

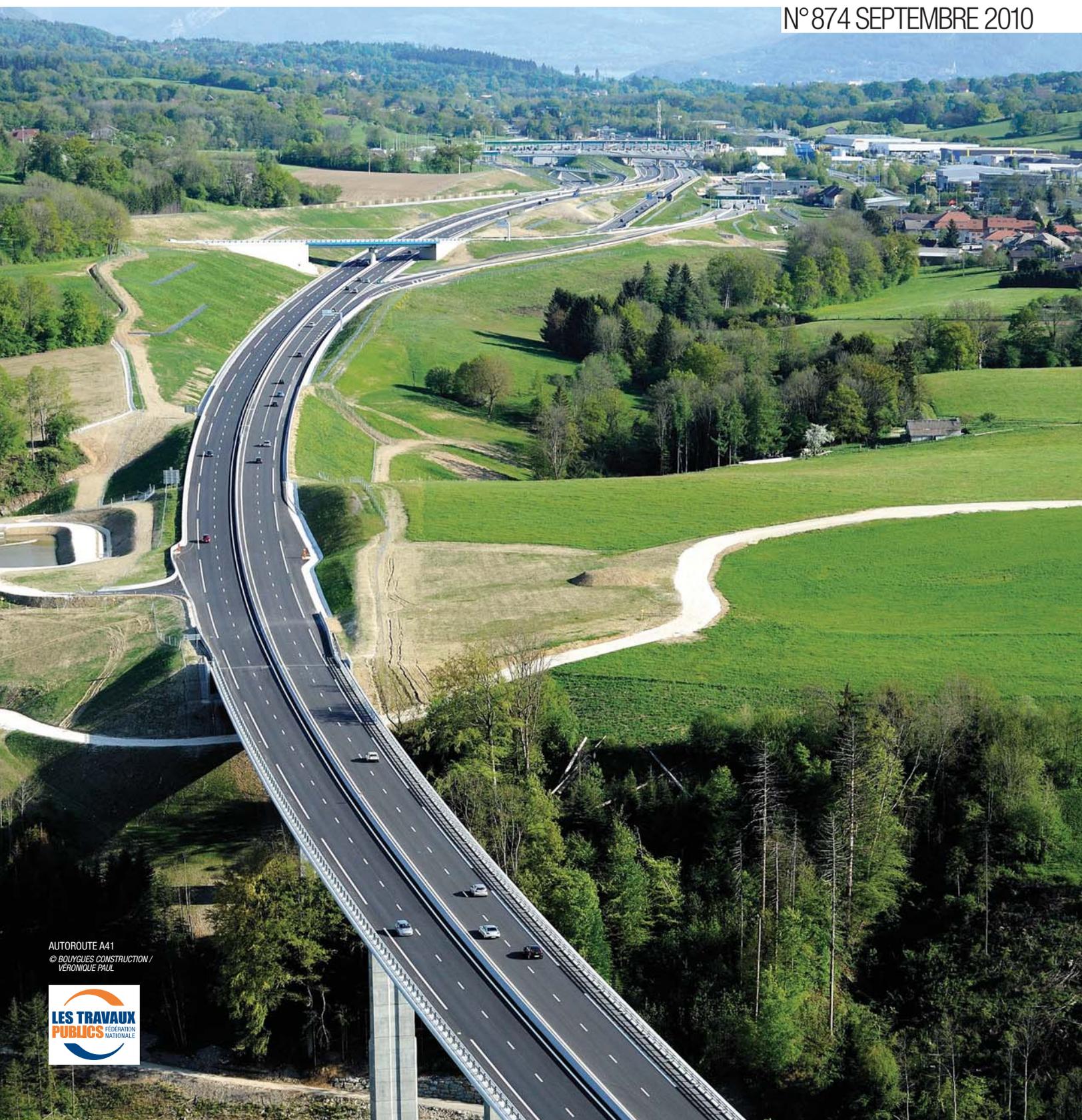
TRAVAUX

REVUE TECHNIQUE DES ENTREPRISES DE TRAVAUX PUBLICS

DOSSIER SPÉCIAL
INTERROUTE & VILLE

ROUTES ET TERRASSEMENTS. LE PROJET ITER : NIVELLEMENT D'UN SITE DE 40 HECTARES. A25 : TRAVAUX D'ENTRETIEN ET DE REPARATION. A88 : UN AXE STRATEGIQUE POUR LA REGION BASSE-NORMANDIE. A89 : CONCEPTION DES TERRASSEMENTS DANS UN ENVIRONNEMENT COMPLEXE. FUTUR METRO-TRAMWAY LEGER DE LUSAIL AU QATAR. A41 : MURS DE TROINEX.

N° 874 SEPTEMBRE 2010



AUTOROUTE A41
© BOUYGUES CONSTRUCTION /
VERONIQUE PAUL



Directeur de la publication
Patrick Bernasconi**Directrice déléguée**
Rédactrice en chef
Mona Mottot3, rue de Berri - 75008 Paris
Tél. : +33 (0)1 44 13 31 03
Email : mottotm@fnfp.fr**Comité de pilotage**Laurent Boutillon (Vinci Construction
Grands Projets), Jean-Bernard Datry
(Setec TPI), Philippe Jacquet (Bouygues),
Stéphane Monleau (Solétanche Bachy),
Bruno Radiguet (Bouygues), Claude
Servant (Eiffage TP), Philippe Vion
(Systra), Jean-Marc Tanis (Egis), Michel
Duviard (Egis), Florent Imbert (Razel),
Mona Mottot (FNTP)**Ont collaboré à ce numéro****Rédaction**Marc Montagnon,
Monique Trancart**Secrétariat de rédaction**

Julia Deck

Service Abonnement et Vente
Com et Com**Service Abonnement TRAVAUX**
Bât. Copernic - 20 av. Édouard Herriot
92350 Le Plessis-Robinson
Tél. : +33 (0)1 40 94 22 22
Fax : +33 (0)1 40 94 22 32
Email : revue-travaux@cometcom.frFrance (10 numéros) : 190 € TTC
International (10 numéros) : 240 €
Enseignants (10 numéros) : 75 €
Étudiants (10 numéros) : 50 €
Prix du numéro : 25 € (+ frais de port)
Multi-abonnement : prix dégressifs
(nous consulter)**Publicité****Régie Publicité Industrielle**Xavier Bertrand - Nourredine Bennai
9, bd Mendès France
77600 Bussy-Saint-Georges
Tél. : +33 (0)1 60 94 22 27
Email : bertrand@rpi.fr - bennai@rpi.fr**Site internet :** www.revue-travaux.com**Réalisation et impression****Com'1 évidence**8, rue Jean Goujon - 75008 Paris
Tél. : +33 (0)1 40 74 64 34
Email : contact@com1evidence.com**Maquette****Idé Edition**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 bu Travaux). Ouvrage protégé ;
photocopie interdite, même partielle
(loi du 11 mars 1957, qui constituerait
contrefaçon (code pénal, article 425).Editions Science et Industrie SAS
9, rue de Berri - 75008 Paris
Commission paritaire n°0111 T 80259
ISSN 0041-1906

LE SCHÉMA NATIONAL DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT DOIT MAINTENANT SE TRADUIRE DANS LES ACTES



© DR

Promis lors des débats du Grenelle de l'environnement, le gouvernement a procédé à la présentation, le 14 juillet dernier, de l'avant-projet du Schéma national des infrastructures de transport (SNIT). Il sera soumis à l'automne à l'autorité environnementale pour avis et devrait être arrêté avant la fin de l'année.

Nous nous félicitons de la publication de ce document stratégique qui fixe les grandes orientations des programmes d'investissements publics pour les trente ans à venir, notamment en matière d'infrastructures de transport. Le SNIT était en effet très attendu des entreprises de Travaux Publics, tant du point de vue de l'optimisation et de l'entretien des réseaux, que de la construction de nouvelles infrastructures.

Dès mai 2007, la FNTP avait plaidé en faveur d'un pacte national des infrastructures de transport dans son livre blanc intitulé « Construire l'avenir ». Les entreprises de Travaux Publics accordent une grande importance à la planification qui, seule, leur permet d'avoir une visibilité sur leur activité.

Ce projet de schéma constitue une première étape de la politique de l'État en matière d'infrastructures. Il doit maintenant se traduire dans les actes et s'appuyer sur des financements clairement planifiés. Nous tenons résolument à pointer trois lacunes fondamentales qui risquent de transformer ce schéma en catalogues de bonnes intentions. Elles concernent :

- La **programmation**, qui doit remédier au flou actuel du projet.
- Le **financement** : les 170 milliards d'euros de coût estimé d'ici à 2030 correspondent à plus de 8,5 milliards d'euros par an. La crédibilité de ce programme se mesurera à l'inscription des dépenses d'investissement correspondantes dans le budget 2011.
- Le **pilotage du schéma encore à définir** : la mise en place d'un dispositif de pilotage, qui ne figure pas actuellement dans le projet, apparaît indispensable pour mener à bien ce schéma.

Des réponses doivent être apportées d'urgence pour assurer la crédibilité de ce schéma.

PATRICK BERNASCONI
PRÉSIDENT DE LA FNTP

LISTE DES ANNONCEURS : SAINT-GOBAIN WEBER FRANCE, 2° DE COUVERTURE - CIM BÉTON, P.9 - IHC ÉQUIPEMENTS ET SERVICES, P.10 - CNETP, P.11 - MENARD, P.13 - WIRTGEN FRANCE, P.14 - DENSO FRANCE, P.15 - MECAROUTE, P.16 - SODAF GÉO, P.17 - VALAM TP, P.19 - INTERROUTE ET VILLE 2010, P.21 - ROGER MARTIN, P.39 - IDETEC, P.39 - CONEXPO, P.45 - PROBITP, P.67 - SMA BTP, P.83 - EIFFAGE, 3° DE COUVERTURE - COLAS, 4° DE COUVERTURE

SALON INTERROUTE &VILLE



© DR

Loi de décentralisation, révision générale des politiques publiques, directives nationales et européennes en faveur du développement durable, décisions régionales et locales en faveur de la qualité du cadre de vie et des déplacements, innovation, nouvelles technologies... Dans un secteur en profonde mutation, les professionnels de l'industrie routière souhaitent s'appuyer sur l'édition 2010 du salon Interoute&Ville pour atteindre les objectifs prévus dans la Convention d'engagement volontaire signée le 25 mars 2009 entre les acteurs de la conception, la réalisation et la maintenance des infrastructures routières, de la voirie et de l'espace public urbain.

Dans l'esprit de cette Convention d'engagement volontaire, cette nouvelle version du salon Interoute&Ville a été préparée par un comité réunissant autour de l'organisateur Comexposium, l'Association des Directeurs des Services Techniques Départementaux, le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer, l'ATR (Association Technique de la Route), qui regroupe l'ensemble des organisations professionnelles concernées

NOUVELLE FORMULE

par les travaux routiers). Ce comité s'est efforcé d'associer étroitement tous les acteurs de la profession à la préparation tant du Congrès que de l'Exposition, en prenant en compte les attentes et les objectifs de tous les participants potentiels – entreprises privées, représentants des collectivités territoriales, réseau scientifique et technique et services décentralisés de l'État, souvent tout à la fois sponsors et utilisateurs. La participation active des représentants des communes et de leurs services techniques a été recherchée, Interoute&Ville devant être un point de rencontre de tous les professionnels des infrastructures routières et de l'aménagement urbain. Les problématiques nouvelles liées à la mobilité sous toutes ses formes, combinées aux impératifs environnementaux, supposent des différents Maîtres d'Ouvrages des réponses et des solutions homogènes. L'essentiel du programme des conférences s'articule autour des thématiques déclinées par la Convention d'engagement volontaire : recyclage, enrobés tièdes, développement de l'innovation technique, création d'un nouveau mode de partenariat au sein du nouvel institut qu'est l'Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité (IDRRIM, cf. colonne de droite), éco-conception, et prise en compte des nouvelles technologies d'information et de communication dans la conception, la construction, l'exploitation et l'utilisation des infrastructures. Sans oublier les défis posés par la nécessaire préservation

de la biodiversité, par le simple entretien du patrimoine existant, ou par l'appel à imaginer les infrastructures routières d'après-demain, dans leur rapport à l'énergie notamment.

Fruit d'un travail rigoureux et d'une ambition renouvelée, cette nouvelle édition du salon Interoute&Ville entend également témoigner des qualités exemplaires de réactivité, d'engagement, de dynamisme et d'ouverture dont sont capables tous les partenaires concernés. La place faite à l'IDRRIM, au sein de ce salon s'en veut l'illustration. Les attentes sont désormais à hauteur de la mobilisation importante ayant marqué la préparation de cette édition ; la France bénéficie dans le monde d'une réputation d'excellence dans le domaine routier ; elle dispose de ressources technique et de savoir-faire incomparables, et des meilleures entreprises routières ; les trois jours passés à Metz doivent être l'occasion pour tous les maîtres d'ouvrages et leurs collaborateurs de prendre la mesure des moyens et des compétences à leur disposition pour répondre aux formidables défis auxquels ils ont et auront à faire face. ■

JEAN-LOUIS MARCHAND
PRÉSIDENT DE L'UNION DES SYNDICATS
DE L'INDUSTRIE ROUTIÈRE FRANÇAISE (USIRF)
PRÉSIDENT DE LA COMMISSION DÉVELOPPEMENT
DURABLE DE LA FÉDÉRATION NATIONALE
DES TRAVAUX PUBLICS (FNTP)

2010



© EUROVA

L'INSTITUT DES ROUTES, DES RUES ET DES INFRASTRUCTURES POUR LA MOBILITÉ (IDRRIM) : CONFORTER L'EXCELLENCE DE LA DOCTRINE FRANÇAISE.

Né en janvier 2010 du dialogue entre les acteurs privés et publics qui œuvrent pour les infrastructures routières et l'aménagement urbain, l'IDRRIM est une incarnation concrète de la Convention d'engagement volontaire. Instance partenariale de référence pour toute la profession routière en matière de conception, de construction, d'exploitation et de gestion des infrastructures de transport, l'IDRRIM contribue au rapprochement de l'ensemble des acteurs concernés, organismes et structures, privés ou publics. En lien avec les territoires et grâce à une vision partagée des enjeux au travers d'un partenariat élargi et intégrant pleinement les mutations économiques et les évolutions sociétales telles que la décentralisation et les nouvelles attentes environnementales, l'IDRRIM est à même d'apporter des réponses concrètes et mesurables en matière de services liés à la mobilité des personnes et des biens, d'accessibilité des territoires, de développement durable, de formation et de sécurité.

L'approche est globale : tous les secteurs de la société sont engagés pour faire évoluer la route et l'aménagement urbain vers la cinquième génération d'infrastructures routières. Signe des ambitions de l'IDRRIM, la dimension européenne et internationale est intégrée dans ses statuts avec le regroupement de partenariats stratégiques.

UN SECTEUR RÉORGANISÉ ET FORTEMENT MOBILISÉ

Évolution marquante pour l'industrie routière, la décentralisation a transféré la responsabilité des routes d'intérêt national et local ainsi que les personnels de la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) aux Départements. Ce virage fort s'est accru avec la réforme de l'État au moment où le ministère de l'Équipement, aujourd'hui Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer (MEEDDM) perdait le rôle central qu'il jouait dans ce monde du transport et de la route, avec le support technique du Réseau Scientifique et Technique. Durant une quarantaine d'années, cette organisation « musclée » a imprimé une doctrine dont les règles, impulsées avec les entreprises de BTP, ont généré des leaders incontestés dans le monde. Nécessaire de l'avis de beaucoup, mais accueillie avec perplexité dans les mois qui ont suivi son application, la décentralisation, on le constate aujourd'hui, a servi de rampe de lancement à la profession. La mise en place en 2007 des Conférences Techniques Interdépartementales des Transports et de l'Aménagement (CoTITA), conjointement gérées par l'Association des Directeurs des Services Techniques Départementaux (ADSTD) et le Centre d'Études Techniques de l'Équipement (CETE), permet aujourd'hui d'établir un bilan très positif.

À la suite du Grenelle de l'Environnement s'est imposée la nécessité de trouver de nouveaux équilibres dans le domaine des infrastructures routières. Mais si les entreprises routières françaises sont techniquement les meilleures du monde, elles ont acquis un certain retard en la matière. Bien que présents dans tous les esprits, les enjeux environnementaux n'ont pas encore atteint leur plein régime et à ce titre, la Convention d'engagement volontaire signée en 2009 par tous les acteurs est un formidable booster : pour atteindre des objectifs très ambitieux, la profession tout entière, faisant montre d'une capacité de réaction, d'une volonté de compétence et d'un esprit de partenariat exemplaire, s'est engagée dans une dynamique volontariste dont la création de l'IDRRIM ou l'écocomparateur SEVE (cf. entretien avec Mathieu Wallez) sont les fruits. Les entreprises de Travaux Publics qui assurent la construction, l'aménagement et l'entretien des infrastructures routières, des voiries et

aménagement urbains montrent leur capacité à relever le défi avec leurs donneurs d'ordre.

Qu'il s'agisse de nouveaux services de transport ou de l'optimisation des réseaux, tout est repensé pour que la route durable soit très vite une réalité.

Les derniers transferts de patrimoine et de compétences ont renforcé le rôle des départements dans le domaine des infrastructures routières. À quoi s'ajoute l'aide apportée aux communes pour les aménagements de voiries urbaines et péri-urbaines. À ce titre, les départements sont devenus des interlocuteurs privilégiés de la profession routière. À l'automne 2010, 20 départements, 2 régions, 3 associations départementales de Maires et 2 intercommunalités ont signé les déclinaisons locales d'engagement volontaire, même s'ils peinent à faire face aux surcharges financières occasionnées par le transfert de patrimoine et de compétences.

À l'occasion de la nouvelle édition du salon Interoute&Ville, le présent dossier entend faire un état des lieux pragmatique de ce secteur en pleine mutation. C'est pourquoi il adopte un style direct, le dialogue, avec des acteurs engagés à tous les niveaux tout en donnant la part belle à la région Est, où se tiendra le salon.

PROPOS RECUEILLIS PAR DELPHINE DÉSVEAUX

SIGLES RENCONTRÉS DANS CET ARTICLE

- ADM** : Association des Maires.
- ADSTD** : Association des Directeurs des Services Techniques Départementaux.
- AITF** : Association des Ingénieurs Territoriaux de France.
- ATR** : Association Technique de la Route.
- CETE** : Centre d'Études Techniques de l'Équipement.
- CEV** : Convention d'Engagement volontaire.
- CFTR** : Comité Français des Techniques Routières (devenu IDRRIM).
- CIFP** : Centres Interrégionaux de formation professionnelle.
- CNFPT** : Centre National de la Fonction Publique Territoriale.
- CoTITA** : Conférences Techniques Interdépartementales sur les Transports et l'Aménagement.
- DDE** : Direction Départementale de l'Équipement.
- DDTM** : Direction Interdépartementale des Territoires et de la Mer.
- DIR** : Direction Interdépartementale des Routes.
- DREAL** : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement.
- EAPIC** : Essais d'Aptitude par Inter Comparaison.
- FNTP** : Fédération Nationale des Travaux Publics.
- IDRRIM** : Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité.
- LRPC** : Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées.
- MEEDDM** : Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer.
- RST** : Réseau Scientifique et Technique.
- SEVE** : Système d'Évaluation des Variantes Environnementales.
- SPRIR** : Syndicat Professionnel Régional de l'Industrie Routière.
- USIRF** : Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française.

LES EFFETS DE LA DÉCENTRALISATION ET DE LA RÉVISION GÉNÉRALE DES POLITIQUES PUBLIQUES SUR LES DÉPARTEMENTS

UNE VOLONTÉ DE COMPÉTENCE

Directement concernés par la loi de décentralisation de 2004, les Départements ont vu leur rôle de maître d'ouvrage se renforcer. Se posent alors des problèmes de réorganisation des services, de financements, de partage des compétences...

La parole est donnée à **Patrick Diény, Directeur général adjoint des Services Techniques Départementaux du Rhône, Président de l'ADSTD, partenaire du salon Interoute&Ville.**



Comment avez-vous vécu les changements au sein des départements depuis la loi de décentralisation de 2004 ?

Dans un premier temps, nos partenaires, surtout les entreprises, étaient très inquiets car ils ne savaient comment gérer la multiplicité des contacts départementaux et la diversité des consultations.

Flottaient alors un sentiment d'émiettement de la cohésion élaborée depuis 30 ans par le ministère de l'Équipement, le regret de voir disparaître une belle énergie et la crainte de perdre leur puissance internationale.

Dès lors, comment faites-vous pour capitaliser et partager les expériences ?

Après deux longues années de réflexion, l'ADSTD, qui avait exprimé l'utilité de renouer avec le RST pour répondre aux besoins concrets des départements, a proposé de constituer sur le terrain des lieux d'échanges sous l'expertise des Centres d'Études Techniques de l'Équipement (CETE).

Cette proposition très pragmatique a donné lieu en 2007 à la création des CoTITA. Très diversifiées, elles s'organisent sous la forme de Club métiers et de journées techniques, locales ou nationales, qui sont de grandes réussites. La première du genre, montée à Bordeaux en 2008 sur le thème de « La route durable » réunissait donneurs d'ordre (État, autoroutiers, collectivités territoriales), entreprises, fournisseurs, bureaux d'études... Il y a eu une vraie richesse à croiser tout ce monde, et cela nous a permis de connaître les problèmes précis des entreprises qui rejaillissent sur la manière de structurer un appel d'offre pour le rendre économiquement plus pertinent. Je me rappelle par exemple des fournisseurs de matériels qui évoquaient les progrès technologiques des machines à recycler les enrobés, inutilisables dans le cadre de travaux à petites sections. Cela nous a aidés à mettre en oeuvre des chantiers de taille significative pour que les entreprises puissent répondre à nos exigences de recyclage. Au final, ces CoTITA, opérationnelles en moins

d'un an, donnent lieu à des échanges plus riches que ce qu'on avait imaginé au départ.

Comment expliquez-vous cette rapidité ?

La volonté d'être des maîtres d'ouvrage compétents est la première préoccupation de nos collègues de l'ADSTD. La proposition venait d'eux et il y a eu immédiatement une dynamique pour la mettre en oeuvre.

L'autre étage de la fusée a abouti à un autre type d'échanges, plus informels, au cours d'un séminaire national qui réunit presque tous les ans l'État (MEEDDM), le RST et les donneurs d'ordres des collectivités territoriales.

Plus structurée a été la démarche de création de l'IDRRIM à partir du Comité Français des Techniques Routières (CFTR) qui réunissait déjà une partie des partenaires. Là aussi, tout a été très vite dans la mesure où les donneurs d'ordres et les entreprises avaient exprimé leur besoin d'un lieu de partenariat national qui veille aux règles de l'art communes, à la coordination de l'innovation, de la

recherche et de la formation, ou aux mutations de l'ingénierie.

En complément, nos partenaires (l'Association Technique de la Route (ATR), la FNTP, l'USIRF, Syntec-Ingénierie, le MEEDDM et son RST...) et nous-mêmes avons décidé de perfectionner le contenu du salon Interoute&Ville 2010. Metz en sera l'illustration.

Quels sont les impacts du Grenelle sur votre mode de fonctionnement ?

Tout le monde s'accorde à dire que le Grenelle n'est qu'un nouveau palier dans une démarche historique : depuis 30 ans, nous veillons à l'intégration des infrastructures dans leur environnement, au traitement contre le bruit, au recyclage des matériaux...

Le Grenelle a fait émerger de nouveaux sujets comme la biodiversité, le climat, l'énergie, les gaz à effets de serre. Mais il trouve sa déclinaison la plus concrète dans l'accord d'engagement volontaire, signé à Paris en mars 2009, et ses déclinaisons locales. La version du Rhône a pris effet le 11 juin 2010. ■



UNE SITUATION FINANCIÈRE INQUIÉTANTE

Face aux nouvelles responsabilités qui leur incombent, les Départements, croulant sous les charges sociales, peinent, malgré leur désir, à mettre en pratique les engagements environ-

nementaux. Entretien avec **Jean-Marie Uhrich, Vice-Président du Conseil Général de Meurthe et Moselle, en charge des infrastructures.**



© DR

Le Département a signé la déclinaison locale des engagements volontaires. Quelles sont les actions mises en place par le conseil général ?

Nous avons pris un certain nombre d'engagements, mais nous avons encore peu avancé dans la pratique. Si nous imposons dans les marchés des solutions innovantes et performantes en matière de protection de l'environnement (décisives à hauteur de 60 %), notre situation financière actuelle nous oblige à aller à l'encontre de nos envies et à veiller aux coûts. Nous avons donc redescendu la proportion à 50/50.

J'ai cependant un exemple concret à donner : nous n'avons importé aucun matériau de l'extérieur pour notre chantier phare, la voie de l'Amezule, qui relie l'est-nancéen à l'A31 en contournant quatre communes, et dont le coût est estimé à 56 M€. Il s'agit d'une somme considérable compte tenu de la crise financière, qui entraîne une diminution de nos ressources et une augmentation des charges sociales suite au désengagement de l'État.

Le transfert des compétences relatives aux allocations de solidarité n'a pas été suivi d'une compensation financière correspondante et notre Conseil des

Sages a évalué à 175 M€ la dette de l'État à notre égard. Cette situation restreint fatalement nos investissements routiers, et occasionne des retards dans la programmation des travaux.

Quel est votre budget annuel pour l'entretien des routes ?

Nous avons aujourd'hui 45 M€ / an pour le budget infrastructures dont 10 M€ pour l'entretien des routes. Il faudrait au moins 15 M€, somme dont nous disposons il y a dix ans. Nous ne remettons pas en cause la décentralisation des routes, à l'exception de deux départementales qui devraient avoir un statut national à nos yeux. Nous totalisons 3 300 km quand l'État en compte 320. Jusqu'à maintenant, nous avons réussi à refaire nos routes tous les 7 ou 8 ans, et leur état actuel est satisfaisant.

Mais à l'avenir, la rénovation des chaussées aura lieu tous les 10 ans, voire tous les 15 ans.

Quels sont les problèmes d'entretien que vous rencontrez ?

Certes, nous avons un climat continental, très froid en hiver, très chaud en été. Mais notre problème majeur est la perméabilité : il est indispensable d'empêcher les infiltrations qui, en cas

2010 UN HIVER PARTICULIÈREMENT RIGOUREUX

- 67 jours d'intervention.
- 3 100 km de RD traités sur un linéaire global de 3 300 km.
- 100 personnes astreintes en permanence.
- Mobilisation de 62 circuits de traitement dont 40 en régie et 22 par les entreprises.
- 28 dépôts de sel.
- Consommation de sel :
 - 20 000 t en 2009/2010,
 - 20 000 t en 2008/2009,
 - 10 000 t en 2007/2008.
- Coût de l'hiver :
 - 4,15 M€ en 2009/2010,
 - 3,60 M€ en 2008/2009,
 - 2,16 M€ en 2007/2008.

de gel et de dégel, causent de graves dégâts. D'où la nécessité d'instituer des barrières de dégel à la sortie de l'hiver.

Comment avez-vous vécu l'hiver 2010 ?

L'hiver n'a pas été si terrible qu'on le dit, mais il a été terriblement long. Nous avons eu de la neige, mais aussi de fortes périodes de gel, ce qui est moins courant. Nous avons toujours mis du sel de manière préventive. Mais nous avons eu la chance cette année

de connaître une pénurie, ce qui nous a obligés à garder le sel pour des opérations ponctuelles et très localisées. Nous nous sommes alors rendu compte que cette méthode était intéressante et avons engagé une réflexion approfondie concernant la viabilité hivernale. Mais nous avons cependant dû prélever dans nos réserves et ponctionner d'autres budgets pour faire face aux dépenses occasionnées par l'hiver 2010. Au regard des autres années, le surplus est estimé à 1,5 M€. ■



© DOMINIQUE GANNELLI - COLAS

L'ORGANISATION ET LE RÔLE DES CoTITA

Mises en place en février 2007 à l'initiative de Dominique Perben, les CoTITA sont cogérées par les Départements et les CETE. Les CoTITA constituent un lieu de dialogue entre les techniciens de l'État et des collectivités territoriales avec le réseau Scientifique et Technique (RST) en vue de :

- Faire remonter les besoins locaux des services de l'État et des collectivités vers les organismes

de pilotage du RST.

- Participer au pilotage et à l'évaluation du fonctionnement des clubs « métiers du niveau local ». Fortement impliqué dans l'animation d'une CoTITA, **Jean-Pierre Couffinhall, Directeur des Infrastructures du conseil général de la Gironde, co-directeur du CETE Sud Ouest**, présente l'action mise en œuvre.



© DR

Comment s'organise la CoTITA Sud-Ouest ?

Co-présidé par le directeur du CETE du Sud Ouest, Richard Pasquet, et moi-même, le comité de pilotage rassemble des représentants des Départements, des Communautés Urbaines, de l'État (DDTM, DREAL, DIR...) et des organismes de formation (CNFPT, CIPF).

Il s'appuie sur des Clubs métiers co-animés par un représentant de l'État et un représentant des Départements.

La cohérence entre ces Clubs est assurée par un Comité technique qui regroupe tous les co-animateurs. Les clubs métiers concernés dans le domaine des infrastructures sont Ouvrage d'Art, Sécurité et Exploitation Routière, Entretien Routier (Bordeaux et Toulouse), Laboratoire Routier (Bordeaux et Toulouse), Aménagement Concepteur Routier, Système d'Information Géographique.

Ils se réunissent deux à trois fois par an chacun à l'initiative des co-animateurs et rapportent devant le comité technique.

Qu'avez-vous organisé depuis votre création en 2007 ?

En liaison avec l'ATR, deux séminaires à l'attention des maîtres d'œuvre, des maîtres d'ouvrage et des entreprises, ont été organisés, l'un en 2008, sur « La route durable », l'autre, le 1^{er} avril 2010



© DR

sur le thème « infrastructures routières et changement climatique ».

Des journées techniques avec des publics plus ciblés et des formations ont également été organisés, soit dans le prolongement des Clubs, soit à la suite de campagnes nationales.

Quels sont les objectifs de la CoTITA ?

Notre mission consiste à :

- Piloter les différents Clubs métiers ;
- Faire remonter aux RST tous les besoins en méthodologie, en expertise et en domaines de recherche

dont les maîtres d'ouvrage peuvent avoir besoin sur le terrain ;

- Prescrire les formations nécessaires au maintien des compétences des services ;
- Organiser et contribuer à des rencontres techniques ;
- Organiser des séminaires avec la profession ;
- Favoriser l'organisation de partenariats et d'échanges d'expériences entre les membres, notamment en matière d'innovation dans le domaine du développement durable et de la gestion durable du patrimoine.

Les Clubs métiers sont à la fois porteurs de propositions et outils d'échanges entre les partenaires. Les professionnels et les experts des services techniques centraux du MEEDDM ou extérieurs y sont associés.

Quelle problématique spécifique rencontrez-vous ?

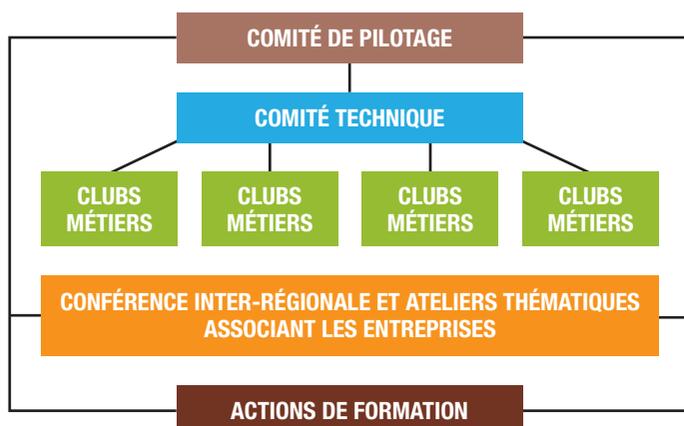
L'étendue géographique de notre territoire qui comprend 4 régions, 20 départements et 2 LRPC complexifie le fonctionnement. Des Clubs métiers ont dû être dédoublés en raison de l'éloignement des participants.

La diversité des approches entre les

partenaires, État, Départements, agglomérations en matière d'aménagement, d'entretien ou d'exploitation routiers présente le risque de conduire à un plus petit dénominateur commun sur les échanges.

La création de l'IDRRIM en 2010 et la signature en 2009 de la Convention d'engagement volontaire, déjà déclinée en Gironde et bientôt signée dans les autres départements, sont deux facteurs porteurs pour l'activité de la CoTITA. Nous nous appuyons également sur les Agenda 21 départementaux : en Gironde, 38 actions s'inscrivant dans la déclinaison de l'engagement volontaire sont engagées où figure en bonne place le développement des techniques à froid mené à la suite du séminaire sur « La route durable ».

De même, la signature le 11 février 2010 entre le MEEDDM et la fédération Syntec d'une convention spécifique d'engagement volontaire sur le développement durable a vocation à être déclinée au niveau local et élargira le champ des partenaires et des sujets abordés par la CoTITA. Dans le champ de la route et du partage de la voirie, les productions de la CoTITA enrichiront les travaux de l'IDRRIM. ■



L'EXPERTISE TECHNIQUE DU CETE DANS LA CoTITA EST

Avec la création du nouveau ministère en 2007, les CETE ont investi les champs du Grenelle de l'Environnement, au détriment des activités routières, à la baisse de 30 % mais se sont focalisés

sur la création de Pôles de Compétences et d'Innovations (cf. Travaux juin 2010). Entretien avec **François Hurson, Directeur du CETE de l'Est.**



© DR

Quelle est aujourd'hui la place du CETE dans le RST ?

Depuis 2007, l'activité Recherche du CETE de l'Est a augmenté de 4 %. Nous avons par exemple développé, dans le domaine de viabilité hivernale, le programme Corfor avec l'université de Metz et Supélec sur la quantité résiduelle de fondant routier. Cette étude nous permet de vérifier la pertinence des interventions de salage dans un double objectif d'économie et d'efficacité. Les résultats de la recherche sont ensuite diffusés au sein du RST.

Nous avons également un projet de recherche sur le pesage en marche des poids lourds, dont la surcharge impacte très négativement la tenue des chaussées. Actuellement, les seuls moyens de contrôle dont nous disposons sont des bascules fixes installées sur des aires, ce qui est extrêmement contraignant et d'un effet limitatif.

Les nouveaux dispositifs de pesage en marche permettent de détecter directement les poids lourds en surcharge.

Qu'avez-vous organisé dans le cadre des CoTITA ?

