

Travaux

n° 801

AMÉNAGEMENT

- La Défense. Aménagement de la rampe des Bouvets
- Lille : rénovation de la rue Faidherbe dans le cadre de Lille 2004
- Aménagement de la traverse de Sisteron
- Reconstruction du canal St-Martin à Paris

ASSAINISSEMENT

- Gestion des eaux pluviales en milieu urbain. Bassins de Rouillon (Sarthe)
- Lille. Innovation pour un collecteur d'assainissement
 - Dispositifs d'évacuation des crues vers la mer dans la région caennaise

TRANSPORTS

- Le métro de Copenhague

CONSTRUCTION

- Strasbourg : le nouveau siège d'Arte
- Le réfrigérateur du Cours Albert 1^{er} à Paris VIII^e
- Aéroport Charles De Gaulle. Terrassements et parois moulées pour le nouveau centre de tri des bagages
- Cap Découverte : la Maison de la Musique à Carmaux (Tarn)



Travaux urbains

Sommaire

Travaux
numéro 801

octobre 2003

Travaux urbains

éditorial

Daniel Tardy

1

actualités

6

techniques
et matériaux

13

matériels

15

PRÉFACE

Stéphane Coudert

17

AMÉNAGEMENT

◆ La Défense - RN 314. Aménagement de la rampe des Bouvets

- La Défense. RN 314 - Development of the Bouvets ramp

R. Arab, P. Gendrin, A. Pieyre

18

◆ Lille : la rénovation de la rue Faidherbe dans le cadre de Lille 2004, capitale européenne de la Culture

- Lille : "rue Faidherbe" street renovation within the framework of the "Lille Cultural Capital of Europe 2004" event

Ph. Lemaire, Cl. Dhondt, J. Dejter

21

◆ RN 85. Aménagement de la traverse de Sisteron

- National highway RN 85. Development of the section passing through Sisteron

Ph. Auran, G. Durand

26

◆ La reconstruction du canal St-Martin à Paris X^e

- Reconstruction of the Saint-Martin Canal - Paris X^e

N. Pich, M. Yon

30

ASSAINISSEMENT

◆ Gestion des eaux pluviales en milieu urbain - Bassins de Rouillon (Sarthe)

- Rainwater management in an urban environment - Rouillon Basins (Sarthe region)

G. de Pous

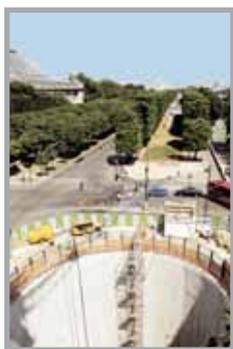
34

◆ Centre historique de Lille. Innovation pour un collecteur d'assainissement

- Historic centre of Lille. Innovation for a main sewer

G. Zygomalas, St. Bakowski, E. Lemarchand, A. Avril

36



Notre couverture

Puits de la centrale
de réfrigération Cours Albert I^{er} -
Paris X^e

© Solétanche Bachy

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) : 163 € TTC

Etranger (11 numéros) : 200 €

Etudiants (11 numéros) : 56 €

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



Sommaire

octobre 2003

Travaux urbains

Dans les prochains numéros

- Réhabilitation d'ouvrages
- Ponts
- International
- Routes
- Sols et fondations
- Eau
- Terrassements
- Tunnel de Toulon
- Travaux souterrains



◆ Lutte contre les inondations. Dispositifs d'évacuation des crues vers la mer dans la région caennaise
- *Flood control. Systems for flood discharge into the sea in the Caen region*

N. Firmino

40



TRANSPORTS

◆ Le métro de Copenhague. Zéro tassement, zéro nuisance
- *The Copenhagen underground railway. No subsidence, no nuisance*

D. Hayward

44



CONSTRUCTION

◆ Strasbourg : le nouveau siège d'Arte
- *Strasbourg : the new Arte head office*

Divers auteurs

48



◆ Le réfrigérateur du Cours Albert 1er à Paris VIIIe
- *The refrigerator on Cours Albert 1er in Paris VIIIe*

Th. Dallais

54



◆ Aéroport Charles De Gaulle - Aérogare 2. Terrassements et parois moulées pour le nouveau centre de tri des bagages

- *Charles De Gaulle Airport - Terminal 2. Earthworks and diaphragm walls for the new luggage sorting centre*

D. Marchand, J-B. Wittner

58



◆ Cap Découverte : construction de la Maison de la Musique. La banche Sateco SC9010 et le béton auto-plaçant donnent le "tempo" à Carmaux (Tarn)

- *Cap Découverte : construction of the "Maison de la Musique". The Sateco SC9010 shuttering panel and self-placing concrete set the "tempo" in Carmaux (Tarn)*

A. Meunier

61

écoles

63

économie

68

répertoire des fournisseurs

79

ABONNEMENT TRAVAUX

Encart après p. 48

INDEX DES ANNONCEURS

ARCELOR LONG COMMERCIAL	GTM CONSTRUCTION2È DE COUVERTURE
.....4È DE COUVERTURE	ICE
CIMBÉTON9
EXPO'COM	PÉRI.....ENCART
.....7	SOLÉTANCHE BACHY
GROUPE HOBAS14
.....11	SPIE FONDATIONS
4

De la voirie à l'espace public

L'histoire récente de nos villes nous renvoie l'image de rues conçues prioritairement pour assurer la fluidité du trafic et le stationnement automobile. Hors les rues piétonnes, sanctuarisées, l'aménagement des voiries attribue le plus souvent à la voiture une place prépondérante qui, de surcroît, détermine la qualité de l'espace public et les équipements urbains.

Avec une réussite certaine d'ailleurs : la technicité mise en œuvre, notamment en matière de tenue des matériaux ou d'efficacité des équipements de gestion des flux a assuré un accès aisé au centre-ville pour des flux croissants de véhicules, contribuant sans conteste au développement économique et urbain.

L'engorgement des centres urbains n'a pas seul suffi à révéler les limites de cette logique fonctionnelle : il aura aussi fallu que ses effets sur la santé soient devenus indéniables et que ses conséquences sur l'ensemble du développement urbain, y compris en périphérie, soient mieux mesurées pour que d'autres logiques s'imposent peu à peu.

A ce titre, les plans de déplacements urbains ont constitué un fédérateur, un accélérateur de tendance qui a, en outre, fourni un cadre réglementaire aux nouvelles préoccupations des acteurs de la Ville : la volonté affichée de développer les transports alternatifs les mieux adaptés (transports en commun, deux-roues, mais aussi marche à pied) s'est associée à celle, historique en fait, de réconcilier la voirie (lieu de transit et

de flux) et l'espace public (lieu d'échange et de vie sociale).

Il a permis de renouveler le débat, aussi vieux que la ville elle-même, sur la place de l'espace public dans les perspectives du développement urbain, qui est avant tout volonté de vivre ensemble l'espace commun.

Les enjeux sont d'autant plus importants que la qualité de l'espace se pense désormais comme atout de développement et d'attractivité. Nous sommes conscients de

notre héritage lorsque nous déambulons dans les centres traditionnels de nos anciennes cités mais nous savons aussi que notre mode de fabrication de la ville ne réalise pas spontanément de tels espaces.

Penser une nouvelle conception de la rue, plus partagée et contribuant de façon consciente à une vision esthétique commune, suppose un mode de faire indissociable d'un autre paradigme contemporain : celui de la participation et du partenariat. A ce titre, il est aussi un pari sur la citoyenneté et le respect mutuel.

Il a permis plus concrètement de passer du travail sur la voirie technique à celui sur la voirie/espace

public multifonctionnel et de qualité, mais surtout non sectorisé. Il a un impact évident sur l'organisation des services techniques et sur leur ouverture à d'autres partenaires, architectes et urbanistes.

Il impose enfin une logique de projet, seule capable de faire émerger la richesse de conceptions partagées et d'en assurer l'exécution coordonnée.



■ STÉPHANE
COUDERT

Directeur général
des Services
techniques de Lille
Métropole
Communauté urbaine

La Défense - RN 314 Aménagement de la

Pour améliorer la circulation autour de la Défense, il a été décidé de réaliser une rampe d'accès sur la RN314 menant à Nanterre (Hauts-de-Seine). Cette rampe nécessite la réalisation d'un mur de soutènement quasi vertical sur une hauteur de 7,00 m.

L'article décrit la technique utilisée pour construire le mur de soutènement dans un environnement urbain où la circulation est très forte, particulièrement aux heures de pointe.

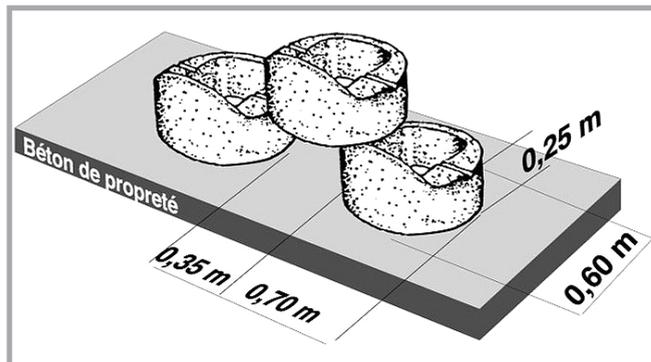


Figure 1
Caractéristiques des Atalus 120
Characteristics of Atalus 120 elements

Figure 2
Différentes vues
des Atalus 120
Various views
of Atalus 120 elements

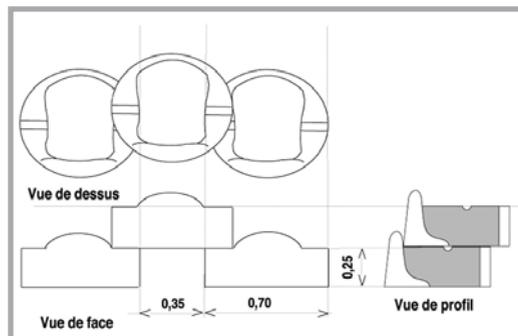
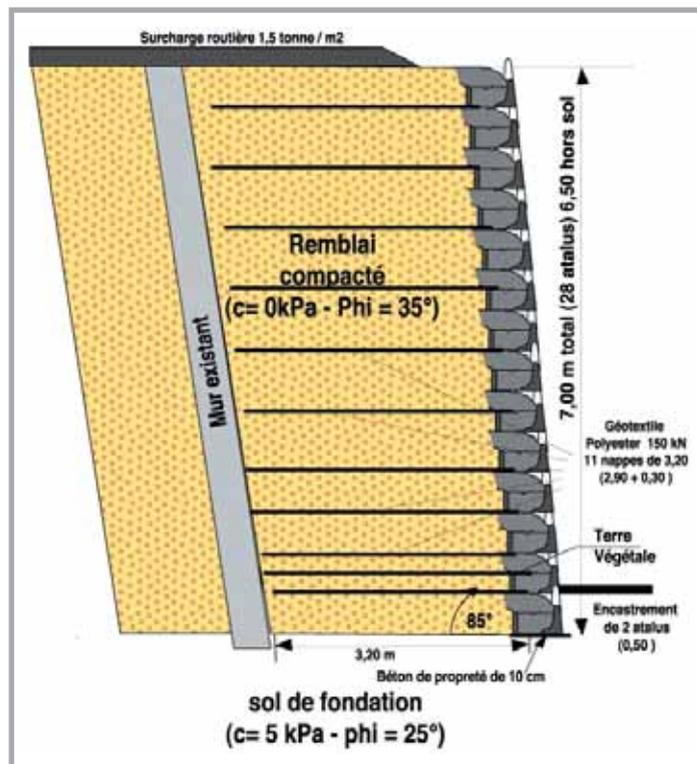


