

Travaux

n° 804

EUROPE

- Le pont du Corgo au Portugal
- Autoroute A4 en Pologne : Batorego/Mikolowska
- Bowstring sur la rivière Usk à Newport - Pays de Galles
- Injection de compensation à Moscou. Une technologie en temps réel

AFRIQUE

- Un écran étanche en paroi plastique est la clé de la construction du port de Ngqura

AMÉRIQUE DU SUD

- Réfection des allées latérales du Paseo de la Reforma à Mexico

OCÉANIE

- Construction d'un terminal sucrier en Australie

GÉOPOLITIQUE DES TRANSPORTS

- Asie Centrale : les corridors actuels des routes de la soie, de l'eau, du pétrole et du gaz

International

sommaire

Travaux
numéro 804

janvier 2004
International



Notre couverture

Construction d'un terminal
sucrier en Australie

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Roland Girardot

RÉDACTION

Roland Girardot et Henry Thonier
3, rue de Berri - 75008 Paris
Tél. : (33) 01 44 13 31 83
thonierh@fnpt.fr

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION

Françoise Godart
Tél. : (33) 02 41 18 11 41
Fax : (33) 02 41 18 11 51
francoise.godart@wanadoo.fr

VENTES ET ABONNEMENTS

Agnès Petolon
10, rue Clément Marot - 75008 Paris
Tél. : (33) 01 40 73 80 05
revuetravaux@wanadoo.fr

France (11 numéros) : 170 € TTC
Etranger (11 numéros) : 210 €
Etudiants (11 numéros) : 60 €
Prix du numéro : 20 € (+ frais de port)

MAQUETTE

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

PUBLICITÉ

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

Imprimerie Chirat
Saint-Just la Pendue (Loire)

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

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

Editions Science et Industrie S.A.

3, rue de Berri - 75008 Paris
Commission paritaire n° 0106 T 80259

éditorial

Daniel Tardy

1

actualités

6

PRÉFACE

Jacques Bénatar

15

EUROPE

◆ Le pont du Corgo au Portugal. Pont en encorbellement conçu suivant un APS français et construit selon un "Projecto de Execução" portugais
- *Corgo Bridge in Portugal. Cantilever bridge designed in accordance with a French preliminary design ("APS") and built in accordance with a Portuguese construction plan ("Projecto de Execução")*

Divers auteurs

16

◆ Autoroute A4 en Pologne : Batorego/Mikolowska. 4,4 km d'autoroute urbaine en zone minière
- *A4 motorway in Poland : Batorego/Mikolowska. 4.4 km of urban motorway in a mining region*

J.-P. Dupuy

22

◆ Bowstring sur la rivière Usk à Newport - Pays de Galles
- *Bowstring over the Usk River at Newport - Wales*

P. Villard, O. Colle, G. Garcia

26

◆ Injection de compensation à Moscou. Une technologie en temps réel
- *Compensation grouting in Moscow. Real-time technology*

N. Patrier, M. Beth, J.-P. Joubay, M. Rollet

32

AFRIQUE

◆ Afrique du Sud. Un écran étanche en paroi plastique est la clé de la construction du port de Ngqura
- *South Africa. A watertight plastic-walled screen is the key to construction of the port of Ngqura*

R. Marsden

36

AMÉRIQUE DU SUD

◆ Réfection des allées latérales du Paseo de la Reforma à Mexico
- *Renovation of the side lanes of Paseo de la Reforma in Mexico City*

A. Foulard, J.-P. Marchand, A. Menendez

39



Sommaire

janvier 2004

International

Dans les prochains numéros

Travaux

souterrains

Tunnel

de Toulon

Routes

Sols

et fondations

Eau

Terrassements

Réhabilitation

d'ouvrages

Ponts



OCÉANIE

◆ Australie : construction d'un terminal sucrier
- *Australia : construction of a sugar terminal*

D. Julienne, G. Holding

42

GÉOPOLITIQUE DES TRANSPORTS

◆ Asie Centrale : les corridors actuels des routes de la soie, de l'eau, du pétrole et du gaz

- *Central Asia : Current silk, water, oil and gas road corridors*

J.-A. Winhart

47

sécurité

65

économie

68

répertoire des fournisseurs

71

Construire à l'étranger, un art dans lequel la France excelle

Pas d'export possible sans l'apport d'un réel avantage par rapport à ce qui peut être fait localement, sans une base arrière structurée et réactive, sans une véritable capacité d'adaptation aux conditions locales. Ces conditions une fois réunies, l'aventure peut commencer...

De tous temps, le système français a permis aux entrepreneurs de donner libre cours à leur imagination, ce qui les a conduit à concevoir et à mettre en œuvre sous leur responsabilité des solutions originales et innovantes.

Ainsi, fort de cette expérience, les entrepreneurs ont contribué à mettre au point des méthodes de calcul de pointe et des technologies d'avant-garde. Ils ont mis en œuvre des programmes significatifs de recherche et développement dans le domaine de la construction (1). Il en est résulté la construction d'ouvrages audacieux, véritables bancs d'essais à des échelles parfois hors normes ayant servi de vitrines à leur savoir-faire pour l'exportation.

La rigueur de l'Administration française dans son exigence de gestion de l'ensemble du processus conception – construction a également contraint l'entrepreneur à maîtriser la qualité, la sécurité, les délais et à préserver l'environnement.

Voilà de bons tremplins menant à des avantages compétitifs. Si on peut, en outre, contribuer au financement du projet, alors on rajoute un atout parfois déterminant pour l'obtention d'un contrat à l'étranger.

Mais sa réussite dépend encore d'une série d'éléments.

Il faut disposer d'une base arrière solide et réactive permettant d'actionner des équipes d'experts en études, en matériel et mécanique, en travaux et méthodes, en droit international des affaires, prêts à prévenir les problèmes et à répondre au quart de tour aux spasmes qui ne manquent pas de se produire durant l'exécution du contrat. Quant au personnel, ingénieurs, techniciens, spécialistes de tout poil, multilingues, ne doivent-ils pas être prêts à monter à tout moment dans un avion pour se propulser sur le lieu des travaux ?

Le succès de l'opération dépend encore de l'aptitude de l'entreprise à trouver de bonnes assurances, à contrôler et maîtriser les risques qui sont de toutes natures : risque politique éventuel, autorisations de travail, importations et exportations temporaires ou définitives, risque de non paiement, risque de change, gestion des impôts et taxes, risques techniques que l'éloignement amplifie souvent.

Et puis ? Et puis rien sans cet état d'esprit quasi chromosomique d'inté-

gration qui permet à l'équipe internationale de se projeter à l'extérieur de son pays. Rien sans la capacité fondamentale d'adaptation du management et du personnel expatrié. Rien sans la faculté d'écouter, de communiquer, de comprendre la culture locale et la façon de raisonner, de travailler, de vivre de nos clients, de nos sous-traitants, de nos fournisseurs, de nos associés et de notre personnel local. Rien sans la volonté de donner à celui-ci, à tout niveau, de vraies chances d'épanouissement et de participation au succès. Rien sans l'aptitude à comprendre et utiliser les réseaux locaux et à se fondre dans le tissu local tout en gardant sa personnalité, sa rigueur et son professionnalisme.

Ces atouts en main, l'entrepreneur exportateur peut intervenir de nombreuses façons, par exemple, avec une entreprise locale développée au fil des décennies et détenue à 100 % ou en participation – tant qu'à faire majoritaire – ou sous la forme d'un commando dans un pays sans installation préalable, sans ou avec partenaire local (et, dans ce cas, autant choisir le bon !...).

Et l'Europe, me direz-vous, est-ce vraiment l'étranger ? Appels d'offre européens, ouverts et transparents, fluidité des échanges et transports, simplification des taxes, zone euro, eurocodes, autorisations de travail en automatique, etc. Eh bien, comptez sur les doigts d'une main les entreprises européennes travaillant en France ou les entreprises françaises travaillant en Europe. A moins d'être "devenu" Français en France, Italien en Italie, British au Royaume Uni, Belges en Belgique,

and so on, vous risquez d'aller au devant de certains déboires.

Alors, missions impossibles ? Certainement pas. Au hasard : métros de Dublin, du Caire, de Hongkong ou de Copenhague, barrages en Afrique, en Chine, en Inde ou en Amérique latine, tunnels en Suisse, en Suède ou en Hollande, autoroutes, ponts et réalisations importantes en Europe de l'Ouest et de l'Est : les entreprises françaises construisent partout. Ce numéro, s'il le fallait, le montre encore.

Parcourons-le ensemble et passons de belles réalisations en belles réalisations en voyageant de l'Europe à la Russie, puis à l'Afrique et de là à l'Australie et à l'Asie. Nous allons là où l'art de construire et l'art d'exporter ne font qu'un.



■ **JACQUES BENATAR**
**Président
de la Commission
Europe FNTF**

(1) Dans ce domaine, l'Europe est totalement décevante et doit beaucoup progresser : le BTP est non visible dans les appels d'offre européens pour la recherche. Et les subventions milliardaires des programmes européens ne touchent pratiquement pas le BTP !

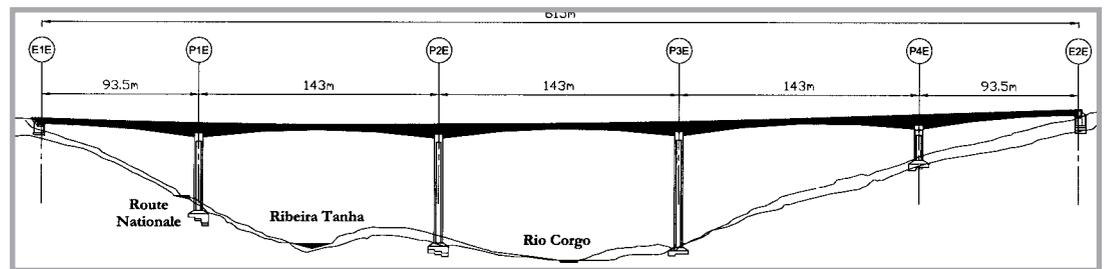
Le pont du Corgo au Pont en encorbellement conçu et construit selon un "Projecto

Le pont sur le rio Corgo est situé au Portugal, à 80 km à l'est de Porto sur le tracé du Scut Interior Norte (IP3) reliant Viseu au sud à Chaves au nord. Il est construit dans le cadre d'une concession à péage virtuel attribuée à un groupement dont Eiffage est partenaire. La conception de cet ouvrage, initiée par Scetauroute et JMI dans le cadre du "projecto base", a été confiée au bureau Armando Rito Lda pour ce qui concerne la phase d'exécution. Le pont est réalisé avec deux tabliers espacés de 6 m et composés chacun de quatre fléaux construits en encorbellements. Le coulage, exécuté en place, doit s'adapter à des spécificités géométriques assez contraignantes.



Photo 1
Le pont du Corgo est situé au cœur du vignoble du vin de Porto
The Corgo Bridge is situated in the heart of the port wine vineyards

Figure 1
Vue en élévation du tablier Esquerdo
Elevation view of the Esquerdo deck



LE PROJET (photo 1)

Cadre du projet

L'ouvrage s'inscrit dans le cadre de la construction d'un tronçon de l'autoroute IP3 dont le nom est le Scut Interior Norte. Il s'agit d'un projet de plus de 150 km d'autoroute dont la réalisation est financée dans le cadre d'une concession à péage virtuel. L'entreprise Norinter, filiale portugaise du groupe Eiffage et créée pour l'occasion, réalise les travaux.

Le design du tracé est sous-traité à Scetauroute, tandis que l'épure des projets d'ouvrages est confiée à Jean Muller International (JMI) qui réalise la phase d'étude dite "projecto base" des ouvrages d'art. Pour ce qui est du pont sur le Corgo, la phase d'exécution, articulée autour de cet avant-projet, a été confiée au bureau d'études portugais Armando Rito Lda, qui a travaillé sur les bases posées par JMI.

Etape 0 : phase de conception du projet (*projecto base*), JMI/Scetauroute

Le projet, initialement dessiné sur la base d'un pont mono-caisson de 25 m de largeur s'est transformé

dans la phase d'avant-projet en un ouvrage à deux caissons de 13 m de large, séparés par 6 m de vide. Cette solution limite les risques techniques de l'entreprise et ne présente a priori pas de surcoût. Cela est en partie dû au fait que, même pour un tablier mono-caisson, les voies en sens opposés doivent être espacées au minimum de 3,00 m si l'on respecte les règles de conception des chaussées portugaises (figure 1).

L'ouvrage, d'une longueur sur l'axe de 625 m, est découpé selon une trame de 93,5 m – 3 x 146 m – 93,5 m. Le tablier, d'épaisseur variable, est relativement élancé : 1/49° à la clé et 1/17° sur appuis. Sa construction est prévue par encorbellements successifs coulés en place, solution maîtrisée par les équipes du groupe Eiffage. L'ouvrage suit en plan une courbure constante sur 525 m, selon un rayon particulièrement court de 500 m, et se raccorde par un tracé en clothoïde sur un alignement droit dans les 100 derniers mètres. En conséquence le tablier passe d'un dévers transversal de 7 % sur la quasi-totalité de son tracé à un dévers de 0 % au voisinage de l'une de ses culées. En élévation le tracé suit une parabole avec point bas au milieu de l'ouvrage et des pentes longitudinales sur les culées de l'ordre de 3 %. Les piles, au nombre de quatre, sont de grande hauteur (à l'exclusion de

Portugal

suivant un APS français de "Execução" portugais

la pile P4 qui ne mesure que 25 m) puisque les fûts varient entre 42 et 66 m. Enfin, les culées sont posées sur des voiles béton qui permettent d'atteindre le rocher sain. La hauteur totale des culées variant entre 3 et 8 m.

Le projet, tel qu'il est dessiné dans cette phase d'avant-projet, est conçu sur la base d'une précontrainte extérieure qui vient en complément de la précontrainte de construction en 15T15 et de la précontrainte de continuité constituée de câbles 12T15.

Compte tenu de la longueur totale du tablier (625 m) et de la forte amplitude des variations thermiques dans la région, le tablier est prévu encasturé sur ses deux appuis centraux (leur grand élancement leur assure une bonne flexibilité) situés à proximité du point fixe de l'ouvrage (moins de 75 m), tandis que sur les piles de rives le tablier repose sur des appuis à pot (deux appuis multidirectionnels de 6000 t par pile).

Etape 1 : le *Projecto de Execução* (Armando Rito, Lda)

En conséquence des règlements en vigueur au Portugal (qui recoupent dans ce domaine les Eurocode), la précontrainte extérieure prévue à l'origine a été abandonnée au profit d'une précontrainte interne, plus en accord avec les habitudes portugaises. De la même manière et afin de respecter les dispositions réglementaires portugaises, les dimensions du caisson ont dû être légèrement revues à la hausse.

Du fait de la courbure importante de l'ouvrage, l'excentricité par rapport aux piles du tablier pendant la phase de construction génère un moment fléchissant en tête de pile qui se traduit par une tendance au basculement de la structure. Des câbles de précontrainte sont donc prévus en phase de construction pour clouer le tablier sur la tête des piles. De plus, pour les fûts les plus hauts, le moment appliqué en tête de pile entraîne un fléchissement général des fûts de pile qui doit être repris, au fur et à mesure de la construction, par un dispositif de haubanage placé entre le tablier et les semelles. Les piles, dont le dessin découle de l'analyse faite au "projecto base", sont renforcées par l'utilisation de précontrainte intérieure : huit câbles de 15T15 sont placés aux angles des fûts. Celle-ci vient s'ancrer dans les semelles pour finir dans les entretoises des voussoirs sur piles (figure 2). Compte tenu de la flexibilité des piles, la pile P1, initialement prévue sur appuis à pots, est encas-

trée au prix d'un léger renforcement de ses aciers. Le relatif élancement de la structure se traduit ici par des ratios d'armatures actives et passives assez élevés :

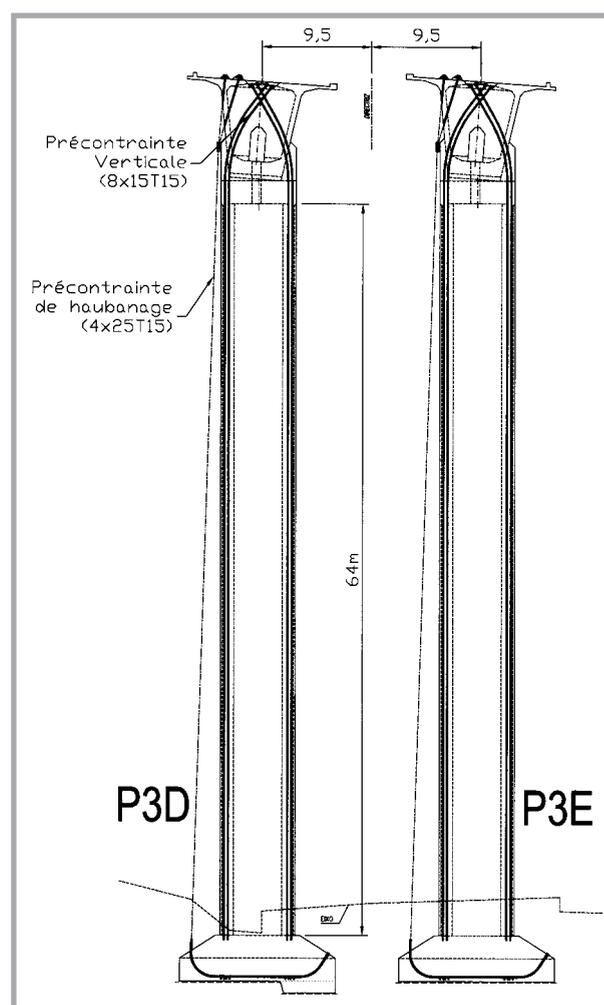


Figure 2
Coupe transversale
de piles hautes,
système de précontrainte
verticale

Cross section
of high piers,
vertical prestressing
system

- ◆ piles : 150 kg/m³ d'armatures passives, 15 kg/m³ d'aciers de précontrainte ;
- ◆ tablier : 165 kg/m³ d'armatures passives, 58 kg/m³ de précontrainte.

En conséquence, l'équarrissage du caisson apparaît un peu exigu pour faire passer les aciers passifs et les câbles de précontrainte qui n'étaient pas dessinés au "Projecto Base" du fait d'une conception basée sur de la précontrainte extérieure. En éclisse en particulier où l'on est passé de 4 x 12T15 au "Projecto Base" à 6 x 19T15 + 4 x 25T15 au projet d'exécution. En phase d'exécution les goussets inférieurs ont dû être augmentés pour accueillir ces câbles. A noter que le passage à une précontrainte interne majore les efforts de précontrainte

Daniel Mary
DIRECTEUR TRAVAUX
Norinter

Frédéric Sternheim
RESPONSABLE MÉTHODES CHANTIER
Norinter

Armando Rito
Bureau d'études Armando Rito, Lda

Michel Guérinet
DIRECTEUR SCIENTIFIQUE
Eiffage Construction

Guy Le Riboter
RESPONSABLE MÉTHODES
Eiffage Construction

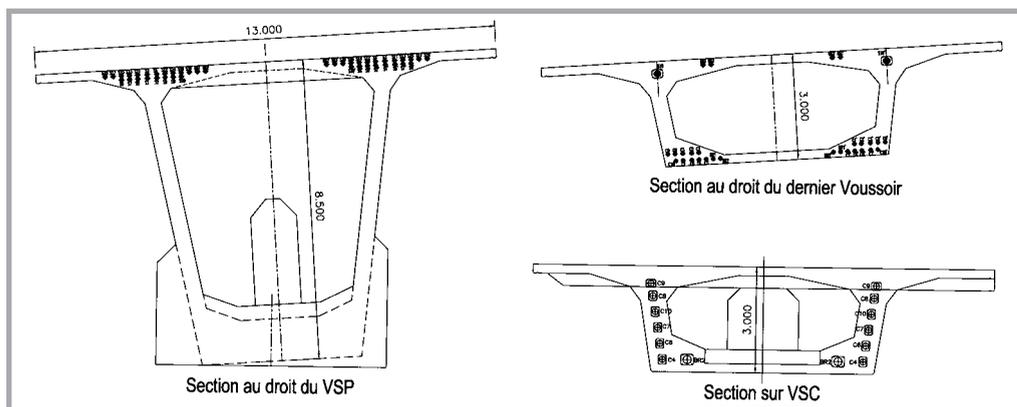


Figure 3
Coupes transversales
des tabliers détaillant
la précontrainte longitudinale
Cross sections of decks
showing details of longitudinal
prestressing

en phase de construction, ce qui a un impact très positif sur la maîtrise des déformations différées dues à la flexion en provisoire (figure 3).

Etape 2 : exécution

Béton

Une part importante de la réalisation d'un chantier de pont construit en encorbellements coulés en place repose sur la maîtrise du cycle de bétonnage. Le pont du Corgo n'échappe pas à cette règle puisque les cycles sont prévus pour chaque paire d'équipages mobiles au rythme d'un bétonnage tous les trois jours. Pour pouvoir suivre cet objectif, une étude détaillée du béton de tablier a été réalisée. La formule étudiée utilise des ciments Secil fournis par le sous-traitant Unibetão et dosés à 450 kg/m³. Ce fort dosage en ciment, qui est nécessaire à l'obtention de la résistance recherchée avec le type de ciment utilisé, entraîne des élévations de températures importantes pour ce béton. En particulier dans les voussoirs sur piles (VSP) dont la partie la plus massive atteint plus de 1,20 m d'épaisseur, on peut évaluer des élévations de température à la prise de l'ordre de 50 °C. Pour des températures extérieures qui dépassent couramment les 35 °C en été, il pourrait avoir alors risque d'altération différée du béton. En conséquence, la formule du béton de tablier a été légèrement modifiée pour le coulage des voussoirs sur pile (dosage à 420 kg permettant de gagner 3 °C sur la montée en température) et le coulage de ces pièces au cours de l'été a été réalisé la nuit, de manière à profiter au mieux des périodes fraîches.

Une étanchéité générale a été rajoutée sur le tablier, contrairement aux usages dans la région, afin d'assurer une protection contre le risque d'infiltration d'eau et mettre ainsi en place une protection efficace du béton et des nombreux câbles sur appuis.

Lors de l'étude du béton, on a aussi pu constater que les modules d'élasticité des bétons ne correspondaient pas du tout avec les valeurs données par les différents règlements de calcul et évaluées à partir de la résistance caractéristique à 28 jours. Par exemple pour un B45, l'application du BPEL

conduit à un module d'élasticité de 39 GPa (le Re-bap portugais donnant une valeur de 36 GPa) alors que le module mesuré expérimentalement (et de manière contradictoire) s'élève à peine à 29 GPa, soit une différence de près de 30 %. Un tel résultat est apparu, à posteriori, classique dans la région puisque les bétons du pont de Regua (qui jouxte le chantier du Corgo) affichaient les mêmes résultats. Ces valeurs peuvent s'expliquer par le caractère des agrégats granitiques de la région. Cette caractéristique particulière du béton accentue notablement la flexibilité déjà importante de l'ouvrage et peut compliquer la maîtrise des déformations différées en cas de sollicitations de flexion importantes en construction. Le principe d'une précontrainte interne apporte ici un réel avantage.

Contrôle de géométrie

Le contrôle de la géométrie pour un ouvrage construit en encorbellements successifs s'effectue sur la base d'un calcul de déformée (fluage scientifique). Dans le cas du Corgo, le module d'élasticité du béton, sensiblement plus faible dans les faits que les règlements ne permettaient de l'évaluer, a influé au début de la construction de l'ouvrage sur l'estimation des déformées dues aux bétonnages successifs. Cela a particulièrement compliqué le bon réglage initial du tablier.

Le site du Corgo, berceau des vins de Porto, est bien ensoleillé et présente des températures dans une journée estivale qui vont de 15 °C le matin à plus de 35 °C dans l'après-midi et encore plus en période de canicule. En conséquence, la différence entre la température du hourdis supérieur et celle du hourdis inférieur évolue chaque jour dans la plage de - 4 à + 4 °C. Du fait de la faible hauteur du caisson, on a pu calculer (et vérifier) que pour un fléau présentant un encorbellement de 75 m, les déplacements journaliers de l'extrémité du fléau dus à ces différences de températures étaient de 5 mm/°C en différentiel entre les hourdis haut et bas. Cela conduit, par une journée ensoleillée, à un déplacement total de 40 mm au total en bout de fléau. En cours de construction et dans des cas particuliers (par exemple lorsque les fléaux sont clavés et que les déformations peuvent se cumuler) on a pu relever sur le chantier jusqu'à 70 mm d'amplitude verticale. Dans le même ordre d'idées, le tablier est globalement orienté est-ouest, les fûts de piles, rectangulaires, sont exposées au soleil successivement sur leur face est puis sud puis ouest. Le phénomène décrit pour le tablier s'applique également ici, les fûts de pile ont tendance à se "vriller" au cours de la journée. Pour limiter l'influence de ces phénomènes, les levés topographiques qui servent à régler les équipages mobiles doivent être réalisés le matin à la première heure, dans des conditions sensiblement équivalentes d'un jour sur l'autre.

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- Béton : 29 000 m³ (superscript : 3)
- Acier : 3 800 t
- Précontrainte : 1 040 t
- Surface du tablier : 16 300 m² (superscript : 2)

Clavages : pour limiter les efforts induits par de tels déplacements dans le système de coffrage, un système de bridage lourd constitué de profilés (HEB300) a dû être placé sur les hourdis inférieur et supérieur. Ce dispositif est classique au Portugal pour ce type de construction. Il est réalisé d'abord par un bridage des deux extrémités des fléaux en utilisant les profilés placés sur le hourdis supérieur afin de bloquer les déplacements longitudinaux et verticaux qui peuvent avoir lieu du fait des écarts de températures explicités ci-dessus. Il est ensuite complété à l'aide des profilés placés au niveau du hourdis inférieur (utilisation en bouton/tirant) qui assurent la continuité entre les deux fléaux et le parfait encastrement des deux côtés du clavage.

Clothoïde : la complexité du tracé en plan de l'ouvrage occasionne des problèmes de réglages des coffrages. Pour l'équipage mobile, outre le changement de dévers, le problème se situe au niveau du réglage de la trajectoire du coffrage. Celui-ci doit parcourir une courbe qui s'ouvre, avec toutes les difficultés de positionnement des réservations que cela implique.

■ QUELQUES PARTICULARITÉS AU NIVEAU DES TRAVAUX

Semelles

Les fondations s'appuient superficiellement sur des schistes bleus situés à environ 6 m sous le niveau du terrain naturel. Si la partie supérieure du terrain est trop altérée pour permettre de se fonder superficiellement, les puits représentent une option trop risquée comparée à une semelle générale. En effet, le terrain naturel a fréquemment des pentes de 45 ° qui rendent difficile l'établissement de pistes d'accès et l'ouverture de fouilles de grandes dimensions. L'alternative aux fondations superficielles consiste alors en la réalisation de puits marocains. Mais réaliser de tels puits dans un terrain instable est une entreprise d'autant plus risquée et chère que, dans ce cas précis, le nombre et les dimensions des puits sont importants. De plus les semelles du pont du Corgo doivent recevoir les ancrages de la précontrainte verticale des piles ce qui peut créer quelques problèmes à l'interface entre la tête de puits et la semelle.

La précontrainte verticale installée dans les fûts de piles vient s'ancrer dans les semelles : les ancrages de précontrainte sont placés sur les faces extérieures des semelles et sont raccordés à des tubes métalliques cintrés qui débouchent verticalement dans les fûts de piles.

Par ailleurs, les semelles des piles doivent tenir compte de l'interface avec la fondation des grues : la hauteur de mât des grues utilisées (jusqu'à 110 m) et leurs caractéristiques (Liebherr 420EC-



Photo 2
Un ouvrage à 80 m
au-dessus du rio Corgo

**A structure 80 m
above Rio Corgo**

H20) nécessitant des fondations de grues conséquentes, le chantier a choisi d'éviter d'augmenter les terrassements dans les zones difficiles en ancrant les grues dans des poutres elles-mêmes fixées entre les semelles des piles (l'ouvrage est formé de deux tabliers parallèles écartés de 19 m à l'axe, tous les appuis sont donc dédoublés et il existe en conséquence un vide entre deux semelles d'appuis jumelles). L'ensemble de deux fondations jumelles est donc constitué de deux semelles de 520 m³ chacune (et mesurant 4,00 m de haut) reliées entre elles par une poutraison qui supporte la grue à tour.

On notera aussi que deux des quatre piles sont situées sur les rives du rio Corgo et de son affluent la rivière Tanha. Les crues fréquentes et importantes de ces rivières (élévation du niveau moyen de 6 m en période de retour décennale) rendent la zone des appuis inondables. Le terrain autour des semelles doit donc être drainé en conséquence.

■ PILES (photo 2)

Les piles creuses sont globalement de section rectangulaire et de dimensions 5,00 m dans le sens longitudinal par 6,50 m dans le sens transversal. Les parties centrales des faces extérieures présentent un décaissé de 15 cm qui permet à la pile de mieux accrocher la lumière. La hauteur des fûts varie entre 15 m et 66 m auxquels il faut ajouter un chevêtre de 2,00 à 3,00 m de haut.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Concédant

Etat portugais représenté par IEP (Instituto das Estradas de Portugal)

Concessionnaire

Norscut (50 % Eiffage - 25 % Contacto - 15 % CDC ixix - 10 % Egis)

Constructeur

Norinter (69 % Eiffage Construction - 31 % SEOP filiale portugaise d'Eiffage Construction)

Photo 3
Coffrage d'un voussoir
sur pile en cours
de montage

*Formwork for a segment
on a pier undergoing
erection*



Photo 4
Les encorbellements
successifs sont coulés
en place sur un équipage
mobile

*The successive cantilever
sections are poured in place
on a mobile rig*



Les fûts de piles sont réalisés par levées de 4,00 m à l'aide de quatre coffrages grimpants Doka, une talonnette de 15 cm est bétonnée en même temps que les semelles pour permettre le réglage du coffrage. Au total près de 100 levées sont ainsi réalisées.

Afin d'optimiser le cycle (pour un ensemble de deux piles jumelles, bétonnage des deux fûts tous les trois jours), les aciers sont préfabriqués sur des plates-formes au pied des piles.

Pour préserver les caractéristiques des grues lorsque celles-ci sont télescopées, les fûts des grues hautes sont braconnés sur les piles et, dans un souci de facilité, les ascenseurs (Intervect) sont amarrés sur les grues. Indépendants des cycles de bétonnages, ils s'affranchissent ainsi du passage habituellement difficile entre le fût de pile et le tablier.

Voussoirs sur piles (photo 3)

Le voussoir sur pile d'une longueur de 9 m représente un volume total de béton de 242 m³ bétonnés en deux phases : hourdis inférieur, âmes et entretoises puis hourdis supérieur. Six semaines sont nécessaires pour réaliser un VSP dans sa totalité. Le coffrage, fabriqué en usine au Portugal, est métallique et de conception Ersem.

Les opérations de montage/démontage des coffrages de VSP utilisent les 14 t de capacité de charge des grues du chantier.

En ce qui concerne les aciers, le ferrailage est de densité importante (215 kg/m³), les renforts dans la zone d'ancrage des câbles de précontrainte verticale obligeant même à adapter le coffrage. En conséquence, les armatures sont étudiées pour en faciliter la préfabrication au pied des piles ce qui permet de masquer une partie du temps passé pour la mise en place du ferrailage dans cette partie d'ouvrage située sur le chemin critique.

Au niveau des méthodes et en ce qui concerne les VSP positionnés sur appuis à pots, une baignoire de 1,00 m de profondeur coiffe le chevet. Le cof-

frage de la sous-face de VSP est réalisé provisoirement par une boîte à sable générale au-dessus du chevet. En phase intermédiaire le tablier est positionné sur des appuis provisoires en béton fretté placés sur des boîtes à sable. Ces appuis provisoires sont retirés au moment des derniers clavages, en fonction des phases prévues à l'étude.

On notera aussi à propos de l'impact de la clothoïde sur la réalisation de cet ouvrage que, pour les voussoirs sur piles concernés, le coffrage qui est plan doit dessiner une surface réglée, soit un écart entre théorique et réel de l'ordre de ± 3 cm qui a dû être compensé en jouant sur les épaisseurs.

Tablier (travées courantes) (photo 4)

Les deux tabliers parallèles mesurent respectivement 635 m et 615 m de long sur leurs axes propres. Leur construction est réalisée en encorbellements successifs de voussoirs coulés en place. Chaque demi-fléau est découpé en 19 éléments de géométrie variable : leur sous-face décrit une parabole. D'une longueur de 3,60 m ou 3,45 m selon le tablier (extérieur ou intérieur), ces voussoirs représentent un volume de béton compris entre 32 m³ et 58 m³, suivant leur position le long du fléau.