La CoTITA fonctionne bien sur les quatre clubs métiers au sein desquels les techniciens de l'État et des collectivités échangent, et l'organisation de journées techniques, pivot de la politique de communication du CETE de l'Est. La formation est un axe qui intéresse les conseils généraux : un travail en commun est engagé avec le Centre National de la Fonction Publique Territoriale (CNFPT) dans le cadre de la CoTITA. Le partenariat avec l'ADSTD est efficace. Il a été renforcé lors des deux dernières journées techniques sur « la route durable » et « les couches de roulement » par les partenariats de la Fédération Régionale des Travaux Publics (FRTP) et du Syndicat Professionnel Régional de l'Industrie Routière (SPRIR).

À l'occasion d'une journée technique sur les matériaux locaux, vous avez publié un guide. De quoi s'agit-il ?

Les matériaux locaux représentent un sujet important en Lorraine car les industries lourdes produisent beaucoup de déchets.

L'utilisation des ressources locales reste plus que jamais d'actualité avec l'obligation d'économiser les matériaux alluvionnaires nobles.

Nous avons donc capitalisé les expériences menées depuis de nombreuses années sur des matériaux de substitution (calcaires, cendres volantes, laitiers, matériaux de démolition, schistes) et actualisé les techniques de mise en œuvre.

Publiés fin 2009 et diffusés au cours d'une journée technique organisée en février 2010 par le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées (LRPC) de Nancy, ces Guides font le lien entre les maîtres d'ouvrage, les prescripteurs et les entreprises.

Ils sont également consultables sur le site internet du CETE : <http://www.cete-est.developpement-durable.gouv.fr>.

Et comme c'est un projet qui s'inscrit dans la durée, ces guides seront régulièrement mis à jour selon les chantiers expérimentaux que nous continuons à suivre et s'inspireront des avancées techniques ou réglementaires.

Sur quoi portera votre prochaine conférence technique ?

Nous avons au CETE un pôle de compétences et d'innovations « Biodiversité » avec cinq ingénieurs spécialisés dans la faune, la flore, l'eau et le fonctionnement des écosystèmes.

Pour citer un exemple original, nous réalisons une étude à partir d'enregistrements vidéo sur le comportement de la faune sauvage aux abords des passages à gibier sur les autoroutes.

Les 24 et 25 juin, la CoTITA Est organise en partenariat avec le conseil général du Bas-Rhin une journée technique « Aménagement et biodiversité » qui aborde le thème des impacts des aménagements sur la biodiversité et les manières d'y remédier. ■



© CETE SUD-OUEST

LE CONTRÔLE DE CONFORMITÉ PAR DES LABORATOIRES EXTÉRIEURS : UN SUJET SENSIBLE

Pour s'assurer de la conformité de l'ouvrage qui vient de lui être livré, le maître d'ouvrage doit se faire assister d'une entreprise qui réalise le contrôle extérieur validant –ou non- le contrôle interne de l'entreprise. Avec les changements liés à la décentralisation et à la révision générale des

politiques publiques, le contrôle autrefois opéré par le RST de la DDE est ouvert à la libre concurrence. La porte ouverte à des dérives que dénonce **Didier Desmoulin, Directeur technique régional de Screg, référent technique au SPRIR Lorraine.**



© DR

Que pensez-vous de l'arrivée de laboratoires privés pour assister la maîtrise d'ouvrage dans son contrôle extérieur ?

En préambule, je rappelle qu'aujourd'hui, lorsqu'une entreprise a un marché de travaux publics, elle a par extension le contrôle de la conformité dans son contrat. Elle livre donc l'ouvrage avec un « dossier d'ouvrage » où sont compilés tous les contrôles finaux de conformité. De leur côté, les maîtres d'ouvrage doivent se faire assister d'une entreprise qui réalise le contrôle extérieur, afin de prouver que le contrôle externe de l'entreprise est fiable. Cette mission, autrefois assurée par le RST de la DDE, est basée sur la statistique : les chiffres de l'entreprise sont croisés avec ceux du contrôle extérieur. Aujourd'hui, force est de constater que la diminution des effectifs du RST oriente actuellement le CETE de l'Est à réduire son nombre d'agents et, du même coup, à limiter sa mission de contrôle extérieur. En effet, l'État a décidé qu'il n'était pas dans son intérêt de faire cette mission de contrôle extérieur, ce qui relève peut-être de la politique d'ouverture à la libre concurrence européenne. En fin de compte, ce sont des prestations intellectuelles qui peuvent être achetées dans des laboratoires privés.

Selon vous, quels risques présentent ces organismes privés ?

Entendons-nous bien : nous ne sommes pas contre la libre entreprise et le contrôle extérieur est un exercice utile. Mais nous attirons l'attention des maîtres d'ouvrage publics sur le danger que représentent des laboratoires extérieurs et nous exigeons qu'ils soient labellisés. Car un laboratoire de contrôle qualité dans la profession routière doit pouvoir répondre à 60 essais différents et cela demande beaucoup d'investissements. Il est par ailleurs impossible

de pratiquer des modes opératoires avec un personnel non formé.

Pour ce faire, nous avons créé une licence professionnelle de technicien de laboratoire qui favorise la formation de personnel compétent. De leur côté, nos adhérents forment leurs techniciens, souvent Bac + 2 ou 3 par tuteurage.

Les craintes que vous exprimez sont-elles fondées ?

Oui. Ces laboratoires sont souvent dirigés par des transfuges de l'administration ou de nos entreprises, qui créent une SARL avec, au mieux, un ou deux salariés... Ma structure compte 30 personnes. Lorsque nous arrivons avec un dossier de contrôle d'un ouvrage et que nous adossons nos résultats à un laboratoire d'une personne, il est évident qu'elle ne fait pas le poids.

Deux solutions se présentent alors : soit il acquiesce sans rien faire, et nous avons l'impression de ne pas être appréciés à la juste valeur de nos prestations ; soit il conteste, ce qui crée des incidents. Et pendant ce temps, ce sont des réceptions qui ne se font pas, des chantiers qui s'arrêtent, des différends entre le maître d'ouvrage et l'entrepreneur qui peuvent finir en contentieux. Nous refusons ce pouvoir de nuisance qui devrait être un devoir de compétence. Aussi voudrions-nous connaître les conditions de sélection de ces candidats et exiger qu'ils appartiennent au référentiel d'agrément Laboroute que notre syndicat professionnel a mis au point en partenariat avec l'administration des Ponts et Chaussées en 1992.

Les laboratoires d'entreprise ont-ils ce label Laboroute ?

Beaucoup d'entreprises adhérentes se sont engagées dans ce système d'agrément, qui est audité et qui montre :

- Que le laboratoire dispose :
 - de personnels compétents et formés,
 - de matériels contrôlés et aptes à faire

les essais normalisés décrits dans les modes opératoires.

- Que l'ensemble de la chaîne qualité est examiné en revue de direction au moins une fois par an.
- Que ces laboratoires s'engagent à participer, au travers de l'EAPIC (Essais d'Aptitude par Inter Comparaison), à des essais croisés qui démontrent la conformité des résultats sur des échantillons identiques.

Notre syndicat professionnel a également créé avec les agents du RST le CLARE (Club des Laboratoires Routiers de l'Est) qui organise des formations et des essais inter-laboratoires, dont nous publions les résultats dans la Revue Générale des Routes. Les laboratoires d'entreprises disposent donc de structures et d'un standard d'organisation qui permettent d'avoir confiance dans leurs contrôles. ■

LABOROUTE ET EAPIC CERTIFIÉS ISO 9001

Pour améliorer le service rendu aux laboratoires routiers, et ainsi consolider l'assurance de la qualité des prestations que ceux-ci fournissent à leurs clients, maîtres d'ouvrages publics et privés, le Comité Qualification Certification de l'IDDRIM en charge des groupes spécialisés Laboroute et EAPIC a engagé en 2009 une démarche de certification ISO 9001 qui a été validée le 8 mars 2010.

LABOROUTE

Des entreprises routières et des organismes publics ou privés disposent de laboratoires qui effectuent pour le compte des maîtres d'ouvrages, publics et privés, et des entreprises des études de formulation, de caractérisation des produits, ainsi que des contrôles de fourniture, de fabrication, de mise en œuvre et de réception de travaux routiers. Au-delà de la qualité des prestations qu'ils assurent, ces laboratoires ont besoin d'une reconnaissance formelle de leur compétence pour la réalisation des essais. Pour ce faire, une commission paritaire maîtrise d'ouvrage / profession appelée Laboroute a été mise en place afin d'établir les conditions de cette reconnaissance selon un constat contradictoire aboutissant à un agrément. Début 2010, 72 laboratoires ont un agrément Laboroute. En considérant les antennes de laboratoires principaux, 122 sites sont couverts par un agrément.

EAPIC

Des laboratoires routiers, de plus en plus nombreux, sont impliqués dans des processus de certification ou d'accréditation. Pour apporter la preuve de son aptitude à réaliser des mesures, le laboratoire peut adopter une démarche volontaire et se comparer par à la communauté des laboratoires qui exercent dans le même domaine en participant à des essais croisés. Le Groupe Spécialisé EAPIC organise ces essais spécifiques aux chaussées : enrobés, matériaux traités aux liants hydrauliques, granulats... En moyenne une campagne est organisée chaque année. Une trentaine de laboratoires y participent. Les résultats de ces campagnes sont publiés de façon anonyme dans la revue générale des routes (RGRA) afin que chacun puisse être informé de la maîtrise, par la profession, d'un essai donné.

LA CONVENTION D'ENGAGEMENT VOLONTAIRE DANS L'EST : RAMPE DE LANCEMENT DU DEVELOPPEMENT DURABLE

LA CONVENTION D'ENGAGEMENT VOLONTAIRE

La Convention vise à mettre en œuvre le développement durable dans le domaine des infrastructures suite au Grenelle de l'Environnement. En signant cette convention en 2009, tous les acteurs publics et privés de la profession, l'Assemblée des Départements de France (ADF) et les acteurs de la conception, réalisation et maintenance des infrastructures routières, voirie et espace public urbain : Fédération nationale des travaux publics (FNTP), Syndicat professionnel des terrassiers (SPTF), Union des syndicats de l'industrie routière française (USIRF), Fédération Syntec-Ingénierie, s'engagent, pour les entreprises, à relever les défis suivants :

- Préserver les ressources non renouvelables :
 - par le réemploi ou la valorisation de 100 % des matériaux naturels excavés sur les chantiers de terrassement (objectif : amélioration de 10 % dès 2012 et 100 % à l'horizon 2020) ;
 - par l'accroissement du recyclage des excédents et déchets de chantier des travaux publics ;
 - par l'augmentation de la réutilisation des matériaux bitumineux issus de la déconstruction routière (objectif : 60 % en 2012).
- Préserver la biodiversité et les milieux naturels par la diffusion de recommandations et de méthodologies, notamment vers les entreprises de terrassement.
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre et la consommation d'énergie grâce aux progrès sur les transports, les centrales d'enrobage et les produits routiers (objectif : réduction de 10 % et 6 % des émissions de CO₂ dès 2012, respectivement pour les entreprises de construction routière et de terrassement et de 33 % à l'horizon 2020).
- Réduire la consommation d'eau sur les chantiers de terrassement en optimisant les procédures d'arrosage (objectif : 50 % dès 2012).
- Accroître la performance environnementale des entreprises et des infrastructures en favorisant (dès septembre 2009) la comparaison des solutions environnementales par la création d'un « Éco-comparateur » commun aux entreprises validé par l'ADEME portant sur l'énergie consommée, les émissions de gaz à effet de serre, la préservation de la ressource naturelle.
- Améliorer la sécurité des usagers, des riverains et des personnels travaillant sur chantier par la signature d'une charte de la sécurité routière portant notamment sur les conditions de réalisation des chantiers sous circulation et sur le déve-

veloppement de la coopération technique dans le domaine de l'exploitation de la route, de la gestion des flux et de la télématique routière (premier trimestre 2009).

- Créer les conditions d'une véritable compétitivité écologique avec tous les acteurs :
 - en créant les conditions d'un nouveau mode de partenariat technique,
 - en participant au développement de la recherche et de l'innovation, pour aboutir à une refonte de l'ensemble de la doctrine routière et à la mise en place de nouveaux cadres techniques et normatifs,
 - en permettant à notre pays de disposer rapidement d'une instance partenariale de référence en matière de conception, de construction, d'entretien et d'exploitation des routes et des infrastructures de transport : l'Institut Français de la Route et des Infrastructures de Transport.
- Promouvoir les objectifs de cet acte d'engagement auprès des partenaires et des acteurs concernés et le décliner localement.
- Suivre et évaluer cet acte d'engagement volontaire.

Le Ministère s'engage pour sa part à :

- Renforcer sa politique d'innovation routière en assurant des expérimentations sur chantiers, à participer à la refonte de la doctrine technique, à assurer la promotion de cette politique auprès des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'œuvre, notamment dans le cadre des partenariats techniques,
- Prévoir systématiquement, dès 2010, dans ses marchés de travaux, la possibilité de réemploi des matériaux, de leur recyclage ou de la valorisation de déchets, et à ouvrir ses marchés de travaux à de telles variantes,
- Transmettre dans ses appels d'offres de marchés de travaux l'ensemble des informations relatives à la biodiversité et aux continuités écologiques, et à inviter les collectivités locales à faire de même.

Syntec-Ingénierie apporte son expertise technique, ses méthodologies en matière de développement durable et soutient la mise en œuvre des objectifs de la convention.

L'Assemblée des Départements de France soutient la mise en œuvre des objectifs de la Convention et favorise leur déclinaison locale.

LE RECYCLAGE DES RESSOURCES NATURELLES

En matière de recyclage des enrobés, les entreprises françaises ont pris un certain retard au regard de leurs équivalents européens. Aujourd'hui, la profession s'organise pour rattraper ce retard et contribuer significativement à

l'économie de ressources naturelles en atteignant des taux de recyclage d'au moins 60 % des agrégats d'enrobés à l'horizon 2012. Le point avec **Marie-Françoise Roussel, Directeur technique Eiffage TP pour la région Est.**



Quelle politique avez-vous adoptée en matière de recyclage ?

Quand nous avons démarré le travail de recherche sur le recyclage il y a une vingtaine d'années, nous avons plutôt engagé une démarche d'essais en place. Notre expérience des chantiers nous a orientés vers un certain nombre de recherches sur l'amélioration des produits, des formules, du matériel, de façon à ce que le recyclage ne soit pas une impasse, mais l'occasion de recycler à plusieurs reprises afin d'optimiser l'économie des projets et la revalorisation des ressources en les réintroduisant dans les nouvelles constructions.

Nous travaillons depuis longtemps avec plusieurs donneurs d'ordre dans le cadre de « Charte innovation » sur le recyclage à chaud des matériaux, mais aussi sur le retraitement à froid des chaussées en place, que ce soit avec des liants hydrauliques ou hydrocarbonés avec du matériel spécifique breveté. Nos techniques de recyclage s'adaptent à tous les cas de figure afin de répondre sur l'ensemble des dossiers.

Avez-vous une méthodologie particulière ?

Notre objectif est de 100 % de valorisation, pour cela, Eiffage Travaux Publics Est a mis en place des procédures de travail, ainsi que des moyens logistiques et matériels adaptés :

- Avant toute intervention, une analyse du chantier est réalisée, afin de définir la technique de recyclage la plus appropriée.
- Sur le terrain, il ne s'agit pas de démolir, mais de « déconstruire », de



façon à trier les matériaux en amont, pour préparer leur valorisation.

- La région Est dispose de six centres permanents, sur lesquels, les matériaux issus des chantiers, sont traités par criblage et concassage, puis contrôlés avant d'être valorisés dans les différentes couches de chaussées.

Cette démarche est-elle récente ?

Il est vrai que cette démarche existe depuis déjà plusieurs années, mais notre connaissance des techniques de recyclage nous permet de l'améliorer davantage en accroissant les quantités de recyclage, en acquérant de nou-

veaux matériels et en améliorant nos capacités de valorisation des matériaux. Chaque investissement est un moyen d'aller plus loin dans ces techniques. Si l'on prend l'exemple de la fabrication des enrobés, nous avons commencé à 10 % et nous avons aujourd'hui les moyens de recycler à 50 %. Il en est de même pour les graves recyclées. Nos indicateurs de recyclage augmentent régulièrement, même si les chiffres sont encore trop hétérogènes pour avoir une moyenne régionale représentative.

Comment percevez-vous la Convention d'engagement volontaire ?

Le groupe Eiffage Travaux Publics,

très engagé dans les techniques de recyclage et l'acquisition de matériel adapté, a vu la signature de la Convention comme un soulagement car nous avons le sentiment que nos interlocuteurs se montrent plus réceptifs aux solutions que nous préconisons. Cette signature est aussi une « bouffée d'oxygène » en interne pour remobiliser des équipes qui ont la conviction d'être écoutées.

Les appels d'offres sont, aujourd'hui, beaucoup plus ouverts et récemment Eiffage Travaux Publics a été retenu grâce aux variantes environnementales que nous proposons, en terme de taux de recyclage et de fabrication d'enrobés basse énergie. ■



UNE DÉMARCHE RATIONNELLE ET RESPONSABLE

Au-delà des objectifs environnementaux, la Convention d'engagement volontaire a généré un travail de fond pour remettre à niveau le réseau local et signer les déclinaisons locales. Emblématique des capacités d'engagement, de dynamisme et d'ouverture dont a su faire montre la

profession, le SPRIR Lorraine s'est fortement mobilisé pour impliquer tous les acteurs dans une déclinaison locale adaptée aux spécificités régionales. Entretien avec **Jean-Marc Larose, Président du Syndicat professionnel régional de l'industrie routière (SPRIR) Lorraine.**



© DR

Comment avez-vous engagé la déclinaison locale de la Convention d'engagement volontaire ?

Il a été convenu avec la FRTP que le rôle de notre syndicat était de promouvoir cette démarche auprès des acteurs publics et privés : départements, collectivités, région, associations départementales des maires, ingénieries privées. Pour ce faire, nous avons créé un comité de pilotage au sein de notre syndicat qui a rédigé une convention déclinée tenant compte des spécificités lorraines et de ses enjeux.

Les points que nous avons souhaités aborder et suivre plus particulièrement sont :

- Le recyclage des enrobés bitumineux,
- La valorisation des excédents de chantier des TP,
- La promotion et l'utilisation de l'outil éco-comparateur (cf. entretien avec M. Wallez) et l'ouverture aux variantes environnementales,
- Le recours aux produits innovants et aux enrobés « basse température »,
- La sécurité avec l'optimisation de

la mise « hors circulation des chantiers »,

- L'adaptation des prescriptions techniques à l'évolution des conditions de circulation en Lorraine,
- La sensibilisation des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre au travers de journées techniques régionales à l'image de celles organisées avec la CoTITA.

Cette convention locale a été validée par un comité de suivi constitué des représentants du comité de pilotage, François Hurson, directeur du CETE, Georges Tempez, directeur de la Direction Interdépartementale des Routes (DIR) Est, Christian Lefèvre, Didier Martin et Sylvain Seigneur, représentants de l'ASDTRD, des maîtres d'ouvrage et nos référents techniques.

Vous signez ensuite ces déclinaisons avec tous les acteurs locaux identifiés ?

En effet, nous avons rencontré tous les maîtres d'ouvrage pour leur présenter la charte nationale et notre déclinaison locale afin qu'ils s'engagent à nos côtés.

Fin juin, nous avons signé avec les quatre départements (Vosges, Meuse, Meurthe et Moselle, Moselle), le Grand Nancy, la ville de Metz, la Région Lorraine, les Associations Départementales des Maires (ADM) des Vosges et de Meurthe et Moselle.

Par leur dynamisme, ces deux dernières assurent la promotion de notre démarche auprès de l'ensemble des collectivités adhérentes.

Plus qu'une évolution, ce partage des pratiques et des idées est une révolution dans la profession.

Cette démarche semble très rationnelle et responsable

Nous sommes des gens rationnels et pragmatiques.

Une fois l'ensemble des déclinaisons signées, le comité de pilotage va se mettre au travail afin d'identifier les pratiques actuelles, les moyens dont la profession dispose afin d'établir un point de départ à notre démarche.

Le comité de suivi sera chargé de faire un bilan annuel de l'évolution des pratiques en toute objectivité et de réfléchir sur le contenu des objectifs fixés.

Le SPRIR Lorraine dégage un fort dynamisme. Avez-vous pris d'autres initiatives ?

Nous travaillons actuellement à l'écriture d'une charte sur les clauses d'insertion sociale dans les marchés publics avec le département de la Meurthe et Moselle. Nous savons à quel point ce problème est sensible et crucial pour les départements et souhaitons trouver par le biais de cette charte des solutions concrètes rendant plus efficaces la pratique de ces clauses. Un autre chantier très important vise à créer des échanges entre les maîtres d'ouvrage, l'ingénierie privée et la profession. Le désengagement des services techniques de l'État laisse souvent fort démunies les collectivités sans moyens techniques propres.

Nous avons constitué un groupe de travail rassemblant les ADM des Vosges et de Meurthe et Moselle, un certain nombre de maîtres d'œuvre privés régionaux et des personnes de la profession. Dès début juillet, nous allons évaluer les besoins des collectivités dans l'objectif de rédiger un Guide à l'attention des maîtres d'ouvrage et d'organiser des rencontres techniques. ■



© BOUYGUES

LES ENTREPRISES ROUTIÈRES ET LE POST GRENELLE

Avec la prise de conscience d'une pénurie des ressources naturelles et les engagements en faveur d'objectifs environnementaux ambitieux, les entreprises françaises sont amenées à réfléchir autrement : anticipation des commandes, stockages tampons, modification des formu-

tions, recyclage, ouverture aux variantes environnementales... Une vue d'ensemble de la région Est avec **Patrice Haltebourg, Président de la Fédération Régionale des Travaux Publics de Lorraine.**



© DR



© EIFFAGE

Rencontrez-vous des pénuries de ressources ?

Nous avons des quantités importantes d'alluvions en Moselle, qui sont toujours extraites à ce jour et qui constituent des ressources importantes.

Nous avons également des matériaux alternatifs du type laitiers issus de la sidérurgie en provenance de France ou d'Allemagne, des roches massives dans les Vosges ainsi que des calcaires locaux qui, même s'ils ne sont pas de qualité similaire, sont fort utiles. Il n'y a pas pénurie.

Concernant l'approvisionnement en bitume, il y a une incertitude en termes de volume au départ de la raffinerie de Reichstett, qui était le gros fournisseur de la Lorraine.

Elle existe toujours mais avec des productions moindres, ce qui présente certains risques de pénuries sur certains grades de bitume. D'autres raffineries assurent le relais : Karlsruhe et Godorf en Allemagne, Dunkerque ou Anvers dans le Nord. On ne peut donc pas vraiment parler de pénurie, mais il convient surtout aujourd'hui d'anticiper les besoins. Ce qui est également vrai pour les matériaux.

Comment les entreprises régionales ont-elles concilié leur activité avec le post-Grenelle ?

Le Grenelle se décline notamment au travers de la charte d'engagement volontaire signé entre les institutions et les professionnels. La diminution des flux d'approvisionnement des ressources dont nous venons de parler amène les entreprises à réfléchir sur la création de stockages tampons, notamment de bitumes durs, sur les installations industrielles.

Le cas échéant, nous devons adapter nos formulations en fonction du produit disponible. Les industriels de la profession réfléchissent donc aux différents moyens d'anticipation de ces besoins. En matière de recyclage, il y a une réelle prise de conscience. Mais si la pratique existe déjà avec quelques installations en France, nous ne sommes pas encore passés à une phase aussi importante que la Belgique, l'Allemagne ou le Luxembourg. Les applications sont encore relativement faibles et notre comportement doit changer. C'est une question d'engagement politique : il est clair que si l'on veut augmenter le pourcentage du recyclage,

ce qui est possible techniquement, cela demande des investissements en matériels qui auront une incidence sur les produits fabriqués.

À ce propos, constatez-vous une hausse des investissements en matériels ?

Il faut faire la différence entre les donneurs d'ordre classiques habituels qui sont nos principaux clients (collectivités locales) et les gros donneurs d'ordre comme la DIR Est ou les sociétés d'autoroute.

Les fabrications se font dans des centrales d'enrobage et il faut reconnaître que nous sommes confrontés à un certain anachronisme entre les exigences de la vie de tous les jours et les quan-

tités de certains chantiers qui peuvent exiger un surdimensionnement pour satisfaire des impératifs de quelques jours par an. Ce problème est pallié temporairement par des installations mobiles.

Quels pourraient être les autres champs d'investigation en matière d'innovations environnementales ?

Nous travaillons dans différents domaines. Par exemple : l'intégration des infrastructures dans le paysage, le traitement et le stockage des eaux résiduelles, la multi-utilisation des ouvrages en complément des éléments déjà inscrits dans la charte des engagements volontaires. ■

LES VARIANTES ENVIRONNEMENTALES : UNE VALEUR AJOUTÉE DANS LES ADJUDICATIONS

Venues de l'Europe du nord, les adjudications au « mieux-disant » dépassent le seul critère économique en intégrant des aspects techniques, sociaux, environnementaux. Il s'agit-là d'une source de progression pour développer des solutions grenello-compatibles, responsabiliser tous les acteurs et recréer un dialogue de qualité, notamment entre les entreprises et les élus.

L'aménagement à 2 x 2 voies de la RD 14 (entre la côte St-Michel à Thionville et le giratoire de la RD 952 à Angevillers et Hayange) a été particulièrement exemplaire sur la valorisation des matériaux prélevés sur site et sur les nombreuses mesures de protection de l'environnement mises en œuvre.

Lors de ce chantier, les initiatives du conseil général de la Moselle, maître d'œuvre, et les divers échanges avec l'entreprise ont permis de valoriser 122 400 m³ de matériaux calcaires en substitut de matériaux d'apport, essentiellement en couche de forme, évitant ainsi leur mise en dépôt. Cela représente 250 000 tonnes de ressources extérieures économisées, 10 000 rotations de poids lourds évitées sur les routes départementales, et 300 000 km non parcourus (soit 100 000 l de gasoil économisés). Grâce à cette initiative, 270 tonnes de CO₂ n'ont pas été émises dans l'atmosphère, mais il faut compenser ce chiffre par le transport de la chaux et du ciment utilisés en substitution.

Par ailleurs, le recours à de nouvelles techniques de traitement a permis d'optimiser les réponses habituelles et de gagner environ 18 000 tonnes de matériaux de chaussée, soit une économie financière de 20 %. Cela représente aussi 1 440 rotations de poids lourds évitées, ou encore 100 000 km non parcourus, soit 30 000 litres environ de carburant économisé et 90 tonnes de CO₂ non rejetés.

UN RECOURS CROISSANT AUX INNOVATIONS

Le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées apporte un regard technique neutre sur les innovations eu égard aux spécificités d'usage attendus par le maître d'ouvrage et les usagers de la

route. Entretien avec **Hugues Odéon, chef de groupe « Terrassements-Chaussées » au LRPC de Strasbourg.**



Vers quels secteurs se tournent les innovations dans les techniques routières ?

Il y a toujours eu, dans le domaine de la route, des innovations qui portaient soit sur les matériaux, les techniques de fabrication et de mise en œuvre, soit sur les structures de chaussée elles-mêmes. Longtemps initiée par l'administration, l'innovation revient depuis une vingtaine d'années aux entreprises. Ces dernières y sont encouragées par différents dispositifs, dont la « Charte innovation » : l'État lance un appel à candidature sur une thématique donnée, analyse les réponses des entreprises, en retient une dizaine qui seront expérimentées. L'objectif est de donner aux entreprises l'opportunité d'un chantier qui pourra faire référence. Il existe également des démarches innovantes promues par des Départements volontaires. Les expérimentations les plus intéressantes sont ensuite valorisées par le biais de publications.

La signature de la Convention d'engagement volontaire a-t-elle accéléré ce processus ?
 Oui, elle le conforte en l'ancrant ouvertement dans le champ du développement durable. En Lorraine, la déclinaison locale de cet engagement vient d'être

signée. Il y a d'ailleurs dans cette région une longue tradition d'innovation en matière de retraitement et de valorisation des déchets, en raison de la forte présence d'industries lourdes. Concernant les liants, les entreprises ont enclenché depuis des années la recherche sur de nouveaux produits : plusieurs d'entre elles expérimentent à grande échelle des liants d'origine végétale. Les procédés de fabrication figurent également au rang des préoccupations des entreprises ; ainsi, le recours à des enrobés tièdes est en passe de devenir une pratique courante. Cela a pour conséquences directes de diminuer la consommation énergétique, réduire les émissions de gaz et limiter les rejets.

Voilà des techniques éprouvées. Quelles sont les innovations récentes ?

Plus que tel produit ou tel procédé, l'innovation principale me semble résider dans le recours croissant à ces techniques innovantes. Tous les acteurs du domaine doivent poursuivre leur implication pour normaliser les techniques qui ont déjà fait leurs preuves : le maître d'ouvrage doit définir une politique et un budget volontaristes ; le maître d'œuvre doit adopter une



démarche pro-active pour susciter des propositions d'entreprises innovantes et favoriser leur faisabilité ; les entreprises doivent industrialiser leurs procédés pour garantir la fiabilité du produit et réduire le coût de production.

Vers quelles pistes doit se diriger la Recherche ?

Les innovations à venir concerneront assurément les constituants, notamment la valorisation des granulats et la recherche de liants de substitution. Elles doivent également porter sur le retraitement des chaussées en place. Si plusieurs techniques sont aujourd'hui parfaitement connues, il faut développer leur usage et travailler à maîtriser davantage les rejets de polluants. C'est à mon avis là-dessus que doivent porter les efforts. Valoriser les matériaux de la route est un bon moyen d'économiser les ressources et de réduire les transports. Enfin, le développement de nouvelles techniques ne pourra se faire que sur la base d'arguments chiffrés quant à l'impact sur l'environnement. À cette fin, l'USIRF a élaboré un outil baptisé SEVE (cf. entretien avec M. Wallez, page suivante) qui va permettre aux maîtres d'ouvrage de comparer sur des bases identiques l'impact environnemental des solutions proposées par les entreprises. Ce dispositif fait écho au programme ECORCE, développé au sein du RST,

qui analyse de manière plus complète le même type de données. C'est grâce à ces nouveaux outils que nous ferons évoluer les pratiques. ■



LA COMPARAISON DES VARIANTES ENVIRONNEMENTALES

Proposées depuis quelques années par les entreprises, les variantes environnementales apparaissent régulièrement dans les appels d'offres et trouvent des applications concrètes sur de nombreux chantiers.

Difficilement appréciable jusqu'à l'été 2010, la pertinence des solutions proposées peut être aujourd'hui comparée grâce à l'écocomparateur SEVE. Explications avec **Mathieu Wallez, Directeur technique délégué Eurovia Est.**



Votre entreprise pratique-t-elle des ouvertures aux variantes ?

La réalité montre que certains produits se raréfient ou qu'ils sont plus difficiles d'accès, je pense notamment à la ressource granulaire. Nous devons donc trouver des solutions toujours plus imaginatives. De plus, la pression environnementale nous conduit à mettre en oeuvre des procédés plus économes en énergie et à développer encore plus le recyclage, deux domaines aujourd'hui considérés comme courants tant ils sont entrés dans les mœurs.

Cette volonté affichée des donneurs d'ordre d'ouvrir aux variantes, et la multiplicité des réponses pouvant être proposées par les entreprises (produits, structures, méthodes, spécificités de chaque entreprise...) conduit naturel-

lement à complexifier la comparaison et le jugement des différentes solutions proposées.

Les maîtres d'ouvrage se montrent-ils davantage réceptifs aux solutions innovantes ?

En effet, les maîtres d'ouvrage font preuve d'une ouverture certaine aux propositions innovantes. Le critère économique, s'il peut rester encore prépondérant, surtout en période de crise, n'est plus la seule préoccupation et des solutions qui sont socialement ou environnementalement plus satisfaisantes retiennent l'attention des donneurs d'ordre. Aujourd'hui, les entreprises apportent des solutions moins onéreuses et sont capables d'apporter des réponses plus complètes.

La vraie difficulté rencontrée jusqu'à ce jour, c'est de pouvoir comparer équitablement les solutions et d'en bien juger la pertinence.

Il existe pourtant des écocomparateurs ?

Jusqu'à une période récente, chaque grande entreprise de la profession avait son propre outil d'écocomparaison.

Cela permettait à chacun de s'engager sur des chiffres, mais il était difficile pour le maître d'ouvrage de comparer en toute équité les propositions des uns et des autres.

Depuis deux ans, un travail commun au sein de l'USIRF, c'est-à-dire la grande famille de l'industrie routière, nous a réunis pour mettre au point un écocomparateur commun à la profession.

Nous l'avons baptisé SEVE (voir encadré). Les résultats présentés sous forme d'un document en format PDF vont grandement faciliter le travail de comparaison des différentes offres et contribuer au développement de solutions plus respectueuses de l'environnement. ■



L'ÉCOCOMPARATEUR SEVE (SYSTÈME D'ÉVALUATION DES VARIANTES ENVIRONNEMENTALES)

Suite à l'apparition dans certains dossiers d'appel d'offres de critères de jugements environnementaux et à la multiplication d'outils pour y répondre, est apparue la nécessité de bâtir un outil commun à la profession, dont l'objectif est de permettre aux maîtres d'ouvrage la comparaison, sur les mêmes bases, des variantes

« environnementales » proposées par les entreprises. À cette fin, l'USIRF a entrepris l'élaboration d'un outil « éco comparateur » baptisé SEVE, conformément à la Convention d'engagement volontaire, signée par la profession le 25 mars 2009, dans le cadre du Grenelle de l'Environnement. SEVE est basé sur une architecture Internet. La base de données de référence et les fonctionnalités accessibles pour les utilisateurs sont hébergées sur un serveur web sécurisé. Il n'y a pas d'application à installer localement par les utilisateurs SEVE intègre une base de données de valeurs standards et un module de calcul (ressources communes).

L'établissement et les mises à jour des ressources communes intéressant l'ensemble de la profession sont centralisées et disponibles en « temps réel » à tous les utilisateurs. SEVE peut être complété par des données spécifiques aux entreprises (ressources propres).

Les ressources propres aux entités utilisatrices (spécificité des outils industriels et des produits) sont établies et mises à jour par les responsables locaux qui en gèrent également la diffusion. SEVE permet à l'utilisateur, à l'occasion d'un appel d'offres, de saisir les paramètres de chaque solution, à savoir : nature des couches, constituants, condition de fabrication de la chaussée, composition

des ateliers d'application, distances et modes de transports, ...

Quatre indicateurs environnementaux sont ensuite calculés : la consommation d'énergie, l'émission de CO₂, l'économie de ressources naturelles et la quantité d'agréats d'enrobés valorisés. Ils sont présentés sur un modèle unique de document reprenant, de façon exhaustive, les hypothèses retenues et les impacts de chaque solution.



