routière Morin
Grands Travaux Nord

■ LA STRUCTURE DE CHAUSSÉE EN SECTION COURANTE

En section courante, la structure de chaussée adoptée par la DDE du Calvados est une structure dite "inverse" (figure 1). Le principe de cette technique consiste à interposer, entre une structure souple à base d'enrobés en couche de base et une plate-forme rigide en matériau traité au liant hydraulique, une couche de matériaux naturels en grave recomposée humidifiée (GRH).

La structure est donc composée de 4 couches ayant chacune un rôle fonctionnel spécifique :

- ◆ une couche de fondation de 28 cm d'épaisseur en matériau traité au liant hydraulique, constituant une plate-forme rigide ; elle a pour objet de réduire les contraintes sur le sol et d'assurer par ailleurs aux couches supérieures un support de faible déformabilité ;
- ◆ une couche de matériau en grave naturelle 0/20 parfaitement calibrée de 12 cm d'épaisseur, qui a pour fonction d'éviter la remontée des fissures consécutives aux phénomènes de retrait de la couche de fondation traitée au ciment ;
- ◆ une couche de base de 14 cm d'épaisseur de grave bitume ;
- ◆ une couche de roulement de 4 cm constituant la couverture bitumineuse assurant les qualités d'uni et d'étanchéité.

■ LA COUCHE DE FONDATION EN SABLE TRAITÉ AU LSUR

La couche de fondation, mise en œuvre sur une plate-forme classée PF 2 dans sa grande majorité sur le tracé, a offert une assise rigide permettant un compactage convenable des autres couches sus-jacentes.

Par sa rigidité, le sable traité "absorbe" une partie des efforts verticaux. Les contraintes verticales ainsi transmises au support de chaussée sont très faibles. Les performances mécaniques du sable traité au liant spécial à usage routier sont tributaires du type de sable employé (granulométrie, propreté, forme) et du liant routier choisi (nature, dosage).

Les constituants

Les sables utilisés en technique routière sur ce chantier sont issus d'une procédure d'élaboration agréée. Ils sont obtenus après le concassage de

roches massives et possèdent des fuseaux de fabrication très étroits (granulométrie, propreté, teneur en eau).

Ce paramètre a permis l'utilisation d'un minimum de liant dans le mélange (4 %) tout en obtenant les performances mécaniques requises (classe D). Les sables utilisés provenaient des carrières :

- ◆ CRB (Carrière de la Roche Blain) à Fresney-le-Puceux (Calvados), du groupe Générale Routière, distante de 45 km du chantier. De nature quartzique, elle a fourni 138 500 t de sable ;

- ◆ de Fût, à 50 km au nord du chantier, dans la Manche (63 300 t de sable).

Classés en catégorie b, du fait de leur granulométrie, ainsi que de leur très bonne compatibilité avec le liant, ils n'ont pas nécessité l'apport d'un sable correcteur dans le mélange.

Le liant spécial à usage routier (LSUR) choisi était le Ligex. Fourni par Calcia, il est principalement constitué de laitier vitrifié de haut fourneau (90 %), de chaux vive et d'anhydrite (6 et 4 %). Ainsi, 8 400 t de Ligex ont suffi à traiter les 210 000 t de sable nécessaires à la réalisation de la couche de fondation. Approvisionné depuis Rombas (Moselle) par convoi ferroviaire à proximité de Caen, le Ligex était livré par camion-citerne sur le chantier, à raison de 250 t par jour.

La fabrication

La fabrication du sable traité au liant routier a requis l'utilisation d'une centrale de malaxage mobile de type SAM 804 BI de débit 800 t/h installée sur l'aire de repos nord (photo 1).



Photo 1
Centrale mobile de malaxage SAE Sam 804 BI (800 t/h)

Mobile sand treatment plant SAE Sam 804 BI of 800 t/h

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement et du Tourisme

Maître d'œuvre

DDE du Calvados

Entreprise

Groupe Générale Routière (Routière Morin, mandataire)

Entreprises sous-traitantes

- Arbex
- Routière Morin (agence de Deauville)



Photo 2
Niveleuse Caterpillar 14 G équipée
du système de guidage Agtek.
Réglage du sable traité
*Caterpillar 14 G grader equipped with
Agtek guiding system.
Levelling of treated sand*



Photo 3
Autograde de type Guntert-Zimmerman
équipé du système de guidage Agtek.
Découpe de la GRH
Guntert-Zimmerman autograde at work



La mise en œuvre

- L'atelier était composé pour :
- ◆ les approvisionnements : de semi-remorques,
 - ◆ le réglage des matériaux traités : d'un chargeur Caterpillar 966 ;
 - ◆ le réglage : d'une niveleuse Caterpillar 14 G équipée du système de guidage Agtek (photo 2) ;
 - ◆ le compactage : de compacteurs vibrants type classe V4 et de compacteurs à pneus type Caterpillar PS 500 classe P2 (5 t par roue) ;
 - ◆ l'épandage : d'une répandeuse (émulsion ECR

65) et d'un gravillonneur. Ainsi, plus d'un kilomètre par jour de couche de fondation par sens de circulation, ont été mis en œuvre.

■ LA COUCHE ANTI-REMONTÉE DE FISSURES EN GRH

La couche granulaire en 0/20, de faible épaisseur (12 cm) est confinée par les couches liées. La GRH est choisie pour résister à l'attrition et avoir un module intrinsèque élevé afin de limiter la déformation de la couche en grave bitume.

Les constituants et la fabrication

La grave 0/20 a été reconstituée à partir de trois coupures 0/2, 2/6 et 6/20 de nature grès feldspathique. Classée CIIIb, elle provenait de la carrière de Mouen à Verson (14). Elle a été fabriquée à l'aide d'une centrale de marque SAE et de débit 400 t/h située sur le site de la carrière. Distant de 25 km, elle a permis de fournir 3 500 t de GRH par jour avec, en moyenne, une teneur en eau moyenne égale à 6 %.

La mise en œuvre

- La mise en œuvre a nécessité l'emploi :
- ◆ de semi-remorques pour l'approvisionnement ;
 - ◆ de niveleuses de type Caterpillar 14 G équipées du système de guidage Agtek pour le pré-réglage ;
 - ◆ de compacteurs vibrants et à pneus (de classes V4 et P2) ;
 - ◆ un autograde de type Guntert-Zimmerman équipé du même système de guidage, pour le fin réglage (photo 3).
- La faible épaisseur (12 cm), les difficultés d'ajustement de la teneur en eau optimale par rapport aux conditions climatiques, les cadences élevées (1,5 km/j), ont été des contraintes pour garantir en permanence une compacité de qualité Q1 et un nivellement à ± 15 mm. Afin de conserver la qualité, un enduit de protection (monocouche) était chaque jour réalisé.

■ BITUME 0/20

Les constituants

La grave bitume de granularité 0/20 était constituée de matériaux de nature grès précambrien en provenance des carrières de Vaubadon (Calvados), distante de 48 km du chantier. Les coupures de granularité 0/2, 2/6 et 6/20 ont été approvisionnées sur l'aire de repos sud à raison de 4 000 t par jour. Le bitume de 35/50 provenait de la raffinerie Port-Jérôme de la société Esso.

Tableau I
Résultats des mesures
d'uni longitudinal
au CAPL 25
sur couche de roulement
*Results of longitudinal
evenness measurements
with the CAPL 25 profile
analyser on wearing course*

Seuils CAPL 25	4	8	13
% des valeurs inférieures au seuil (mesurées sur la section)	96,6 %	99,5 %	100,0 %
% des valeurs à obtenir au minimum pour chaque seuil (CCTP)	55,0 %	90,0 %	100,0 %

La fourniture quotidienne de cinq porteurs a été nécessaire à la fabrication de la GB.

La fabrication

L'étude de formulation de la GB 0/20 a été réalisée par le LRPC de Rouen. Les performances mécaniques spécifiées dans le marché ont été atteintes : la GB 0/20 Vaubadon était de classe 2. Une centrale mobile Ermont de type TSM 25 Senior d'une capacité de 450 t/h installée sur l'aire sud a été utilisée (photo 4). La cadence moyenne de fabrication était de 3500 t/j.

La mise en œuvre

Les granulats de la carrière de Vaubadon ont de bonnes caractéristiques mécaniques (LA = 14 - MDE ≈ 15). Ils ont de plus, un pouvoir frottant qui ne facilite pas leur compactage. C'est pourquoi la mise en œuvre de 14 cm de GB 0/20 a nécessité l'utilisation :

- ◆ d'un finisseur grande largeur de type Vögele S 2500 équipé d'une table HPC. Celui-ci était guidé par une poutre de 21 m ;
- ◆ d'un finisseur de type Vögele S 1800 à table extensible au niveau des bretelles de diffuseur, ce qui a permis de réaliser un joint longitudinal "chaud" ;
- ◆ des compacteurs vibrants relativement lourds (16 t) de type Dynapac CC 501.

Les spécifications demandées dans le cahier des charges en matière de compacité (vérifiées par le test statistique de Colin White) et d'uni ont été respectées sans difficultés.

■ LA COUCHE DE ROULEMENT BB 0/10

Les constituants

Les matériaux constituant le béton bitumineux de roulement de granularité 0/10 étaient de deux origines différentes : les carrières CRB pour la tranche ferme et Vaubadon pour la tranche conditionnelle. Les caractéristiques mécaniques sont comparables, à savoir, LA ≈ 13 - MDE ≈ 16. Les granulats composant la formule ont été fournis en deux coupures 0/2 et 6/10. Le bitume était identique à celui utilisé pour la grave bitume.

Fabrication et mise en œuvre

Les ateliers de fabrication et de mise en œuvre utilisés pour le BB de roulement sont identiques à ceux de la grave bitume. Néanmoins, deux caractères essentiels ont changé :

- ◆ une formule discontinue 0/2, 6/10 permettant l'obtention d'une hauteur au sable (HS) moyenne de 0,8 ;



Photo 4
Centrale mobile d'enrobage
TSM 25 senior (450 t/h)

*Ermont TSM 25 senior 450 t/h.
Mobile plant*

◆ l'utilisation d'un alimentateur forcé de type Franex qui a permis une alimentation en continu de l'enrobé dans le finisseur, favorisant l'homogénéité du matériau mis en œuvre et notamment la qualité de l'uni (photos 5 et 6).

Les spécifications demandées dans le cahier des charges en matière de compacité (vérifiée par le test statistique de Colin White), de rugosité (HS visée = 0,8) et d'uni, ont été respectées sans difficultés.

Nous trouverons dans le tableau I ci-joint le résumé des mesures réalisées au CAPL 25.

■ LE CONTRÔLE QUALITÉ

Pendant la période de préparation du chantier, un plan d'assurance qualité (PAQ) de type C, a été élaboré par Routière Morin et mis au point avec le maître d'œuvre et le contrôle extérieur (LRPC de Rouen). Le PAQ définissait les intervenants, l'organisation générale du chantier, les moyens en personnel et matériel et les procédures d'exécution et de contrôle. En cours d'exécution des travaux, celui-ci a été appliqué tant au niveau de la mise à disposition de professionnels de la construction autoroutière et de matériels de haute technicité, que dans la mise en place d'un contrôle intérieur rôdé à ce type de chantier. Les systèmes d'acquisition de données et d'automatisation des deux centrales ont permis d'affiner le contrôle interne de l'entreprise.

Le contrôle externe a pu être réalisé, pour sa partie analytique, grâce à la mise en place au niveau des centrales, d'un laboratoire de contrôle équipé spécifiquement pour chaque technique (matériau traité au liant hydraulique et enrobés).

L'excellente collaboration entre le laboratoire du maître d'œuvre et le personnel chargé du contrôle externe de la Routière Morin, a permis, selon un plan de contrôle bien défini :

- ◆ la réception des différentes fournitures (granulats, liant hydraulique, liants hydrocarbonés) ;
- ◆ le contrôle de fabrication et de mise en œuvre des matériaux élaborés.



Photo 5
Alimentateur
de finisseur Franex
Franex finisher feeder



Photo 6
Finisseur Vögele S 2500
avec sa poutre de guidage
pour le BB 0/10
*Vögele S 2500 finisher
with its guide beam
for 0/10 BC*



CONCLUSION

D'importants moyens humains et matériels mobilisés pour le chantier de l'autoroute A 84, ainsi que des conditions climatiques favorables, ont permis à Routière Morin Grands Travaux de réduire le délai d'exécution des chaussées de 21 à 9 mois. L'entreprise a installé sur le site une centrale de malaxage et une centrale d'enrobage modernes et fiables, aptes à répondre aux besoins quantitatifs et techniques d'une telle opération. Elle s'est également pourvue d'un finisseur muni d'une table grande largeur (1.1 m), à haut pouvoir de compactage, extensible avec cassure pour la B.A.U. Outre les moyens matériels mis en œuvre, cette accélération fut également possible grâce à la coordination avec Guintoli, mandataire du lot terrassement. Les sous-traitants et fournisseurs ont également participé efficacement au chantier de l'A 84. La Carrière de La Roche Blain a su livrer les quantités nécessaires de matériaux à fortes cadences. Routière Morin, agence de Deauville, a réalisé les travaux liés au réseau de télétransmission et l'assainissement des aires de repos en liaison permanente avec Routière Morin Grands Travaux. La société Arbex a exécuté les fossés béton à l'avancement de l'atelier d'enrobés.

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- Sable traité au liant hydraulique : 210 000 t
- GRH : 100 000 t
- GB : 122 000 t
- GNT (accotement) : 150 000 t
- BBM : 40 000 t

ENGLISH SUMMARY

The Motorway of the Estuaries (A 84) Coulvain-Guilberville section

Y. Deniel, Y. Schaller, Fr. Caron

The Coulvain-Guilberville section of the Motorway of the Estuaries (Caen/Rennes) constitutes the first section of the A 84 in the Calvados region. It includes the dual two-lane carriageway part, two interchanges (one at Coulvain, the other at Saint-Ouen-des-Besaces) and two rest areas (one at Saint-Jean-des-Essartiers, the other at Cahagnes). It was the so-called "inverse" pavement that was chosen by the DDE of the Calvados region for this project: a process that makes it possible to eliminate transverse cracking inherent in cement-treated materials. Through its subsidiaries, the Générale Routière group was omnipresent on the A 84 motorway site: Guintoli handled the earthworks and the subgrade; Arbex built the concrete ditches; Carrière de La Roche Blain provided the materials for the subgrade and pavements; the Routière Morin branch in Deauville took care of the teletransmission work and Routière Morin Grands Travaux, awarded the pavement contract, completed the pavement layers. The latter used 60 people on the site and very extensive resources.

In all, for the entire project, 210,000 t of treated sand, 250,000 t of untreated aggregate and 162,000 t of bituminous products were used, without counting the 2,500 m of extruded concrete ditches provided on the shoulders.

Nine months instead of 21 were needed to build the 17 km of pavement on the A 84 for the French Public Works, Transport and Housing Ministry.