Pour respecter le planning des travaux (dans lequel un couple d'équipages réalise deux demi-fléaux en 3 mois, montage et transfert non compris), le chantier utilise trois paires d'équipages mobiles. Chacun d'eux pèse 71 t. La trajectoire en plan de l'ouvrage (courbe de rayon 500 m et clothoïde) a rendu complexe l'étude des coffrages. Pour suivre le rythme (un bétonnage tous les 3 jours en section courante) les aciers sont préfabriqués sur des gabarits au pied des piles en deux phases : la première pour le hourdis inférieur et les âmes, la seconde pour le hourdis supérieur. Le ferrailage des bossages de précontrainte de continuité est dimensionné pour reprendre l'effort de 500 t que développent les câbles 25T15 qu'ils accueillent.

L'équipage mobile est suspendu par des tiges Macalloy dont la déformation passive sous charge peut atteindre 10 mm. Ces tiges sont donc précontraintes ce qui ramène des efforts de soulèvement sous l'encorbellement du hourdis supérieur de près de 70 t, soit à peu près la charge qui s'applique sur le dessus de l'encorbellement à la fin du bétonnage. L'étude de la descente de charge de l'équipage mobile sur le caisson béton a donc entraîné la mise en place de renforts d'armatures importants.

Tablier (travées de rive)

Dans les travées de rives, les 25 derniers mètres qui assurent la connexion entre la culée et la partie de tablier construite en encorbellement sont réalisés à l'aide d'un coffrage de type "pont mixte" installé sur de gros profilés posés sur une palée anglaise (tours en profilés HEB300 contreventés



Photo 5

La lumière du soleil le matin permet d'apprécier la finesse de l'ouvrage

The structure's refinement can be appreciated in the light of the morning sun

en éléments de hauteur 2,00 m). Cet étaie-
ment s'appuie sur les schistes sains par l'intermédiaire
de massifs en béton armé. Ce tablier sur cintre est
découpé en cinq plots de 3,90 m complété par un
clavage avec la partie construite en encorbelle-
ments. Le raccord avec la culée est un voussoir sur
culée (VSC) de 2,00 m de long qui est réalisé sur
une prédalle, incluant les inserts pour les appuis
à pots, et posée sur des boîtes à sable.

Un des points remarquables concerne le projet de
précontrainte de continuité des travées de rives :
ici ce sont deux séries de dix câbles de 19T15 et
deux câbles de 25T15 qui viennent s'ancrer au ni-
veau de la culée. La solution retenue consiste alors
à ancrer sept câbles dans chaque âme en les re-
levant à l'intérieur des âmes pour les positionner
verticalement en ligne à l'extrémité du VSC. Les
règles qui s'appliquent aux tracés de précontrain-
te obligent alors à épaissir les âmes : de 0,45 m
en section courante elles passent à 0,73 m sur cu-
lée. Les cinq câbles qui ne peuvent trouver leur pla-
ce au niveau de la culée sont disposés dans des
bossages au rythme d'un bossage par voussoir sur
cintre.

■ POUR CONCLURE (photo 5)

La réalisation de cet ouvrage illustre les difficultés
associées à l'exportation globale de techniques
complexes bien adaptées à certains environne-
ments connus, mais qui peuvent réserver quelques
surprises lorsqu'on les applique dans des contextes
différents. Une attention particulière doit alors être
apportée afin de ne pas risquer de passer à côté
de certaines spécificités locales : règlements, ma-
tériaux, usages et techniques locales...

Cependant, cette expérience s'est révélée ici très
profitable pour tous : la confrontation de deux ap-
proches a permis à chacun de découvrir de nou-
velles pratiques et d'en apprécier les possibilités
relatives. Ainsi ce projet, source d'enrichissements
mutuels, a-t-il permis de faire le lien entre deux
visions achevées mais différentes de la construc-
tion de ce type d'ouvrage.

ABSTRACT

Corgo Bridge in Portugal. Cantilever bridge designed in accordance with a French preliminary design ("APS") and built in accordance with a Portuguese construction plan ("Projecto de Execução")

Various authors

The bridge over Rio Corgo in Portugal is located 80 km east of Oporto on the Scut Interior Norte (IP3) route linking Viseu in the south to Chaves in the north. It is built within the framework of a virtual toll concession project awarded to a consortium in which Eiffage is a partner. The design of this structure, initiated by Scetauroute and JMI within the framework of the "Projecto Base", was entrusted to the firm Armando Rito Lda for the construction phase. The bridge is constructed with two decks spaced 6 metres apart, each consisting of four cantilever deck sections. Concrete pouring, performed in place, has to adapt to very restrictive specific geometric features.

RESUMEN ESPAÑOL

El puente del Corgo en Portugal. Puente en voladizo diseñado según un APS francés y construido según un "Projecto de Execução" portugués

Autores diversos

El puente que salva el río Corgo se encuentra ubicado en Portugal, a 80 km al este de Porto en el trazado del Scut Interior Norte (IP3) que pone en comunicación Viseu al sur con Chaves por el norte. Este puente se ha construido con motivo de una concesión de peaje virtual atribuida a una agrupación de la cual Eiffage actúa como asociado. El concepto de esta estructura, iniciada por Scetauroute y JMI en el marco del "Projecto Base", fue encargado a la oficina Armando Rito Lda para todo cuanto se refiere a la fase de ejecución. El puente está formado por dos tableros espaciados de 6 m y cada uno de ellos, compuesto por cuatro brazos en voladizo construidos en ménsula. El hormigonado, ejecutado in situ, debe adaptarse a diversas condiciones geométricas bastante apremiantes.

Autoroute A4 en Pologne : 4,4 kilomètres d'autoroute urbaine

La section Batorego-Mikolowska de l'autoroute A4 est un projet de 4,4 km dans une zone d'exploitation minière de Silésie en Pologne. Scetauroute en a assuré la supervision de travaux entre novembre 1998 et mai 2002. La principale difficulté de ce chantier fut la gestion des affaissements miniers qui se produisaient de façon aléatoire dans le temps et l'espace. Constatant que le calage en cotes absolues sur la base des tassements prévisionnels conduisait à des surconsommations de matériaux et des problèmes de raccordements, le projet a été réalisé en cotes locales pour "coller" au niveau réel évolutif du terrain naturel. Malgré un démarrage des travaux difficile et lent, la section a pu être livrée dans les délais contractuels.



Figure 1
Plan de situation
Location drawing

■ LE PROJET (figure 1)

Il s'agit de 4,4 km d'autoroute en zone urbaine, qui se décompose en :

- ◆ 2 x 3 voies d'autoroute ;
- ◆ 2 x 2 voies latérales + raccordements ;
- ◆ 3 échangeurs avec voies d'accès ;
- ◆ 7 ouvrages d'art.

Le montant des travaux s'élève à 53 millions d'euros.

La mission de Scetauroute sur ce projet consistait en la supervision des travaux avec une équipe de 13 personnes dont un expatrié permanent.

Les travaux ont démarré en novembre 1998 mais n'ont connu une véritable progression qu'à partir

de fin 2000. Une partie de l'autoroute a été ouverte fin novembre 2001, grâce à une importante implication de l'entreprise Prinz-Dromex en charge des travaux. Lors des six derniers mois, ont été réalisés 60 % des travaux nécessitant, en pointe, la présence de 600 ouvriers sur le chantier. Malgré des conditions météorologiques défavorables rendant le chantier difficile l'autoroute a pu être livrée à la circulation, dans les délais contractuels prévus en mai 2002 (photo 1).

Le coût moyen de la section Batorego/Mikolowska fut de 12 millions d'euros par kilomètres alors qu'il n'était que de 4 millions sur la même autoroute A4 à Opole, 80 km plus loin, en zone agricole.

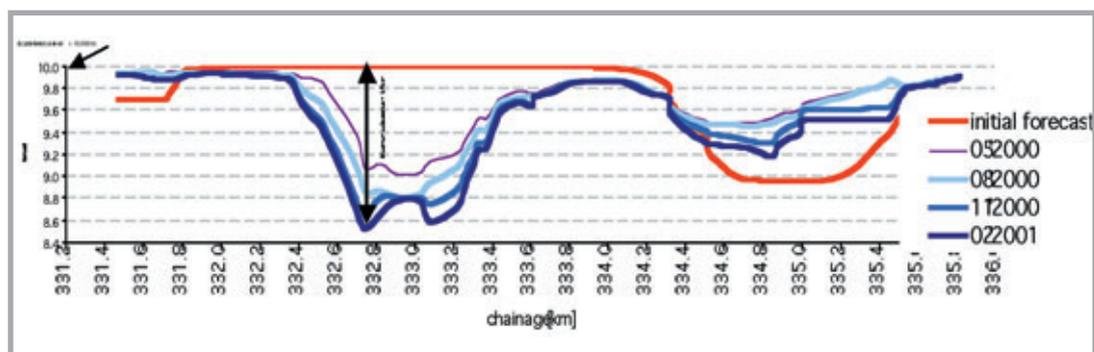
La spécificité de ce chantier difficile fut l'affaissement permanent mais irrégulier du sol causé par l'effondrement des galeries de mines sous-jacentes, ce que nous appellerons en résumé les tassements miniers.

■ LES TASSEMENTS MINIERS

Le projet de la section Batorego/Mikolowska se situe au cœur de la Silésie, une zone de 80 km de long comprenant une population de 4 millions d'habitants et une forte activité de l'industrie lourde polonaise. Au droit du projet, il faut noter la présence de trois mines de charbon actives indépendantes : Kleofas, KWK Slask et Wujek. Ainsi l'ensemble du tracé se situe en zone d'exploitation de mines et est donc sujet à des tassements miniers.

En théorie, les zones d'exploitation souterraines de ces mines sont développées par les exploitants suivant des programmes bien établis. Sur la base de ces programmes et d'une longue expérience dans ce domaine spécifique, le bureau d'études en charge du projet a élaboré une étude de tassements prévisionnels le long du tracé. Les tassements fi-

Figure 2
Tassements miniers relevés
Mine subsidence readings



Batorego/Mikolowska

en zone minière

naux attendus sont représentés en rouge sur la figure 2.

Sur le chantier, un appareillage spécifique de monitoring a été mis en place le long du tracé afin de suivre l'évolution des tassements au cours de la construction. Il a été observé des tassements de l'ordre de 1,5 à 2,0 m répartis de façon irrégulière dans le temps et l'espace. Sur la figure 2 sont reportés les tassements relevés à quatre dates différentes. L'écart entre le tassement prévisionnel et réel est par endroits très important.

Il a donc fallu faire face à plusieurs situations complexes dont certaines ont eu des conséquences importantes en termes de coûts et de retards. Quelques exemples sont présentés ci-après :

◆ l'étude du profil en long du projet établie par le bureau d'études était basée sur les tassements prévisionnels finaux et définissait des cotes altimétriques absolues que le chantier devait atteindre. Compte tenu des tassements, les bornes devaient être actualisées régulièrement afin de permettre le contrôle des niveaux et le réglage des matériaux aux cotes imposées du projet. Par conséquent, au fur et à mesure que les tassements augmentaient, que le terrain naturel s'enfonçait, la hauteur de remblai mis en œuvre augmentait entraînant une surconsommation de matériaux et par conséquent des surcoûts importants ;

◆ le drainage sur l'ensemble du tracé s'est avéré problématique : la zone amont de l'exutoire s'étant affaissée, il a fallu a posteriori concevoir un nouveau réseau de collecte et une station de pompage. Dans certains secteurs, les tassements irréguliers ont même eu pour conséquence l'inversement de la pente du fil d'eau de drainage ;

◆ aux raccordements de la chaussée neuve aux chaussées existantes adjacentes, ont été observées des différences d'altimétrie de 40 à 80 cm, conséquence de la prise en compte des cotes absolues du projet alors que le terrain naturel environnant avait subi des tassements importants ;

◆ pour le rétablissement d'une voie ferrée exploitée par une mine, un ouvrage d'art en passage inférieur a été conçu et calé en considérant la pente maximale de 1,2 % fixée par la norme polonaise pour ce type de ligne de chemin de fer. Les fondations de l'ouvrage se tassant avec le reste de la zone, l'ouvrage était sujet aux mêmes problèmes que ses remblais d'accès et le terrain environnant. Les tassements miniers se développant de façon aléatoire dans la zone de l'ouvrage, un tassement différentiel s'est créé entre le nord et le sud de l'ouvrage. En fin de travaux, la pente sur



Photo 1
Travaux de déblai dans des conditions difficiles
Excavation work in difficult conditions



Photo 2
Travaux d'ouvrage d'art
Civil engineering structure work

l'ouvrage était alors de l'ordre de 1,4 %. Une longue et difficile négociation avec l'exploitant de la mine a conduit à l'acceptation de cette pente dont la prise en compte amenait à exploiter la nouvelle voie avec une locomotive supplémentaire.

Face à ces difficultés, une réflexion a été menée avec le client, l'entreprise et le bureau d'études afin de trouver une solution pragmatique aux dérives dans le temps et le coût de l'opération. La solution qui fut proposée et admise en avril 2001 fut de poursuivre les travaux en cotes locales par borne et non plus en cotes absolues sur bornes réactualisées, et sur la base des tassements réels observés et non plus prévisionnels.

Les tassements n'étant pas réguliers, une maille de validité des bornes locales a été définie en considérant la catégorie II de tassements miniers, soit une limite maximale pour les gradients de tasse-

ments. Les problèmes ponctuels de raccord ont ensuite été résolus au coup par coup.

Ces mesures pragmatiques se sont avérées efficaces. Elles nous ont en effet permis de terminer le contrat à la date initialement prévue en mai 2002. Aujourd'hui après expiration de la période de garantie, les tassements ont diminué et l'ensemble de l'ouvrage fonctionne correctement (photo 2).

ABSTRACT

A4 motorway in Poland : Batorego/Mikolowska. 4,4 km of urban motorway in a mining region

J.-P. Dupuy

The Batorego-Mikolowska section of the A4 motorway is a 4,4 km project in a mining region of Silesia in Poland. Scetauroute performed work supervision for the project between November 1998 and May 2002. The main difficulty in this project was dealing with subsidence of the mining land which occurred randomly in time and space. Observing that calibration in terms of absolute dimensions on the basis of projected subsidence led to overconsumption of materials and connection problems, the project was carried out based on local measurements to allow for the changing actual level of the natural ground. Despite a difficult and slow start to the work, the section was able to be delivered within the contractual deadlines.

RESUMEN ESPAÑOL

Autopista A4 en Polonia : Batorego/Mikolowska. 4,4 km de autopista urbana en zona minera

J.-P. Dupuy

La sección Batorego-Mikolowska de la autopista A4 constituye un proyecto de 4,4 km en una zona de explotación minera de Silesia en Polonia. Scetauroute se ha encargado de la supervisión de las obras entre noviembre de 1998 y mayo de 2002. La dificultad más señalada de estas obras ha consistido en la gestión de los hundimientos mineros que se producen de forma aleatoria en el tiempo y en el espacio. Al comprobar que la transposición en cotas absolutas según la base de asentamientos provisionales conducía a consumos exagerados de materiales y a problemas de conexiones, el proyecto se ha realizado en cotas locales, para « atenerse » al nivel real evolutivo del terreno natural. A pesar de un difícil y lento inicio de los trabajos, la sección se ha podido entregar dentro de los plazos contractuales.

Bowstring sur la rivière Pays de Galles

Dans le cadre du projet de contournement de la ville de Newport (Pays de Galles), le groupement Morgan=Vinci construit un bowstring métallique de 187 m de portée et de 31,40 m de large. Les arches culminent à 30 m au-dessus du tablier.

Des appuis provisoires métalliques sont d'abord réalisés en rivière, puis, depuis chacune des deux rives, les deux "demi-squelettes" métalliques du tablier sont poussés au moyen de treuils et de poulies. Les tirants longitudinaux sont soudés in situ.

Les parties des arches (environ 1/3) proches des rives sont montées à l'aide d'une grue Gottwald AK 912. La partie centrale de ces arches est mise en place à l'aide de vérins à câbles.

Les suspentes sont mises en place et tendues. Le tablier est constitué de dalles de béton préfabriquées et posées sur la structure métallique à la grue mobile.

Le clavage de ces dalles se fera après la pose complète du tablier.

En 1902, l'ingénieur français Ferdinand Arnodin conçoit et construit le "transporter bridge" qui enjambe la rivière Usk. Cet ouvrage magnifique achevé en 1906 et que les habitants de Newport regardent avec beaucoup de respect et de fierté est aujourd'hui encore toujours en service.

C'est l'un des rares ponts transbordeurs dans le monde qui ait été conservé et qui soit entretenu et toujours maintenu en activité.

En 1999, le "Newport Southern Distributor Road Project" (Newport SDR Project) voit le jour. Il s'agit pour le Newport City Council, promoteur et concédant du projet, de créer une 2 x 2 voies contournant la ville par le sud et desservant ses zones industrielles et portuaires.

Ce projet, d'un montant total de 50 millions de livres, comporte un pont franchissant l'Usk, situé à quelques centaines de mètres du vénérable ancêtre, fruit de l'ingénierie française.

Le Newport City Council, décide alors que ce nouveau pont de 187 m de portée se doit d'être particulièrement élégant, aérien; le pendant moderne du pont transbordeur en reflétant le passé industriel de la ville.

Le projet de l'architecte Ron Yee qui propose un "bowstring" est alors choisi.

L'ouvrage, d'un montant de 8,5 millions de livres, permet d'assurer une passe navigable de 152,4 m de largeur utile et d'un tirant d'air de 7 m au-dessus des plus hautes eaux de la rivière Usk.

Le Newport SDR est une concession de 40 ans attribuée à Morgan - Vinci Limited, constituée à 50/50 de l'entreprise britannique Morgan=est et de Vinci Infrastructures.

La partie construction est confiée à Morgan=Vinci Joint Venture, constituée à 50/50 de Morgan=est et de Vinci Construction Grands Projets.

Les études du projet sont réalisées par le bureau d'études anglais Faber Maunsell.

■ GÉOMÉTRIE GÉNÉRALE DE L'OUVRAGE (figure 1)

Le profil en long de l'ouvrage est un arc de cercle de 5 498 m de rayon. Les raccordements avec les viaducs d'accès de part et d'autre du bowstring se font suivant une pente longitudinale de 2 % (viaduc ouest) et 2,5 % (viaduc est).

Le tablier mixte a une largeur hors tout de 31,4 m comprenant :

- ◆ 2 x 2 voies et une réserve centrale de 1,9 m ;
- ◆ deux passages piétons et pistes cyclables (2 x 3 m).

Les arches métalliques au profil longitudinal parabolique culminent à 30 m au-dessus du tablier. Chacune d'elles est inclinée de 12,8 degrés par rapport à la verticale vers l'axe du tablier (figure 2).

■ CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES DE L'OUVRAGE

Les culées

Le bowstring repose sur deux culées de 33 m x 13,75 m, fondées chacune sur 30 pieux de 750 mm de diamètre et de longueur variable (19 à 26 m). Les deux culées sont composées d'une dalle d'épaisseur variable (2 m au droit des appuis de l'ouvrage et 50 cm partout ailleurs) sur laquelle quatre voiles de 3,5 m de hauteur (épaisseur 0,30 m) et en béton structuré cachent les appuis de l'ouvrage.

Un accès est prévu à l'intérieur des culées pour les visites de contrôle et de maintenance éventuelle de ces appuis.

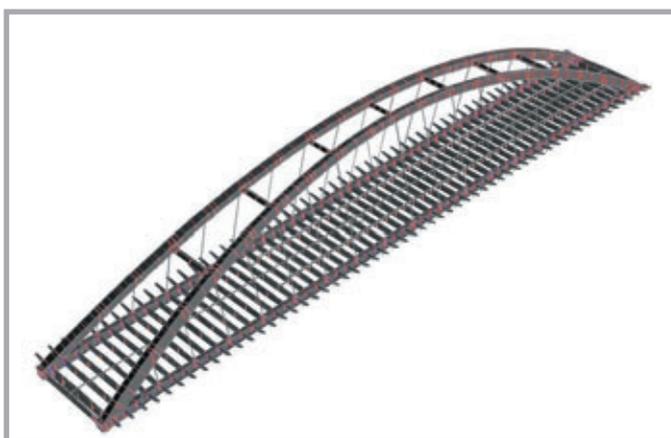
Figure 1
Vue d'artiste du bowstring
et du pont transbordeur

Artist's view
of the bowstring
and the transporter bridge



Figure 2
Vue en 3 D
de la structure métallique
de l'ouvrage

3D view of the steel
structure of the bridge



Usk à Newport -

Les tirants longitudinaux

Les deux tirants ont une section en I reconstituée aux dimensions suivantes :

- ◆ âme : 2500 mm x 40 mm ;
- ◆ aile supérieure et aile inférieure : 1200 mm x 60 mm.

De l'acier S355J2G3 est utilisé pour les zones en forme de I reconstitué.

A la jonction avec les arches et sur une longueur de 12,5 m, la section en I des tirants longitudinaux se transforme en caisson fortement raidi.

Ces caissons permettent la transmission des efforts de traction des arches aux tirants ainsi que la diffusion des contraintes dues aux réactions d'appuis. Les entretoises d'extrémité seront elles aussi en forme de caisson.

Pour des raisons similaires à celles évoquées plus loin pour les arches (espace confiné), de l'acier S355J2G1 W a été choisi pour la fabrication des zones des tirants longitudinaux en forme de caisson.

Ces tirants longitudinaux sont espacés de 22,5 m et sont reliés par des pièces de pont tous les 3,33 m. Chacune de ces pièces de pont a également une section en I reconstituée dont les dimensions sont :

- ◆ âme : 1500 mm x 13 mm ;
- ◆ aile supérieure : 480 mm x 20 mm ;
- ◆ aile inférieure : 400 mm x 25 mm.

Les arches

Les arches métalliques ont une section courante de 2 m x 2 m. L'épaisseur des tôles utilisées varie de 45 à 60 mm (pour chacune des quatre faces). A la jonction avec la partie en caissons des tirants longitudinaux, les pieds des arches deviennent des pièces de 2 m x 3 m.

Les deux arches sont reliées entre elles par sept entretoises de 1 m x 1 m de section et constituées de tôles de 18 mm d'épaisseur.

Un accès à l'intérieur des arches a été prévu. Il servira en phase provisoire au montage des suspentes et pour des visites d'inspection ou de maintenance pendant la vie de l'ouvrage.

Pour des raisons de sécurité (travail dans un espace confiné), le nombre d'interventions à l'intérieur des arches a été minimisé.

L'utilisation d'acier à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique (acier auto-patinable) pour la réalisation des arches permet de s'affranchir des opérations de peinture (et de sa maintenance future) à l'intérieur des arches. Les faces extérieures

seront, quant à elles, peintes (pour des raisons d'aspect uniquement).

De l'acier S355J2G1 W est utilisé pour la fabrication des arches et des entretoises.

Les suspentes

Dix-sept paires de suspentes espacées de 10 m supportent le tablier. Chacune d'entre elles est protégée par une gaine PEHD d'un diamètre extérieur de 125 mm et est constituée de fils parallèles. Ces fils, de 7 mm de diamètre chacun, sont galvanisés. Leur nombre varie de 93 à 116.

Les suspentes sont injectées à la cire. Seul l'ancrage bas sera actif et permettra la mise en tension et le réglage.

Ces suspentes sont entièrement préfabriquées en usine et arriveront sur site en bobines de grand diamètre, protégées pour le transport. Elles seront montées et tendues avant la réalisation du hourdis béton. Il n'y a pas d'opération de reprise de la tension des suspentes après réalisation du hourdis béton. Les suspentes seront protégées, au niveau du tablier, par des tubes "anti-vandalisme", sur une hauteur de 3 m.

Le montant total du marché des suspentes est de 290 000 livres.

Le hourdis béton

Lors de la mise en charge de la structure métallique du tablier de l'ouvrage, un effort de traction est appliqué par les arches sur les tirants longitudinaux. A cet effort correspondra un allongement de ces tirants de 150 mm environ.

Il a été décidé de réaliser le hourdis béton en éléments préfabriqués. Trois cent vingt éléments seront donc mis en place en utilisant une grue automotrice. La pose de ces éléments se fera d'une façon symétrique.

Le clavage de ces éléments préfabriqués se fera après la pose complète de l'ensemble de la dalle, c'est-à-dire après allongement des tirants longitudinaux. Ces clavages se situeront au droit des pièces de pont et des tirants longitudinaux.

Des connecteurs (diamètre 22 mm et longueur 125 mm) sont soudés au pas de 150 mm, en usine sur les tirants longitudinaux (quatre rangées) et sur les pièces de pont (deux rangées).

L'implantation des connecteurs ainsi que le positionnement des armatures dans les éléments de dalle préfabriqués ont été réalisés avec beaucoup de soins (utilisation de gabarits) pour que la pose

Pierre Villard



PROJECT MANAGER
DU NEWPORT
SDR PROJECT
VINCI Construction Grands Projets

Olivier Colle



CONSTRUCTION
MANAGER DU USK RIVER
BOWSTRING
VINCI Construction Grands Projets

Gérard Garcia



DESIGN MANAGER
DU NEWPORT
SDR PROJECT
VINCI Construction Grands Projets

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Concédant

Newport City Council

Représentant du concédant

Capita Gwent Consultancy

Architecte

Ron Yee

Concessionnaire

Morgan=Vinci Ltd (SPC)

Entreprise principale

Morgan=Vinci Joint Venture

Bureau d'études

FaberMaunsell

Charpente métallique

Fairfield Mabey

Suspentes

BBR

Pieux

Bachy UK

Appuis définitifs / Joints de chaussée

FIP

Figure 3
Séquence de construction
du bowstring de Newport

*Construction sequence
for the Newport bowstring*

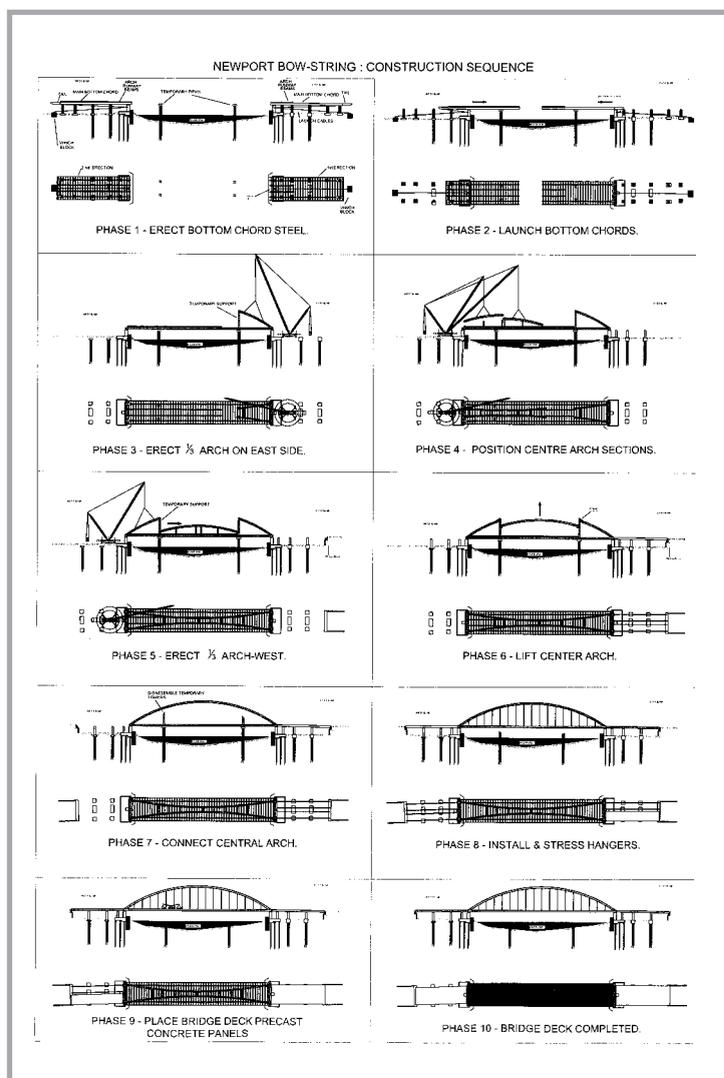


Photo 1
Palées provisoires
en rivière
*Temporary bents
in the river*



**LES PRINCIPALES
QUANTITÉS**

Surface brute tablier : 6 000 m²

Béton

- Pieux : 1 045 m³
- Culées : 1 480 m³
- Hourdis : 1 500 m³

Armatures

- Pieux : 14 t
- Culées : 290 t
- Hourdis : 250 t

Charpente métallique

- Tirants longitudinaux : 1 000 t
- Pièces de pont : 600 t
- Arches : 1 650 t

► des pièces préfabriquées puisse s'effectuer sans problème.
Chaque élément de tablier préfabriqué, d'une épaisseur de 25 cm, pèse environ 10 t.
Des fourreaux permettant le futur passage de câbles (électriques, téléphone...) sont noyés dans la dalle au droit des trottoirs.
Le tablier sera protégé par un revêtement étanche sur lequel sera mis en place l'enrobé.

Fabrication - Montage

La fabrication et le montage de la charpente métallique sont réalisés par Fairfield Mabey. Leurs ateliers sont situés à quelques miles du site, à Chepstow (entre Bristol et Cardiff).
Les divers éléments sont transportés par la route

et montés sur site. Les éléments constituant les tirants longitudinaux et les arches sont assemblés par soudure sur site. Les pièces de pont sont boulonnées aux tirants longitudinaux.

Le montant total du marché de charpente métallique pour le bowstring est de 4 700 000 livres. Les éléments préfabriqués de la dalle béton sont réalisés et stockés sur site.

**■ MÉTHODE DE CONSTRUCTION
DU BOWSTRING**

Un bowstring franchissant une rivière est généralement construit sur une des rives, puis, en utilisant des barges et des remorques adaptées, mis en place sur ses culées par translation/rotation et vérinage.

Ce type de franchissement du cours d'eau suppose des conditions de courant et d'amplitude de marées telles que ces opérations de transfert restent aisément "contrôlables".

La rivière Usk communique avec la Severn dont l'estuaire constitue un véritable entonnoir largement ouvert vers l'ouest et dans lequel, les marées peuvent atteindre une amplitude de l'ordre de 13 m. A marée basse, une grande partie du lit de vase de la rivière découvre.

La solution "classique" de réalisation d'un pont en arc a donc été écartée, au profit d'une méthode se rapprochant beaucoup plus d'une "construction en place", sur palées provisoires, permettant de s'affranchir des problèmes créés par ces amplitudes considérables des marées.

■ MÉTHODE DE CONSTRUCTION

(figure 3)

Ouvrages provisoires en rivière

(photo 1)

Quatre palées provisoires sont créées en rivière à partir d'une barge prévue pour s'échouer à marée basse. Sur cette barge travaille une grue treillis équipée d'un marteau hydraulique. Chacun de ces appuis provisoires est constitué de quatre tubes métalliques (diamètre 1 000 mm, épaisseur 20 mm) d'environ 25 m de longueur, fichés dans le calcaire.

La partie haute de ces appuis, après avoir été arasée au niveau requis, est équipée d'une plateforme de travail, permettant d'accéder aux chevêtres sur lesquels sont disposés les rouleaux et les vérins qui seront nécessaires lors du poussage.

Ces palées provisoires sont situées dans l'axe des tirants longitudinaux et au droit des futurs tours provisoires qui serviront lors du montage des arches. Le montant du marché des appuis provisoires en rivière est de 480 000 livres.

Ouvrages provisoires à terre

Batardeaux

Sur chaque rive, les pieux forés et les travaux de réalisation des culées sont effectués à l'abri de batardeaux.

Appuis provisoires pour la grue de montage

Une grue Liebherr Gottwald AK 912 est utilisée pour mettre en place les éléments pré-assemblés des arches métalliques. Elle a été montée avec une flèche treillis de 83 m et a une capacité de 260 t à 50 m.

Compte tenu de la piètre qualité du sol rencontré, des appuis provisoires fondés sur pieux sont réalisés et servent de supports pour les patins.

Méthode de construction

La structure métallique d'un demi-tablier est assemblée sur chaque rive. Ce montage s'effectue sur des appuis provisoires sur lesquels ont été installées des chaises à galets. Les différents éléments des poutres longitudinales sont réglés puis soudés. Ces soudures sont réalisées sur chantier par des équipes spécialisées. Les pièces de pont sont, quant à elles, boulonnées aux tirants longitudinaux.

Sur ces deux demi-tabliers, un chemin de roulement qui servira durant la phase de montage des arches est aussi mis en place. Lorsque les "squelettes" métalliques des deux demi-tabliers sont assemblés, ils sont poussés en position définitive à l'aide d'un treuil hydraulique situé à l'arrière de la structure (photo 2).