Source USIRF



ROGER MARTIN

LA PÉRENNITÉ PAR LA DIVERSIFICATION

REPORTAGE DE MARC MONTAGNON

POUR LE GROUPE ROGER MARTIN, TOUT A COMMENCÉ EN 1895 LORSQU'EUGÈNE MARTIN, COMPAGNON DU TOUR DU FRANCE, SE FIXE À DIJON, UN PEU PAR HASARD, ET FONDE SA PROPRE ENTREPRISE D'ASPHALTAGE ET PAVAGE. CELLE-CI SE DÉVELOPPE RAPIDEMENT GRÂCE À L'ENTRETIEN DU FAMEUX RÉSEAU FERROVIAIRE PLM (PARIS-LYON-MARSEILLE) ET S'ENGAGE, DÈS 1926, SOUS L'IMPULSION DE SON FILS UNIQUE ROGER MARTIN, DANS LA MÉCANISATION. 115 ANS PLUS TARD, EN 2010, LE GROUPE ROGER MARTIN, EMPLOIE PRÈS DE 1 000 PERSONNES RÉPARTIES DANS 25 SOCIÉTÉS ET RÉALISE UN CHIFFRE D'AFFAIRES DE 160 MILLIONS D'EUROS, AVEC UNE PARTICULARITÉ DE PLUS EN PLUS RARE, MÊME POUR UNE PME : SON CAPITAL EST DÉTENU EXCLUSIVEMENT PAR LA FAMILLE D'ORIGINE. UNE HISTOIRE QUI PERDURE ET QUE SON DIRECTEUR GÉNÉRAL ET MEMBRE DU DIRECTOIRE, CHRISTIAN JACQUES, NOUS RACONTE AVEC FORCE DÉTAILS. UNE HISTOIRE DANS LAQUELLE L'HOMME QUI CONSTRUIT DEMEURE L'ÉLÉMENT FONDAMENTAL.

Lorsqu'Eugène Martin, né en 1866, s'établit à Dijon, il a à peine 30 ans. Il va s'effacer à 60 ans pour laisser la place à son fils Roger, ingénieur ESTP, qui a intégré l'entreprise dès 1926 et implante à Andelnans, près de Belfort, en 1927, la première agence de ce qui s'appelle désormais « Entreprise Roger Martin ». Initiative prémonitoire puisque, dès 1930, la Ville de Belfort lui confie l'entretien de sa voirie. Parallèlement, déjà propriétaire de carrières, l'entreprise

appuie son développement sur l'effort de reconstruction entrepris après-guerre en participant à la construction des aérodromes.

En 1950, elle devient une SARL au capital de 50 000 francs et, la même année, anecdote amusante, Roger Martin, entrepreneur de Travaux Publics déterminé mais aussi œnologue passionné, crée un domaine viticole à Arbois, le Domaine de la Pinte, qui fait toujours partie du patrimoine de l'entreprise.

L'entreprise connaît alors une période de forte croissance

À partir de 1956, le besoin de se procurer des matériaux pour les travaux de voirie se faisant sentir, Roger Martin fonde la SABEVI (Société de Sables et Bétons Vibrés), également basée à Andelnans.

« Le début des années 60 correspond alors à une période de prospérité et de très grande activité », indique Christian Jacques. Pierre Martin et Jean-Louis Bourrouet, ingénieurs ESTP, forment un

« directoire » qui mènera les destinées de l'entreprise pendant 25 ans.

Pierre Martin devient directeur général en 1970, puis Président – directeur général en 1985, après le décès accidentel de Roger Martin. C'est à partir de cette date que commence vraiment le développement de l'entreprise.

Plusieurs créations et prises de participation interviennent dans les années qui suivent, qui confortent l'activité de base et contribuent à une diversification bienvenue.



© ROGER MARTIN

1- L'activité terrassement représente près de 30 % du chiffre d'affaires total du groupe.

2- Le groupe dispose de 5 centrales fixes de production de béton et de 2 unités mobiles de production de graves traitées.

3- La filiale Locatelli réalise les chantiers de génie civil et, particulièrement, d'ouvrages d'art.

4- La route et les VRD représentent 42 % du chiffre d'affaires du groupe, notamment au travers de 5 centrales fixes et mobiles d'enrobage.



CHRISTIAN JACQUES
DIRECTEUR GÉNÉRAL DE LA SA ROGER MARTIN

DANS LE CADRE DE SON DÉVELOPPEMENT, LE GROUPE ROGER MARTIN A TOUJOURS SU CONSERVER EN SON SEIN UN ESPRIT ET UNE ORGANISATION QUI LAISSENT UNE GRANDE PLACE AUX HOMMES

A31 : LE PIED À L'ÉTRIER

Une agence Grands Travaux est créée. Elle étend rapidement son activité Terrassement : « Le chantier de 35 km de l'autoroute A31 Dijon – Til-Chatel, au début des années 80, réalisé pour SAPRR, avec Scetauroute, nous met véritablement le pied à l'étrier » précise Christian Jacques. Il est à l'origine du développement de l'agence Grands Travaux qui s'est mise alors à travailler sur toute la France.

Une agence est ouverte à Dannemarie-sur-Crète, près de Besançon et des participations sont prises dans plusieurs entreprises : Demongeot (électricité), Fauchet (VRD et électricité), Val de Saône Enrobés (centrale d'enrobés), FLEUR (Fabrication de Liants et Emulsions pour Utilisations Routières), toutes deux en Côte-d'Or. Parallèlement, Roger Martin fait l'acquisition de SN2V (vr),

dans l'Ain et de Locatelli (génie civil), en Haute-Saône.

« Pour la bonne organisation de toutes ces sociétés, la nécessité de créer une holding devient incontournable », précise Christian Jacques.

Ainsi, depuis 1993, la SA Roger Martin gère l'ensemble des agences et filiales du groupe Roger Martin. La dynamique de développement externe - raisonné - se poursuit avec plusieurs acquisitions, notamment celle du groupe Diors Finances en 2000 (Setec, TTR, Sodibe) et d'Elitec, une des filiales de Diors Finances, aujourd'hui directement rattachée à la SA Roger Martin.

Cette société, désormais installée en région lyonnaise, a réorienté ses activités de recherche et développement vers les métiers de l'environnement : dépollution, conseil, bilan carbone, gestion des déchets...)

EXTENSION RÉGIONALE

Le développement externe permet à l'entreprise de mieux couvrir les régions Bourgogne et Franche-Comté à partir de Dijon et Belfort, terres de prédilection « historiques » de Roger Martin, mais aussi Rhône-Alpes, à partir de Lyon, et Centre à partir de Châteauroux.

En 2002, Roger Martin Rhône-Alpes voit le jour à Chasse sur Rhône, dans l'Isère, sur les bases de l'acquisition du groupe Lucidi TP.

2004 constitue une année importante pour l'entreprise puisque la SA Roger Martin modifie sa forme juridique et devient une société à Conseil de surveillance dont le président est Pierre Martin et les membres du directoire Jean Cerutti (président), Christian Jacques et Vincent Martin (directeurs généraux). La croissance externe se poursuit dans un passé proche avec

l'acquisition, en 2008, de SAEM (électricité) à Chassieu, de De Gasperis (vr) à Chaponost, toutes deux dans le Rhône, et enfin de Roger Cuenot à Levier, dans le Doubs.

Parallèlement, le groupe Roger Martin renforce ses sites industriels avec l'implantation de deux centrales à béton : Besançon Béton à Chenaudin, dans le Doubs, et Rioz Béton, à Rioz, en Haute-Saône et une prise de participation dans Nitry Enrobés, dans l'Yonne, APLE (usine d'émulsion) en Haute-Saône et Rhône Sud Enrobés (RSE), dans le Rhône. L'exploitation de carrières de roche massive, calcaires, granitiques et alluvionnaires est également poursuivie et élargie au fil des années avec des implantations en Côte-d'Or, dans l'Yonne, l'Indre-et-Loire, l'Isère, et le Doubs.

ACTIVITÉS DIVERSIFIÉES

Aujourd'hui, la SA Roger Martin a considérablement diversifié ses activités : outre le terrassement, elle intervient dans le domaine des VRD et de la route, de l'assainissement, des aménagements paysagers, de l'électricité, des ouvrages d'art, de l'industrie et des carrières.

Le groupe exploite cinq centrales à béton fixes à Belfort, Besançon, Châteauroux, Rioz et Saint-Apollinaire et cinq centrales d'enrobés de Valse, APLE, RSE, Nitry Enrobés et Setec qui lui permettent de traiter de nombreux chantiers routiers dans les périmètres de Dijon, de Châteauroux et de Lyon.

« Nous mettons en œuvre annuellement, de l'ordre de 300 000 tonnes d'enrobés, au travers de nos centrales et de nos usines d'émulsion et de liants spéciaux que nous exploitons en propre ou en participation », précise Christian Jacques.



5



6



7

© ROGER MARTIN

« Cette diversification a entraîné une modification importante, et heureusement, de la répartition des activités dans le chiffre d'affaires du groupe.

Au début des années 80, les grands terrassements représentaient de l'ordre de 75 % du chiffre d'affaires. Aujourd'hui, ils n'en concernent plus qu'à peine 30 %, grâce à l'élargissement de compétences, en dépit de l'accroissement important du chiffre d'affaires intervenu entre 1980 et 2010, puisqu'il est passé de 10 à 160 millions d'euros. Nous avons changé de métier ».

Les grands travaux ont connu une activité soutenue depuis une quinzaine d'années, dans toute la France.

Parmi les chantiers récents et significatifs auxquels a participé l'agence Grands Travaux, basée à Dijon, au siège même du groupe, il faut citer la première phase de la LGV Est (plus de 20 % du tracé réalisé par le groupe), la déviation d'Ax-les-Thermes en zone montagnarde dans les Pyrénées, les 30 km de mise à 2x3 voies de l'autoroute A31 entre Dijon et Beaune, la mise au gabarit LGV pour RFF de voies ferrées dans la région du Bugey (chantier des Carpates), les nombreux travaux sur l'A75...

Parmi les chantiers en cours, on peut indiquer la déviation de Pont de Salars, au sud de Rodez (pour le Conseil général de l'Aveyron), le contournement Nord-Ouest de Dijon, la déviation d'Epagny ainsi que plusieurs opérations en Haute-Saône : Luxeuil-les-Bains, Lure...

Dans un tout autre domaine, l'entreprise réalise également un port de plaisance sur la Saône à Auxonne ainsi que les aménagements de la station de sports d'hiver du Lioran, dans le Massif Central.

CONCESSIONS PRIVÉES ET PPP : POSITION RÉSERVÉE

Interrogé sur l'avenir des PME indépendantes dans le secteur des Travaux Publics, Christian Jacques se montre

UN PARC DE PLUS DE 100 MATÉRIELS LOURDS

Le parc de matériels de terrassement constitue l'une des forces de la division Grands Travaux de l'entreprise, ainsi que le parc des matériels destinés à tous les autres types de travaux. Il comporte plus de 200 engins roulants dont une centaine de matériels de terrassement ou de transport de matériaux proprement dits : boteurs sur chenilles, scrapers automoteurs, pelles sur chenilles, pelles sur pneus, tombereaux rigides de 35 t, tombereaux articulés, compacteurs de terrassement, niveleuses... auxquels s'ajoutent les matériels spécifiquement routiers (finisseurs, gravillonneurs et compacteurs), les engins de traitement de sols, les camions de chantier, les centrales d'enrobage et les centrales à béton...

réservé, voire inquiet, notamment en raison des conditions nouvelles d'attribution de certains marchés : « Notre profession subit actuellement la crise. Mais elle ne souffre pas tant du manque de chantiers que de la crainte du manque, ce qui conduit à un affolement très préjudiciable au niveau des prix », indique-t-il.

« Déjà, lorsque l'État a privatisé les sociétés concessionnaires d'autoroute en 2005, cela avait provoqué une raréfaction des appels d'offres et des adjudications auxquelles étaient susceptibles de répondre les PME indépendantes.

En ce moment, la tendance est aux PPP⁽¹⁾, dont les premiers sont apparus

5- Roger Martin a réalisé plus de 20 % des terrassements de la 1^{re} phase de la LGV Est.

6- La déviation d'Ax-les-Thermes, dans les Pyrénées, constitue un chantier particulièrement difficile dans une zone montagneuse très escarpée.

7- Le parc de matériel comprend notamment des boteurs de forte capacité et des scrapers automoteurs.

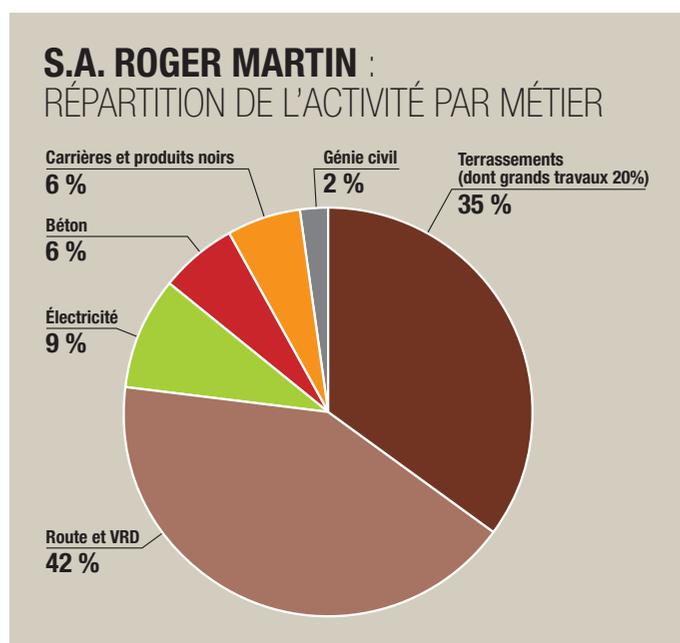
en 2007/2008. Avec les PPP, l'État délègue à des entreprises privées la conception, la construction, et le financement, quelquefois même l'exploitation, de certains grands projets qu'il n'est pas en mesure de financer lui-même, et permettant, entre autre, de ne pas peser sur la barre des 3 % de déficit instauré par les règles de la Commission européenne.

Ces PPP coûtent cher car, pour les financer, les entreprises empruntent à des conditions moins favorables que ne pourrait le faire l'État lui-même.

Et, lorsque ces PPP concernent des opérations de plusieurs milliards d'euros tels que le Canal Seine-Nord Europe, la LGV SEA ou BPL, ils ne peuvent être contractés que par les grands groupes et souvent adjugés à des conditions économiques moins favorables que dans le cas d'une concurrence ouverte. Cette orientation me paraît une aberration ».

Et Christian Jacques de regretter qu'entre les concessions privées et les PPP nécessitant un niveau de financement qui leur est inaccessible, les PME familiales telles que la SA Roger Martin voient se réduire considérablement leur champ d'activité. □

(1)- PPP : Partenariat Public Privé.



PROJET ITER : NIVELLEMENT D'UN SITE DE 40 HECTARES

AUTEURS : SYLVIE ANDRÉ-MITSIALIS, AGENCE ITER FRANCE -
 PAUL SANCEY, VALERIAN - JEAN MAÎTRE, VALERIAN

LE PROJET INTERNATIONAL ITER, BASÉ À CADARACHE DANS LES BOUCHES-DU-RHÔNE ET DESTINÉ À LA RECHERCHE EN MATIÈRE DE FUSION ATOMIQUE, PRÉVOIT LA CONSTRUCTION D'UNE QUARANTAINE DE BÂTIMENTS. LES TRAVAUX DE TERRASSEMENT PRÉALABLES ONT CONSISTÉ À NIVELER, DANS UN DÉLAI DE HUIT MOIS, UNE PLATE-FORME QUASI HORIZONTALE D'UNE QUARANTAINE D'HECTARES. AFIN DE RELEVER CE DÉFI, L'ENTREPRISE VALERIAN A MIS EN PLACE UNE ORGANISATION ET DES MÉTHODES SPÉCIFIQUES.

PRODUIRE DE L'ÉLECTRICITÉ GRÂCE À LA FUSION ATOMIQUE

Le développement de la fusion comme source d'énergie en vue de produire de l'électricité constitue un enjeu majeur pour les générations futures. Le projet international Iter permettra de franchir des étapes clés dans la démonstration scientifique et technique en ce domaine. La fusion d'atomes de deutérium (D) et de tritium (T) – deux isotopes de l'hydrogène – génère une formidable énergie. Le deutérium (élément stable) se trouve en abondance sur Terre (un atome d'hydrogène sur 6 500 est du deutérium) ; le tritium (élément radioactif à vie courte) est généré à partir de lithium. Une batterie de PC portable et 40 l d'eau contiennent suffisamment de lithium et de deutérium pour couvrir la consommation d'électricité d'un Européen pendant 30 à 40 ans.

Les premiers résultats de fusion deutérium-tritium ont été obtenus en Angleterre grâce au tokamak JET, qui détient un record de 16 MW de puissance depuis 1997. En parallèle, d'autres

tokamaks (Tore Supra au CEA de Cadarache, JT 60 au Japon) ont contribué à obtenir des avancées considérables sur le plan de la physique et de la technologie : magnétohydrodynamique, transport turbulent, supraconductivité, très hautes et très basses températures (- 273 °C), robotique, simulation et modélisation. Héritière des technologies et des résultats de recherche ainsi obtenus à travers le monde, l'installation de recherche Iter permettra notamment la réalisation de composants directement applicables à un prototype préindustriel.

4 000 PERSONNES SUR LE CHANTIER

Ses défis scientifiques, sa dimension internationale (34 pays réunis) et les travaux engagés font d'Iter une coopération inédite. Sa construction nécessite la réalisation d'une quarantaine de bâtiments qui mobilisera 3 000 à 4 000 personnes lors du pic de construction prévu en 2014. En préparation de ces travaux, l'agence Iter France, au titre des engagements pris par la France en tant



1- Travaux achevés.

1- Completed works.

PRINCIPALES QUANTITÉS

Le volume de terrassement pour créer la plate-forme est impressionnant : il est presque équivalent à celui de la pyramide de Khéops ! Les principales quantités comprennent :

- 2 300 000 m³ de déblais dont 1 500 000 m³ de terrain rocheux ;
- 1 500 000 m³ de remblai et couche de forme ;
- 800 000 m³ de matériaux mis en dépôt sur le site ;
- 400 000 m² de surface de plate-forme, soit 1 000 x 400 m.

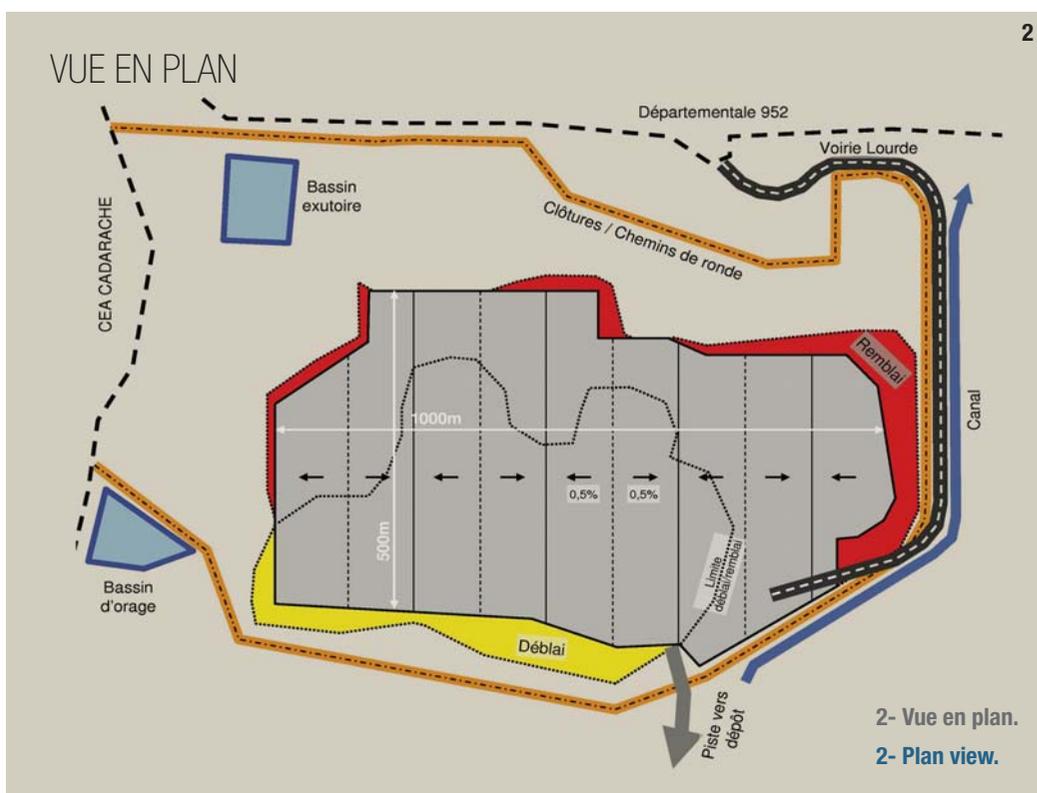
À ces quantités s'ajoutent celles de voirie et d'assainissement nécessaires à l'intégration de la plate-forme au titre de la sécurité et de l'environnement :

- 4 000 m de voies de 15 m de large servant de support aux clôtures et aux chemins de ronde ;
- 600 m de voirie pour l'acheminement des convois exceptionnels dont le gabarit est totalement hors norme. Il s'agit là du dernier tronçon des travaux d'élargissement de l'itinéraire menant de Berre à Cadarache (Saint-Paul-lès-Durance), soit près de 100 km, sur lequel transiteront les éléments du tokamak ;
- 800 m de canal, au titre de la transparence hydraulique de la plate-forme, afin de permettre le contournement de la plate-forme par les eaux de pluies amont ;
- 3 000 m d'assainissement superficiel permettant de recueillir l'ensemble des ruissellements de la plate-forme qui sera récupéré dans un bassin à l'aval du site.



© ITER

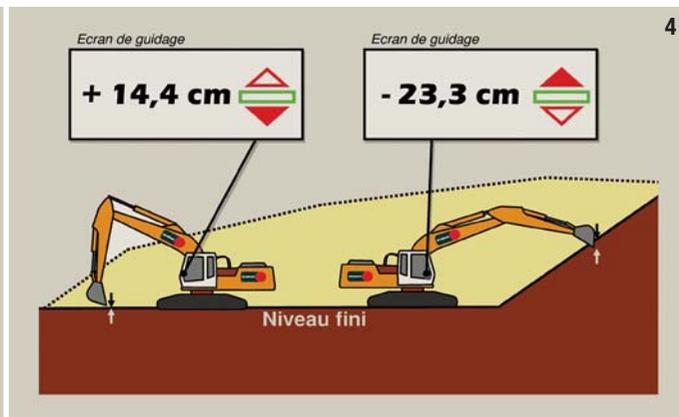
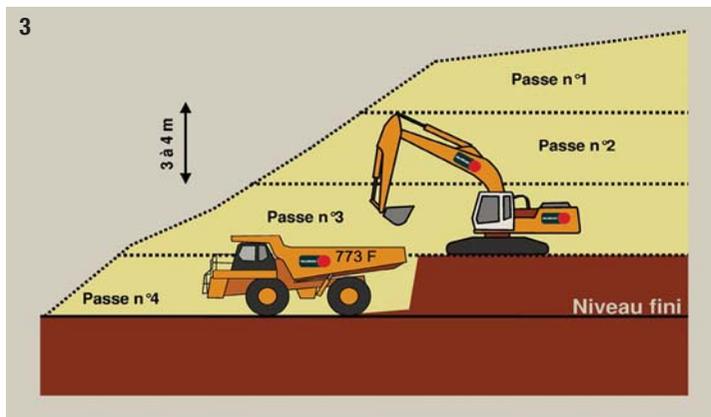
1



que pays d'accueil, a réalisé la viabilisation du site, mobilisant plus de 2 000 personnes durant quatre ans, de 2006 à 2010, dans le cadre de travaux de terrassement, défrichage, sondages archéologiques, réseaux hydrauliques, construction de plus de 12 000 m² de bureaux provisoires pour l'accueil des personnels de l'organisation internationale et réalisation des voiries à l'intérieur du site aménagé. Valerian a été chargé par Iter France de la réalisation de la plate-forme qui accueillera l'installation Iter, dont les premiers résultats de recherche sont attendus d'ici à une dizaine d'années. À la fin de la première phase expérimentale, Iter aura démontré la viabilité scientifique de la fusion, avec l'obtention et le contrôle de plasmas en combustion et un gain d'énergie d'un facteur dix ou plus.

40 HECTARES EN 8 MOIS

Les travaux de réalisation de la plate-forme qui accueillera le plus grand tokamak du monde se sont traduits par le nivellement de quarante hectares. ▷



Cette plate-forme, quasi horizontale, recevra 39 bâtiments qui constitueront le plus grand centre de recherche en fusion des prochaines décennies.

Le périmètre des travaux intègre aussi la réalisation de l'assainissement de surface, la voirie lourde, les voies périphériques de clôture, un chenal de déviation des eaux de pluies et deux bassins. Le délai imparti pour réaliser l'ensemble de ces travaux était de huit mois. C'est évidemment là que résidait l'enjeu principal du chantier. Mais Iter France avait également mis l'accent sur le respect de l'environnement, la formation du personnel, la sécurité, les conditions de travail et le recours aux entreprises locales. L'entreprise Valerian a ainsi formé 39 chauffeurs lors des 12 premières semaines de chantier. Ces derniers ont en partie intégré l'entreprise en tant que chauffeurs de tombereaux ou de scrapers.

ORGANISATION ET MÉTHODES

Les travaux de terrassement comportaient plusieurs défis initiaux :

- Définir le planning des travaux et les méthodes (mouvement des terres) permettant de valoriser les différents gisements de matériaux de déblai ;
- Définir les pistes optimales qui minimiseront les distances de transport et devront être déplacées un minimum de fois ;
- Libérer jour après jour (ou poste après poste) des surfaces de remblai compatibles avec la durée de compactage des matériaux et leur humidification ;
- assurer la continuité d'utilisation des trois plus gros échelons de terrassement : le chantier a été réalisé grâce à deux ensembles (ou échelons) composés de pelles de forte puissance (65 et 85 t), de tombereaux rigides (95 t en charge), de tombereaux articulés et de bulldozers, ainsi qu'avec un échelon de quatre scrapers poussés par un bulldozer de 65 t.

3- Extraction avec hauteurs de passes optimales.

4- Guidage GPS à l'extraction.

3- Excavation with optimal depths of cut.

4- GPS guidance for excavation.

« **LE VOLUME DE TERRASSEMENT POUR CRÉER LA PLATE-FORME EST IMPRESSIONNANT : IL EST PRESQUE ÉQUIVALENT À CELUI DE LA PYRAMIDE DE KHÉOPS !** »

LE GUIDAGE 3D

Contrairement à un chantier linéaire (route, voie ferrée, digue...), celui-ci a la particularité d'être très étendu dans les trois dimensions. La difficulté était alors de permettre aux chefs d'échelons et aux chauffeurs des engins de production de savoir à quel niveau de la plate-forme (X, Y et Z) en était l'avancement. La méthode classique du report du piquet implanté par le géomètre en crête ou en pied de talus n'est pas applicable lorsque la largeur de la plate-forme atteint 400 m. La tolérance visée étant de plus ou moins 2 cm, le système de guidage GPS pouvait donc être utilisé.

En effet, un guidage laser aurait eu une portée insuffisante, vu l'étendue de la plate-forme. Afin d'éviter les interférences, une fréquence spécifique a été demandée exclusivement pour le chantier, et le pivot GPS commun à tous les engins (référence du guidage GPS différentiel) a été implanté sur un support bétonné. Ont donc été équipés du guidage GPS :

- Une niveleuse, afin de permettre les réglages de plates-formes (plate-forme Iter, voirie lourde, chemin de clôture...), mais aussi de suivre les épaisseurs des couches régaliées par les scrapers ;
- Deux bulls, afin de contrôler les épaisseurs de remblai et de prérégler les plates-formes ;
- Une pelle de 30 t, pour régler les talus du projet à l'avancement du remblai ou du déblai ;
- La pelle de 85 t, pour respecter les hauteurs d'extraction et le fond de déblai. En effet, il était crucial de conserver une hauteur d'extraction optimale (entre 3 et 4 m) correspondant à la hauteur de chargement des bennes de tombereaux (Caterpillar 773F entres autres). Par exemple, si la hauteur de déblai est de 15 m, la première passe pourra être de 3 m, et les trois suivantes de 4 m (figure 3). La situation à éviter absolument est de devoir extraire une dernière couche d'une épaisseur de moins d'1 m avec une pelle de grosse puissance, ce qui conduirait à une chute inexorable du rendement. Le guidage 3D a aussi permis de prérégler les talus de déblai, dans la mesure où le chauffeur de la pelle visualisait, sur son écran, la distance séparant son engin du talus théorique (figure 4).

LE MINAGE À PROXIMITÉ DU CEA

Les quantités d'explosifs nécessaires au minage ont été réalisées grâce à une unité mobile de fabrication (UMF) servant à mélanger le nitrate d'ammonium et le fioul directement sur le chantier. En effet, près de 30 000 m³ étaient minés quotidiennement. Le camion d'UMF a ainsi permis d'éviter le transport de mélange nitrate-fioul par la route, de manipuler ces produits en sécurité, et de préparer les tirs de mines rapidement. Le CEA de Cadarache étant situé à moins de 400 m du chantier, les contraintes de vibration étaient très exigeantes : moins de 2 mm/s. Cette limite n'a pas été dépassée grâce à plusieurs tirs d'essais qui ont servi à calibrer les charges unitaires des tirs.



5

© ITER



6



7

5- Travaux en cours.

6- Pelle 85 t et tombereau 773.

7- Remblais : arrosage, compactage, traitement. Au second plan : déblai avec l'échelon de Scrapers.

5- Iter work in progress.

6- 85-tonne shovel and 773 dumper.

7- Backfills: watering, compacting, treatment. In the background: earth cut with the fleet of scrapers.

DÉFINITION DES PISTES

La valorisation des matériaux a été affinée au démarrage du chantier.

Une campagne approfondie de reconnaissance des trois grands déblais a permis de reconnaître le toit rocheux (surface de séparation des matériaux meubles et rocheux). Sous ce dernier se trouvaient du poudingue (agglomérat des graviers de l'ancien lit de la Durance – sorte de béton naturel), du grès et du calcaire. En concertation avec Egis (notre maître d'œuvre) et après concassage-criblage, le poudingue a pu être réutilisé en couche de forme (couche de surface des terrassements constituant la plate-forme), minimisant ainsi les matériaux d'apport.

Certaines zones de déblai se prêtant mieux à l'extraction frontale (calcaire miné) ont été extraites à la pelle ; d'autres ont pu être terrassées avec l'échelon de scrapers. De ces choix de méthodes de chargement, on déduit des plannings d'extraction (un pour chaque zone). La topographie du terrain – que ce soit en déblai ou en remblai – varie alors de jour en jour, à l'avancement du chantier. Il est donc capital de définir quelles seront les pistes de chantier à créer, en profitant au maximum de l'évolution de la surface du terrain au fil du temps, mais aussi en minimisant les pentes et les distances. ▶

SÉCURITÉ ET ENVIRONNEMENT

En application des mesures environnementales définies par le maître d'ouvrage pour le chantier de viabilisation du site Iter, tous les travaux doivent intégrer les exigences fixées. Celles-ci comprennent l'interdiction de certaines zones en raison de la présence d'espèces protégées (insectes, orchidées, arbres réservoirs de biodiversité). La moitié de la surface du site, soit environ 90 ha, reste ainsi à l'état naturel. Toutes les entreprises sont par ailleurs soumises à des contrôles réguliers visant à s'assurer de l'utilisation des différents collecteurs de tri de déchets, de la mise en place de moyens de réduction des nuisances sonores, de la pose de bacs de rétention d'huile sous les engins de chantier. Tout écart fait l'objet d'une fiche d'observation et de mesures correctives. Un suivi précis de la préservation de l'environnement est ainsi assuré.



8

© ITER

De plus, il convient de vérifier qu'à aucun moment les tombereaux et les scrapers ne se croiseront. En effet, les rendements de transport en pâtiraient, mais c'est principalement la sécurité qui est en jeu, car les croisements ou les pistes mixtes (tombereaux et scrapers, par exemple) sont extrêmement dangereux. Avant les travaux, le service méthodes a donc créé un moule du terrain naturel à l'échelle 1/1 000°.

Ce dernier a permis de modéliser à volonté des maquettes en matériaux malléables (argile).

Les hypothèses de planning ont alors été vérifiées de façon très concrète. Nous avons ainsi défini les trois principales pistes optimales.

CORRIGER LA TENEUR EN EAU

La gestion du compactage des matériaux est une des conséquences de la programmation des travaux.

Les matériaux (principalement issus de minage) étant très secs, leur teneur

en eau devait être corrigée avant compactage. Cette opération d'arrosage et de malaxage prenant du temps, il était impossible de terminer le compactage de la couche de matériaux approvisionnée par un des trois échelons de façon simultanée.

Le compactage et l'arrosage étaient en permanence décalés d'une journée par rapport à l'approvisionnement de la couche de remblai. Par conséquent, la surface libre nécessaire pour chaque échelon correspondait à une journée de production.

Une programmation journalière des remblais a donc été mise en place.

RESPECTER LA GÉOMÉTRIE DE LA PLATE-FORME

La cote altimétrique de la plate-forme varie entre 314,50 et 315,00 NGF avec des pentes maximales de 0,5 % (figure 2), ce qui a nécessité un réglage extrêmement fin de la couche de forme. La pente était si faible que la moindre

erreur de réglage se traduisait par la formation de flaques en surface en cas d'orage. De plus, avant d'obtenir ce résultat, l'entreprise risquait d'être confrontée à d'autres écueils malheureusement trop souvent constatés sur les chantiers : le hors-profil et les variations de hauteurs d'extraction. En effet, le hors-profil (c'est-à-dire un déblai trop profond ou un remblai trop large) est dommageable économiquement.

Un remblai trop large, par exemple, correspond à de l'énergie inutilement dépensée : une première fois lors de la mise en remblai, une deuxième fois lors de la reprise de l'excédent de matériaux. Dans le cas d'un déblai, un hors-profil a aussi pour conséquence de dégrader le fond de déblai (globalement sain sur ce site) qui recevra des équipements de très haute technologie. L'entreprise a pris alors l'option d'équiper de guidage GPS une niveleuse, deux bulls, la pelle de 85 t, ainsi qu'une pelle de 30 t (voir encadré : Le guidage 3D). □

8- Scraper 631 sur le déblai.

8- Scraper 631 on the earth cut.