DEUTSCHES KURZREFERAT

Die A 84, "Autobahn der Flußmündungen" Abschnitt Coulvain - Guilberville

Y. Deniel, Y. Schaller, Fr. Caron

Die Strecke Coulvain - Guilberville der "Autobahn der Flußmündungen" Caen/Rennes stellt den letzten Abschnitt der A 84 im Département Calvados dar. Sie beinhaltet die normale zweispurige Autobahnstrecke in beiden Richtungen, zwei planfreie Knoten (Ausfahrt Coulvain und Ausfahrt Saint-Ouen-des-Besaces) und zwei Rastplätze (bei Saint-Jean-des-Essartiers und bei Cahagnes). Die departementale Raumordnungsbehörde hat sich in diesem Zusammenhang für die sogenannte "umgekehrte" Struktur entschieden: mit diesem Verfahren können die den mit Zement aufbereiteten Baustoffen innewohnenden Querrisse verhindert werden. Mit ihren Tochtergesellschaften war die Unternehmensgruppe Générale Routière auf der Baustelle der A 84 allgegenwärtig: Guintoli hat die Erdarbeiten und den verbesserten Unterbau ausgeführt, Arbex hat die

Betongräben gebaut, der Steinbruch Carrière de La Roche Blain hat die Baustoffe für Unter- und Oberbau beigestellt, die Agence Routière Morin aus Deauville hat die Fernübertragungsleistungen erbracht und die Straßenbaufirma Routière Morin Grands Travaux, die mit der Erstellung der Fahrbahnen beauftragt war, hat die Fahrschichten gebaut. Das letztgenannte Unternehmen hat 60 Mitarbeiter auf der Baustelle beschäftigt und bedeutende Mittel aufgewendet. Insgesamt sind im Rahmen dieser Bauarbeiten 210 000 t aufbereiteter Sand, 250 000 t Mineralbeton und 162 000 t bituminöse Stoffe verarbeitet worden. Hinzu kommen noch 2500 Linearmeter extrudierte Betongräben für die Seitenstreifen.

Statt 21 Monaten waren nur 9 notwendig, um die 17 km Fahrbahn der A 84 für die Rechnung des Ministeriums für Raumordnung und Landesplanung, Verkehr und Wohnungsbau zu bauen.

RESÚMEN ESPAÑOL

La autopista de los Estuarios A 84 Sección Coulvain - Guilberville

Y. Deniel, Y. Schaller y Fr. Caron

La sección Coulvain - Guilberville de la autopista de los Estuarios Caen/Rennes, constituye el último tramo del Calvados de la autopista A 84. Este tramo consta de la sección corriente (2 x 2 canales) dos enlaces (uno en Coulvain y otro en Saint-Ouen-des-Besaces) y dos áreas de descanso (una en Saint-Jean-des-Essartiers y otra en Cahagnes). La Dirección departamental de Obras públicas del Calvados ha adoptado la estructura del pavimento denominado "inverso" para la ejecución de estas obras: se trata de un procedimiento que permite suprimir las fisuras transversales inherentes a los materiales tratados con cemento. Por medio de sus filiales, el Grupo Générale Routière ha ocupado un lugar predominante en las obras de la autopista A 84: Guintoli ha ejecutado los movimientos de tierras y la capa de coronación del terraplén y Arbex ha construido las cunetas de hormigón. La cantera de La Roche Blain ha suministrado los materiales para las capas de coronación de terraplén y pavimentos, la agencia Routière Morin, de Deauville ha ejecutado los trabajos correspondientes a los sistemas de teletransmisión y Routière Morin Grands Travaux, titular de la contrata de pavimentos, ha ejecutado las capas de los pavimentos. Esta última ha empleado a 60 personas en las obras, así como medios materiales sumamente importantes.

En total y para el conjunto de las obras ha sido preciso emplear: 210 000 t de arenas tratadas, 250 000 toneladas de gravas no tratadas y 162 000 t de productos bituminosos y ello sin tener en cuenta los 2 500 m lineales de cunetas de hormigón extruido ejecutados en los arcenes.

Nueve meses, en lugar de veintiuno, han sido suficientes para construir los 17 km de pavimentos de la autopista A 84 por cuenta del Ministerio de Obras Públicas de Francia.

Autoroute A 77

La déviation de Nevers

La RN 7, axe de communication historique supporte, de par l'importance de sa situation et de sa fonction, un trafic élevé malgré la mise en service récente de l'A 71, Paris - Orléans - Clermont-Ferrand. Par ailleurs, cet itinéraire se révèle hétérogène avec de nombreux changements de profils en travers (2 voies, 4 voies et 2 x 2 voies) et de nombreuses traversées d'agglomérations qui ralentissent le trafic de transit et apportent des nuisances aux riverains. Ce constat d'une infrastructure routière dangereuse et mal adaptée aux conditions modernes de circulation a conduit l'État, en 1989, à compléter les réalisations prévues dans le contrat État-Région du X^e Plan par un programme spécifique d'aménagement. Conformément au schéma directeur routier national, approuvé par le décret du 1^{er} avril 1992, la RN 7 est classée en autoroute entre Cosne - Cours-sur-Loire et Nevers Sud et en route express au sud de cette agglomération. L'aménagement de la RN 7 dans la Nièvre a trois objectifs majeurs : réalisation rapide du prolongement de l'autoroute Dordives - Montargis - Cosne - Cours-sur-Loire jusqu'à Nevers - Magny-Cours pour un désenclavement effectif de la Nièvre ; contournement du pôle urbain de Nevers pour résoudre les difficultés du trafic de transit dans leur traversée et satisfaire les enjeux sociaux, d'urbanisme et d'environnement de la ville ; améliorations de la sécurité des usagers et des riverains en particulier par les déviations d'agglomérations. La mise en service de la déviation de Nevers devrait être effective au 1^{er} juin 1998.

Jean-Claude Chaussat

DIRECTEUR DÉPARTEMENTAL DE L'ÉQUIPEMENT

■ HISTORIQUE DES ÉTUDES ET PROCÉDURES

- ◆ 11 février 1991 : approbation ministérielle de l'avant-projet de la déviation de Nevers ;
- ◆ mi-1991 : enquête d'utilité publique ;
- ◆ 10 décembre 1991 : arrêté préfectoral déclarant d'utilité publique les travaux de la déviation de Nevers ;
- ◆ 1992 : enquête parcellaire ;
- ◆ 20 septembre 1995 : décret classant – entre autres sections – la déviation de Nevers dans la catégorie des autoroutes.

■ LIBÉRATION DES EMPRISES

L'emprise a porté sur une superficie de 200 ha et a touché 215 propriétaires. Deux commissions intercommunales d'aménagement foncier (C.I.A.F.) ont été constituées, optant pour un aménagement foncier avec exclusion d'emprises pour la partie située au nord de la Loire et avec inclusion d'emprises pour la partie située au sud de la Loire. Deux protocoles portant sur des modalités techniques (clôtures, drainage, réseaux hydrauliques, occupations temporaires) et financières (valeurs vénales

des terres agricoles et indemnités) ont été conclus respectivement par le maître d'ouvrage et la direction des Services fiscaux avec l'association de défense des expropriés ruraux et la Chambre d'Agriculture. Les accords amiables ont représenté 95 % des propriétaires concernés. La totalité des exploitants touchés par le projet ont traité à l'amiable avec le maître d'ouvrage.

Quelques chiffres : aménagement foncier avec exclusion d'emprise (6740 F/ha), avec inclusion d'emprise (3630 F/ha). Le montant total du chapitre Acquisitions foncières est de 26 millions de francs.

Campagne de prospection archéologique

Sous la responsabilité du Conservateur régional de l'Archéologie, l'association pour les Fouilles Archéologiques (A.F.A.N.) a mené fin 1992, une opération de diagnostic qui a déterminé d'une part, les zones archéologiquement sensibles et d'autre part, les secteurs qui devaient faire l'objet de fouilles de sauvetage avant travaux. L'ensemble des données recueillies par l'A.F.A.N. lors de la réalisation en 1993 des fouilles de sauvetage sur trois sites a permis de détecter un habitat gallo-romain du I^{er}

Gaston Point

CHEF DU SERVICE GRANDS TRAVAUX
RN 7
DDE de la Nièvre

Gilles Cartoux



CHEF DE LA SUBDIVISION
ÉTUDES ET TRAVAUX
NEUFS N° 1
DDE de la Nièvre

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

État - DDE 58

Maître d'œuvre

DDE 58 - Service Grands Travaux

Bureaux d'études

- Setra
- Cete de Lyon, Autun (ouvrages d'art, terrassements, chaussées), Clermont-Ferrand (RAU, signalisation de direction, signalisation d'animation touristique)
- Service technique de la navigation maritime et des transmissions de l'Équipement Réseau ROCADE
- CDES, DDE 58
- M. Mazas, paysagiste coordonnateur
- M. Heydacker, paysagiste d'opération
- M. Barbier, architecte ouvrages d'art
- M. Benezech - SDA
- Mme Videau, architecte aire de repos
- S.E.E.E., études hydrauliques
- Carex Environnement



Figure 1
Plan de la déviation
de Nevers
Nevers
diversion plan



Photo 1
Pont sur la Loire
Bridge over the Loire

► siècle après J.-C., un habitat ou une halte médiévale, une zone artisanale couvrant la période du bronze final au Hallstatt, un habitat et une zone artisanale couvrant la période du premier âge de fer.

Déplacement des réseaux

Le déplacement des réseaux souterrains ou aériens, voire leur renforcement ou leur protection, a représenté une charge relativement lourde tant du point de vue technique que financier (17 millions de francs).

DESCRIPTION DU PROJET

Longue de 18 kilomètres, la déviation de Nevers (figure 1) se développe à l'est de l'agglomération. Ses caractéristiques répondent aux prescriptions de l'ICTAAL pour une référence de 100 km/h.

Caractéristiques du projet

Tracé en plan : rayon minimal 600 m ; profil en long : angle rentrant 8000 m, angle saillant 8000 m, déclivité maximale 4,6 % sur 475 m.

Profil en travers type

La largeur de la plate-forme est de 23,50 m. La section courante comporte 2 chaussées unidirectionnelles de 7 m, un terre-plein central de 3 m de largeur, deux accotements de 3,25 m chacun comportant une bande d'arrêt d'urgence de 2,50 m.

Diffuseurs

Quatre points d'échanges ont été réalisés : au nord avec la RN 7 actuelle ; au nord-est avec la RD 977 (liaison Nevers - Auxerre par Clamecy) ; à l'est avec la RN 81 (liaison Nevers - Macon par Decize) ; au sud avec la RD 976 (liaison Nevers - Bourges) et la RD 13 (liaison Nevers - Decize).

Ouvrages d'art

Vingt-quatre ouvrages d'art ont été construits dont l'ouvrage de franchissement de la Loire d'une lon-



Photo 2
Terrassements section OA6 - OA7
Earthworks on section OA6 - OA7

gueur de 420 m (photo 1) et 23 ouvrages d'art courants (sept passages supérieurs, trois passages inférieurs franchissant des voies ferrées, sept passages hydrauliques dont deux ouvrages de décharge en Val de Loire).

Équipement annexe

Aire de repos.

TERRASSEMENTS - ASSAINISSEMENTS

Les terrassements

Les premières études réalisées en 1986 ont fait apparaître la complexité de la géologie et la diversité des sols rencontrés sur le site à savoir : des argiles, des marnes bleues, des plaquettes calcaires, des blocs rocheux calcaires et des limons (photos 2 et 3). Une zone du Val de Nièvre présentait des sols compressibles. La définition du profil en long a principalement été guidée par la nécessité d'élever un remblai important dans le Val de Nièvre et dans le Val de Loire afin de protéger l'autoroute des risques de crues, ainsi que de réaliser des déblais au nord et au sud de la section pour rechercher l'équilibre du mouvement des terres. Malgré l'abaissement du projet et l'élargissement de la plate-forme du déblai le plus important dit de la "Grange Quarteau", le déficit de matériaux était de 1 050 000 m³, sans compter les risques d'aléas qui pouvaient survenir avec les argiles et les marnes dont le taux de réutilisation en remblai serait directement fonction des conditions climatiques. Deux grandes tendances sont apparues pour résoudre la question du déficit : la première consistait à imaginer la création d'un plan d'eau dans le Val de Loire pour extraire sur place les 650 000 m³ de graves alluvionnaires nécessaires au remblai ; la seconde était de rechercher l'opportunité d'un gisement de plaquettes calcaires existant en terrains privés, à proximité de la zone limoneuse. Des accords ont d'ailleurs été conclus avec les propriétaires des terrains pour extraire les plaquettes calcaires et les substituer au fur et à

mesure par les limons tout en rétablissant les terrains de culture initiaux. Le projet de plan d'eau a rapidement été abandonné en raison de l'extrême sensibilité du site naturel du Val de Loire. La seule issue qui restait alors, non sans incidence financière, et qui a été adoptée en 1994, a été de conclure un marché de fourniture de matériaux calcaires avec une carrière située à 15 km du sud de Nevers. Le volume total de déblais réalisés a été de 2 580 000 m³. Par ailleurs, les limons ont pu être réutilisés pratiquement en totalité sous leur forme naturelle. Quinze mille mètres cubes ont été traités au liant hydraulique routier en raison des conditions climatiques et 110 000 m³ d'argile ont été traités à la chaux. L'option de l'emprunt en propriétés privées a donc été abandonnée. Quelques chiffres :

- ◆ déblais mis en remblais : 2 580 000 m³ ;
- ◆ matériaux d'apport : 650 000 m³ ;
- ◆ matériaux pour couche de forme : 400 000 m³.

Traitement des eaux

Le tracé du contournement de Nevers par l'ouest franchit perpendiculairement le Val de Nièvre et le Val de Loire, dont l'intérêt et la réputation au plan de la qualité de la réserve en eau nous a amené à prendre d'innombrables précautions en regard de la protection qualitative et quantitative du milieu récepteur, des contraintes hydrauliques et de la protection de la ressource en eau.

La protection qualitative et quantitative du milieu récepteur

L'enjeu est de piéger la pollution chronique et le cas échéant, la pollution d'origine accidentelle. Les dispositions techniques retenues pour atteindre cet objectif ont consisté à réaliser la solution désormais classique, à savoir un réseau de collecte étanche des eaux de ruissellement provenant de l'ensemble de la plate-forme et de les diriger par un réseau également étanche, vers des bassins équipés de déshuileurs avant rejet dans le milieu naturel. Au total, 14 bassins ont été construits pour 18 km de voie. Ces bassins ont également une fonction hydraulique puisqu'ils font office de tampons permettant de calibrer le débit de fuite à 10 ou 20 l/s selon la capacité de l'exutoire. Tous les bassins sont revêtus d'une membrane étanche qui est elle-même recouverte de terre végétale disposée sur un système alvéolaire de retenue. Cette technique permet d'éviter le vandalisme et procurer une meilleure intégration paysagère.

Les contraintes hydrauliques

Une première étude de prédimensionnement des ouvrages dans cette zone réalisée dès 1986, complétée par la suite par un calcul de répartition des débits de la Loire sur la base de la crue centennale qui représente un débit de 4 500 m³/s, a permis



Photo 3
Terrassements
section OA22 - OA23
*Earthworks
on section OA22 - OA23*



Photo 4
Val de Loire.
Fosses d'entonnement
et fossés stockeurs
*Val-de-Loire.
Funnelling pits
and stocking ditches*

de déterminer l'impact de la crue exceptionnelle au droit des ouvrages. Les conclusions des différentes études sur le sujet ont conduit à prévoir, en plus du gabarit du pont sur la Loire de 420 m d'ouverture, deux ouvrages de décharge d'une ouverture de 50 m sur les ruisseaux de Gougnière et du Crot de Savigny. Des fosses d'entonnement ont été aménagées (photo 3) au droit de ces deux ouvrages pour réduire la vitesse de l'eau ainsi que des protections de piles en enrochement pour éviter les affouillements.