Compte tenu du profil en long du tablier (arc de cercle), le poussage sur chacune des rives se fera "en montant". Le poids de chaque demi-tablier est de l'ordre de 1000 t et un effort de poussage de 100 t est nécessaire au moment de sa mise en mouvement (50 t dues aux frottements à ajouter à 50 t dues à la pente). Un système de poulies de renvoi fixées au droit de la culée a été utilisé. En fin de poussage, les deux demi-tabliers reposent à l'arrière sur chacune des culées et en rivière sur les palées provisoires (photos 3 et 4).

Après réglages, les tirants longitudinaux des deux demi-tabliers sont soudés, et c'est à ce stade de la construction que se fait la mise sur appuis définitifs.

Dès la fin du poussage des demi-tabliers métalliques, c'est sur la rive Est tout d'abord que, à l'aide d'une grue Gottwald AK 912, des tours qui serviront de supports provisoires sont montées sur les chevêtres des palées provisoires en rivière (photos 5 et 6).

Successivement, un tiers de chacune des deux arches est alors levé et mis en place. Les entretoises sont soudées en place. La partie haute de ces éléments d'arches repose sur un chevêtre suspendu à des vérins à câbles. La grue est alors



Photo 2
Tablier poussé
Pushed deck



Photo 3
Tablier poussé (vue de dessous)
Pushed deck (bottom view)



Photo 4
Vue aérienne
Usk
Aerial view
of Usk

désassemblée pour être transférée sur la rive ouest de la rivière Usk.

Après reconfiguration de la grue débute le montage de la partie centrale des arches. Les éléments préalablement assemblés au sol sont levés et posés sur des chariots. Ceux-ci se déplacent sur un chemin de roulement mis en place sur la structure métallique du tablier préalablement au poussage.

L'ensemble des éléments de la partie centrale des arches est translaté au centre du tablier en utilisant un ensemble de vérins de poussage. Les divers éléments ainsi que les entretoises sont alors soudés. Enfin, les éléments du dernier tiers des deux arches (côté rive ouest) sont mis en place sur leurs supports provisoires. Chacun des quatre éléments d'extrémité des arches pèse 250 t et la grue, en configuration "super lift", les pose à une distance de 50 m.

Après avoir effectué l'ensemble de ces levages la grue Gottwald est démobiliée (photo 7). La partie centrale des arches est levée dans sa position définitive à l'aide de vérins à câbles. Le poids total à lever sera de 650 t.

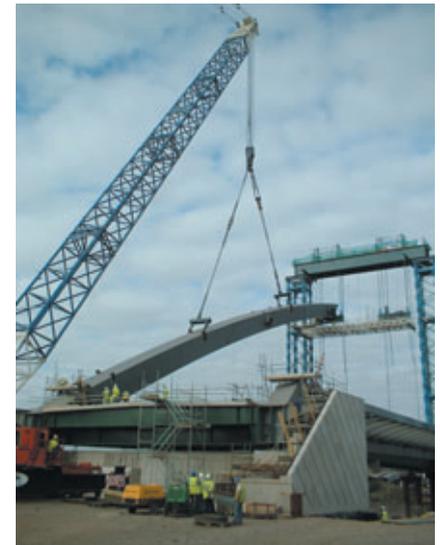


Photo 5
Levage arche
Lifting the arch



Photo 6
Jonction arche-amorce
arche sur tablier
Joint between arch and base
of arch on deck



Photo 7
Vue générale levage
General view of lifting

Huit vérins à câbles (sept câbles par vérin) d'une capacité de 105 t chacun sont utilisés pour ce levage. Ils sont fixés sur des chevêtres situés en haut des tours provisoires de montage. Après un réglage de la position des éléments fait à l'aide des vérins à câbles, les trois sections des arches sont soudées entre elles et aux tirants longitudinaux. Les vérins, les chevêtres hauts ainsi que les tours provisoires peuvent alors être démontés et évacués.

Le montage des suspentes commence par les paires H5 et H13 situées au droit des palées provisoires en rivière. La mise en tension de ces suspentes se fait à partir des plates-formes de travail situées en tête des palées provisoires en rivière. Après la mise en tension de ces quatre suspentes, les palées provisoires en rivière, peuvent également être démontées et évacuées.

L'accès en sous-face du tablier et notamment aux ancrages bas des suspentes se fait à partir d'une passerelle de travail mobile, spécialement conçue pour rouler sur la partie supérieure des ailes inférieures des tirants longitudinaux.

Cette plate-forme de travail est conçue de manière à pouvoir être mise en place et évacuée par flottaison. En effet, les deux poutres longitudinales de cette plate-forme sont constituées par des tubes clos. Une fois le montage des suspentes terminé, la réalisation du tablier béton commencera par la pose des éléments préfabriqués. Le clavage ne débutera que lorsque toutes les dalles préfabriquées seront mises en place, provoquant ainsi l'allongement des tirants longitudinaux.

La réalisation de l'ouvrage se terminera par la mise en place des divers équipements (barrières de sécurité, éclairage public, éclairage "architectural", peinture...).

Peinture des surfaces métalliques extérieures :

- ◆ une couche (épaisseur 50 microns) riche en zinc;
- ◆ deux couches MIO époxy (épaisseur 150 microns chacune);
- ◆ une couche finale polyuréthane (épaisseur 50 microns).

Seule la dernière couche est appliquée sur chantier.

ABSTRACT

Bowstring over the Usk River at Newport - Wales

P. Villard, O. Colle, G. Garcia

As part of the project for a ring road around the city of Newport (Wales), the Morgan = Vinci consortium is building a steel bowstring of span length 187 m and 31.40 m wide. The arches reach a peak height of 30 metres above the deck.

Temporary steel supports are first constructed in the river, and then, from each of the two banks, the two steel "half-skeletons" of the deck are pushed using winches and pulleys.

The longitudinal tension members are welded in situ.

The parts of the arches (about one-third) near the banks are erected using a Gottwald AK 912 crane. The central part of these arches is installed using cable jacks.

The hangers are installed and tensioned.

The deck is formed of prefabricated concrete slabs laid on the steel structure by mobile crane.

These slabs will be keyed after complete installation of the deck.

RESUMEN ESPAÑOL

Bowstring en el río USK en Newport - País de Gales

P. Villard, O. Colle y G. Garcia

En el marco de un proyecto de variante de la ciudad de Newport (País de Gales), la agrupación Morgan=Vinci construye un bowstring metálico de 187 m de luz y de 31,40 m de anchura.

Los arcos culminan a 30 m por encima del tablero.

En primer lugar se procede a la ejecución de los apoyos provisionales metálicos en el río y, acto seguido, desde cada una de las dos orillas, los dos "semiesqueletos" metálicos del tablero, que son lanzados por medio de tornos de arrastre y de poleas.

Los tirantes longitudinales van soldados in situ.

Las partes de los arcos (aproximadamente 1/3) cercanas de las orillas van montadas por medio de una grúa Gottwald AK 912. La parte central de estos arcos se implanta por medio de cilindros hidráulicos de cables.

Los cables de suspensión van instala-

dos en su lugar y debidamente tensados.

El tablero está formado por losas de hormigón prefabricadas y aplicadas sobre la estructura metálica mediante la grúa móvil.

El bloqueo de estas losas se habrá de efectuar tras la colocación completa del tablero.

Injection de compensation

Une technologie en temps

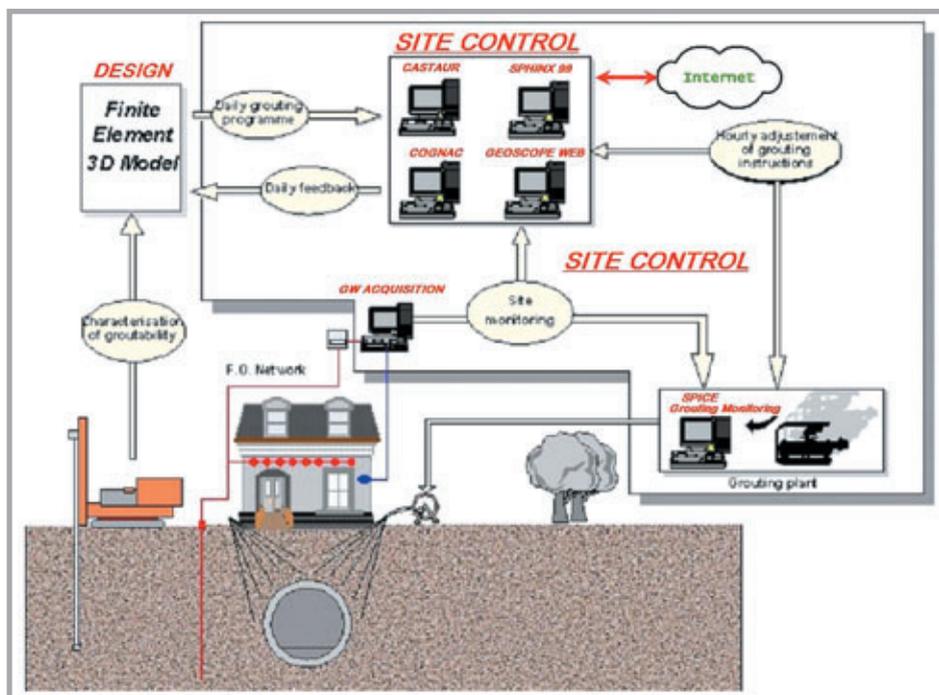
La construction du troisième périphérique de Moscou comporte le creusement d'un tunnel qui passe sous les bâtiments historiques de l'École militaire de Lefortovo. On a recours à une technique sophistiquée d'injections de compensation pour éviter tout dommage aux existants en palliant les tassements provoqués par la construction du tunnel. Cette technologie délicate repose sur l'association en temps réel de l'auscultation des mouvements et de l'injection ponctuelle contrôlée, avec l'aide de logiciels informatiques très élaborés.

Une des façades de l'école Alexis, un Cyclops sur poteau et sur les cibles apposées sur la façade

One of the facades of the Alexis school, a Cyclops mounted on a column and targets affixed to the facade

Schéma fonctionnel de la chaîne informatique de pilotage des injections

Block diagram of the IT chain for cement grouting management



■ PRÉSENTATION

Le bouclage du troisième périphérique de Moscou nécessite la construction du tunnel du Lefortovo, réalisé à l'aide d'un bouclier à pression de boue de 14,20 m de diamètre. Le tracé du tunnel passe sous le site historique de l'École militaire Alexis, à une profondeur de 23 à 25 m.

Le problème dont il est question dans cet article est de contenir les déformations induites par la construction dans une limite fixée contractuellement à 10 mm.

C'est la technique des injections de compensation qui a été retenue pour atteindre cet objectif.

Le bâtiment est fondé à 3,5 m de profondeur sur une couche de limon très raide de 1 à 5 m d'épaisseur. Sous le limon raide, on trouve dans l'ordre : 10 m de sables parfois argileux, 2 m de dolomie tendre, 4 m d'argile dure, puis le socle calcaire.

VINCI Grand Projets, qui intervient en assistance technique de l'entreprise générale russe Transstroy a fait appel à Solétanche Bachy pour réaliser les injections de compensation.

Pour mener à bien ce chantier, Solétanche Bachy s'est appuyée sur sa représentation locale en Russie Soletanchestroy d'une part, et sur sa filiale Sol-Data spécialisée dans l'instrumentation d'autre part.

Les travaux ont été réalisés de mars à juillet 2002.

■ PRINCIPE ET MÉTHODOLOGIE DE L'INJECTION DE COMPENSATION

L'injection de compensation vise à annuler les effets de la perte de volume créée par l'excavation souterraine du tunnel. Elle nécessite donc le couplage automatique des deux outils suivants :

- ◆ un système de surveillance des mouvements du sol et des structures à protéger ;
- ◆ un dispositif d'injection adapté à la progression des excavations souterraines.

Les points particuliers de la mise en œuvre sont :

- ◆ le travail à partir de puits pour éviter les réseaux existants ;

- ◆ l'utilisation de tubes-à-manchettes métalliques permettant des injections localisées et répétitives ;
- ◆ la mise en œuvre de coulis à forte rigidité, mais à résistance limitée ;
- ◆ l'asservissement des paramètres d'injection aux mouvements mesurés.

■ APPLICATION AU BÂTIMENT 40 DE L'ÉCOLE MILITAIRE ALEXIS

La couche de limon raide produit un effet de dalle qui, par sa surface, répartit les tassements provoqués par le creusement du tunnel. Inversement, cette dalle sert de vérin plat actionné par les injections de compensation. La zone d'injection de compensation est donc placée à la sous-face de la couche de limon, dans les sables plus ou moins argileux.

à Moscou réel

Les forages sont exécutés à partir de trois puits inclinés d'environ 6,50 m de profondeur. Le réseau d'injection comporte au total 254 forages subhorizontaux dont les plus longs vont jusqu'à 65 m, pour un linéaire total de 7 800 m.

■ CONCEPTION DU PROJET

Le projet est conçu en tenant compte des ouvrages à protéger, des spécifications concernant les mouvements, du tracé du tunnel, des mouvements anticipés, des emprises disponibles, des informations sur l'implantation des réseaux et des fondations, de la géologie.

Le plan de tir est établi en utilisant le logiciel de conception CASTAUR.

CASTAUR permet de définir forage par forage les auroles de traitement d'un volume de sol. Le logiciel calcule ensuite les quantités à injecter sur chaque unité de longueur d'un forage en fonction de la disposition géométrique des forages et du traitement demandé par le spécialiste de l'injection.

L'écartement des forages varie en extrémité de 1,50 à 2,50 m, suivant la profondeur et les tassements attendus.

■ INSTRUMENTATION

Le suivi efficace des mouvements de terrain est un élément essentiel de la réussite d'un chantier de compensation. Le système doit permettre de connaître en temps réel la réponse du terrain en fonction des travaux d'excavation et des injections de compensation. Solétanche Bachy utilise le système CYCLOPS (CYCLic OPTical Surveyor), développé par sa filiale instrumentation SolData.

CYCLOPS permet :

- ◆ de localiser et de quantifier les déformations observées,
- ◆ d'alerter en cas de mouvement,
- ◆ de disposer des éléments nécessaires à l'analyse de la situation.

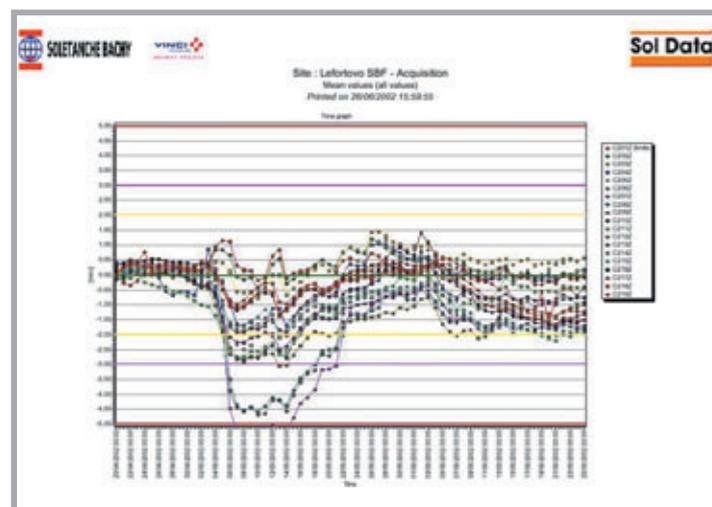
Il s'agit d'un théodolite automatique motorisé, guidé par un ordinateur. Ce produit, développé en coopération par SolData et l'IGN (Institut Géographique National), permet un suivi automatique précis des mouvements en X, Y et Z des bâtiments surveillés, en valeur absolue en fonction de cibles de références localisées hors de la zone de travaux. Il offre en outre l'avantage d'une surveillance sans contact.

Sur le site de l'Ecole militaire, trois systèmes CYCLOPS sont installés et chacun d'eux surveille une façade de l'Ecole militaire. Les cibles d'auscultation, au nombre de 61, sont installées sur l'ouvrage ausculté, et 24 cibles de référence permettent le calage en valeur absolue.

Les trois ordinateurs, configurés avec le logiciel GEOSCOPE WEB, permettent l'acquisition, l'affichage et le traitement des données. Chaque ordinateur pilote un CYCLOPS.

A chaque fin de cycle de mesure d'un CYCLOPS, la valeur de déplacement est stockée dans une base de données.

Le système GEOSCOPE WEB gère également des seuils d'alarmes. Deux niveaux d'alarmes ont été fixés sur ce chantier pour chaque prise : ± 2 mm et ± 3 mm.



Courbes de tassement
Subsidence curves

■ OPÉRATIONS D'INJECTION

Les coulis d'injection utilisés sur ce chantier sont à base de bentonite et de ciment.

Les injections sont ensuite réalisées par une centrale SINNUS comprenant huit points d'injection. Ce container d'injection comporte une partie "pilota-ge" et une partie "pompes".

Sur ce chantier l'injection est réalisée par passes remontantes.

Les principaux paramètres d'injection sont :

- ◆ les quantités de coulis prédéterminées par passe et par phase,
- ◆ la pression maximale d'injection,
- ◆ le débit d'injection.

Le volume global injecté dans l'opération décrite aura été de 400 m³.

Nicolas Patrier

INGÉNIEUR
RESPONSABLE TRAVAUX
Solétanche Bachy



Martin Beth

RESPONSABLE
DE L'EXPLOITATION
SolData



Jean-Pierre Joubay

DIRECTEUR
Soletanchestroy - Russie

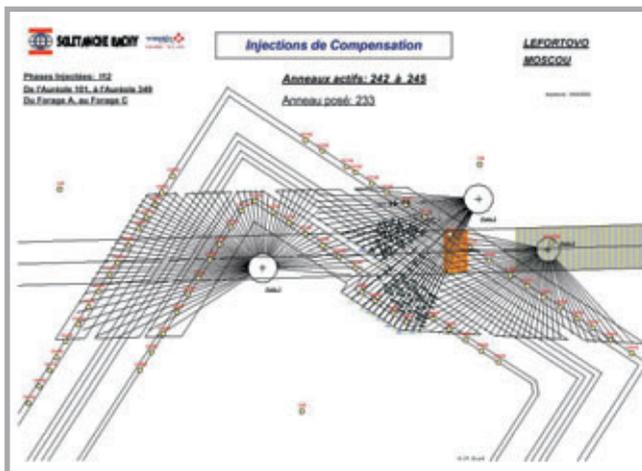


Michel Rollet

RESPONSABLE EUROPE
CENTRALE - DIRECTION
DES AFFAIRES
INTERNATIONALES
Solétanche Bachy



Vue en plan
des auréoles d'injection
Plan view of the cement
grouting rings



Isolignes
de tassement
Subsidence
isolines



LOGICIELS DE PILOTAGE ET DE CONTRÔLE DES INJECTIONS

En complément des logiciels de contrôle de mouvements CYCLOPS et GEOSCOPE WEB, les logiciels de suivi de l'injection sont COGNAC, CASTAUR, SINNUS et SPHINX.

Le logiciel CASTAUR est utilisé pour la conception en 3D des plans de tir des forages d'injection.

Le logiciel SINNUS régule les pompes d'injection en fonction du réglage des paramètres de débit, de pression et quantité qui sont définis par le spécialiste de l'injection. Tous les paramètres caractéristiques constituant l'historique de chaque passe sont stockés sous forme de tables dans une base de données. Ceci permet l'exploitation ultérieure par le logiciel d'interprétation SPHINX. Un lien automatique entre Geoscope et SINNUS peut être mis en place : SINNUS peut ainsi arrêter instantanément les pompes en cas de mouvement enregistré par les CYCLOPS et le Geoscope.

Le logiciel SPHINX gère et exploite la base de données. Sur ordre du spécialiste, il analyse les injections aussi bien pour chaque phase de traitement séparément que pour la totalité du traitement déjà exécuté. Sur demande, il produit des synthèses graphiques en couleur. Elles permettent au maître

d'œuvre, à l'ingénieur conseil, et bien sûr à l'entreprise spécialisée exécutante de suivre pas à pas l'évolution qualitative et quantitative du traitement. SPHINX rédige également les rapports de chantier quotidiens.

Le programme COGNAC (COmpensation GROUTING Assisted by Computer) permet de déterminer quotidiennement le calcul prévisionnel des tassements et les volumes de compensation à injecter.

MÉTHODOLOGIE DES INJECTIONS DE COMPENSATION SELON SOLÉTANCHE BACHY

Le traitement se déroule en trois phases dont une phase préliminaire dite "phase de conditionnement". Phase préliminaire de conditionnement, appelée également "injection zéro". Elle a pour objet de pré-comprimer les terrains situés au-dessus du tunnel pour obtenir une réponse immédiate lors des phases suivantes. Cette phase permet de mettre au point un modèle de prévision des tassements ou des soulèvements.

La phase de conditionnement a également pour but de provoquer un léger soulèvement de la structure à protéger avant le passage du tunnelier.

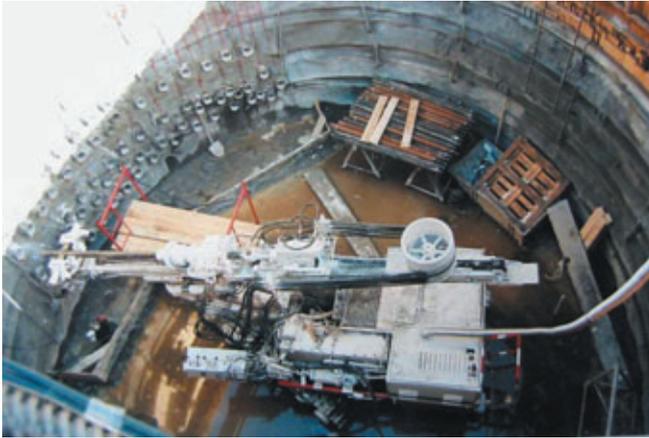
Phase de compensation à proprement dite. Cette phase a pour but de compenser les tassements du bâtiment en temps réel, directement au-dessus du tunnel en cours d'excavation. Le dispositif d'injection doit permettre d'injecter en doses homéopathiques et très précises les volumes strictement nécessaires pour compenser les tassements engendrés par l'excavation, à proximité immédiate du front, sans générer de surpression pouvant entraîner l'instabilité de la face du tunnel. C'est là que le système informatique COGNAC qui contrôle les tassements et les réactions de l'injection trouve son application essentielle.

Troisième phase après le passage du tunnel. Cette dernière phase permet le réajustement et la reconstitution des terrains. Au cours de cette phase, on peut, entre autres, mesurer l'action non négligeable des tassements à long terme.

RÉSULTATS OBTENUS AU BÂTIMENT 40 DE L'ÉCOLE MILITAIRE ALEXIS

En l'absence de traitement, les calculs prévisionnels conduisaient à une estimation des tassements de 20 à 53 mm lors du passage du tunnelier sous l'École militaire.

Grâce au traitement les déformations réelles mesurées pendant et après le passage du tunnelier sont restées dans une fourchette de + 1 à - 2 mm. La campagne d'injections de compensation a donc



Foreuse exécutant des auréoles de forages pour injection à partir d'un puits

Drilling machine executing borehole rings for cement grouting from a shaft

rempli son objectif : permettre la réalisation du tunnel sous le bâtiment de l'Ecole militaire Alexis tout en préservant celui-ci.

■ CONCLUSION

La maîtrise des tassements est une condition essentielle de réussite des chantiers de tunnel en site urbain.

L'expérience montre que seul un modèle itératif de contrôle des mouvements et des calculs de tassements permet d'anticiper les problèmes, de les déterminer et d'y remédier rapidement et efficacement quand ils surviennent. La promptitude de la réaction est primordiale dans ce type de travaux. Ce chantier à Moscou a bénéficié du savoir-faire exclusif accumulé à travers le monde par Solétanche Bachy en matière d'injections de compensation.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Propriétaire de l'immeuble

Mairie de Moscou

Maitre d'ouvrage

Orgazinator

Maitre d'œuvre

Metrogiprotrans

Entrepreneur principal

ZAO Corporation Transstroy

Assistance technique

VINCI Construction Grands Projets

Sous-traitant pour les injections de compensation

Solétanche Bachy - Soletanchestroy - SolData

Pré-études ingénierie

Solexpert International

ABSTRACT

Compensation grouting in Moscow. Real-time technology

N. Patrier, M. Beth, J.-P. Joubay, M. Rollet

Construction of the third Moscow ring road involves digging a tunnel that passes under the historic buildings of Lefortovo Military School. Sophisticated compensation grouting technology is used to prevent any damage to the existing structures by compensating for the subsidence caused by construction of the tunnel. This tricky technology is based on a real-time combination of monitoring of movements and controlled, localised cement grouting, with the help of very sophisticated computer software.

RESUMEN ESPAÑOL

Inyección de compensación en Moscú. Una tecnología en tiempo real

N. Patrier, M. Beth, J.-P. Joubay y M. Rollet

La construcción de la tercera circunvalación de Moscú incluye la excavación de un túnel que pasa bajo edificios históricos de la Escuela militar de Lefortovo. Se ha recurrido para ello a una técnica de elevada tecnicidad de inyecciones de compensación para evitar cualquier daño a las construcciones existentes compensando los asentamientos provocados por la construcción del túnel. Esta tecnología delicada se funda en la combinación en tiempo real de la auscultación de los movimientos y de la inyección puntual controlada con ayuda de softwares informáticos de alto rendimiento.

Afrique du Sud

Un écran étanche en paroi de la construction du port

Pour la réalisation du nouveau port en eau profonde de Ngqura près de Port Elizabeth en Afrique du Sud, Solétanche Bachy en groupement avec sa filiale locale Dura Piling Ltd exécute un écran étanche en paroi plastique de 30 000 m² permettant de réaliser les terrassements nécessaires à la construction à sec du quai depuis une profondeur de 20 m sous le niveau de la mer. Ce chantier est une première dans cette partie du monde par la technique et par l'utilisation d'une benne d'excavation hydraulique KS 3000.

[Avec l'aimable autorisation de Miss Sarie Moolman éditeur de la revue sud-africaine Civil Engineering/Siviele Ingenieurswese qui a publié des articles dont le présent est une adaptation].



Carte de situation

Location map

Solétanche Bachy Dura Piling met en œuvre ses capacités de conception et son savoir-faire sur le projet du port de Ngqura, à l'estuaire de la rivière Coega près de Port Elizabeth sur l'océan Indien. Ce développement est mené tambour battant et, dans cette région du monde, il pose les bases d'un nouveau standard en terme de géotechnique.

La construction du port en eau profonde de Ngqura dans la province du Cap Est dans le cadre de la création de la zone de développement industriel de la Coega (Coega IDZ) marque un jalon qui comptera dans le développement de la République d'Afrique du Sud, tant par les investissements qu'il induit que par l'effet de promotion de la région sur la scène internationale.

Une des clés de ce projet réside dans les travaux géotechniques qui sont confiés au groupement constitué entre l'entreprise Solétanche Bachy et sa filiale locale Dura Piling Ltd. Les enjeux sont considérables : obligation de résultat d'un niveau particulièrement élevé et délai d'exécution extrêmement court. Il faut donc recourir à des solutions innovantes propres à garantir le respect du délai et du budget. Le programme fixé par le client Ngqura Harbour Contractors JV (NHC) ne laisse pas plus de 14 semaines d'exécution, ce qui, compte

tenu des travaux à réaliser, nécessite de travailler 24 heures par jour six jours par semaine.

Le contrat est passé pour la réalisation d'une paroi plastique profonde d'une surface de 30 000 m² sur une profondeur de l'ordre de 25 m. C'est le plus grand chantier de ce type jamais réalisé en Afrique australe. La paroi plastique, en forme de L constitue une barrière longitudinale implantée sur le front du site côté océan. Son rôle est de faire obstacle à l'invasion par l'eau de mer de l'excavation réalisée pour ériger le mur de quai du nouveau port. Le retour de la paroi en L, de la même façon, forme barrage sur plusieurs centaines de mètres du côté de la rivière Coega.

Les références du partenaire local et du partenaire international du groupement Solétanche Bachy Dura Piling, auxquelles s'ajoute leur capacité à fournir des solutions techniques sur mesure, ont été évidemment des atouts décisifs pour que ce marché leur soit attribué. Mais ce qui a également joué, c'est qu'ils avaient parfaitement compris et intégré qu'il fallait à la fois aller vite et assurer une qualité d'exécution irréprochable.

La solution de base pour l'écran étanche était un rideau de palplanches. Cependant l'étude géotechnique avait révélé la présence de deux aquifères. L'aquifère supérieur est constitué de sable limoneux, tandis que l'aquifère inférieur est une couche de galets de 3 m d'épaisseur située entre 20 et 25 m de profondeur. Cette configuration a éliminé la solution par palplanches, technique vouée à l'échec par une telle configuration. Le risque est en effet trop grand qu'un refus au battage à la rencontre des galets ne crée une lacune dans l'écran étanche entraînant les effets désastreux que l'on imagine.

■ LA BENNE HYDRAULIQUE KS 3000

Le matériel d'excavation de la paroi a été choisi en fonction des caractéristiques du sol rappelées plus haut. La possibilité pour le groupement de disposer d'un équipement KS 3000 hydraulique importé – ce qui constitue une première en Afrique du Sud – a été un facteur décisif.

La benne KS 3000 doit traverser d'énormes galets à une profondeur de 25 m pour venir ensuite s'ancrer sur 0,80 m dans la couche de marne sous-jacente. Les galets, dont le diamètre atteint 200 mm, se montrent assez peu coopératifs envers les outils de forage. La KS 3000 montée sur une grue

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Promoteur de la zone industrielle de Coega

Coega Development Corporation (Pty) Ltd

Maître d'ouvrage du port de Ngqura

National Ports Authority of South Africa

Consultant en hydrogéologie

Groupement Jones & Wagener – Jasper Müller Associates

Entrepreneur principal

Ngqura Harbour Contractors (groupement Concor - Hochtief International - Ngqura Empowerment Contractors)

Entrepreneur réalisant l'écran étanche

Groupement Solétanche Bachy - Dura Piling



plastique est la clé de Ngqura

à chenilles Liebherr de Dura Piling surmonte les difficultés liées à ce faciès géologique tout en répondant à l'impératif de cadence élevée.

Avec son ouverture de 3,60 m, la KS 3000 permet une prise de 30 % supérieure à celle des bennes des concurrents sur le marché local, qui sont des bennes mécaniques de 2,80 m seulement. D'autre part, la benne KS 3000 hydraulique permet une vitesse d'excavation instantanée supérieure de 100 % à celle des bennes mécaniques.

L'exécution de la paroi plastique procède par des panneaux primaires de 3,60 m de large qui sont remplis de coulis bentonite-ciment auto-durcissant, suivis par des panneaux secondaires dans les intervalles de 2,50 m, mordant sur les primaires.

Avec la KS 3000, les panneaux primaires sont 30 % plus grands et les panneaux secondaires 100 % plus grands que ceux que l'on pourrait réaliser avec les plus grandes bennes mécaniques disponibles. Chaque paire de panneaux primaire/secondaire représente un avancement de 6,10 m de linéaire de paroi, à comparer avec un avancement de 4 m seulement avec un équipement mécanique. Sur son marché de Ngqura, le groupement Solétanche Bachy Dura Piling aura réalisé une moyenne de 25 à 30 m de linéaire de paroi par jour, soit une surface de 300 m² par poste.

La construction des murettes-guides fait partie intégrante du contrat de Solétanche Bachy Dura Piling.

Une fois la paroi plastique achevée, un terrassement en gradins est réalisé par NHC, jusqu'à 20 m sous le niveau de la mer. A partir de ce niveau est construit le mur gravitaire coulé en place formant le quai. Les mouvements de terre représentent 13 millions de mètres cubes extraits dont 9 millions de mètres cubes sont remis en place en arrière du mur gravitaire.

LE MATÉRIAU CONSTITUTIF DE LA PAROI PLASTIQUE

Pour satisfaire les impératifs de délai imposés, une station de fabrication de coulis performante a été installée sur le site, comprenant des silos de ciment en vrac d'une capacité de 180 t, des lagunes de stockage de boue, des mélangeurs et un digesteur. Les équipements clés ont été importés par Solétanche Bachy et le complément fourni localement par Dura Piling. Une batterie de puissantes pompes permet de transporter le coulis bentonite-ciment sur des distances atteignant 600 m.



Vue aérienne du site en février 2003, avant réalisation de l'écran étanche, avec l'implantation du futur port en surimpression

Aerial view of the site in February 2003, before construction of the waterproof screen, with the layout of the future port in overprinting



La benne hydraulique KS 3000

The KS 3000 hydraulic bucket



La construction d'un des quais, sous rabattement à l'abri de l'écran étanche

Construction of one of the docks below the water level, sheltered by the waterproof screen



Portion de paroi au coulis découverte au cours du terrassement

Portion of grouted wall uncovered during earthworks

► L'épaisseur de la paroi plastique est de 0,60 m et sa perméabilité ne doit pas dépasser 10^{-8} m/s à 28 jours. L'excavation est réalisée directement sous coulis bentonite-ciment, sans boue de forage et sans substitution, selon une formulation mise au point par Solétanche Bachy et qui a déjà connu de nombreuses applications parfaitement réussies, dans le monde entier.