PRINCIPAUX INTERVENANTS

MAÎTRE D'OUVRAGE :
 agence Iter France, créée au sein du CEA de Cadarache (Saint-Paul-lès-Durance)

MAÎTRE D'ŒUVRE (suivi, pilotage et organisation) :
 Egis route

ENTREPRISE : Valerian (filiale de Spie Batignolles)

ABSTRACT

ITER PROJECT: LEVELLING A 40-HECTARE SITE

SYLVIE ANDRÉ-MITSIALIS, ITER - PAUL SANCEY, VALERIAN - JEAN MAÎTRE, VALERIAN

For the Iter international project for research on atomic fusion, based in Cadarache in the Bouches-du-Rhône region of France, about forty buildings are planned to be built. The preliminary earthworks involved levelling, in a period of eight months, a virtually horizontal platform of about forty hectares. To meet this challenge, the contractor, Valerian, established a specific organisation and methods. □

PROYECTO ITER: NIVELACIÓN DE UNA SUPERFICIE DE 40 HECTÁREAS

SYLVIE ANDRÉ-MITSIALIS, ITER - PAUL SANCEY, VALERIAN - JEAN MAÎTRE, VALERIAN

El proyecto internacional Iter, cuya base se encuentra en Cadarache, en el departamento de Les Bouches-du-Rhône y destinado a la investigación en materia de fusión atómica, integra la construcción de unos cuarenta edificios. Los trabajos previos de movimiento de tierras consistieron en la nivelación, en un plazo de ocho meses, de una plataforma casi horizontal de unos cuarenta hectáreas. Para llevar a buen término esta obra, la empresa Valerian ha implantado una organización y métodos específicos. □



TRAVAUX D'ENTRETIEN ET DE RÉPARATION SUR L'A25, SECTION NIEPPE-BERGUES

AUTEURS : PASCAL DOS SANTOS, DIRECTEUR DE TRAVAUX, APPIA GRANDS TRAVAUX -
FRANÇOIS JAFFEUX, ADJOINT AU DIRECTEUR DE TRAVAUX, APPIA GRANDS TRAVAUX

RÉALISÉ DANS DES CONDITIONS D'EXPLOITATION DIFFICILES, LE GRAND CHANTIER DE REMISE AUX NORMES DE L'A25, QUI RELIE LILLE À DUNKERQUE, A VU SON DÉLAI PASSER DE QUATRE ANS À 19 MOIS, COMPRENANT UNE PÉRIODE DE NEUTRALISATION HIVERNALE DE QUATRE MOIS. LE PROFESSIONNALISME DES ACTEURS DU PROJET ET L'IMPORTANCE DES MOYENS MIS EN ŒUVRE PERMETTRONT L'INAUGURATION D'UNE AUTOROUTE REMISE À NEUF EN OCTOBRE 2010.



1- Basculement du trafic.

1- Traffic lane deviation.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES

500 000 t d'enrobés
40 000 m de terrassement de TPC et remplissage en sable traité
80 000 m de curage de fossés
30 000 m d'inspection de canalisations
40 000 m de poutre drainante
10 000 m de descentes d'eau
70 000 m de caniveaux
300 000 m² de fracturation
150 000 m² de démolition de dalles
82 000 m de dépose de glissières métal
70 000 m de GBA
37 000 m de fourreaux

Montant du marché : 59 millions d'euros HT, soit 70 millions d'euros TTC.
 Le marché est scindé en une tranche ferme et 11 tranches conditionnelles, qui décomposent le chantier d'échangeur à échangeur sur un total de **42 km** (plots de 3 à 11 km)

PRINCIPAUX INTERVENANTS

MAÎTRE D'OUVRAGE : DIR Nord

MAÎTRE D'ŒUVRE : DIR Nord, service ingénierie routière ouest ; responsable, Xavier Dairaine ; responsables projet, Jérémie Szymczak et Gladys Vanhemelsdaele

GROUPEMENT D'ENTREPRISES : Appia grands travaux (mandataire), responsable pour la réalisation des travaux d'enrobés et de démolition ; Eiffage TP Nord (route) pour les travaux d'assainissement et de reprises de TPC, y compris le remplissage ; AER pour les travaux d'extrudés en assainissement et les équipements de sécurité ; Eiffage TP (génie civil) pour les travaux de mise aux normes d'ouvrages d'art

PRINCIPAUX SOUS-TRAITANTS : EPV et Dambricourt (démolition) ; Helios (signalisation horizontale) ; Signature (signalisation verticale) ; Sotraveer (balisages)

RÉTABLIR L'INTÉGRITÉ DES CHAUSSÉES

L'A25 est constituée d'une chaussée à 2 x 2 voies séparées par un terre-plein central (TPC).

Une partie de cette chaussée, entre le diffuseur de Nieppe et de Bergues, soit 42 km dans chaque sens, est construite en béton selon la technique dite de « dalles californiennes ».

L'état initial de la chaussée résulte d'un mécanisme de dégradation qui s'amplifie de façon exponentielle.

Il s'agit d'un décalage des dalles, d'un phénomène de battement et d'une érosion de la couche de fondation en grave laitière qui s'accroît par la pénétration de l'eau dans la structure de chaussée par les joints entre dalles et par le TPC, l'effet du trafic des poids lourds sur

le battement des dalles et la mise en pression de l'eau sous les joints.

Les travaux d'entretien réalisés pour le compte de la DIR Nord ont pour objectif de rétablir l'intégrité des chaussées et d'améliorer la sécurité sur cet itinéraire. Par ailleurs, neuf passages inférieurs font l'objet de travaux qui concernent principalement la remise aux normes des équipements de sécurité (BN4, garde-corps et caillebotis des TPC).

ORIGINE DES DÉSORDRES

Ce type de dégradation a déjà été répertorié pour d'autres chaussées en béton. Elle est toutefois amplifiée dans le cas présent par :

→ La présence de cendres volantes en couche de forme (et en partie supérieure des terrassements). Ces cendres

volantes ont une granulométrie très fine et sont très difficiles à drainer.

La portance chute rapidement avec de fortes teneurs en eau ;

→ Un dimensionnement au gel initial insuffisant par rapport à l'indice de référence de l'hiver rigoureux exceptionnel (250 °Cxj) ;

→ La présence d'un drain entre les dalles et la bande d'arrêt d'urgence (BAU). La circulation occasionne des dégradations lourdes, notamment des arrachements de couche de roulement et la formation de nids de poule ;

→ Des dalles en béton réalisées sur 7,5 m de large sans sur-largeur entre la voie lente et la BAU.

La description qui suit reste théorique dans la mesure où la dégradation de la chaussée est telle que certaines des

caractéristiques et/ou des dimensions peuvent se révéler différentes.

STRUCTURE DE CHAUSSÉE

La chaussée est constituée de dalles minces en béton (25 cm d'épaisseur), courtes et de longueurs variables (4 à 6 m), non armées et non goujonnées. Ces dalles reposent sur une couche de fondation en grave laitière dont l'épaisseur théorique est de 15 à 20 cm. Chaque demi-chaussée est composée d'une dalle en béton de 7,50 m de large comportant trois types de joints :

→ Les joints de retrait transversaux qui sont sciés dans le béton durci et dont le rôle est d'amorcer la fissure de retrait et de séparer les voies de circulation. Ces joints sont sciés en biais sur l'axe longitudinal à la pente de 1/6 ▷



pour éviter que les roues d'un même essieu ne franchissent le joint en même temps. Une séquence d'espacement aléatoire, dont la moyenne est de 5 m, se reproduit tous les 50 m pour éviter l'espacement régulier qui pourrait faire entrer en résonance les suspensions des véhicules. Ces joints ont une épaisseur de 4 mm et une profondeur de 6 cm. La fissure de retrait se prolonge du fond du joint à la partie inférieure de la dalle ;

→ Les joints de construction goujonnés réalisés à la fin d'une journée de bétonnage. Le diamètre des goujons est de 30 mm et leur longueur de 0,60 m. Ils sont espacés de 0,60 m. Tous ces joints sont garnis d'un mastic bitumineux et/ou de matériaux de colmatage d'urgence (enrobés mis en œuvre à froid), compte tenu de la dégradation de la chaussée. Les couches de forme sont pour partie composées de limons-chaux-ciment (25 %), de cendres volantes-chaux-gypse (6 %) et de sables marins traités au ciment (69 %). Les remblais sont constitués de cendres volantes non traitées (15 %), de sables de dragages marins (55 %), de schistes houillers (18 %) et de limons du site traités à la chaux (12 %).

ASSAINISSEMENT

Chaque sens de circulation présente un dévers de 2 % sur les voies de circulation et de 4 % sur la BAU. Le TPC est végétalisé.

La dégradation des dalles a conduit à une déformation de ce profil transversal. Une poutre drainante longitudinale de 30 cm de largeur environ a été réalisée le long des dalles béton côté droit de chaque demi-chaussée.

Le drainage est relié aux descentes d'eau en bord droit de BAU et envoyé aux fossés ou collecteurs longitudinaux. Le réseau de collecte des eaux pluviales est constitué :

→ Dans les zones en remblai, de fossés longitudinaux qui se jettent dans des beccques (bassins) puis dans les cours d'eau traversant l'A25 ;

→ Dans les zones en léger remblai ou en déblai, d'une tranchée drainante composée d'une cunette de recueil des eaux en surface, de regards à grille, d'un drain en béton poreux et d'une canalisation longitudinale.

PRÉCÉDENTES CAMPAGNES DE TRAVAUX

L'A25 a fait l'objet de nombreux travaux d'entretien depuis sa construction.

Dans la section considérée, certaines zones situées entre les passages supérieurs ont été pré-rechargées entre 2004 et 2006 selon deux techniques :
→ Le premier cas concerne les travaux réalisés de 2004 à mi-2005, après fracturation préalable des dalles et mesure de battement au déflectographe. La séquence de travaux figure dans le tableau 1 ;

→ Le second cas concerne les travaux réalisés de mi-2005 à 2006, après fracturation préalable des dalles et mesure de battement au déflectographe. La séquence de travaux figure dans le tableau 2.

Au cours de ces deux campagnes, dans les zones de raccordement (80 m environ), les dalles en béton n'ont pas été fracturées. Sur la section comprise entre les diffuseurs 14 et 15, les travaux de remise en état de la chaussée ont été réalisés en 2008.

TABLEAU 1 : TRAVAUX RÉALISÉS DE 2004 À MI-2005

| Battement résiduel | ≤ 40/100 mm | 41/100 ≤ ≤ 60/100 mm | > 60/100 mm |
|---|-------------|----------------------|--------------|
| Travaux | | | |
| • Géogrille | - | oui | - |
| • Pré-rechargement avec BBSG 0/14 de classe 3 | 8 cm | 8 cm | - |
| • Démolition de la dalle | | | |
| • Mise en œuvre d'EME classe 2 | | | 25 cm |
| • Pré-rechargement BBSG 0/14 classe 3 | | | 8 cm |

TABLEAU 2 : TRAVAUX RÉALISÉS DE MI-2005 À 2006

| Battement résiduel | ≤ 40/100 mm | 41/100 ≤ ≤ 60/100 mm | > 60/100 mm |
|---|---------------|----------------------|--------------|
| Travaux | | | |
| • Reprofilage en BBSG 0/8 | 3,5 cm | 3,5 cm | - |
| • Géogrille | - | oui | - |
| • Pré-rechargement avec BBSG 0/14 de classe 3 | 8 cm | 8 cm | - |
| • Démolition de la dalle | | | |
| • Mise en œuvre d'EME classe 2 | | | 25 cm |
| • Pré-rechargement BBSG 0/14 classe 3 | | | 8 cm |

TABLEAU 3 :

| Battement résiduel | ≤ 40/100 mm | 41/100 ≤ ≤ 60/100 mm | > 60/100 mm |
|---|---------------|----------------------|---------------|
| Travaux | | | |
| • Reprofilage en BBSG 0/8 | 3,5 cm | 3,5 cm | - |
| • Géogrille | - | oui | - |
| • Pré-rechargement avec BBSG 0/14 de classe 3 | 8 cm | 8 cm | - |
| • Démolition de la dalle | | | |
| • Mise en œuvre d'EME classe 2 | | | 25 cm |
| • Pré-rechargement BBSG 0/14 classe 3 | | | 8 cm |
| • Rechargement BBSG 0/10 classe 3 | | | 6 cm |
| • Couche de roulement BBTM 0/10 | | | 2,5 cm |



2



3



4



5

2- Travaux sur l'A25.

3- Fracturation des dalles béton.

4- Pose de géogrid.

5- Démolition de dalles béton.

2- Works on the A25.

3- Fracturing the concrete slabs.

4- Placing geogrid.

5- Demolition of concrete slabs.

PRINCIPE DES TRAVAUX DE RÉPARATION

La technique de réparation a été établie sur la base du guide technique d'entretien des chaussées en béton édité par le Setra et le LCPC en octobre 2002. Les travaux consistent à remettre en état le réseau de collecte des eaux pluviales de l'autoroute et, éventuellement, à le compléter :

→ Dans les zones où il n'y a pas de contrainte de chargement ou de gabarit, fracturer les dalles et renforcer la chaussée ;

→ Dans les zones où il y a des contraintes de chargement ou de gabarit (passage inférieur ou supérieur), démolir les dalles et les remplacer par une structure de chaussée EME + BBSG + couche de roulement ;

→ Étancher le TPC ;

→ Reconstituer les équipements de sécurité et de signalisation ;

→ Créer des refuges au droit des postes d'appel d'urgence ;

→ Reprofiler les bretelles pour tenir compte du renforcement de l'autoroute par rechargement et les réhabiliter.

Concernant les zones non pré-rechargées, après fracturation préalable des dalles et mesure de battement au déflectographe, la séquence de travaux figure dans le tableau 3. Pour les zones pré-rechargées (travaux 2004-2008), les travaux comprennent le rechargement en BBSG 0/10 de classe 3 sur 6 cm et une couche de roulement en BBTM 0/10 de classe 1 sur 2,5 cm. Afin d'éloigner la voie de circulation de droite du bord des dalles en béton, le profil en travers fonctionnel sera légèrement modifié par rapport à la situation actuelle. Le TPC sera réduit et la BAU décalée de 25 cm vers l'axe afin d'obtenir un profil en travers type avec une BAU de 3 m, deux voies de 3,5 m, un BDG de 1 m et un TPC entre GBA de 2,5 m.

ACCÉLÉRATION DU PLANNING

Le principe d'exploitation retenu pour la réalisation de ces travaux est le basculement de la circulation sur l'autoroute en 1+1/0 sur toute une section comprise entre deux diffuseurs. Le planning initial prévoyait la réalisation des travaux sur quatre ans (trois tranches par an). Une solution alternative en trois ans (quatre tranches par an) était prévue à l'appel d'offres, et c'est sur celle-ci que le groupement d'entreprises a été choisi. Après le démarrage des deux premières tranches début 2009, la maîtrise d'ouvrage a affirmé deux tranches ▷



6

supplémentaires sur l'année 2009, passant à six tranches sur la première année. Celles-ci ayant été réalisées avec succès dans les délais impartis, la maîtrise d'ouvrage a envisagé la réalisation des six autres tranches sur l'année 2010. L'entreprise a répondu favorablement en présentant un planning de mars 2010 à fin novembre 2010. Enfin, suite à une autre proposition de l'entreprise, une optimisation de l'enclenchement des tranches a permis de réduire d'un mois supplémentaire la mise en œuvre de la dernière tonne d'enrobé, prévue pour le 15 septembre 2010. À l'heure actuelle, les travaux de la dernière tranche sont en cours.

Pour faire face à cette accélération du projet, une organisation spécifique des moyens et du temps de travail a été nécessaire, et une dérogation autorisant un maximum de 50 h/semaine a été accordée. L'organisation a été calée pour une fabrication journalière sur 10 h de production sur toute la semaine. En effet, une autre difficulté majeure a été d'éviter les bouchons créés par nos propres restrictions de travaux.

DIVERSITÉ DES TÂCHES CRITIQUES

La superposition des tranches a créé une contrainte supplémentaire : la diversité des tâches critiques. Alors que, dans un contexte de tranche isolée, la tâche critique est généralement connue lors de la préparation, l'ajustement des tâches afin de permettre l'enclenchement des enrobés conduit à ce que chaque tâche puisse être successivement critique du fait de la superposition des activités. Ainsi, l'organisation du chantier doit être capable

d'anticiper et de moduler la production de chaque activité afin que le retard de l'une n'entraîne pas l'immobilisation de plusieurs autres dans un contexte de planning très serré. Compte tenu des contraintes importantes de planning de chaque tâche, un poste de coordonnateur de travaux a dû être créé afin d'anticiper les problèmes de circulation sur le chantier, de croisement des équipes, ou tout simplement de coordination des divers métiers. Son rôle principal a été de préparer les plannings chemin de fer permettant de juger de l'avancement journalier des diverses activités (encadré : L'équipe de chantier).

MOYENS MATÉRIELS

L'ensemble de la production d'enrobés a été réalisé avec les moyens suivants : un poste TSM 25 senior de capacité 500 t/H ; un finisseur Vogèle 2500 avec

6- Moyens matériels.
7- Moyens humains.

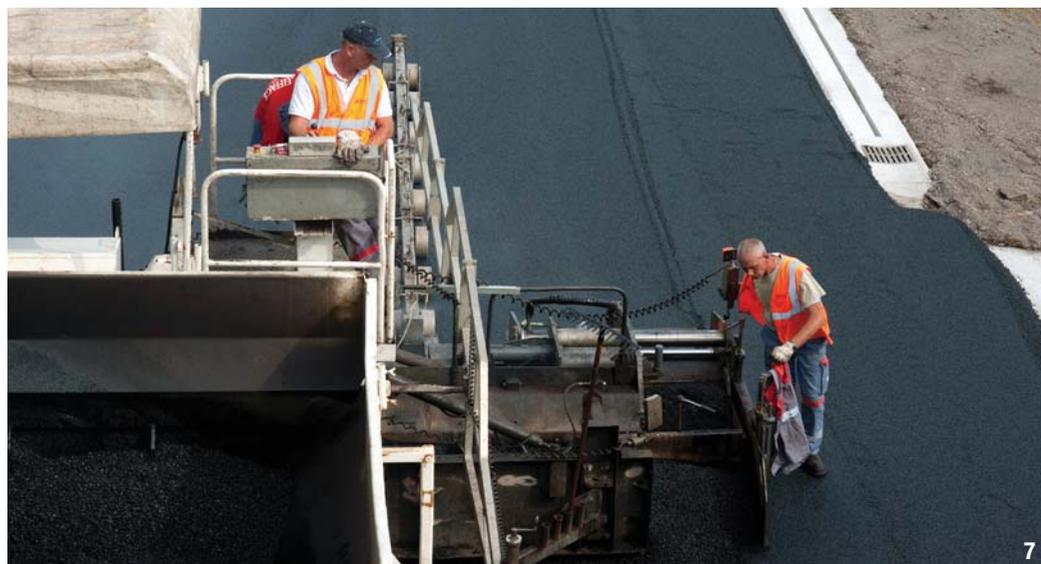
6- Material resources.
7- Human resources.

deux tables grande largeur type HPC (8 m pour les EME et 12 m pour les BBSG et BBTM), avec la particularité d'une cassure coté BAU (la pente de la BAU étant différente de celle des voies) ; un finisseur Vögele S1900 pour les bretelles et les refuges ; quatre cylindres type VT2 Hamm HD130 ; 25 semis. En ce qui concerne les autres travaux, il a fallu mobiliser quatre équipes d'Eiffage

travaux publics (route), une équipe d'Eiffage TP (génie civil), trois équipes pour les glissières métal, deux équipes pour les GBA extrudées et trois équipes d'application d'enrobés.

ÉTUDES DE FORMULATION ET CONTRÔLE

Le marché prévoit des contraintes de formulation très strictes, au-delà des prescriptions normatives, par exemple en demandant que les essais d'orniérage soient faits avec un teneur en limite basse et une autre en limite haute. La combinaison des différentes exigences techniques a conduit l'entreprise à réaliser des études sur plus de dix bitumes différents avec des combinaisons multiples, et près de 20 études de formulation. Seuls deux bitumes correspondaient finalement à l'ensemble des exigences demandées



7



pour les BBSG 0/10 et BBSG 0/14. Les contraintes techniques nous ont ainsi conduits à trouver une solution technico-financière avec des possibilités de repli afin de ne pas être liés avec un seul fournisseur de liant, et de permettre une certaine flexibilité en fonction des capacités d'approvisionnement (BP, EXXON, Total, LBN...). Compte tenu du contexte local de la raffinerie SRD, vendue courant 2010, il a fallu installer une usine de mélange de liant sur le chantier pour fabriquer le liant pour BBSG 0/10 et 0/14, seule solution permettant de répondre à l'ensemble des prescriptions du marché. L'équipe de contrôle sur chantier (trois techniciens) travaille en étroite collaboration avec les laboratoires centraux d'Eiffage Travaux Publics de Ciry-Salsogne pour les études de formulation, et de Corbas pour la recherche sur les liants.

RECYCLAGE DES MATÉRIAUX

L'environnement a aussi été une de nos préoccupations. Les dalles béton démolies ont ainsi été récupérées et concassées pour produire un 0/31,5 mm qui servira aux chantiers locaux et plates-formes industrielles. Concernant les matériaux provenant des rabotages, une partie a été réutilisée par incorporation au taux de 10 % dans les EME (limite autorisée par le CCTP), le solde des matériaux étant prévu pour une réutilisation dans le remplissage du TPC entre GBA.

UNE DYNAMIQUE CONSTRUCTIVE

La synergie du groupement d'entreprises a été assurée par la transversalité des métiers du groupe Eiffage et la mise en place d'une équipe d'encadrement détachée sur le chantier. Sa cohésion et la mise à disposition de

moyens de production importants ont permis une dynamique constructive et un partenariat actif avec les services de la DIR Nord. Les délais d'exécution prévus initialement sur 4 ans et ramenés à 19 mois avec une période de neutralisation

hivernale de 4 mois démontrent le professionnalisme des acteurs du projet. Tout en privilégiant la sécurité des travailleurs et des usagers, ils respectent la forte exigence des documents contractuels et conduiront à une A25 rénovée au mois d'octobre 2010. □

L'ÉQUIPE DE CHANTIER

- DIRECTION DE TRAVAUX :** Pascal Dos Santos
- INGÉNIEUR MÉTHODES :** François Jaffoux
- COORDINATEUR DE TRAVAUX :** Alexis Renevey
- CONDUITE DE TRAVAUX ENROBÉS :** Jean-Pierre Magnier
- CONDUCTEUR DE TRAVAUX ASSAINISSEMENTS :** Stéphane Bourgeois
- CONDUCTEUR DE TRAVAUX OUVRAGES D'ART :** Guy Michel Devos
- CONDUCTEUR DE TRAVAUX ÉQUIPEMENTS :** Jean-Marie Bruguet
- RESPONSABLE DU CONTRÔLE EXTERNE :** Emmanuel Lenglen

ABSTRACT

MAINTENANCE AND REPAIR WORK ON THE A25 MOTORWAY, NIEPPE-BERGUES SECTION

PASCAL DOS SANTOS, APPIA - FRANÇOIS JAFFEUX, APPIA

The major project to bring up to standard the A25 motorway between Lille and Dunkirk, carried out in difficult operating conditions, saw its completion time shortened from four years to 19 months, including a four-month idle period in winter. Thanks to the professionalism of the players involved in the project and the large resources employed, the renovated motorway will be able to be inaugurated in October 2010. □

TRABAJOS DE CONSERVACIÓN Y DE REPARACIÓN EN LA A25, TRAMO NIEPPE-BERGUES

PASCAL DOS SANTOS, APPIA - FRANÇOIS JAFFEUX, APPIA

Ejecutada en condiciones de explotación difíciles, la gran obra de renovación según las normas de la autopista A25, que pone en comunicación Lille con Dunkerque, se ha beneficiado de una antelación, ya que de los cuatro años iniciales, sólo 19 meses fueron necesarios, incluyendo además un periodo de neutralización invernal de cuatro meses. La profesionalidad de los actores del proyecto y la importancia de los medios puestos en obra permitieron la inauguración de una autopista totalmente nueva en octubre de 2010. □



1- Le début de la nouvelle section en cours de construction.

1- The start of the new section during construction.

L'AUTOROUTE A88 : UN AXE STRATÉGIQUE POUR LA RÉGION BASSE-NORMANDIE

REPORTAGE DE MARC MONTAGNON

L'A88, L'AXE AUTOROUTIER CENTRAL DE LA BASSE-NORMANDIE, A ÉTÉ INAUGURÉ LE 26 AOÛT 2010 PAR JOËL ROUSSEAU, PRÉSIDENT D'ALICORNE, SOCIÉTÉ CONCESSIONNAIRE DE L'AUTOROUTE, À LA BARRIÈRE PLEINE VOIE DE PÉAGE DE RÔNAI, SYMBOLIQUEMENT À PROXIMITÉ DE LA FRONTIÈRE DES DEUX DÉPARTEMENTS DE L'ORNE ET DU CALVADOS QUE L'A88 RELIE. C'EST L'ABOUTISSEMENT D'UN PROJET CONTRACTUALISÉ AVEC L'ÉTAT EN 2008 ET QUI APPARAÎT COMME EXEMPLAIRE EN MATIÈRE DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE LOCAL ET RÉGIONAL ET DE RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL.

BOUCLER L'AXE AUTOROUTIER ENTRE L'ORNE ET LE CALVADOS

Le projet consistait à réaliser une concession de 45 km d'autoroute pour boucler l'axe central bas-normand, comprenant 7 échangeurs et 49 ouvrages d'art dont un viaduc de 350 m. Son achèvement en 24 mois aboutit à la mise en service d'une autoroute à 2x2 voies depuis Falaise jusqu'à Sées, à l'Ouest de l'ancienne RN 158 en tracé neuf sur 30 km entre Falaise et Argentan-Sud (maintenant RD 658 dans le Calvados et RD 958 dans l'Orne), puis

à l'Est, en aménagement de la section déjà en service sur 15 km entre Argentan-Sud et Sées. L'A88 compte ainsi entre Falaise et Sées :

→ 7 échangeurs : Falaise-Ouest (RD 658 et RD 511), Falaise-Sud (RD 69 – 1/2 échangeur orienté vers Caen), Nécý (RD 29 et RD 958), Argentan-Ouest (RD 924), Argentan-Sud (RD 958 – 1/2 échangeur orienté vers Alençon) et Mortrée (RD 16), ainsi que l'échangeur de Sées avec la RD 438 (ex RN 138) et l'A28 au Nord de Sées ; cette densité de points d'accès parti-

culièrement importante permettra une excellente irrigation des territoires traversés par l'autoroute.

→ 49 ouvrages d'art, dont le viaduc de franchissement de l'Orne à Argentan et un ensemble d'ouvrages pour le franchissement des prairies d'Ô sur les communes de Mortrée et Macé.

→ Une aire de service aux portes d'Argentan et un couple d'aires de repos à proximité de l'échangeur de Sées et de la bifurcation avec A28,

→ Cinq gares de péage, dont une barrière pleine voie à Rônai,

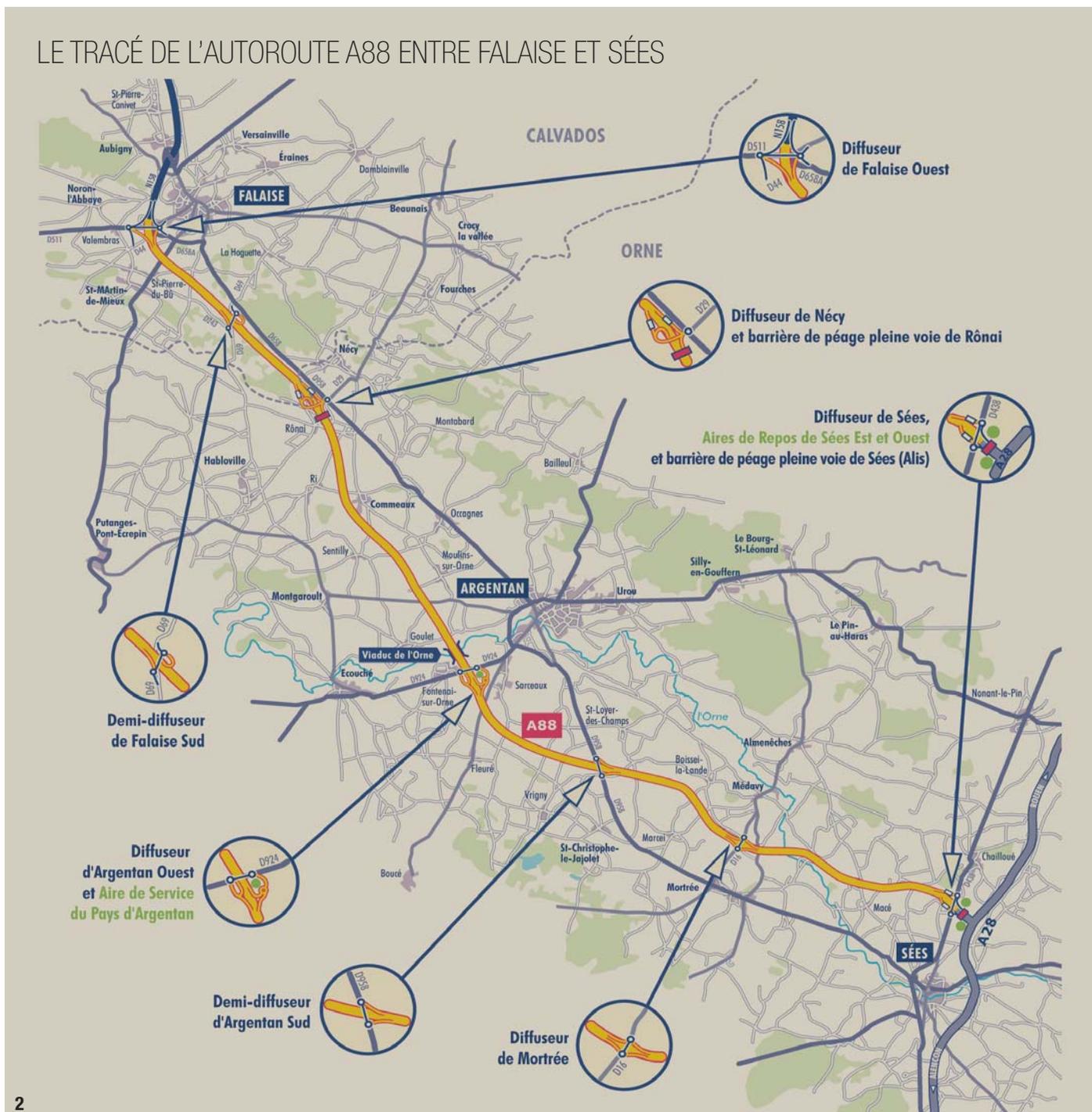
→ Un centre d'exploitation et d'entretien sur l'échangeur d'Argentan-Ouest, intégré dans la ZAC Actival d'Orne en partenariat avec la communauté de communes du Pays d'Argentan.

Ce centre mis à disposition de l'exploitant Routalis abritera également les locaux du concessionnaire ALICORNE. Entre Falaise et Sées, l'A88 traverse trois communes dans le Calvados et 22 communes dans l'Orne.

LES TRAVAUX PRÉPARATOIRES

Après une étape de lancement des

LE TRACÉ DE L'AUTOROUTE A88 ENTRE FALAISE ET SÉES



2

études et de montage des dossiers d'autorisation débutée par anticipation en mars 2008, les travaux préparatoires ont pu être effectués, au fur et à mesure de la libération des sites, d'octobre 2008 à février 2009 :

- Défrichage, décapage de l'emprise technique et réalisation du carrefour giratoire de l'échangeur de Nécy,
- Déboisement de la section courante principalement dans le Calvados,
- Réalisation des pistes de chantier dans les vallées humides et les zones sensibles (vallées de l'Orne, de la Baize

2- Le tracé de l'autoroute A88 entre Falaise et Sées.

2- Alignment of the A88 motorway between Falaise and Sées.

- et de l'Houay) ainsi que la pose de cinq ponts provisoires,
- Mise en oeuvre des mesures environnementales nécessaires (terrassement des mares de compensation, pose des bâches de protection à batraciens, réalisation d'abris pour hérissons, déplacement ou protection des plantes protégées (sanguisorbes-officinales), réalisation des bassins et assainissements provisoires),
- Réalisation des déviations provisoires des voiries à rétablir au dessus de l'autoroute.

UN FINANCEMENT PRIVÉ À 100 %
ALICORNE assure la totalité du financement de la construction et de l'aménagement du tronçon Falaise – Sées de l'A88, évalué à 280 millions d'euros hors taxes.

Ce financement se fait sur les fonds propres de ses actionnaires, avec le concours de crédits bancaires à long terme accordés par les partenaires financiers d'ALICORNE (Banque Européenne d'Investissement, Dexia et Depfa) pour les deux tiers du coût du projet.

Par ailleurs, ALICORNE exploite depuis la mise en vigueur de son contrat de concession le 25 août 2008 la section Sées – Argentan-Sud remise par l'État et préfinancée par le contrat de plan, en cofinancement avec la région Basse Normandie et les départements de l'Orne et du Calvados.

HISTORIQUE DU PROJET

La décision de réaliser l'A88 a été prise par les pouvoirs publics dès 1990 avec trois objectifs principaux :

- Permettre une liaison rapide à l'intérieur de la Normandie entre les villes de Caen, Falaise, Argentan et Sées,
- Connecter le Calvados et l'Orne à l'axe Rouen – Tours (autoroute A28), à hauteur de Sées,
- Relier les ports bas-normands et la Normandie à l'axe Calais – Bordeaux et au réseau autoroutier national et international.

Pour accélérer la réalisation du projet, l'État a décidé de mettre en concession le tronçon entre Falaise et Sées en 2005.

Le contrat de concession couvrant le financement, la conception, la construction, l'entretien, l'exploitation et la maintenance a été confié à ALICORNE en août 2008.

ALICORNE s'est engagée à construire en 26 mois plus de 30 km d'autoroute entre Falaise et Argentan et à aménager

l'ensemble de la section Falaise – Sées pour une mise en service initialement prévue avant la fin octobre 2010. En réalité, les travaux ont été réalisés en 24 mois ce qui a permis l'ouverture de l'autoroute dès la fin du mois d'août 2010.

UNE AUTOROUTE « RESPONSABLE » SUR LE PLAN ÉCONOMIQUE

Initié et rendu possible par l'État et les collectivités territoriales, conçu et mis en œuvre en concertation avec eux, le projet se veut avant tout « responsable », au service du développement économique local et régional et respectueux de l'environnement naturel.

L'achèvement de l'A88 constitue un enjeu essentiel pour l'économie locale et régionale. Elle permettra de renforcer la métropole caennaise et de favoriser le développement économique des villes de Falaise, Argentan et Sées tout en offrant un meilleur accès aux sites touristiques et naturels de la Basse – Normandie.