Il faut ajouter à ce dispositif la réalisation d'une base drainante constituée de blocs rocheux en base du remblai pour faciliter la percolation de l'eau d'un côté à l'autre de l'autoroute en cas de crue et ainsi réduire la pression de l'eau sur le remblai en période de crue.

La protection de la ressource en eau

Le tracé de la déviation de Nevers traverse le périmètre de protection éloigné des captages en eau potable de la ville de Nevers. L'étude hydrogéologique s'est traduite par la construction de fossés stockeurs trapézoïdaux et bilatéraux sur une longueur de deux kilomètres environ dans toute la traversée du lit majeur représentant une capacité de stockage de 72 000 m³ (photo 4).

L'étanchéité des fossés est assurée par une membrane en polyéthylène haute densité de 2 mm d'épaisseur protégée par un voile en béton armé



Photo 6
Aire de stockage
Stockyard



Photo 5
Etanchéité
des fossés stockeurs
*Waterproofing
of stocking ditches*



Photo 7
Couche de roulement
BBTM 0/6
*0/6 very thin asphalt
wearing course*



de 10 cm d'épaisseur (photo 5). La continuité des fossés au droit des fosses d'entonnement est assurée par deux siphons en fonte de 80 m de longueur d'un diamètre de 1,00 m, dont les pièces de raccords ont été spécialement construites pour les besoins du chantier. Ces siphons ont été posés dans la nappe phréatique. Des vannes de fermeture équipent tous les bassins afin d'isoler toute pollution accidentelle. Enfin des clapets anti-retour ont été installés en fond de fossé pour éviter leur déjaugage par remplissage automatique en cas de crue. Une canalisation de diamètre 250 mm construite en siphon en raison des contraintes de niveau, assure le rejet des fossés en Loire, après traitement des hydrocarbures, à 2,5 km à l'aval des puits de captage.

■ CHAUSSÉES

La construction des chaussées a fait l'objet d'un marché spécifique, unique pour l'ensemble de l'opération comprenant les approvisionnements de granulats, la réalisation des chaussées de la section courante 2 x 2 voies et des échangeurs, les derniers travaux de rétablissements de communications, l'aire de repos et les terrassements des raccordements des extrémités nord et sud avec la RN 7. Une aire de stockage et de fabrication de 10 ha environ a été préalablement équipée d'un embranchement ferré pour permettre l'approvisionnement des 400 000 t de granulats (photo 6). Les approvisionnements ont été assurés à raison de 3 trains par jour soit 4 000 t, à partir de quatre carrières situées dans la Nièvre et dans l'Allier. La structure de chaussée de la 2 x 2 voies a été dimensionnée pour un trafic T_0 , celle des échangeurs pour un trafic T_2 localement renforcée pour le passage de la circulation de la RN 7 en phase pro-

visoire de chantier. L'épaisseur totale de matériaux hydrocarbonés appliqués sur la 2 x 2 voies est de 40,5 cm qui se répartit ainsi à partir de la couche de forme :

- ◆ 13 cm de graves bitume classe 3 ;
- ◆ 10 cm de graves bitume classe 2 ;
- ◆ 10 cm de graves bitume classe 2 ;
- ◆ 5 cm de BB discontinu de liaison 0/10 ;
- ◆ 2,5 cm de BBTM discontinu 0/6.

La première couche de graves bitume a été appliquée avec un finisseur dont la table a été asservie à un ordinateur de bord guidé par rayon laser pour respecter scrupuleusement les cotes du projet. Cet équipement a d'ailleurs démontré son efficacité puisque les objectifs d'uni du marché ont été atteints dès cette première couche. Les deux couches suivantes, ainsi que le BBL 0/10 ont été appliquées avec un guidage par poutre mobile. Le BBTM 0/6 a été appliqué vis calées. Il faut ajouter que le marché exigeait l'utilisation d'un alimentateur mobile de type Franex avant le finisseur pour éviter la ségrégation des matériaux et éviter les ruptures d'alimentation qui influencent très nettement les résultats d'uni (photo 7).

■ ÉQUIPEMENTS

Réseau d'Appel d'Urgence (RAU)

Le RAU de la déviation de Nevers comprend dix couples de postes d'appels d'urgence (PAU), 1 poste de centralisation des appels, 1 système d'interrogation à distance et 18 km de câbles fibre optique. L'ensemble des accès aux PAU a été conçu en appliquant les dispositions de la nouvelle réglementation (norme XP 99-253).

Signalisation d'animation

La signalisation d'animation permettra aux usagers de découvrir huit thèmes constituant une indiscutable devanture pour la région traversée, à savoir :

- ◆ Nevers : la cathédrale Saint-Cyr et Sainte-Julitte, le pont sur la Loire, le Palais Ducal et la faïencerie, (figure 2) ;
- ◆ Guérigny : la forge et la forêt des Bertranges ;
- ◆ Decize : le nautisme et les halles ;
- ◆ La Machine : la mine ;
- ◆ Apremont-sur-Allier : le village, le château et le parc floral ;
- ◆ Bec d'Allier : le pont-canal du Guétin et le Bec d'Allier ;
- ◆ Magny-Cours : le circuit automobile.

■ AMÉNAGEMENTS PAYSAGERS

Compte tenu de l'ordonnancement mis en place dès 1991, les principes de terrassements précé-

nisés par le paysagiste chargé d'une mission de coordination paysagère de Cosne - Cours-sur-Loire à Roanne, n'ont pu être totalement adaptés au projet. Nous avons pu néanmoins définir les structures du programme de "paysagement" à partir des documents résultant de la cartographie de la coordination paysagère de l'exploitation des photographies aériennes couleur au 1/10 000^e, complétées par des relevés de terrain et de végétation. Les aménagements paysagers seront réalisés avant la mise en service. L'entreprise assurera l'entretien des plantations et accessoires pendant une durée de quatre ans avec garantie de reprise.

■ AIRE DE REPOS

La surface consacrée à cet aménagement est de 7 ha. La façade de l'aire de repos est isolée de la 2 x 2 voies par un modelé de terrain aux lignes souples, en élévation par rapport au niveau de l'aire de stationnement permettant ainsi aux usagers de découvrir la ville de Nevers et le Val de Loire. L'aire de repos offre une zone de stationnement pour 16 poids lourds et 50 voitures particulières, organisée autour de blocs sanitaires centraux. L'aire de pique-nique, ombragée, sera équipée de mobiliers d'usage ainsi que de jeux de plein air. Les aménagements paysagers de l'aire de repos restent sobres, à l'image de l'environnement champêtre pour mieux se fondre dans le site.

■ HYGIÈNE - SÉCURITÉ

De 1992 à 1995, le conseiller en prévention a assuré, outre le secrétariat du collège interentreprises d'hygiène et sécurité (CIHS), une mission d'analyse de la méthodologie de mise en œuvre permettant de détecter les risques et bien sûr d'y remédier. A ce titre, il a exercé un contrôle permanent de façon à ce que les entreprises respectent les mesures de prévention prescrites par la réglementation, le CIHS, et celles inscrites dans le PHS établi par ses soins. Puis, en application de la loi du 31 décembre 1993, le coordonnateur Sécurité Protection de la Santé (SPS) a veillé à ce que les principes généraux de la prévention soient effectivement mis en place aussi bien lors de la phase de conception que de celle relative à la réalisation. Ainsi vingt-sept réunions CIHS - CISS ont été organisées avec la participation des entreprises, des représentants du personnel, de l'inspection du travail, de la CRAM et de l'OPPBT. Quelques réunions ont par ailleurs été organisées à chaque période importante, afin de permettre aux services de secours, de la Police et de la Gendarmerie de reconnaître les possibilités d'accès aux

PRINCIPAUX POSTES	91	92	93	94	95	96	97	98
Approbation Projet								
DUP / arrêté préfectoral								
Enquête parcellaire / arrêté de cessibilité								
Acquisitions amiables								
Acquisitions par expropriation								
Remembrement								
Déplacement des réseaux								
Ouvrages d'art								
Terrassements / Assainissements / Couche de forme								
Rétablissement de communication								
Chaussées section courante et échangeurs								
Equipements								
Aménagements paysagers								
Plan de secours								
MISE EN SERVICE								01-jun

Tableau I
Ordonnancement
Scheduling

chantiers. La déviation de Nevers aura nécessité 750 000 heures de travail. A ce jour, 10 accidents (5 sur chantiers terrassements et 5 sur chantiers ouvrages d'art) et 300 jours d'arrêt de travail ont été recensés.

■ ORDONNANCEMENT

Voir tableau I.

■ COÛT DE L'OPÉRATION

Le coût de l'opération devrait être de l'ordre de 765 millions de francs soit 42,5 millions le kilomètre dont :

- ◆ terrassements y compris assainissement et couche de forme (13,6 millions) ;
- ◆ ouvrages d'art (11,8 millions) ;
- ◆ chaussées (7,3 millions) ;
- ◆ mesures en faveur de l'environnement comprenant remembrement, patrimoine culturel, protection de la qualité des eaux, aménagements paysagers, protections phoniques (3,3 millions).

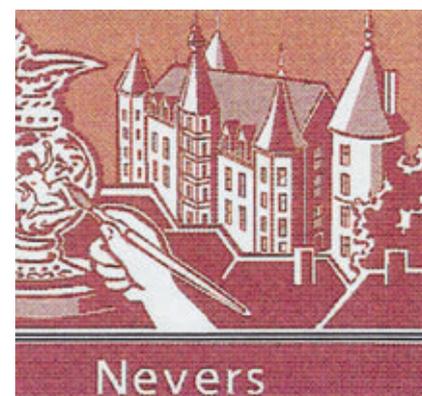


Figure 2
Signalisation d'animation
sur les thèmes du Palais Ducal
de Nevers et de la faïencerie

Tourist signs on the themes
of Nevers' Palais Ducal
and earthenware

► ■ CONCLUSION

La mise en service de la déviation de Nevers aura à l'évidence des conséquences significatives sur la vie quotidienne des Neversois. Dès la mi-1998, le linéaire des sections aménagées à 2 x 2 voies sera porté à 46 km entre Cosne - Cours-sur-Loire et Nevers Sud, ce qui devrait induire à court et moyen terme des effets bénéfiques, notamment dans les domaines des transports, des activités économiques, et du tourisme.

LES ENTREPRISES INTERVENANTES

- Dalla Vera
- Richard Ducros
- Société Forézienne d'Entreprises et de Terrassements
- Cochery-Bourdin-Chaussé
- Civad
- Colas Sud-Ouest
- Miro
- Guintoli
- DTP
- Roland
- Sade
- Duc et Preneuf
- Engazonnement Industriel
- Matos
- Girod
- Lacroix Signalisation
- Signature
- Somelec
- Beaufils
- Parc départemental - DDE 58
- Morini
- SCR
- Guillermin
- Techroba - Enrobex
- Satma
- CS Route / Simeet
- Société Nivernaise de Prestations
- Canalisateurs du Centre
- Pleuchot
- Spie Trindel

ENGLISH SUMMARY

**Motorway A 77
The Nevers diversion
(Nièvre region)**

G. Point, G. Cartoux

In accordance with the national highway master plan, highway RN 7 was classified as a non-concessionary motorway between Cosne - Cours-sur-Loire and Nevers Sud.

The Nevers diversion, 18 km long, falls within the framework of a specific development programme amounting to FF2 billion financed entirely by the State with the exception of works undertaken in connection with plan contracts and worth FF410 million. The design and execution of the works on this diversion were carried out with the constant aim of successful insertion within the environment and the protection of sensitive zones against pollution. The authors report the perfect osmosis between the different players which, before commissioning, enabled the completion of the landscaping works and the tourist-oriented signing intended to enhance the tourist value of the region.

This commissioning, scheduled before the summer of 1988, will give the Nièvre region a motorway section of almost 50 km.

DEUTSCHES KURZREFERAT

**Die Autobahn A 77
Umgehung von Nevers
(Département Nièvre)**

G. Point, G. Cartoux

Gemäß dem nationalen Rahmenplan für Straßenbau ist die Nationalstraße RN 7 zwischen Cosne - Cours-sur-Loire und Nevers Sud in die Kategorie der Autobahnen ohne Konzessionsvergabe eingeordnet worden.

Die 18 km lange Umgehung von Nevers gehört zu einem spezifischen Raumordnungsprogramm über einen Betrag von 2 Milliarden franz. Francs, das, mit Ausnahme von Gestaltungsmaßnahmen für 410 Millionen FF im Rahmen der Planverträge, zu 100% vom Staat finanziert wird. Bei Konzeption und Ausführung der Arbeiten für diese Umgehungsstraße stand immer die Bemühung um eine gelungene landschaftliche Einbindung und um den Schutz sensibler Bereiche vor möglicher ökologischer Beeinträchtigung im Vor-

dergrund. Die Verfasser des Artikels weisen besonders auf die Osmose zwischen den einzelnen Akteuren hin, dank derer vor der Verkehrsübergabe landschaftsgestalterische Maßnahmen und Hinweisschilder zur Aufwertung der durchquerten Region realisiert werden können.

Durch die für den Frühsommer 1998 geplante Verkehrsübergabe wird das Département Nièvre über eine knapp 50 km lange Autobahnstrecke verfügen.

RESÚMEN ESPAÑOL

Autopista A 77. La variante de Nevers (Nièvre - Francia)

G. Point y G. Cartoux

De conformidad con el esquema rector viario nacional, la carretera nacional RN 7 se ha clasificado como autopista no concedida, o sea sin peaje, entre Cosne - Cours-sur-Loire y Nevers Sur. La variante de Nevers, de una longitud de 18 km se sitúa en el marco del programa específico de acondicionamiento de un importe de 2 000 millones de francos, totalmente a cargo del Estado, salvo diversos acondicionamientos que han estado a cargo, a razón de 410 millones de francos, de los contratos de plan. El proyecto y la ejecución de las obras de esta variante se han llevado a cabo con el constante afán de lograr su inserción en el entorno natural y asimismo, proteger las zonas vulnerables contra la contaminación. Los autores hacen hincapié respecto a la perfecta osmosis de los acondicionamientos del paisaje y de la señalización de animación destinada a valorizar la región atravesada.

Su puesta en servicio, que debería intervenir antes del verano de 1998, permitirá al departamento del Nièvre disponer de una sección de autopista de cerca de 50 km.

L'autoroute A 710

Un chantier d'hiver en Auvergne

La construction de l'antenne autoroutière de Lussat sur l'A 710 permettra une liaison directe entre l'autoroute A 71 et A 72 actuelle (A 72 sera nommée A 89 dans le futur). Son tracé a une orientation géographique ouest-est, sur une longueur de 7,4 km. Il a pour origine le nœud autoroutier de Clermont-Ferrand Nord et se raccorde directement à l'est de la barrière de péage des Martres d'Artières (A 72). La difficulté majeure de ce chantier vient de la période (novembre, décembre, janvier, février) à laquelle sont exécutés les travaux, confiés à Screg Grands Travaux. En effet, réaliser des GRH, grave-bitume et autre béton bitumineux de roulement à des périodes aussi hivernales relève quelque peu de la gageure.