Dans cette paroi plastique ainsi réalisée en une seule phase le coulis fait prise au bout de deux jours. Un mois plus tard sa résistance atteint 1 MPa. L'intérêt majeur de la méthode sans substitution réside dans sa rapidité d'exécution et dans son niveau élevé de qualité.

L'absence de substitution élimine le risque de poches rémanentes où le coulis serait insuffisant, voire absent, et on comprend que sur un projet à programme accéléré tel que celui-ci il est essentiel de réussir du premier coup. Attendu que la sécurité est une préoccupation prioritaire pour NHC, le groupement Solétanche Bachy Dura Piling a réalisé des tests préalables nombreux en utilisant les matériaux du chantier, ainsi que des contrôles intensifs en cours d'exécution visant à garantir que l'objectif serait atteint parfaitement. La suite des travaux a permis, dès l'été 2003, de constater la totale réussite de l'opération.



La station de préparation du coulis auto-durcissant

The self-hardening grout preparation station

ABSTRACT

South Africa. A watertight plastic-walled screen is the key to construction of the port of Ngqura

R. Marsden

For the construction of the new deep-water port of Ngqura near Port Elizabeth, South Africa, Solétanche Bachy in a consortium with its local subsidiary Dura Piling Ltd is executing a waterproof plastic-walled screen of surface area 30,000 m² allowing execution of the earthworks needed for dry construction of the dock below a depth of 20 metres below sea level. This is the first such project in this part of the world due to the technique and the use of a KS 3000 hydraulic excavation bucket.

RESUMEN ESPAÑOL

África del Sur. Una pantalla estanca en pared de plástico, constituye la clave de la construcción del puerto de Ngqura

R. Marsden

Para la ejecución del nuevo puerto en aguas profundas de Ngqura cerca de Puerto Elizabeth en África del Sur, Solétanche Bachy en agrupación con su filial local Dura Piling Ltd ejecuta una pantalla estanca en pared de plástico de 30.000 m² que permite la ejecución de los movimientos de tierra necesarios para la construcción en seco del muelle desde una profundidad de 20 m bajo el nivel del mar. Estas obras constituyen una primicia en esta parte del mundo debido a la técnica aplicada y la utilización de una cuchara de excavación hidráulica KS 3000.

Réfection des allées latérales du Paseo de la Reforma à Mexico

Alain Foulard
ADJOINT TRAVAUX
Eurovia - Agence Emulithe

Jean-Pierre Marchand
DIRECTEUR TECHNIQUE
Eurovia - Direction Technique

Angel Menendez
DIRECTEUR EXPLOITATION
Eurovia - Filiale Bitunova

Le Paseo de la Reforma à Mexico est une avenue très touristique et circulée. Elle est constituée de dalles en béton de ciment ayant une cinquantaine d'années qui présentent des enfoncements ponctuels ou de la fissuration. Bitunova, filiale d'Eurovia au Mexique a proposé une solution qui permet de réhabiliter cette voirie sans avoir à la démolir et à la reconstruire : réparation et préparation des dalles puis mise en place d'un complexe anti-remontée de fissures composé de trois couches d'enrobés. Un à six centimètres enrobé de reprofilage, 2 cm sable enrobé anti-fissure et 5 cm couche de roulement. Il s'agit d'une première au Mexique et même pour la France dans le contexte particulier de la réfection de dalles béton. Le chantier de 30000 m² mené en quatre semaines en travaillant jour et nuit, week-ends et jours fériés.

Filiale d'Eurovia au Mexique, Bitunova vient de réhabiliter les voies latérales de l'avenue du Paseo de la Reforma, l'équivalent des Champs Elysées à Mexico (photos 1 et 2).

Cette avenue très touristique comprend deux corps centraux et deux corps latéraux. Elle est constituée de dalles en béton de ciment ayant une cinquantaine d'années (photos 3 et 4). Comme Mexico est bâtie sur un ancien lac et en zone sismique, l'avenue présente un aspect très irrégulier dû à l'inclinaison des dalles, à des enfoncements ponctuels, à de la fissuration (voire des cassures) d'une grande partie de celles-ci.

L'entreprise a proposé une solution qui permet de réhabiliter cette voirie très importante sans avoir à la démolir et à la reconstruire, ce qui aurait allongé la durée de chantier, augmenté la gêne aux usagers et surtout accru considérablement le coût.

La solution adoptée est la suivante :

- ◆ démolition des dalles cassées (au BRH) et substitution par 20 cm de grave bitume 0/30 au bitume 60/80;

- ◆ nettoyage et garnissage des joints de construction et pontage des fissures par un produit américain équivalent à l'Accoplast BSP (Béton sans primaire) d'Eurovia;

- ◆ mise en place d'un complexe anti-remontée de fissures (photo 5) composé de trois couches d'enrobés (selon le phasage de mise en œuvre) :

- 1 à 6 cm de Microvia R en reprofilage (épaisseur moyenne 3 cm),
- 2 cm Viasaf,
- 5 cm Viafibre.

Il s'agit d'une première au Mexique et même pour la France dans le contexte particulier de la réfection de dalles béton.

Le Microvia R est un béton bitumineux 0/6 à formulation continue avec 7,0 ppc de liant R, mélan-



Photos 1 et 2
Vue générale du Paseo de la Reforma



Photos 3 et 4
Etat des dalles de béton de ciment

Condition of the cement concrete slabs



Tableau I
Spécifications
sur les liants
Binder specifications

Essais	Unités	AC 20	Liant R	Bitume modifié à 3% de SBS	Bitume modifié à 5 % de SBS
Pénétration à 25°C	0,1 mm	> 60	15 à 25	40 à 60	35 à 65
Température bille & anneau (TBA)	°C	48 à 56	> 52	> 50	> 60
Retour élastique	%	-	-	> 50	> 70
Stabilité au stockage Δ TBA	°C	-	-	< 10	< 10

Tableau II
Spécifications
sur les enrobés
Bituminous mix specifications

Essais	Unités	Microvia R	Viasaf	Viafibre
Stabilité Marshall à 60°C	daN	> 1000	> 1000	> 700
Fluage Marshall	mm	-	1 à 5	1 à 5
Pourcentage de vides	%	-	< 4	< 6



Photo 6
Réalisation des enrobés
Production of bituminous mixes

difié (7,0 ppc) avec 3 % de SBS et apport de 0,3 ppc de fibres de cellulose. C'est le même type d'enrobé (en épaisseur plus faible) qui a été mis en place en 1989 sur l'avenue de Paris à Versailles (face au château).

Les couches d'accrochage au bitume modifié ont été réalisées avec de l'Emulvia Tac S, fabriquée par l'usine Bitunova d'Atlipac.

Tous les enrobés ont été fabriqués dans la centrale de Tepotzatlan (poste continu Gencor 300 t/h nominales). Au préalable il a été installé un silo à filler et une trémie doseuse pour les fibres.

L'étude de formulation sur les trois enrobés (tableau III) a été réalisée selon les spécifications mexicaines du marché (tableaux I et II) et les normes françaises.

Les études Marshall ont été conduites par le laboratoire mexicain de Bitunova. Les autres essais ont été faits en France par le centre de recherche, la délégation technique Ile-de-France avec l'appui de la direction technique.

Les essais d'orniérage sur le complexe (photo 5) :

- 5 cm Viafibre 0/10,
- 2 cm Viasaf 0/6,
- 3 cm Microvia R,

conduisent à d'excellents résultats (tableau IV).

Le chantier de 30000 m² a été mené en quatre semaines en travaillant jour et nuit, week-ends et jours fériés (photo 6). Outre les deux équipes de démolition et de substitution, celle de garnissage des joints et de pontage des fissures, le chantier a nécessité trois équipes d'application d'enrobés : une conventionnelle pour la mise en œuvre de la couche de roulement en Viafibre et deux équipes avec finisseur à rampe intégrée pour la mise en œuvre du Microvia R et du Viasaf.

Compte tenu de l'importance du chantier et de son caractère innovant pour le Mexique, deux collaborateurs de l'agence travaux Emulithe Villeneuve (située en région parisienne) ont fait le déplacement pour assister les équipes de mise en œuvre de Bitunova et participer à leur formation.

Essais	Unités	Microvia R	Viasaf	Viafibre
Compositions		Sable Lagrecosa 97% Filler 3%	Sable Lagrecosa 86% Sable Como 10% Filler 4%	6/10 Lagrecosa 50% Sable Lagrecosa 35% Sable Como 10% Filler 5% Fibres 0,3 ppc Bitume 3% SBS 7 ppc
		AC 20 + Additif R 6,5 ppc	Bitume 5% SBS 9 ppc	
Stabilité Marshall à 60°C	daN	> 1600	> 1100	> 1260
Fluage Marshall	mm	2.6	3.0	3.2
Pourcentage de vides	%	9	3.4	4.2
Duriez r/R		0,82	0,89	0,89
PCG % vides C25	%	23	14,9	
PCG % vides C40	%			13,8

Tableau III
Etudes sur les enrobés
selon les normes
mexicaines et françaises

*Bituminous mix design
in accordance with Mexican
and French standards*

	Norme	Unités	Valeurs
Orniérage 60°C	NF P 98-253-1		
30 000 cycles		%	2,5
100 000 cycles		%	3,3

Tableau IV
Résultats d'orniérage sur complexe
Results of rutting tests on membrane



Photo 5
Complexe anti-remontée de fissures
Anti-crack reflection membrane



ge de bitume AC 20 (pénétrabilité 60/80) et d'additif R (10 % en poids du bitume). Sa formulation permet une mise en œuvre facile sur une épaisseur variable tout en évitant les risques d'orniérage grâce à l'additif R.

Le Viasaf est un sable enrobé 0/4 anti-fissure avec 9,0 ppc d'un bitume élastomère dosé à 5 % de SBS. Le bitume polymère est fabriqué par Bitunova dans son usine de liant d'Atlipac. La formulation du Viasaf est fortement dosée avec un liant très modifié de façon à pouvoir supporter les risques de fissuration liés aux mouvements des dalles.

Le Viafibre est un BBSG 0/10 utilisant un liant mo-



Photo 7
Aspect final de la chaussée
Final appearance of the pavement

Le confort de roulement fourni par la nouvelle chaussée est apprécié par tous les usagers de cette artère principale (photo 7).

La ville de Mexico a l'intention de poursuivre la réfection des voies centrales du Paseo de la Reforma.

ABSTRACT

Renovation of the side lanes of Paseo de la Reforma in Mexico City

A. Foulard, J.-P. Marchand, A. Menendez

Paseo de la Reforma in Mexico City is a heavily trafficked avenue with many tourists.

It is built of cement concrete slabs about fifty years old in which localised indents and cracking are visible. Eurovia's Mexican subsidiary Bitunova proposed a solution enabling this road to be renovated without having to demolish and reconstruct it : repair and preparation of the slabs followed by the laying of an anti-crack reflection membrane consisting of three layers of bituminous mixes.

One to six centimetres of reshaping asphalt, 2 cm of sand with anti-crack coating, and 5 cm of wearing course. This is a first in Mexico and even for France in the specific context of renovation of concrete slabs. The 30,000 m² project was completed in four weeks, working night and day, on weekends and holidays.

RESUMEN ESPAÑOL

Refacción de las alamedas laterales del Paseo de la Reforma en México

A. Foulard, J.-P. Marchand y A. Menendez

El Paseo de la Reforma en México es una avenida sumamente turística y en la cual reina una intensa circulación. Esta avenida está formada por losas de hormigón de cemento que ascienden a unos 50 años y que presentan diferencias de nivel puntuales o fisuras.

Bitunova, filial de Eurovia en México ha propuesto una solución que permite rehabilitar esta vía de tráfico, sin tener que derribar y reconstruir : reparación y preparación de las losas y, acto seguido, aplicación de un complejo contra la propagación de las fisuras compuesto por tres capas de aglomerados.

Uno a seis centímetros de aglomerado de reperfilado, 2 cm de arena aglomerada antifisura y 5 cm de capa de rodadura. Se trata de una primicia en México, e incluso para Francia en el contexto particular de la refacción de las losas

de hormigón. Estas obras, de una superficie de 30,000 m² se han llevado a cabo en cuatro semanas, trabajando día y noche, fines de semana y días festivos.

Australie : construction

Comment démultiplier les atouts de procédés très performants ?

L'articulation des savoir-faire de Ménard Soltraitement et d'Austress Freyssinet dans le traitement des sols et la précontrainte pour la construction d'un terminal sucrier en Australie esquisse une réponse.

La préparation du sol par compactage dynamique et plots ballastés a permis de délimiter une plate-forme de 42000 m² apte à recevoir une charge maximale de 18 t/m²

Preparation of the soil by dynamic compacting and ballasting made it possible to demarcate a platform of 42,000 m² capable of accepting a maximum load of 18 tonnes/m²



QSL (Queensland Sugar Ltd) commercialise dans le monde entier toute la production des quelque 6500 cultivateurs de canne à sucre et minotiers du Queensland (Australie). La capacité de stockage des sept terminaux de cet Etat permet de garantir une activité continue sur l'année, alors que la saison de broyage ne dure que de juin à décembre. Pour maintenir sa compétitivité, QSL adapte en permanence ses installations. En 2001, elle a ainsi décidé de se doter d'un nouveau complexe de stockage en vrac de 480000 t sur la côte nord-est du Queensland – un équipement devant impérativement être opérationnel en septembre 2003 pour la mi-saison de broyage du sucre, moment où les installations existantes sont utilisées au maximum de leurs capacités. Le site sélectionné pour la construction, dans le port de Townsville, fait partie d'une zone de mise en valeur de l'estran où se dressait jadis une centrale électrique à charbon, remblayée avec les déchets liés à cette activité et aux dragages. L'étude géotechnique de la zone a été confiée au

bureau d'études GHD par QSL. Des essais de fouilles et de pénétration au piézocone ont été réalisés, complétés ensuite par des carottages et des campagnes d'essais en laboratoire. Ces études ont mis en évidence d'importantes couches d'argile très plastique et aussi hautement compressible sur les zones remblayées, recouvertes de matériaux non compactés d'origines diverses, avec en surface une couche de sables très mouvants. La présence de débris et une forte hétérogénéité dans le sol ont par ailleurs compliqué les travaux de fondation.

Les sols de l'ouvrage devant être soumis à des pressions pouvant atteindre 180 kPa en charge complète, le risque de rupture du sol et de tassements différentiels préjudiciables à l'intégrité du bâtiment devait être prévenu. Avec ses 25 m de hauteur, la présence de tunnels de déstockage situés à 4,5 m de profondeur, des équipements de manutention sensibles au moindre tassement différentiel et des exigences minimales de maintenance à long terme, le projet excluait en effet toute fissuration des dalles de plancher.

A l'origine, le projet prévoyait le fonçage de pieux et la suspension des planchers, une solution coûteuse qui a été rejetée. L'option de purge et de remplacement des sols a aussi été exclue en raison de son coût, de ses limitations pratiques et de son impact potentiel sur l'environnement. GHD a donc opté pour la réalisation d'un remblai d'essai de 10,8 m de haut pour définir l'efficacité et les délais de consolidation des sols en condition de surcharge.

■ L'ALTERNATIVE

Différentes options de fondation ont été étudiées par GHD. Dès les phases préliminaires du projet, Austress Freyssinet a proposé une solution alternative. "Ce projet, indique Geoffrey Holding, responsable de l'ingénierie civile chez Austress Freyssinet, était en effet un enjeu important pour le groupement Austress Freyssinet-Ménard Soltraitement, qui n'avait à son actif que deux petits contrats d'amélioration de sols en Australie."

En mars 2002, le groupement a proposé à QSL une solution globale d'étude et de réalisation des travaux de renforcement particulièrement novatrice, basée sur le principe de compactage "actif" des sols. Elle prévoyait l'utilisation du compactage dynamique et des plots ballastés pour consolider efficacement les horizons de sols et garantir la capacité portante et les critères de tassement uni-

d'un terminal sucrier

Dominique Julienne
RESPONSABLE EXPORT
Ménard Soltraitemet

Geoffrey Holding
RESPONSABLE MARKETING
Austress Freyssinet

formes sur l'ensemble de l'ouvrage. Cette proposition permettait par ailleurs de respecter les délais.

Enthalpy, qui assure la supervision du projet pour QSL, a rapidement évalué les avantages techniques et économiques de cette proposition ainsi que le bénéfice en délai de réalisation. Soutenu par GHD, le contrat d'amélioration des sols a donc été confié à Austress Freyssinet en groupement avec Ménard Soltraitemet.

■ PHASER LES TRAVAUX POUR GAGNER DU TEMPS

En raison de contraintes de temps et afin de poursuivre le travail pendant la finalisation des négociations contractuelles, le projet a été divisé en plusieurs phases. La première, qui a débuté en juin 2002, a porté sur l'identification des variations des conditions géologiques de la zone. Le travail a consisté en des essais d'excavations souterraines, de pénétration au piézocône et de sondage associés à des essais au pressiomètre qui fournissaient les meilleurs paramètres d'étude du sol, essentiels pour la conception des travaux d'amélioration des sols.

Trois zones bien distinctes ont été identifiées. La première, qui comprenait l'ancien littoral, a été traitée par compactage dynamique classique pour densifier la couche de sables de 5 m d'épaisseur reposant sur 1 m d'argile meuble hautement plastique. La deuxième zone, située à l'amplitude de la marée, était composée de 4 m d'argile hautement compressible. L'épaisseur de cette couche a été réduite de 1,5 m avant que la zone soit remblayée avec du sable pour former une plate-forme de travail sèche au-dessus du niveau de marée haute. Les colonnes ballastées ont été mises en place dynamiquement dans la couche d'argile restante. Les remblais ont ensuite été soumis à un compactage dynamique. La troisième et dernière zone était constituée de 2 m de remblais variables reposant sur 3,5 m d'argile meuble.

Afin de faciliter l'installation des colonnes ballastées dans le substratum à 5,5 m de profondeur, des pré-excavations locales du remblai ont dû être réalisées avant un compactage dynamique. Bien qu'une valeur de tassement maximum après construction ait été définie pour le projet, c'est le critère de tassement différentiel de 0,3 % qui a été pris en compte pour éviter la fissuration ultérieure de l'ouvrage et des planchers et garantir la viabilité à long



Les sols ont été consolidés par compactage dynamique ou par plots ballastés pour obtenir un résultat homogène conforme aux caractéristiques requises pour les fondations

The soils were consolidated by dynamic compacting or by ballasting to obtain a homogeneous result in conformance with the required foundation characteristics



terme des portiques de manutention des matériaux. "Il est intéressant de noter que, après le déstockage du sucre en vrac, le stock de réserve restant peut former et préserver une face verticale. Ce phénomène sur des stocks de réserve de 20 m de haut, ainsi que la différence de 4 m entre les niveaux de fondation du plancher et des tunnels de convoyeur sous-jacents, a constitué le plus grand défi à relever en matière de conception vis-à-vis des tassements différentiels", explique Dominique Julienne, responsable des travaux de renforcement des sols pour ce projet. Aussi a-t-il déterminé le traitement des sols en ajustant l'effort de compactage et le ratio de remplacement du traitement dynamique pour tenir compte à la fois de l'hétérogénéité géotechnique rencontrée sur le site et des problèmes de chargement (et de déchargement) différentiels. Les relevés d'énergie et autres paramètres de traitement ont été enregistrés individuellement au cours de l'exécution et prédéterminés grâce à des planches d'essai permettant de planifier et de coordonner la

La poutre en U s'exporte en Tasmanie!

Austress Freyssinet participe à la reconstruction du pont-jetée de la route de Sorell, en Tasmanie : une première en Australie.

Le pont-jetée de la route de Sorell est un élément stratégique du réseau routier de Tasmanie. Cet ouvrage est situé sur la Tasman Highway, à son extrémité orientale entre Pittwater Bluff et Midway Point, à 20 km au sud d'Hobart, au sud de la Tasmanie. Achevé en 1957, le pont-jetée était en son temps le plus grand pont précontraint d'Australie. Mais sa formule actuelle présente des signes de plus en plus accentués de détérioration structurelle entraînant une diminution de sa portance. Pour augmenter le poids total en charge autorisé au passage de l'ouvrage, le Department of Infrastructure Energy and Resources (DIER) a décidé de remplacer l'ouvrage dans les délais les plus courts possibles. Le nouvel ouvrage sera donc une poutre en U composée de voussoirs préfabriqués selon le concept développé en France par Freyssinet et Jean Muller International. Ce concept n'ayant été adopté qu'en France – où Freyssinet en a construit plusieurs pour le compte de la direction des routes – et en Amérique du Nord, le pont-jetée de Sorell sera le premier de ce type en Australie.

Freyssinet assure la précontrainte

John Holland Pty Ltd a assuré l'étude de conception et la construction du pont n° 1 et ses accès, la démolition de l'ouvrage existant et l'ensemble des travaux annexes prévus au cahier des charges. John Holland a fait appel au savoir-faire d'Austress Freyssinet en matière de précontrainte, conseils techniques et techniques de construction. John Holland a remporté le marché de préfabrication des voussoirs et de précontrainte de la poutre en U, soit 18 travées de 25,5 m chacune. Le consultant pour les études est GHD. Austress Freyssinet intervient comme consultant pendant la phase d'études.

Optimiser l'usage des éléments préfabriqués

Le contrat porte sur deux lots distincts. Le lot A table sur une durée d'études et de construction de 18 mois pour le nouveau pont-jetée et ses accès. Le lot B, qui débutera après la mise en service du nouvel ouvrage, porte sur la démolition de l'ancien

pont et la construction des *slips* de lancement des canots de sauvetage. Le contrat a été adjugé le 19 juillet 2001. L'achèvement du lot A eut lieu le 19 janvier 2003 et la fin de l'ensemble est programmée pour le 19 juillet 2003. Les éléments préfabriqués sont constitués d'un béton très compact afin de résister à l'environnement marin. Le chantier de préfabrication a été implanté sur un terrain libre à 4 km du site.

Austress Freyssinet assure l'assistance technique et la surveillance de ce chantier, notamment pour la fixation de la cage d'armature et la mise en place des gaines de câbles selon les exigences de tolérances prescrites. Le pont est constitué de deux poutres-caissons de 1 200 mm de hauteur. Les voussoirs de la poutre en U sont lancés à partir de la travée précédente, avec collage époxy et précontrainte provisoire. Une fois la précontrainte partielle permanente appliquée, l'ensemble de la travée vérinée en place est abaissée sur les appareils d'appui permanents. La précontrainte définitive est ensuite mise en œuvre et la poutre de lancement déplacée sur la travée suivante. Les voussoirs sont précontraints longitudinalement et transversalement.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Department of Infrastructure Energy and Resources Tasmanian Government

Maître d'œuvre

John Holland Pty Ltd

Consultant

GHD Pty Ltd

Entreprise spécialisée

Austress Freyssinet
(VIC) Pty Ltd

phase de compactage sur une base journalière. Les essais au pressiomètre ont déterminé les paramètres de post-compactage, confirmant la conformité avec les critères de tassement total et différentiel.

Lancés en juillet 2002, les travaux d'amélioration des sols se sont achevés en novembre 2002, avec six semaines d'avance sur le calendrier.

UNE PRÉCONTRAINTE OPTIMISÉE

En collaboration avec le groupe Walter Construction, Austress Freyssinet a assuré l'étude de la précontrainte et la mise en place des éléments en béton du terminal sucrier.

L'emprise de l'ouvrage représente 40 000 m² de dalles de plancher précontraintes, ayant à supporter des charges au sol de 180 kPa. Trois tunnels de déstockage en béton de 4,5 m de profondeur courent sous les dalles de plancher sur une longueur de plus de 800 m.

Un mur périphérique en béton de 5 m de haut soutient les fermes de toiture en acier et les portiques de manutention.

La quantité totale de béton utilisée a atteint 20 000 m³, quant à la précontrainte, ce sont plus de 500 t d'acier qui ont été mises en œuvre. La solution "intégrée" proposée par le groupement Austress Freyssinet-Ménard Soltraitement reposait sur le mariage des techniques d'amélioration des sols et de la précontrainte, entraînant ainsi une réduction des coûts et des délais pour le maître d'ouvrage.

Structurellement, les tunnels de déstockage sont entièrement déconnectés des planchers. Cette disposition a permis d'optimiser la précontrainte dans les dalles des planchers et de réduire leur dimension sans aucune contrainte ou effet sur les structures des tunnels bien plus rigides. Une précontrainte, verticale, a également été appliquée dans les murs d'enceinte.

Outre la réduction des dimensions des dalles, la précontrainte a permis de s'affranchir du coulage de joints de bétonnage longitudinaux, limitant ainsi le raccordement des dalles aux trois joints transversaux et évitant une maintenance coûteuse. Globalement, la construction du bâtiment a été simplifiée et les modules carrés de plancher mesurant 50 m de côté ont été coulés la nuit pour éviter les fissurations du béton par retrait. La construction a été menée en parallèle avec la phase d'amélioration sur les différents lots du chantier remis après le traitement des sols et les essais de vérification de tassement.

La garantie globale Freyssinet, fournie au maître d'ouvrage à l'issue des travaux, couvre à la fois l'amélioration des sols et les travaux de construction redéfinis par Austress Freyssinet.



Trois zones distinctes ont été définies grâce à l'utilisation du pressiomètre. Les propositions émises par le groupe ont permis de garantir le délai

Three separate zones were defined by pressure meter. The proposals made by the group enabled the deadline to be met

■ UNE ÉCONOMIE DE DÉLAIS, DE COÛTS ET DE RISQUES

Les techniques actives de consolidation, associées aux avantages de la précontrainte, ont permis de garantir le respect des délais critiques du programme. En réduisant les travaux de terrassement et les quantités de matériaux utilisés, elles ont également permis de réaliser des économies. Les tassements maximums garantis ont répondu aux préoccupations du maître d'ouvrage en terme de comportement futur de l'ouvrage. Les risques environnementaux associés aux systèmes classiques ont été évités.



Les semelles de fondation et les dalles de planchers sont précontraintes à 90 %. Le mur d'enceinte a reçu en outre, une précontrainte verticale composée de câbles à cinq torons mis en place tous les 0,8 m

The foundation slabs and floor slabs are 90 % prestressed. The enclosure wall also received vertical prestressing consisting of 5-strand cables put in place every 0.8 metres



L'ensemble du bâtiment représente 20000 m³ de béton : une quantité réduite par rapport à la solution d'origine grâce à une utilisation optimale de la précontrainte

The entire building contains 20,000 cu. m of concrete, which is less than the quantity involved in the original solution thanks to optimum use of prestressing

► ■ UNE SOLUTION À LA HAUTEUR

"L'innovation en matière d'étude et de réalisation dont ont fait preuve Austress Freyssinet et Ménard Soltraitement nous a permis de relever les défis techniques et de planification pour les aspects géotechniques et structurels de notre projet", estime Ross Broadbent, chef de projet chez Enthalpy.

"Nous avons ainsi bénéficié de nombreux avantages qui ont été par la suite renforcés par la gestion et la coopération proactives mises en place pendant les travaux. Cela a littéralement jeté les fondations du succès de notre projet."

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maitre d'ouvrage

Sugar Terminals Ltd.

Exploitants

Queensland Sugar Ltd.

Gestion du projet

Enthalpy Ltd.

Bureau d'études

GHD Ltd.

Amélioration des sols et terrassement

Maitre d'œuvre

Austress Freyssinet Ltd.

Entreprise spécialisée

Ménard Soltraitement

Terrassement

Mendi Constructions Ltd.

Ingénierie géotechnique

Douglas Partners Ltd.

Construction du terminal vraquier de sucre

Maitre d'œuvre

Walter Construction Ltd.

Entreprise spécialisée

Austress Freyssinet Ltd.

ABSTRACT

Australia : construction of a sugar terminal

D. Julienne, G. Holding

The Australian firm QSL sells all of Queensland's sugar cane production. Constantly adapting its facilities, the firm decided in 2001 to build a new sugar terminal to stay competitive. To be constructible, the area selected had to be treated. This operation was entrusted to Freyssinet Group, which proposed a solution involving a close combination of soil improvement and prestressing for the slabs of the future building.

RESUMEN ESPAÑOL

Australia : construcción de un terminal azucarero

D. Julienne y G. Holding

La empresa australiana QSL comercializa el conjunto de la producción de caña de azúcar en el Queensland. Al adaptar constantemente sus instalaciones, la empresa tomó la decisión en 2001, relativa a la construcción de un nuevo terminal azucarero para mantener así su competitividad. Para ser constructible, la zona seleccionada ha tenido que ser previamente sometida a un tratamiento. Una operación encargada al grupo Freyssinet que ha propuesto una solución en que se combinan estrechamente la mejora de los suelos y el pretensado de las losas del futuro edificio.



Asie Centrale : les corridors actuels des routes de la soie, de l'eau, du pétrole et du gaz

"De toutes les données de l'Histoire, la plus intangible est la Géographie..." (Bismarck).

■ PRÉAMBULE

Les historiens anciens considéraient que l'Asie Centrale était la "terre d'entre les deux fleuves" : avant de se jeter dans la mer d'Aral que se partagent le Kazakhstan et l'Ouzbékistan actuels, l'Amou-Daria et le Syr-Daria en délimitaient le territoire et les frontières géographiques, culturelles et politiques qui la séparaient du reste du monde.

Actuellement les géographes dénomment Turkestan, au sens large du terme, l'ensemble du Xinjiang à l'extrémité nord-ouest de la Chine, des cinq républiques indépendantes nées de la désagrégation de l'empire soviétique en 1991 et du nord de l'Afghanistan.

Mais l'Asie Centrale se définit en fait comme l'ensemble de ces cinq Républiques, soit d'ouest en est le Kazakhstan, le Turkménistan, l'Ouzbékistan, le Tadjikistan, et le Kirghizistan (les cinq "Stans" pour les géo-économistes, représentant au total 57 millions d'habitants, mais en superficie le Kazakhstan couvre les deux tiers de toute l'Asie Centrale) : leurs frontières compliquées, faisant abstraction de toute cohérence géographique et historique surtout au sud-est de la région, où elles sont donc très controversées, multiplient les fractionnements ethniques, les antagonismes nationaux envers les minorités et les nationalismes exacerbés, et furent en fait tracées dès les années 1920 par Staline, soucieux de diviser pour régner sur un empire multi-ethnique, mais avec un seul Etat souverain, une langue et un alphabet uniques; d'où les "doigts de gant" aberrants dessinés par les frontières actuelles : "pseudopode" de la vallée de Fergana en Ouzbékistan s'enfonçant dans le territoire du Kirghizistan, "pseudopodes" du nord-ouest du Tadjikistan entre Ouzbékistan et Kirghizistan, ou du nord-est de l'Afghanistan (région du Pamir) entre Tadjikistan et Pakistan (figure 1).

Nous avons choisi pour compléter notre champ d'étude d'évoquer aussi dans le voisinage immédiat de l'Asie Centrale (premier cercle d'influence périphérique), l'Iran (70 millions d'habitants),

l'Afghanistan et les républiques du Caucase (Géorgie, Arménie, Azerbaïdjan), pour des raisons de cohérence :



Figure 1
Carte des cinq "Stans"
et complication des frontières

("L'Etat du Monde 2003", Editions de La Découverte)

Map of the five "Stans"
and border complications

("L'Etat du Monde 2003", Editions La Découverte)

◆ avec le thème que nous développerons des "routes de la soie" (Transcaucasie pour la branche centrale de ces routes de la soie traversant la Caspienne par un maillon maritime entre Bakou et Türkmenbasy; Iran et Afghanistan pour la branche sud);

◆ avec le dossier "hydrocarbures" : gazoducs et oléoducs en Azerbaïdjan et en Iran.

Soit au total dix pays, pour une population de 166 millions d'habitants (dont l'Iran pour près de la moitié) formant une vaste et étonnante région hétérogène de steppes ponctuées d'oasis, frangées au sud et à l'est de très hautes chaînes de montagnes générant les quelques fleuves qui s'aventurent au travers du désert en subissant les énormes ponctions de l'irrigation.

Mais on ne saurait négliger, dans un second cercle d'influence périphérique, la Turquie (67 millions

▶ d'habitants) à l'ouest, qui joue à la fois la carte de l'Europe et celle de l'Asie Centrale, et le Pakistan (141 millions d'habitants) à l'est, régime militaire qui dispose de l'arme nucléaire et a pu tenir, comme l'Arabie Saoudite au Moyen-Orient, le double langage de l'alliance avec les USA et du soutien aux mouvements islamistes capables de déstabiliser l'Asie Centrale ; sans oublier bien entendu, dans un troisième cercle d'influence l'omniprésence territoriale de la Russie et de la Chine (notamment ses confins ouest : province du Xinjiang entre l'Altaï mongol et le désert du Taklimakan).