Figure 3
Profil de l'ouvrage
et densité
de renforcement
Profile view
of the structure
and reinforcement
density



■ SOLUTION RETENUE

La solution retenue pour le raidissement des talus est celle d'un mur de soutènement à parement cellulaire, renforcé par des nappes géosynthétiques. Les éléments cellulaires sont des cellules en béton de 120 kg dites "Atalus" (figures 2 et 3). Les formes et dimensions des éléments permettent :

- ◆ de réaliser des courbes variées même avec un faible rayon ;
- ◆ de réaliser un mur vertical avec le même élément ;
- ◆ de se raccorder au mur existant incliné à 50° ;
- ◆ d'avoir une descente de charge verticale ;
- ◆ une pose rapide ;
- ◆ une bonne végétalisation du parement (bon volume de terre végétale : 250 l/m²) avec la possibilité d'un arrosage intégré.

Le nombre d'éléments par mètre carré de parement est d'environ 3,8 unités (figures 1 et 2).

La méthode de calcul utilisée pour le dimensionnement de l'ouvrage est le logiciel CARTAGE développé par le LCPC et LIRIGM. Elle est conforme aux "Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans le renforcement des ouvrages en terre" du Comité Français des Géosynthétiques.

Cette méthode permet de déterminer les efforts mobilisés dans les renforcements en tenant compte du caractère extensible des géotextiles de renforcement, des caractéristiques mécaniques du matériau de remblai et de la géométrie de l'ouvrage. On détermine ainsi le nombre, la résistance, la longueur et les espacements des nappes géotextiles. Le profil de l'ouvrage et la densité de renforcement sont illustrés sur la figure 3.



Photo 1
Manutention des cellules béton
Handling the concrete cells

rampe des Bouvets



Photo 2
Raccordement au mur existant
Connection to the existing wall



Photo 4
Vue d'ensemble de l'ouvrage en construction
Overall view of the structure undergoing construction

■ MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DU MUR

La première rangée d'éléments est posée sur un béton de propreté de 10 cm d'épaisseur.

Les éléments Atalus sont posés en respectant un écartement entre eux afin de favoriser la tenue du remblai arrière. A cet effet, une pince spéciale permet de manipuler facilement chaque élément (photo 1).

Pour ce chantier, le parement devait suivre un mur existant penté à 50°, en respectant l'esthétique et la stabilité de l'ensemble (photo 2). La forme arrondie de la pierre Atalus permet de réaliser ces raccords en faisant varier leur position et les écartements (photo 2).

Le matériau de remblai présent sur le site est un sablon ($c = 0$ kPa ; $\varphi = 35^\circ$) de faible dimension granulométrique. Pour éviter le lessivage de ce matériau entre les pierres Atalus, une couche de matériau granulaire (grave type 10/30) est mise en œuvre sur une largeur de 1 m, au droit du parement cellulaire (photo 3).



Photo 3
Ouvrage en construction. Détails
*Structure undergoing construction.
Detail views*



Photo 5
Vue globale de l'ouvrage fini
Overall view of the finished structure

► Pour favoriser la végétalisation, de la terre végétale sélectionnée est mise à l'intérieur de chaque élément Atalus. Les plants retenus en fonction de la zone géographique, et selon l'avis de l'architecte, sont de types rosiers sauvages à raison d'un plant pour trois éléments Atalus. Les photos 4 et 5 montrent respectivement une vue de l'ouvrage en construction et une vue de l'ouvrage achevé.

ABSTRACT

La Défense. RN 314 -
Development of the
Bouvets ramp

R. Arab, P. Gendrin, A. Pleyre

To improve traffic on the circular road in the Défense business area near Paris, it was decided to build an access ramp on highway RN 314 leading to Nanterre. This ramp requires the construction of an almost vertical retaining wall to a height of 7.00 metres.

The article describes the technique used to build the retaining wall in an urban environment in which traffic is very heavy, especially at peak hours.

RESUMEN ESPAÑOL

La Défense. Carretera
Nacional 314 -
Acondicionamiento de la
rampa de Les Bouvets

R. Arab, P. Gendrin y A. Pleyre

Para mejorar el tráfico rodado en torno de La Défense, se ha tomado la decisión de construir una rampa de acceso en la carretera nacional RN 314 que conduce a Nanterre (92). Esta rampa precisa la ejecución de un muro de contención casi vertical, sobre una altura de 7,00 m.

Se describe en este artículo el procedimiento técnico aplicado para construir el muro de contención en un entorno urbano en que el tráfico rodado es sumamente intenso, y fundamentalmente, en las horas punta.

Lille : la rénovation de la rue Faidherbe dans le cadre de "Lille 2004" capitale européenne de la Culture

A l'occasion de Lille 2004, capitale européenne de la Culture, la rue Faidherbe, axe important reliant la gare Lille-Flandres à la Grand'Place, fait l'objet d'un réaménagement de qualité. Le projet donne une importance accrue au confort des piétons et des cyclistes. Il limite la place de la voiture. L'aménagement des lieux est conçu pour permettre des configurations "festives" de l'espace qui, grâce à un mobilier spécifique, peut devenir tour à tour rue ou place. Les matériaux, l'éclairage, le mobilier ont été choisis en harmonie avec l'environnement et participent à l'affirmation de l'identité historique du lieu.

Quand une ville comme Lille s'apprête en 2004 à accueillir des visiteurs du monde entier pendant un an, en devenant capitale européenne de la Culture, elle se doit de les recevoir dignement à la hauteur de l'importance de l'événement. La rue Faidherbe, qui relie d'un trait de 400 m de longueur la gare de Lille-Flandres à la Grand'Place, fait à cette occasion l'objet d'un réaménagement de grande qualité.

■ LA TRANSFORMATION DE LA RUE FAIDHERBE

La rue Faidherbe constitue la seule percée réalisée dans un esprit "hausmanien". Très réussi en tant que tracé reliant la gare à la Grand Place et en tant que paysage architectural, cet axe est aujourd'hui partiellement dévalorisé par la présence de flux de circulation de transit qui, à la fois, monopolisent l'espace au détriment des piétons, séparent les deux rives bâties et rendent l'accès à la gare peu commode.

C'est ainsi que le projet fait état d'un fonctionnement urbain dont la voiture n'est pas exclue mais qui rééquilibre l'espace en faveur des piétons :

- ◆ la circulation automobile est ramenée à 2 x 1 voie, sans stationnement ;
- ◆ les trottoirs sont élargis ;
- ◆ les cyclistes disposent d'un espace spécifique ;
- ◆ un mobilier de confort y est installé (46 bancs doubles).

Par ailleurs, l'aménagement des lieux est conçu pour permettre des configurations "festives" de l'espace. En effet, les bornes de séparation avec les flux voitures sont amovibles et, la rue étant alors fermée à la circulation, les lieux s'organisent en place urbaine sans obstacles. Il s'agira ainsi d'un espace à géométrie variable, tour à tour rue ou place.

La qualité de l'aménagement trouve aussi sa concrétisation dans le choix des matériaux de sol déterminés en parfaite harmonie avec l'environnement.

Le tapis principal est de granit bleu, en cohérence avec la Place du Théâtre.

Une composition de pavés de porphyre rouge, de dalles de pierre bleue et de granit décline l'espace en assurant une bonne lisibilité des événements. En dernier lieu, l'éclairage fait l'objet d'une atten-



Philippe Lemaire



DIRECTEUR DE LA VOIRIE ET DES ESPACES PUBLICS
Communauté Urbaine de Lille

Claude Dhondt



DIRECTEUR ADJOINT VOIRIE ET ESPACES PUBLICS
Communauté Urbaine de Lille

Jacques Dejter



CHEF DE SERVICE DE L'UNITÉ TERRITORIALE DE LILLE-SECLIN
Communauté Urbaine de Lille

"LILLE 2004" CAPITALE EUROPÉENNE DE LA CULTURE

De quoi s'agit-il ?

Lille a été désignée "Capitale européenne de la Culture" pour l'année 2004 en même temps que la ville de Gènes. Le projet est celui d'un territoire étendu non seulement à la métropole lilloise, mais également à la région Nord-Pas-de-Calais et à son versant transfrontalier. C'est sur ce territoire que se déploient les thématiques majeures de la capitale européenne de la Culture : les fêtes et les couleurs, les anneaux de vitesse, les mondes parallèles. Des rassemblements populaires aux Arts du spectacle, Lille 2004 met en scène toutes les disciplines : du cinéma à la littérature en passant par les nouvelles technologies, les images, le design, les cultures urbaines mais aussi les sports de demain et la gastronomie.

Le développement de ces thèmes permettra à la métropole d'inventer un nouvel art de vivre. Installées dans d'anciens bâtiments dont les activités ont marqué l'histoire, les "Maisons-Folie" s'inscrivent dans la vie des quartiers et établissent des liens culturels visibles entre les générations. Les "ramblas", promenades et itinéraires de découverte créés au cœur de la ville, comme les fêtes de l'année 2004, seront des occasions de décroisement et préfigureront les rendez-vous annuels de portée internationale qui sauront se pérenniser.