■ PRÉSENTATION DU CHANTIER

Cette antenne autoroutière est située en totalité dans le Puy-de-Dôme, sur les communes de Clermont-Ferrand (photo 1), Gerzat, Malintrat, Lussat et des Martres d'Artières. Ce tronçon autoroutier aura comme concessionnaire la Société des Autoroutes du Sud de la France (ASF) et le district d'exploitation sera situé à Thiers. Les travaux confiés à Screg Grands Travaux comprennent la réalisation des couches de grave non traitée (GNT), grave reconstituée humidifiée (GRH), grave-bitume (GB) et béton bitumineux (BB), les assainissements de surface (cunettes béton, caniveaux à fente) et les réseaux divers de la section courante et du nœud autoroutier, plus les travaux de VRD du point d'appui. Ces travaux représentent les tonnages suivants :

- ◆ Grave Non Traitée 0/31,5 : 21 600 t ;
- ◆ Grave Reconstituée Humidifiée : 41 800 t ;
- ◆ Grave Bitume base : 35 000 t ;
- ◆ Béton Bitumineux roulement : 26 000 t.

■ STRUCTURE

Le profil en travers est réalisé de la façon suivante :

- ◆ terre-plein central de 3 m sur les 2/3 du tracé ;
- ◆ terre-plein central de 5 m sur le 1/3 du tracé ;
- ◆ largeur de chaussée 11,50 m à 12,50 m.

La structure de la chaussée se présente ainsi :

- ◆ couche de roulement BB : 7 cm ;
- ◆ couche de base GB : 11 cm ;
- ◆ couche de réglage GRH : 10 cm ;
- ◆ couche de fondation en accotement et TPC 0/31,5 : 21 cm.

■ PARTICULARITÉS DU CHANTIER

La difficulté majeure de ce chantier vient de la période à laquelle sont exécutés les travaux (novembre, décembre, janvier, février). En effet, il est peu commun de réaliser des GRH, grave-bitume et autre béton bitumineux de roulement à des périodes aussi hivernales. Fort heureusement, les conditions météorologiques n'ont pas atteint la rigueur qu'elles ont fréquemment à cette époque dans cette région. Sur ce chantier, les points d'exécution délicate sont :

- ◆ la réalisation du raccord sur le nœud autoroutier (photo 2) comprenant cinq bretelles, dont une où l'on doit réaliser les remblais ainsi que la couche de forme dans un planning de déviation de circulation ;

- ◆ le raccord sur A 72.

La couche de réglage en GRH 0/14 a débuté le 23 octobre 1997, avec une cadence moyenne de fabrication/mise en œuvre de 3000 t/jour. Ce qui est, compte tenu des journées très courtes et des intempéries, une cadence honorable dans un délai de chantier restreint. Si la fabrication et la mise en œuvre proprement dites de cette couche se sont déroulées sans problème, il n'en reste pas moins que des difficultés de compactage sont apparues après le cycle de gel/dégel avec l'obligation de reprendre certaines zones après coup.

La couche de grave-bitume a, quant à elle, démarré le 29 octobre 1997. Il n'y a pas eu de problèmes particuliers liés à celle-ci. Sa mise en œuvre sur une couche de GRH 0/14 récente et agressée par les intempéries a donné lieu à des inquiétudes vis-à-vis de l'uni et du compactage des bords de couches, en raison des déformations ponctuelles de la couche sous-jacente. Mais les résultats

Eric Milliat
DIRECTEUR DE TRAVAUX
Screg Grands Travaux

Christophe Brunerie
RESPONSABLE QUALITÉ
Screg Grands Travaux



Photo 1
Vue de Clermont-Ferrand
View of Clermont-Ferrand



Photo 2
Echangeur avec A 71
Interchange with A 71

Photo 3
Poste d'enrobage
TSM 25
TSM 25 m
mixing plant



finisseurs et à appliquer de la vibration (4 passes), pour assurer le niveau de compacité requis. Ce compromis a permis de répondre aux exigences souhaitées.

A cette saison, le plus préjudiciable pour les enrobés en dehors des intempéries comme la pluie ou la neige, a été sans conteste le vent, surtout lorsqu'il est orienté au nord/nord-est. Ce dernier empêche la bonne mise en température des pneus et de ce fait dégrade l'état de surface du BB, par l'agglomération de fines sur les bords des pneus, qui se redéposent sur la couche. L'aspect rainuré à cause des pneus ne peut être effacé par les compacteurs vibrants. Les cadences moyennes réalisées sur ce chantier "d'hiver" sont les suivantes :

- ◆ GRH 0/14 de réglage : 3000 t/ jour ;
- ◆ GB 0/14 de base : 3000 t/jour ;
- ◆ BB 0/14 de roulement : 2000 t/jour.

■ MOYENS DE RÉALISATION

La réalisation des travaux a demandé un matériel important, autant en fabrication qu'en mise en œuvre, afin de maintenir les rendements et les délais.

Matériel de fabrication

Il comprend :

- ◆ une centrale de malaxage de 600 t/h, pour la fabrication de la GRH ;
- ◆ un poste d'enrobage type TSM 25 de 400 t/h, pour la fabrication de la grave-bitume et du béton bitumineux de roulement (photo 3).

Matériel de mise en œuvre

A la demande du maître d'œuvre, la GRH a été mise en œuvre à l'autograde (photos 4 et 5) en section courante, afin d'obtenir un uni conforme aux spécifications. Les BAU et TPC en 0/31,5 ont demandé un atelier de type niveleuse + compacteur. La grave-bitume et le béton bitumineux ont été posés au finisseur grande largeur, précédé d'un alimentateur en continu et guidé sur poutre (photo 6). La plupart du matériel provient de Screg Sud-Est. Le fait de disposer d'une agence Screg à proximité a de plus, permis de réaliser certaines tâches ponctuelles et a facilité la gestion de certains engins sur site.

■ LES MATÉRIAUX

Les matériaux entrant dans la composition des différentes couches de chaussées proviennent de carrières autour de Clermont-Ferrand :

- ◆ couche de réglage en GRH 0/14 : 0/2, 0/4, 4/10 et 10/14 : matériaux concassés basalte de

IDENTIFICATION DES MATERIAUX			MASSE VOLUMIQUE DES MATERIAUX			
GRANULOMETRIE	NATURE	PROVENANCE	ESSAI N° 1	ESSAI N° 2	ESSAI N° 3	MOYENNE
GNT 0/31,5	Basalte	Fougerousse	2,897	2,9	2,902	2,900
0/2 c	Basalte	SBS DURTOL	2,858	2,834	2,877	2,856
4/10 c	Basalte	SBS DURTOL	2,871	2,851	2,857	2,860
0/4 c	Granite	RICHARD St Just	2,663	2,665	2,681	2,670
4/10 c	Granite	RICHARD St Just	2,768	2,754	2,753	2,758
10/14 c	Granite	RICHARD St Just	2,719	2,722	2,707	2,716
0/4 c	Tuf rhyolitique	CERF Vensat	2,676	2,674	2,67	2,673
4/10 c	Tuf rhyolitique	CERF Vensat	2,706	2,677	2,674	2,686
10/14 c	Tuf rhyolitique	CERF Vensat	2,657	2,663	2,665	2,662

Tableau I
Masses volumiques
des matériaux
dans l'huile
de paraffine
Density
of materials
in paraffin oil



d'analyse, tant en compacité qu'en uni, ont rassuré l'entreprise et le maître d'œuvre. En effet, sur une structure dans laquelle on ne trouve que deux couches d'enrobés à appliquer, il est primordial d'avoir un support le plus régulier possible, pour garantir les exigences du marché en termes de compacité et d'uni.

En ce qui concerne la couche de roulement en béton bitumineux 0/14 semi-grenu, la fabrication a donné lieu à une adaptation du mélange granulométrique, de manière à répondre aux critères de compactage ainsi qu'à ceux de rugosité.

A l'origine du marché, cette couche aurait dû être compactée uniquement à l'aide de compacteur à pneus de type P2 (5 t/roue). Mais les conditions climatiques nous ont contraints à réduire l'espacement du matériel de compactage, derrière les



Photo 4
Application de la GRH avec l'autograde
Application of RHGM with the autograde

Photo 5
Application de la GRH
Application of RHGM

Durtol ;

- ◆ couche de base en GB 0/14 : 0/4, 4/10 et 10/14 : matériaux granitiques concassés de Saint-Just-en-Chevalet ;

- ◆ couche de fondation (BAU) en GNT 0/31,5 : basalte de Châteaugay ;

- ◆ couche de roulement : 0/4, 4/10 et 10/14 : matériaux concassés - tuf rhyolitique de Vensat.

Les masses volumiques des matériaux figurent dans le tableau I. Les stocks ont été constitués et contrôlés pour le compte du maître d'œuvre. Dans le cadre du système-Qualité, Screg a procédé à l'identification préalable des matériaux, en vue de leur acceptation avant le démarrage des études de formulation.

■ LA GESTION QUALITÉ

Ce chantier est régi par un Plan Assurance Qualité de type C, articulé en trois parties.

Généralités

Elles regroupent la grille de révision du PAQ, l'organigramme qualité, le nom et le rôle des différents intervenants, la codification des documents, la maîtrise des achats de fournitures, la maîtrise des équipements de contrôle, la description des installations et des travaux à réaliser, la terminologie des termes-qualité, la description du contrôle intérieur, le traitement des non-conformités, les différents points-clés et points d'arrêt et les fiches-types (agrément, non-conformité, levée de points d'arrêt...).

Procédures administratives

Elles garantissent la "traçabilité" des documents émis et reçus et l'archivage des documents.



Photo 6
Mise en œuvre de la GB avec l'alimentateur et la poutre
Placing a bitumen-treated base with the feeder and the beam

Procédures d'exécution et de contrôle

C'est la partie non figée du PAQ. Chaque phase de travaux (exemple : étalonnage de centrale ou transport et mise en œuvre de grave bitume) fait l'objet d'une procédure qui définit les objectifs, les moyens, la méthodologie, les contrôles et les spécifications.

Pour mener à bien cette mission Qualité, Screg a mis en place un laboratoire basé sur l'aire de fabrication avec deux techniciens, ainsi qu'une cellule topographique pour les implantations et réceptions des différentes couches.

Toutes les pièces sont archivées ou centralisées

Chantier A710		SUIVI DE LA FABRICATION					Date	12-jan	
Groupement SCREG GTX SCREG Sud-Est		BETON BITUMINEUX 0/14					OUVRAGE :		
Fiche de Suivi F05-04		Autoroute A710 Liaison A 71 - A 72					Semaine 3		
PARTIE D'OUVRAGE :		Couche de Roulement							
I) Suivi de la Centrale :									
Poste : TSM 25									
Emploi du Temps:									
Heure de Mise en route				8h30					
Heure d'arrêt				14H30					
Démarrage		9h20	12h43	15h19					
Arrêt		12h10	14h33	15h22					
Durée totale de la journée				8H00					
Durée de la Production				6h10					
Tonnage Produit				1886,8					
Consommations :									
Stock Initiale	Filler	Stock J-1	Réception	Conso. Jour	Nouveau Stock	Bouclage %	Théorique %	% Stock Restant	
15261	Bitume 35/50	0	79,38	71,7	8	3,95	4,00		
7711	Sable 0/4	85,753	102,04	101,659	86,134	5,69	5,70	32,9	
12088	Gravillon 4/10	5738,5	719,3	5019,2	48,29	40,00	23,00	29,4	
	Gravillon 10/14	2677,1	4484,5	593,2	3891,3	33,23	33,00	32,2	
II) Suivi de la Fabrication :									
Nombre de Prélèvement :									
Tamis (mm)	20	14	12,5	6,3	2	0,08	% Liant	Surface Spécifique	Module de Richesse
Théorique	100	96,3	88,9	55,7	32,7	7,5	5,70		3,51
Moyenne	100	96,2	89,2	55,7	31	7,5	5,7		3,52
Ecart-type		2,121	5,233	3,253	0,778	0,141	0,311		
Maximum		97,7	92,9	58	31,5	7,6	5,92		3,65
Minimum		94,7	85,5	53,4	30,4	7,4	5,48		3,4
Seuil Maxi				58,7	34,7	8,3	5,95		
Seuil Mini				52,7	30,7	6,7	5,45		3,3
Conformité			oui	oui	oui	oui			
III) Observation :									
CONTRÔLE INTERNE		CONTRÔLE EXTERNE		CONTRÔLE EXTERIEUR		MAITRE D'OUVRE			
DATE :	12-jan	DATE :	12-jan	DATE :		DATE :			
NOM :	BOUVIER	NOM :	BRUNERIE	NOM :		NOM :			
VISAS :		VISAS :		VISAS :		VISAS :			

Figure 1
Fiche type
de suivi
de fabrication
de GB 0/14
Standard sheet
for checking
the manufacture
of 0/14 BTB

Chantier A710		SUIVI DE LA MISE EN OEUVRE					Date	12-jan
Groupement SCREG GTX SCREG S-E		BETON BITUMINEUX SEMI GRENUS					OUVRAGE :	
Fiche de Suivi F08-04		Autoroute A710 Liaison A 71 - A 72					Semaine 3	
PARTIE D'OUVRAGE :		Couche de Roulement						
I) Suivi de l'Application :								
Météo :		Températures :		Mise en Oeuvre :		Atelier :		
Beau	Matin	4		Nord	Sud	1 Finisseur 2500		
Couvert	Après-midi	12		Pr Départ	230	1 Finisseur Extensible		
Pluie				Pr Fin	202	2 PS 500 + 1 PS300		
						2 CC501 + 1 BW202		
Tonnage	1900,4		Surface	10500		Epaisseur		
				7,73				
II) Contrôle de la mise en Oeuvre :								
	Réception	Réception Pv n°216	Planche de Référence	Référence Etude n°				
Masse Volumique In-Situ du BBR		2,299	2,32	M.V.R :				
Etendue	Maximum	2,361	2,376	2,462				
	Minimum	2,265	2,243	Masse Volumique Duriez :				
Ecart-type		0,028	0,038	2,282				
Compacité du Béton Bitumineux		93,4	94,2	Compacité Duriez				
Etendue	Maximum	95,9	95,5	92,7				
	Minimum	92	91,1	Compacité PCG à 80 Girations				
Ecart-type		1,15	1,532	92,7				
Indice de vide de la Grave Bitume	100	6,5	5,8	Indice de Vide à 80 Girations				
Nombre de valeurs		20	30	7,3				
Indice de Vide Seuil de Refus	<92%	<92%						
III) Jugement de la Mise en Oeuvre :								
TEST DE COLIN-WHITE								
Verdict		Critères						
CONFORME		cas 1	cas 2	cas 3				
VALEUR DE I U I	1,223	I U I < 1,96	1,96 < I U I < 2,58	I U I > 2,58				
IV) Observations :								
Conforme au sens de la norme : 100 % des valeurs comprises entre 92 et 98%								
CONTRÔLE INTERNE		CONTRÔLE EXTERNE		CONTRÔLE EXTERIEUR		MAITRE D'OUVRE		
DATE :	12-jan	DATE :	12-jan	DATE :		DATE :		
NOM :	VAILLANT	NOM :	BRUNERIE	NOM :		NOM :		
VISAS :		VISAS :		VISAS :		VISAS :		