Par ailleurs, le report sur le réseau autoroutier du trafic de transit des poids lourds devrait améliorer la sécurité du réseau routier local.

Le chantier en tant que tel a généré une activité économique notable et s'est accompagné d'aménagements pérennes. 800 emplois ont été créés



3



4



5



6



7

ALICORNE EN BREF

ALICORNE, société concessionnaire de l'A88, a été spécialement constituée pour le financement, la conception, la réalisation, l'exploitation et la maintenance du tronçon autoroutier de l'A88 Falaise – Sées. L'actionnariat d'ALICORNE réunit des entreprises de construction réputées : Spie Batignolles, Demathieu & Bard, Malet et Valérian auxquelles sont associés EGIS Projects, un leader mondial du développement et de la gestion d'infrastructures de transport et des établissements financiers de premier plan tels que la Caisse des Dépôts et de Consignation et AXA Investment Managers.

LES GRANDES ÉTAPES DU CHANTIER

Le chantier s'est déroulé selon sept grandes étapes échelonnées entre février 2009 et août 2010 :

- Terrassements et assainissements de février 2009 à février 2010,
- Ouvrages d'art courant de décembre 2008 à décembre 2009,
- Viaduc de l'Orne entre janvier 2009 et juillet 2010,
- Chaussées de novembre 2009 à juin 2010,
- Bâtiments d'exploitation de juillet 2009 à juillet 2010,
- Équipements entre janvier 2010 et juillet 2010,
- Tests et prise en main par l'exploitant en juillet et août 2010 pour une mise en service intervenue le 27 août 2010.

3, 4 & 5- Travaux de terrassement.

6 & 7- Réalisation et rabotage de la couche de forme.

8 & 9- Construction du viaduc de l'Orne.

3, 4 & 5- Earthworks.

6 & 7- Execution and planing of the capping layer.

8 & 9- Construction of the Orne viaduct.

pendant 22 mois avec 350 personnes en moyenne et plus de 550 personnes entre le printemps et l'automne 2009. Sur l'ensemble du chantier, le GIE A88, groupement conception construction d'ALICORNE, a recruté localement 150 personnes en CCD et a recouru à l'intérim local pour les missions courantes.

Plusieurs opérations d'aménagements pérennes ont été réalisées concomitamment, parmi lesquelles la création d'un pôle d'activités sur le site de l'échangeur d'Argentan-Ouest, en partenariat avec la SHEMA agissant pour le compte de la Communauté de Communes du

Pays d'Argentan, l'installation de l'aire de service au droit de l'échangeur, accessible librement depuis la RD 924 et l'implantation du centre d'exploitation et d'entretien pour l'exploitant Routalis et des locaux d'ALICORNE dans la ZAC Actival d'Orne.

UNE AUTOROUTE INTÉGRÉE DANS SON ENVIRONNEMENT

Alicorne a pris des engagements forts pour assurer l'intégration environnementale de l'A88, notamment en ce qui concerne la protection des espèces, le respect de la biodiversité, la préservation et la requalification des espaces sensibles qui ont fait l'objet d'une attention toute particulière.

Concrètement, un programme d'investissements de 32 M€ a été mis en œuvre pour assurer la conformité du projet aux engagements de l'État :

→ Protection acoustique et intégration architecturale, par des merlons ou écrans acoustiques et une collaboration avec l'architecte des Bâtiments de France autour du logis de la Fontaine Orin, dans l'Orne,

→ Préservation des zones naturelles sensibles et notamment des zones humides classées NATURA 2000 de la Haute Vallée de l'Orne et de ses affluents, grâce à la réalisation du viaduc de l'Orne et les franchissements largement dimensionnés des vallées de l'Houay et de la Baize,

→ Conservation des espèces protégées au moyen d'ouvrages spécifiquement conçus pour le franchissement des cours d'eau ou pour le développement des corridors biologiques de la petite et de la grande faune. C'est le cas dans la vallée de l'Orne avec son viaduc mais aussi dans la zone naturelle du Bois de Saint-André, dans les vallées de l'Houay et de la Baize.

Par ailleurs, ALICORNE a mis en œuvre des mesures compensatoires complémentaires et volontaristes pour minimiser l'impact de l'autoroute sur l'environnement naturel et protéger la biodiversité des sites sensibles avoisinants. La contribution à la politique 1 % Paysage et Développement va permettre de compléter les efforts déployés pour l'intégration paysagère en donnant aux acteurs locaux, situés dans la zone d'influence de l'infrastructure, les moyens de mieux gérer les espaces proches de l'autoroute. Un budget de 1,6 M€ a été réservé au cofinancement de ces actions qui vont être réalisées avec les acteurs locaux porteurs des projets dans le cadre de l'insertion de l'infrastructure dans son environnement, l'objectif de

cette politique étant de promouvoir le développement économique et touristique dans le respect de l'identité paysagère des régions desservies.

Des mesures compensatoires ont également été prises dans le cadre du franchissement des zones à fortes valeurs patrimoniales, telles que les vallées de l'Orne et de ses affluents et le bois de Saint-André. C'est ainsi qu'ALICORNE a fait l'acquisition de six sites pour assurer une gestion favorisant le maintien et le développement de la biodiversité. Parmi ces sites, ALICORNE a acquis 10 ha d'une prairie humide à proximité de Fontenai-sur-Orne ainsi qu'une parcelle de plus de 9 ha du marais de Grogny sur la commune de Sarceaux qui seront intégrés au réseau des Espaces Naturels Sensibles du département et feront l'objet d'une gestion écologique rigoureuse à laquelle le concessionnaire s'est engagé à contribuer.

De plus, une opération de requalification du site de franchissement de la vallée de la Baize est en cours de réalisation sur environ 5 ha, avec le concours du Conservatoire Fédératif des Espaces Naturels de Basse-Normandie afin de réactiver la biodiversité très intéressante du site qui était en voie d'appauvrissement.

UNE VIGILANCE RENFORCÉE AU NIVEAU DU CHANTIER

Dans son organisation et dans son déroulement, le chantier a respecté les exigences du développement durable, dont certaines ont été réaffirmées par le Grenelle de l'Environnement, afin de limiter son impact sur son environnement naturel et humain : autonomie en matériaux de terrassement, recyclage des matériaux sur place, économies d'énergie, réduction des nuisances pour les riverains par la création de pistes, pour limiter les circulations d'approvisionnement sur les voiries locales, arrosage des pistes pour éviter l'envol de poussières préjudiciables à l'environnement et à la sécurité du personnel de chantier, choix de techniques peu bruyantes.

L'assainissement du chantier a été soigné et les pistes submersibles installées sur des géotextiles dans les zones sensibles tandis que les ouvrages provisoires de franchissement des cours d'eau par les pistes étaient surdimensionnés afin de préserver les berges.

Enfin, les interventions dans les vallées humides ont été limitées par le recours à des techniques adaptées : poussage de tablier, préfabrication en usine, tubage des fondations profondes... ▷



8



9

LE VIADUC DE L'ORNE

Le viaduc de l'Orne mesure 350 m de long en huit travées (6 x 46,50 m) et deux travées de rive de 37,50 m et 33,50 m.

Il présente un profil en travers à 2 x 2 voies avec bandes d'arrêt d'urgence en parfaite continuité de la section courante de l'autoroute.

C'est le plus important des 49 ouvrages d'art de l'A88. Il représente un investissement de plus de 14 millions d'euros.

Son objectif est de préserver le contexte hydrologique du site de la vallée de l'Orne et de ses affluents – la Vieille Orne et la Baize –, classé NATURA 2000, et d'assurer la « transparence écologique » de l'autoroute, par le respect d'un corridor de déplacement de la faune.

Le lancement de cet ouvrage en juin 2009 a constitué une étape marquante du chantier.

UNE EMPRISE FONCIÈRE LIMITÉE

L'adoption d'un système de péage ouvert et la création d'une seule barrière de péage en pleine voie ont permis de limiter les emprises foncières. Au total, et dans le cadre des opérations d'aménagements fonciers avec inclusion d'emprises, la construction de l'A88 a nécessité l'acquisition de terrains et la réalisation de prélèvements sur des terres agricoles sur une superficie de 550 ha.

À terme, après réalisation des travaux et délimitation des strictes emprises nécessaires à la concession, 15 à 20 % de ces surfaces seront rendues à l'agriculture.

L'ensemble de ces opérations a été conduit en étroite concertation avec les acteurs locaux (élus, administrations et associations). La concertation avec les acteurs locaux est indispensable pour trouver les meilleures dispositions constructives dans le respect des prérogatives de chacun. Elle permet également le meilleur partage de l'information avec toutes les parties impactées afin de coordonner les actions d'accompagnement.

Pour l'A88, ces concertations ont été engagées par ALICORNE et son groupement Conception-Construction – le « GIE A88 » - dès la mise en vigueur du contrat de concession en septembre 2008, au niveau des Conseils généraux de l'Orne et du Calvados et des Communautés de Communes puis de chaque commune.

Pour les rétablissements qui concernent les réseaux d'autres concessionnaires (lignes électriques, réseaux d'adduction d'eau potable...) et la voie ferrée Paris – Granville interceptée sur la commune de Goulet, leur construction a été élaborée au cas par cas et a fait l'objet également d'accords contractualisés.

LA DERNIÈRE LIGNE DROITE

Malgré une interruption du chantier plus longue que prévue durant la trêve de fin d'année 2009 à cause du froid et de la neige empêchant la mise en œuvre de béton et la réalisation des chaussées, la mise en service a pu intervenir le 27 août 2010 c'est-à-dire avec deux mois d'avance sur le planning initial.

Par ailleurs, les services de l'A88 ont géré sans difficulté particulière les conditions hivernales les plus dures depuis le début de l'exploitation du tronçon Argentan – Sées.

Grâce aux efforts de son exploitant Rotalis, ils ont maintenu un fonctionnement quasi-normal de l'autoroute, malgré la neige et les pluies verglaçantes.

**10 & 11 -
 Ouvrage
 en cours
 de montage
 dans la vallée
 de la Baize.
 12- Mise
 en œuvre
 des enrobés.**

**10 & 11 -
 Engineering
 structure
 undergoing
 erection in the
 Baize valley.
 12- Asphalt
 laying.**





13

13- Compactage des enrobés.
14- L'une des centrales de fabrication des enrobés.

13- Asphalt compacting.
14- One of the asphalt production plants.



14

Cette bonne maîtrise de la viabilité hivernale a permis, comme sur l'A28, de maintenir en permanence la circulation des poids lourds, qui était interdite dans les périodes les plus difficiles sur le reste des réseaux routiers de l'Orne. Les terrassements se sont achevés en novembre 2009.

Le groupement des entreprises a procédé aux derniers rétablissements des voiries coupées par l'A88, aux travaux d'assainissement de surface et à la mise en œuvre des chaussées.

La première couche des chaussées, réalisée à 40 % début 2010, a été achevée cet été, à l'aide de deux centrales de fabrication des enrobés de forte capacité installées à Rônai, permettant la mise en œuvre de 4 000 tonnes par jour.

La signalisation, les glissières de sécurité, les clôtures ainsi que les équipements d'exploitation tels que les stations

météo, la vidéosurveillance, les panneaux à messages variables, les mâts radio des bornes d'appel d'urgence et les équipements de péage ont été

installés entre mars et juillet 2010, ce qui a permis une mise en service avec deux mois d'avance sur le planning prévisionnel. □

L'A88 : CHIFFRES CLÉS

- 45 km de voie autoroutière construits et aménagés en 22 mois de travaux
- 25 communes traversées
- 280 millions d'euros investis
- 800 emplois créés
- Terrassements et déblais : 6 millions de m³
- Couche de forme : 340 000 m³
- Remblais et modelés paysagers : 1,65 million m³
- 7 échangeurs
- 49 ouvrages d'art dont 27 construits depuis décembre 2008
- 1 aire de service et deux aires de repos
- 5 gares de péage et un centre d'exploitation

ABSTRACT

THE A88 MOTORWAY: A STRATEGIC ARTERY FOR THE LOWER NORMANDY REGION

MARC MONTAGNON

The A88, the central motorway artery in Lower Normandy, was inaugurated on 26 August 2010 by Joël Rousseau, chairman of Alicorne, the motorway concession operator, at the toll plaza of Rônai, symbolically close to the boundary between the two departments of Orne and Calvados linked by the A88. This is the culmination of a project contracted with the government in 2008, which can be seen as a model with regard to local and regional economic development and protection of the natural environment. □

AUTOPISTA A88: UN EJE ESTRATÉGICO PARA LA REGIÓN BASSE-NORMANDIE

MARC MONTAGNON

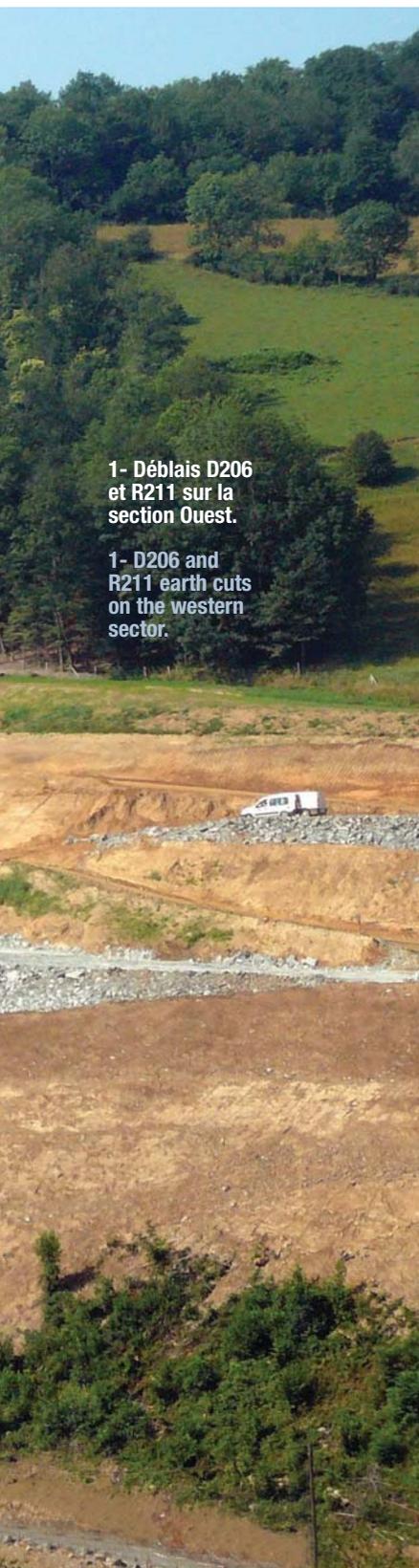
La autopista A88, el eje central de autopistas de Basse-Normandie, fue inaugurada el pasado 26 de agosto de 2010 por Joël Rousseau, presidente de ALICORNE, empresa concesionaria de la autopista, en la estación de peaje troncal de Rônai, simbólicamente en las inmediaciones de la frontera de los dos departamentos del Orne y del Calvados que la autopista A88 pone en comunicación. Se trata de la finalización de un proyecto formalizado mediante un contrato con el Estado en 2008 y que aparece como un verdadero ejemplo en el aspecto del desarrollo económico local y regional y de respeto por el medio ambiente. □

A89 SECTION 9.2 **VIOLAY-LA TOUR DE SALVAGNY :** **CONCEPTION DES TERRASSEMENTS** **DANS UN ENVIRONNEMENT COMPLEXE**

AUTEURS : ALAIN GAGEY, DIRECTEUR DE PROJET EGIS - SAMUEL THOUVEREY, CHEF DE PROJET EGIS - STÉPHAN BERNHARD, EXPERT TERRASSEMENTS EGIS



LA SECTION 9 DE L'AUTOROUTE A89, LONGUE DE 50 KM, EST LE DERNIER MAILLON DE LA GRANDE LIAISON AUTOROUTIÈRE EST-OUEST RELIANT LA RÉGION DE BORDEAUX À LA RÉGION RHÔNE-ALPES. LE TRACÉ RHÔNE (SECTION 9.2) EST SITUÉ DANS UN ENVIRONNEMENT COMPLEXE AUX MULTIPLES INTERFACES (TUNNELS ET VIADUCS NOTAMMENT). LA CONCEPTION DES TERRASSEMENTS DE CETTE AUTOROUTE À PARTIR DE LA GESTION DES RISQUES, MÉTHODE DÉVELOPPÉE PAR EGIS, A CONTRIBUÉ À LA PRODUCTION D'UN PROJET OPTIMISÉ AVEC DES CONDITIONS MAÎTRISÉES DE RÉUTILISATION DES MATÉRIAUX.



1 - Déblais D206 et R211 sur la section Ouest.

1 - D206 and R211 earth cuts on the western sector.

UNE SÉRIE D'OUVRAGES COMPLEXES

Déclarée d'utilité publique depuis le 17 avril 2003, la section de l'autoroute A89 Balbigny (Loire)-La Tour de Salvagny (Rhône), longue de 50 km, achèvera la grande liaison autoroutière Est-Ouest permettant de relier la façade atlantique bordelaise à la région Rhône-Alpes. La société concessionnaire Autoroutes du Sud de la France (ASF), maître d'ouvrage de cette opération, a confié à Egis la maîtrise d'œuvre principale du dernier tronçon (33 km), entre le tunnel de Violay et le raccordement à la RN7 à La Tour de Salvagny, au Nord-Ouest de Lyon. Ce dernier tronçon se caractérise d'abord, d'Ouest en Est, par un tracé qui, à la sortie du tunnel de Violay (3 900 m), conjugue relief difficile et pente avec des ouvrages complexes pour mieux insérer l'autoroute dans son environnement. Ces ouvrages comprennent deux tunnels (La Bussière, 1 030 m, et Chalosset, 700 m), trois viaducs (Vallétier, 1 000 m, Goutte Vignole, 620 m, Torranchin, 196 m), des déblais de grande hauteur (60 m) avec des confortements et des murs de soutènement. La plate-forme est à 2 x 2 voies dans ce secteur, avec une voie supplémentaire en pente et rampe dans le vallon du Boussuivre. Plus à l'Est, le tracé se développe dans un relief moins marqué qui nécessite la réalisation de deux viaducs seulement (Brévenne, 284 m, et Buvet, 240 m). La plate-forme autoroutière est alors dimensionnée à 2 x 3 voies pour permettre ultérieurement l'élargissement de l'autoroute par le TPC. Ce secteur est plus urbanisé, avec un bâti assez proche du tracé.

ENJEUX LIÉS À LA CONCEPTION

La gestion des risques, méthode déployée par Egis et pratiquée dès la conception du projet, a permis d'optimiser et de maîtriser son coût par des itérations successives de différents tracés, prenant chaque fois en compte les contraintes suivantes :

- Fortes exigences environnementales, en particulier dans le vallon du Boussuivre (habitats et espèces protégés) ;
- Strict respect des paramètres géométriques pour la définition du tracé (ICTAAL L2 ou L1 suivant certaines zones) ;
- Position judicieuse des têtes des tunnels de Violay et de La Bussière ;
- Équilibre du mouvement des terres déblais-remblais avec réutilisation et valorisation des matériaux du site et des tunnels en couche de forme ou granulats de chaussées ;
- Topographie très accidentée pouvant conduire à des ouvrages en terre importants avec des soutènements lourds ;
- Intégration paysagère de l'autoroute. Finalement, pour le secteur situé entre le tunnel de Violay et le viaduc du Torranchin, le tracé retenu, issu de cette méthodologie, est le suivant :
- Réalisation de chaussées décalées et dénivelées dans le vallon du Boussuivre, associées à un profil en long en pente à 6 % sur un linéaire de plus de 1 000 m nécessitant une voie supplémentaire en pente et en rampe ;
- Construction de murs de soutènement pour éviter le rescindement du Boussuivre ou lorsque le versant est trop pentu pour y implanter un remblai classique (liaison tunnel de Chalosset-viaduc de Goutte Vignole) ;
- Tracé en limite Nord de la bande DUP pour optimiser les coûts en diminuant la longueur du tunnel de Chalosset ;
- Tracé avec des grandes hauteurs de remblais (jusqu'à 45 m) et des déblais (jusqu'à 60 m) pour l'équilibre du mouvement des terres.

En conséquence, les principales problématiques techniques à résoudre sont la stabilité des grands talus de déblais (dimensionnement des confortements), la stabilité des remblais sur pente, qui nécessitent une gestion rigoureuse de la qualité des ressources (gestion nature-volume-destination), et la gestion des coupures (viaducs et tunnels).

MOYENS MOBILISÉS EN ÉTUDES

D'importants moyens ont été utilisés pour assurer la conduite et la réalisation du projet de terrassements.

Tout d'abord, un cahier des charges adapté a été mis en œuvre pour les reconnaissances géotechniques.

Un nombre très important de sondages a été réalisé. De plus, le maître d'ouvrage a demandé, en mission complémentaire, la présence permanente d'un ingénieur géotechnicien sur le terrain pour assurer le contrôle de la qualité des sondages, réduisant ainsi un premier risque identifié. Chaque interprétation des résultats (missions G12 et G2) des campagnes de reconnaissances géotechniques a été systématiquement validée par des experts désignés par le maître d'ouvrage.

La stratégie des terrassements, bâtie avec trois hypothèses liées aux conditions de réutilisation des matériaux (optimiste, probable, pessimiste), a été définie au cours de réunions avec le collège des experts du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre.

CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Cette section est située en bordure Est du Massif central, au niveau d'un horst constitué de terrains paléozoïques et cristallins, coincé entre deux grandes dépressions d'âge tertiaire : la limagne de Roanne à l'Ouest et la Bresse à l'Est. Ce horst est composé d'une succession d'unités géologiques et structurales disposées en bandes plus ou moins orientées Nord-Est/Sud-Ouest. L'évolution structurale de la région est très complexe (successions d'épisodes métamorphiques et de déformations ductiles et cassantes). En effet, de multiples phases tectoniques et métamorphiques ont fortement marqué la zone concernée. À partir du village de Violay jusqu'au ruisseau du Torranchin, le projet traverse un massif rocheux appartenant aux monts de Tarare, dont l'altitude s'étage entre 600 et 900 m environ.

TABLEAU 1 : RECONNAISSANCES GÉOLOGIQUES ET GÉOTECHNIQUES

| Type d'investigation | | Total | Essais | | Total | Essais | | Total |
|---|----------|--------|---|--|-------------------------------|--|--|-------|
| Sondages mécaniques | | | Essais d'identification | | Essais de comportement | | | |
| Pelle mécanique | nombre | 270 | Limites d'Atterberg : NF P94-051 | | 228 | Los Angeles : NF EN 1097-2 | | 96 |
| Pelle araignée | nombre | 80 | Teneur en eau : NF P94-050 | | 1025 | Micro Deval humide : NF EN 1097-1 | | 100 |
| Sondage carotté | nombre | 131 | Analyse granulométrique par tamisage : NF P94-056 | | 475 | fragmentabilité : NFP 94-066 | | 59 |
| | linéaire | 2 837 | Sédimentométrie | | 54 | dégradabilité : NFP 94-067 | | 45 |
| Sondage destructif | nombre | 42 | VBs : NF P94-068 | | 444 | Los Angeles après essai de gel : NF EN 1367-1 | | 7 |
| | linéaire | 915 | Teneur en matière organique | | 6 | Sensibilité au gel : NF EN 1367-2 | | 3 |
| Sondage à la tarière | nombre | 50 | Teneur en CaCO3 | | 10 | Dureté : XP P94-412 | | 10 |
| | linéaire | 276 | Poids spécifique absolu : NF P94.054 | | 8 | Abrasivité CERCHAR Ain NF : P94-430-1 | | 15 |
| Sondage pénétrostatodynamique | nombre | 19 | Poids spécifique apparent sur sol humide ou sec : NF P94.064 | | - | Abrasivité Abr : NF P94-430-2 | | 9 |
| | linéaire | 126 | Analyse minéralogique sur fraction argileuse | | 2 | Broyabilité : P18-579 | | 6 |
| Vibro-percussion et rotation hydraulique (VPRH) | nombre | 35 | Poids spécifique apparent sur échantillon de roche : NF P94.410-1/2/3 | | 21 | Pouvoir abrasif | | 2 |
| | linéaire | 451 | Essais de mécanique des sols | | Porosité | | | |
| Piézométrie | nombre | 223 | Proctor + IPI NF P 94-093 | | 40 | Essais de mécanique des roches | | |
| | linéaire | 4 197 | IPI | | 17 | Résistance en compression simple : NF P94-420 | | 56 |
| Géophysique | | | Cisaillement au triaxial consolidé - non drainé : NF P 94-074 | | 3 | Résistance à la traction (essai « Brésilien ») : NF P94-422 | | 13 |
| Diagraphies instantanées | linéaire | 3 525 | Cisaillement au triaxial non consolidé - non drainé | | - | Résistance à la compression entre pointes (essai « Franklin ») : NF P 94-429 | | - |
| Diagraphies gamma-ray | linéaire | 3 866 | Cisaillement au triaxial consolidé - drainé | | 37 | Détermination du module d'élasticité et du coefficient de Poisson (selon mode opératoire en vigueur) | | - |
| Diagraphies micro-sismiques | linéaire | 1 910 | CBR immergé | | - | Vitesse de propagation du son sur échantillon : NF P94-411 | | 59 |
| EM31-34 | linéaire | 24 920 | Cisaillement à la boîte | | - | Cisaillement direct selon une discontinuité de roche : XP P 94-424 | | 27 |
| Base sismique 60 m | nombre | 128 | Oedomètre à court terme | | 8 | Diffraction X | | - |
| Base sismique 120 m | nombre | 40 | Oedomètre à long terme | | - | Analyse lames minces | | - |
| Autres | | | | | | Essai de granulats de chaussées | | |
| Sondage destructif avec essais pressiométriques | nombre | 201 | | | | PSV | | 3 |
| | linéaire | 3 006 | | | | MBF | | 3 |
| | essais | 2382 | | | | Masse volumique réelle : NF EN1097-1 | | 3 |
| Imagerie de paroi | linéaire | 1812 | | | | Porosité Rigden | | 3 |
| Essai Lugeon | nombre | 9 | | | | | | |
| Essai Lefranc | nombre | 10 | | | | | | |

TABLEAU 2 : EXTRAIT DE LA CLASSIFICATION RETENUE

| Ensemble géologique | XX = | Coloris sur le PL | Faciès/Distinction | Terrains superficiels | Roche « altérée » | Roche fracturée | Roche peu fracturée |
|--|------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Formations volcaniques, métamorphiques et intrusives de la partie ouest | | | | | | | |
| Unité de Violay | 02 | | - | [0012] | [0220] | [0230] | [0240] |
| Gneiss d'Affoux | 03 | | - | [0012] | [0224] | [0234] | [0244] |
| Unité de Saint-Marcel-l'Éclairé | 05 | | Faciès gréseux | [0012] | [0522] | [0532] | [0542] |
| | | | Faciès pélitique ou siltitique | [0012] | [0522] | [0533] | [0543] |
| | | | Faciès conglomératique | [0012] | [0524] | [0534] | [0544] |
| Unité de Ronzière | 06 | | - | [0012] | [0625] | [0635] | [0645] |
| Intrusions granitiques | 07 | | - | [0012] | [0722] | [0732] | [0742] |

Ce massif est constitué de nombreuses formations géologiques de lithologie très diversifiée : des formations volcano-sédimentaires et volcaniques dévoniennes (unités de Violay et de Ronzière) et des formations sédimentaires carbonifères (unité de Saint-Marcel-l'Éclairé), reposant sur un socle gneissique (gneiss d'Affoux), le tout recoupé par plusieurs intrusions de roches filoniennes et plutoniques.

Morphologiquement, ce massif est entaillé de nombreux vallons et thalwegs. Du Torrachin à l'échangeur de La Tourde-Salvagny, le projet longe d'abord le versant Nord de la montagne de Vavre, relief constitué des gneiss d'Affoux et de formations volcano-sédimentaires appartenant à l'unité de La Brévenne. Puis il traverse la vallée alluviale de La Turdine et les collines granitiques de Sarcey pour entrer de nouveau dans

les formations volcano-sédimentaires de l'unité de La Brévenne, recouvertes localement par des formations sédimentaires. Le projet traverse ensuite le granite syntectonique de Grand-Chemin, qui sépare l'unité de La Brévenne des monts du Lyonnais, constitués de terrains métamorphiques. L'histoire géologique ainsi que la complexité technique du projet ont néces-

sité de réaliser des reconnaissances adaptées, permettant d'une part de maîtriser le risque géotechnique et, d'autre part, de définir et de quantifier de façon optimale les ressources en matériaux du projet. Outre l'étude APS réalisée en 1996, trois campagnes de sondages et d'essais ont été réalisées entre 2006 et 2008. Les principales quantités des essais sont présentées dans le tableau 1.

TABLEAU 3 : NATURES DE RÉUTILISATION DE SOLS

| Code | Nature de réutilisation | Partie d'ouvrage concernée | Spécifications générales |
|---------|---|---|---|
| [CDF] | | Couche de forme autoroutière (non gélive) | Matériau rocheux R61 LA et MDE < 35 VBs ≤ 0.1 |
| [MDR] | Matériaux drainants | Couche de forme de rétablissement de communication PST granulaire non gélive Masques drainants Parements à l'interface remblai-dépôt Matériaux granulaires en zone inondable Tapis drainant Tranchée drainante Eperons drainants Epis drainants perchés Bêches et purges dans les zones de circulation d'eau | Matériau rocheux R61 |
| [MCH] | Matériaux charpentés | PST charpentée de Qg = 2.5 Bases de hauts remblais BHR Parements granulaires inclinés à 3H/2V Masques sans fonction de drainage Bêches et purges en dehors des zones de circulation d'eau | En place : Matériaux sélectionnés : R21 à R22, R61 à R62, LA < 50, MDE < 50, FR < 7 Après mise en œuvre : C2B5/C2A1, % de passant à 2 mm sur fraction 0/63 mm ≤ 30 %, % de passant à 50 mm < 60 % VBS < 2 |
| [NTI] | Matériau fin traité réagissant à la chaux et insensible à l'eau | PST traitée fournissant AR12 – Qg = 2.5 BHR traitée jusqu'à 25 m Matériau traité en zone inondable | Matériau réagissant à la chaux et insensible à l'eau (CBRI > IPI) |
| [RC] | Remblai courant | Corps de remblai incliné à 2H/1V jusqu'à 10 m Noyau de remblai (cas des parements à 3H/2V) Remblai courant traité de 10 à 15 m Merlon | GTR |
| [DEPOT] | Matériau impropre au réemploi en remblai | Dépôt Modelage paysager | |

TABLEAU 4 : HYPOTHÈSES DE RÉUTILISATION DE SOLS

| Hypothèse | Violay / Torranchin | Torranchin / La Tour-de-Salvagny + antenne de l'Arbresle |
|-------------|--|--|
| Défavorable | Conditions météorologiques inadéquates pour environ la moitié des matériaux terrassés se traduisant par de faibles taux de réemploi dans les matériaux fins | |
| | Volume de marinage limité provenant du tunnel de Violay | |
| | Absence de la nature de réemploi [MCH] | Absence de ressources de [MDR] |
| Probable | Conditions météorologiques neutres | |
| | Volume de marinage limité provenant du tunnel de Violay | |
| | Usage de la nature de réemploi [MCH] | Absence de ressources de [MDR] |
| Favorable | Conditions météorologiques adaptées aux matériaux du site, se traduisant par des taux de réemploi optimisés, et incluant des potentiels accrus de traitement des matériaux | |
| | Volume de marinage plus important provenant du tunnel de Violay | |
| | Usage de la nature de réemploi [MCH] | Présence de ressources de [MDR] (D357, D427, DA17) |

PRINCIPES DE CLASSIFICATION

Les formations rencontrées sur le tracé ont été regroupées suivant leur origine géologique et leurs caractéristiques géotechniques.

Chaque formation dispose d'un numéro d'identification à quatre chiffres et d'une couleur spécifique, correspondant généralement à celle de la carte géologique. Le code à quatre chiffres,

de type XYZ, permet de tenir compte de l'origine géologique de la formation (code XX), de la nature de la formation, superficielle ou substratum (code Y), et du faciès de la formation (code Z). Afin d'appréhender les possibilités de réemploi des roches fracturées à saines, une classification complémentaire a également été utilisée.

Elle est basée sur les critères de dureté et de schistosité. Au final, l'analyse géo-

logique et géotechnique a permis de distinguer 59 faciès de matériaux, dont un exemple de classification est donné dans le tableau 2.

OUVRAGES EN TERRE : LE SECTEUR OUEST DU TORRANCHIN

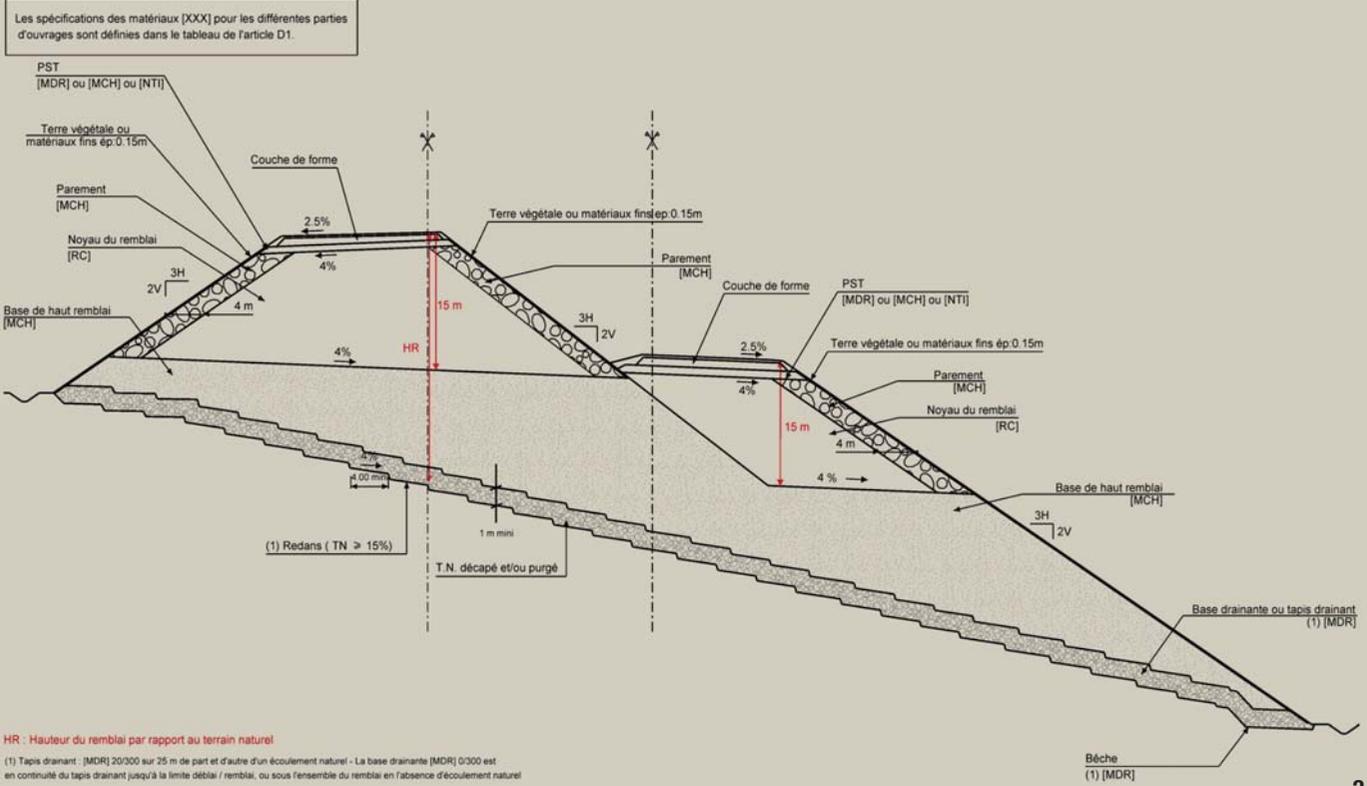
À la sortie du tunnel de Violay, l'autoroute suit la rive gauche du ruisseau du Boussuivre dans un relief escarpé.