On commence par la fête

Rythmée par les grandes fêtes du Nord, l'année 2004 se parcourt comme un lien permanent entre des manifestations qui renforcent l'image généreuse et intensément festive de villes colorées. Tout démarre le 6 décembre 2003, par le grand Bal Blanc de la Saint-Nicolas.

► tion particulière. Trois mâts de 18 m complètent les équipements installés en façade. Les principes de colorimétrie, et les puissances lumineuses participent eux aussi à l'ambiance générale du site.

■ LE DÉROULEMENT DE LA PROCÉDURE

En juillet 2001, lancement d'un avis d'appel public à concurrence en vue de la désignation de concepteurs des différents sites liés à Lille 2004.

En septembre 2001, une présélection des candidats a été effectuée sur la base de leurs références dans des prestations comparables, de la composition de l'équipe (architectes, paysagistes, éclairagistes...), d'une lettre de motivation et des moyens dont ils disposent.

Le 29 novembre un jury (composé des membres de la Commission d'appel d'offres, de maîtres d'œuvre et architectes ainsi que de personnalités compétentes) s'est réuni et a auditionné l'ensemble des candidats présélectionnés et a retenu

pour le projet Faidherbe l'équipe composée de :

- ◆ Pierre Gangnet : architecte ;
- ◆ Michel Corajoud : paysagiste ;
- ◆ Laurent Fachard : éclairagiste.

Le travail confié à cette équipe comprend :

- ◆ la définition des études préliminaires de l'aménagement de l'espace public ;
- ◆ la réalisation d'un avant-projet d'ensemble ;
- ◆ la mise au point détaillée d'exécution (choix des matériaux, du mobilier...).

Tout au long de l'étude, des comités techniques et des comités de pilotage se sont réunis pour orienter et valider les différentes phases du projet.

Par ailleurs, l'équipe assure une mission de conseil et d'assistance en cours de travaux.

■ DESCRIPTION DU PROJET

Une rue/place

La rue Faidherbe va se trouver très différente, à l'issue des travaux, de son état actuel. La circulation automobile ramenée à deux fois une voie, des trottoirs élargis, du mobilier de confort, un éclairage public remis en scène, au total un espace public majeur prolongeant, et inaugurant, la Place du Théâtre et au-delà.

La distribution de l'espace :

L'aménagement des lieux est conçu pour gérer l'ordinaire et l'événementiel sans qu'aucune de ces situations obère l'espace. En situation usuelle, on trouve :

- ◆ une chaussée à deux fois une voie pour 6,40 m de large. Cette voie est traitée en "zone 30 km/h" et comporte trois carrefours à feux ;
- ◆ deux trottoirs latéraux pour 9,10 m chacun.

L'espace est donc symétrique, et son organisation est la suivante (dans le sens transversal) :

- ◆ en rive de chaussée, sur une largeur de 50 cm, le mobilier urbain de défense, potelets et barrières, le mobilier de signalisation lumineuse aussi bien que les cloutages podotactiles aux passages transversaux ;
- ◆ une bande de 1,40 m de largeur vient ensuite libre de tout encombrement. Elle vise à assurer le mouvement des vélos et leur stationnement ;
- ◆ ensuite, sur 2 m de largeur, la bande d'implantation du mobilier de confort, d'agrément et de fêtes. A savoir : des bancs doubles assises disposés perpendiculairement à la chaussée. Il y en a 46 au total, soit 23 de chaque côté de la rue, disposés par couple tous les 17 m, des corbeilles, des bacs à palmiers à la belle saison. C'est le lieu de la déambulation lente, du repos, du rendez-vous ;
- ◆ puis, sur 3,5 m environ, l'espace est libre, c'est le lieu de la déambulation rapide (et c'est aussi la voie "pompiers") ;

LES PROMENADES URBAINES

Une promenade urbaine est destinée prioritairement aux piétons et aux cyclistes. Elle est un point d'animation essentiel de la Ville en 2004 et contribue, par son parcours, à rétablir une relation de la ville avec l'eau.

Elle est animée par des commerces, des bars et restaurants, des galeries d'art contemporain, des agences aux nouveaux concepts (mobilier, voyages...). Elle peut, sur tout ou partie de son parcours, être agrémentée les fins de semaine, par des braderies. Plusieurs axes ont été identifiés :

- à Lille, pour relier les gares de Lille-Europe et Lille-Flandres à la Deûle, en passant par la rue Faidherbe, la Grand'Place, la rue Nationale, le square Foch et le quai du Wault ;
- à Roubaix, pour relier la gare SNCF au canal de Roubaix en empruntant l'avenue Jean-Baptiste Lebas jusqu'à la Grand'Place, la Grand'Rue, la Place de la Liberté et le boulevard Gambetta ;
- à Marcq-en-Baroeul, de l'hippodrome des Flandres à la Marque en passant par le centre équestre régional ;
- à Villeneuve d'Ascq, de la station Pont de Bois à la Ferme d'en Haut (Maison-Folie) et au musée d'Art Moderne ;
- à Lambersart, du site de l'ancien Colysée Royal (Maison-Folie) au pont de Canteleu en longeant l'ancienne Deûle.

De nombreux aménagements sont prévus pour animer et améliorer l'image de la ville et de la métropole. Ils passent par les espaces naturels métropolitains, au rang desquels on peut citer notamment, la base de loisirs des Prés du Hem à Armentières, le parc du Héron à Villeneuve d'Ascq, le parc de la Deûle, la coulée verte du canal de Roubaix, les parcs de la Marque...

Une bonne partie de ces aménagements s'inscrit à la fois dans les objectifs des plans de déplacements urbains, de qualité urbaine et de mise en valeur de l'espace naturel. Ils nécessitent donc des interventions plus ou moins lourdes de Lille Métropole Communauté Urbaine, en matière de voirie, transports en commun, espaces publics, urbanisme, foncier...

La signalétique, le mobilier urbain et l'éclairage sont étudiés pour assurer la continuité et la cohérence de la promenade.

◆ enfin le long des façades, marqué par son sol en pavés de porphyre rouge, le lieu de la chalandise, des vitrines déportées, des enseignes.

En situation "festive" exceptionnelle, l'espace peut se transformer fortement. Ainsi le mobilier urbain de défense est tout entier amovible ainsi que le mobilier de signalisation. Alors, la rue étant fermée à la circulation, les lieux s'organisent en Place urbaine, sans obstacles, librement. Ceci pourrait correspondre à l'organisation "Lille 2004" qui disposera, en outre, ses mâts dans les douilles prévues entre les bancs.

La rue Faidherbe se trouve alors être un espace à géométrie variable, tour à tour, rue ou place.

Les matériaux de sols

Le tapis principal est fait de pavés (20 x 14) de granit bleu de Lanhelin (en finition flammée sur scié). Ceci assure la cohérence avec la Place du Théâtre et concerne aussi bien la chaussée de 6,40 m que les trottoirs jusqu'à 2,5 m des façades.

Ce tapis a une forme lisible, apparaissant comme posé sur le sol général fait de pavés de porphyre rouge, tandis que, en pied des façades, comme une plinthe horizontale, on trouve, sur une largeur moyenne de 60 cm, des dalles de pierre bleue de Belgique (Soignies).

Les bordures qui forment une vue de 2 cm entre trottoirs et chaussée, sont de granit clair du Tarn (St-Salvy, en finition flammée sur scié) pour assurer une bonne lisibilité des événements tandis que la bordure, arasée, en fil d'eau, est en granit de Lanhelin. Les fils d'eau, dans les trottoirs traités en pavés de porphyre rouge, sont en dalle 29 x 60 (finition clivée) de même nature.

Enfin, un tapis d'enrobé noir au droit du parvis de la gare de Flandres vient assurer la continuité du système viaire, hors de la zone 30 km/h qui caractérisera la rue Faidherbe.

La déambulation

L'espace public est accessible en tous points. Les passages piétons s'effectuent à niveau dans le sens longitudinal et par une bordure basse avec une vue de 2 cm dans le sens transversal, signalés alors par des bandes podotactiles. Les pentes transversales, nécessaires à l'écoulement des eaux, n'excèdent pas 3 % ponctuellement et sont, en règle générale à 2 %. Les sols ne sont pas glissants tandis que la finition de surface des pavés et la planéité des joints assurent un bon confort.

La coupe en travers

Le profil général recherche au maximum l'horizontalité tout en ramenant les eaux de surface vers les fils d'eau longitudinaux, le long de la chaussée à double pente.



La rue Faidherbe configurée en place

"Rue Faidherbe" in square configuration

P. Gangnet



La rue Faidherbe configurée en rue

"Rue Faidherbe" in street configuration

P. Gangnet

Le mobilier urbain

Tour à tour quotidien ou festif, l'espace public, rue Faidherbe, se doit d'être confortable et sûr, tout en offrant des variabilités d'usage. Les événements de "Lille 2004" y trouveront leur place mais après eux d'autres situations exceptionnelles pourront s'y dérouler.

Les **bancs doubles** : ils seront confortables mais prévus pour des assises de courte durée. La disposition d'accoudoirs d'un seul côté correspond au souhait de ne pas mobiliser l'espace vélos.

Les **bacs à palmiers** : identiques à ceux de la Place du Théâtre, ils seront sortis aux beaux jours.

Les **corbeilles** : c'est le modèle "Pinto 50" qui a été choisi.

Les **potelets et barrières** : du modèle traditionnel ville de Lille. Seules, les embases diffèrent pour s'adapter à la configuration des sols.

Couleur : la couleur retenue est le gris clair argenté.

L'éclairage public

L'éclairage se fait, principalement, à partir des façades des immeubles (c'est le cas actuellement mais la hauteur de feu est abaissée au niveau des





La rue Faidherbe
en travaux
"Rue Faidherbe"
during the works



sous-faces du premier balcon) et aussi par trois mâts "aiguille" de 18 m de hauteur. Ces derniers, outre leur fonction "architecturale" dans l'organisation de l'espace (ils sont, en effet, localisés en trois points singuliers du parcours et tous du même côté), apportent leur lumière particulière.

Les dispositions spécifiques "Lille 2004"

L'organisation, en ces lieux, des événements de "Lille 2004" conduit à un certain nombre de dispositions particulières :

- ◆ massifs enterrés pour la fixation des mâts culturels oriflammes au nombre de 30, munis en temps normal d'opercules de bouchement ;
- ◆ armoires enterrées de distribution électrique sous capot levant ;
- ◆ armoires de signalisation tricolore enterrées.