Figure 2
Fiche type de suivi
de mise en œuvre
de GB 0/14
Standard sheet
for checking
the laying
of 0/14 BTB

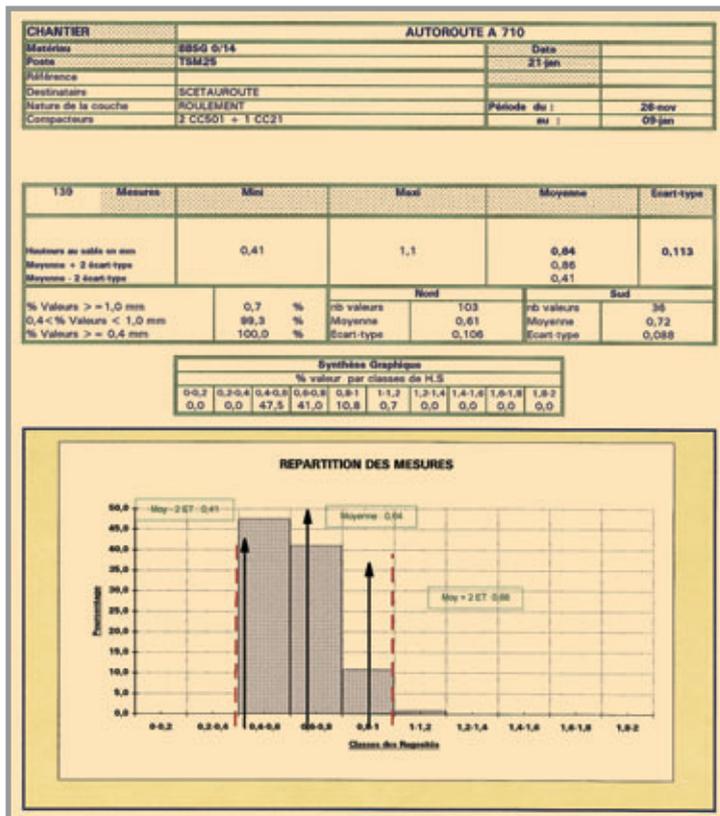


Figure 3
Synthèse
de rugosité
Roughness
synthesis

▶ dans les bureaux de chantier par le responsable du contrôle externe (figures 1 et 2).

Contrôles en place

Les principaux chiffres résultant des études et des contrôles se présentent comme suit.

GRH 0/14 - Couche de réglage

Étude

OPM = 2,30.

W = 7,7 %.

Chantier

Densité sèche moyenne : 2,304.

Compacité :

◆ moyenne + 2 écarts-types = 102,8 % ;

- ◆ moyenne - 2 écarts-types = 97,5 % ;
 - ◆ nombre de valeurs = 352.
- Uni APL 25 :
- ◆ seuil à 4 : 73 % ;
 - ◆ seuil à 8 : 92 % (spécification \geq 80 %) ;
 - ◆ seuil à 13 : 99 % (spécification : 100 %).

GB 0/14 - Couche de base

Étude

MVR = 2,511 g/cm³.

Compacité Duriez = 91,5 %.

Chantier

Compacité :

- ◆ moyenne : 93,3 % ;
- ◆ moyenne + 2 écarts-types = 95 % ;
- ◆ moyenne - 2 écarts-types = 91 % ;
- ◆ nombre de valeurs = 391.

Uni APL 25 :

- ◆ seuil à 4 : 93 % (spécification \geq 60 %) ;
- ◆ seuil à 8 : 99 % (spécification \geq 90 %) ;
- ◆ seuil à 13 : 100 % (spécification : 100 %).

BBR 0/14 - Couche de roulement

Étude

MVR : 2,46 g/cm³. Compacité Duriez : 92,7 %.

Chantier

Compacité :

- ◆ moyenne : 94,3 % ;
- ◆ moyenne + 2 écarts-types = 96,7 % ;
- ◆ moyenne - 2 écarts-types = 91,8 % ;
- ◆ nombre de valeurs = 124.

Uni APL 25 :

- ◆ seuil à 4 : 98 % (spécification \geq 75 %) ;
- ◆ seuil à 8 : 100 % (spécification \geq 95 %) ;
- ◆ seuil à 13 : 100 % (spécification : 100 %).

Rugosité : hauteur au sable (figure 3) :

- ◆ moyenne : 0,63 ;
- ◆ maxi : 1,1 ;
- ◆ mini : 0,41 ;
- ◆ nombre de valeurs : 43.

■ CONCLUSION

L'exécution de ce chantier dans cette région, à cette saison, constitue un peu une gageure. L'hiver a été, il faut le reconnaître, relativement clément. Néanmoins, c'est grâce à une organisation rigoureuse que la construction est devenue réalité et que la qualité visée a été obtenue.

ENGLISH SUMMARY

The A 710 motorway, a winter worksite in the Auvergne region

E. Milliat, Ch. Brunerie

The construction of the motorway extension of Lussat on the A 710 will provide a direct link between the A 71 and A 72 motorways (A 72 will be called A 89 in the future). Its route has a west-east geographical orientation along a distance of 7.4 km. It originates at the Clermont-Ferrand Nord motorway node and connects directly east of the Martres d'Artières toll station (A 72). The major difficulty of this project is the period (November, December, January, February) during which the works awarded to Screg Grands Travaux are carried out. In fact, placing a reconstituted hydraulic granular material (RHGM), a bitumen-treated base and another bituminous wearing course in such winter periods is somewhat of a challenge.

DEUTSCHES KURZREFERAT

Autobahn A 710: eine Winterbaustelle in der Auvergne

E. Milliat, Ch. Brunerie

Der Bau des Autobahnzubringers A 710 bei Lussat wird die Autobahnen A 71 und A 72 (letztere wird in Zukunft in A 89 umbenannt) direkt miteinander verbinden. Die Streckenführung verläuft über 7,4 km Länge von West nach Ost. Sie beginnt am Autobahnkreuz Clermont-Ferrand Nord und schließt sich im Osten direkt an die Mautstelle Martres d'Artières (A 72) an. Die Hauptschwierigkeit dieser von Screg Grands Travaux auszuführenden Arbeiten ist jahreszeitlich bedingt (November bis Februar) - der Einbau von Mineralstoffgemischen mit Benetzungstechnik, von mit Bitumen verfestigtem Mineralstoffgemisch und sonstigem Asphaltbeton für die Fahrbahnschichten zu derart winterlicher Zeit ist in der Tat ein recht risikoreiches Unterfangen.

RESÚMEN ESPAÑOL

Obras de invierno en Auvernia, en la Autopista A 710

E. Milliat y Ch. Brunerie

La construcción del ramal de autopista de Lussat, en la autopista A 710, permitirá un enlace directo entre la autopista A 71 y A 72 actual (la A 71 recibirá posteriormente la denominación de A 89). Su trazado presenta una orientación geográfica oeste-este sobre una longitud de 7,4 km. Tiene por origen el nudo de autopistas de Clermont-Ferrand Norte y se empalma directamente por el este de la estación de peaje de Les Martres d'Artières (A 72). La dificultad principal de estas obras se deriva del periodo (noviembre, diciembre, enero y febrero) en que se han llevado a cabo las obras, a cargo de Screg Grands Travaux. Efectivamente, ejecutar aplicaciones de gravas reconstituidas humidificadas, grava-betún y otros hormigones bituminosos en capas de rodadura en periodos tan invernales constituye una realidad que parece imposible de lograr.

Le contournement

Le Port Autonome de Strasbourg génère une intense circulation en particulier de véhicules poids lourds. De part sa situation géographique, enclavé entre le Rhin à l'est et l'agglomération à l'ouest les accès routiers sont relativement contraints. Le Port aux pétroles situé au nord de la zone portuaire subissait, de plein fouet, les effets de cette contrainte. En effet, le trafic de desserte passait presque obligatoirement par l'agglomération pour rejoindre les axes autoroutiers en traversant les quartiers d'habitation et induisant par-là même ces risques inhérents à ce type de circulation (véhicules citernes). L'objectif du contournement Est est donc d'amener le trafic directement sur les axes autoroutiers en créant :

- un nouvel ouvrage sur le canal de la Marne au Rhin d'une portée de 106 mètres ;
- une nouvelle voirie dans les emprises portuaires d'environ 2,5 km permettant de rejoindre pratiquement en ligne droite la RN 4 (axe France - Allemagne).

Photo 1
Les remblais d'accès.
Géotextile et mâchefers

*Access embankments.
Geotextile and slag*



■ LE PROGRAMME ÉTABLI PAR LE MAÎTRE D'OUVRAGE - LES OBJECTIFS

Le programme de réalisation du contournement Est dans sa totalité, c'est-à-dire liaison rue de Rouen - RN 4 en 2 x 2 voies a été estimé à 370 millions de francs y compris les ouvrages d'art, les acquisitions foncières, les déviations de réseaux (en particulier ferrés) et la maîtrise d'œuvre des études et travaux. Compte tenu du montant il devenait évident qu'un phasage s'imposait. Le maître d'ouvrage a décidé qu'une première phase reliant la rue de Rouen à la rue au Port du Rhin en 2 x 1 voie serait à réaliser le montant de l'opération était chiffré à 170 millions de francs (y compris toutes sujétions). En outre, la nouvelle voirie devait avoir un caractère urbain et non autoroutier et s'intégrer dans le paysage particulier qu'est le paysage portuaire et assurer les fonctions suivantes :

- ◆ première phase : (sur environ 2 km) :
 - la voirie à 2 x 1 voie entre la rue de Rouen et la rue du Port du Rhin,
 - les échanges entre la rue de Rouen dans toutes les directions,
 - le franchissement des voies de manœuvres de la SNCF,
 - le franchissement de la voie du quai Jacoutot,
 - le franchissement du canal de la Marne au Rhin,
 - les échanges avec la zone portuaire à la hauteur de la place Henry Lévy,
 - les échanges avec la rue du Port du Rhin,
 - rétablissement des lignes de protection des hautes eaux ;

- ◆ deuxième phase (non mise en œuvre à ce jour) :
 - liaison rue du Port du Rhin RN 4 en 2 x 2 voies,
 - mise à 2 x 2 voies de la voirie et des ouvrages de la première phase.

Le deuxième tronçon permettra à terme :

- ◆ le passage inférieur sous la rue du Port du Rhin en y associant tous les échanges de celle-ci avec le contournement Est ;
- ◆ le passage sous voies ferrées SNCF ;
- ◆ le raccordement par échangeur dénivelé à la RN 4 associé à l'échange complet entre cette dernière et le contournement Est.

Ce raccordement sera conçu de telle façon à permettre un prolongement du contournement Est vers le Sud avec un passage sous les voies ferrées de la liaison Strasbourg - Kehl (RFA) de façon à assurer à terme la liaison avec la rocade Est.

Un concours d'ingénierie et d'architecture a été lancé sur ces bases. Les solutions proposées par les quatre équipes admises à concourir devaient permettre la réalisation de l'opération, découpée en phases fonctionnelles comme indiqué plus haut, en particulier permettre le doublement de l'ouvrage de franchissement du canal dans des conditions optimales (figure 1).

■ LE PROJET RETENU

Les caractéristiques principales du projet retenu par le maître d'ouvrage, après l'examen des propositions remis pas les concepteurs sont les suivantes.

Echangeur avec la rue de Rouen (Port aux pétroles)

Cet échange se fera dans la première phase sous forme d'un giratoire à niveau. Cette solution permet de garder dans sa forme actuelle le carrefour quai Jacoutot rue de Rouen. La conception et la localisation de cet ouvrage (dans l'axe de la voirie) permettra son intégration dans la 2^e phase par la création d'une voie dénivelée. Le raccordement entre le pont et le giratoire se fait en première phase par la voie qui servira de bretelle d'accès au futur ouvrage dénivelé.

Les ouvrages de franchissement de la voie ferrée et du canal

Le projet initial du maître d'ouvrage prévoyait un ouvrage unique pour le franchissement de ces deux

Est de Strasbourg

obstacles ce qui, sur le plan architectural, induisait une symétrie qui pour ce type d'ouvrage prévu (poutre caisson) n'était pas gênante. Au vu des propositions faites par les concepteurs, le choix du maître d'ouvrage s'est porté sur un ouvrage de type bow-string moins traditionnel que celui envisagé et qui avait le mérite de sortir des sentiers battus. En effet, un ouvrage de ce type marque fortement le paysage par sa hauteur (flèche de 15 m) et s'intègre parfaitement dans un environnement à dominante industrielle.

Lorsqu'on retient un ouvrage de ce type, le respect de la symétrie s'impose, le concepteur proposa en toute logique de ne franchir que la brèche formée par le canal avec cet ouvrage et préféra franchir la voie ferrée avec un ouvrage cadre tout à fait classique et s'intégrant dans la rampe d'accès de l'ouvrage, le rendant quasiment invisible pour les usagers. Outre la valorisation esthétique, ce choix a permis de réduire considérablement la portée de l'ouvrage principal et par conséquent d'en réduire son coût.

Les échanges - Place Henry Lévy

L'objectif de l'aménagement étant non seulement d'assurer la desserte du Port aux pétroles mais également de permettre une meilleure accessibilité des industries installées sur le territoire du port autonome aux grands axes de communication, le projet du maître d'ouvrage prévoyait un échange à la hauteur de la place Henry Lévy. Dans la mesure où l'ensemble des aménagements prévus devaient avoir un caractère urbain, le concepteur propose la réalisation d'un carrefour à feux permettant d'organiser autour de ce carrefour tous les échanges aussi bien voitures particulières que poids-lourds ; les comptages ayant montré qu'un carrefour de ce type était en mesure d'absorber le trafic prévu tout en assurant une bonne fluidité sur l'axe principal.

Le raccordement sur la rue du Port au Rhin

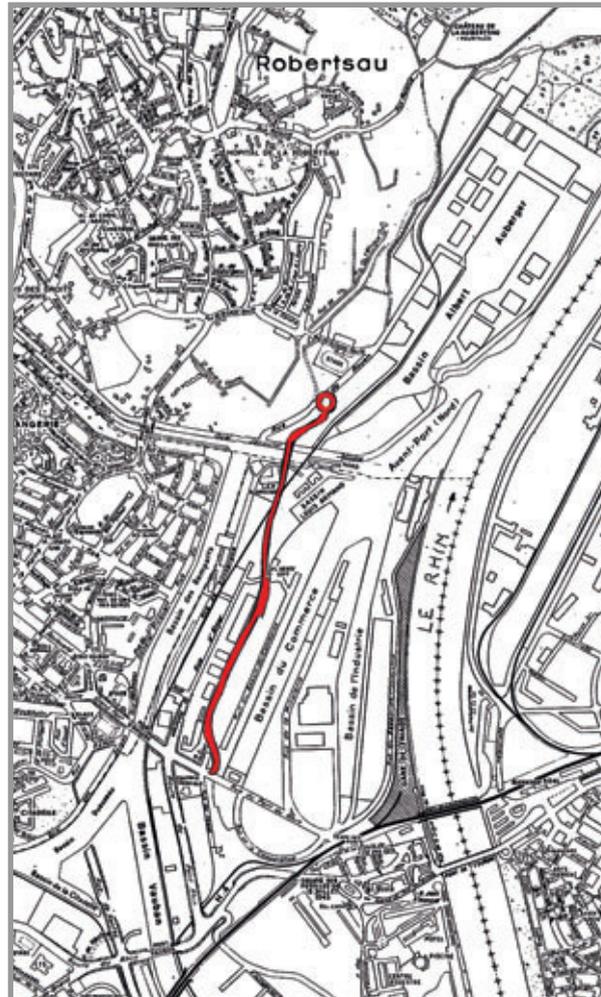
Avant de déboucher sur la rue du Port au Rhin, le tracé de la voirie s'infléchit en forme de baïonnette jusqu'à un carrefour à feux. Par cet artifice, la vitesse des véhicules est réduite avant de déboucher sur le carrefour ; en outre, les emprises pour la réalisation du passage souterrain sous la rue du Pont du Rhin dans une phase ultérieure, sont préservées.