Jusqu'au septembre noir de 2001, la presse spécialisée se préoccupait assez peu, dans l'Europe des Quinze et dans son landerneau d'experts de la géopolitique des transports, de la Route de la Soie et de ses multiples tracés remontant pour la plupart à la nuit des temps : à la louable exception d'une part de l'Allemagne qui s'est intéressée très tôt à ces corridors en Asie Centrale (peut-être en raison de la minorité d'origine allemande encore vivace au Kazakhstan, de l'ordre de 300 000 personnes), et d'autre part de l'IRF de Genève qui a organisé à Ashkabad (Turkménistan, avril 1998) et à Tachkent (Ouzbékistan, septembre 1999) les deux premières conférences internationales sur la réhabilitation de ce qu'il est convenu d'appeler la Route de la Soie (dont on décrira ci-après au chapitre C les multiples variantes).

Considérant le projet comme dépourvu d'intérêt ou, au mieux, comme mythique à l'échelle du XXI^e siècle, ces mêmes experts géopolitiques ont longtemps ignoré le rôle économique et stratégique de ces divers itinéraires de transport terrestre reliant la mer Noire (Russie, Turquie et Transcaucasie), la Caspienne et la Chine, traits d'union symboliques de l'Europe avec le Proche Orient, le Moyen-Orient et l'Asie Centrale, pour se focaliser au contraire à l'environnement sur deux autres facteurs de développement et de puissance, certes fondamentaux, affectant "l'Arc islamique" entre la Turquie et le Pakistan :

- ◆ la recherche, l'exploitation et l'acheminement des énormes réserves de gaz et d'hydrocarbures que l'on connaît ou que l'on pressent en Transcaucasie, au Kazakhstan et au Turkménistan de part et d'autre de la Caspienne (et la Caspienne détient elle-même d'énormes nappes sous ses fonds au nord dans sa partie russe et kazakhe, comme au sud dans sa partie iranienne, susceptibles d'alimenter, au fur et à mesure des besoins, des forêts futures de puits offshore, l'ensemble générant actuellement des stratégies capitalistiques gigantesques d'anticipation) ;

- ◆ les convoitises, plus localisées, sur la répartition d'une autre denrée d'importance absolument vitale dans cette partie du monde : l'eau, l'or bleu support de vie.

Hydrocarbures et eau, pour le contrôle desquels le Proche et le Moyen-Orient depuis des décennies et l'Asie Centrale actuellement sont les théâtres

d'affrontements sanglants et de conflits souterrains d'appropriation que masquent et alimentent à la fois les jusqu'au-boutismes religieux (montée de l'Islam radical¹) et des disparités ethniques et linguistiques extraordinairement complexes² (sans oublier les différents alphabets réutilisés en Asie Centrale après la dislocation de l'URSS).

Le gaz et les hydrocarbures y opposent en effet aux pays consommateurs, mais dépourvus des ressources correspondantes, les grands pays nantis possesseurs et/ou exploitants de richesses pétrolières : Etats-Unis ; Russie, dont on oublie parfois qu'elle est le premier producteur mondial de gaz naturel et qui maintient beaucoup plus qu'un droit de regard sur ses anciennes républiques actuellement réputées indépendantes du Caucase et de l'Asie Centrale (notamment le Kazakhstan) entre mer Noire, Caspienne et Chine ; Iran ; Arabie Saoudite et pétromonarchies (émirats). Avec parmi ces pays une typologie distinguant :

- ◆ les puissances capitalistiques ou "quasi-capitalistiques" (USA, Russie, Turquie et Iran) d'un côté,
- ◆ de l'autre les pays producteurs mais qui n'ont ni les moyens ni le savoir-faire d'une part pour exploiter et recueillir la plus-value de la fourniture au reste du monde de ces richesses qu'ils détiennent pourtant au départ (comme le Kazakhstan, le Turkménistan et l'Azerbaïdjan) et d'autre part pour les acheminer à des ports de redistribution maritime sur la mer Noire et la Méditerranée au travers du Kazakhstan, du Turkménistan, de l'Irak, de l'Iran, de l'Azerbaïdjan et de la Géorgie, ou sur l'océan Indien vers l'Asie de l'Est.

Par ailleurs la **répartition de l'eau** dans cette région du monde repose sur une autre typologie, simpliste mais commode :

- ◆ opposant, de part et d'autre des frontières, les pays "châteaux d'eau", pays "prédateurs" périphériques avec leurs barrages d'amont et la bonne excuse de la régulation des grandes crues et les pays "floués" : Syrie, Irak, Kazakhstan ;

- ◆ ou opposant entre eux les pays de l'Asie Centrale qui se disputent les eaux du Syr-Daria (Kazakhstan ; Ouzbékistan ; Tadjikistan : réservoir du Karakoum ; Kirghizistan : réservoir de Toktogoul) et de l'Amou-Daria (Ouzbékistan et Turkménistan). Les ponctions sur ces sources d'eau pour la culture du coton ont contribué, comme on le verra au chapitre E, à réduire souvent à peu de chose les apports terminaux à la mer d'Aral et à contribuer à son assèchement, situation caricaturale montrant bien les dangers de la surexploitation agricole sur la planète.

Mais la réalité quotidienne et l'avenir à court ter-

1 - Décrite dans "Asie Centrale, champ de guerres", d'Ahmed Rashid, Editions Autrement (février 2002).

2 - Excellamment décrites dans le *Que-sais-je* : "L'Asie Centrale contemporaine" d'Olivier Roy (PUF, janvier 2002).

me de l'économie de "l'Arc islamique" recouvrent en matière de transports une situation beaucoup plus complexe que l'indiquent ces premières typologies descriptives, et c'est bien l'ensemble :

- ◆ pétrole, gaz et les pipes correspondants;
- ◆ eaux d'alimentation et d'irrigation et leurs acheminements;
- ◆ voies de transports terrestres (les divers corridors actuels rail-route reprenant plus ou moins les tracés historiques de la Route de la Soie) et équipements d'acheminement portuaires à plus de 1 000 km des frontières de l'Asie Centrale;
- ◆ fragmentations ethniques, voire tribales, qui constitue un conglomérat d'infrastructures et de situations diverses au milieu desquelles les antagonismes régionaux alimentent un conflit latent perpétuel, avec périodiquement de brusques explosions où fondamentalisme et terrorisme ne constituent souvent qu'un écran ou un décor commode masquant les stratégies des trois cercles d'influence précités.

Les divers tracés actuels de la Route de la Soie (que nous préférons dénommer "Corridors de la Soie"³, tant ils sont encore imprécis et éloignés d'une réalité actuelle tangible) s'insèrent ainsi dans une géopolitique complexe de mainmise sur les richesses souterraines de l'Asie centrale et de la Transcaucasie et s'ajoutent aux enjeux politiques où s'opposent :

- ◆ les Etats-Unis (pour assurer leur potentiel énergétique à court terme hors nucléaire, mais aussi pour tenir en respect dans cette partie du monde d'une part les dangers du terrorisme mondial qu'ils n'ont pas su prévoir à temps, et d'autre part la forte natalité des pays musulmans); d'où la présence américaine périphérique en Afghanistan et en Irak, suite aux interventions militaires de 2001 et de 2003, mais aussi au Kirghizistan, en Ouzbékistan, au Pakistan, en mer Rouge et dans le golfe Persique, lui assurant le contrôle du sud-ouest asiatique (mais avec quels itinéraires de pénétration? On retombe sur le rôle géostratégique des transports terrestres, particulièrement évident dans cette partie du monde);
- ◆ l'Iran qui cherche à tirer son épingle du jeu, avec des atouts non négligeables;
- ◆ les ambitions de la Russie pour le maintien voire la reconquête économique des anciennes républiques soviétiques d'Asie Centrale (il reste une petite population russe encore significative au Kazakhstan : "*La Russie n'est jamais aussi forte ni aussi faible qu'il n'y paraît*" disait Bismarck, encore lui...);
- ◆ sans oublier la Chine qui cherche à ressusciter la Route de la Soie pour s'ouvrir une profondeur stratégique en Asie Centrale à partir du Xinjiang (les "têtes de pont" de Kashgar et Urumqi), pour protéger les ressources en hydrocarbures de cette province au pied du Pamir et contenir sa minorité musulmane des Ouïgours opposés aux Hans mais

par ailleurs très prolifique (doublement voire triplement de cette minorité d'ici 2050, face à la politique de Pékin de limitation des naissances).

Enfin, pour le grand avenir et en tablant sur le principe souvent affiché du "tourisme, première industrie du XXI^e siècle", on ne saurait oublier ce dernier facteur de développement économique s'appuyant, à plus ou moins long terme, sur l'exploitation culturelle d'un des berceaux du développement de l'humanité avec les sites de Khiva, Samarcande (la capitale de Tamerlan : Timour-leng ou Timour le boiteux), Boukhara, Termez, Merv etc., et tout ce qui évoque Alexandre le Grand et son éphémère empire eurasiatique, Gengis Khan, Marco Polo etc. L'analyse de tous ces facteurs est indispensable pour formuler ensuite un diagnostic sur l'avenir des transports terrestres en Asie Centrale.

* * *

Nous évoquerons successivement comme suit, pour en arriver in fine à la géopolitique des transports terrestres en Asie Centrale, la situation globale de la région fin 2002 :

A - La situation géophysique de l'Asie Centrale depuis la Caspienne jusqu'au Pakistan et jusqu'à la Chine, pour autant qu'ils concernent les corridors de transport.

B - Quelques données socio-économiques des pays traversés ("Etat des lieux").

C - Les schémas directeurs des grands itinéraires rail-route.

D - La bataille des gazoducs et des oléoducs.

E - La bataille de l'eau.

F - Les projets actuels d'amélioration des réseaux rail-route et des sections transfrontières, facteurs potentiels de rapprochement et de développement de l'Asie Centrale.

On mentionnera brièvement, comme pour notre étude sur la géopolitique des transports au Moyen-Orient⁴, les difficultés considérables (même avec un bon carnet d'adresses, un réseau sérieux de contacts et de correspondants nationaux) pour obtenir une documentation précise et surtout actualisée concernant :

- ◆ l'état du réseau routier primaire (réseau rapide et de forte capacité) et du réseau rail existant, en construction ou en projet;
- ◆ les statistiques récentes de trafic et de sécurité (accidents) sur ces deux réseaux;
- ◆ une cartographie routière et ferroviaire de base

3 - Par analogie avec les corridors d'Helsinki tracés et partiellement réalisés dans les PECO, ces "Corridors de la Soie" constituent de fait le prolongement asiatique des réseaux européens au-delà des corridors IV (Constanza), IX (Odessa) et X (Istanbul) et se retrouvent dans le réseau des E-roads proposé pour l'Asie Centrale par le programme de l'UNECE de Genève.

4 - Article sur le Croissant fertile et le Moyen-Orient dans la *Revue Générale des Routes* (n° 810 et 811, octobre et novembre 2002).



Figure 2
Carte orographique :
l'équerre montagneuse sud-est

(Extrait de la carte du Monde
IGN - © IGN - 2003 -
Autorisation 80-3116)

**Relief map : the mountainous
southeastern square**

(IGN map of the world : permit
No. 80-3116)

éditée localement et correctement actualisée, toutes données qui s'apparentent pratiquement au secret d'état dans plusieurs des pays concernés.

Plus précisément :

◆ on se heurte dans toute cette région, comme au Proche et au Moyen-Orient, à l'absence d'une définition précise et uniforme des termes techniques de base : autoroute, expressway, voie rapide sans terre-plein central (multilane), première chaussée intégrable etc., sont en général confondus sous le même vocable de "highway" dans la cartographie locale ou internationale ;

◆ il est souvent impossible d'obtenir localement des services nationaux concernés des statistiques de trafic sérieuses (trafic global, et notamment pourcentage de poids lourds, facteur important intervenant dans le partage du fret avec le réseau rail ; évolution de ces trafics rail et route durant les cinq dernières années, etc.) ;

◆ l'absence commerciale d'une cartographie routière et ferroviaire actualisée et homogène sur tout l'ensemble de l'Asie Centrale oblige à des recherches longues et à de patients recoupements pour disposer d'une base solide (par exemple à l'IGN à partir des clichés du satellite Spot qui permettent de distinguer 2 x 2 voies, multilanes, voirie ordinaire, etc.) ; à signaler cependant l'excellente cartographie, homogène, régulièrement actualisée et éditée pays par pays par le ministère des Affaires étrangères (Direction des Archives, Division géographique), cartographie de base à laquelle nous renvoyons le lecteur.

Enfin, il ne faut pas méconnaître les difficultés nées des différentes orthographes des noms de ville ou de cours d'eau : passage de l'écriture arabe à l'écriture occidentale ou cyrillique ; noms débaptisés

après l'effondrement de l'empire soviétique, comme le symétrique oriental de Bakou sur la Caspienne, Krasnovodsk à l'époque russe devenu après 1991 Türkmenbasy au Turkménistan ; Alma Ata au sud-est du Kazakhstan devenu Almaty en cédant le titre de capitale à Astana au nord (dénomination ancienne Tselinograd puis Akmola) ; Baykongyr devenu en URSS Leninsk puis Baïkonour (le centre de lancement spatial) après la Seconde Guerre mondiale, etc. Il arrive aussi que les cours d'eau changent de dénomination en traversant une frontière, par exemple entre la Chine et le Kazakhstan l'Ertix He chinois devenant l'Irtych kazakh ; enfin les cartographes, suivant qu'ils transcrivent phonétiquement l'appellation locale ou latine ou anglo-saxonne, écrivent différemment :

- Kashi, Kaxgar ou Kashgar dans le Xinjiang chinois ;
- Ourgouentch, Urgench ou Urgenc, près de la frontière turkmène de l'Ouzbékistan ;
- Ashabad, Achgabat, Achkhabad, pour la capitale du Turkménistan ;
- Aktöbe, Aktyubinsk ; ou Oral, Uralsk ; ou Semeï, Semipalatinsk au Kazakhstan, etc.

Pour éviter toute confusion nous avons parfois cité les deux appellations les plus courantes.

[A] SITUATION GÉOPHYSIQUE DE L'ASIE CENTRALE (figure 2)

Bien que sans frontière géographique au nord, où la steppe kazakh se poursuit sans discontinuité dans la Sibérie occidentale, l'Asie Centrale est un territoire pratiquement fermé sur trois de ses quatre côtés : la vaste steppe centrale du Kazakhstan et le désert du Kara Kum entre Amou-Daria et Syr-Daria sont bordés en nord-sud par la Caspienne sur 1 200 km à l'ouest, par les massifs du nord-est de l'Iran (Alborz), de l'Indu Kush et du Pamir (surnommé "le toit du monde" par Marco Polo en 1273) au sud, et par ceux du Tian Chan et de l'Altaï mongol à l'est. Et les seuls débouchés portuaires sur la Baltique, la mer Noire (à 2 300 km à vol d'oiseau de Tachkent), la Méditerranée, l'océan Indien (à 1 900 km de Tachkent avec le port de Karachi) et le Pacifique sont difficiles d'accès, contrainte pérenne dans une économie planétaire marquée par la mondialisation des transports maritimes.

Il faut insister sur l'énorme handicap que représentent ces reliefs du sud-est de l'Asie Centrale en matière de communication : les sommets de plus de 5 000 m et jusqu'à 7 500 m (massif du Pamir) sont légion dans plusieurs des dix pays de notre champ d'étude : Grand Ararat (5 137 m) en Turquie ; Kazbek (5 037 m) en Géorgie ; Nochak (7 485 m) en Afghanistan où l'on connaît par ailleurs l'importance historique et stratégique de la passe de Khyber à la frontière avec le Pakistan (col à 1 067 m

seulement); Pic Lénine sur la frontière Kirghizistan-Tadjikistan (7 134 m) avec à l'est le col Kyzylart à 4 280 m; Pic Karakoul, ex Pic du Communisme (7 495 m) et Pic de la Révolution (6 974 m) au Tadjikistan; Kongur dans le Xinjiang chinois (7 719 m), etc.

Il faut rappeler qu'un pays comme l'Afghanistan se situe pour sa plus grande partie au-dessus de 1 500 m d'altitude (Hazarajat et Indu Kush) : ceci y explique les coupures physiques et la multiplication tribale favorisées par la fragmentation du relief et l'absence totale de voie ferrée (le seul des dix pays mentionnés à n'avoir aucun itinéraire ferroviaire), qui y entretiennent encore un certain nomadisme, comme d'ailleurs dans une partie de l'Asie Centrale. De la même manière le Kirghizistan se situe presque en totalité au dessus de 2 000 m (plateaux et chaîne du Tien Shan, n'y permettant que 250 km de ligne ferroviaire entre Bishkek et Yssik-Kol) et le Tadjikistan au-dessus de 2 500 m (chaîne du Pamir, avec les seules lignes Termez-Douchambe et Termez-Kouliab).

Enfin, dans ce paysage de montagnes et de steppes en partie cultivables (céréales), marqué par des écarts de température considérables suivant les saisons et des phases périodiques de sécheresse accablant l'agriculture locale et handicapant la sécurité alimentaire, s'étendent deux des plus grands déserts du monde : le Kara Kum ("Sable noir") qui couvre l'essentiel du Turkménistan et où il pleut en moyenne une fois tous les dix ans, et le Kyzil Kum ("Sable rouge") à l'ouest de l'Ouzbékistan, entre Syr Daria et Amou Daria.

En simplifiant à l'extrême, l'Asie Centrale se partage entre trois grands types d'occupation des sols :

- ◆ les bassins de ses quatre principaux fleuves intérieurs, qui coïncident évidemment avec les grands couloirs urbanisés et islamisés : Syr-Daria et Amou-Daria au centre et au sud, Oural et Irtish respectivement à l'ouest et à l'est du Kazakhstan;
- ◆ les hautes montagnes de l'équerre sud-est (Indu Kush, Tien Shan, Pamir et Altaï);
- ◆ les vastes étendues de steppes ou de déserts, de la frontière iranienne à la Mongolie, où les nomades, peu islamisés, se sont pour la plupart urbanisés depuis un siècle.

Seul échappe partiellement à des conditions de vie archaïques inquiétantes, à cheval sur l'est de l'Ouzbékistan, le nord du Tadjikistan et le sud du Kirghizistan, le "doigt de gant" de la vallée de Fergana, longue oasis de verdure et de cultures de 350 km environ sur 50 à 100 km de largeur entre les régions de Tachkent (Ouzbékistan), Khoudjand ex Léninabad (dans le "pseudopode" nord du Tadjikistan) et Och, deuxième ville du Kirghizistan, grands centres politiques et culturels de l'islam. Cette vallée fertile (fruits, chevaux) accueille depuis des siècles une forte concentration d'habitants (de l'ordre de 10 millions soit environ 20 % de la population de toute l'Asie Centrale).

Statistiques de "l'Etat du Monde 2002" Ed. de La Découverte (sept. 2001) : chiffres de 1999 ou 2000	Population (millions d'hab.)	Surface (km ²)	Densité (hab/km ²)	Croissance annuelle de population (période 1995-2000)	Indice de fécondité (période 1995-2000)	PIB/hab en USD
Asie Centrale						
Kazakhstan	16,17	2 717 300	6	- 0,5 % ^(a)	2,1	4 951
Turkménistan	4,74	488 100	9,7	2,40%	3,6	3 347
Ouzbékistan	24,88	447 400	55,6	1,80%	2,85	2 251
Tadjikistan	6,09	143 100	42,5	1,20%	3,72	1 020
Kirghizistan	4,92	198 500	24,8	1,50%	2,89	2 573
<hr/>						
Géorgie	5,26	69 700	75,5	-0,30%	1,58	2 431
(c) Arménie	3,79	29 800	127,1	0,10%	1,39	2 215
Azerbaïdjan	8,04	86 600	92,9	0,90%	1,94	2 850
<hr/>						
Iran	70,3	1 648 000	42,7	1,70%	3,2	5 531
(c) Afghanistan	21,77	647 497	33,6	2,60%	6,9	800 (b)
Turquie	66,7	780 576	85,4	1,60%	2,7	6 731
Pakistan	141,26	803 943	175,7	2,70%	5,48	1 834

(a) En raison du rapatriement en Russie depuis 1991 de l'importante colonie soviétique qui s'était constituée au Kazakhstan à partir des années 30.
(b) Selon la CIA.
(c) Premier et deuxième " cercles d'influence ", suivant la définition du préambule qui précède.

La géographie physique (orographie) marque ainsi fortement l'histoire, le présent et l'avenir de l'Asie Centrale.

Tableau I
Statistiques
socio-économiques
Socio-economic
statistics

[B] QUELQUES DONNÉES **SOCIO-ÉCONOMIQUES** **DES PAYS COMPOSANT L'ASIE** **CENTRALE** **ET SON ENVIRONNEMENT** **PÉRIPHÉRIQUE**

Les statistiques socio-économiques du tableau I montrent de manière éclatante la précarité de la situation économique en Asie Centrale : les cinq républiques "indépendantes" affichent des PIB parmi les plus bas de l'Asie (avec des nuances pour le Kazakhstan et le Turkménistan en raison de la rente pétrolière et gazière locale), en tout cas inférieurs à ceux de la plupart des pays du Moyen-Orient⁴ ou – autre secteur à crise, comparable sous certains aspects –, des Balkans⁵.

On notera que, si les trois républiques caucasiennes se rapprochent sur ce point des taux "occidentaux", les cinq républiques d'Asie Centrale, ont de forts indices de fécondité, quoique inférieurs à ceux du Pakistan et de l'Afghanistan.

On rappellera, en ce qui concerne le troisième cercle d'influence, qu'après le démembrement de 1991, la Russie a perdu son statut d'équivalent approximatif des USA du point de vue de la masse démographique, paramètre toujours important :

- ◆ en 1981, URSS = 268 millions d'habitants, USA = 230 millions d'habitants;
- ◆ en 2001, Russie = 144 millions d'habitants, USA = 285 millions d'habitants, soit maintenant le double du grand concurrent...

Les cinq "républiques" de l'Asie Centrale (et à un

⁵ - Article sur la géopolitique des transports terrestres dans les Balkans dans la *Revue Générale des Routes* (numéros de mai et juin 2001). Ou Emmanuel Todd ("Après l'Empire", Gallimard, août 2002).

► moindre titre les trois républiques caucasiennes) ont subi comme un séisme l'effondrement du régime et du système soviétiques le 8 septembre 1991, aucune n'ayant vraiment su utiliser par la suite la liberté de manœuvre, retrouvée au moins en théorie; d'où une chute verticale de l'économie, des volumes de fret échangés à l'intérieur et avec l'extérieur de la région, les trafics rail-route ne remontant lentement qu'à partir de la fin des années 90.

Dès 1992 la Russie, qui avait mis en place sur près d'un siècle l'alphabétisation, facteur important de modernité, et un ensemble de réseaux de liens efficaces lui rattachant les cinq pays (lignes à haute tension, oléoducs, routes et surtout voies ferrées et bases militaires) mettait dans un premier temps fin à ses prêts et à ses subventions; elle exigeait que l'Asie Centrale lui remboursât son énorme dette (et en dollars), et la décapitait en matière directionnelle, rappelant les hauts fonctionnaires et les directeurs d'usines, tous russes: d'où, spécialement pour les pays dépourvus de la rente pétrolière dont bénéficient par contre l'Azerbaïdjan, le Kazakhstan et le Turkménistan, un dramatique déclin économique avec plongée du niveau de vie, poussées périodiques d'inflation mal maîtrisée, croissance du chômage (selon la Banque Mondiale, 60 % de la population du Kirghizistan vit actuellement au-dessous du seuil de pauvreté), tous problèmes socio-économiques engendrant à leur tour des tensions d'exacerbation politiques, ethniques et religieuses, avec escalade des conflits frontaliers.

Depuis 10 ans, la politique des cinq républiques, constituée d'une série de volte-faces, dans une relative indifférence des USA et de l'Europe (du moins avant le Septembre noir de 2001) mais sous l'œil attentif de la Russie (en particulier au Kazakhstan, en raison de la présence de la plate-forme de lancement de Baïkonour), y oscille au niveau de ses dirigeants entre d'une part la poursuite d'un néo-communisme camouflé, et d'autre part une orientation vers la démocratie appuyée sur un islam populaire et sur sa culture faite de tolérance.

La concrétisation d'importantes réserves de gaz et de pétrole en partie inexploitées jusqu'à une date récente parce que Moscou préférait utiliser celles de la Sibérie, et la politique commune Bush-Poutine d'après le 11 septembre 2001 (implantation américaine en Afghanistan et en Géorgie, bases militaires US en Ouzbékistan et au Tadjikistan, etc.) vont-elles entraîner une modification de cette situation? Il ne faut pas oublier que le développement de l'industrie du pétrole et du gaz (Sibérie, premier producteur mondial) est au centre de la stratégie actuelle de reconstruction économique de Moscou, la manne pétrolière et gazière constituant le moteur du redressement russe après la crise de 1998, avec 45 % des recettes à l'exportation.

D'une manière générale, toute géopolitique de l'Asie Centrale doit à l'heure actuelle tenir compte :

◆ de la complication des frontières (les "pseudo-podes précités"⁶);

◆ de l'incroyable fragmentation ethnique (et tribale en Afghanistan) de toute la région (Kazakhs, Ouzbeks, Tatars, Kirghiz, Tadjiks, Turkmènes, Karapalkaks, Pamiris du Haut-Badakhchan, etc.), sans compter les minorités suivant les pays de Russes, Allemands, Chinois musulmans Ouïgours etc., et de la diversité linguistique (multiples variantes autour de la turcophonie et de la persanophonie);

◆ d'une fragmentation religieuse en apparence moindre qu'au Moyen-Orient vue la présence majoritaire en Asie Centrale de l'Islam sunnite (avec la notable exception de l'Iran majoritairement chiite et les poussées du wahhabisme appuyées sur les subsides saoudiens);

◆ de la création d'un militantisme islamique qui couvrait déjà sous la répression laïque de l'époque soviétique et s'épanouit actuellement avec le MIO en Ouzbékistan;

◆ de l'insuffisance alimentaire périodique dans les pays dépourvus de la manne pétrolière (périodes de sécheresse dramatiques en Afghanistan) ou privés, en raison de leur dette extérieure, de la facilité des importations de vivres et de matières premières;

◆ des revendications territoriales frontalières, par exemple la province du Haut-Badakhchan (aidée financièrement par la Fondation Aga Khan) au sud-est du Tadjikistan, réclamée par Pékin (pour ses gisements d'or et de minéraux rares), pour ne pas parler du Cachemire, réservoir d'eau du Haut-Indus, disputé par le Pakistan et par l'Inde, ou du Haut-Karabakh arménien, au sud de l'Azerbaïdjan.

Comme on l'a vu, l'avenir des cinq républiques de l'Asie Centrale est étroitement lié, à sa périphérie, aux jeux dangereux pratiqués par le Pakistan, l'Afghanistan, l'Iran et la Turquie au niveau régional, le jeu planétaire étant quant à lui joué par les Etats-Unis, la Russie et la Chine sur fond de conflits liés, à l'échelle mondiale, aux ressources en gaz, en hydrocarbures et en eau.

Le Pakistan, "[qui] n'a pas fini de délivrer son message idéologique et de nous étonner" (Emmanuel Todd), ne va-t-il pas instaurer une nouvelle relation avec l'Asie Centrale fondée sur le commerce trans-frontière (donc des réseaux de communication inter-états améliorés)? Après tout Karachi est pour les cinq républiques le port le plus proche, car les ports iraniens (par exemple Bandar Abbas sur le détroit d'Ormuz) sont prohibés pour ne pas déplaire aux USA hostiles au "rogue country", et Islamabad est plus près de Tachkent (malgré la traversée de

6 - On vérifiera sur la carte que la frontière kazakhe passe dans la banlieue nord de Tachkent, capitale de l'Ouzbékistan et de Bichkek, capitale du Kirghizistan!...

chaînes montagneuses culminant à plus de 5000 m) que de Karachi...

Le retour à la paix et au développement économique de l'Afghanistan, cette "île-montagne" enfermée dans son isolement, pourrait être le facteur externe de stabilité le plus important pour les cinq républiques : les groupes ethniques du Nord afghan se rattachent en grande partie aux Ouzbeks, Tadjiks et Turkmènes et peuvent renouer avec un processus séculaire de relation nord-sud interrompu par les soixante quatorze "années soviétiques" de l'Asie Centrale. Mais des fonds massifs devront être mis à la disposition de la reconstruction et de la modernisation sur une à deux décennies dans un pays auquel seul un effort international affirmé et prolongé permettra de réintégrer la communauté internationale.

L'Iran, fort de ses 70 millions d'habitants et de ses énormes ressources énergétiques, a des liens stratégiques (malgré sa majorité chiite considérée par les radicaux sunnites comme étrangère à l'islam) avec l'Ouzbékistan et n'a jamais caché son allégeance à la Russie (point négatif dans le "rapprochement" actuel Bush-Poutine), son opposition aux mouvements talibans et son hostilité aux USA et à leurs efforts pour dominer sans partage l'exploitation des ressources énergétiques locales. Mais jusqu'à ce jour l'Iran est resté prudent en Asie Centrale et s'y est moins impliqué qu'au Moyen-Orient. D'aucuns⁷ voient même dans l'Iran, malgré les apparences, le pays le plus proche d'une démocratie non annoncée dans l'Asie Centrale et sa périphérie, sans retrouver pour autant le "nationalisme bourgeois" instauré en 1951 par Mossadegh, premier ministre qui avait alors nationalisé le pétrole. Certes l'appareil religieux s'accroche au pouvoir, mais rien n'y fait : année après année les réformateurs remportent toutes les élections ; sous le voile, les femmes prennent des leviers de commande et une avocate iranienne a été prix Nobel de la Paix en 2003 ; la jeunesse et en fait l'écrasante majorité des Iraniens semblent avoir fait le tour complet de la révolution islamiste⁸ (alors que l'Asie Centrale commence tout juste à l'aborder) et vivent déjà dans le post-islamisme...

La Turquie enfin (67 millions d'habitants) en matière de stratégie politique joue le rapprochement avec l'Europe mais avec un droit de regard appuyé sur l'Asie Centrale ; elle a bénéficié après 1991 d'une sorte de fascination dans les cinq Républiques où elle fait toujours actuellement figure de modèle : pays relativement riche dans cette région du monde et assez occidentalisé, laïc sans avoir perdu son identité islamique, la Turquie est toujours

citée comme un modèle aux leaders d'Asie Centrale par les diplomates américains qui leur conseillent d'envoyer leurs jeunes élites étudier à Ankara les recettes de la réussite d'une nation musulmane moderne, et de fait la Turquie assure une formation dans ses écoles militaires aux officiers ouzbeks et kirghiz. Mais la Turquie déplore le manque de réformes politiques et économiques dans les cinq Républiques où les investissements du secteur privé turc sont encore à ce jour réduits (contrairement à sa large implication dans le sud-est de l'Europe : Bulgarie, Roumanie, Moldavie).

La Turquie jouera en fait un rôle, mais alors important, en Asie Centrale le jour où apparaîtra dans les cinq Républiques une nouvelle génération de dirigeants se rapprochant du modèle turc de manière plus positive...

[C] LES SCHÉMAS DIRECTEURS DES GRANDS CORRIDORS DE TRANSPORT DE L'ASIE CENTRALE, ENTRE EUROPE ET ASIE, ENTRE RUSSIE ET OCÉAN INDIEN

Le terme de "Route de la Soie", de l'époque romaine à l'ère chrétienne et jusqu'au Moyen Âge, a toujours désigné en fait un écheveau d'itinéraires caravaniers entre l'Occident et la Chine ; itinéraires diversifiés :

- ◆ par leur point de départ dans le sud-est européen à partir des divers ports de la Méditerranée orientale, de la mer Egée et de la mer Noire ;
- ◆ par le choix du passage au nord ou au sud de la Caspienne, avec des variantes maritimes trans-Caspienne au centre (on retrouvera constamment, et jusqu'à nos jours, ce triple itinéraire est-ouest entre l'Europe et la Chine par le nord, le centre et le sud de la Caspienne) ;
- ◆ par le choix du site de franchissement de la monumentale barrière montagneuse orientale, séparant l'Asie Centrale de la Chine, entre l'Altaï mongol, la chaîne du Kirghizistan, le Pamir, l'Indu Kush et le Karakoram, l'itinéraire le plus facile dans ce domaine étant le passage nord par l'actuel Kazakhstan, à la rigueur au sud la passe de Khyber (col à 1067 m) entre Afghanistan et Pakistan ; mais au nord et au centre avec deux seuls points d'aboutissement chinois dans le Xin-Jiang : Kashgar et Urumqi, étapes obligatoires vers Xian puis Shanghai.