■ RÉALISATION DES TRAVAUX

Après appel d'offres restreint, le marché de travaux de voirie a été attribué au groupement d'entreprises composé de SGREG (Société Chimique et Routière d'Entreprise de la Gironde), mandataire, et VPN (Voiries et Pavages du Nord).

Les travaux se seront déroulés sur 11 mois, de janvier à novembre 2003 et on retiendra les particularités et contraintes suivantes d'un tel chantier :

- ◆ 11 000 m² de revêtements modulaires originaires de :
 - Bretagne, pour le granit gris bleu de Lanhelin,
 - Tarn, pour le granit clair de St-Salvy,
 - Trentin en Italie, pour le porphyre rose,
 - Soignies en Belgique, pour la pierre bleue du Hainaut ;
- ◆ une réalisation sous circulation automobile et piétonne (plus de 4 000 piétons aux heures de pointe) ;
- ◆ un phasage en adéquation avec les autres chantiers du secteur et avec l'accès préservé aux commerces riverains ;
- ◆ une libération totale des emprises pendant la braderie de Lille en septembre ;

LES COÛTS

L'ensemble du projet à un coût de 4,10 M€ se répartissant entre :

- la voirie (3,11 M€) et l'assainissement (0,23 M€) pris en charge par la Communauté Urbaine de Lille
- l'éclairage public (0,61 M€) et le mobilier urbain (0,15 M€) pris en charge par la ville de Lille

◆ les difficultés liées au choix du profil en long sans cassure entraînant un décaissement partiel et une baisse du niveau fini de 22 cm au point le plus critique.

Ceci a conduit à deux structures de chaussée selon la section considérée :

◆ de la rue des Ponts de Comines à la Place de la gare : rabotage à - 30 cm et décaissement de la chaussée à - 70 cm et confection d'une dalle béton en chaussée de 31 cm ;

◆ de la Place du Théâtre à la rue des Ponts de Comines : rabotage à - 31 cm et un reprofilage sur 13 cm.

ABSTRACT

Lille : "rue Faidherbe" street renovation within the framework of the "Lille Cultural Capital of Europe 2004" event

Ph. Lemaire, Cl. Dhondt, J. Dejter

Within the framework of the "Lille Cultural Capital of Europe 2004" event, rue Faidherbe, a major trunk road between the Lille-Flandres railway station and the "Grand'Place" square, is undergoing high-quality redevelopment work. The project assigns increased importance to the comfort of pedestrians and cyclists and limits the space for cars. The development of these areas is designed to permit "festive" configurations of the space which, thanks to specific furniture, can become a street or a square in turn.

The materials, lighting and furniture have been chosen in harmony with the environment and contribute to asserting the historical identity of the location.

RESUMEN ESPAÑOL

Lille : la renovación de la rue Faidherbe en el ámbito de Lille 2004, capital europea de la Cultura

Ph. Lemaire, Cl. Dhondt y J. Dejter

Con motivo del certamen Lille 2004, capital europea de la Cultura, la rue Faidherbe, importante eje de tránsito que pone en comunicación la estación ferroviaria Lille-Flandres con la Plaza Mayor de la ciudad, está siendo objeto de un reacondicionamiento de calidad. El proyecto implica una importancia de mayor cuantía para la comodidad de los peatones y de los ciclistas y limita el espacio dedicado al automóvil. El acondicionamiento de estas obras se ha diseñado para permitir configuraciones "festivas" del espacio que, habida cuenta de un mobiliario específico, se puede transformar a voluntad en calle o plaza.

Los materiales, el alumbrado, así como el mobiliario se han seleccionado en perfecta armonía con el entorno y participan en la afirmación de la identidad histórica del lugar.

RN 85 - Aménagement de Sisteron

La RN 85 constitue l'épine dorsale du Val de Durance permettant de relier la Provence aux Alpes. En 1993, l'Etat a décidé un renforcement de la chaussée dans la traversée de Sisteron.

Ce fut le point de départ de la réalisation d'un projet d'aménagement intégrant une véritable réflexion urbaine grâce à une forte implication locale. Sécurité, fonctionnalité et respect des paysages ont été les préoccupations essentielles d'une démarche partenariale dans un contexte urbain aussi riche que délicat.

L'aménagement réalisé est aujourd'hui apprécié de tous les usagers et a été reconnu par l'attribution d'un *Ruban de bronze* en 2003 par le ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer.

■ PRÉSENTATION DE L'OPÉRATION

La RN 85 constitue l'épine dorsale du Val de Durance permettant de relier la Provence aux Alpes. Bien que doublée par l'autoroute, elle supporte un trafic important avec un intérêt touristique affirmé. En 1993, l'Etat a décidé un renforcement de chaussée dans la traversée urbaine de Sisteron. Ce fut le point de départ d'élaboration d'un projet d'aménagement de traverse d'agglomération intégrant une réflexion urbaine.

■ DESCRIPTION DE LA PROBLÉMATIQUE

L'urbanisation s'est greffée sur une route supportant un trafic important. Aucun aménagement ne permettait l'accueil des fonctions urbaines. Absence de cheminements piétons, stationnements anarchiques, vitesses excessives... caractérisaient cette traversée. Malgré tout, les plantations centenaires de platanes donnaient à cette voie un caractère de mail provençal intéressant.

■ DESCRIPTION DES OBJECTIFS

- ◆ Donner à cette artère les fonctions correspondantes au tissu urbain existant ou à développer à proximité.
- ◆ Recomposer le paysage environnant à partir des aménagements de la voie.

■ MÉTHODE DE CONCEPTION

Une équipe de projet pluridisciplinaire a été constituée autour de deux maîtres d'ouvrage, l'Etat et la commune, travaillant en étroite partenariat. Une démarche concertée avec les différents partenaires a permis l'élaboration et la réalisation d'un projet s'intégrant dans une vision prospective de valorisation et développement des abords de la voie.

■ PARTI RETENU ET RÉSULTATS OBTENUS PAR RÉFÉRENCE AUX CRITÈRES GÉNÉRAUX ET SPÉCIFIQUES

Critères généraux

La prise en compte du paysage et de l'environnement

Dès le début de l'opération une équipe projet a été constituée entre les deux maîtres d'ouvrage, en associant architectes urbaniste et paysagiste, et notamment l'architecte des Bâtiments de France puisque le projet traverse la vieille ville de Sisteron comprenant de nombreux monuments protégés.

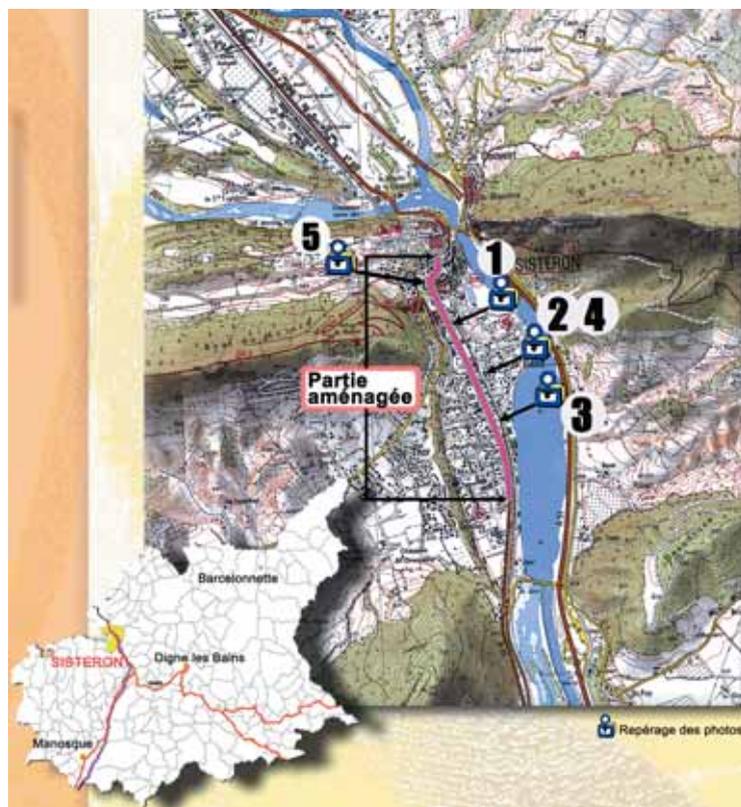
Le paysage est apparu comme l'un des principaux objectifs du projet rejoignant avec beaucoup de cohérence les objectifs de fonctionnement urbain et de sécurisation des usages.

La fonctionnalité

Il s'agissait essentiellement de créer ou de sécuriser des conditions d'échange entre quartiers et de déplacements piétons déficients ou totalement absents.

Au-delà des fonctions de la route, une réflexion a été menée sur les développements urbains des quartiers environnants débouchant même sur des aménagements connexes réalisés simultanément : réhabilitation gare SNCF, reconquête de friches ferroviaires, constructions nouvelles, commerces...

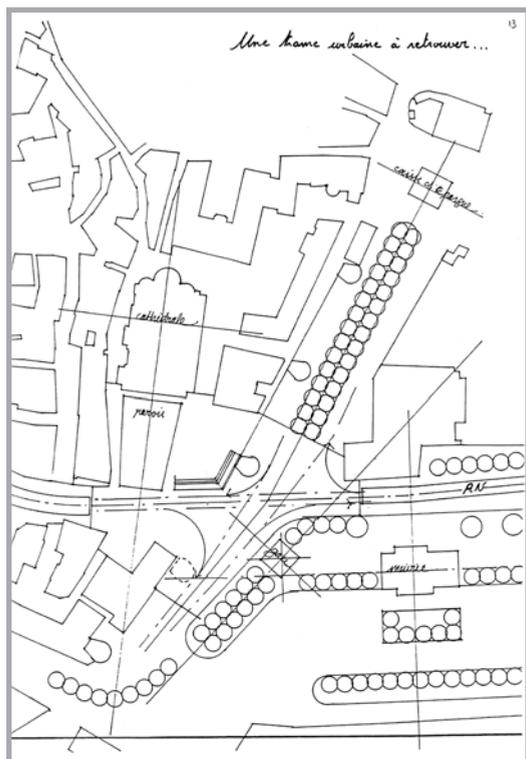
Situation du projet
Project location



de la traverse

Philippe Auran
SERVICE DES GRANDS TRAVAUX
ETUDES ET TRAVAUX NEUFS 1
DDE 04

Gervais Durand
SERVICE DES GRANDS TRAVAUX
ETUDES ET TRAVAUX NEUFS 1
DDE 04



Une trame urbaine à retrouver
An urban fabric to be restored

Prise en compte de la gestion et de l'entretien ultérieur des ouvrages

Le projet a comporté le traitement du mail planté de platanes bordant la route. Le devenir et le renouvellement de plantations étant apparu comme un impératif de l'aménagement a nécessité une approche particulière : analyses phytosanitaires, soins des arbres existants, recherche des conditions idéales de replantation et d'entretien ultérieur. Le partenariat étroit avec la commune a été un gage de réussite.