La voirie

La voirie a été dimensionnée pour absorber un trafic de type TO.

Compte tenu de la géométrie du site les mouvements de terre sont peu importants. Cependant il a fallu amener sur site les remblais pour la réalisation des rampes d'accès à l'ouvrage sur canal. Le maître d'ouvrage qui dispose d'un stock important de mâchefers provenant de l'usine d'incinération des ordures ménagères souhaite voirie impose la valorisation de ces déchets ultimes.

L'analyse chimico-physique de ce produit a montré qu'une mise en œuvre ne pouvait se faire qu'en protégeant l'environnement, en particulier la nappe phréatique et les cours d'eaux (canal de la Marne au Rhin et bassins portuaires) contre d'éventuelles infiltrations. Au total plus 20 000 m³ de mâchefers (photo 1) ont ainsi pu être mis en œuvre grâce à un système de protection qui consis-



Frédéric Schnarr



INGÉNIEUR EN CHEF
Communauté Urbaine
de Strasbourg

Alain Gagey



DIRECTEUR DE PROJET
Scetauroute

Alain Spielmann



ARCHITECTE

Alfred Peter



PAYSAGISTE

Figure 1
Plan de situation
Location



Photo 3
Assemblage de l'ouvrage
rive sud
*Assembly of the structure
on the south bank*

tait à "emmailloter" le noyau de mâchefer avec d'une part, une nappe de géotextile sur ces faces latérales et d'autre part une couche anti-contaminante à la base, l'étanchéité en dessus étant assurée par le revêtement routier.

Afin de préserver les emplacements pour un élargissement ultérieur à 2 x 2 voies, le maître d'ouvrage a intégré dès le départ les espaces nécessaires entre la voirie 1^{ère} phase et la digue des hautes eaux. Cette dernière, pour les besoins du projet a dû être démolie et reconstruite plus à l'est. De plus elle bénéficie d'un traitement particulier dans la mesure où sa face a été non exposée à l'eau en cas de crue est constituée d'un mur vertical d'environ 1 m de hauteur, initialement prévu en bloc de grès des Vosges et finalement réalisée en gabions.

Les emprises pour la voirie en 2^e phase sont provisoirement engazonnées (engazonnement rustique).

Les équipements

Le mur anti-bruit

La présence du lycée de la Navigation au pied de la rampe d'accès et à proximité immédiate du pont imposait la construction d'un mur anti-bruit, aussi bien sur l'ouvrage que le long de la rampe d'accès côté sud-ouest. Pour des raisons d'intégration dans le site cet écran antibruit a été réalisé en bois. Le choix final du maître d'ouvrage s'est porté sur un mur en bois d'azobé.



Photo 2
L'ouvrage en place.
Le passage piétons
et cycles en cours
de montage
*The structure
in place. Pedestrian
and cycle paths
being completed*

L'éclairage

Les mâts d'éclairage de la voirie sont intégrés dans la digue de protection des hautes eaux. Leur disposition permettra également l'éclairage de la totalité de la voirie en 2^e phase.

L'ouvrage sur canal par ses dimensions importantes marque fortement ce paysage. Il a été peint en blanc et sur toute la longueur des arcs, un éclairage

spécifique souligne sa présence dès la tombée de la nuit.

Le traitement paysager

L'objectif est d'intégrer au mieux les ouvrages, pont et voirie au tissu existant. Cela se traduit par un aménagement simple et lisible avec comme objectif principal dans ce site portuaire, de ne pas masquer la vue sur l'eau. La végétation existante a été dans la mesure du possible sauvegardée. Dans le cadre de l'aménagement du contournement Est soixante arbres de différentes espèces ont été plantés.

■ L'INSERTION ARCHITECTURALE ET PAYSAGÈRE DES OUVRAGES DANS LE SITE

Le pont

Refuser la coupure urbaine est l'idée directrice qui sous-tend toutes les études menées dans le cadre de ce projet. A partir de l'analyse du site on relève deux points caractéristiques :

- ◆ les bassins portuaires ;
- ◆ les jonctions du canal de la Marne au Rhin et du canal du Rhône au Rhin.

Ce site est considéré comme porteur de futurs développements et il s'agira de le préserver au mieux. Le problème auquel il convient de répondre dans l'immédiat est celui du flux de camions en les canalisant sur un axe privilégié.

Cela nous conduit tout naturellement à un projet simple voire simplifié se traduisant par une large préservation de l'existant (seules quelques bâtisses vétustes seront démolies) et par un franchissement du canal en une seule fois, les berges et les cours du canal n'étant pas touchés. Afin de conserver le champ de vision, l'ouvrage sera sans piles ni tympans. Les contraintes de navigation imposent en outre un tirant d'air d'une dizaine de mètres. Cela conduit à proposer un ouvrage avec poutres, le plus bas possible pour éviter les rampes trop longues, à structure en élévation, autrement dit, un pont du type bow-string. Les arcs sont parfaitement symétriques par rapport à l'axe du canal et seront visibles de loin et éclairés la nuit. Son originalité est marquée par :

- ◆ deux arcs (doublement de l'ouvrage possible avec adjonction d'un troisième arc) ;
- ◆ passage piétons-cyclistes couvert d'un côté de l'ouvrage seulement, d'où dissymétrie transversale, avec écran anti-bruit intégré dans la structure.

En conclusion, ce pont qui inaugure une nouvelle génération d'ouvrages avec belvédère laisse aux riverains toutes les vues existantes et vient accroître l'intérêt du site. Il permet, non seulement le passage des véhicules mais également par un traite-

ment adéquat des rampes, le franchissement du canal par les cyclistes et de piétons (photo 2).

Le paysage de la route

Etre en "phase" avec un site signifie à la fois :

- ◆ en saisir les caractéristiques marquantes et les utiliser pour éviter de plaquer un ouvrage dans un paysage. Le port est un lieu plat marqué par des bâtiments industriels dont certains sont remarquables. Le contournement Est ne les masque pas, il les met en valeur ;

- ◆ comprendre l'évolution de l'environnement et anticiper des mutations en les facilitant. Le Port Autonome avait réalisé une étude de développement précédant le projet de contournement Est. Cette étude a fixé les règles impératives pour permettre un développement industriel : réduire au minimum l'effet de coupures aussi bien au niveau des échanges que visuelles, et rétablissement d'une manière précise des rues existantes. On peut donc considérer ce projet comme un premier équipement parfaitement en harmonie avec les stratégies retenues par le Port Autonome.

Ce n'est donc pas un boulevard urbain planté généreusement, mais une route portuaire. L'assiette traitée, englobant un éventuel doublement, est large (plus de 60 m par endroit). Le ruban de bitume est incrusté dans une prairie à fleurs fauchée deux fois par an. Ce plateau est souligné par une digue de protection des hautes eaux en partie en gabions qui renforce l'effet d'horizontalité. Tous les éléments verticaux, lampadaires, jalonnement... ont été traités pour être les plus discrets possibles. Les plantations d'arbres-tiges ont été limitées aux "corrections visuelles" : cadrage sur les bâtiments remarquables, proches ou au loin, ou camouflage de bâtisses laides. La gestion de ces espaces s'inscrit dans une volonté de la Communauté urbaine de développer l'entretien extensif des espaces verts en privilégiant l'aspect "sauvage" en réduisant la fréquence des fauchages par exemple.

■ CONSTRUCTION DE L'OUVRAGE D'ART DE FRANCHISSEMENT DU CANAL

Particularités techniques de l'ouvrage d'art

Contexte général de construction

Les contraintes à respecter pour la mise au point du projet ont été nombreuses. Elles sont tout autant d'ordre technique, qu'écologique, phonique, architectural ou fonctionnel.

Contraintes de navigation

Le franchissement du canal de la Marne au Rhin à l'ouest des écluses nord du Port aux pétroles né-

cessite le respect d'un gabarit navigable de 9,30 m au-dessus des plus hautes eaux navigables (P.H.E.N. 135,80 m IGN), durant la phase d'exploitation et ce sur toute la largeur du plan d'eau. Toutefois, durant les phases de travaux, le service de la navigation a toléré une limitation du tirant d'eau à 7 m. Et des interruptions de trafic fluvial ont été possibles pendant la phase de lancement.

Gabarits routiers

Sur la rive nord comme sur la rive sud, respectivement côté quai Jacoutot et rue de Dunkerque, les gabarits routiers de 8,00 m de large pour 5,00 m de haut ont été maintenus.

Coupe transversale fonctionnelle de l'ouvrage

La contrainte principale à respecter réside dans la prise en compte, dès le début des études, des phases ultérieures des travaux. Les caractéristiques transversales de l'ouvrage devront donc permettre, dans leur configuration à 2 x 1 voie, d'envisager et de réaliser de manière simple et sans interruption de la circulation de première phase, la mise à 2 x 2 voies. Une piste cyclable ainsi qu'un passage piétons nécessitant une largeur utile de 3,40 m transitent sur l'ouvrage.

Contraintes phoniques

La mise en œuvre, sur la rive ouest de l'ouvrage d'un écran anti-bruit de 2,50 m de hauteur permet aussi bien de protéger le site du lycée de la Navigation, que d'assurer une plus grande tranquillité pour les usagers piétons ou cyclistes cheminant sur le pont.

Contraintes écologiques

Les eaux de ruissellement sur ouvrages seront récupérées en extrémités, évacuées vers des bassins de rétention traitées dans des débourbeurs et des séparateurs d'hydrocarbures puis rejetées dans le milieu naturel.

Description générale de l'ouvrage (photo 3)

Tracé en plan

L'axe général du contournement Est de Strasbourg est dans son franchissement du canal de la Marne au Rhin, perpendiculaire à l'axe du canal et en alignement droit.

Structure longitudinale

La longueur totale de l'ouvrage entre axes des appareils d'appuis est de 102,80 m. Celle entre les axes des joints de chaussées est de 104,60 m. Le profil en long du tablier est situé sur une parabole de rayon 3000 m ; son sommet est situé dans l'axe de l'ouvrage. L'arc est de profil parabolique. Son rayon de 91 m place le centre de gravité du point haut de l'arc à environ 15 m plus haut que le centre de gravité de la poutre principale du ta-



blier sur culées ; l'élanement longitudinal de la structure étant alors de l'ordre de $1/7^{\circ}$.

Structure transversale

Les caractéristiques transversales de l'ouvrage assurent une exploitation du tracé en première phase à 2 x 1 voie. Le tablier ouest, construit dans un premier temps, se décompose en zone courante, de la manière suivante :

- ◆ 3,40 m de trottoir et piste cyclable côté ouest ;
- ◆ 1,20 m d'emprise pour les écrans anti-bruit et les suspentes ouest ;
- ◆ 0,45 m de dispositifs latéraux de sécurité ;
- ◆ 0,50 m de bande dérasée gauche ;
- ◆ 2 x 3,50 m de chaussée ;
- ◆ 0,50 m de bande dérasée droite ;
- ◆ 0,45 m de dispositifs latéraux de sécurité ;
- ◆ 1,20 m d'emprise pour les suspentes Est, soit une largeur hors tout de 14,70 m. Dans l'axe transversal, la présence du belvédère fait passer ponctuellement la largeur hors tout à 17,90 m.

Tabliers (photo 4)

L'ouvrage de type bow-string est composé de deux arcs entretoisés au voisinage de leurs points hauts. Ces arcs en acier soutiennent le tablier par l'intermédiaire de suspentes métalliques passives encastrées sur les poutres principales. Ces dernières, de hauteur constante, sont entretoisées par des pièces de pont au pas de 4,35 m. Les pièces de pont portent un hourdis préfabriqués en béton précontraint et sont décalées par rapport aux suspentes. Les caractéristiques dimensionnelles sommaires des différents éléments constitutifs du tablier sont données ci-après :

- ◆ les arcs sont des caissons métalliques carrés d'épaisseur constante ;
- ◆ les poutres principales longitudinales ont une hauteur de 1,20 m ;
- ◆ les pièces de pont sont des profilés reconstitués soudés de hauteur variable. Ils raidissent les poutres principales et assurent le support de hourdis béton en lui donnant sa pente transversale à 2,5 % ;
- ◆ les suspentes sont des doubles ronds de 90 mm de diamètre pour l'arc de rive et central, et des ronds de 90 mm de diamètre pour le belvédère ;
- ◆ le hourdis en béton haute performance a une épaisseur de 0,17 m en zone courante : il est constitué d'éléments préfabriqués de 4,05 m de longueur précontraints longitudinalement par fils adhérents. La connexion est faite au droit des pièces de pont dans des réservations coulées en place et équipées de goujons ;
- ◆ côté ouest, la passerelle piétonne et cycliste est liaisonnée à la structure principale par des profilés reconstitués soudés, situés dans le prolongement des pièces de pont. L'avancée au droit du belvédère bénéficie d'un soutien supplémentaire apporté par deux suspentes inclinées.

Fondations et appuis

La nature des différentes couches de terrain varie très peu dans tout le périmètre de la zone concernée par le projet. On peut distinguer sur les coupes lithologiques des alternances de sols de types graviers, sables limoneux, galets, sables gris ou argiles finement sableuses. Les pressions limites sont de 3,5 à 5 MPa à des niveaux situés aux environs de 15,00 m de profondeur par rapport au terrain naturel. Les fondations retenues des culées sont de type profondes, à pieux forés de diamètre 1100 mm. Les culées en béton armé, supportent la descente de charges provenant du tablier et assurent le maintien des terres arrières.

Equipements

Les dispositifs latéraux de sécurité sont de type "BN4" pour la chaussée et garde-corps pour la circulation piétonne. Les eaux de ruissellement sont évacuées sur chaussée dans un caniveau en asphalte porphyre longitudinal placé en rive. Les seuls réseaux transitant sur l'ouvrage ont pour concessionnaire Electricité de Strasbourg. Il s'agit de 8 fourreaux D220 qui transitent sous l'ouvrage à travers les pièces de pont. Le tablier est revêtu d'une chape d'étanchéité de 3 cm d'épaisseur destinée à la protection de la structure, elle-même recouverte d'une couche de roulement de 8 cm d'épaisseur. La séparation des circulations routière et piétonne est assurée par un écran acoustique de 2,40 m de hauteur. Un auvent de protection de 3,90 m de largeur protège la circulation piétonne.