Avec aussi ce constat d'une quasi-absence historique d'itinéraire important nord-sud qui persiste encore de nos jours (à l'inverse du Moyen-Orient plutôt mieux doté en itinéraires nord-sud qu'en itinéraires est-ouest⁴) avec par exemple l'actuel missing link ferroviaire Meshed-Bafq (750 km) en Iran en direction du golfe d'Ormuz.

De toutes façons les routes de la soie, au sens his-

7 - Bernard Guetta dans *l'Express* du 15 novembre 2001.

8 - De la même manière que les PECO ont de leur côté fait en cinquante ans le tour complet du marxisme-léninisme : on connaît la boutade désabusée de Lech Walesa affirmant que "le marxisme-léninisme est en fin de compte le plus long chemin pour aller du capitalisme au capitalisme"...

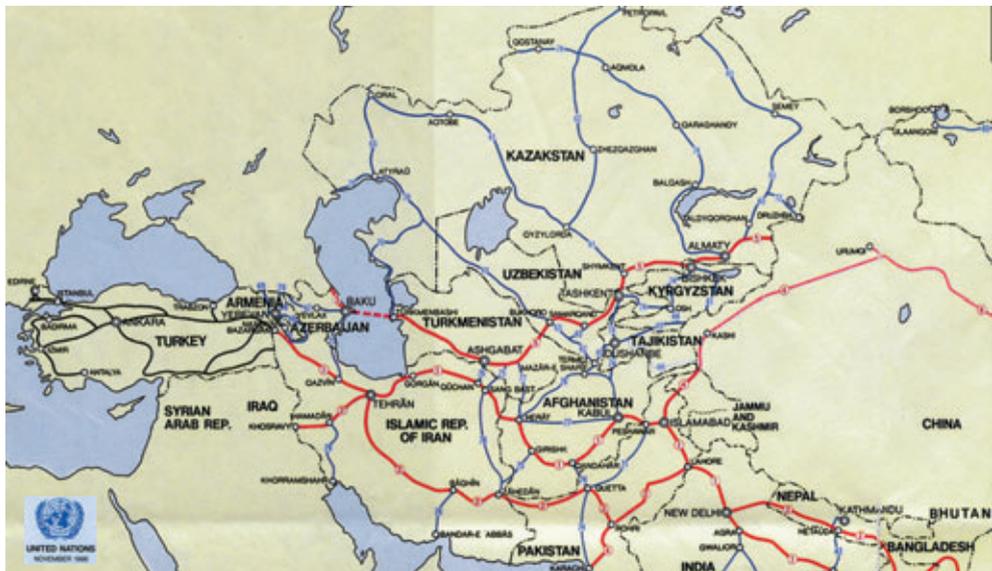
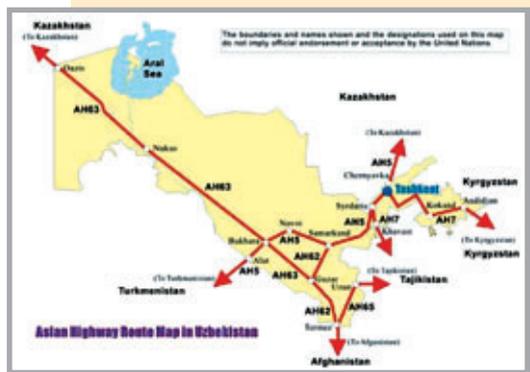
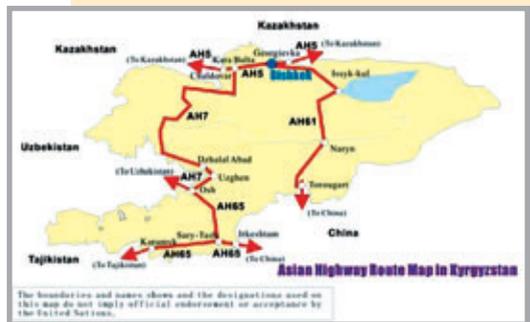
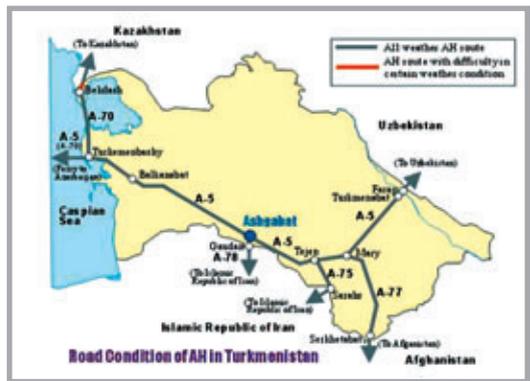


Figure 3
Carte UNECE
des "Asian Highways"
UNECE map of the Asian
Highways



torique du terme, cessèrent de fonctionner à la fin du Moyen Âge, victimes de la promotion des itinéraires maritimes entre l'est Asiatique et l'Europe par le sud de l'Afrique (Cap de Bonne Espérance) ou de l'organisation de l'itinéraire multimodal remontant à l'époque romaine (maritime jusqu'à la mer Rouge, puis terrestre entre Berenike, port égyptien redécouvert par les archéologues américains de l'université du Delaware et Koptos sur le Nil jusqu'à la Méditerranée⁹). A partir du XV^e siècle toutes les grandes villes d'étape (Boukhara, Samarcande, Kashgar) tombèrent dans l'oubli (et la déchéance architecturale).

Le contenu fin 2003 des schémas directeurs étudiés pour les grands corridors de transport terrestre de l'Asie Centrale entre Europe et Chine d'une part, Russie et océan Indien d'autre part, est cependant l'héritage direct de ces historiques et légendaires "corridors de la soie".

9 - Edition américaine du Monde - New York Times des 14 - 15 juillet 2002.

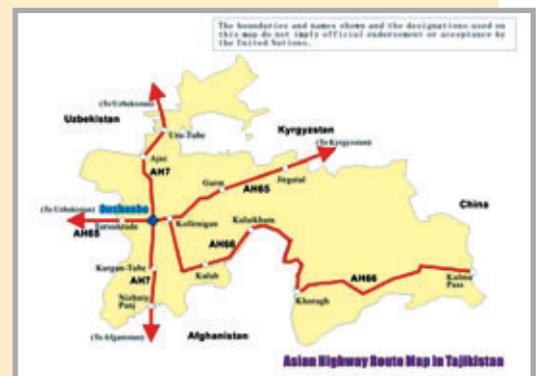


Figure 4
Cartes de l'état du réseau routier principal dans chacun des cinq Stans
Map showing the condition of the main highway network in each of the five Stans

En matière routière (figures 3, 4, 5 et 6)

Les grands itinéraires, à partir des rares autoroutes ou routes à chaussées séparées actuelles (opérations de prestige), les chaussées revêtues, et les "chemins de terre" s'ordonnent toujours, en Asie Centrale, dans le sens est-ouest, autour de la trilogie nord, centre et sud de la Caspienne, et accessoirement dans le sens nord-sud, avec comme objectif prioritaire l'acheminement vers les façades maritimes les moins éloignées et avec dans ce domaine le choix entre la Baltique, la mer Noire, l'angle nord-est de la Méditerranée (ports turcs de Mersin et Iskenderun), l'océan Indien et le Pacifique :

◆ de la Caspienne à l'Europe :

- au nord par la Russie : Atyran et Aktobe au nord-ouest du Kazakhstan et Astrakhan vers la Baltique et la mer Noire,
- au centre par la Turquie (vers Istanbul - Samsun - Trabzon) - Bakou (Azerbaïdjan) ou par la Transcaucasie vers la mer Noire,
- au sud par l'Iran et l'Irak vers la Méditerranée ;

◆ de la Caspienne à la Chine et ses ports du Pacifique, ou au Pakistan et à l'océan Indien au travers de l'Asie Centrale :

- au nord deux itinéraires parallèles traversant le Kazakhstan et l'Ouzbékistan, au nord et au sud de la mer d'Aral respectivement, soit E38 suivant le cours du Syr-Daria vers Bishkek (Kirghizistan) ou Tachkent (Ouzbékistan) et E40 suivant le cours de l'Amou-Daria (Boukhara, Samarcande) vers Douchambe (Tadjikistan),
- au centre, après la traversée de la Caspienne (Bakou-Turkmenbasy), E60 par Ashkabad (Turkménistan) vers l'Afghanistan et le Pakistan,
- au sud par l'Iran et l'Afghanistan vers les ports iraniens du golfe d'Ormuz et de l'océan Indien (notamment Bandar Abbas).

En complément à ces itinéraires organisés est-ouest (prolongation à partir de l'Europe des "corridors d'Helsinki"), un seul itinéraire nord-sud, compliqué par le relief oriental de l'Asie Centrale : E123 de l'est du Kazakhstan (Almaty) à Bishkek (Kirghizistan), Tachkent - Samarcande - Boukhara (Ouzbékistan), Turkmenabad - Mary (Turkménistan), avec à partir de Mary une fourche vers le sud et l'océan Indien par l'Iran à l'ouest et par Herat (Afghanistan) à l'est ; à la rigueur l'itinéraire E121 longeant en nord-sud la rive orientale de la Caspienne entre Russie, Kazakhstan, Turkménistan et Iran, ou l'itinéraire Chine-Pakistan (Kashgar-Islamabad), traversant le massif du Karakorum par la Kunjerab Pass et le Cachemire.

Pour tous ces corridors trois schémas directeurs généraux des grands itinéraires proposés, avec les programmes internationaux correspondant d'aide au financement, se complètent pour assurer une relative cohérence de conception des réseaux terrestres souhaitables pour l'Asie Centrale :

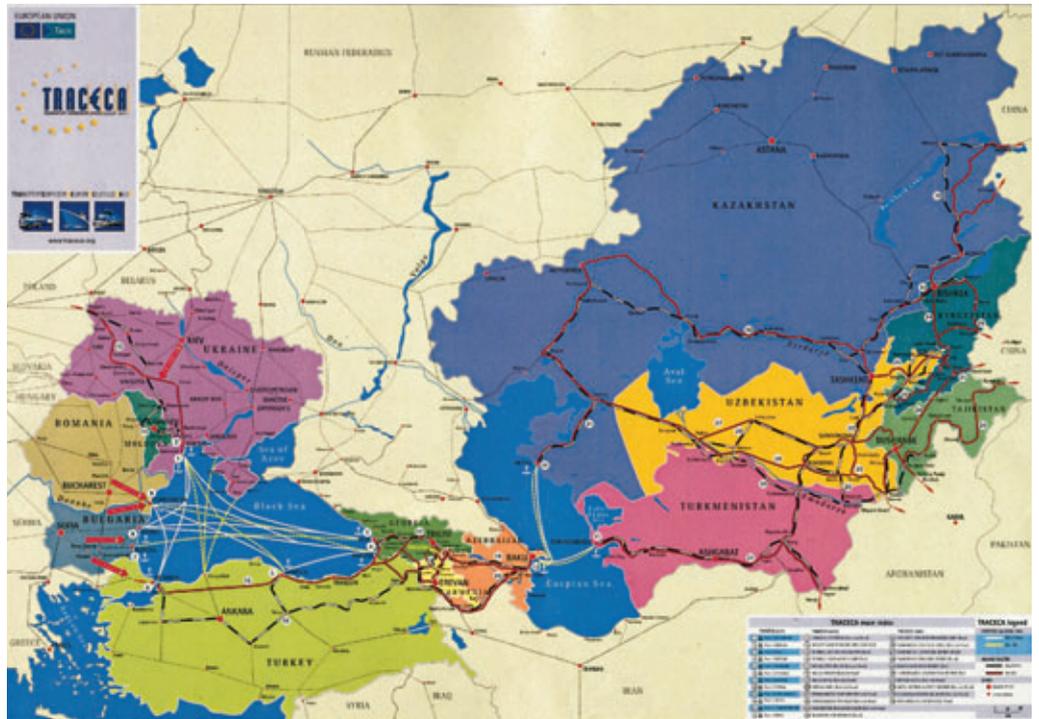


Figure 5
Schéma directeur TRACECA des corridors
rail-route Europe-Caucase-Asie
TRACECA Master Plan
of Europe-Caucasus-Asia rail-road corridors

◆ le programme UNECE de Genève ("United Nations Economic Commission for Europe" : Division des transports) qui a établi une carte des "E-Roads" (numérotation en E), prolongement en Russie, Transcaucasie et Asie Centrale du réseau des corridors de la Conférence d'Helsinki (1997) pour les PECO de l'Europe de l'Est ;

◆ le programme TRACECA (Transport Corridor Europe-Caucasus-Asia : figure 5), rattaché comme TACIS à l'Union Européenne d'aide aux investissements en transports terrestres pour la Transcaucasie et l'Asie Centrale, notamment pour les itinéraires est-ouest, variantes nord et centre de la Caspienne (TRACECA, comme les USA, "ignore" l'itinéraire sud de la Caspienne par l'Iran) ;

◆ le programme "Asian highway project" de la Banque Mondiale qui se situe dans le cadre multimodal du projet ALTID (Asian Land Transport Infrastructure Development), incluant les études Asian Highway (AH) et Trans-Asian Railway (TAR) autour de l'objectif prioritaire des transports terrestres de l'ESCAP (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific) et du programme de New Delhi (1997-2006). ESCAP et ALTID réunissent la plupart des pays de l'Asie, dont ceux de l'Asie Centrale et du Caucase (la Géorgie a rejoint le groupe en 2000) avec pour ces derniers un total de treize grands itinéraires AH (numérotation en A) couvrant 21.000 km avec, sous l'influence prépondérante de la Russie, du Kazakhstan, de la Mongolie, de la Chine et des deux Corée, un regard appuyé sur le corridor septentrional est-ouest (Northern Corridor) traversant la Russie (Sibérie), la Mongolie et la Chine du nord (ligne du Transsibérien et itinéraires parallèles est-ouest entre l'Europe et le Pacifique).

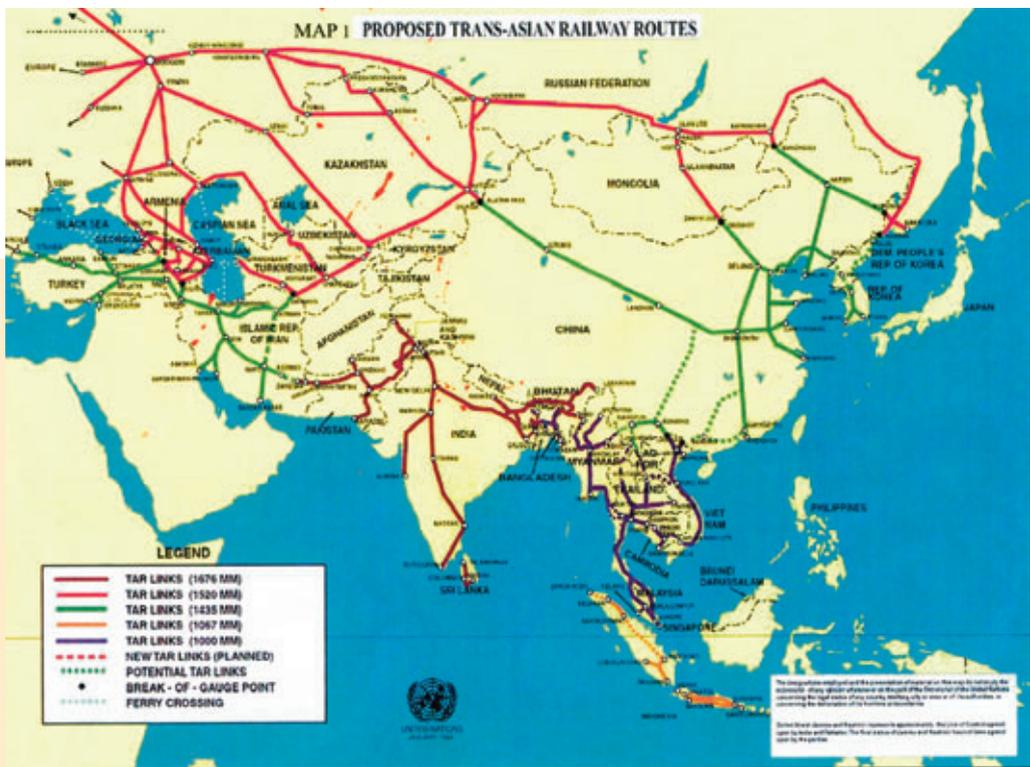
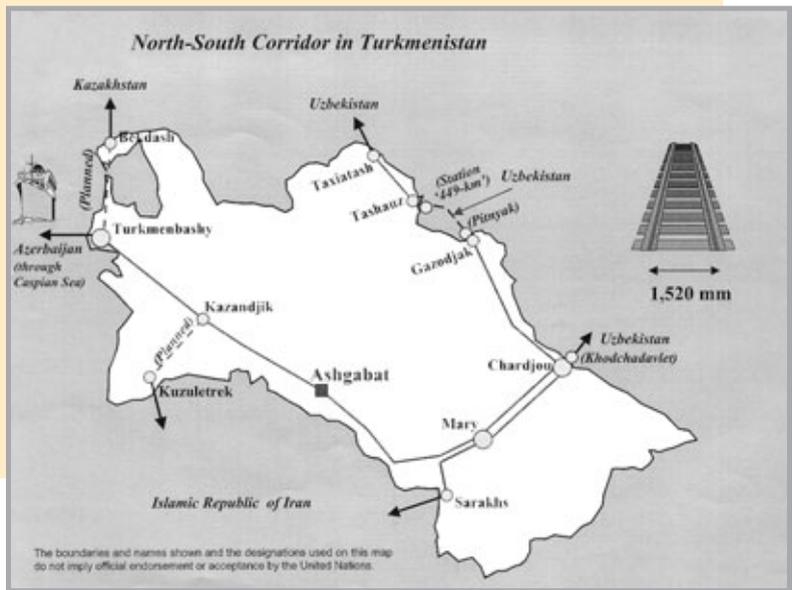
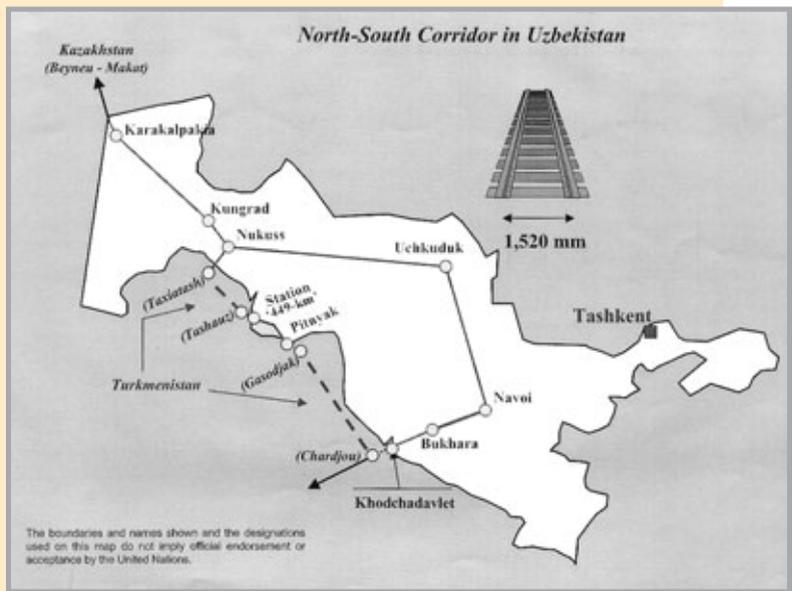


Figure 6
Cartes UNECE
des itinéraires TAR
(Trans-Asian Railways)
UNECE maps of the TAR
(Trans-Asian Railways)
routes



En matière ferroviaire

Le réseau rail constitue sans doute l'un des héritages les plus appréciables laissés à l'Asie Centrale par l'époque russe de la fin du XIX^e siècle et l'époque soviétique jusqu'à 1991 : certes le matériel roulant y est en 2004 à bout de souffle, les infrastructures souvent obsolètes mais du moins les itinéraires, "ouvrages d'art", quelques tunnels (si importants compte tenu du relief) etc., ont le mérite d'y exister.

Ces itinéraires ferroviaires principaux existant, base des schémas directeurs proposés, suivent pratiquement les mêmes corridors (mais avec la complication des changements d'écartement rail des sections transfrontières à destination de l'Iran et de la Chine : 1520 mm au lieu de 1435 mm) que les itinéraires routiers en est-ouest, avec le même (et unique) corridor nord-sud au pied des massifs de l'est de l'Asie Centrale ; mais le Kazakhstan reste globalement le mieux doté d'un ensemble de voies ferrées pluridirectionnelles, prolongement méridional du réseau sibérien et témoin d'une présence stratégique russe pérenne.

On trouvera figure 6 la carte du réseau proposé des E-rails (homologues des E-roads de l'UNECE de Genève) et des réseaux ferroviaires de principe proposés par TRACECA (surtout en est-ouest) et par Trans-Asian Railways (surtout en nord-sud pour les liaisons ferroviaires entre Baltique et océan Indien).

Le défi du relief entre chine et Asie centrale

Ce descriptif des schémas directeurs rail-route existant fin 2003 doit une nouvelle fois insister sur l'importance géostratégique et la difficulté des très rares franchissements de l'énorme équerre montagneuse (Indu Kush au sud, Pamir, chaîne du Tian Chan au Kirghizistan et au Xinjiang à l'est, et Altaï au nord) : ligne de crête monstrueuse qui limite à quelques unités les itinéraires continus reliant l'Asie Centrale à l'Iran (et à ses ports) d'une part, à la Chine et au Pakistan (et à leurs ports) d'autre part, soit :

- ◆ **en matière ferroviaire** : un seul couloir continu existant entre le Kazakhstan et le Xinjiang (Chine) par le col de la Porte de Dzungarie (Alataw Shan-kou) entre Aktogaï et Urumqi dans l'attente de la mise en service en Iran de la section Meshed-Bafq ouvrant un second couloir ferroviaire, cette fois nord-sud, vers l'océan Indien ;
- ◆ **en matière routière** :

- *d'ouest en est* :
 - deux passages du Kazakhstan à la Chine : le premier, sans col, par la vallée de l'Irtich-Ertix He entre le sud du lac Zaïssan et Burgin, le second (itinéraire retenu par TRACECA et Asian Highways) entre Aktogaï-Droujba et Urumqi par la Porte de Dzungarie,

- un passage du Kirghizistan à la Chine entre Naryn et Kashgar par le col de Torougart (mais à 3752 m),

- un passage de l'Ouzbékistan au Pakistan via l'Afghanistan par Termez-Mazar i Charif- Kaboul puis l'historique passe de Khyber entre Jalalabad et Peshawar, et sa variante par le Turkménistan (Mary) et l'Afghanistan (Herat).

Les difficultés d'altitude de l'itinéraire central donnent peut être l'avantage aux deux itinéraires nord dont le développement dépendra des rapports politiques, souvent assez difficiles, entre la Russie et la Chine pour l'hégémonie de l'Asie Centrale (troisième cercle d'influence), sans oublier cependant l'intérêt de l'itinéraire sud par l'Iran, l'Afghanistan et la passe de Khyber...

• *du nord au sud*, sur l'itinéraire Chine-Pakistan par le Karakorum et le Cachemire, un passage par le col de Kunjerab, autre col historique (mais à 4934 m). Sous un angle géostratégique, on retiendra surtout :

◆ le rôle actuellement prépondérant de la ligne ferroviaire russe du Transsibérien et de tout ce que s'y rattache ("Northern corridor" : branches parallèles est-ouest par Petropavlosk et par Almaty-Pavlodar, et branchements divers) pour toute la moitié nord du Kazakhstan, prolongement naturel de la steppe sibérienne (soit le tiers nord de l'Asie Centrale), qui en matière de débouchés maritimes mise sans hésitation sur la mer Noire (Batumi, Poti, Novorossiisk, Odessa), la Baltique (St Petersburg) voire le Pacifique (Vladivostok);

◆ le rôle prépondérant futur du ou des corridors nord-sud Russie-Iran par l'Asie Centrale (triangle Ashkabad-Tachkent-Kaboul), lié à l'ouverture projetée en Iran des sections Racht-Qazvin (au sud-ouest de la Caspienne) et Meshed-Bafq (centre de l'Iran) ouvrant l'accès à l'important port de Bandar Abbas sur le golfe d'Ormuz.

[D] LA BATAILLE EN COURS DES GAZODUCS ET DES OLÉODUCS, CORRIDORS MAJEURS DE L'ASIE CENTRALE

On sait que le nombre d'habitants de la planète passera de 6 milliards en 2002 à 7,4 milliards en 2020 tandis que la demande annuelle d'énergie pétrolière¹⁰ progressera de 2,2 %/an.

Ayant dégagé des bénéfices record en 2000, les grandes compagnies pétrolières ont décidé de relancer à partir de 2001 leurs investissements dans l'exploration de nouveaux sites de production, l'objectif étant de s'assurer des réserves disponibles pour répondre à cette croissance mondiale de la demande d'énergie durant les vingt prochaines années : la chute des cours du baril et les multiples fusions avaient jusqu'alors contribué au tassement

des investissements, mais les "majors" cherchent désormais de nouveaux champs géants notamment offshore, par exemple dans le golfe du Mexique et en Afrique de l'Ouest au large du Nigeria et de l'Angola, à plus de 1.000 m sous la surface des eaux. En fait, la surprise est venue de la mer Caspienne avec la découverte récente du gisement offshore de Kashagan puis du gisement terrestre de Tenghiz au Kazakhstan dans un site qui pourrait constituer à court terme une réserve importante. En raison de la taille du champ kazakh entrevu, huit pétroliers s'étaient d'ailleurs associés dès le départ, voilà près de dix ans, pour mener les campagnes d'exploration : la responsabilité de la mise en production a été confiée en février 2001 à l'Italien Agip et l'exploitation devrait démarrer à l'horizon 2005. La Caspienne, qui est la plus grande mer fermée du globe, connue surtout pour ses eaux poissonneuses et son caviar, confirme enfin les espérances des investisseurs : les réserves y sont estimées par les Américains entre 90 et 200 milliards de barils, alors que les Européens plus prudents avancent des chiffres compris entre 50 et 100 milliards de barils. Même à minima, ces estimations mettent cette région au second rang derrière l'ensemble des pays du Golfe incluant l'Arabie Saoudite et les "pétromonarchies", et sans doute ex æquo avec les réserves irakiennes supposées. En 1991, lorsque la zone de la Caspienne s'est ouverte aux investisseurs étrangers à la suite de l'effondrement de l'Union soviétique, toutes les compagnies internationales s'y sont ruées et se sont concentrées sur deux pays : l'Azerbaïdjan (Transcaucasie) et le Kazakhstan (Asie Centrale) de part et d'autre de la Caspienne.

Après plusieurs années de prospection, le résultat est éloquent : sur les dix-sept gisements découverts dans le monde depuis cinq ans, les deux principaux sont ceux de Shah Deniz en Azerbaïdjan (exploitation par BP) et surtout de Kashagan au Kazakhstan (estimation initiale : 25 milliards de barils); quant au Turkménistan, il a également connu en 2000 la chance du forage du gisement gazier de Tek-Tek : car des réserves gazières prometteuses apparaissent actuellement en Asie Centrale (en complément des hydrocarbures du Kazakhstan et de l'Azerbaïdjan) en Ouzbékistan et surtout au Turkménistan¹¹.

Ainsi donc, dans la lutte mondiale féroce pour l'énergie sur les deux plans stratégique (les trois "cercles d'influence" signalés en préambule dans le descriptif sommaire de l'Asie Centrale) et capitalistique (les grandes compagnies mondiales s'affrontant sans merci dans une économie de marché à la

10 - Prévisions de l'AIE (Agence Internationale de l'Energie).

11 - *Financial Times* du 17 décembre 2000; *Le Monde* des 3 avril, 6 août, 22 octobre 2001 et 6 novembre 2003; *La Tribune* du 19 février 2002.

► Schumpeter¹²), l'ensemble de l'Azerbaïdjan (Transcaucasie), du Kazakhstan, du Turkménistan et de l'Ouzbékistan (Asie Centrale) pourrait, à assez court terme (cinq ans), avec par ailleurs la zone de l'Euro-Arctique (mer de Barents, mer Blanche), devenir un important site de secours en énergie de l'ensemble européen ; cela permettrait de pallier, au moins partiellement, une situation de rupture sur le site mondial majeur (Arabie Saoudite, pétromonarchies, Irak, Iran), par exemple en cas d'abandon de la politique des USA vis-à-vis de l'Arabie Saoudite⁴ : toutes situations pouvant avoir l'incidence explosive que l'on sait sur le prix du baril, donc sur l'économie mondiale.

En fait, il faut bien distinguer dans cette région-secours de l'Asie Centrale-Transcaucasie :

◆ **les ressources en hydrocarbures** transportables par oléoducs, essentiellement centrées sur la Caspienne (sa périphérie autant que ses gisements offshore), nécessitant d'urgence :

- une définition, actuellement lacunaire, du statut de la Caspienne et des lignes de son partage maritime entre les cinq pays riverains (Russie, Azerbaïdjan, Iran, Turkménistan et Kazakhstan), objets de confrontations fréquentes entre leurs marines de guerre,

- une solution pacifique en Transcaucasie apportée aux quatre zones de conflit opposant Russie et Tchétchénie, Russie et Géorgie ("poches" de l'Abkhazie et de l'Ossétie du Sud), Arménie et Azerbaïdjan ("poche" du Haut Karabakh), sans oublier l'ambiguïté de la poche de l'Azerbaïdjan Sud (région de Djoulfa) isolée entre Arménie et Iran.

Comme on le voit, le site Caucase-Caspienne-Asie Centrale peut constituer instantanément, à partir d'incidents mineurs sur la propriété des zones d'extraction énergétique, en prospection ou en activité, une poudrière remontant immédiatement aux trois "cercles d'influence";

◆ **les ressources en gaz** transportables par gazoducs, moins liées à la seule Caspienne mais dispersées dans le Kazakhstan, le Turkménistan et l'Ouzbékistan, sans oublier la Chine de l'Ouest (Bassin du Tarim au Xinjiang) et toute la Sibérie méridionale parcourue par un réseau de gazoducs bien organisé par l'ex-URSS depuis le Pacifique jusqu'à la Baltique, la mer Noire et les PECO ;

◆ **les acheminements** (oléoducs et gazoducs existant et en projet) désenclavant hydrocarbures et gaz jusqu'à la Baltique, la mer Noire, la Méditerranée orientale, le golfe Persique et plus généralement l'océan Indien. L'importance économique et stratégique de ce désenclavement est énorme : le Kazakhstan par exemple risque de stagner au vingt-cinquième rang des pétroliers mondiaux et l'Azerbaïdjan à la trente-cinquième place tant que le

problème de l'évacuation du pétrole et du gaz de ces zones enclavées ne sera pas résolu. A la recherche de partenaires étrangers pour l'exploitation coûteuse de leurs gisements, ces nouveaux Etats n'ont ni les moyens ni le savoir-faire pour exploiter et acheminer ces richesses, d'où la "bataille des oléoducs" où les enjeux autour de tout nouveau tracé d'oléoduc ou de gazoduc sont suivis de très près par la Russie, les Etats-Unis, la Chine et l'Iran, qui bien entendu soutiennent chacun des solutions géographiques différentes ; à titre d'exemple, avant l'ouverture, à l'instigation des pétroliers américains, de l'oléoduc BTC (Bakou - Tbilissi - Ceyhan) en 2005 et du gazoduc BTE un peu plus tard, reliant tous deux l'Azerbaïdjan à la Turquie, la construction de ces deux pipes hypercoûteux a connu et risque de connaître encore des phases caucasiennes difficiles...

En un mot, les "corridors de la soie" et leur transcription rail-route au XXI^e siècle (cf. chapitre F) semblent quelque peu masqués, et bien à tort, par les "corridors de l'énergie" qui mettent en jeu la plupart des pays du Moyen-Orient, de la Transcaucasie et de l'Asie Centrale ; même chose pour les "corridors de l'eau".

[E] LA BATAILLE DE L'EAU EN ASIE CENTRALE

Malgré le développement du nucléaire, le pétrole est encore aujourd'hui la source mondiale d'énergie n° 1. Il est aussi le facteur géopolitique pour lequel on renonce à bien des principes et au nom duquel on déclenche bien des guerres...

Pourtant, à l'orée du XXI^e siècle, tout indique que le pétrole et le gaz vont être détrônés, à la fois comme matière première, comme facteur économique et comme déterminant géostratégique prépondérant, par le fluide le plus commun, le plus abondant, le plus accessible semble-t-il : l'eau.

L'eau, encore plus indispensable à la vie des hommes que le pétrole, va manquer, quand elle ne manque pas déjà dans de vastes régions de la planète où elle se situe au carrefour de deux grandes préoccupations humaines : les ressources naturelles vitales et l'équilibre écoclimatique de la planète.