Par ailleurs une recherche constante d'un aménagement "vieillissant bien" a marqué cette opération. Les traitements minéraux ont ainsi été simplifiés, tout en conservant une connotation urbaine, au profit d'un soin du végétal.

La prise en compte de la sécurité routière

Le parti a été choisi de réduire volontairement le confort de la circulation routière pour favoriser les piétons et les usages riverains.

Ceci par des aménagements physiques (carrefours, bordures), mais surtout par une approche paysagère visant à casser l'image routière de cette voie pour une prise de conscience de l'automobiliste :



Avant : une route absorbée sans aménagement par l'urbanisation

Before : a road without urban planning development



Après : renouvellement de l'alignement des platanes, cheminements piétons, enfouissement des réseaux...

After : renewal of the plane tree alignment, pedestrian paths, burying utility networks, etc.

plantations, ouvertures paysagères, mise en valeur du patrimoine historique...

■ CRITÈRES SPÉCIFIQUES

Perception depuis l'extérieur - Déroulement, enchaînement des séquences visuelles

Le mail planté marque très fortement la traverse de Sisteron. Son renforcement permet notamment de canaliser les vues dans des sections où la qualité de l'urbanisation riveraine est médiocre.

L'automobiliste parcourt ensuite des séquences plus urbaines où les vues sont volontairement ouvertes sur le patrimoine ancien : citadelle, cathédrale... ou sur des points accueillant des fonctions importantes gare, mairie...

Parti général d'aménagements paysagers

Il a consisté à respecter fortement cette voie historique, ancienne voie Domitienne, traversant la vil-

Plantation, mobilier urbain, traitement de sol, reconquête des délaissés

Planting, urban furniture, soil improvement, reclaiming derelict land



Des cheminements piétons sécurisés

Pedestrian paths made safer



Avant aménagements connexes...

Before associated development works...



Ici, après restructuration de la gare et son parvis
Here, after restructuring the railway station and its square



le. Les trames urbaines historiques ont été respectées ou retrouvées notamment au niveau des anciens remparts.

Le mail planté de platanes valorise fortement cette traversée et le rend particulièrement agréable en été. C'est une image de la ville avec la perception de la citadelle perchée qui a été exploitée.

Traitement des équipements et des ouvrages de toute nature

La volonté de simplicité et pérennité a conduit la recherche. Les matériaux "riches" mais fragiles ont été réservés au traitement de la zone centrale sur les espaces non circulés ou faiblement circulés par les véhicules, béton imprimé ou désactivé, pavés... La mise en souterrain de tous les réseaux a permis de faire disparaître nombre d'équipements disgracieux. L'éclairage a fait partie intégrante de la réflexion menée sur le mobilier urbain.

Un effort particulier a été apporté sur les plantations, choix des sujets, définition des conditions d'entretien...

La relation au fonctionnement du tissu urbain

La voie constituant l'épine dorsale de la circulation dans la commune, la réflexion a porté sur la reconquête des échanges perpendiculaires.

La reconquête de friches SNCF a été une opportunité forte de développement.

Le projet de réaménagement de la gare a été coordonné avec celui de la traverse. Les échanges devant la mairie ont été grandement améliorés par le remplacement d'un carrefour "paquet de nouilles des années 70" par un petit giratoire s'inscrivant dans l'enceinte historique de la ville.

L'organisation de la répartition entre les différentes catégories d'usagers de l'espace public

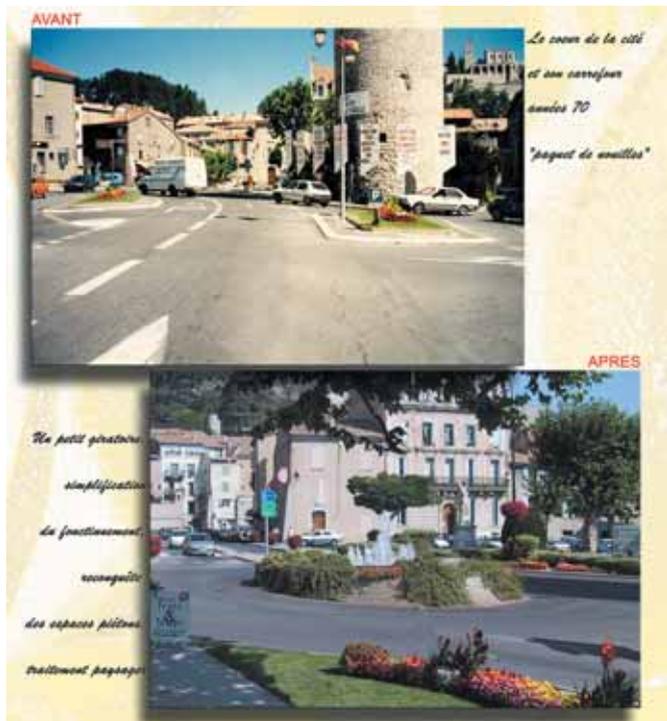
La continuité de cheminements piétons a été recherchée sur l'ensemble des sections. Ceux-ci ont été physiquement séparés de la voie par des bordures, du mobilier urbain ou des plantations.

Le stationnement a été réorganisé en particulier par la reconquête d'emprise ferroviaire.

Les vitesses ont été apaisées par réduction des largeurs de chaussée, suppression de la signalisation horizontale et création des deux carrefours avec îlots protecteurs et effet de chicane.

Le parti d'aménagement : matériaux, mobiliers, éclairage

La simplicité et pérennité ont conduit le choix en essayant de se démarquer des matériaux trop routiers.



Avant : le cœur de la cité et son carrefour années 70.
 Après : un petit giratoire, simplification du fonctionnement, reconquête des espaces piétons, traitement paysager

Before : the heart of the city and its intersection of the 1970s.

After : a small roundabout, simplification of operation, winning back pedestrian space, landscape treatment

Sur le centre ancien, les bordures ont été réalisées en pierres reconstituées massives, certains traitements de sols en pavé ou béton teinté et désactivé.

La trace des anciens remparts a été marquée au sol.

Barrières urbaines métalliques ou en bois ont été implantées.

Des candélabres performants mais d'aspect urbain ont remplacé avantageusement les éclairages routiers sur poteaux bétons préexistants.

Les traitements de sol vieillissant mal ont été écartés des parties les plus circulées au profit d'une approche paysagère intégrant la troisième dimension.

Enfin, le giratoire a été équipé d'une fontaine sèche à jets modulés particulièrement appréciée en été dans la période de forte fréquentation touristique.

ABSTRACT

National highway RN 85.
 Development of the section passing through Sisteron

Ph. Auran, G. Durand

National highway RN 85 is the backbone of the Val de Durance route between the Provence region and the French Alps. In 1993, the government decided to reinforce the pavement in the section passing through Sisteron. This was the starting point for a development project based on real urban planning thanks to strong local involvement. Safety, functionality and conservation of the landscape were the main concerns of a partnership approach adopted in an urban context as rich as it is fragile. The development work performed is today appreciated by all the users and was recognised by the award of a Bronze Ribbon in 2003 by the French Ministry for Equipment, Transport, Housing, Tourism and the Sea.

RESUMEN ESPAÑOL

RN 85. Acondicionamiento de la travesía de Sisteron

Ph. Auran y G. Durand

La RN 85 constituye la espina dorsal del valle del río Durante, dado que permite poner en comunicación la región de Provenza con los Alpes. El Estado ha tomado la decisión de reforzar el pavimento de su travesía en Sisteron. Tal decisión ha coincidido con el punto de partida de la ejecución de un proyecto de acondicionamiento que integra una verdadera reflexión urbana debido a una importante implicación local. Seguridad, funcionalidad y respeto de los paisajes han constituido las preocupaciones primordiales de un enfoque asociativo en un contexto urbano tan valioso como delicado. Actualmente el acondicionamiento llevado a cabo es ya muy apreciado por parte de todos los usuarios, y ha sido reconocido por la atribución de una Cinta de Bronce en 2003, por parte del Ministerio de Fomento, de los Transportes, de la Vivienda, del Turismo y de la Mar.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

- Mairie de Sisteron
- Etat - DDE des Alpes-de-Haute-Provence

Maître d'œuvre

Nadia Fabre - DDE des Alpes-de-Haute-Provence
 - Service des Grands Travaux

Paysagistes Conseils

- G. Samel - Paysagiste Conseil à la DDE
- J. Ricorday - Paysagiste Conseil à la DDE

Entreprises

- Entreprise Minetto
- Entreprise Gardiol

Date de mise en service

Par tranches de 1996 à 2002

Coût de l'opération

- Commune : 3,81 M€ (25 MF)
- Etat : 1,22 M€ (8 MF)

La reconstruction du à Paris

La reconstruction du canal Saint Martin au cœur du X^e arrondissement de Paris, a commencé en 1999 sur le bassin du Combat, suite à un effondrement qui avait provoqué d'importants dégâts. Deux ans plus tard, après investigations géotechniques et études approfondies, une reconstruction du bassin des Récollets et du bassin Louis Blanc est entreprise par la Mairie de Paris et confiée à un groupement d'entreprises dont le mandataire est Solétanche Bachy France. Les travaux comportent un radier et des bajoyers en béton armé et de lourds travaux de fondation par injections, micro-pieux et ancrages passifs.