Cinématique de construction

Le principe de réalisation de l'ouvrage débute par un assemblage du caisson formant l'arc ainsi que des poutres principales de l'ouvrage en atelier. Ces éléments ont été acheminés à proximité de l'ouvrage par des moyens routiers. Les parties métalliques du pont ont été assemblées (poutres principales, pièces de pont, arc et suspentes en phase provisoire) sur une aire de montage au droit du remblai sud. La charpente ainsi montée a été déplacée sur un chemin de glissement pour être chargée sur une barge qui l'a transportée jusqu'à la culée nord déjà réalisées (phase durant laquelle la circulation fluviale a été momentanément interrompue).

Arrimée sur les berges, la barge a déposé par un jeu de vérins la charpente sur des appuis provisoires construits sur la berge nord avant d'être poussée et mise en place définitivement sur la culée nord. En parallèle, les éléments préfabriqués constituant le hourdis ont été réalisés. Les hourdis, munis d'une précontrainte longitudinale par fils adhérents sont préfabriqués avec un béton à haute performance. D'une longueur de l'ordre de 4,05 m permettant une manipulation aisée à l'aide d'une grue légère, ils sont successivement tous placés sur les pièces de pont de l'ouvrage ; les



Photo 4
Les poutrelles en porte-à-faux
du passage piétons-cycles
*The cantilevered beams
of the pedestrian-cycle path*

connexions coulées sur place étant alors bétonnées. En dernier lieu, les superstructures du tablier ainsi que le réglage des suspentes sont réalisés (photo 5).

Planning

La durée des études et travaux a été de 14 mois :

- ◆ démarrage des études d'exécution : été 95 ;
- ◆ fabrication de la charpente en atelier : automne 95 ;
- ◆ assemblage de la charpente : hiver 95-96 ;
- ◆ mise en place par poussage : mars 1996 ;
- ◆ fin des travaux : septembre 96 ;
- ◆ inauguration et mise en service : novembre 96.

CONCLUSION

Le contournement Est, première phase, mis en service en novembre 1996 voit son trafic régulièrement augmenter. Cette nouvelle voirie, à caractère urbain nettement marqué, est bien perçue par les usagers, en particulier les transporteurs d'hydrocarbures, à qui elle a permis de rejoindre les autoroutes dans des conditions de sécurité nettement supérieures à celles préexistantes avec un gain de temps appréciable.



Photo 5
 Vue du site lors du lancement de l'ouvrage depuis la rive sud vers la rive nord
 View of site during the launching of the structure from the south bank to the north bank

ENGLISH SUMMARY

The East bypass of Strasbourg

F. Schnarr, A. Gagey, A. Spielmann, A. Peter

The Strasbourg Port Authority generates very heavy traffic, and lorry traffic in particular. Because of its geographical location, enclosed between the Rhine on the east and the Strasbourg conurbation on the west, road access is relatively restricted. The petroleum port located to the north of the port zone has undergone the full effects of this confined situation. In fact, to reach the motorways, commercial traffic had to go almost obligatorily through the city's residential neighbourhoods, thus generating risks inherent in such traffic (tanker vehicles). The aim of the East bypass is thus to carry traffic directly onto the motorways by creating:

- a new structure over the Marne-Rhine canal with a span of 106 m;
- new road facilities within the port district offering about 2.5 km, reaching national highway RN 4 (France-Germany route) practically in a straight line.

DEUTSCHES KURZREFERAT

Die östliche Umgehung von Straßburg

F. Schnarr, A. Gagey, A. Spielmann, A. Peter

Der Straßburger Hafen sorgt für ein hohes Verkehrsaufkommen, insbesondere von Schwerlastwagen. Aufgrund seiner geographischen Lage zwischen dem Rhein im Osten und dem Stadtgebiet im Westen sind die Zufahrtmöglichkeiten relativ begrenzt. Der im nördlichen Sektor des Hafens gelegene Tankhafen ist von den Auswirkungen dieser Situation besonders stark betroffen: der Verkehr fließt fast zwangsläufig durch bebauten Gelände zu den Autobahnachsen und durchquert dabei die Wohngebiete mit dem ganzen hierbei zum Tragen kommenden Gefahrenpotential (Tanklasten). Der Bau der östlichen Umgehung zielt daher darauf ab, den Verkehr direkt auf die Autobahn zu führen, und zwar über:

- ein neues Brückenbauwerk mit einer Reichweite von 106 m über der Rhein-Marne-Kanal;

- neue Straßenbauwerke im Hafengebiet über eine Länge von ca. 2,5 km, mit dem die Nationalstraße RN 4 (Verbindung Frank-reich - Deutschland) auf einer praktisch geraden Strecke erreicht werden kann.

RESÚMEN ESPAÑOL

La variante Este de Estrasburgo

F. Schnarr, A. Gagey, A. Spielmann y A. Peter

El puerto autónomo de Estrasburgo genera un intenso tráfico rodado compuesto, fundamentalmente, por camiones pesados. Debido a su situación geográfica, y al estar enclavado entre el Rin por el este y la aglomeración urbana por el oeste, los accesos viarios se encuentran realmente atascados. El puerto de tráfico de petróleo, ubicado al norte de la zona portuaria, sufría plenamente los efectos de semejante situación. Efectivamente, el tráfico de servicio pasaba, casi obligatoriamente, por la propia aglomeración urbana para alcanzar los ejes de comunicaciones por autopista, atravesando los barrios intensamente poblados y que, debido a ello, inducía riesgos inherentes a este tipo de tráfico (vehículos cisterna). El objetivo de la variante Este consiste por consiguiente, en orientar directamente el tráfico rodado hacia los ejes de autopistas, creando :

- un nuevo puente en el canal del Marne al Rin, de una luz de 106 m ;
- una nueva vía de comunicación correspondiente a las zonas portuarias, de unos 2,5 km, aproximadamente, que permite alcanzar prácticamente en línea recta la carretera nacional RN 4 (eje de comunicaciones Francia - Alemania).

La nouvelle RN 19 dans Une grande liaison d'aménagement et l'A 36 Mulhouse - Beaune

La nouvelle RN 19 relie au sud de Belfort, la RN 83 à l'autoroute A 36, Beaune - Mulhouse. Cette liaison de 4,5 km a été mise en service en octobre 1997. La construction des chaussées a été confiée au groupement : Colas Est (mandataire) - Jean Lefèbvre par la DDE du Territoire de Belfort. La structure mixte utilisée présente la particularité de valoriser les matériaux locaux de bonne qualité :

- sables excédentaires de carrière, traités au liant routier, en couche de fondation ;

- graves bitume de classe 3 comportant 20 % d'enrobés recyclés en couche de base. Les enrobés recyclés ont été préalablement concassés pour maîtriser composition et performances des graves bitume.

Les études préalables de formulation et le Plan d'Assurance Qualité réalisés ont permis de répondre aux spécifications du marché de cette chaussée à trafic T_0 .

Infrastructure importante, la RN 19 supporte un trafic national et international. Elle est classée depuis 1992 "Grande liaison d'aménagement du territoire" (G.L.A.T.) entre Langres et la frontière Suisse. La construction de la section RN 83 - Autoroute A 36 de la nouvelle RN 19 d'une longueur de 4,5 km dans le Territoire de Belfort présente, pour la région et le département de multiples intérêts :

◆ complément de la liaison Lure - Belfort dans le prolongement de la RD 438 déviation nord d'Héricourt en Haute-Saône permettant de faciliter le trafic de transit vers A 36 ;

◆ continuité de la nouvelle RN 19 entre deux sections mises en service en 1992 (déviation d'Héricourt) et 1989 (A 36 Fougères) ;

◆ délestage du trafic pour le sud de l'agglomération Belfortaine par l'A 36 ;

◆ réduction des nuisances sur l'environnement en évitant les zones urbanisées.

Les travaux débutés en 1995, se sont achevés en 1997 par la construction des chaussées en structure mixte. La DDE du Territoire de Belfort a confié au groupement Colas Est (mandataire) - Jean Lefèbvre, la réalisation des couches de chaussées décrite ci-après.

DESCRIPTION SUCCINCTE DE LA LIAISON RN 83 - A 36

La nouvelle RN 19 comporte deux voies de circulation de 3,50 m sur une longueur de 4,5 km.

L'aménagement à plus long terme est prévu à 2 x 2 voies et les ouvrages d'art en passage supérieur ont été dimensionnés en conséquence. Le plan de la figure 1 montre la situation de cette liaison dans la région Franche Comté. Le tracé a été étudié de façon à intégrer au mieux la route dans l'environnement.

PHASAGE DES TRAVAUX

1995 : 7 ouvrages d'art et déplacement des réseaux ;

1996 : terrassement et assainissement (700 000 m³ de matériaux extraits en place) ;

1997 : construction des chaussées, équipements d'exploitation et de sécurité et aménagements d'environnement.

STRUCTURE DE CHAUSSÉES

La RN 19 supporte un trafic poids lourds important de classe T_0 . La plate-forme est de type PF3. Afin de minimiser l'entretien ultérieur, le maître d'œuvre a choisi une structure "mixte", constituée de 25 cm de sables traités par un liant routier de classe S3, de 20 cm de graves bitume 0/14 de classe 3 en deux couches et d'une couche de roulement de 4 cm de bétons bitumineux minces 0/14 de classe C (figure 2). Les tonnages réalisés sont les suivants :

◆ sable liant routier : 47 500 t ;

◆ G.B.3 : 35 000 t ;

◆ B.B.M.c : 7000 t.

PARTICULARITÉS DES MATÉRIAUX DE CHAUSSÉE

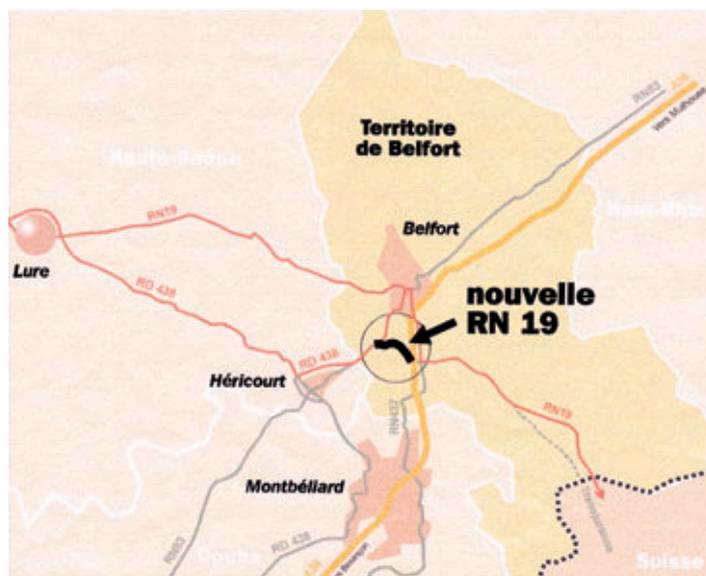
Sables traités de couche de fondation

L'utilisation de ces matériaux en couche de fondation a permis d'employer les excédents de sables concassés de bonne qualité géotechnique de la carrière Redland de Rougemont et ont permis d'obtenir un bon compromis technico-économique.

Graves bitume de classe 3 de couche de base

Colas Est a proposé au maître d'œuvre de réaliser les graves bitume avec 20 % d'enrobés recy-

Figure 1
Situation
de la nouvelle
RN 19
Location
of the new
RN 19



le Territoire de Belfort

du territoire entre la RN 83

clés. En effet, l'entreprise disposait d'un stock de fraisats provenant d'un site unique, constitué de granulats éruptifs de bonnes caractéristiques géotechniques. Afin de maîtriser la granularité et la teneur en bitume des fraisats, un concassage préalable a été effectué à l'aide d'un concasseur giratoire (photo 1). Le recyclage de ces matériaux nobles présente de nombreux avantages : technique, environnemental, économique.

■ PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX DE CHAUSSÉE

Des études complètes de formulation ont été réalisées par le Service Technique de Colas Est (Laboratoire de Colmar). Elles ont été agréées par le maître d'œuvre.

Sables traités au liant routier

Les sables 0/4 de la carrière de Rougemont sont de catégorie a. Ils ont été traités par 4 % de liant ARC 4 des Ciments d'Origny. Les principales caractéristiques mécaniques sont regroupées dans le tableau I. Ces résultats montrent que les performances mécaniques des sables traités sont de classe 3 au sens de la norme NF P 98-113 et que la stabilité immédiate est correcte permettant une mise en œuvre sans difficulté à teneur en eau contrôlée.

Graves bitume 0/14 de classe 3 avec 20 % de recyclés

La caractérisation des fraisats concassés a été faite sur douze échantillons :

- ◆ granularité (tableau II) : elle est régulière et peu dispersée ;
- ◆ teneur en liant : moyenne = 5,54 % - écart type = 0,16 % ;
- ◆ liant récupéré : il s'agit d'un bitume de classe 20/30 :
 - Pénétration moyenne à 25°C = 29 (0,1 mm),
 - Température de ramollissement Bille et Anneau = 58 °C ;



Photo 1
Installation de concassage des fraisats
Milled material crushing installation

Caractéristiques de compactage	$R_T^{(1)}$ (MPa)	Module (MPa)	I.P.I. ⁽²⁾
MVA (Proctor) = 2,02 T/m ³	0,75 à 90 j	12 850	80 à 8,5 % d'eau
Teneur en eau optimum = 8,5 %	1,1 à 360 j	14 220	

Tableau I
Caractéristiques mécaniques des sables traités.
⁽¹⁾ R_T = Résistance en traction directe. ⁽²⁾ I.P.I. = Indice Portant Immédiat

Mechanical characteristics of treated sand.
⁽¹⁾ R_T = direct tensile strength - ⁽²⁾ I.P.I. = immediate bearing index

Tamis (mm)	0,08	0,5	2	4	6,3	8	10
Passant (%) moyenne	10,5	22,5	46	64	79	87	95,5
Ecart type (%)	0,4	0,9	2,4	2,4	1,8	1,7	0,9

Tableau II
Granulométries des fraisats concassés
Gradation of crushed milled materials

René Bailly
CHEF DU SERVICE INFRA
DDE Territoire de Belfort

Michel Ballié
DIRECTEUR TECHNIQUE
Colas Est - Colmar

Patrick Robert
CHEF DE CENTRE
Colas Est - Belfort

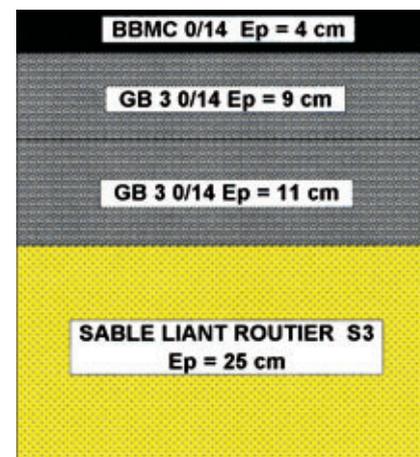


Figure 2
Schéma de la structure de chaussée
Pavement structure diagram

PCG	Duriez	Module à 15°C (120 ms)	Orniérage LPC
% vides à 10 girations = 18,3 % vides à 100 girations = 10	% vides = 9 %	% vides = 7,7 %	% vides = 12,3 % orniérage à 30 000 cycles = 3,4 %
	R = 9,7 MPa		
	R' = 8,4 MPa	Module = 11 034 MPa	% vides = 7,8 % orniérage à 30 000 cycles = 1,8 %
	R'/R = 0,87		

Tableau III
Performances des G.B. 0/14
avec 20 % de recyclés

Performance of 0/14 bitumen-treated material
with 20% recycled asphalt

	Moyenne (%)	Valeur théorique (%)	Ecart type (%)	Tolérance marché valeur absolue (%)
% bitume	4,8	4,7	0,09	± 0,2
% fines	7,25	7,3	0,36	- 0,8
Passant à 2 mm	33,3	34	0,98	± 3
Passant à 4 mm	48,4	46	1,45	± 4
Passant à 6,3 mm	56,1	55	1,19	± 4
Passant à 10 mm	70,6	69	1,39	± 5

Tableau IV
Analyse de composition
des G.B.3 fabriquées (30 prélèvements)

Analysis of composition
of Class 3 BTM (30 samples)



◆ caractéristiques géotechniques des granulats 6/10 désenrobés :

- micro Deval humide = 4,
- fragmentation dynamique = 11. Il s'agit de matériaux de classe B, voire A ;

◆ principales performances des graves bitume de classe 3 : le taux de recyclage a été limité à 20 % afin d'assurer des performances régulières aux graves bitume. Le bitume d'apport est de classe 35/50 de C.R.R. (Compagnie Rhénane de Raffinage) à Reichstett compte tenu des caractéristiques du liant des fraisats concassés. Les granulats neufs proviennent de la carrière Redland de Lepuix-Gy (90).