Le profil en long de l'autoroute perd environ 200 m de dénivelé sur 4 km. Afin de limiter la hauteur des déblais, un calage du tracé en chaussées dénivelées et décalées a été retenu.

Malgré cela, la profondeur des déblais reste importante, pour la plupart d'entre eux supérieure à 20 m (maximum, 60 m).

Les études de stabilité ont permis de retenir des pentes de talus adaptées ▷

SCHÉMA DE CONCEPTION DES REMBLAIS, SECTEUR OUEST



2

à chaque ouvrage (1H/5V, 10H/8V, 3H/2V), parfois variables au sein d'un même ouvrage pour tenir compte des contraintes foncières et associées ou non à des pièges à cailloux. La conception détaillée de chaque déblai a permis de fiabiliser les volumes géométriques servant à la définition des volumes de ressources.

Quant aux remblais, dans ce secteur, ils sont très souvent de hauteur importante (de 15 à 45 m), et sur un terrain naturel présentant des pentes transversales significatives (supérieures à 15 %). Ces caractéristiques conduisent à une conception spécifique des ouvrages, qui doivent être étudiés comme des ouvrages non courants. Les dispositions suivantes ont été retenues : des redans d'accrochage, une bêche d'ancrage systématique en pied de talus, un tapis drainant ou des tranchées drainantes permettant d'éviter une mise en charge de l'assise de l'ouvrage par des venues d'eaux issues des versants. Afin de limiter les emprises et les talus fuyants dans ce secteur à fortes pentes, les pentes de talus de remblai ont été retenues à 3H/2V.

Une base de haut remblai (BHR) constituée de matériaux charpentés compactés en qualité couche de forme (q3) a été mise en oeuvre au-delà de 15 m de

2- Schéma de conception des remblais, secteur Ouest.

3- Scénario de mouvement des terres prenant en compte des coupures géographiques.

2- Backfill design diagram, western sector.

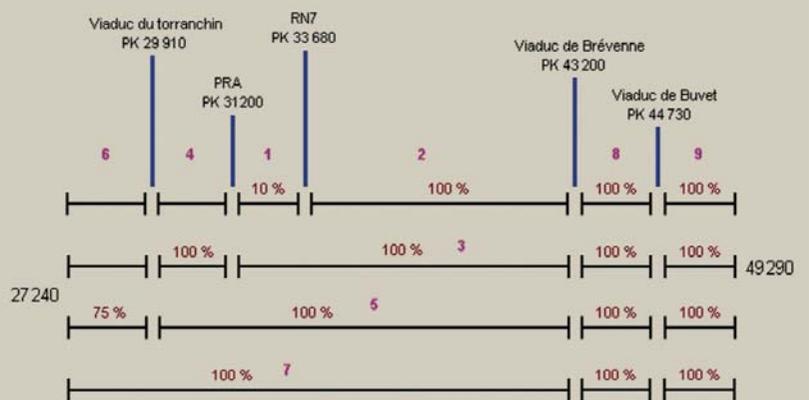
3- Earthmoving scenario taking into account geographic cutoffs.

profondeur sous la ligne rouge, ainsi qu'un corps de remblai constitué d'un noyau en matériaux de remblai entouré par des parements rocheux réalisés en matériaux charpentés. La conception des remblais du secteur Ouest est illustrée par la figure 2 pour le cas des chaussées dénivelées.

OUVRAGES EN TERRE : LE SECTEUR EST DU TORRANCHIN

Dans ce secteur, le relief est moins marqué que dans le secteur Ouest et

SCÉNARIO DE MOUVEMENT DES TERRES PRENANT EN COMPTE DES COUPURES GÉOGRAPHIQUES



3

comporte par conséquent moins de remblais ou déblais de grande hauteur. Concernant les déblais, au regard des caractéristiques respectives des matériaux rencontrés, l'inclinaison des pentes de talus retenue est généralement de 2H/1V, exceptionnellement de 3H/2V. Des masques ou des éperons drainants sont envisagés pour traiter les instabilités superficielles. Quant aux remblais, les dispositions constructives sont analogues à celles envisagées pour le secteur à l'Ouest du Torranchin : assises de

remblais, purges et substitutions des sols fins médiocres rencontrés dans les fonds de thalweg, réalisation de redans dans les zones de pente transversale du terrain supérieure à 15 %, réalisation de bèches de pied et corps de remblai constitué par des matériaux de remblai. Compte tenu des matériaux disponibles, les pentes de talus de remblais ont été retenues à 2H/1V. En cas de contraintes particulières (emprises, talus fuyant sur TN en forte pente...), certains talus sont raidis à 3H/2V en associant au corps de

remblai des parements en matériaux charpentés.

RÉEMPLOI DES MATÉRIAUX

La stratégie de réemploi des matériaux est élaborée pour satisfaire au mieux les besoins du chantier avec les ressources disponibles dans les déblais. Les besoins peuvent être décomposés selon les catégories suivantes :

→ Les dispositions pour les assises de remblai nécessitant un pouvoir drainant (tapis drainants, bases drainantes...);

→ Les dispositions pour les assises de remblai ne nécessitant pas un pouvoir drainant (purges, bèches, redans);

→ Les bases de haut remblai (H > 15 m) et les parements de remblai;

→ Les remblais (corps de remblai, noyau, merlons);

→ Les dispositions confortatives drainantes (masques, éperons, interfaces remblais-dépôts);

→ Les dispositions confortatives de déblais non drainantes (masques de peau perchés);

→ Les plates-formes supérieures des terrassements (PST) : en déblai, remblai, transitions déblais-remblais, tranchées drainantes aux transitions déblais-remblais;

→ La couche de forme;

→ Éventuellement, des granulats pour chaussées.

Par ailleurs, il importe de tenir compte des contraintes suivantes :

→ L'établissement d'une stratégie unique à l'échelle de l'ensemble de la section 9.2.

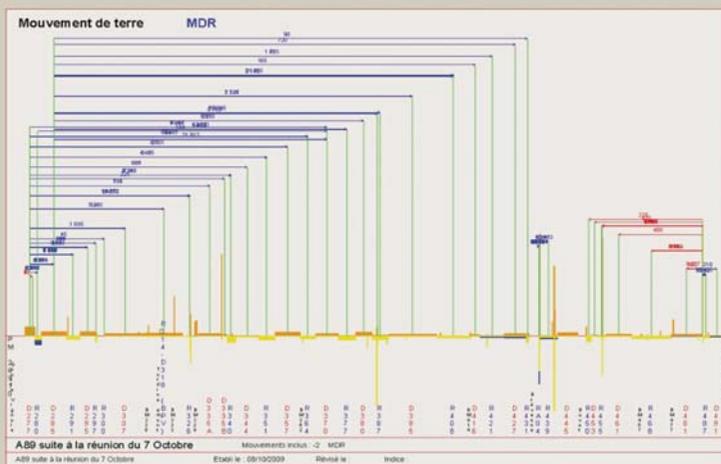
En effet, si le viaduc du Torranchin constitue la frontière géologique majeure entre, à l'Ouest, un contexte rocheux métamorphique et, à l'Est, un contexte de sols très majoritairement meubles, c'est le viaduc de Goutte-Vignole qui est retenu comme interface entre les deux grands marchés de terrassement, car il correspond clairement à une coupure du mouvement des terres. La prise en compte dans le marché Est du secteur de Saint-Forgeux, situé entre ces deux viaducs (dans les roches métamorphiques), impose donc un raisonnement unique;

→ La prise en compte et la valorisation de ressources issues des marinages des tunnels de Violay, La Bussière et Chalosse;

→ L'absence de ressources avérées en matériaux granulaires à l'Est du Torranchin, imposant le recours au traitement, à l'emprunt et/ou à la fourniture extérieure;

→ L'approche « risques », qui vise à établir en priorité une solution de base sécuritaire et permet aux constructeurs de dégager d'éventuelles opportunités. La prise en compte de ces différents éléments au regard des ressources disponibles conduit à regrouper les matériaux en six natures principales de réutilisation : [CDF], [MDR], [MCH], [NTI], [RC], [Dépôt].

SCHÉMA DU MOUVEMENT DES TERRES DES MATÉRIAUX [MDR]



4

4- Schéma du mouvement des terres des matériaux [MDR].

5- Profil en long, secteur Ouest.

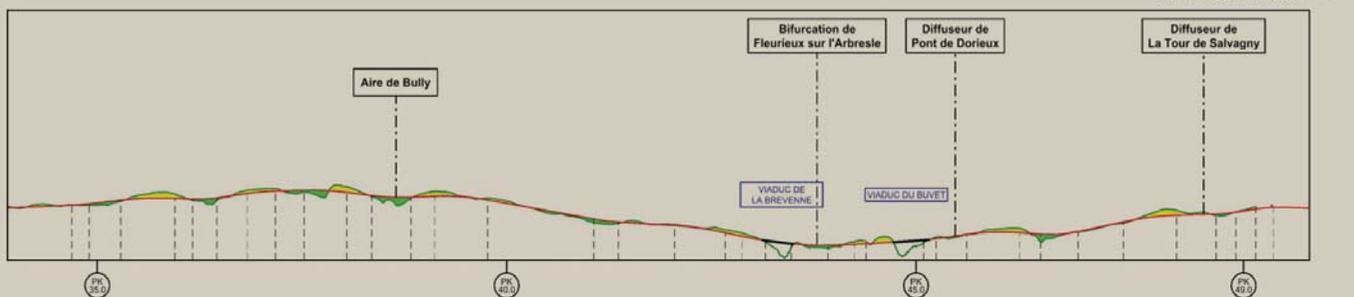
6- Profil en long, secteur Est.

4- Materials earthmoving diagram [MOR].

5- Longitudinal profile, western sector.

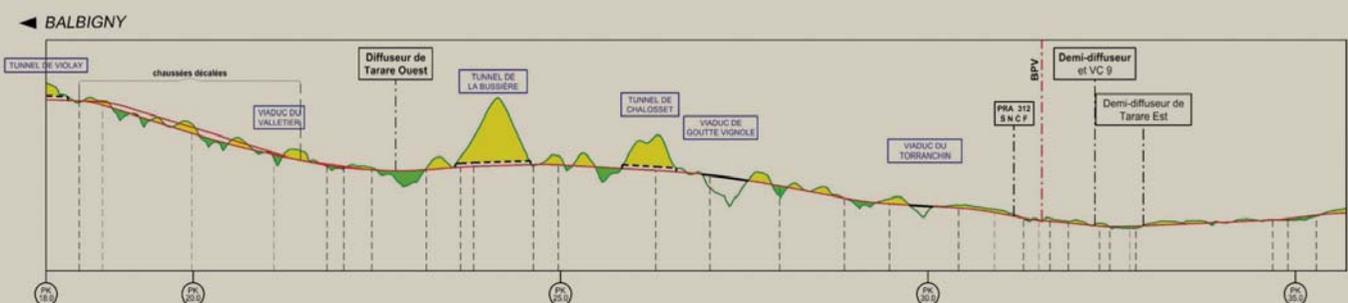
6- Longitudinal profile, eastern sector.

PROFIL EN LONG, SECTEUR OUEST



5

PROFIL EN LONG, SECTEUR EST



6

Elles sont définies dans le tableau 3 et sont destinées à 24 parties d'ouvrages différentes : couche de forme, PST, masques, tapis drainants, base de haut remblai, parements...

Ces six natures de réutilisation sont intégrées dans l'étude du mouvement des terres.

À l'Ouest du Torranchin, les matériaux rencontrés peuvent être affectés à quatre natures de réemploi principales : les granulats pour chaussées (potentiellement) ; la couche de forme granulaire ; les réutilisations « nobles granulaires » comprenant les dispositions constructives particulières telles que la partie supérieure de terrassements (PST), les bases de haut remblai (BHR), les tapis drainants, les remblaiements de purges et de bèches qui nécessitent tous la mise en œuvre de matériaux disposant de caractéristiques en rapport avec les contraintes que subissent ces différentes parties du remblai (trafic, portance, inclinaison des talus...) ; et enfin le remblai courant correspondant au noyau de remblai jusqu'à des hauteurs de 15 m.

À l'Est du Torranchin, les matériaux rencontrés peuvent également être affectés à quatre natures de réemploi principales : la couche de forme traitée (éventuelle) ; les réutilisations « nobles granulaires » (PST, BHR, tapis drainant, remblaiements de purges et de bèches) ; les réutilisations « nobles traitées » (PST, BHR ou parements pouvant être réalisés à l'aide de matériaux fins traités) ; et enfin le remblai courant correspondant au noyau de remblai jusqu'à des hauteurs de 15 m.

CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

Le projet démarre sur la commune de Violay et se termine sur la commune de La Tour de Salvagny. Le linéaire total est de 31,2 km, auxquels s'ajoute l'antenne de l'Arbresle, d'une longueur de 1,6 km. Le tracé franchit les monts du Tararais en descendant et en contournant par le sud la ville de Tarare, puis traverse le plateau de Bully en descendant vers la Brévenne. Il remonte ensuite en direction de La Tour de Salvagny pour se raccorder à la route nationale. Le projet comprend :

- 1 bifurcation autoroutière ;
- 5 échangeurs ;
- 1 aire de repos et son diffuseur d'accès ;
- 5 viaducs ;
- 60 OAC ;
- 3 tunnels (3 900 m à l'origine de la section, 1 100 m, 700 m) ;
- 5 murs de soutènement ;
- 13 millions de m³ de déblais, y compris 700 000 m³ de marinage des tunnels ;
- 5 têtes de tunnels et 6 déblais de grande hauteur pour les confortements.

TAUX DE RÉUTILISATION ET COEFFICIENT DE RENDEMENT

Dans le cadre de la démarche d'analyse des risques appliquée au projet, et suite aux réunions avec le maître d'ouvrage et le collège des experts, il a été décidé d'étudier trois hypothèses de réutilisation afin d'encadrer les aléas en termes de terrassements : hypothèse défavorable, dite « à potentiel de dérives » ; hypothèse probable, dite « à risques amortis » ; hypothèse favorable, dite « à risques d'opportunités associées ». Ces trois hypothèses figurent dans le tableau 4. Cette approche a ensuite été déclinée dans la définition des taux de

rendement et des taux de réutilisation de chacune des formations géologiques. Concernant les taux de réutilisation, les possibilités de réemploi de chacune des formations géologiques ont été définies suivant les trois scénarii retenus. Le tableau 5 présente les taux de réutilisation définis pour le secteur Ouest. Quant au rendement, le coefficient de foisonnement-contre-foisonnement FCF est déterminé par le rapport entre le volume M' de matériaux mis en œuvre et compacté, et le volume M en place nécessaire pour obtenir M'. Il ne tient compte ni des pertes, ni des taux de réutilisation définis ci-avant.

Le coefficient de rendement est défini comme le produit du coefficient de foisonnement-contre-foisonnement par le pourcentage de matériaux hors pertes : rendement = coefficient FCF x (1 - pertes). Le coefficient de rendement a été décliné suivant les trois scénarii retenus. Le tableau 6 présente les valeurs définies pour le secteur Ouest.

BILAN DES MATÉRIAUX

Le tracé comporte un certain nombre de barrières naturelles franchissables ou infranchissables qui constitueront des coupures dans le déroulement du mouvement des terres : tunnel de Violay (à l'origine du tracé), tunnel de la Bussière, tunnel de Chalosse, viaduc de Goutte-Vignole, viaduc du Torranchin, viaduc de la Brévenne, viaduc du Buvet. Le bilan des matériaux et l'analyse du mouvement des terres sont donc effectués sur des tronçons isolés par ces coupures. Le logiciel Masster (Module d'ASSistance aux TERRassements), développé par Egis, a pour but d'aider à la conception du projet de terrassement en phase étude, et de suivre la réalisation des terrassements en phase travaux. Il permet : une définition détaillée des ressources à partir du volume géométrique du déblai, du pourcentage de chaque formation constituant la butte considérée, ainsi que du taux de réutilisation de la formation, de son rendement, de son mode d'extraction, voire d'un traitement ; de définir les besoins par ouvrage et par nature de matériau ; d'établir le bilan ressources-besoins par nature de réutilisation ; de dessiner les épures de Lalanne par nature de réutilisation ; et enfin d'établir un ou

TABLEAU 5 : EXEMPLES DE TAUX DE RÉUTILISATION

| Code | Ensemble géologique | Nom | Scénario défavorable | | | | Scénario probable | | | | Scénario favorable | | | |
|------------------|---|---|----------------------|-------------------------|--------------------------|---------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|---------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|---------------|
| | | | Remblai courant [RC] | Remblai charpenté [MCH] | Remblai granulaire [MDR] | Dépôt [DEPOT] | Remblai courant [RC] | Remblai charpenté [MCH] | Remblai granulaire [MDR] | Dépôt [DEPOT] | Remblai courant [RC] | Remblai charpenté [MCH] | Remblai granulaire [MDR] | Dépôt [DEPOT] |
| [0013] | - | Alluvions récentes | 25 % | 0 % | 0 % | 75 % | 25 % | 0 % | 0 % | 75 % | 50 % | 0 % | 0 % | 50 % |
| [0012] | - | Colluvions de pente | 33 % | 0 % | 0 % | 67 % | 33 % | 0 % | 0 % | 67 % | 67 % | 0 % | 0 % | 33 % |
| [220] | Violay Gneiss d'Affoux Saint-Marcel-l'Eclairé Ronzière Intrusions | Roches « altérées » | 80 % | 0 % | 0 % | 20 % | 20 % | 60 % | 0 % | 20 % | 40 % | 60 % | 0 % | 0 % |
| [0230] [0240] | Violay Gneiss d'Affoux Saint-Marcel-l'Eclairé Ronzière Intrusions | Roches saines fracturées à peu fracturées | 30 % | 0 % | 70 %* | 0 % | 20 % | 10 % | 70 %* | 0 % | 10 % | 0 % | 90 %* | 0 % |
| TVI | Marinage du tunnel de Violay | | 40 % | 0 % | 60 %* | 0 % | 40 % | 0 % | 60 %* | 0 % | 40 % | 0 % | 60 %* | 0 % |
| TBU | Marinage du tunnel de La Bussière | | 40 % | 0 % | 60 % | 0 % | 40 % | 0 % | 60 % | 0 % | 40 % | 0 % | 60 % | 0 % |
| TCH | Marinage du tunnel de Chalosse | | 40 % | 0 % | 60 %* | 0 % | 40 % | 0 % | 60 %* | 0 % | 40 % | 0 % | 60 %* | 0 % |



7

plusieurs mouvements des terres à partir de scénarii de calcul qui prennent en compte les contraintes définies par l'utilisateur.

Les récents développements ont permis d'intégrer à Masster un module permettant d'évaluer les émissions de gaz à effets de serre (GES) d'un chantier de terrassements. Pour cela, le logiciel détaille pour chaque mouvement des terres les émissions de GES liées à l'extraction, au transport, à la mise en œuvre de matériaux et aux fournitures extérieures (fabrication et transport de matériaux, de liants...). Cette fonctionnalité permet de mettre en évidence

la répartition des émissions sur les différents postes d'un chantier de terrassements, de comparer les émissions de GES de plusieurs variantes (par exemple, recours au traitement ou apports extérieurs), et d'évaluer l'impact d'une contrainte de terrassements (par exemple une coupure de mouvement des terres) sur les émissions de GES. Cette nouvelle fonctionnalité constitue en outre un outil d'aide à la décision pour les maîtres d'ouvrages soucieux d'intégrer la composante développement durable à leurs projets. Cependant, elle n'était pas encore disponible à l'époque des études de terrassements de la

7- Travaux du diffuseur de Tarare Ouest.

7- Works on the Tarare West road interchange.

section 9.2 de l'autoroute A89, et n'a donc pas été appliquée au présent projet. Les différentes formations identifiées en déblai sont distribuées selon leur classification GTR, leur état hydrique, leur puissance et/ou leur localisation vers chacune des six principales natures de réemploi, par le biais de taux de réemploi et de rendement.

Mises en regard, par tronçon, des volumes déterminés pour chaque besoin, ces ressources permettent de dresser le bilan des matériaux. Les calculs sont conduits pour les six natures de matériaux prédéfinis.

CONTRÔLE DES ÉCARTS

Les éditions du logiciel Masster permettent de réaliser une optimisation des terrassements. Dans un premier temps, un calcul des volumes totaux de ressources et de besoins est effectué. Il permet de connaître, dans le cadre d'une première analyse globale par nature de réutilisation, les volumes d'excédents et de déficits, avec un pourcentage d'écart correspondant. Le calcul du mouvement des terres ne sera raisonnablement envisageable que lorsque les écarts seront suffisamment faibles et/ou que des matériaux excédentaires peuvent se substituer à des matériaux déficitaires. Dans le cas présenté dans le tableau 7, les excédents de matériaux [MDR] et [NT] peuvent potentiellement venir compléter le déficit de matériaux de remblais. L'épure de Lalanne est générée automatiquement sous forme graphique. ▷

TABLEAU 6 : COEFFICIENTS DE RENDEMENT RETENUS POUR LE SECTEUR OUEST

| Hyp. | Facès | Foisonnement / Contre-foisonnement estimés | Pertes et aléas | Coefficient de rendement |
|-------------|-------------------------------------|--|-----------------|--------------------------|
| Défavorable | Terrains superficiels | 90 % | 15 % | 77 % |
| | Couches « altérées » | 105 % | 5 % | 100 % |
| | Rocher sain fracturé à peu fracturé | 115 % | 5 % | 109 % |
| | Marinage des tunnels | 115 % | 10 % | 104 % |
| | Déblaiement de purges et bèches | 90 % | 15 % | 77 % |
| Probable | Terrains superficiels | 90 % | 15 % | 77 % |
| | Couches « altérées » | 105 % | 5 % | 100 % |
| | Rocher sain fracturé à peu fracturé | 115 % | 5 % | 109 % |
| | Marinage des tunnels | 115 % | 10 % | 104 % |
| | Déblaiement de purges et bèches | 90 % | 15 % | 77 % |
| Favorable | Terrains superficiels | 90 % | 5 % | 86 % |
| | Couches « altérées » | 110 % | 0 % | 110 % |
| | Rocher sain fracturé à peu fracturé | 125 % | 5 % | 119 % |
| | Marinage des tunnels | 120 % | 5 % | 114 % |
| | Déblaiement de purges et bèches | 90 % | 5 % | 86 % |

TABLEAU 7 : CONTRÔLE DES ÉCARTS RESSOURCES-BESOINS

| Réutilisation | Réutilisation | Ressources | Besoins | Ecart | Ecart % |
|---------------|-----------------|------------|-----------|----------|---------|
| 0 | Dépôt | 1 877 973 | 2 473 000 | -595 027 | 24 |
| 1 | Remblai | 2 266 234 | 3 023 090 | -756 856 | 25 |
| 2 | MDR | 707 814 | 702 435 | 5 379 | 1 |
| 3 | MCH | 1 364 433 | 862 379 | 502 054 | 37 |
| 4 | NT | 944 782 | 70 981 | 873 801 | 92 |
| 5 | Couche de forme | 423 007 | 423 007 | 0 | 0 |
| 9 | Terre végétale | 0 | 595 766 | -595 766 | 100 |

Son analyse par nature de matériaux permet principalement : de déterminer le sens de déplacement des matériaux en fonction de la position de la « ligne de terre » ; d'évaluer les distances de transport ; de positionner les points de coupure, de définir le volume de matériaux à transiter par ces points et de rechercher des solutions en cas d'impossibilité de franchissement. Le logiciel permet en outre de « sommer » plusieurs natures de matériaux si celles-ci sont amenées à être réaffectées. Cette fonctionnalité permet de rechercher l'équilibre avec la meilleure réutilisation possible des ressources disponibles.

MOUVEMENT DE TERRES OPTIMISÉ

Le mouvement des terres est constitué d'une série de mouvements élémentaires de matériaux provenant d'ouvrages « origine » vers des ouvrages « destination ». Masster calcule automatiquement le mouvement des terres qui minimise la distance cumulée des transports :

on parle de mouvement des terres optimisé. Chaque mouvement est défini par un scénario qui peut comporter des coupures ou des mouvements élémentaires imposés définis manuellement. Dans le cas de l'A89, les matériaux nobles traités issus de la butte D307 seront par exemple affectés à la réalisation de la base de remblai du R326, situé dans une zone inondable, cela afin de respecter la conception de cet ouvrage. À ce stade des études, différents scénarii peuvent être calculés. Ils permettent de définir les conditions de réalisation du mouvement des terres lors du calcul automatique en respectant des contraintes : sectionnement du mouvement des terres correspondant à des coupures infranchissables ou franchissables à une certaine date, comme les rivières, un ouvrage de rétablissement SNCF ou un viaduc ; distance maximale de transport ; autorisation ou non de traitement des matériaux ; conditions de réutilisation (favorable, probable ou défavorable), de manière à s'approcher des conditions réelles de chantier.

Le cas présenté sur la figure 3 illustre les possibilités de prise en compte des coupures lors de l'établissement d'un scénario de mouvement des terres : les viaducs de la Brévenne et du Buvet constituent des coupures infranchissables ; le viaduc du Torranchin, le pont-rail autoroutier (PRA) et l'ouvrage de franchissement de la RN7 sont des coupures temporairement infranchissables. Aucun matériau ne peut transiter au niveau de ces ouvrages tant qu'ils ne sont pas achevés. Ils représentent donc un enjeu important pour l'équilibre du mouvement des terres. Ainsi, entre la première et la deuxième ligne, on considère que 10 % des terrassements réalisables entre le PRA et la RN7 ont été réalisés et que 100 % des terrassements réalisables entre la RN7 et le viaduc de la Brévenne ont été réalisés. L'ensemble des contraintes ayant été prises en compte, le mouvement des terres de chaque nature de matériaux peut être calculé. La figure 4 illustre par exemple le mouvement des terres optimisé du matériau [MDR].

UN PILOTAGE PRAGMATIQUE ET PARTICIPATIF

Le projet représente environ 13 millions de m³ de déblais, y compris les matériaux de marinage des tunnels. Dans un environnement complexe aux multiples interfaces, le management de la conception des terrassements de cette autoroute, en grande partie fondé sur la gestion des risques, a contribué à la production d'un projet optimisé avec des conditions maîtrisées de réutilisation des matériaux. Ce pilotage pragmatique et participatif, avec des points d'arrêt entre les concepteurs, les experts géotechniciens et le maître d'ouvrage, renforce le caractère durable du projet. À chaque grande étape, l'outil Masster permet d'intégrer et d'évaluer rapidement les impacts de la conception. Enfin, les entreprises titulaires du marché de terrassements s'approprient certains risques géotechniques pour les transformer en opportunités afin de poursuivre l'optimisation du projet pendant la phase travaux. □

PRINCIPAUX INTERVENANTS

- MAÎTRE D'OUVRAGE : ASF, direction d'opération de Lyon**
- MAÎTRE D'ŒUVRE PRINCIPAL : Egis**
- ENTREPRISE MANDATAIRE : Vinci Construction Terrassement**

ABSTRACT

A89 MOTORWAY, SECTION 9.2, VIOLAY - LA TOUR DE SALVAGNY: EARTHWORKS DESIGN IN A COMPLEX ENVIRONMENT

ALAIN GAGEY, EGIS - SAMUEL THOUVEREY, EGIS - STÉPHAN BERNHARD, EGIS

Section 9 of the A89 motorway, 50 km long, is the last part of the major East-West motorway link between the Bordeaux region and the Rhône-Alpes region of France. The Rhône alignment (section 9.2) is located in a complex environment with numerous interfaces (tunnels and viaducts in particular). For this motorway, earthworks design based on risk management, a method developed by Egis, contributed to the production of an optimised project with controlled conditions of re-use of materials. This pragmatic, participative management system, with cutoff points between the designers, the geotechnical experts and the client ASF, enhances the project's sustainable nature. At each major stage, the Master tool, developed by Egis, allows design impacts to be taken into account and assessed rapidly. Finally, project optimisation continues during the works. The contractors awarded the earthworks contracts, under the supervision of the Project Manager Egis, transform certain geotechnical hazards into opportunities (e.g. the production of pavement aggregates from excavated material). □

A89 TRAMO 9.2 VIOLAY-LA TOUR DE SALVAGNY: DISEÑO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS EN UN ENTORNO COMPLEJO

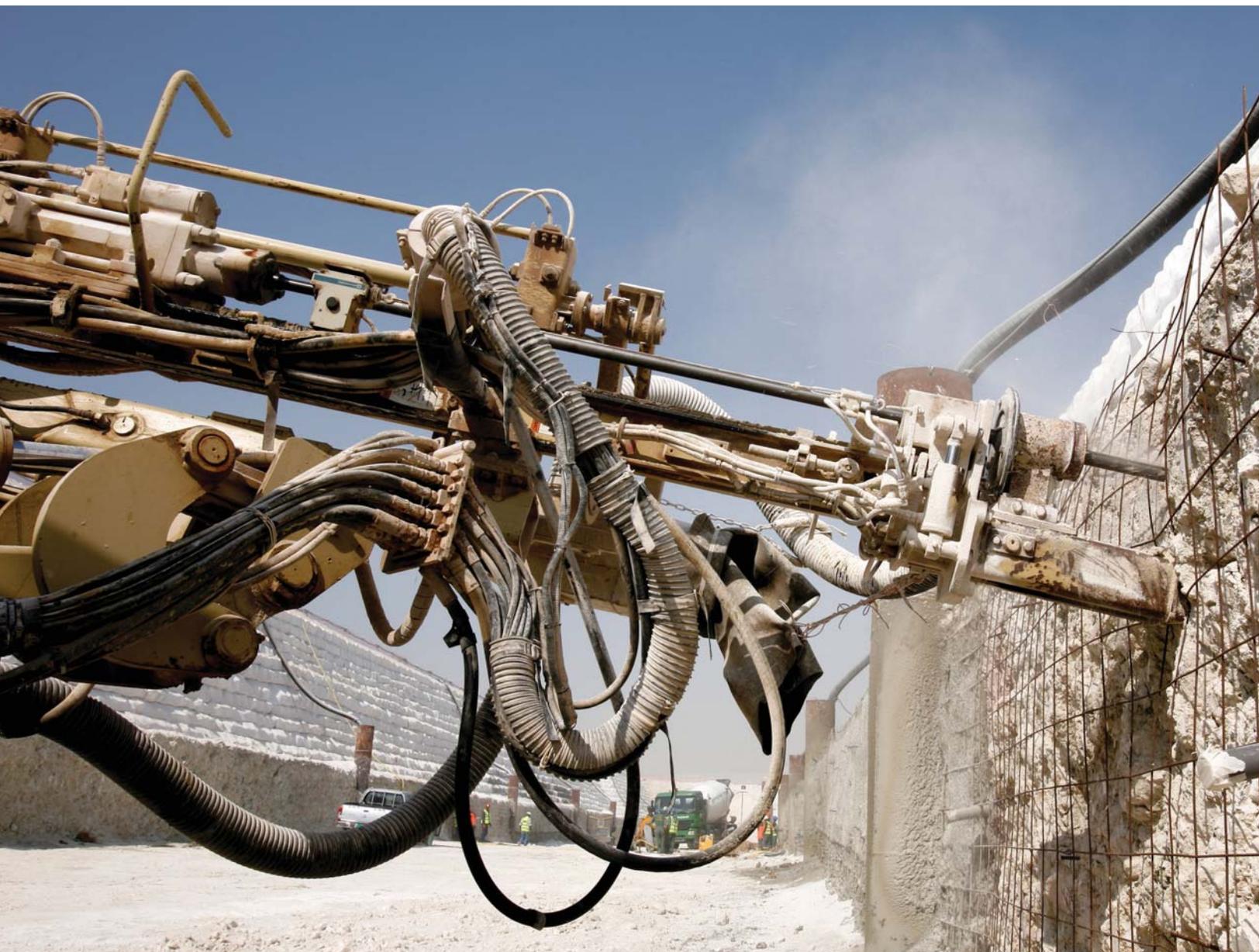
ALAIN GAGEY, EGIS - SAMUEL THOUVEREY, EGIS - STÉPHAN BERNHARD, EGIS

El tramo 9 de la autopista A89, de una longitud de 50 km, constituye el último eslabón del gran enlace por autopista Este-Oeste que une la región de Burdeos a la región Ródano-Alpes. El trazado Ródano (tramo 9.2) está ubicado en un entorno complejo con múltiples interfaces (fundamentalmente, túneles y viaductos). El diseño del movimiento de tierras de esta autopista a partir de la gestión de riesgos, método elaborado por Egis, ha permitido contribuir en la realización de un proyecto optimizado con diversas condiciones dominadas de reutilización de los materiales. Este seguimiento pragmático y participativo, con puntos de parada entre los responsables del concepto, los expertos geotécnicos y la empresa contratante ASF, ha podido reforzar el carácter duradero del proyecto. En cada grande etapa, la herramienta Master, desarrollada por Egis, ha permitido la rápida integración y evaluación de los impactos del diseño. Finalmente, la optimización del proyecto se prosigue durante los trabajos. Las empresas titulares de los contratos de movimiento de tierras, que actúan bajo el control de la empresa encargada de la dirección del proyecto Egis, transforman ciertos riesgos geotécnicos en verdaderas oportunidades (por ejemplo la producción de áridos de los pavimentos a partir de los materiales de desmonte). □

LE FUTUR MÉTRO-TRAMWAY LÉGER DE LUSAIL AU QATAR

AUTEURS : JONAS VERSCHUERE, INGÉNIEUR GÉOTECHNICIEN - ROLA RAAD, INGÉNIEURE MÉTHODES, VINCI CONSTRUCTION GRANDS PROJETS

DANS LE CADRE DE LA CONSTRUCTION DE LA VILLE DE LUSAIL, AU QATAR, LA SOCIÉTÉ QDVC, DÉTENUE PAR LE GROUPE QATARI DIAR ET VINCI CONSTRUCTION GRANDS PROJETS, S'EST VU CONFIER LA CONCEPTION ET LA RÉALISATION D'UN MÉTRO-TRAMWAY LÉGER DESTINÉ À DESSERVIR TOUTE LA COMMUNE. LA PREMIÈRE PHASE DE TRAVAUX (EXCAVATIONS, SOUTÈNEMENT, POMPAGE D'EAU) EST EN COURS D'ACHÈVEMENT, ET LA CONSTRUCTION DES TUNNELS EN INTER-STATIONS A DEMARRÉ FIN MAI 2010.