L'eau douce va manquer sur ces sites, il faut le répéter, en quantité et en qualité. L'homme n'utilise aujourd'hui que la moitié de l'eau douce disponible mais celle-ci est mal répartie par rapport aux populations séculairement installées. L'appropriation et le contrôle de "l'or bleu" sont liés à une démographie galopante. Au cours du XX^e siècle, la population mondiale a été multipliée par trois, et la consommation d'eau douce par huit. Mais le pire est à venir : selon les estimations des experts les besoins en eau douce de la population mondiale augmenteront de 40 % en 2020 par rapport à la situation actuelle de 2004, car tout accroissement

12 - Alain Minc (*Le Monde* du 24 août 2002) opposant deux théoriciens du capitalisme mondial : Joseph Schumpeter et Max Weber.

démographique s'accompagne du développement agricole corrélatif, nécessitant d'importantes irrigations, l'agriculture étant de loin le plus grand consommateur d'eau.

Mais tous ces chiffres ne sont que globaux. Or, certaines situations locales sont dès aujourd'hui dramatiques. Les inégalités entre pays par rapport aux ressources en eau en quantité sont encore plus importantes que les inégalités liées au PIB/habitant, à la nourriture ou à la santé. La situation de l'eau est dramatique en Afrique, au Moyen-Orient, à l'est de la Turquie et dans le pourtour méditerranéen. Pour des millions de personnes s'approvisionner en eau y est désormais une question de survie. Les 2,8 % d'eau douce (pour 97,2 % d'eau salée) disponibles sur notre planète sont très inégalement répartis. Une personne sur cinq n'a pas d'accès direct à l'eau potable de son robinet et 80 pays connaissent des difficultés d'approvisionnement en eau, représentant 40 % de la population mondiale. Autant dire que la pénurie d'eau qui affecte certaines régions (Proche et Moyen-Orient, Asie Centrale, Afrique) empoisonne les relations entre Etats, et menace à la fois la survie des populations et la paix du monde, telle une bombe à retardement.

La qualité de l'eau y est une préoccupation tout aussi prégnante. Une partie de plus en plus importante de l'eau douce disponible est polluée par l'homme, avec les détergents, les engrais ou les rejets industriels. Il faut donc désormais non seulement se procurer de l'eau mais la tester, la vérifier, la dépolluer et cela coûte cher.

Pour apprécier cette urgence sanitaire¹³ (plusieurs millions de personnes meurent encore chaque année de maladies véhiculées par l'eau dont, pour la moitié, des enfants du tiers-monde comme le confirme Claire Brisset), il faut rappeler que sur les 6 milliards d'habitants actuels de la planète, un sur quatre n'accède pas à de l'eau de qualité suffisante et un sur deux ne dispose pas d'un système adéquat d'assainissement. A la périphérie des villes, seuls 18 % des habitants sont raccordés dans le monde à un réseau d'eau potable et 8 % à un collecteur d'égouts. Encore aujourd'hui, la partie de l'eau qui est rendue au milieu après usage est en général profondément dégradée, et son réemploi souvent difficile ou même dangereux, et en tout cas toujours coûteux.

Autrement dit l'accès à une eau saine à des coûts raisonnables est une condition indispensable de l'amélioration des conditions sanitaires des plus déshérités de la population mondiale et en conditionne le développement économique. L'eau pour les pauvres ? Dans sa déclaration du millénaire, l'Assemblée générale des Nations Unies a fixé des objectifs aussi ambitieux que lointains (diviser par

deux d'ici 2012 la population qui n'accède pas à une eau saine et ne dispose pas d'un assainissement approprié), repris avec plus de précision mais sans aucune proposition réellement constructive au Sommet de la Terre des Nations Unies de Johannesburg fin août 2002. A Bonn en décembre 2001 une conférence internationale sur l'eau douce concentrée sur le thème "L'eau et les pauvres" s'était de même terminée sur une déclaration commune lénifiante, largement reprise dans l'annonce par l'Union Européenne d'une "initiative européenne pour l'eau", dont il reste cependant tout à définir. Dans ce domaine de l'eau, eau de consommation humaine et eau d'irrigation, tout, semble-t-il, joue contre l'avenir et le développement de l'Asie Centrale : la mobilisation des cours d'eau et des mers ou lacs intérieurs est limitée par l'immensité du territoire à couvrir, l'utilisation des eaux souterraines (nappes phréatiques et réserves d'eau fossile non renouvelable) semble limitée, tandis que l'éloignement des mers y exclut absolument les nouvelles techniques de dessalement (au demeurant limitées aux pays riches : traitement de l'eau de mer et transport par pipes de l'eau douce) qui font merveille actuellement, mais à très grand frais, en Israël, en Arabie Saoudite où depuis cinq ans se développent en plein désert des aires de céréaliculture irriguées, ou au Koweït (près de 100 % de la consommation d'eau).

Comment se présente, dans ses grandes lignes, l'hydrographie de l'Asie Centrale, si fondamentale pour sa survie ? Pour l'essentiel :

◆ la forte présence de la mer Caspienne, mer intérieure aussi étendue que la mer Noire, qui concerne le Kazakhstan et le Turkménistan ; mais aussi de la mer d'Aral, partagée entre le Kazakhstan et l'Ouzbékistan ; du lac Balkhach à l'est du Kazakhstan ; du lac Alakol alimenté par l'Emel chinois et du lac Zaïssan, alimenté par l'Irtych également issu de la Chine (sous le nom d'Ertix He) au pied de l'Altaï ; du lac Yssik-Kol à l'est du Kirghizistan, etc. ;

◆ une série de petits lacs pérennes, au nord-est du Kazakhstan, ou dans la région de Tachkent (Ouzbékistan) ;

◆ quelques grands cours d'eau internes avec des débits extrêmes très accusés : l'Amou-Daria et le Syr-Daria, dont les bassins respectifs sont issus du Pamir et de l'Indu Kush et qui alimentent, du moins lorsqu'ils disposent d'eau pour y arriver, la mer d'Aral ; l'Irtych originaire de la Chine et l'Ichim qui après la traversée du nord-est du Kazakhstan se poursuivent dans la Sibérie russe ; le canal du Karakoum desservant le Turkménistan entre la Caspienne et l'Amou-Daria ; l'Ili, issu lui aussi de la Chine sous le nom de Kunes He et alimentant le lac Balkhach etc. ;

◆ les énormes châteaux d'eau de l'Altaï (à cheval sur la Mongolie, le Kazakhstan et la Sibérie) et du Pamir (à cheval sur la Chine, le Kirghizistan et

13 - "Nous buvons 90 % de nos maladies", disait Pasteur.



surtout le Tadjikistan dont il occupe les trois quarts de la surface : la densité en cours d'eau arborescents fait du Kirghizistan et du Tadjikistan les deux seuls pays d'Asie Centrale sans aucun problème de ressources en eau) ;

◆ une série de "réservoirs" derrière barrage, aménagés à l'époque soviétique : Tchardara dans la vallée de Fergana, en Ouzbékistan ; Toktogoul au Kirghizistan ; Daskopri au Turkménistan ; Qapchaghāi au nord d'Almaty (Kazakhstan), etc.

Si la bataille des pipes dépasse largement, comme on l'a vu, le site de l'Asie Centrale, puisque la route gazière et pétrolière y est en grande partie confisquée par les "majors" avec la complicité des trois "grands" (Russie, Chine et USA), la bataille de l'eau par contre frappe de plein fouet une grande partie de sa surface. Parce que les ressources en eau sont rares et mal réparties dans cette région du globe, les "guerres de l'eau" risquent de s'intensifier entre pays "prédateurs" et pays consommateurs d'aval : dans la plupart des cas, les conflits autour de l'eau ont pour origine le partage des ressources provenant de fleuves transfrontaliers ou de nappes souterraines communes à différents états, les pays en amont puisant abondamment les eaux d'un fleuve ou d'une nappe ou les interceptant par des ouvrages de retenue sans se soucier des pays situés en aval.

Par exemple la situation est explosive entre Chine et Kazakhstan autour de l'enjeu des fleuves Ili et Irtych qui prennent naissance en Chine avant de traverser le Kazakhstan, ce dernier accusant la Chine de trop ponctionner les eaux de ces fleuves. Le bassin de l'Irtych attise particulièrement les tensions : le fleuve, bien que très pollué, est utilisé pour la pêche industrielle et l'approvisionnement en eau potable des villes de la région de Semeï et de Pavlodar au nord-est du Kazakhstan, voire celles du sud Sibérien.

Mais la pire des catastrophes écologiques porte un nom : la mer d'Aral, située à la frontière entre le Kazakhstan au nord et l'Ouzbékistan au sud, qui s'assèche peu à peu depuis les années 60. Les eaux des deux fleuves, le Syr-Daria et l'Amou-Daria qui viennent s'y jeter, ont été détournées tout au long de leur trajet pour irriguer les champs de coton inconsidérément développés durant la période soviétique et les républiques concernées (Turkménistan, Ouzbékistan) se disputent ces eaux devenues rares. Le volume d'eau drainé par les deux fleuves a ainsi été divisé par huit entre 1960 et 2000. Dès lors la mer d'Aral meurt chaque jour un peu plus. Elle a perdu 55 % de sa superficie initiale (se réduisant de 67 820 km² à moins de 30 000 km²) et 31 % de son volume d'eau depuis quarante ans. L'eau très polluée y est impropre à la consommation, la faune et la flore y ont quasiment disparu. A long terme, c'est la pollution par les hydrocarbures qui frappera un jour tout ou partie de la Caspienne...

Au moins autant que les routes de la soie, les routes de l'eau sont absolument prioritaires pour l'avenir de l'Asie Centrale ; comme l'a écrit à son sujet un journaliste économique : abondance de pétrole, pénurie d'eau, zone inflammable!...

[F] LES PROJETS ACTUELS D'AMÉLIORATION DES RÉSEAUX RAIL-ROUTE ET DES SECTIONS TRANSFRONTIÈRES, FACTEURS DE RAPPROCHEMENT ET DE DÉVELOPPEMENT DE L'ASIE CENTRALE ?

On aura compris de ce qui précède que le maître mot des transports terrestres en Asie Centrale (rail, route, pipes pétroliers et gaziers, acheminements de l'eau potable et de l'eau d'irrigation) est l'**enclavement**, qui risque d'affecter durablement l'économie des pays concernés, pénalisés en coût et en temps d'acheminement dans leurs exportations par les difficultés d'accès à la mer (Baltique, mer Noire, angle nord-est de la Méditerranée en Turquie et en Syrie, golfe d'Ormuz, océans Indien et Pacifique, suivant les points d'origine), notamment pour les transports de fret internationaux dans la concurrence impitoyable de la mondialisation.

Quoi qu'on fasse, Tachkent est à 2 300 km à vol d'oiseau du port le plus proche (sur la mer Noire) alors qu'aucun point de l'Europe des 25 n'est à plus de 700 km à vol d'oiseau d'un littoral (soit à 900 ou 1 000 km au grand maximum d'un port par le rail et/ou par la route). Et cette situation de l'Asie Centrale est peu comparable à celle de l'Amérique du Nord ou de l'Australie, pays de grands espaces eux aussi, mais dotés d'un relief radicalement différent, d'économies et d'infrastructures complètement distinctes.

Par exemple les délais d'acheminement et les coûts de transport à la mer de la tonne de coton, production locale emblématique, sont les suivants¹⁴ :

- ◆ Chengeldi¹⁵ – Riga : 20-23 jours, pour 4 000 km, 85 USD ;
- ◆ Chengeldi-Brest Litovsk : 21-23 jours, pour 4 250 km, 75 USD ;
- ◆ Chengeldi-Shanghai : 20-25 jours, pour 5 000 km, 215 USD ;
- ◆ Tachkent-Poti (par Aktau) : 10-15 jours, pour 2 100 km, 75 USD ;
- ◆ Tachkent-Poti (par Farab) : 2 700 km ;
- ◆ Tachkent-Bandar Abbas : 3 600 km.

14 - BISNIS (Business Information Service for the newly independent States) : "Transportation/Freight forwarding services and infrastructure overview" (26 janvier 2001).

15 - Carrefour ferroviaire important à proximité nord de Tachkent.

A ces difficultés s'ajoutent, en Asie Centrale et en Caucasia :

- ◆ la fiabilité toute relative des itinéraires de circulation que les antagonismes locaux et la stratégie mondiale obsessionnelle du pouvoir opposant USA, Russie et Chine dans cette région, peuvent rendre d'un jour à l'autre parfaitement aléatoire ;
- ◆ les difficultés de l'accès aux frontières et de leur franchissement (temps de passage, formalités douanières, électronique déficiente, bakchichs à verser, limitation à certains postes frontière du passage aux deux seuls pays riverains, c'est-à-dire interdiction du transit international, etc.);
- ◆ le nombre même de frontières à franchir (deux ou trois pays différents à traverser pour arriver à la mer);
- ◆ les nécessaires transferts modaux que rendent obligatoires les transbordements rail-route (missing links ferroviaires), ou la traversée de la Caspienne, ou l'absence de liaison transfrontière rail (par exemple entre Irak et Iran, ou entre Iran et Pakistan ou entre Asie Centrale et Pakistan, ce qui pénalise le port de Karachi);
- ◆ sans oublier les changements d'écartement rail avec l'Iran et la Chine : 1 435 mm ("Stephenson gauge" couvrant par ailleurs la plus grande partie de l'Europe, sauf l'Espagne) au lieu du gabarit de 1 520 mm des pays ex-soviétiques ;
- ◆ les détours coûteux d'itinéraires dus au relief ou au tracé ubuesque des frontières hérité de la mainmise soviétique des années 1920, dont seules des relations bilatérales amicales ou en tout cas non hostiles peuvent atténuer l'intransigeance, ce qui n'est pas toujours le cas, etc.

En définitive, – et des efforts certains sont faits actuellement dans ces deux directions par les cinq "Stans" et leurs voisins de la Caucasia, de la Turquie, du Moyen-Orient et du Pakistan –, les programmes qui commencent à se concrétiser en Asie Centrale en matière de transports terrestres concernent, en particulier dans le cadre de TRACECA :

- ◆ les améliorations physique et institutionnelle des liaisons transfrontières entre les cinq républiques d'une part et avec la Chine, la Russie et l'Iran en périphérie d'autre part ;
- ◆ la réhabilitation des réseaux rail-route et du matériel roulant ferroviaire, ainsi que la construction de sections nouvelles, routières et ferroviaires, intérieures aux cinq Stans ou dans leur zone d'influence (pays périphériques). Plus précisément :

Rappel des liaisons transfrontières fondamentales des cinq "Stans" avec leur périphérie

Elles concernent les sections ci-après, la plupart du temps sur des corridors communs au rail et à la route :

- ◆ avec la Russie à partir du Kazakhstan, en ma-



Figure 7
Les ferrys sur la Caspienne, liaisons fondamentales entre la Transcaucasia, la Russie, l'Asie Centrale et l'Iran
Ferries on the Caspian Sea, fundamental link between Transcaucasia, Russia, Central Asia and Iran

tière routière (numérotation Asian Highways) :

- A61 : Ouralsk vers Samara (Kouybichev) et Saratov,
- Aktobe (Aktioubinsk) vers Orenbourg et Orsk,
- A74 : Troitsk vers Koustanai,
- A62 : Petropavlovsk vers Kurgan et Omsk,
- A60 : Pavlodar et Semeï (Semipalatinsk) vers Barnaul et Novossibirsk,
- A70 : Atyrau vers Astrakhan et Volgograd,
- Aktau – Caspienne (figure 7, carte des principaux ferrys de la Caspienne).

Et en matière ferroviaire : Ouralsk – Saratov ; Aktobe – Orenbourg ; Tobol – Magnitogorsk ; Kokchetay – Troitsk – Cheliabinsk ; Kokchetay – Petropavlovsk – Kurgan et Omsk ; Semeï (Semipalatinsk) – Barnaul – Novossibirsk ; Pavlodar – Barnaul ; Makat – Atyrau – Astrakhan.

La plupart de ces liaisons ferroviaires "accrochant" le Kazakhstan à la Russie avec le même écartement ("Russian gauge") bénéficient de la récente réhabilitation du Transsibérien (double voie et électrification de bout en bout) ramenant de 25 jours à 11 jours la durée du transit fret entre Pacifique et Baltique pour les trains complets (blocktrains) de 57

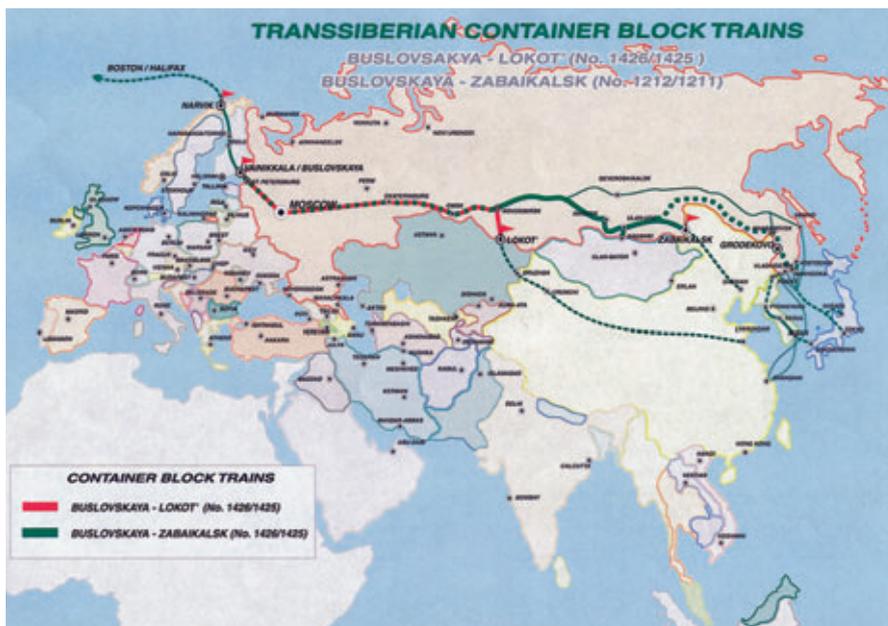


Figure 8
L'«*accrochage*» de l'Asie
Centrale au Transsibérien
(cartes UIC)

**Central Asia's
"attachment"
to the Trans-Siberian**
(UIC maps)

wagons à containers sur 11000 km (1000 km/jour) et rendant ce mode de transport de fret entre Asie orientale et Russie parfaitement concurrentiel avec le mode maritime empruntant le canal de Suez et le Bosphore (figure 8) : facteur important pour le volume énorme et régulièrement croissant des importations par la Chine de produits de base pour alimenter ses usines de transformation ;

◆ avec la Chine à partir du Kazakhstan, du Kirghizstan et du Tadjikistan, en matière routière :

- A5 : Khorgas – Urumqi,
- A72 : Druzhba – Urumqi,
- Dostik – Kuytun – Alashanki,
- Ayguz – Bakhti – Tacheng – Urumqi,
- A64 : Irkeshtam – Kashgar (Kashi),
- A61 : Torugart – Kashgar,
- A66 : Kulma Pass – Kashgar.

Et en matière ferroviaire : Aktogay - Urumqi par l'Alatau pass, à la frontière sino-kazakhe ; mais actuellement aucune liaison rail du Kirghizstan et du Tadjikistan n'existe avec la Chine en raison des barrières cyclopéennes du Pamir et du Tian Shan ;

◆ avec l'Afghanistan à partir du Tadjikistan, de l'Ouzbékistan et du Turkménistan, en matière routière :

- A74 : Airadj – Pulekhumri,
 - A62 : Termez – Mazar i Charif,
 - A77 : Serkhetabad – Herat,
- mais aucune liaison en matière ferroviaire (le rail, on l'a vu, est inconnu en Afghanistan) ;

◆ avec l'Iran à partir du Turkménistan, en matière routière :

- A75 : Sarakhs – Meched,
 - A78 : Ashkabad – Gaudan – Bajgiran,
- et en matière ferroviaire : Sarakhs – Meched.

On aura noté, en matière de liaisons terrestres, les liens importants de l'Asie Centrale avec la Russie sibérienne par le nord du Kazakhstan, ses liens non négligeables avec la Chine (le Xin Jiang, centré sur Urumqi et Kashgar) et les liens plus ténus vers le sud avec l'Afghanistan et l'Iran malgré l'importance stratégique, dans ce dernier cas, de la liaison Sarakhs – Meched existante et de la liaison Meched-Bafq à construire en Iran (quelques chantiers ont commencé) en direction du port de Bandar Abbas.

Programmes en projet à court terme ou en cours de construction sur les réseaux rail-route de l'Asie-Centrale

On insistera une nouvelle fois sur la nécessité absolue de la réhabilitation du réseau ferroviaire issu de la période soviétique (infrastructure et matériel roulant) et de l'entretien du réseau routier existant. En matière de réalisations nouvelles, indispensables à l'économie générale, on notera les projets ci-après à court terme ou en cours de réalisation, la plupart proposés dans le cadre de TRACECA qui en aide le financement de la construction et de l'équipement :

- ◆ entre Kazakhstan et Turkménistan : poursuite de la moitié sud du contournement ferroviaire oriental de la Caspienne (homologue du contournement ouest par Astrakhan – Bakou vers l'Iran c'est-à-dire Quazvin et Téhéran) en direction du port de Bandar Abbas, avec le tronçon transfrontière Eralievo – Bekdash à construire sur 230 kilomètres, suivi du tronçon Bekdash – Turkmenbasy en direction de Gorgan en Iran et, là encore, du port de Bandar Abbas ;
- ◆ entre Kazakhstan et Ouzbékistan : reconstruction de la ligne ferroviaire Aktau-Beyneu-Kundgrad (700 km, sur un projet financé par TRACECA) et reconstruction-réhabilitation de la route Beyneu-Kundgrad ;
- ◆ entre Ouzbékistan (frontière afghane), Tadjikistan et Kirghizstan : construction d'une route nouvelle à grande circulation nord-sud Termez – Dushambe – Sari Tash ;
- ◆ au Kirghizstan : reconstruction de la ligne ferroviaire Lugovaya – Bishkek – Balikchi (322 km) ;
- ◆ en Ouzbékistan en matière ferroviaire : construction en cours d'une part du missing link sud Guzar

Baysun-Kumkurgan (220 km) en direction de Termez et d'autre part de la section transfrontière Andijan – Kara Su – Osh (Kirghizstan) sur 72 km en direction de la Chine (Kashgar), complétée en fond de vallée de Fergana par la section Andijan – Kara Su – Jalal Abad (79 km); réhabilitation-construction de la section Chengeldi Jizzak – Samarcande (320 km où la vitesse moyenne actuelle des convois est de 20 km/h : 125 millions d'USD, achèvement en principe en 2004) et de la section Bukhara – Navoi – Samarcande (341 km : 155 millions d'USD, achèvement mi-2005); réhabilitation de bout en bout de l'itinéraire entre Kazakhstan et Turkménistan transitant par l'Ouzbékistan, de Beyneu – Karakalpakia à Khodchadavlet, en direction de Mary-Ashkabad, soit au total 1 250 km, actuellement à voie unique et non électrifiée, incluant la nouvelle section Uchkuduk-Nukus (342 km) commencée en 1993 et mise en service en février 2001 et permettant d'éviter deux traverses du Turkménistan; réhabilitation-construction de l'itinéraire majeur Tachkent-Andijan-Osh, avec la section Angren-Pap à créer de toutes pièces : liaison moderne avec le Kirghizistan puis, à plus long terme, avec la Chine (Kashgar).

Toujours en Ouzbékistan, mais en matière routière, réhabilitation de la route à quatre voies entre Bukhara et Alat (94 km, 100 millions d'USD, achèvement en principe en 2004); construction des deux tunnels "Rezak" et "Kamchik" sur l'itinéraire Tachkent-Osh A74-A64 (vallée de la Fergana évitant de transiter par le Tadjikistan); reconstruction enfin du tronçon Tachkent – Angren – Namangan;

◆ au Tadjikistan, en matière routière, construction sur A74 (Dushambe – Tachkent) du tunnel "Anzob" (5 km, plus les routes d'accès); galerie anti-avalanches sur la section Gushari-Maihura (4 km) et projet sur A66 du tunnel "Shar-Shar" (6 km).

Mais on aura compris de ce qui précède que globalement les stratégies d'équipement de l'Asie Centrale et les priorités financières des cinq "Stans" semblent viser actuellement, et en urgence absolue, les équipements de transport des hydrocarbures et de l'eau plutôt que la modernisation et le développement des réseaux rail-route qui risquent, et ce serait là un lourd handicap pour leur développement économique, de rester les parents pauvres de leurs budgets...

■ CONCLUSION

Il faut résolument abandonner toute vision occidentale de la géopolitique des transports terrestres quand on analyse la situation de l'Asie Centrale (ou, *lato sensu*, des dix pays de notre définition du préambule) sauf peut-être à la comparer aux sites des Balkans⁵ ou du Moyen-Orient⁴ par ailleurs complètement différents en matière de géographie physique et culturelle.

Même climat en tout cas de guerre ouverte ou sous-

jacente; même diversité ethnique voire tribale, religieuse (la multiplicité des branches de l'Islam, qu'elles soient pacifiques dans l'immensité des cas ou exacerbées par l'ambiguïté de tracés de frontière kafkaïens); même insuffisance alimentaire reposant sur des PIB nationaux inquiétants; même poids paralysant des héritages historiques (occupation turque et austro-hongroise pour les Balkans; héritage colonial franco-anglais pour le Moyen-Orient, soviétique pour l'Asie Centrale), expliquant les stratégies actuelles d'hégémonie obsessionnelle et de pénétration des itinéraires ferroviaires les plus courts à partir des ports les plus performants. Mais tout cela est poussé à l'extrême en Asie Centrale en raison :

◆ du poids accablant du relief, sans commune mesure avec le compartimentage des Balkans ou les hauteurs plus modestes du Moyen-Orient (culminant au mont Sainte-Catherine, 2 637 m, dans le Sināï) : rien de commun avec la gigantesque équerre du sud-est de l'Asie Centrale, de l'Indu Kush au sud jusqu'au nord du Pamir, dont la ligne de crête se cale presque uniformément entre 5 000 et 7 000 m; cette crête rejette au nord du Kazakhstan les deux seuls itinéraires est-ouest entre l'Europe et la Chine que peuvent équiper, et de toutes façons à grand prix, les technologies modernes du rail et de la route;

◆ de l'énorme intérêt énergétique (absolument inconnu des Balkans, mais assez comparable à la situation du Moyen-Orient) et à un second degré touristique des pays de l'Asie Centrale et de la Caspienne, avec leur incapacité économique à en tirer profit eux-mêmes, abandonnant ce profit par la force des choses aux trois cercles d'influence décrits en préambule qui y maintiendront encore longtemps un climat de guerre sous-jacente : guerre pouvant éclater au moindre incident servant de prétexte aux stratégies des trois cercles.

Et ces risques d'incidents sont multiples dans l'Asie Centrale et sa périphérie (les dix pays), évoqués dans les ouvrages visionnaires de Zbigniew Brzezinski et Emmanuel Todd¹⁶ :

◆ incident frontalier sanglant, d'origine ethnique ou religieuse, ou simplement révolte de la misère et de l'humiliation poussées à leur comble, dans des pays pratiquant un équilibre fragile entre le protectionnisme financier US et le poids de leur opinion publique;

◆ révolte ouverte ou larvée, analogue au conflit tchéchène, dans les zones instables de la Transcaucasie (Abkhasie, Ossétie, Haut-Karabakh) se propageant rapidement de l'autre côté de la Caspienne;

◆ succession dynastique et bouleversement dans

16 - Zbigniew Brzezinski : "The grand chessboard, American primacy and its geostrategic imperatives, "Basic Books"; New York, 1997. Emmanuel Todd : "Après l'empire", Gallimard, août 2002.

le système saoudien modifiant le fragile équilibre énergétique (maintien du bas prix du baril) sur lequel le monde occidental vit innocemment et sans conscience véritable du danger foudroyant qui peut menacer son économie, déjà ébranlée par le Septembre noir de 2001, etc.

Et face à ces risques majeurs, l'économie de marché n'a malheureusement pas amélioré en douze ans comme on l'espérait la situation de l'Asie Centrale (contrairement à ce qui s'est passé en Europe pour les PECO) : il est vrai que les capitaux occidentaux ne se bousculent pas pour la faire repartir, laissant la place aux initiatives des banques japonaises, coréennes, turques ou islamiques. Ainsi, à tout moment, l'Asie Centrale et sa périphérie peuvent redevenir le site du "grand jeu" USA-Russie-Inde-Chine, pour reprendre le terme employé par les diplomates du XIX^e siècle décrivant la rivalité féroce entre la Russie tentant de "descendre" en force de la Sibérie vers la vallée de l'Amou-Daria, et la Grande-Bretagne essayant de "remonter" sa ligne d'influence au nord de l'Inde, l'Afghanistan représentant la zone-tampon entre les deux antagonismes colonisateurs pressés d'étendre leurs domaines respectifs à travers l'Asie ; pour l'heure Brzezinski a désigné clairement l'Ouzbékistan comme objectif stratégique des Etats-Unis, la Russie campant fermement de son côté sur le Kazakhstan : c'est bien dans ce cadre qu'il faut imaginer pour l'avenir une éventuelle politique de transports terrestres pour l'Asie Centrale en braquant les regards sur leur évolution au Kazakhstan (zone d'influence chinoise et surtout russe, liée à la résurrection du Transsibérien), en Ouzbékistan (position centrale ; mouvance USA) et en Iran (débouchés portuaires sur l'océan Indien)...

BIBLIOGRAPHIE

- "L'Etat du monde 2004" (Editions *La Découverte*, septembre 2003).
- J.-A. Winghart : "L'Europe des autoroutes" (*Que sais-je*, PUF, 2^e édition, octobre 1998).
- Ahmed Rashid : "Asie Centrale, champ de guerres" (Editions *Autrement*, octobre 2001).
- Edgar Knoblock : "Monuments of Central Asia : a guide to the Archaeologia, Art and Architecture of Turkestan" (*I. B Tauris*, Londres, 2001).
- Olivier Roy : "L'Asie Centrale contemporaine" (*Que sais-je*, PUF, janvier 2002).
- Georges Mutin : "L'eau dans le monde arabe" (Editions *Eclipses*, janvier 2000) et "Géopolitique du monde arabe" (Editions *Eclipses*, 2001).

Sur la toile :

- ◆ Central Asia-Caucasus analyst : www.cacianalyst.org
- ◆ Pays de la CEI¹⁷, (Communauté des Etats Indépendants) : www.eurasianet.org
- ◆ TRACECA : www.traceca.org
- ◆ Daviscenter for Russian and Eurasian studies : www.daviscenter.fas.harvard.edu
- ◆ Centre d'études français sur la Chine contemporaine : www.cefc.com.hk
- ◆ OPEP (pétrole) : www.opec.org
- ◆ Office international de l'eau : www.oieau.fr
- ◆ Conseil mondial de l'eau : www.worldwatercouncil.org
- ◆ Railroad gauge width : <http://parovoz.com/spravka/gauges-e.html>

17 - Ensemble de douze pays issus du démembrement de l'URSS en 1991.

ABSTRACT

Central Asia : Current silk, water, oil and gas road corridors

J.-A. Winghart

Current land transport policy in the five "Stans" (i.e. the five Central Asia republics resulting from the dismemberment of the USSR in 1991 : Kazakhstan, Turkmenistan, Uzbekistan, Kyrgyzstan and Tajikistan) is directly related to the changing balance of power around the Caspian Sea following the terrorist attacks of September 11, 2001. General goods transport by rail and road, and transport of hydrocarbons (in liquid and gas form) by pipelines is now a direct factor in the opposing policies of the USA, Russia and China in Central Asia, with the three hyperpowers looking to ensure control of this heartland, as was predicted in the early 20th century by one of the fathers of geopolitics, the British geographer Halford Mackinder.

But local penetration by Washington, with its successes and failures, the apparent decline of Russia in Central Asia, the ambitions of the Chinese, the unknowns surrounding Pakistan and India, and all the swings in the international balance of power should not cause one to overlook the struggles for water which are likely to be fierce as of the present decade : "The wars of the coming century will be wars over water, not oil", according to the 1999 prophesy of Ismail Serageldin, a World Bank vice president.

Central Asia and its surrounding area have thus become the centre of a power play between the USA, Russia, India and China, reminiscent of the 19th century rivalry between Czarist Russia and Great Britain ; and there is every reason to believe that the organisation of land transport corridors will definitely play an important role in this activity, in which France Inc. must as of now look for its position.