Le tableau III regroupe les performances obtenues (PCG, Duriez, Module à 15 °C à 120 ms en traction indirecte et orniérage L.P.C.). Ces essais montrent que les graves bitume 0/14 avec 20 % de recyclés sont largement de classe 3. Elles possèdent une maniabilité satisfaisante, une excellente tenue à l'immersion dans l'eau, un module élevé supérieur à celui de G.B. 0/14 de classe 3 habituelles et une forte résistance à l'orniérage. D'autres essais ont montré que les performances restent sensiblement identiques à celles indiquées lorsque la granulométrie et la teneur en liant varient dans des proportions représentatives de la dispersion dans la fabrication en centrale.

Avec un taux de recyclage de 20 % de fraisats préalablement concassés, les caractéristiques atten-

dues pour un trafic important sont obtenues et elles sont conformes à la norme NF P 98-138.

B.B.M.c 0/14

Une formule présentant une bonne résistance à l'orniérage et une macrotexture correcte a été choisie. Les granulats proviennent essentiellement de la carrière de Lepuix-Gy. Un bitume 35/50 de C.R.R. Reichstett, dopé dans la masse, a été utilisé. Cette formule discontinue 4/6 présente une forte résistance à l'orniérage < 5 % à 10 000 cycles et à 60 °C. Les autres caractéristiques sont conformes à la norme NF P 98-132.

FABRICATION ET MISE EN ŒUVRE

Les entreprises ont mis en place un Plan d'Assurance Qualité de type C avec contrôles externes assurés par le Service Technique de Colas Est. Les contrôles extérieurs du maître d'œuvre ont été réalisés par le LRPC de Strasbourg.

Sables traités au liant ARC 4

La fabrication a été assurée par une centrale de malaxage continue de type SAM 400 et de niveau 2. La cadence journalière moyenne a été de 3500 t pour un tonnage total de 47 500 t de sables traités fabriqués. Les contrôles externes ont montré une grande régularité de fonctionnement de la centrale de fabrication. La mise en œuvre a été réalisée à l'aide de deux niveleuses et d'un atelier de compactage constitué de deux compacteurs à pneus de 5 t/roue et de deux vibrants lourds de classe V3. Le niveau de compactage visé a été atteint sans problème (100 % de la masse volumique de référence d'étude en moyenne et 97 % de mesures supérieures à cette référence).

Graves bitume 0/14 avec 20 % de fraisats concassés

La fabrication des G.B. 0/14 a été effectuée à l'aide d'un TSM 21 XLR de niveau 2, équipé d'un anneau de recyclage et d'un prédoseur spécifique pour le dosage des fraisats concassés. Les cadences de fabrication journalière ont été réduites d'environ 10 % par suite du recyclage. Elles ont été de l'ordre de 1800 t/jour. Les contrôles de fabrication ont montré que la granulométrie et la teneur en liant prévues ont été parfaitement maîtrisées (tableau IV). Ces analyses montrent que :

- ◆ le concassage préalable des fraisats et un taux de recyclage d'enrobés de 20 % permettent de maîtriser parfaitement la fabrication des G.B.3 0/14 ;
- ◆ la formulation étudiée est tout à fait respectée. La mise en œuvre des graves bitume s'est dérou-

lées sans problème. Elles ont été appliquées à l'aide de deux finisseurs en parallèle et compactées à l'aide de deux compacteurs à pneus de 5 t/roue et de deux vibrants V3 (photo 2).

La maniabilité des graves bitume avec 20 % de recyclés est analogue à celle de G.B.3 classique. La compacité moyenne obtenue est de 93 % avec un écart type de 0,9 %. Elle est nettement supérieure à la compacité de référence Duriez de 91 %. L'histogramme des compacités est donné dans la figure 3. Ces différents résultats montrent que les performances de l'étude de formulation sont atteintes sans difficulté. L'uni longitudinal des graves bitume mesuré à l'aide de l'APL 25 est satisfaisant pour une couche de base.

B.B.M.c 0/14

La centrale de fabrication est celle utilisée pour les graves bitume. Les cadences journalières ont été en moyenne de 1800 t pour un tonnage total de 7000 t. Les contrôles de fabrication ont montré que la courbe granulométrique et la teneur en bitume sont proches des valeurs théoriques :

- ◆ % bitume = 5,7 % (écart type = 0,06 %) ;
- ◆ % fines moyen = 7,1 % (écart type = 0,2 %).

La mise en œuvre a été réalisée avec le même atelier que celui des graves bitume. Un des finisseurs a été équipé de poutres de 18 m pour assurer l'uni longitudinal. Les mesures de compacités en place donnent une valeur moyenne de 92,5 % avec un écart type de 0,9 %. Elles sont égales ou supérieures à la référence Duriez de l'étude de formulation. La hauteur au sable moyenne mesurée est de 0,8 mm. L'uni longitudinal évalué à l'aide de l'APL 25 satisfait pleinement aux spécifications du marché.

Commentaires généraux sur la réalisation des couches de chaussées

La fabrication et la mise en œuvre des différentes couches de matériaux de chaussée ont été bien maîtrisées. En particulier, les graves bitume 0/14 avec 20 % de recyclés ont été fabriquées et appliquées dans de bonnes conditions, avec néanmoins une chute de rendement de l'ordre de 10 % des cadences journalières. Le concassage préalable des fraisats à recycler a permis de satisfaire pleinement les conditions sévères de tolérances sur la granulométrie et la teneur en liant prévues dans le marché.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Ministère de l'Equipement

Maître d'œuvre

D.D.E. du Territoire de Belfort

Entreprises de construction de chaussées

- Colas Est (mandataire)
- Entreprise Jean Lefèbvre

ASPECT ÉCONOMIQUE

Le coût de la construction de cette section de la nouvelle RN 19 s'élève au total à 109 millions de

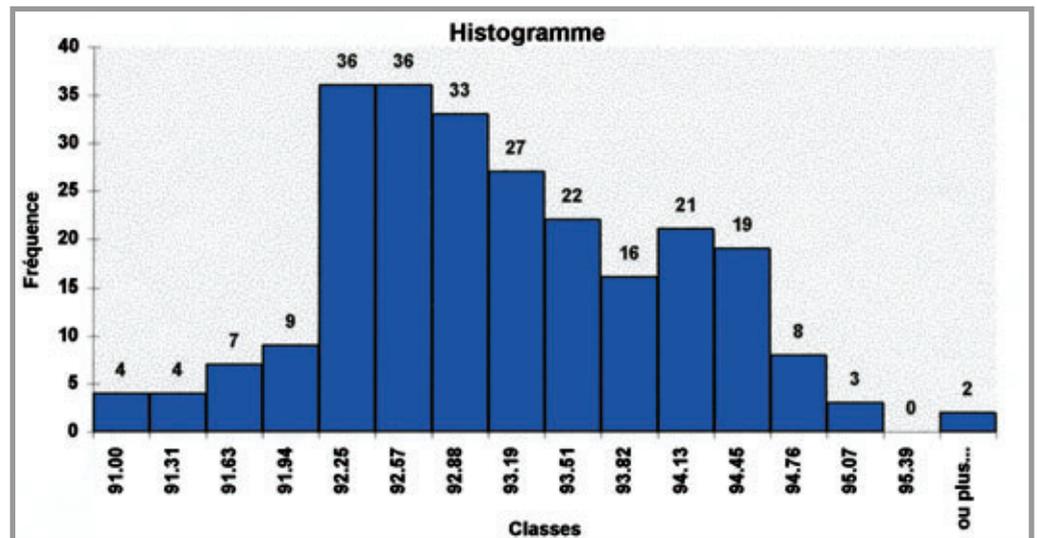


Figure 3
Histogramme des compacités en place des G.B.3. Compacité de référence = 91 %

Histogram of compaction values in place for Class 3 BTM. Reference compaction = 91 %



Photo 2
Atelier de mise en œuvre des G.B. 0/14 avec recyclés
0/14 BTM placement plant with recycled materials



francs pour lequel l'État a participé à hauteur de 54,5 millions (50 %), la Région et le Département ont contribué à parts égales de 27,25 millions (25 % chacun). La répartition des coûts des différents travaux est indiquée dans la figure 4. L'emploi des fraisats concassés en graves bitume a permis une économie de matériaux neufs (granulats, bitume) sur le coût de fabrication des graves bitume. Cependant, ce gain évalué à 3 % a été compensé par la réduction des cadences de fabrication et de mise en œuvre des graves bitume.

CONCLUSION

La construction des chaussées de la nouvelle RN 19 reliant au sud de Belfort la RN 83 à l'autoroute A 36 Beaune - Mulhouse s'est déroulée dans de bonnes conditions et a abouti à des résultats répondant aux spécifications de cette chaussée à trafic élevé. Elle a permis de valoriser des matériaux nobles, présentant des avantages à la fois technique, économique et environnemental. Les performances mécaniques de la chaussée réalisée avec ces matériaux et notamment les graves bitume avec 20 % de recyclés satisfont amplement aux normes en vigueur et aux spécifications du marché pour un trafic poids lourds de classe T₀.

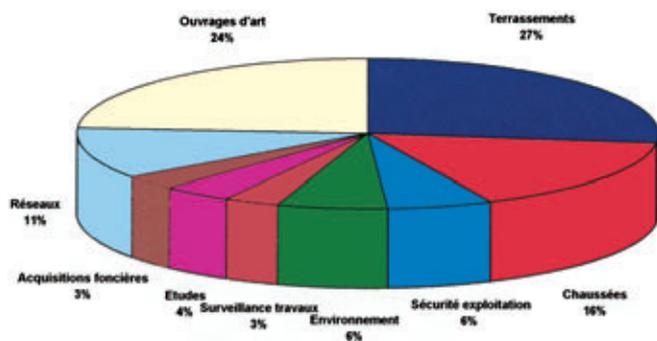


Figure 4
Répartition des coûts des différents travaux
Breakdown of costs of the different works

ENGLISH SUMMARY

The new RN 19 in the Belfort Territory
A major regional development link between RN 83 and A 36 (Mulhouse-Beaune)

R. Bailly, M. Ballié, R. Robert

The new national highway RN 19, south of Belfort, links national highway RN 83 to motorway A 36 (Beaune-Mulhouse). This 4.5-km link went into service in October 1997. Pavement construction was awarded to the group consisting of Colas Est (leader) and Jean Lefebvre by the departmental directorate of infrastructures (DDE) of the Belfort Territory. The composite structure employed allows the use of good quality local materials:

Surplus quarry sand, treated with road binder, in the subbase layer;
Class 3 bitumen-treated granular material with 20% recycled asphalt in the base layer. The recycled asphalt is previously crushed to obtain the right composition and performance of the bitumen-treated materials. Prior mix design studies and the quality assurance plan set up have made it possible to meet the specifications of the market for this T₀ traffic pavement.

DEUTSCHES KURZREFERAT

Die neue Nationalstraße RN 19 bei Belfort
Ein raumordnungsmäßig wichtiger Anschluß der Nationalstraße RN 83 an die Autobahn A 36 Mülhausen - Beaune

R. Bailly, M. Ballié, R. Robert

Die südlich von Belfort neu gebaute Nationalstraße RN 19 verbindet die RN 83 mit der A 36 Beaune - Mülhausen. Die 4,5 km lange Strecke ist im Oktober 1997 dem Verkehr übergeben worden. Mit dem Oberbau hatte die Raumordnungsbehörde des Departements Territoire de Belfort eine Arbeitsgruppe betraut: Colas Est (Handlungsbevollmächtigter) und Jean Lefebvre. Bei dem kombinierten Aufbau konnten qualitativ gute lokale Baustoffe eingesetzt werden:

- Überschußsand aus Steinbrüchen mit straßenbautechnisch geeignetem Bindemittel als untere Tragschicht,

- mit Bitumen verfestigtes Mineralstoffgemisch der Klasse 3 mit 20% recyceltem Asphalt als obere Tragschicht. Der recycelte Asphalt war vorab zerkleinert worden, um Zusammensetzung und Leistungsfähigkeit des verfestigten Mineralstoffgemischs beherrschen zu können.

Die vorgeschalteten Studien im Hinblick auf die Rezeptur und die Umsetzung des Qualitätssicherungsplans haben es ermöglicht, die technischen Vorgaben aus dem Auftrag für die Fahrbahn der Verkehrsklasse T₀ präzise einzuhalten.

RESÚMEN ESPAÑOL

La nueva carretera nacional RN 19 en el Territorio de Belfort, Un gran enlace de ordenación del territorio entre la carretera RN 83 y la autopista A 36 Mulhouse - Beaune

R. Bailly, M. Ballié y R. Robert

La nueva carretera nacional RN 19, pone en comunicación hacia el sur de Belfort, la carretera nacional RN 83 con la autopista A 36 Beaune - Mulhouse. Este enlace de 4,5 km entró en servicio en octubre de 1997. La construcción de los pavimentos fue encargada por la Dirección departamental de Obras públicas del Territorio de Belfort al grupo Colas Est (mandatario) - Jean Lefebvre. La estructura mixta utilizada presenta la particularidad de valorizar los materiales locales de buena calidad :

- arenas excedentarias de cantera, tratadas mediante aglomerante viario en capa de base :

- gravas betún de clase 3, compuestas por un 20 % de aglomerados reciclados en capa de firme rígido. Los aglomerados reciclados fueron previamente machacados para controlar la composición y los resultados de las gravas de betún.

Los estudios preliminares de formulación y el Plan de Aseguramiento de Calidad llevados a cabo han permitido responder a las especificaciones de la contrata de este pavimento de tráfico T₀.