UN MÉTRO-TRAMWAY LÉGER POUR UNE VILLE NOUVELLE

Depuis 2005, le gouvernement qatari, par le biais du fonds d'investissement, Qatari Diar, entreprend la réalisation d'une ville nouvelle acquise sur le désert : la ville de Lusail.

Située en bord de mer, au nord de Doha, elle accueillera 200 000 habitants sur 21 km² et sera composée de quartiers d'affaires, d'habitations, de résidences, de zones scolaires, d'une zone de loisir, ainsi que de deux golfs de 18 trous (photos 3a, b & c).

Dans le cadre de ce projet, QDVC (société qatarie détenue à 51 % par le groupe Qatari Diar et à 49 % par VINCI Construction Grands Projets) est en charge de la conception-réalisation du LRT (light rail transit system) de Lusail,

un métro-tramway léger destiné à desservir toute la ville par l'intermédiaire de quatre lignes.

Les études d'avant-projet et de projet définitif ont été réalisées par une équipe multidisciplinaire basée sur le site de construction. Celle-ci a en charge de piloter et de coordonner le bureau d'études Systra (ingénierie ferroviaire), le bureau d'études structurelles DIMT de VINCI Construction Grands Projets (travaux souterrains), un groupement de bureaux d'architectes (DBI, Atelier4D et RFR), un bureau d'études structure et MEP (Atkins pour les travaux aériens et les équipements électromécaniques des stations). Le bureau d'études Sener est intervenu au titre de bureau de vérification des études. Le client Lusail-Qatari Diar a engagé de

1- Mise en œuvre du soutènement (clous et béton projeté).

2- Fouille dans une zone avec une faible couverture de sol.

3a, b & c- Vue satellite du projet.

1- Execution of retaining structure (nails and shotcreting).

2- Excavation in an area with little soil cover.

3a, b & c- Satellite view of the project.

son côté un consultant constitué d'un groupement de bureaux d'études nord-américains (PBS & J et Lea + Elliott). La première phase comprend des excavations jusqu'à 20 m de profondeur, des travaux de soutènement et de pompage d'eau du fait de la proximité avec la mer. Elle se compose de 11 sections et compte plus de 1,6 million de m³ d'excavation. Elle est presque achevée à ce jour.

CONTRAINTES D'EMPRISE

Qatari Diar ayant déjà alloué certaines parcelles de Lusail à différents développeurs, il n'est plus possible d'y accéder à ce jour, bien que certaines demeurent inutilisées. De même, certaines sections présentent des réseaux et routes quasiment terminés tandis que d'autres sont encore dans le désert naturel. De ce fait, l'emprise des excavations doit être réduite au minimum dans les zones les plus avancées avec la réalisation d'excavations subverticales, quelles que soient les couches de sol rencontrées (figure 4). Dans les autres zones, une emprise large de 42 à 64 m a été allouée à QDVC.

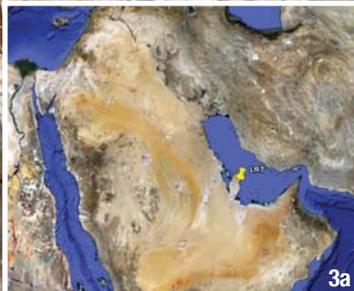
À l'intérieur de ce corridor, un optimum a été recherché entre talus d'excavation et mode de soutènement pour optimiser les espaces alloués aux travaux sur les plates-formes de travail le long de la tranchée (figure 5).

CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Les campagnes géotechniques réalisées sur les divers tronçons du LRT comprennent des essais en laboratoire sur des échantillons prélevés, ainsi que des essais in situ avec : dans les sols, des sondages forés avec essais SPT réguliers ; dans le rocher, un carottage continu avec quelques essais dilatométriques réalisés avec une sonde de type Oyo. En complément à ces essais, une étude géophysique utilisant la réflexion sismique a été réalisée sur l'intégralité du tracé. Ces campagnes de sol ont montré que la stratigraphie sur le projet est très homogène et à l'image de la géologie générale du Qatar. Sur Lusail, il a ainsi pu être distingué :

→ Un ensemble de couches superficielles d'une épaisseur totale de 2 à 9 m selon les zones concernées. En partant de la surface, il est généralement observé une couche de 2 m d'épaisseur moyenne de remblai récent sablo-graveleux, puis des sédiments marins sablo-limoneux sur 1 à 9 m d'épaisseur. Localement, une couche de sédiments marins ou de rocher entièrement décomposé comportant des

© CYRILLE DUPONT / PHOTOTHÈQUE VINCI



particules limoneuses et graveleuses peut aussi être observée ;
 → Une formation calcaire (Simsima limestone) caractéristique de la géologie du Qatar. Celle-ci possède une altération très variable caractérisée depuis le toit rocheux par une frange très altérée et fracturée, d'épaisseur variant de 1 à plus de 10 m. Dans cet horizon dénommé weathered Simsima limestone, le remplissage argileux entre les blocs de calcaire est important et les valeurs RQD⁽¹⁾ sont proches de 0. Plus profondément, le calcaire est de meilleure qualité, et il est successivement observé du rocher fracturé (RQD = 20 à 40) devenant massif (RQD > 50) en profondeur ;
 → Sous le Simsima limestone, d'autres formations rocheuses marno-calcaires ont été identifiées (photo 6). En partant de la surface, il est possible d'observer

PHASAGE DU PROJET

Le projet est réalisé en plusieurs phases d'études et de construction qui se juxtaposent dans le temps :

- **Phase 1A/1B : revue de l'avant-projet sommaire établi par le client ;**
- **Phase 2A IRE : développement de l'avant-projet sommaire pour réaliser l'étude de prix du projet total (incluant les systèmes ferroviaires) ;**
- **Phase 2A ESE : excavation des tranchées pour la réalisation des tunnels en inter-stations. Le montant de cette phase s'élève à environ 100 millions d'euros pour des travaux d'une durée de 15 mois ;**
- **Phase 2B : études et construction des tunnels en inter-stations. Le montant de cette phase est d'environ 130 millions d'euros pour une durée de travaux de 23 mois ;**
- **Phase 2C : finalisation des études et construction du génie civil restant, des stations souterraines et aériennes incluant les équipements électromécaniques, le viaduc, le dépôt, les voies, l'approvisionnement du matériel roulant, des systèmes d'alimentation et de contrôle commande, de sécurité, de communication et d'information voyageurs.**

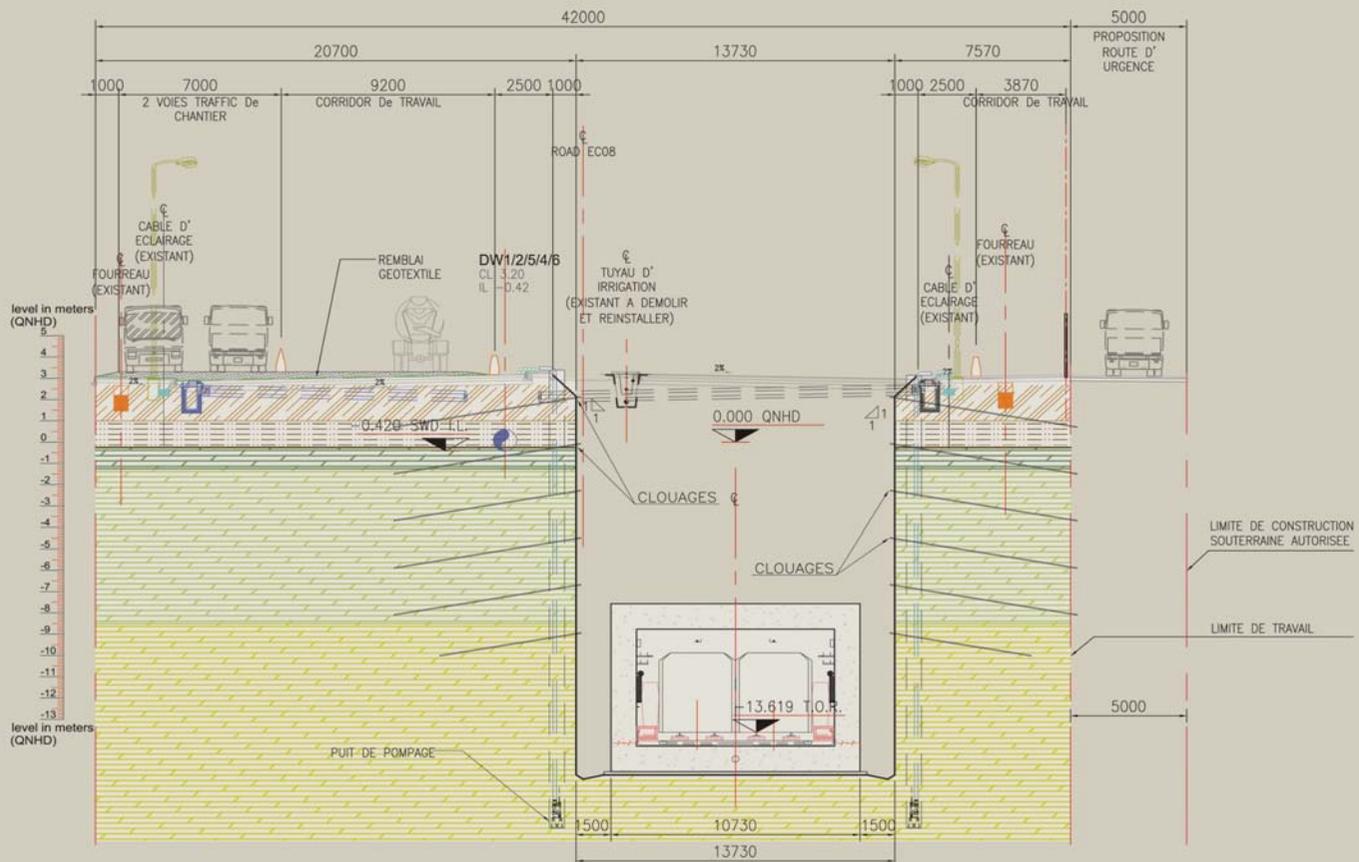
Les phases 2A IRE et ESE sont en cours de finalisation. La phase 2B a débuté au printemps 2010.

une formation assez fine (1 à 2 m) formée d'un « sandwich » de couches marneuses et calcaires et nommée Midra shale. Cette formation est connue au Qatar pour son rôle d'aquiclude. Plus profondément apparaît une formation marno-calcaire nommée Rus formation qui s'étend sur plusieurs dizaines de mètres.

DÉFINITION DES PARAMÈTRES GÉOTECHNIQUES DES COUCHES ROCHEUSES

Compte tenu de la forte fracturation du rocher et de l'absence de plans de rupture privilégiés, la méthode d'homogénéisation de Hoek et Brown a été adoptée pour définir les caractéristiques mécaniques des couches rocheuses. À partir de l'observation des carottes de rocher (fracturation et altération), une note GSI (geological strength

COUPE TYPE D'EXCAVATION À RÉALISER DANS LES ZONES CONSTRUITES



SECTION TRANSVERSALE TYPE A ENERGY CITY

LEGENDE :

-  Remblai sablo-graveleux
-  Sediments marins sablo-limoneux
-  Sediments marins limoneux-graveleux
-  Calcaire très altéré (Weathered Simsima Limestone)
-  Calcaire fracturé (Fractured Simsima Limestone)

4- Coupe type d'excavation à réaliser dans les zones construites.

5- Coupe type d'excavation à réaliser dans les zones non construites.

4- Typical section of excavation to be performed in the already developed areas.

5- Typical section of excavation to be performed in the undeveloped areas.

index) est donnée afin de caractériser l'état de chaque couche rocheuse. Cette note, associée à la résistance à la compression simple mesurée sur des échantillons intacts et à l'état de contraintes in situ, permet d'obtenir les valeurs des caractéristiques mécaniques de Mohr-Coulomb de la couche rocheuse concernée. Une approche similaire est suivie pour définir le module de Young des couches rocheuses à partir du GSI, et du module de Young des échantillons intacts.

La difficulté principale a concerné la caractérisation et la définition de la couche de weathered Simsima limestone, à la fois dans son étendue et dans ses caractéristiques mécaniques.

En effet, du fait de la forte fracturation de cette couche, les carottes prélevées montrent des taux de récupération (TCR) souvent très faibles et des RQD

toujours proches de 0. Il est donc souvent délicat de repérer la limite entre gravier limoneux et rocher très altéré dans les carottes.

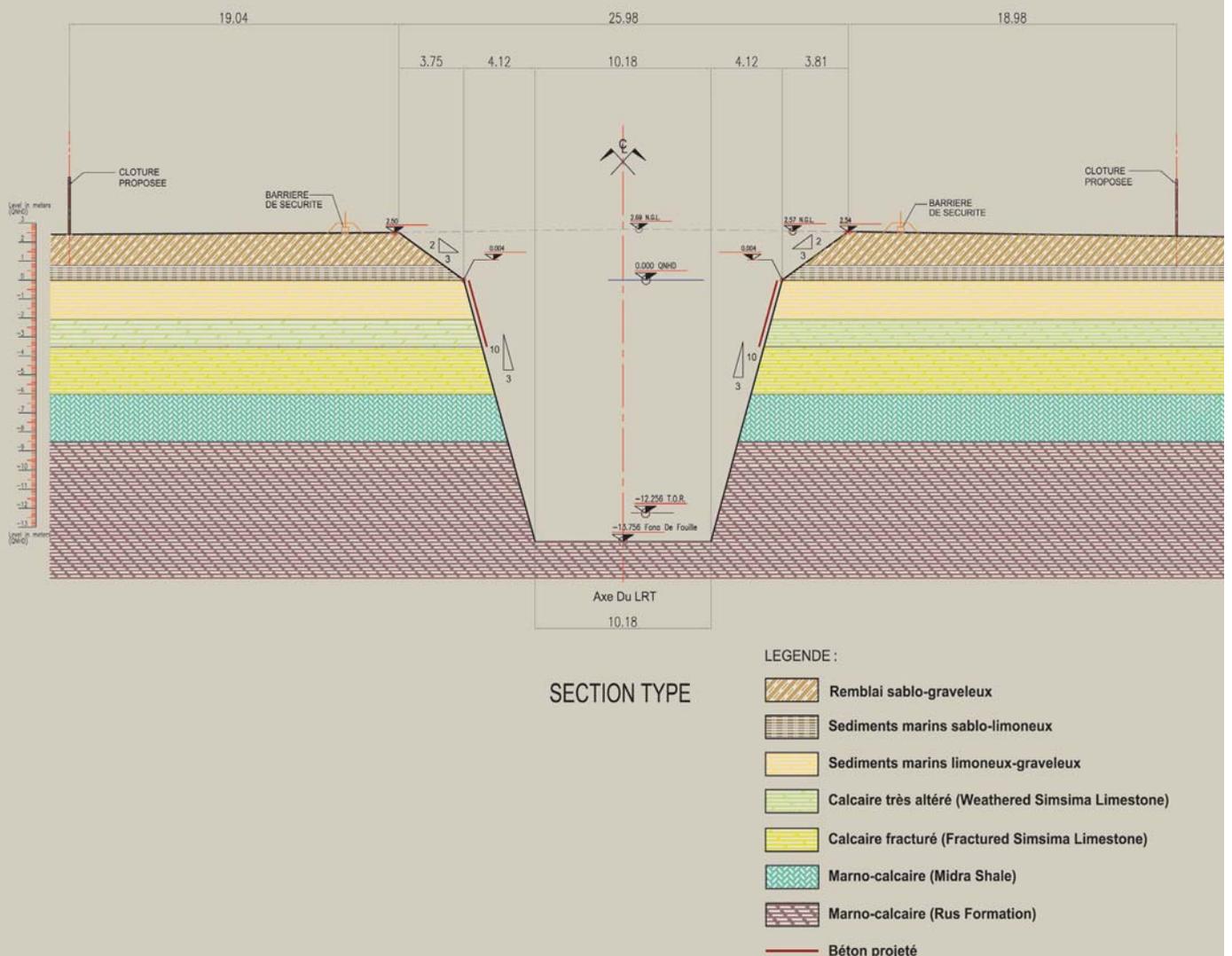
Compte tenu de la difficulté d'analyser les sondages géotechniques, il a été nécessaire, en parallèle, de s'appuyer sur de nombreuses sources d'information dans le but d'obtenir des estimations fiables des propriétés des couches rocheuses : campagne géophysique (réfraction sismique) ; retour d'expérience des excavations réalisées dans le passé sur Lusail (QDVC a réalisé des excavations moins profondes sur le site lors de la construction de quatre parkings souterrains) ; sondages CPT réalisés dans le cadre d'un autre contrat pour confirmer la limite entre sol et rocher dans les zones où la position du toit de cette couche était la plus incertaine.

Toutes ces données ont permis d'établir une stratigraphie précise du terrain au droit du tracé du LRT, qui a été globalement confirmée lors de l'excavation. Un dimensionnement interactif basé sur une méthode observationnelle a néanmoins été mis en place afin de prendre en compte toutes les hétérogénéités locales observées sur le rocher lors des excavations.

CONTEXTE HYDROLOGIQUE

Du fait de la proximité avec la mer, le niveau d'eau naturel est à la cote 0 m QHND, soit environ 2,5 m sous le terrain naturel. Il est donc nécessaire de rabattre la nappe phréatique sur une profondeur pouvant atteindre 17 m pour certaines fouilles. Le dimensionnement du système de rabattement nécessite une bonne connaissance de la perméabilité du terrain. La perméabilité des

COUPE TYPE D'EXCAVATION À RÉALISER DANS LES ZONES NON CONSTRUITES





formations rocheuses, particulièrement du Simsima limestone, est très difficile à évaluer par des essais classiques (essais Lugeon ou de pompage), car elle dépend fortement des conditions locales de fracturation dans la zone où est réalisé l'essai, mais aussi de la présence potentielle de vides.

Les essais de pompage réalisés auparavant dans le Simsima limestone ont confirmé ces difficultés en reflétant des perméabilités locales très disparates selon l'essai considéré (de $1,10^{-9}$ à plus de $1,10^{-3}$ m/s). Par conséquent, pour évaluer la perméabilité globale de l'aquifère rocheux, une approche reposant sur l'analyse en retour des débits pompés dans les fouilles avoisinant le projet (parkings souterrains réalisés par QDVC) a été privilégiée. L'ordre de grandeur de la perméabilité globale du massif rocheux a ainsi pu être estimé à environ 10^{-5} m/s. Des calculs éléments finis 2D (modèle hydraulique Plaxis) ont permis le dimensionnement du système de rabattement de la nappe autour des fouilles. Les mesures de débit pompé, une fois les fouilles excavées, ont confirmé que l'ordre de grandeur de la perméabilité du rocher estimé était correct.

SOLUTIONS DE SOUTÈNEMENT TEMPORAIRE

Le choix des systèmes de soutènement de la fouille a été dicté par les contraintes suivantes : stratigraphie locale, en particulier l'épaisseur de sol ; emprise temporaire et permanente allouée aux travaux ; nécessité ou non de positionner une grue mobile en tête de tranchée pour la construction ultérieure des tunnels du LRT. Ces contraintes ont conduit à utiliser les combinaisons de systèmes de soutènement suivants dans les sols : clouage et béton projeté ; remblais ren-

6- Stratigraphie des roches observées lors des excavations.

7- Fouille dans une zone avec une faible couverture de sol.

8- Mise en œuvre du soutènement (clous et béton projeté).

6- Stratigraphy of rocks observed during the excavations.

7- Excavation in an area with little soil cover.

8- Execution of retaining structure (nails and shotcreting).

forcés par du géotextile ; berlinoises (profilés métalliques HA avec parement en panneaux préfabriqués béton).

Dans les horizons rocheux, quand cela était nécessaire, le soutènement est à base de clous et béton projeté. Dans les cas les plus favorables, là où l'épaisseur de sol est de l'ordre de 2 à 3 m, la solution suivante a été retenue (photo 7) : talutage du sol (talus 2H/1V ou 3H/1V selon les caractéristiques de la couche de sol) ; excavation subverticale (1H/10V) du rocher. La stabilité globale de l'excavation est assurée grâce au clouage du calcaire le plus altéré (weathered Simsima limestone) avec des fers à béton HA25 de 6 à 10 m de long. La densité des clous installés varie entre un clou tous les 2 m² et un clou tous les 4 m² selon la zone et la profondeur (photo 1).

Pour éviter toute instabilité locale dans le calcaire très altéré, une couche de béton projeté (8 à 10 cm d'épaisseur) armée par un grillage métallique a été mise en place (photo 8). En profondeur, le rocher devenant meilleur, le clouage et le béton projeté n'ont généralement pas été nécessaires. Lorsque l'épaisseur

de sol meuble est plus importante, la solution de soutènement retenue dépend des contraintes de site :

→ Si l'emprise disponible autour de la fouille est suffisamment large et s'il n'est pas envisagé par la suite de positionner une grue à proximité de la fouille, la solution présentée précé-



© CYRILLE DUFONT



© CYRILLE DUPONT

9

demment (talutage du sol et excavation subverticale du rocher avec clouage et béton projeté) a été retenue ;

→ Le plus souvent, l'emprise allouée a permis de former temporairement des talus dans les couches de sol. Cependant, il était nécessaire que ces talus soient par la suite remblayés et raidis pour

positionner une grue mobile en tête de tranchée afin de réaliser les travaux de génie civil du tunnel. Dans ce cas, une solution de soutènement mixte comprenant un remblai renforcé en géotextile dans les couches de sol et un clouage du rocher a été utilisée (figure 10) selon le phasage suivant : excavation et talu-

9- Construction des remblais renforcés en géotextile.

10- Coupe type d'excavation avec remblai renforcé en géotextile.

9- Construction of geotextile reinforced fills.

10- Typical excavation section with geotextile reinforced fill.

DIMENSIONNEMENT DES SOLUTIONS PROPOSÉES

Les parois clouées ont été dimensionnées à l'aide du logiciel Talren, en s'appuyant sur les recommandations Clouterre 1991 et 2002. Divers cas de chargement (charges routières, grue mobile en tête de fouille) ont été vérifiés. Du fait du caractère temporaire de ces fouilles, un coefficient de sécurité global minimal de 1.30 était demandé.

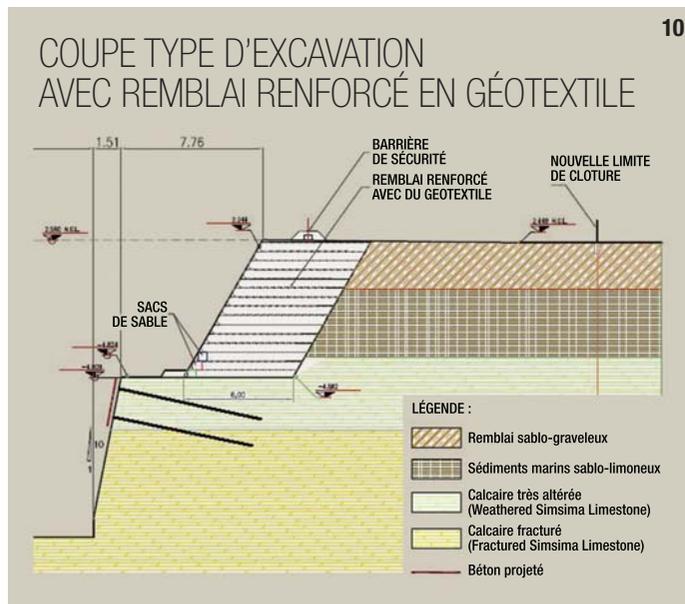
Des essais de clous ont été réalisés sur site pour confirmer les hypothèses de design sur la valeur du coefficient de frottement rocher-clou q_s (photo 12) qui avait été prise entre 400 et 500 kPa selon l'altération du rocher. Ces essais ont montré que q_s dépasse 500 kPa même dans le rocher le plus altéré. Le dimensionnement des soutènements mixtes (géotextile + clouage ou berlinoise + clouage) a été sous-traité au bureau d'étude Terrasol. Celui-ci a réalisé deux types de calculs :

→ Un calcul de dimensionnement de la partie supérieure. Il correspond par exemple à un calcul au coefficient de réaction pour le dimensionnement des berlinoises ou à un calcul de stabilité interne du massif en sol renforcé par nappes de géotextile. Pour les parois berlinoises, il a fallu introduire une diminution importante de la butée compte tenu de l'excavation future au pied de la paroi. Étant donné la hauteur de ces parois (10 m environ), trois lits de tirants sont nécessaires. Le dernier lit sert en fait à remplacer une grande partie de la butée que pourrait fournir le rocher s'il n'y avait pas d'excavation en pied ;

→ Un calcul de stabilité globale avec Talren pour vérifier la stabilité de l'ensemble paroi berlinoise + paroi clouée ou remblai en sol renforcé + paroi clouée, ▽

tage des couches de sol jusqu'à la tête du rocher ; réalisation « en remontant » du remblai en sol compacté renforcé par des nappes de géotextile (photo 9) ; excavation subverticale du rocher au pied du remblai renforcé en géotextile avec clouage et béton projeté si nécessaire. Compte tenu des importantes descentes de charge provenant du remblai en sol renforcé, la densité de clouage est généralement plus élevée que précédemment ;

→ Enfin, localement, lorsque la fouille est située à proximité immédiate de bâtiments existants, la solution consiste à construire une paroi berlinoise tirantée (trois lits de tirants précontraints) d'environ 10 m de haut pour soutenir le sol. Cette paroi est ancrée dans le toit du rocher. Une fois que l'excavation a atteint le pied de la berlinoise, une risberme de 2 à 3 m de large est conservée, puis l'excavation est poursuivie dans le rocher au pied de la berlinoise avec clouage et béton projeté comme précédemment (photo 11).



CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

- 15 km de voies doubles en surface
- 7 km de voies simples en surface
- 6,6 km de tranchées couvertes doubles voies
- 10 stations enterrées ou semi-enterrées
- 26 stations aériennes
- 1 viaduc incluant une station de correspondance avec une ligne régionale
- 1 dépôt pour la maintenance des véhicules
- 32 trains de 70 m de long constitués de 2 véhicules pourvus d'un système d'alimentation avec et sans caténaire



avec prise en compte des charges de grues mobiles et des charges routières en surface (figure 13). En outre, du fait des incertitudes concernant le comportement des soutènements berlinoise + paroi clouée et de la présence de structures en tête de ces soutènements, un relevé topographique régulier des déplacements des poteaux des berlinoises a été effectué, en particulier lors de l'excavation au pied des berlinoises.

RABATTEMENT DE LA NAPPE

Le système de rabattement de nappe retenu consiste à installer des pompes au fond de puits profonds, descendant 3 à 5 m sous le fond de fouille. Ces puits, placés de chaque côté de la fouille, sont espacés longitudinalement de 20 à 30 m. Ce système permettait dans un premier temps de rabattre la nappe dans le rocher puis, compte tenu des importantes perméabilités des couches supérieures, de rabattre par effet drainant les couches situées au-dessus du rocher. Il a montré son efficacité en permettant de réaliser tous les travaux d'excavation à sec, avec seulement quelques venues d'eau dans le rocher en fond de fouille.

UN MILLION DE MÈTRES CUBES DE DÉBLAIS

L'ensemble des travaux de terrassements-soutènements relatifs à la phase 2A a été sous-traité, à l'exception du rabattement de nappe, exécuté en propre par les équipes de QDVC. Le rôle des équipes travaux de QDVC lors de la phase 2A a donc été de piloter et de coordonner l'avancement des tâches suivantes :

→ Terrassement en déblais, 1 600 000 m³ ;

→ Soutènements provisoires divers : renforcement géotextile, 160 000 m³ ; berlinoise, 3 200 m² ; béton projeté clouté, 42 000 m² ;

→ Rabattement de nappe : 6 000 m de forages de diamètre 900 mm et 20 m de profondeur moyenne pour l'installation de 300 pompes 120 m³/h, 30 générateurs 350 kVA et plus de 65 km de tuyaux souples pour le maintien hors de l'eau de 4,7 km de tranchée à une profondeur variant de 15 à 20 m ;

→ Travaux de sécurisation du site : clôture, 10,5 km ; garde-corps et merlons anti-véhicules, 12,5 km ; 28 escaliers d'accès en fond de fouille, hauteur moyenne 18 m ; piste d'accès chantier, 95 000 m²,

→ Installation de ponts provisoires béton ou métalliques pour supporter les réseaux existants et les réseaux temporaires de rabattement de nappe à travers l'excavation (photo 14).

Les soutènements à base de géotextile dans les sols ont été remplacés dans certains secteurs par des parois berlinoises pour respecter des contraintes locales. Ces travaux ont été engagés sur un linéaire de 3,2 km seulement, l'emprise des deux portions restantes du tracé n'ayant pas encore été remise par le client. Sur les tronçons réalisés, les cadences journalières d'extraction ont été en moyenne de 6 500 m³ par jour sur les six premiers mois, avec des pointes journalières à 10 500 m³. Le million de m³ de déblais a été atteint sept mois après le démarrage des travaux.

Deux entreprises sous-traitantes avaient été sélectionnées en terrassement, et une entreprise pour les forages des puits de rabattement, les berlinoises et les bétons projetés. Les deux entreprises de terrassement ont travaillé sur deux

11- Fouille avec paroi berlinoise et remblai renforcé en géotextile.

12- Essai de traction sur un clou.

13- Calcul de la stabilité externe de la fouille avec le logiciel Talren.

11- Excavation with Berlin-type retaining wall and geotextile reinforced fill.

12- Tensile test on a nail.

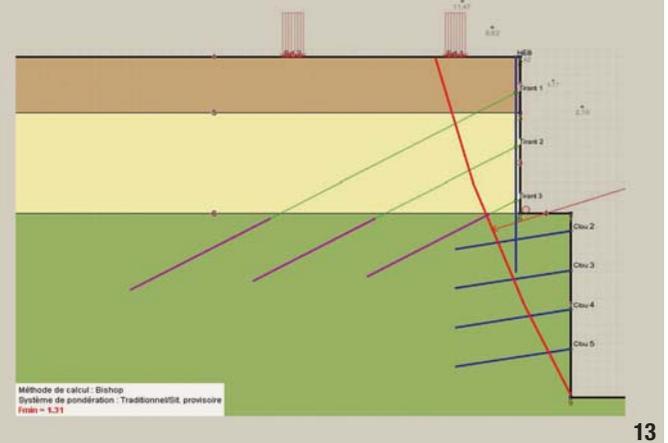
13- Calculation of the outer stability of the excavation with the Talren software.

sections simultanément. Sur chaque section, l'équipe travaillant la nuit a généralement enlevé les matériaux excavés par l'équipe travaillant le jour, pour un rendement d'environ 6 500 m³/jour avec quatre postes.

DEUX MOIS D'AVANCE SUR LE PLANNING

Les moyens de terrassement selon les couches rencontrées ont été les suivants : les premiers mètres de matériaux non rocheux ont été enlevés grâce à des pelles classiques 20, 30 ou 35 t. La formation calcaire altérée a été excavée par des bulldozers type Caterpillar D6 et D8. Quant au rocher fracturé, des brise-roche hydrauliques (BRH) ont suffi. Les semi-remorques ont été interdits sur le chantier pour des raisons de sécurité (risque de retournement). Des camions benne de 20 t de capacité type 6 x 4 ont été utilisés. Le nombre de camions a été adapté

CALCUL DE LA STABILITÉ EXTERNE DE LA FOUILLE AVEC LE LOGICIEL TALREN





14



15

au cycle de production et à la distance de la zone d'excavation et de stockage. L'utilisation d'explosifs n'était pas possible étant donnée la proximité des travaux des autres entreprises à Lusail.

Si l'émulation entre les deux sous-traitants terrassiers a parfaitement fonctionné, les cadences doivent également tenir compte des contraintes imposées par le phasage avec l'entreprise en charge des bétons projetés. Les variations d'altération et de fracturation du rocher rencontré ont aussi amené QDVC à adapter sans cesse les densités de clouage et les épaisseurs de béton projeté sur la base d'une méthode observationnelle empirique. Les terrassements se sont terminés sans incident avec deux mois d'avance sur le planning prévu.

La diversité des soutènements retenus a permis d'adapter les excavations aux différentes configurations d'emprises et de terrains rencontrés, en ménageant pour le futur les plates-formes nécessaires aux travaux des tunnels. La solution combinée de remblais renforcés en

14- Passerelle franchissant la fouille.

15- Excavation au BRH.

14- Gangway crossing over the excavation.

15- Excavation by hydraulic rock breaker.

géotextile en tête de tranchée et, plus profondément, le clouage des faces pseudo-verticales dans les terrains meilleurs, a permis d'offrir au client des économies substantielles en comparaison de méthodes de soutènement plus lourdes, comme les parois berlinoises, parois moulées ou murs en L. □

(1)- **Rock quality designation (RQD)** : indice correspondant à la longueur cumulée des morceaux de rocher de taille supérieure à 10 cm dans une carotte de 1 m de long. Plus cet indice est faible, plus le rocher est fracturé.