Carte postale ancienne. Vue du canal, il y a quelques lustres

Old postcard. View of the canal in times of old

HISTORIQUE DU CANAL SAINT-MARTIN

Long de près de 130 km, le canal Saint-Martin est un des rameaux du canal de l'Ourcq qui va à la Seine. Il fait la jonction entre le bassin de la Villette et le port de l'Arsenal ; l'autre rameau (canal Saint-Denis) fait la jonction entre le bassin de la Villette et Pantin La Briche, au nord-ouest de Paris. Terminant derrière la place de la Bastille après un parcours à l'air libre puis en souterrain, le canal Saint-Martin est équipé de neuf écluses. Sa construction a débuté en 1813 et s'est achevée après 12 ans de travaux. Il servait à l'origine à l'alimentation de Paris en eau potable. Il a fait l'objet de nombreux travaux de reprises et consolidation dont les plus importants ont été en 1890 la réalisation de fondations par puits blindés et plus récemment en 1969 la reprise d'une partie du bassin des Récollets suite à un effondrement. Celui-ci a été rétréci de près de 10 m à cette occasion sur près de 80 m de long. Il fait depuis l'objet de travaux de réparation parfois importants comme sous la voûte Richard Lenoir dans le début des années 90. Les travaux neufs entrepris à l'occasion de ce chantier et du précédent sont parmi les plus importants pour cet ouvrage presque bicentenaire!

Déjà en 1999, la section des Canaux de la Mairie de Paris avait confié à Solétanche Bachy France la reconstruction du bassin du Combat. Cet accident avait causé de gros dégâts dans les sous-sols environnants : caves et parking inondés, véhicules noyés, et entraîné la vidange du canal et sa fermeture pendant de longs mois, à une période où l'affluence touristique est la plus grande.

Grâce à la réactivité de l'entreprise qui avait mobilisé très rapidement d'importants moyens, la réparation avait été menée avec succès dans les délais très stricts impartis par le client.

Cet accident une fois traité, une étude approfondie de l'ouvrage est conduite, basée sur plusieurs campagnes de reconnaissances géotechniques permettant d'analyser les causes, de délimiter les zones à réparer et d'arrêter la méthode.

Un appel d'offres est lancé en décembre 2000 par la direction de la Voirie, section des Canaux, de la Mairie de Paris. Il a pour objet la reconstruction complète de deux bassins. Ceux-ci sont fondés depuis plus d'un siècle sur des puits maçonnés de 12 m : le bassin Louis Blanc (330 m de longueur,

Ferrailage du radier

Reinforcement of the foundation raft



© AFP/Pierre Andrieu

canal Saint-Martin

Nicolas Pich



INGÉNIEUR
Solétanche Bachy France

Michel Yon



INGÉNIEUR
Solétanche Bachy France

27 m de largeur, 3 m de hauteur) et le bassin des Récollets (450 m de longueur).

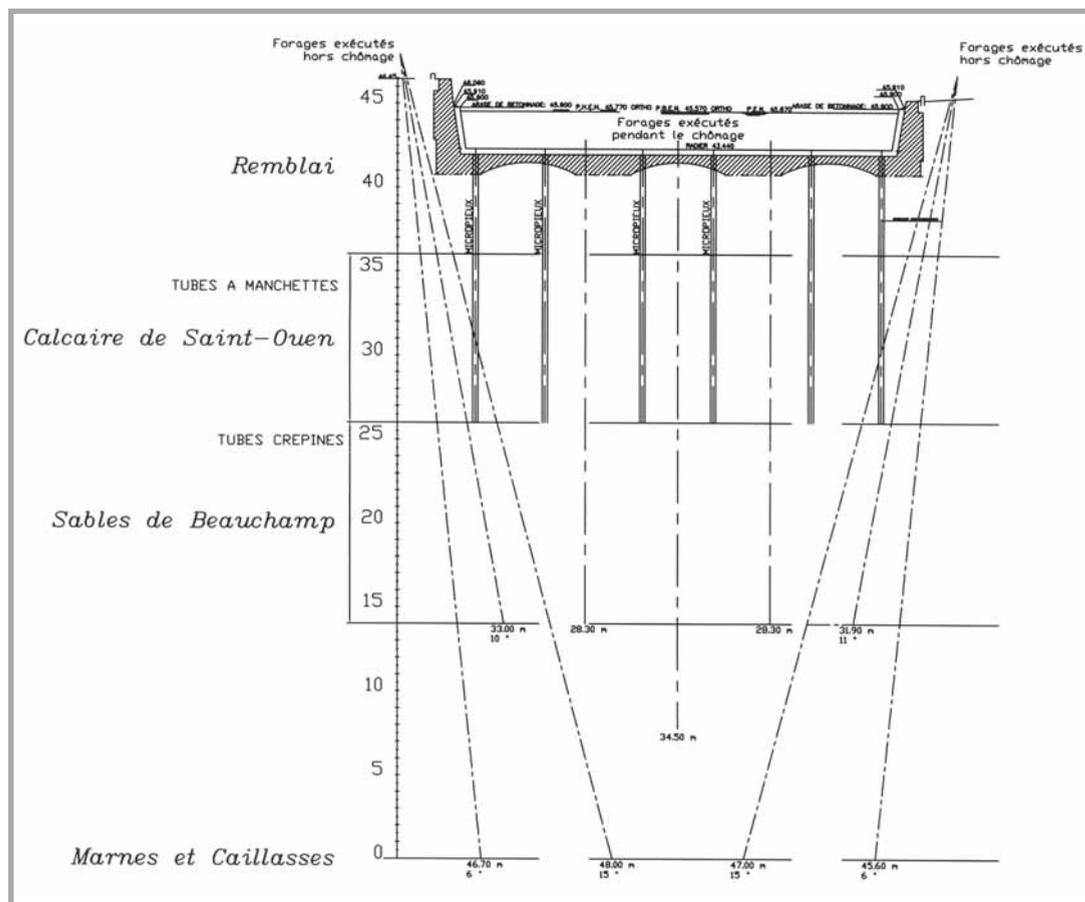
Le gabarit du canal, avec un tirant d'eau de 2,40 m, ne permet que le passage de petites péniches de fret (moins de 250 t) et de bateaux de plaisance ou de croisière. La croisière, à laquelle le canal a été ouvert en 1977, représente maintenant 60 % du trafic.

Cette fréquentation consacre le succès des produits touristiques insolites. La visite en bateau est reposante et charmante. Les quartiers se suivent et ne se ressemblent pas. Le parcours comporte des curiosités : un port de plaisance avec ses voiliers à deux pas de la place de la Bastille, une incursion dans le tréfonds de Paris dans la partie souterraine du canal boulevard Richard Lenoir, et temporairement l'occasion de voir un chantier Solétanche Bachy, celui du siphon sous le canal Saint-Martin (réalisé au tunnelier par sa filiale CSM Bessac). Les deux lots de l'appel d'offres, le lot 1 pour les fondations et le lot 2 pour le génie civil, sont remportés par un groupement d'entreprises mené par Solétanche Bachy France.

Le projet élaboré par le client tient compte de l'expérience des travaux réalisés en 1999. Le nouveau revêtement du bassin est en béton armé de 35 cm d'épaisseur. Il est coulé en un seul jet, comprenant radier et bajoyers, par plots de 1 200 m³, sans joints de dilatation entre les plots. Les fondations sont réalisées ensuite depuis la surface du nouveau radier et consistent en micropieux de 100 t de capacité portante. Des réservations ont bien sûr été disposées dans la dalle. Le dispositif de transmission des charges dans les têtes de micropieux constitue la pièce maîtresse de l'ouvrage. Il a fait l'objet de calculs poussés de la part du bureau d'études, conduisant à recourir à un système de tête vissée à l'intérieur de la réservation.

Une contrainte supplémentaire est imposée par la Mairie de Paris : le nouvel ouvrage doit être compatible avec la construction ultérieure possible d'un parking souterrain sous le bassin Louis Blanc. Outre sa prise en compte dans le dimensionnement de la structure et des fondations cette contrainte conduit à des sujétions d'exécution peu communes : tenue au feu, résistance aux chocs, précision d'implan-

Injections
Cement grouting



► tation, possibilité de destruction accidentelle d'un micropieu.

Les travaux commencent au mois de juin 2001, après une courte période de préparation, mise à profit par le maître d'ouvrage et son maître d'œuvre le cabinet PX DAM Consultants pour étudier avec le groupement la possibilité d'exécuter simultanément les travaux sur les deux bassins. Cette solution, qui n'était pas prévue lors de l'appel d'offres, est finalement adoptée et permet de limiter la durée des nuisances aux riverains ainsi que celle du chômage du canal.

Il en résulte une concentration de moyens impressionnante, avec la mobilisation de sept foreuses et de 160 personnes en pointe.

Les travaux débutent par des injections de terrain.

Celles-ci sont menées jusqu'à la base des marnes et caillasses (54 m de profondeur). Elles sont réalisées depuis les berges du canal tant que celui-ci est en eau, en temps masqué, pendant l'été 2001 et sont poursuivies depuis le fond du canal, à haute cadence, dès le chômage du canal réalisé le 17 septembre de la même année.

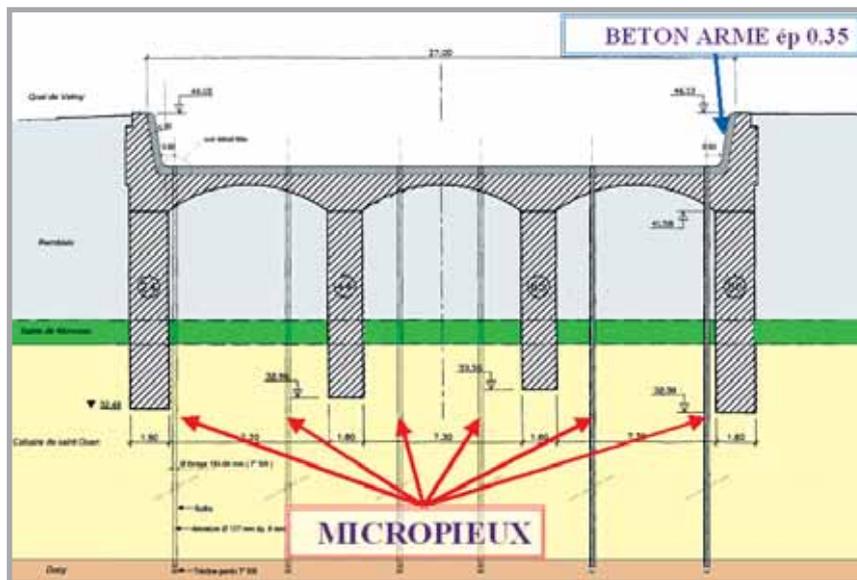
C'est une réelle gageure que de loger sur les berges du canal les deux centrales d'injections, le parc de 25 000 m de tubes pour micropieux, les ferrailles pour le béton armé, ainsi que les cantonnements pour 160 personnes.