RESUMEN ESPAÑOL

Asia Central : los recorridos actuales de las carreteras de la seda, del agua, del petróleo y del gas

J.-A. Winghart

La política actual de los transportes terrestres en los cinco "Stans" (es decir

las cinco repúblicas de Asia Central derivadas del desmembramiento de la URSS en 1991 : Kazajstán, Turkmenistán, Uzbekistán, Kirguizistán y Tadjikistán) guarda relación directa con la transformación de las relaciones de fuerza entorno del mar Caspio tras los atentados del 11 de septiembre de 2001.

El transporte de mercancías generales por ferrocarril y por carretera así como de los hidrocarburos (líquidos y gas) por oleoductos y gasoductos entra de ahora en adelante directamente en la política antagonista de EE UU, de Rusia y de China en Asia Central : las 3 hiperpotencias tratan de asegurarse el control de este heartland, así como lo había pronosticado a principios del siglo XX uno de los padres de la geopolítica, el británico Halford Mackinder.

Pero la penetración local de Washington, con sus logros y sus fracasos, la decadencia aparente de Rusia en Asia Central, las ambiciones chinas, la posición desconocida Pakistán-India y todo este reequilibrado internacional no podrían hacer olvidar las batallas por el agua que se anuncian feroces a partir del presente decenio : "Las guerras del próximo siglo serán guerras del agua y no del petróleo" profetizaba en 1999 Ismail Serageldin, uno de los vicepresidentes del Banco Mundial.

Así, Asia Central y su periferia se han transformado en un emplazamiento del "gran juego" EE UU-Rusia-India-China, para repetir los términos de los diplomáticos del siglo XIX que describían la rivalidad que reinaba ya entre la Rusia de los zares y Gran Bretaña ; y todo indica que la organización de los corredores de los transportes terrestres habrá de desempeñar un papel importante en el cual las empresas francesas deben desde ahora tratar de encontrar el lugar que les corresponde.

10^e Concours Sécurité de la FNTP Pour le développement de la "culture sécurité" dans les entreprises de Travaux Publics

Concours Sécurité 2003 FNTP

La cérémonie 2003 de remise des Prix du Concours Sécurité 2003 aux entreprises Coca Sud-Est (lauréat des moins de 50 salariés), Spie TPCI (1^{er} Prix des entreprises de 50 salariés et plus) Solétanche-Bachy (2^e Prix) et Cegelec nord-est (3^e Prix) s'est tenue le 16 décembre. Elle a été l'occasion, dix ans après la remise du premier prix, de dresser un état des lieux du développement de la "culture sécurité" dans les entreprises de Travaux Publics :

◆ en 1994, dans les Travaux Publics, l'écart par rapport à l'ensemble des branches professionnelles, était de 2,08 (3,06 dans les TP pour 0,98 tous secteurs confondus) pour le taux de gravité* et de 31,4 celui du taux de fréquence*;

◆ en 2001 cet écart a été ramené à 1,69 pour le taux de gravité, et à 23,4 pour le taux de fréquence.

Ces résultats ont été atteints grâce à la mobilisation de tous, mobilisation qui s'est concrétisée par une évolution de la culture et l'esprit sécurité dans de nombreuses entreprises.

LA FNTP a pour objectif que les entreprises de Travaux Publics atteignent la moyenne nationale de l'ensemble des branches professionnelles. Pour y parvenir, elle s'engage notamment à faire connaître et à récompenser les bonnes pratiques qui permettent aux entreprises des Travaux Publics d'atteindre un niveau de culture et d'esprit sécurité équivalent à celui des entreprises industrielles.

■ OBJECTIF DE LA FNTP : GÉNÉRALISER LA "CULTURE SÉCURITÉ" EN ENTREPRISE

"La culture sécurité", est l'ensemble des actions engagées au fil du temps par la ou les Directions de l'entreprise.

* Le **taux de fréquence** (TF) s'exprime en nombre d'accidents avec arrêt pour 1 million d'heures travaillées :
$$TF = \frac{\text{Nombre AT avec arrêt} \times 1\,000\,000}{\text{Nombre d'heures travaillées}}$$

* Le **taux de gravité** (TG) s'exprime en nombre de journées perdues pour mille d'heures travaillées :
$$TG = \frac{\text{Nombre de journées perdues} \times 1\,000}{\text{Nombre d'heures travaillées}}$$

Une évolution en quatre étapes

En dix ans, la culture sécurité dans les entreprises de Travaux Publics s'est étendue et approfondie.

Deux paramètres essentiels d'évolution :

- ◆ la vie de l'entreprise ;
- ◆ l'engagement des Directions successives en matière de prévention des risques professionnels.

La combinaison de ces deux paramètres rend possible d'identifier quatre niveaux de culture sécurité.

Le niveau 1

La Direction de l'entreprise agit au coup par coup en fonction des accidents, des interventions du CHSCT et des organismes extérieurs (Inspection du travail, CRAM, OPPBTP).

Les actions de prévention sont spécifiques à une situation et sont ressenties comme une contrainte. Elles ne font pas l'objet d'un suivi de mise en œuvre, ce qui en limite l'efficacité dans le temps. L'absence de suivi et le caractère exceptionnel des actions de prévention interdisent tout esprit sécurité.

Le niveau 2

La Direction de l'entreprise définit des mesures de prévention au fur et à mesure des événements. Elle élabore des consignes et se dote de matériels et d'équipements de sécurité, qui sont peu ou mal appliqués ou utilisés sur les chantiers, faute d'effectuer un suivi et de développer l'esprit sécurité.

Les salariés ne ressentent pas la priorité donnée à la prévention par la Direction.

Le niveau 3

Il représente une étape essentielle. La Direction de l'entreprise définit des mesures de prévention en fonction des événements (accidents, réglementation, analyse des postes de travail) et veille à leur mise en œuvre.

Elle sensibilise les salariés sur l'importance de la prévention et développe l'esprit sécurité. Cependant, l'absence d'une stratégie d'entreprise intégrant la prévention des risques profes-

sionnels ne permet pas d'anticiper les grandes évolutions organisationnelles, structurelles, et conjoncturelles telles que celles issues des règles sociales européennes.

Les brusques adaptations qui en découlent perturbent l'évolution comportementale des salariés et freinent le développement de "l'esprit sécurité".

Le niveau 4 qu'il faut atteindre et conserver

L'entreprise intègre la prévention dans ses choix stratégiques de développement (commercial, rachat d'entreprise, embauche et évolution du personnel...).

Elle possède une maîtrise des risques professionnels et anticipe l'impact des dispositions européennes et mondiales.

La Direction veille en permanence à l'application, à l'adaptation et à l'amélioration continue des dispositions de préventions.

Les salariés possèdent un "esprit sécurité".

On notera dans la réalité le délai, entre les actions engagées par la Direction et leur application effective sur le terrain par les salariés. Ce temps nécessaire pour que chacun s'approprié ces actions. Il varie selon diverses contraintes :

- ◆ difficultés techniques de mise en œuvre ;
- ◆ changement des habitudes et du comportement de chacun ;
- ◆ manque de visibilité des résultats.

Le document unique, un outil indispensable mais pas suffisant

Pour garder une mobilisation constante dans l'entreprise, le plan d'action qui découle du document unique, doit être guidé par la recherche d'un équilibre entre priorité (les risques), et contrainte (les actions de prévention).

Cet équilibre doit permettre, chaque année, aux salariés de voir leurs efforts apporter des résultats positifs et mesurables, faute de quoi un sentiment d'échec et d'impuissance, source de démobilisation, pourrait s'instaurer.

Cette démarche nécessite de planifier les résultats attendus et les actions qui s'y rapportent sur du court, moyen et long termes.

Ce point fait l'objet des premières questions du "référentiel" du concours FNTF.

CONCOURS SÉCURITÉ DE LA FNTF : 10 ANS DE MOBILISATION

Suite au rapport commandé à F. Ceyrac sur le sujet en 1991, la FNTF et de nombreuses entreprises se sont mobilisées pour diminuer le

nombre et la gravité des accidents et maladies professionnelles, et à améliorer les conditions de travail sur les chantiers, ceci avec le concours du ministère des Affaires sociales, du Travail et de la Solidarité, de la CNAM, de l'INRS et de l'OPPBTP. A cette époque, à l'exception des grandes entreprises, on peut estimer, faute de renseignement, que le niveau de culture sécurité dans les TP se situait en moyenne aux alentours du niveau 2.

C'est pour encourager les entreprises à mener des actions leur permettant d'atteindre le niveau 3 que la FNTF a organisé en 1994 son premier concours sécurité qui récompensait, toutes spécialités confondues, les entreprises en fonction de leurs statistiques d'accidents de travail et leurs actions techniques innovantes.

Ainsi entre 1994 et 2001, 130 entreprises ont été récompensées.

Parallèlement grâce aux efforts de la profession, entre 1994 et 2001 on observe :

... dans les Travaux Publics :

- ◆ le taux de gravité est passé de **3,06 à 2,75** ;
- ◆ le taux de fréquence a baissé de **57 à 48**.

... dans le BTP :

- ◆ le taux de gravité est passé de **3,03 à 2,95** ;
- ◆ le taux de fréquence a baissé de **64 à 57,6**.

... pour l'ensemble des branches professionnelles :

- ◆ le taux de gravité est monté de **0,98 à 1,06** ;
- ◆ le taux de fréquence a baissé de **25,6 à 24,6**.

Les données fournies par les entreprises des TP ne permettaient pas cependant d'identifier les causes de cette progression, et donc le savoir-faire des entreprises.

A cette fin, un Club des lauréats a été créé, afin de recueillir et d'échanger sur ce savoir-faire.

En 2002, la FNTF a revu son concours tant dans son organisation que dans ses critères d'attribution.

Pour ce qui concerne l'organisation, chaque syndicat de spécialités organise son propre concours ce qui permet à chaque entreprise de se situer par rapport aux autres entreprises de sa spécialité.

Pour mémoire :

* **Le taux de fréquence** (TF) s'exprime en nombre d'accidents avec arrêt pour 1 million d'heures travaillées :
$$TF = \frac{\text{Nombre AT avec arrêt} \times 1\,000\,000}{\text{Nombre d'heures travaillées}}$$

* **Le taux de gravité** (TG) s'exprime en nombre de journées perdues pour mille d'heures travaillées :
$$TG = \frac{\text{Nombre de journées perdues} \times 1\,000}{\text{Nombre d'heures travaillées}}$$

Les lauréats sont présentés au concours de la FNTF.

Pour s'adapter à la politique nationale et internationale qui vise à engager les entreprises sur la mise en place d'un système de management, la FNTF a axé son référentiel sur la démarche d'amélioration continue et sa traçabilité.

LE CONCOURS SÉCURITÉ 2003

La participation

Le nombre de participant au concours des syndicats de spécialité a réuni 403 candidats en 2003 contre 366 en 2002 soit une progression + 11 %.

Par rapport à 2001, le nombre de participants est en progression de 35 %.

Les membres du jury des Syndicats de spécialité et de la FNTF ont noté une nette amélioration de la qualité des dossiers présentés par les candidats.

LES MEMBRES DU JURY DU CONCOURS SÉCURITÉ DE LA FNTF

- **Daniel Tardy**, président de la FNTF, président du jury
- **François Xavier Clédât**, président de la Commission sociale de la FNTF
- **Jacques Blancard**, directeur général de la FNTF
- **Robert Piccoli**, ministère des Affaires sociales, du Travail et de la Solidarité
- **Philippe Bourges**, Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés
- **Jean-Claude Macé**, administrateur FNTF de l'OPPBTP
- **Jean-Pierre Stasi**, secrétaire général de l'OPPBTP
- **Didier Durr**, secrétaire général de la FNSCOP BTP
- **Jean-Charles Savignac**, directeur des Affaires sociales de la FNTF

- Rapporteur : **Christian Lesouef**, FNTF

Les lauréats du concours Sécurité FNTP – Année 2003

Entreprises de moins de 50 salariés

Coca Sud Est, située à St-Priest dans les Bouches-du-Rhône

Activité : Canalisation, 37 salariés

La Direction de l'entreprise a démontré sa volonté et son engagement, notamment en effectuant un suivi des actions en veillant à la cohérence entre le plan d'actions et le document unique, les revues de Direction, et les résultats d'audit. L'entreprise a également signé une convention d'objectif avec la CRAM.

Entreprises de plus de 49 salariés

3^e Prix

Cegelec, Nord-Est, située au Havre

Activité : Electricité, 274 salariés

L'entreprise a adopté un système de management bien défini qui intègre les intérimaires. Il est étayé par de nombreux exemples d'action, qui font l'objet d'un suivi statistique de mise en œuvre, tels que le 1/4 h sécurité.

2^e Prix

Solétanche-Bachy, située à Nanterre

Activité : Forages, sondages et fondations spéciales, 923 salariés

Le jury a retenu l'excellente lisibilité du système de management, de sa mise en œuvre, de son suivi et de son efficacité.

Très bonnes statistiques pour la spécialité difficile.

1^{er} Prix

Spie Batignolles TPCI, située à Boulogne Billancourt

Activité : Travaux souterrains, 500 salariés

Le jury a récompensé la politique d'amélioration continue de l'entreprise et plus particulièrement l'engagement et les actions de la Direction pour mener une politique de prévention tournée vers les hommes. On notera par exemple l'étude de satisfaction interne des salariés sur l'entreprise, qui intègre un chapitre sécurité-santé.

Nous espérons voir dans un prochain concours

l'utilisation qui sera faite de cette étude, notamment en ce qui concerne les actions et les améliorations qui pourront en découler.

ENTREPRISES	ADRESSES		Effectifs	Syndicats de spécialité
BEC frères	1111 avenue Justin Bec 34680 St Georges d'Orques	Hérault	68 salariés	SPETSF Travaux souterrains
CEGELEC nord est Le Havre	ZI parc des Alizés, voie des Sarcelles BP 22 76430 Sandouville	Seine-Maritime	257 salariés	SERCE Génie électrique
COCA sud est	24 rue Champ Dolin BP 610 69804 Saint-Priest cedex	Bouches du Rhône	37 salariés	Canalisateurs de France
COLAS (centre ouest)	2 rue Gaspard Coriolis ZAC de la Chantrerie 44307 Nantes cedex 3	Loire Atlantique	70 salariés	USIRF Industrie Routière
EUROVIA (Aquitaine)	18 rue Thierry Sabine BP 353 33694 Mérignac cedex	Gironde	408 salariés	USIRF Industrie Routière
EUROVIA (Bourgogne)	134 avenue de la Gare 21220 Gevrey-Chambertin	Côte D'or	379 salariés	USIRF Industrie Routière
GTM Précontrainte	61 avenue Jules Quentin 92000 Nanterre	Hauts-de-Seine	10 salariés	SEDIP Précontrainte
JEAN LEFEBVRE (sud-est)	Centre Bourgoing Jallieu 25 boulevard Pré Pommier 38300 Bourgoing Jallieu	Isère	34 salariés	USIRF Industrie Routière
KELLER	Espace plein ciel Allée de l'Europe 67960 Entzheim	Bas Rhin	131 salariés	SOFFONS Sondages, forages et fondations spéciales
RAZEL	3 rue René RAZEL Christ de Saclay 91892 Orsay cedex	Essonne	261 salariés	SPTF Terrassement
SADE (Ile de France nord)	28 rue de la Baume 75008 Paris	Paris	308 salariés	Canalisateurs de France
SOLETANCHE BACHY	6 rue de Watford 92000 Nanterre	Hauts-de-Seine	923 salariés	EGF.BTP Entreprise Générale
Spie Batignolles TPCI	11 rue Lazare Hoche 92774 Boulogne Billancourt	Hauts-de-Seine	500 salariés	SPETSF Travaux souterrains
TSO	Chemin du corps de garde Z I BP n° 8 77501 Chelles cedex	Seine et Marne	497 salariés	SETVF Voies Ferrées
VALERIAN	300 parc d'activités Ste Anne BP 305 84706 Sorgues cedex	Vaucluse	536 salariés	SPTF Terrassement

Les 15 finalistes
du concours sécurité
FNTP 2003

économie

International

Chantiers TP export - 1^{er} semestre 2003

Cette note présente les chantiers, en cours, des entreprises françaises de Travaux Publics, sur les marchés extérieurs, dans la première moitié de l'année 2003.

A travers des "chantiers-phares" illustrant le savoir-faire des entreprises françaises, la "vie des chantiers" et les "opérations à venir" proposées par zone géographique, on illustre la présence française dans le monde.

■ CHANTIERS-PHARES

Asie

Inde

Le premier projet d'un **aménagement hydro-électrique de Teesta-Stage V** a commencé par la réalisation d'un barrage "prise d'eau", d'un tunnel d'amenée d'une dizaine de kilomètres et d'une usine de 510 MW.

Le barrage posé directement sur le socle rocheux doit être construit à l'abri de deux batardeaux sur la Teesta qui ont nécessité un traitement sur place.

Description :

- 2 batardeaux de 8 600 m²;
- 21 000 m de perforation;
- 49 m au plus profond;
- 375 000 heures de travail sur le chantier.

Singapour

Métro "Circle Line"

La seconde phase de construction de la ligne de métro de Singapour bat son plein. Le dernier tronçon comporte 3 stations :

- Old Airport Road;
- Tanjong Katong;
- Paya Lebar;
- quelques kilomètres de tunnel.

Des parois provisoires pour les deux premières stations et une paroi permanente pour la troisième sont en cours de travaux. Les conditions de chaque opération sont différentes et difficiles à cause de l'urbanisation, du trafic routier ou des réseaux à déplacer.

■ VIE DES CHANTIERS

Europe

Espagne

Dans le cadre de l'aménagement d'une future zone d'urbanisation dans le quartier de Vallecas à Madrid, un tunnel routier est en cours d'exécution. **Description :**

- 1 950 m de long;
- 3,14 m de diamètre.

Fin avril 2003, 600 m du tunnel étaient déjà excavés.

Hongrie

Les travaux de construction du prochain tronçon de l'autoroute M3 ont commencé en mars 2003.

Description :

- 12,7 km au nord-est de Budapest;
- 1 800 000 m³ de terrassements;
- 225 000 m³ de graves non traitées;
- 83 000 m³ de graves traitées aux liants hydrauliques;
- 136 000 tonnes d'enrobés;
- 4 ouvrages d'art;
- un échangeur.

Investissement : 76 millions d'euros.

Mise en service : septembre 2004.

Italie

Viaduc de Zeri - Renforcement

Ce viaduc construit dans les années 60 avait besoin de renforcement. **Description :**

- 2 tabliers parallèles de 385 m chacun;
- 11 travées à 35 m de long;
- changement des appareils d'appui, installation de dispositifs parasismiques et renforcement des têtes de piles.

Portugal

Sur la route nationale EN 260 au sud-est du Portugal, le renforcement par contrainte extérieure démontable du **pont de Serpa** a été achevé en mai 2003. L'ouvrage franchit le fleuve Guadiana entre Beja et Serpa.

Royaume-Uni

A l'ouest de la capitale, sur la **plate-forme aéroportuaire d'Heathrow** les travaux se poursuivent. La construction de l'**Airside Road Tunnel (ART)** un ouvrage routier bi-tube de 1 300 m de long et

de 9 m de diamètre intérieur, creusé au tunnelier mixte (pression de terre, air comprimé) à faible profondeur sous les pistes, a pris fin en juin 2003 pour le deuxième tube. (Pour mémoire, le premier tube s'était achevé en décembre 2002).

L'activité de construction du lot 5 du **terminal de l'aéroport d'Heathrow** bat son plein.

Sur la plate-forme de 128 ha qui a été auparavant une station de traitement des boues se déploie l'un des plus grands marchés géotechniques pour réaliser les fondations. **Description :**

- 4 000 pieux forés, sécants, à base élargie (soit 16 pieux par jour);
 - des ancrages;
 - la paroi au coulis;
 - terminal principal 384 m de long;
- Investissement : 40 M£.

Russie

• **A Moscou**, le percement du tunnel routier de Lefortovo a été achevé le 20 février 2003.

Description :

- situé sur le périphérique est de Moscou à 4 km du Kremlin dans une zone protégée en raison de la présence de nombreux monuments et parcs;
- 2 200 m de longueur;
- 14,2 m de diamètre pour le tunnelier à pression de boue (soit le plus grand tunnelier utilisé en site urbain);
- 60 semaines de creusement;
- avancement 64 m par semaine.

Les travaux s'achèveront en septembre 2003.

• **A Saint-Petersbourg**, le creusement du métro se poursuit.

Description :

- 2 tunnels de 840 m et 6,4 m de diamètre à 70 m de profondeur (creusement par tunnelier);
- le 1^{er} tube a été creusé en mai 2003.

Suisse

Tunnel de Mitholz

Le percement du tronçon nord-ouest du tunnel a été fini le 14 mai 2003. Au sud, l'excavation à l'explosif des deux autres tubes se poursuit. Le percement total des 24 km de galeries de ce futur tunnel ferroviaire prendra 72 mois.

République tchèque

Centre sportif du Strahov (Prague)

Dans le cadre des travaux du centre de sport pour la jeunesse, 8 terrains de football, ainsi que des

parkings vont être réalisés. L'investissement total est de 4,8 millions d'euros et la durée des travaux est de 12 mois.

Amérique

Etats-Unis

• Los Angeles : Intercepteur nord-est

La fin des travaux des 3 puits d'accès pour le creusement du tunnel du projet NEIS (North East Interceptor Sewer), réseau d'assainissement nord-est de Los Angeles. **Description :**

- 3 puits en paroi moulée;
- 10 000 m² (épaisseur 800/1 000 mm, profondeur variable de 20 m à 50 m);
- durée des travaux 6 mois;
- fin des travaux : fin mars 2003.

• Pont Bill Emerson

Description :

- franchissement du Mississippi à l'est de Cape Girardeau (frontière Missouri/Illinois);
- pont haubané;
- 2 pylônes en H culminant à 100 m;
- longueur 636 m;
- travée centrale 350 m, 128 haubans.

Porto Rico

Chantiers de fondations spéciales menés à bien au premier semestre 2003 :

- 300 pieux pour la fondation d'un silo de stockage de cendres volantes;
- 280 pieux pour un silo à grains (Pan American Grain);
- 100 tirants d'ancrage pour le soutènement d'un mur en béton (Las Colinas);
- l'opération Silo Carmelo.

Jamaïque

Les travaux d'extension à la station de traitement de l'eau de Great River et pour la pose d'une canalisation de 22 km entre l'usine et la ville Lucea ont démarré en avril 2003. Le chantier s'achèvera en décembre 2004. L'investissement est estimé à 39 millions d'euros.

Uruguay

Sur la rive du Rio Uruguay au lieu dit M'Bopicia la construction d'un terminal pour le commerce du bois a commencé. **Description :**

- un quai de chargement de 192 m de long, constitué de 10 cellules circulaires en palplanches plates, reliées par des arcs de raccordement;
- les voies de roulement d'un portique de déchargement;
- une aire de stockage des troncs de 75 000 m², une esplanade de production et de stockage des copeaux de bois de 31 000 m² nécessitant la mise en place d'un dallage précontraint;
- les infrastructures associées : route de service en béton, réseaux d'assainissement;

- une route d'accès de 6 km;
- 60 000 t d'enrochements;
- 200 000 m³ de remblais hydrauliques;
- 600 000 m³ de terrassement;
- 21 mois de travaux.

Afrique

Afrique du Sud

Premiers travaux pour le port en eau profonde sur la rivière Corega à 20 km à l'est du Port Elisabeth. **Description :**

- un mur de quai;
- une paroi plastique;
- épaisseur 0,60 m;
- longueur 1 350 m;
- ancrage à 27 m de profondeur;
- 30 000 m²;
- périmètre en forme de U;
- démarrage et fin de cette étape des travaux : mi-janvier/début avril 2003.

Algérie

Les travaux du plus important des barrages en béton compacté ont été finis fin 2002 - début 2003 à la station de pompage Beni Haroun, près de Constantine. Dans le cadre de cette opération :

- un puits en paroi moulée d'un mètre d'épaisseur, 29 m de diamètre et 55 m de profondeur;
- 5 000 m² de perforation;
- terrassement jusqu'à 53 m de profondeur;
- 2 pompes (puissance totale 180 MW et d'un débit de 23 m³/s, alimentées via un tunnel de diamètre 3,5 m, refoulement sur une hauteur de 750 m vers un réservoir de stockage (barrage de Ain Tin) desservant notamment Batna et Constantine.

Angola

Plate-forme de Kuito

Les travaux d'électricité de la plate-forme ancrée au large de l'Angola ont été réalisés pour un montant de 3 millions d'euros.

Proche et Moyen-Orient

Emirats Arabes Unis

Dans le cadre de la construction d'un nouveau carrefour routier menant au palais du cheik D'Abu Dhabi, plusieurs ouvrages d'art ont été réalisés début 2003. **Description :**

- rampe d'accès à un ouvrage d'art;
- mur de soutènement de 6 500 m²;
- 700 m² érigés en terrasse pour accueillir palmiers et fleurs;
- 32 000 m² de mur de soutènement au terme du contrat.

Turquie

Réhabilitation du réseau d'eau potable et des eaux usées du district de Fatih à Istanbul :

- 4 km eau potable;
- 21 km eaux usées;
- réhabilitation sans tranchée.

Asie

Corée du Sud

A Séoul, des travaux de fondations spéciales pour un parking sont en cours de réalisation.

Description :

- 5 025 m² de paroi;
- 69 pieux de 1 500 ou 2 000 mm de diamètre;
- mise en place de poteaux préfondés de 40 m de haut;
- excavation en taupe de 33 m de hauteur, dont un tiers dans le rocher;
- fin de chantier en décembre 2004.

Hong Kong

Le contrat signé en janvier 2003 concerne la construction de deux tunnels destinés au passage des câbles de 400 kV. **Description :**

- 2 tunnels de 3,2 m de diamètre;
- 200 m et 650 m de longueur;
- le premier tronçon à Tuen Mun concerne le passage sous une rivière avec une hauteur de nappe pouvant atteindre 20 m;
- le 2^e, à 20 km du premier, se trouve à Tsz Wan Shan et suit le tracé d'une rue dans une zone urbaine.

Un autre contrat de 12,5 millions d'euros pour la construction de 196 pieux de grand diamètre (de 1,5 m à 3 m) est en cours à Tai Wai. Sur la plate-forme de 12 200 m², 95 personnes participent aux travaux bétonnage, 2 000 m³ par semaine. La fin du chantier est prévue pour septembre 2003.

Turkménistan

La réfection du réseau d'assainissement à Ashgabat est en cours. **Description :**

- 30 km de tunnel;
- 5 puits rectangulaires de 60 m x 15 m pour les entrées et sorties de tunneliers;
- paroi moulée (travaux en cours).

Océanie

Nouvelle-Calédonie

En avril 2003, le cyclone Erica a frappé durement la Nouvelle-Calédonie. Avec des rafales à plus de 200 km/h dans le sud et plus de 300 km/h dans le nord. Beaucoup d'infrastructures de transport d'énergie ou de communication ont été touchées.

Au vu des premiers relevés sur le terrain 26 pylônes treillis étaient touchés ainsi qu'un nombre considérable de poteaux en bois ou béton. Les travaux de remise en état ont démarré immédiatement pour une durée de 2 mois.

► ■ OPÉRATIONS À VENIR

Europe

Belgique

• Commande pour un nouveau poste de haute tension à Sint Gillis - Dendermonde. Ce projet est estimé à 1,3 million d'euros. Sa mise en service est prévue pour la fin 2003.

La station d'épuration des eaux usées de Viesville représente un investissement de 13 millions d'euros. Les travaux commenceront fin 2003. Elle sera livrée 15 mois plus tard. Elle représente l'équivalent de 80 000 habitants.

- Contrat signé pour la réfection du périphérique routier d'Anvers. Durée des travaux : 3 ans.
- Contrats signés pour l'assainissement de l'eau potable Bilzen, Bruxelles, Marchienne, Heppignies, Meerhout, Veniers, Fleron-Bioul-Seilles

Hongrie

• Travaux de VRD pour le futur premier Salon d'exposition Citroën à Budapest. Le contrat prévoit : démolition d'un ancien dépôt de bus, les terrassements et la création des voiries de service, des parkings clientèle, aménagement accès extérieurs, pose des réseaux secs et humides de la plate-forme.

- Contrat de construction de nouveaux entrepôts à Budapest. **Description :**
 - 46 000 m³ de terrassements généraux ; travaux routiers ; 7 800 m² aménagement paysagers ; murs de soutènement ; pose de réseaux ; les postes de relevage et le traitement des eaux en surface.
- Contrat concernant l'assainissement général de la micro région de Tornyszentmiklős : réhabilitation et extension de la station d'épuration, pose de 27,5 km de canalisation de 150 à 225 mm de diamètre, 36 stations de relèvement.
- Contrat d'assainissement d'eau potable à Janos signé en début d'année 2003.

Roumanie

- Contrats signés pour la construction du tronçon de 42 km Lehliu-Drajna de l'autoroute Constanta - Bucarest.
- VRD pour la plate-forme du magasin Bricostore - Cora. Extension du réseau d'assainissement de Bucarest et de Cluj-Napoca.

Royaume-Uni

Signature de contrat de réhabilitation des réseaux d'assainissement de Luton (nord de Londres), Carlsberg, Otterborn.

Suisse

Le système de supervision pour le tunnel ferroviaire du Lötschberg sera réalisé pour un montant de 9 millions d'euros. Le tunnel destiné

au ferroutage fait partie des grandes traversées Alpines : 35 km avec 50 km de galerie équipée ; date de mise en service, 2008.

Amérique

Canada

Contrat signé pour la centrale électrique de Touloustouc au 1^{er} trimestre 2003.

Etats-Unis

- Contrat signé pour la construction de rampes d'accès pour le Quai 400 à Los Angeles, 2 phases. Contrat signé pour la démolition et la reconstruction du terminal nord du Port Norfolk (Virginie).
- Contrat signé pour l'élargissement de la route 21 sur 16 km (Géorgie).
- Contrat signé pour l'élargissement et la construction de 6 ponts à Seeward (Alaska).

Honduras

Contrat signé pour l'assainissement de Puerto Cortes.

Pérou

Signature d'un contrat de renouvellement du réseau d'eaux usées à Lima.

Proche et Moyen-Orient

Egypte

Le contrat pour la centrale électrique Caire Nord a été signé en janvier 2003. Le montant de l'opération du lot électrique s'élève à 3,85 millions d'euros. Le délai de l'opération est de 30 mois.

Turquie

Signature d'un contrat de réhabilitation du réseau eau potable à Istanbul.

Asie

Géorgie

Signature pour un contrat de gazoduc de 248 km et des stations de pompage.

Japon

Contrat d'assainissement d'eau potable.

Afrique

Algérie

- Réalisation de plusieurs postes sur le réseau de transport électrique :
 - Mostaganem, poste 60/30/10 kV pour 5,2 millions d'euros, 18 mois ;
 - Souk Ahras, poste 90/30 kV pour 7,3 millions d'euros, 18 mois.
- Réalisation de trois stations de pompage.

- Contrat signé pour le barrage Ben Amrane pour la partie génie civil.

Burkina

Contrat d'extension du réseau d'assainissement de Ouagadougou signé début 2003.

Côte d'Ivoire

Contrat signé pour la station de traitement des eaux usées d'Abidjan.

Madagascar

- Contrat signé pour la réhabilitation de la RN5 sur 80 km.
- Travaux routiers entre la RN4 et la RN6 dans la région du nord-ouest.

Mali

Contrat signé pour la construction des chaussées de la route Naréna - Kourémalé.

Maroc

- Projet de construction d'un nouveau port commercial à Tanger, sur la façade méditerranéenne :
 - une digue constituée de 40 caissons préfabriqués en béton armé ;
 - zones dépassant les 20 m de profondeur ;
 - 3 ans de travaux ;
 - mise en service : 2007 ;
 - investissement : 225 millions d'euros.
- Avantages de la solution choisie :
 - accroissement de la surface des terre-pleins de près de 18 ha ;
 - diminution de l'impact sur l'environnement, en réduisant l'emprise au sol des ouvrages ;
 - diminution des délais d'exécution.
- Projet d'installation de postes et lignes aériennes de contact dans le cadre de 4 opérations au Maroc.
 - Investissement total : 120 millions d'euros.
 - Délais des travaux : 18 mois.
- Projet de construction de l'adducteur - distributeur de l'axe côtier entre M'Diq et F'Nideq :
 - 46 km de canalisations de diamètre 100 à 600 mm.
- Tanger - Construction de branchement d'eaux usées.
- Signature d'un contrat d'assainissement à Tétouan et Cambonegro.
- Signature d'un contrat de travaux routiers pour la rocade méditerranéenne de 92 km dans la région de Nador.

Sénégal

- En avril a été remporté le contrat construction de la station de déferrisation de Matam.
- Contrat pour la pose de 70 km de canalisation à Dakar.

(Source FNTP - Novembre 2003)