PHASAGE TYPE POUR LES TRAVAUX PAR SECTEUR

- **Prise de possession du site : mise en place des clôtures périphériques, sondages pour localisation exacte et balisage des réseaux existants, aménagements des pistes d'accès ;**
- **Forage des puits de rabattement de nappe à intervalle régulier tous les 25 m de part et d'autre du tracé et mise en place des pompes ;**
- **Terrassement en déblais des sols meubles et talutage des pentes de talus temporaires auto-stables à court terme jusqu'au niveau du substratum rocheux ;**
- **Mise en place des soutènements à base de géotextile sur la hauteur totale des sols meubles ;**
- **Mise en place des merlons de sécurité et remise en place des réseaux de rabattement de nappe dans leur configuration définitive en tête de soutènement ;**
- **Excavation des zones rocheuses altérées par passe de 2,50 m et mise en place des bétons projetés et des clouages ;**
- **Excavation traditionnelle au brise-roche hydraulique en terrain rocheux auto-stable jusqu'au fond de fouille (photo 15).**

ABSTRACT

THE FUTURE LUSAIL LIGHT RAILWAY TRANSIT SYSTEM IN QATAR

JONAS VERSCHUERE - ROLA RAAD, VINCI

As part of the construction of the city of Lusail, in Qatar, the QDVC company, owned by the Qatari Diar group and VINCI Construction Grands Projets, was awarded a contract for the design and construction of a light railway transit system designed to serve the entire district. The first stage of works (excavation, retaining structures, water pumping) is nearing completion, and the construction works on the inter-station tunnels started at the end of May 2010. □

EL FUTURO METRO-TRANVÍA LIGERO DE LUSAIL EN QATAR

JONAS VERSCHUERE - ROLA RAAD, VINCI

Actuando en el marco de la construcción de la ciudad de Lusail, en Qatar, la empresa QDVC, poseída por el grupo Qatari Diar y VINCI Construction Grands Projets, se ha visto adjudicado el establecimiento del concepto y la ejecución de un metro-tranvía ligero destinado a dar servicio en todo el municipio. La primera etapa de trabajos (excavaciones, muros de contención, bombeo de agua) se encuentra en curso de finalización, y la construcción de los túneles en inter-estaciones a empezado a finales de mayo 2010. □

MURS DE TROINEX SUR L'AUTOROUTE A41 : MODÉLISATION ET MISE EN ŒUVRE DE POUTRE TIRANTÉE POINÇONNANT LE SOL

AUTEURS : FABIEN BORSELLINO ET BRUNO MAZARÉ, EGIS STRUCTURES ET ENVIRONNEMENT, EGIS GÉOTECHNIQUE, SEYSSINS, FRANCE

LES MURS DE SOUTÈNEMENT EN DÉBLAI DITS « DE TROINEX » DE L'AUTOROUTE A41 SONT CONSTITUÉS DE POUTRES ANCRÉES PAR DES TIRANTS ACTIFS. LA FAIBLE PORTANCE DES TERRAINS A NÉCESSITÉ LA RÉALISATION D'INCLUSIONS RIGIDES DE RENFORCEMENT. CET ARTICLE PRÉSENTE LE DIMENSIONNEMENT DE CE RENFORCEMENT DE SOL MIS AU POINT LORS DES ÉTUDES D'EXÉCUTION ET MIS EN ŒUVRE PENDANT LES TRAVAUX.

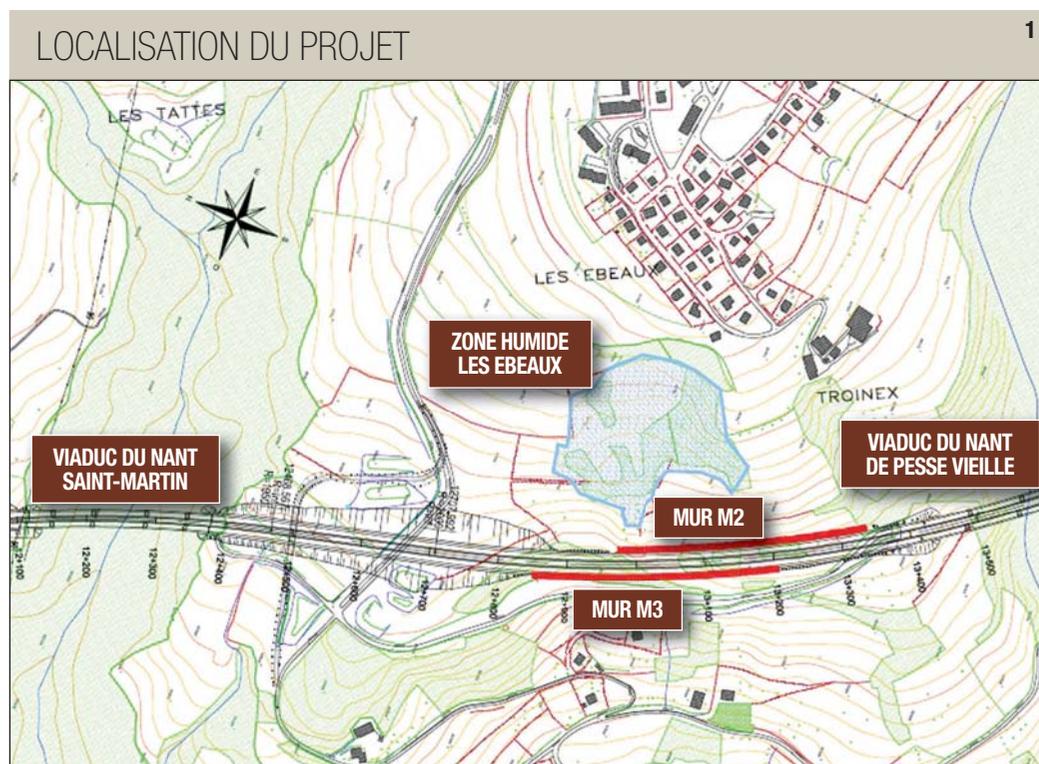
DEUX MURS DE SOUTÈNEMENT EN DÉBLAI ET EN REMBLAI

Dans le cadre des travaux de la section Saint-Julien-en-Genevoix-Villy-le-Pelloux de l'autoroute A41 (mise en service en 2008), Egis géotechnique a réalisé l'ensemble des études et des plans d'exécution des murs de soutènement dits « de Troinex » pour le compte du groupement d'entreprises Soletanche-Guelpa-Benedetti.

Le projet consiste à réaliser un mur de soutènement amont en déblai et un mur de soutènement aval en remblai. Ces ouvrages sont compris entre le PK 12.850 et le PK 12.350 de l'autoroute. Le mur amont (3 000 m²) est constitué de poutres ancrées par des tirants précontraints, associées à un système de drainage et à un clouage provisoire. Le mur aval (2 300 m²) est constitué d'un mur « terre armée », avec une poutre ancrée par des tirants précontraints située à la base du mur. Par ailleurs, un mur cloué provisoire est nécessaire pour permettre la mise en place des armatures du mur en sol renforcé.

Au droit du PK 13+000, le franchissement d'un ancien glissement de terrain nécessite des travaux spécifiques afin d'assurer la stabilité des ouvrages.

La solution initialement projetée pour le franchissement de cette zone en déblai est un mur de soutènement constitué de trois poutres ancrées par des tirants actifs. Cette solution a dû faire l'objet



d'adaptations compte tenu de la faible compacité des sols en place révélée par des reconnaissances complémentaires (sondages destructifs avec essais pressiométriques) réalisées préalablement aux travaux. Une solution alternative et non usuelle constituée de poutres ancrées par des tirants actifs associées à des inclusions pour un fonctionne-

1- Localisation du projet.

1- Project location.

ment mixte en portance (semelle + inclusion) est étudiée lors des études d'exécution et mise en œuvre en raison du contexte particulier du site : sols de très faible portance (caractérisés par une pression limite de 0,3 MPa environ) ; ouvrage situé dans un ancien glissement ; nappe ou circulations d'eau localement artésiennes ; conditions

ÉLÉVATION DU MUR EN DÉBLAI

2



PROFIL EN TRAVERS TYPE

3

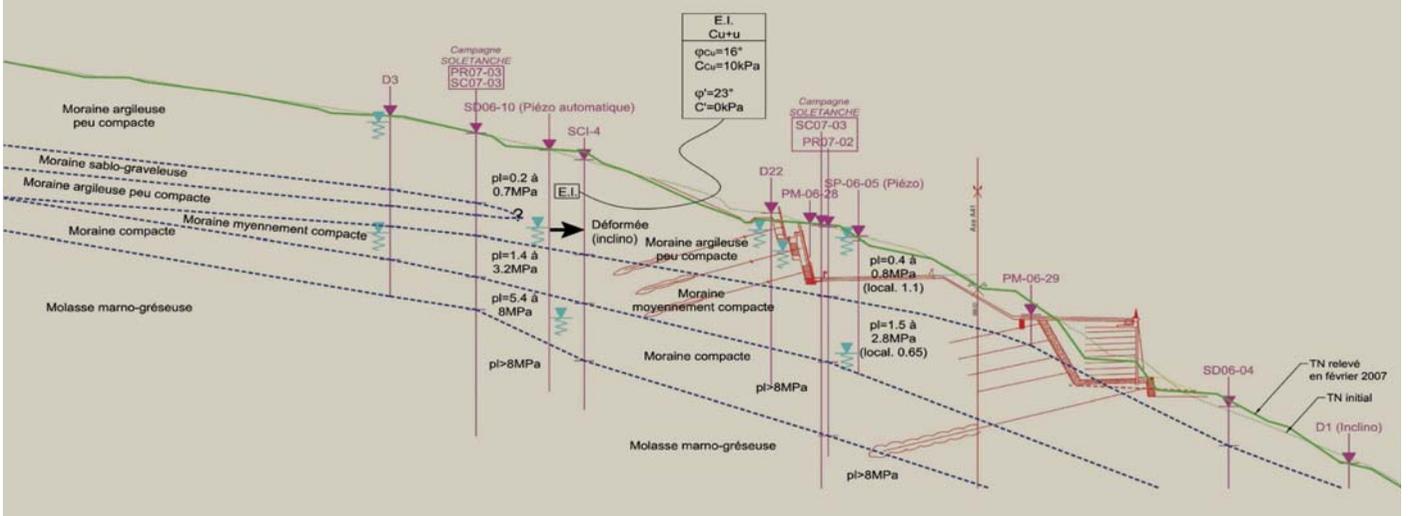


2- Élévation du mur en déblai.
3- Profil en travers type.
4- Modèle géologique et géotechnique.

2- Elevation view of the earth cut wall.
3- Typical cross section.
4- Geological and geotechnical model.

MODÈLE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE

4



sismiques dimensionnantes. Par ailleurs, la surface d'appui des poutres ancrées a également été augmentée (hauteur initiale de 1,5 m accrue à 2,5 m).

GÉOMÉTRIE DU MUR AMONT ANCRÉ

La géométrie du mur amont est présentée sur la figure 2. Trois types de

poutres ancrées (épaisseur 0,70 m) sont définis (voir tableau 1) en fonction de leur géométrie, de l'espacement et de la précontrainte des tirants d'ancrages associés. L'ensemble du projet est en déblai-remblai. Le profil en travers type, présenté sur la figure 3, est le suivant : le mur en déblai amont est constitué de trois niveaux de poutres

ancrées par des ancres précontraints, associés à des murs cloués provisoires pour la réalisation des phases de terrassement. Le mur aval est constitué d'un mur de soutènement en remblai renforcé associé à un niveau de poutre ancrée par des ancres précontraints. Le drainage est assuré par des drains subhorizontaux.

MODÈLE GÉOTECHNIQUE ET HYPOTHÈSES DE CALCUL

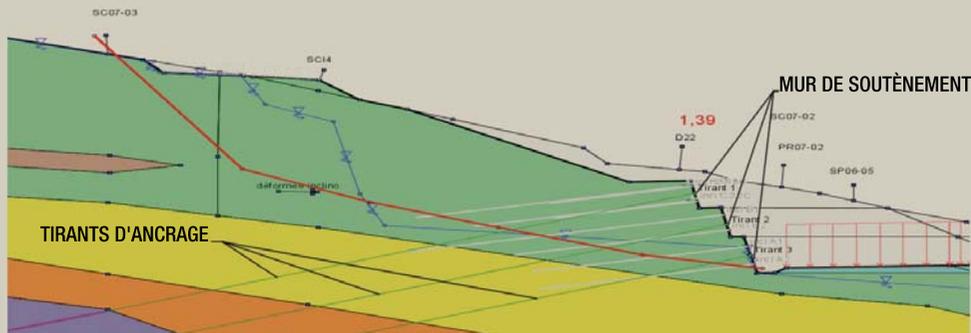
Les sols en place sont constitués des couches successives suivantes : moraines argileuses, moraines moyennement compactes à très compactes, moraines sableuses et molasse. Le modèle géotechnique retenu dans les études est présenté sur la figure 4.

Les caractéristiques mécaniques des sols retenues dans les études d'exécution sont présentées dans le tableau 2. Une surface de glissement située à environ 8,50 m de profondeur en amont du projet est identifiée par des inclinomètres (glissement ancien réduisant la résistance au cisaillement des terrains). La couche de moraines sableuses n'intervient pas de manière forte dans les calculs, mais permet de comprendre le fonctionnement hydrogéologique du versant. Une nappe artésienne est présente en amont du projet. Dans le dimensionnement, on a considéré un niveau de pression interstitielle correspondant au niveau du terrain naturel.

5- Stabilité générale du profil de calcul.
6- Principe de calcul.

5- General stability of the design profile.
6- Design principle.

STABILITÉ GÉNÉRALE DU PROFIL DE CALCUL



PRINCIPE DE CALCUL

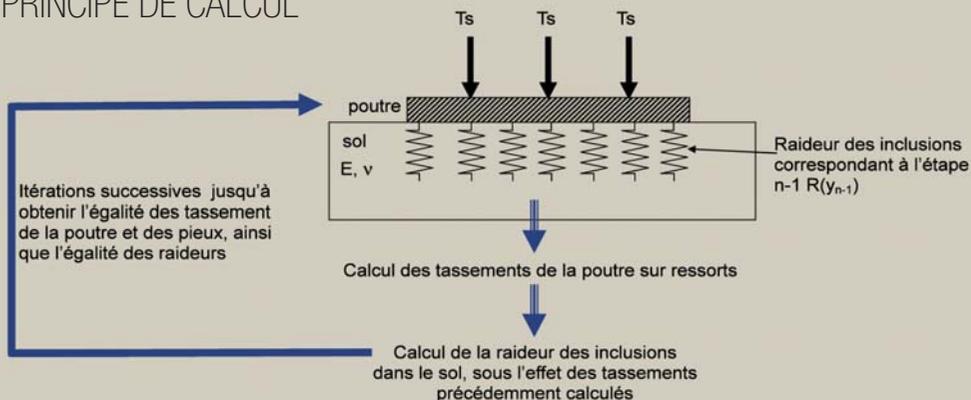


TABLEAU 1 : REPÉRAGE DES POUTRES

| Poutre | Type | Longueur | Hauteur | Niveaux | Espacement des tirants |
|--------------------|------|----------|---------|---------|------------------------|
| C1 | 1a | 15 m | 2 m | C | 5 m |
| B1 - B6 A1 - A9 | 2a | 10 m | 2 m | B A | 5 m |
| A2 à A8 | 3 | 7,5 m | 2,5 m | A | 2,5 m |

TABLEAU 2 : CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS

| | Moraines argileuses | Moraines moyennement compactes | Moraines très compactes | Moraines sableuses | Molasse |
|---------------------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|---------|
| γ_h (kN/m ³) | 20 | 20 | 21 | 20 | 25 |
| c' (kPa) | 0 | 5 | 5 | 0 | 50 |
| φ' (°) | 24 | 32 | 34 | 30 | 30 |
| Pl^* (MPa) | 0.3 | 1,5 | 8 | - | - |

TABLEAU 3 : SYNTHÈSE DES TIRANTS D'ANCRAGE ET DES DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

| Nom | Longueur (m) | Espacement horizontal (m) | Tirants (tension de service-espacement) | Drainage |
|--------------|--------------|---------------------------|---|-------------------------------|
| Poutre C-sup | 15 | 2 | 750 kN esp. 5 m | Drains subhorizontaux de 30 m |
| Poutre C-inf | 12 | 2 | 750 kN esp. 5 m | Drains subhorizontaux de 30 m |
| Poutre B-sup | 18 | 2 | 900 kN esp. 2,5 m | Drains subhorizontaux de 30 m |
| Poutre B-inf | 6 | 2 | 900 kN esp. 2,5 m | Drains subhorizontaux de 30 m |
| Poutre A-sup | 9 | 2 | 900 kN esp. 2,5 m | Drains subhorizontaux de 30 m |
| Poutre A-inf | 6 | 2 | 900 kN esp. 2,5 m | Drains subhorizontaux de 30 m |

TABLEAU 4 : SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS

| | |
|--|--|
| Moraines argileuses | $E_m=2$ MPa, $\alpha=0,5$, $pl=0,2$ MPa - $E_{young}=4$ MPa $q_s=40$ kPa |
| Moraines argileuses (mètre inférieur de la couche) | $E_m=10$ MPa, $\alpha=0,5$, $pl=1$ MPa - $E_{young}=20$ MPa $q_s=40$ kPa |
| Moraines moyennement compactes | $E_m=20$ MPa, $\alpha=1/3$, $pl=2$ MPa - $E_{young}=60$ MPa $q_s=95$ kPa |

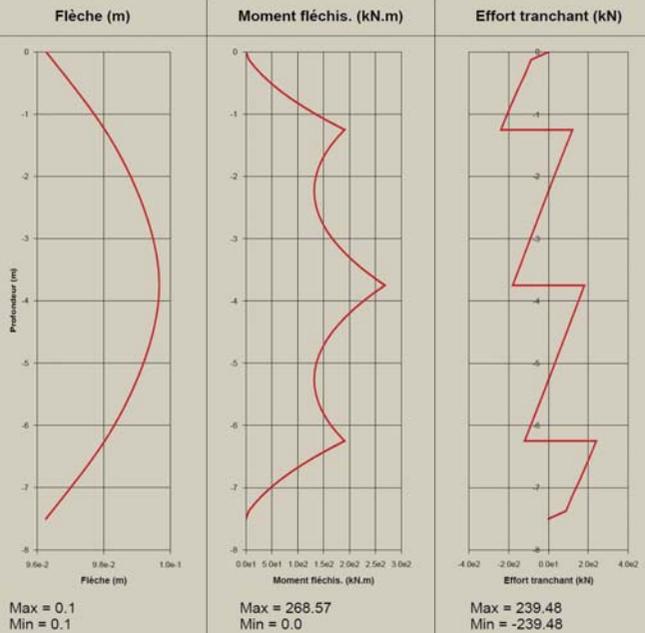
TABLEAU 5 : RÉCAPITULATIF DES INCLUSIONS PAR POUTRE DE RENFORCEMENT

| Poutre | Surface | Précontrainte | Nombre d'inclusions | Longueur des inclusions | Caractéristiques des inclusions |
|-------------------|-------------|---------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Poutre 1a | 15 x 2 m | 3 x 750 kN | 16 | 7,5 m | Forage 140 mm Barre f40 mm |
| Poutre 2a | 10 x 2 m | 2 x 750 kN | 10 | 7,5 m | Forage 140 mm Barre f40 mm |
| Poutre 3 niveau B | 7,5 x 2,5 m | 3 x 900 kN | 14 | 18 m + 12 m | Forage 140 mm Tube 89/70 + HA32 |
| niveau A | 7,5 x 2,5 m | 3 x 900 kN | 14 | 12 m | Tube 89/70 + HA32 |

TABLEAU 6 : COMPLÉMENT DE CLOUAGE PROVISOIRE

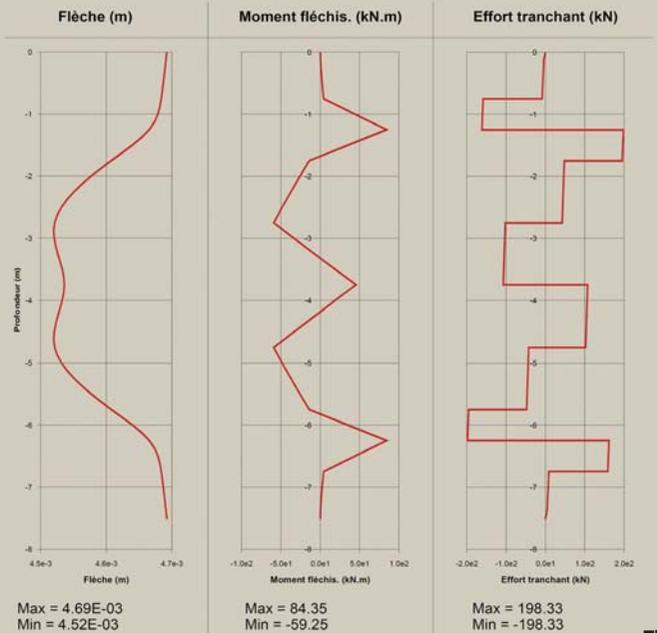
| Niveau | Longueur | Espacement horizontal | Type de barre |
|-----------|----------|-----------------------|---------------|
| Supérieur | 15 m | 2 m | 25 mm |
| Inférieur | 12 m | 2 m | 25 mm |

TASSEMENTS DE LA POUTRE SANS INCLUSIONS



7a

TASSEMENTS DE LA POUTRE AVEC INCLUSIONS



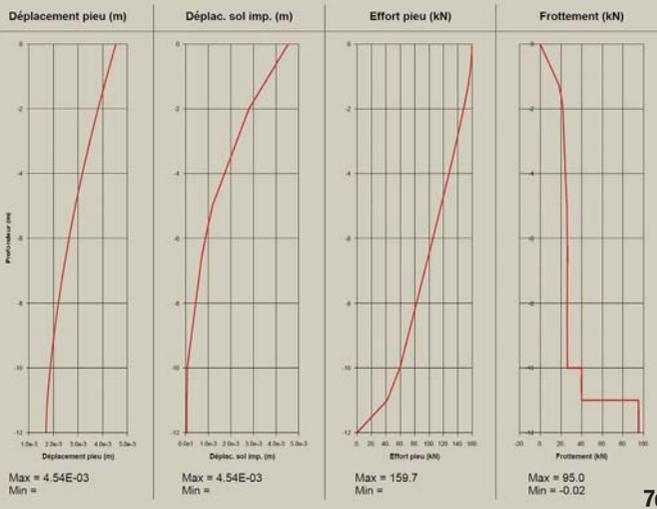
7b

TASSEMENTS DES INCLUSIONS DE 18 M



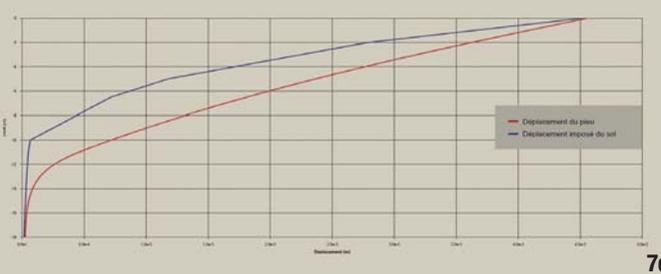
7c

TASSEMENTS DES INCLUSIONS DE 12 M



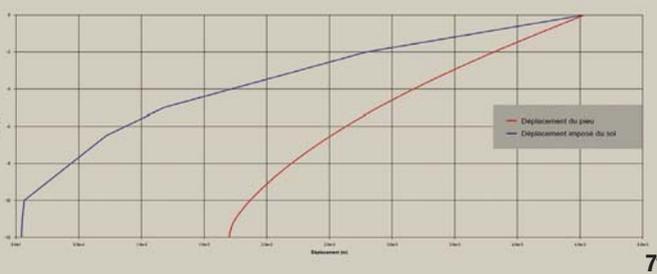
7e

DÉPLACEMENT RELATIF SOL-INCLUSION DE 18 M



7d

DÉPLACEMENT RELATIF SOL-INCLUSION DE 12 M



7f

VÉRIFICATION DE LA STABILITÉ GÉNÉRALE

Les calculs de stabilité réalisés selon la méthode de Bishop au moyen du logiciel Talren (stabilité locale, générale et de versant) ont conduit à réaliser trois niveaux de poutres ancrées avec

7a, b, c, d, e & f - Calcul du tassement de la fondation mixte.

7a, b, c, d, e & f - Calculation of subsidence of the composite foundation.

des tirants d'ancrage actifs, associés à un rabattement de nappe au moyen de drains subhorizontaux et d'éperons drainants. Les résultats des calculs de stabilité ont conduit aux dispositions constructives présentées dans le tableau 3. Compte tenu de la faible

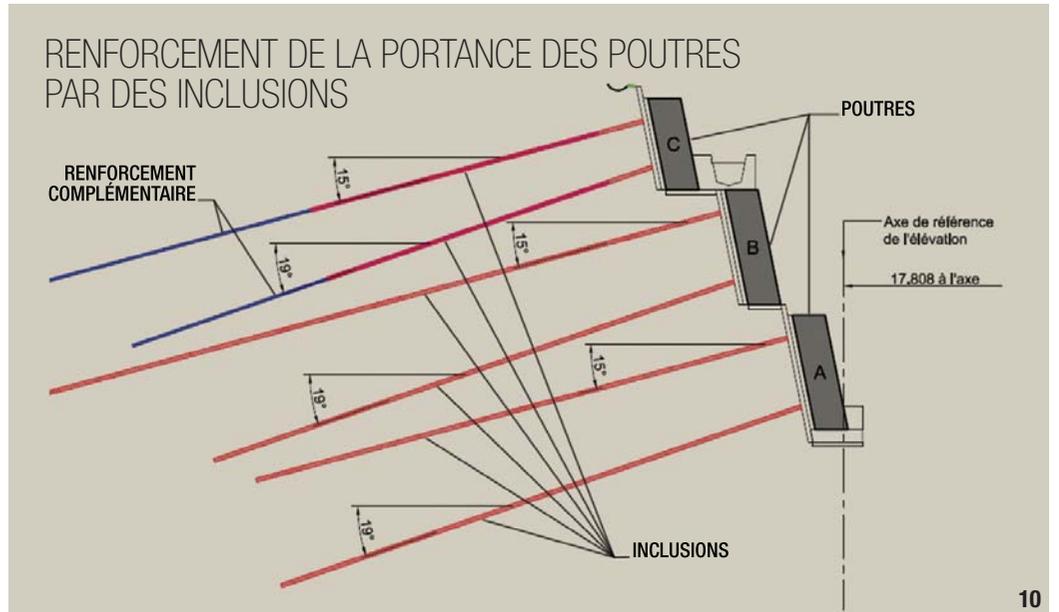
compacité des sols en place, la résistance au poinçonnement du sol situé à l'arrière des poutres ancrées du mur en déblai s'avère insuffisante. Un renforcement du sol par inclusions rigides (constituées de barres et/ou de tubes en acier) est donc nécessaire pour ▷

10- Renforcement de la portance des poutres par des inclusions.

11- Extrait de l'élévation du mur.

10- Strengthening the beams' bearing capacity with inclusions.

11- Excerpt from the elevation view of the wall.



10

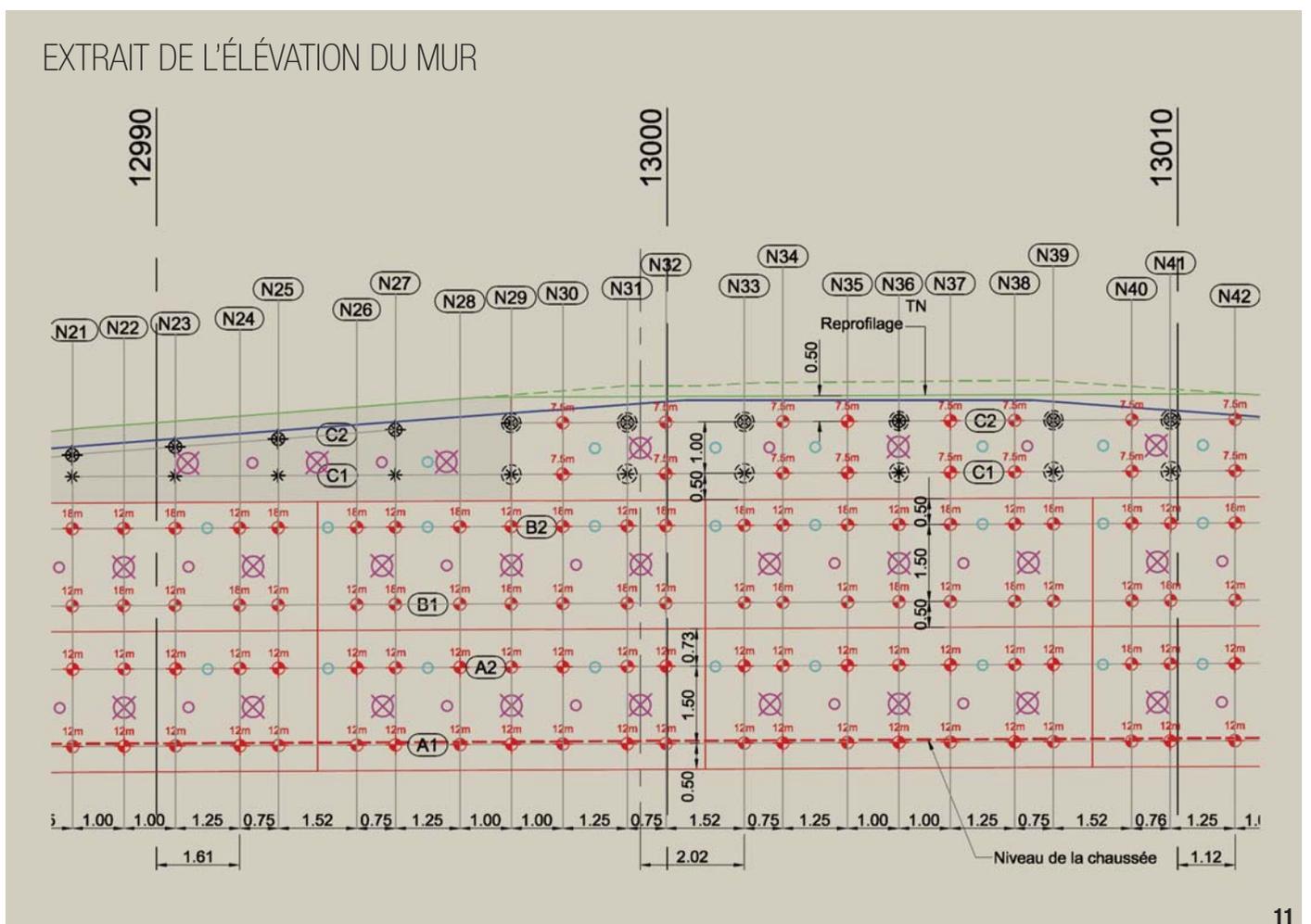
RÉCAPITULATIF DU RENFORCEMENT PAR INCLUSIONS

Ces calculs conduisent au renforcement du sol en arrière des poutres ancrées présenté dans le tableau 5.

On considère dans les calculs que les inclusions mises en place pour assurer la portance du sol à l'arrière des poutres ancrées ne peuvent servir à la stabilité des phases de terrassement provisoire que si les tirants de la poutre

associée ne sont pas encore précontraints. En conséquence, dans le cas où, pour un niveau donné, le clouage provisoire est toujours nécessaire alors que les tirants de la poutre sont déjà précontraints, un clouage complémen-

taire doit être mis en place pour assurer la stabilité afin de permettre le terrassement au niveau inférieur. Les calculs de stabilité conduisent à mettre en place le renforcement complémentaire présenté dans le tableau 6 pour les poutres de ▷



11

type 1a et 2a pour les niveaux B et C. On considère également que ce renforcement ne doit pas être liaisonné au parement (et donc à la poutre) afin de ne pas perturber le fonctionnement de fondation mixte. Des écrous sont mis en place de part et d'autre de la plaque d'ancrage afin de permettre aux inclusions de fonctionner à la traction pendant les phases provisoires de terrassement, et à la compression lors du fonctionnement en fondations mixtes.

RÉALISATION DES TRAVAUX

Les travaux ont été réalisés conformément aux plans d'exécution présentés en figures 9 et 11. Des renforcements supplémentaires par clous constitués de barres d'acier de type HA25 ont été nécessaires au niveau de la poutre supérieure pour assurer la stabilité des terrassements du niveau de poutre intermédiaire (photo 12). Ces clous ont été ajoutés au système d'inclusion rigide et n'ont pas été liaisonnés en parement (la vérification du scellement de part et d'autre des surfaces de rupture considérées a été étudiée).

Le fonctionnement des inclusions s'est avéré conforme aux objectifs, aussi bien pendant les phases provisoires de terrassement que lors de la mise en tension des tirants.

En effet, un tassement très faible a été mesuré, mais aucun de signe de désordre lié à un défaut de portance n'a été observé. De plus, l'ensemble de ces dispositions constructives a été complété par des inclinomètres et des piézomètres supplémentaires afin de suivre les ouvrages pendant et après la réalisation des travaux.



12- Renforcements supplémentaires par clous constitués de barres d'acier.

12- Execution of the temporary soil-nailed wall and inclusions at the rear of the beams.

UNE PRATIQUE DEVENUE COURANTE

La réalisation de murs de soutènement constitués de poutres en béton armé ancrées par des tirants à forte tension de service est devenue une pratique couramment employée.

Dans le cas de terrains de faible compacité, et notamment pour la poutre sommitale de tels murs, la résistance au poinçonnement du sol en arrière des poutres doit être vérifiée. Dans le cas des murs de Troinex, en raison du contexte géologique et géotechnique

du site, un renforcement de sol par inclusions rigides a été calculé selon le principe d'une fondation mixte pour limiter et homogénéiser les tassements des poutres.

Le confortement mis en œuvre a donné totale satisfaction dans la mesure où aucun enfoncement anormal de la poutre n'a été remarqué lors de la mise en tension des tirants.

Une fois l'ouvrage en service, le suivi topographique et inclinométrique permet de confirmer le bon fonctionnement de l'ouvrage. □

ABSTRACT

TROINEX RETAINING WALLS ON THE A41 MOTORWAY: MODELLING AND EXECUTION OF AN ANCHOR-TIED BEAM PIERCING THE GROUND

FABIEN BORSELLINO & BRUNO MAZARÉ, EGIS

The so-called «Troinex» earth cut retaining walls for the A41 motorway consist of beams anchored by prestressed tie rods. Given the low bearing capacity of the ground, rigid reinforcing inclusions had to be executed. This article describes the design of this soil reinforcement developed during the detailed design stage and implemented during the works. □

MUROS DE TROINEX EN LA AUTOPISTA A41: MODELIZACIÓN Y PUESTA EN OBRA DE VIGAS ATIRANTADAS ANCLADAS EN EL SUELO

FABIEN BORSELLINO & BRUNO MAZARÉ, EGIS

Los muros de contención en desmonte denominados «de Troinex» de la autopista A41 están compuestos por vigas ancladas por tirantes activos. La reducida capacidad portante de los terrenos ha precisado la realización de inclusiones rígidas de consolidación. En este artículo se presenta el dimensionamiento de este refuerzo de suelo cuya elaboración tuvo lugar durante los estudios de ejecución y puestos en obra durante los trabajos. □