Grâce à une préparation rigoureuse et à une parfaite maîtrise du programme, les sept bétonnages de 1 200 m³, les 46 000 m de forage pour injection, les 18 000 m³ d'injection, les 850 micropieux et les 800 tirants passifs se déroulent sans problème majeur.

Les micropieux de 30 m de profondeur moyenne et d'un diamètre 127 mm sont forés à l'outil perdu de 200 mm.

Les sept bétonnages des plots radier-bajoyers, de 1 200 m³ chacun, ont lieu le samedi. La circulation est alors interdite de part et d'autre du canal Saint-Martin pour permettre le passage des 180 toupies à béton nécessaires.

Cette reconstruction du canal Saint-Martin est à



Micropieux
Micropiles

COORDINATION DES TRAVAUX

Le groupement composé de Solétanche Bachy France, Séfi, Botte Sade Fondations, et Darras & Jouanin a pour mandataire Solétanche Bachy France. Il est divisé en deux sous-groupements coordonnés par Solétanche Bachy France : le lot 1 pour les travaux de fondations. Solétanche Bachy France coordonne les travaux des deux lots.

Le mandat du groupement général et du groupement fondations est confié à Solétanche Bachy France tandis que le pilotage technique du génie civil est réalisé par Darras et Jouanin.

Le montant du projet est de l'ordre de 15 millions d'euros, dont les deux tiers sont des travaux de fondations. L'ouvrage est livré "vannes en mains".

Foreuse pour micropieux et centrale de préparation des coulis

Drilling machine for micropiles and grout preparation plant



© Emmanuel Gaffard

tous égards une belle aventure de travaux urbains délicats et inhabituels où trois spécialistes de travaux dans le sol, épaulés par d'efficaces partenaires pour les démolitions et le génie civil, ont conjugué leurs talents et leurs moyens pour une réussite exemplaire.



© Emmanuel Garfard

Travaux de micropieux sur le bassin des Récollets
Micropile work on the Récollets Basin

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Mairie de Paris, direction de la voirie, section des Canaux

Maître d'œuvre

PX DAM consultants

Entreprises

Groupement : Solétanche Bachy France, Séfi, Botte Sade, Darras et Jouanin

- Lot 1 fondations : Solétanche Bachy France (50 %), Séfi (25 %), Botte Sade (25 %)
- Lot 2 génie civil : Darras et Jouanin (50 %), Solétanche Bachy France (50 %)
- Démolitions : ELTD
- Ferrailage : KDI-Hardy
- Pompage : ISP
- Tubes micropieux : Vallourec

ABSTRACT

Reconstruction of the Saint-Martin Canal - Paris X^e

N. Pich, M. Yon

Reconstruction of the Saint-Martin Canal in the heart of the 10th "arrondissement" of Paris began in 1999 on the "Combat" Basin, following a collapse which had caused extensive damage. Two years later, after thorough geotechnical investigations and research, reconstruction of the Récollets Basin and the Louis Blanc Basin was undertaken by the Paris City Council and entrusted to a consortium led by Solétanche Bachy France. The work entailed construction of a foundation raft and lock walls of reinforced concrete and heavy foundation works by cement grouting, micropiles and passive anchorage systems.

RESUMEN ESPAÑOL

La reconstrucción del canal Saint Martin - Paris X distrito

N. Pich y M. Yon

La reconstrucción del canal San Martín, en pleno centro del X distrito de París, dio comienzo en 1999, en la dársena de Le Combat, a raíz de un hundimiento que provocó daños de gran importancia. Dos años después, y tras diversas investigaciones geotécnicas y estudios de gran alcance, se dio comienzo a la reconstrucción de la dársena de Les Récollets y de la dársena Louis Blanc, obras emprendidas por la Municipalidad de París y encargadas a un grupo de empresas constructoras encabezadas por Soletanche Bachy France. Estas obras incluyen una solera y muros laterales de hormigón armado e importantes obras de cimentación por inyecciones, micropilotes y anclajes pasivos,

Gestion des eaux pluviales Bassins de Rouillon

Face à la concentration urbaine croissante, il apparaît indispensable d'adapter les réseaux d'eau pluviale existants pour éviter les risques d'inondations.

La réalisation de bassins de régulation est une des réponses efficaces à ces problèmes.

Les déversoirs en gabions souples et résistants permettent de remplir les exigences économiques, techniques et paysagères des maîtres d'ouvrage.

L'aménagement du territoire depuis quelques années s'effectue à travers le développement de pôles urbains au niveau des départements ou des régions. Cette concentration urbaine à l'échelle locale amène à reconsidérer les infrastructures des villes. Ceci se traduit par la réalisation de rocade périphériques, zones industrielles ou d'activités, zones résidentielles et centres commerciaux.

Toutes ces infrastructures tendent à augmenter le taux d'imperméabilisation des espaces urbains (toitures, routes, parking...). En supposant que les phénomènes météorologiques de précipitations restent constants en terme d'intensité et de fréquence, le temps de concentration (temps qui s'écoule entre le phénomène de pluie et l'arrivée de l'eau à un exutoire) se réduit et donc le pic de crue s'accroît. Ceci peut avoir des conséquences catastrophiques (mise en charge des réseaux enterrés, débordement des zones à ciel ouvert...) provoquant des inondations.

Plusieurs palliatifs sont envisageables. Sur le plan administratif : anticiper, gérer et contrôler le développement urbain ; sur le plan technique à la conception, réaliser des ouvrages qui permettent l'infiltration naturelle (création d'espaces verts, surfaces drainantes...). Pour des zones urbaines anciennes qui s'étendent, il faut redimensionner les réseaux urbains d'eau pluviale.

Parmi les solutions techniques à mettre en œuvre sur les réseaux existants, une famille de solutions consiste à construire des bassins de régulation appelés bassins tampon, bassins de rétention, bassins de stockage ou bassins d'orage. Ces bassins permettent non pas de diminuer les volumes d'eau pluviale, mais d'abaisser les pics de crue en diminuant les temps de concentration.

Le projet d'aménagement des bassins de rétention sur la commune de Rouillon à proximité de la ville du Mans consiste à réaliser, dans une vallée naturelle sur environ 1 km, une série de bassins de stockage d'eau de pluie disposés en cascade et de mettre en valeur cet espace comme parc de promenade.

Chaque bassin est constitué d'un barrage en terre, d'ouvrages en béton de régulation de débit, d'un séparateur à hydrocarbure et d'un déversoir en gabions. Entre les cinq bassins principaux, des ouvrages de régulation et de dissipation d'énergie viennent compléter le dispositif général. Au total 1 700 m³ de gabions et de matelas Reno seront mis en œuvre.

Les déversoirs en gabions sont constitués de quatre parties principales :

- ◆ une protection amont du barrage ;
- ◆ une crête déversante bétonnée pour permettre le passage fréquent de véhicules lourds ;
- ◆ une série de gradins aval avec des bajoyers latéraux ;
- ◆ et une fosse de dissipation d'énergie. Les gradins en gabions permettent une pré-dissipation de l'énergie avant la fosse de dissipation. Ceci se traduit par une réduction de 10 à 30 % des longueurs du bassin.

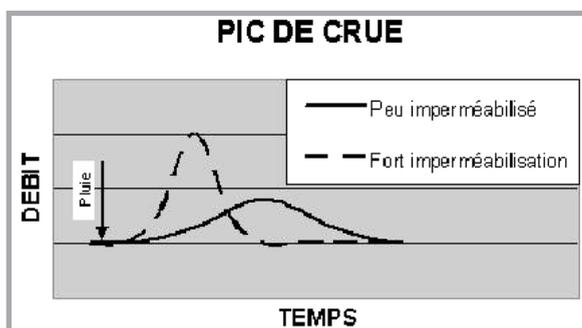
Ce type de déversoir offre une grande stabilité mécanique et une forte capacité de résistance au déferlement des crues.

De façon simplifiée, les écoulements se divisent en deux catégories. Les écoulements en nappe pour de faibles débits permettant d'observer une lame d'eau à chaque marche constituée par les gradins de gabions. Pour les forts débits, les écoulements deviennent très turbulents. La lame d'eau disparaît et on peut observer un courant fort lissé. Le Cemagref a mis au point des abaques permettant d'évaluer les pertes de charge des déversoirs en gabions ainsi que le tirant d'eau au pied d'un déversoir en gradin.

La flexibilité des structures gabions permet à l'ouvrage de suivre les déformations éventuelles du terrain, ce qui est particulièrement utile pour les ouvrages de dissipation, les bajoyers et les pro-

Modèle simplifié de pic de crue

Simplified model of a peak flood



Partie aval d'un des cinq déversoirs

Downstream part of one of the five weirs



en milieu urbain (Sarthe)

Guillaume de Pous
RESPONSABLE
TECHNICO-COMMERCIAL
France Gabion



tections contre les affouillements. Le pouvoir drainant permet d'éviter les pathologies liées aux sous-pressions.

Ce type d'ouvrage est une réponse adaptée aux besoins actuels en matière d'ouvrage hydraulique :

- ◆ résister aux fortes sollicitations hydrauliques et ralentir les vitesses d'écoulements ;
- ◆ réaliser des ouvrages souples ne nécessitant pas de fondations profondes ;
- ◆ répondre à des exigences esthétiques et d'intégration paysagère ;
- ◆ répondre aux exigences budgétaires.

Les travaux qui ont débuté en 2002 devraient s'achever fin 2003.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Ville de Rouillon, Communauté urbaine du Mans et la Société d'équipement du Mans

Maître d'œuvre

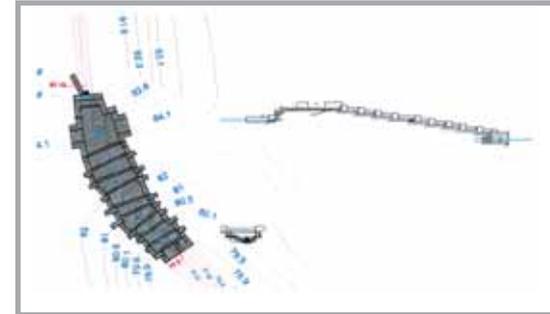
Phytolab et Sogreah

Entreprise

HRC

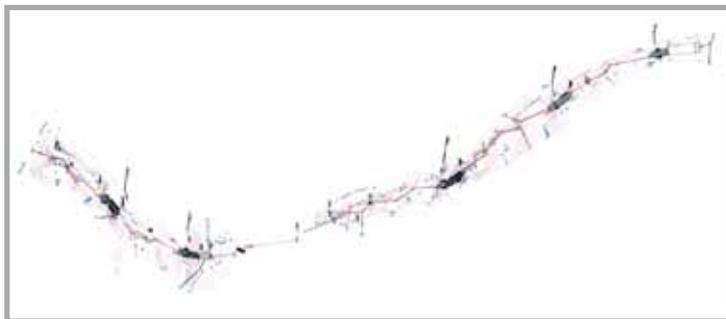
Fournisseur

France Gabion



Vue en plan et en coupe d'un des cinq déversoirs principaux

Plan and cross section views of one of the five main weirs



Plan général de l'aménagement

General development plan



Partie amont d'un des cinq déversoirs

Upstream part of one of the five weirs

ABSTRACT

Rainwater management in an urban environment - Rouillon Basins (Sarthe region)

G. de Pous

Faced with increasing urban concentration, it is essential to adapt the existing rainwater networks to avoid the risk of flooding.

The construction of control basins is one effective response to such problems.

Weirs formed of tough, flexible gabions make it possible to meet the economic, technical and landscaping requirements of contracting authorities.

RESUMEN ESPAÑOL

Gestión de las aguas pluviales en medio urbano - Cuencas de Rouillon (Sarthe)

G. de Pous

De cara a la concentración urbana cada vez mayor, se pone de manifiesto una adaptación de las redes de agua pluvial existentes, para así evitar los riesgos de inundaciones.

La ejecución de las cuencas de regulación constituye una de las respuestas más eficaces para la solución de tales problemas.

Los vertederos formados por gaviones flexibles y resistentes permiten cumplir con los requerimientos económicos, técnicos y paisajísticos de las entidades promotoras contratantes.

Centre historique de Lille Innovation pour un d'assainissement

La ville de Lille possède trois collecteurs principaux d'assainissement unitaire, l'un au centre, les autres à l'ouest et l'est. Le premier envasé et difficile d'accès a fait l'objet d'un appel d'offres lancé par Lille Métropole Communauté Urbaine (LMCU) en 2002, dans le but de le remettre à neuf sur un tracé d'environ 370 m.

Les travaux consistent à la mise en place d'un nouveau collecteur de diamètre 2400 mm, en rectifiant le tracé de l'existant qui passe à certains endroits sous des habitations et le remplacement d'une partie du collecteur existant en lieu et place par un collecteur de diamètre 2000 mm. Dans le but de réduire au maximum les nuisances pour les riverains, Lille Métropole Communauté Urbaine a décidé de juger les offres avec pour premier critère d'attribution : "La faculté pour l'entreprise adjudicataire d'intégrer ses travaux dans un site urbain très dense", l'entreprise Leduc a alors opté pour une technique innovante de remblaiement :

Le Recycan. Mis au point et développé par ses soins, ce remblai auto-compactant fabriqué *in situ* à partir des déblais de la tranchée, a permis une réduction des transports poids lourds, des mises en décharges et de l'utilisation de matériaux nobles. Trois caractéristiques répondant parfaitement au principal critère de choix de cet appel d'offres.

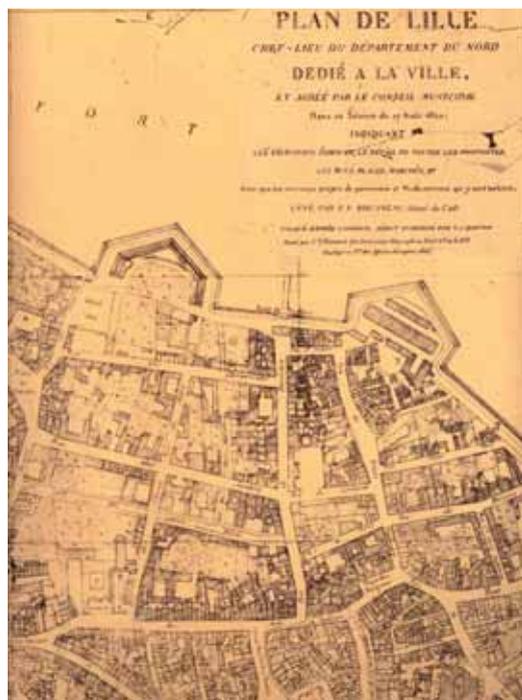


Photo 1
Extrait du plan de Lille de 1820
Excerpt from a map of Lille in 1820



Photo 2
Manipulation d'un tuyau
Handling a pipe

Fondée à l'époque romaine sur une île de la rivière La Deûle, la ville de Lille a basé sa réputation et son développement à partir du dixième siècle sur la teinturerie et le commerce des draps. Implantée sur une zone marécageuse où se déplaient de multiples bras de La Deûle, Lille a su ti-

rer partie de cette particularité en les utilisant comme voies de communication et au fil des siècles comme réceptacles des eaux de pluie et des eaux usées.

Les fouilles réalisées dans les caves du vieux Lille montrent l'intense activité liée à ce moyen de transport durant le Haut et le Bas Moyen Âge, il n'est pas rare de trouver des traces d'aménagement de ces canaux (mûrs, débarcadères, escaliers, pontons, anneaux permettant d'amarrer les embarcations), autant de témoignages muets qui jalonnent une partie de l'histoire de la ville.

Le développement urbain et les problèmes de salubrité publique ne permirent pas de maintenir ces canaux à ciel ouvert, c'est pourquoi à partir de 1870 fut entrepris la couverture de la plupart d'entre-eux qui s'acheva en 1920.

Ce fut le cas des canaux "Des Vieux Hommes" et "Des Sœurs Noires" situés aujourd'hui entre la rue des Canonniers et la rue Faidherbe dans un quartier proche de la gare "Lille Flandres". Ces canaux se sont un peu envasés faute de moyen d'accès, mais n'ont jamais provoqué de désagrément réel pour les riverains (photo 1).

En 2002, sur les bases d'une étude datant de 30 ans, Lille Métropole Communauté Urbaine (LMCU) a décidé de procéder à la réfection de ce canal devenu collecteur "du centre" en modifiant son tracé (à certains endroits il se situe sous des habitations), le ramenant en domaine public afin d'aménager des moyens d'accès pour faciliter les visites et l'entretien.

La solution de base de l'appel d'offres était basée sur l'emploi de tuyaux type PRV (polyester renforcé de fibre de verre) et de produit de remblayage de tranchée de type auto-compactant.

La société Leduc filiale de Eurovia a obtenu le marché d'un montant total de 2,7 millions d'euros, en introduisant une solution variante basée sur l'emploi d'un produit auto-compactant, le Recycan, fabriqué sur place à partir des déblais de la tranchée. Un des critères de jugement des offres était un critère environnemental sur lequel la société Leduc a pu mettre en évidence les avantages du procédé Recycan :

- ◆ moins d'évacuation en décharge de matériaux de tranchée, donc moins de trafic poids lourd ;
 - ◆ aucune utilisation de matériaux nobles issus de carrière pour le remblayage des tranchées.
- Soit une diminution du nombre de camions dans un secteur sensible, proche de la gare et du cœur de Lille d'environ 650 rotations pour la durée du

collecteur

chantier.

■ LE CHANTIER

Le chantier consiste en la pose de 262 m de collecteur de diamètre 2 400 mm en pleine fouille et de 115 m de collecteur de diamètre 2 000 mm à l'intérieur d'un canal voûté existant de dimension 5,8 m x 2,8 m (ainsi que la reprise de 40 branchements).

Faisaient également parti de l'appel d'offres la réfection complète des voiries, la pose de 150 m de canalisations de diamètre 600 mm et la réhabilitation de 100 m de canalisation 2,50 m x 2,70 m. D'une durée de 8 mois, le chantier a débuté en janvier 2003, par la reconnaissance des réseaux et le dévoiement de certains d'entre eux puis s'est poursuivi par la pose du collecteur de diamètre 2 400 mm qui prendra fin en juillet, avant de se terminer par la pose du collecteur de diamètre 2 000 mm en septembre.

La réfection complète de la chaussée est assurée par la société Eurovia STR à partir de début juillet.

■ L'UTILISATION DE TUYAUX PRV

L'utilisation de tuyaux type PRV de chez Hobas est apparue comme une évidence; en effet, la largeur de la rue (12 m) ne permettait pas l'utilisation de moyens de levage lourd (grue automotrice) pour la mise en place de tuyaux, celle-ci ne pouvant évoluer entre les immeubles, ce qui bannissait du chantier l'utilisation de tuyau type béton trop lourd (10 t par unité).

Le PRV ayant entre autres comme avantage de ne peser que 2 t par longueur de 3 m, il est aisé de le manipuler avec une pelle de terrassement classique (photo 2).

A ce premier avantage s'ajoute une bonne résistance mécanique et une bonne résistance aux attaques chimiques, une bonne étanchéité des tuyaux et des facilités d'assemblage des pièces de branchement ou de regard (soit en usine, soit sur place grâce à des résines).

Pour augmenter la vitesse d'auto-curage du réseau neuf et pour des facilités de déplacement du personnel dans le réseau, des cunettes en béton de synthèse de diamètre 250 mm sont collées à la résine et fixées par vis inox au radier du tuyau (photo 3). La faible largeur de la rue, son encombrement par des réseaux divers (eau, télécoms, EDF, gaz)



Photo 3
Cunettes en béton de synthèse
Synthetic concrete gutters



Photo 4
Vue de la tranchée
View of the trench

ne permettaient pas une ouverture de tranchée de plus de 3,40 m, sous peine de devoir déplacer de nombreux concessionnaires.

La technique des produits auto-compactants s'est donc imposée comme une autre évidence, puisqu'il était alors possible de réduire la largeur de tranchée à son strict minimum (2,4 m pour le diamètre du tuyau, 0,6 m pour le blindage type SBH de chez JC MAT), le compactage des flans de tranchées étant devenu inutile (photo 4).

■ LE RECYCAN

Gérard Zygomalas



DIRECTEUR
Société Leduc

Stéphane Bakowski



DIRECTEUR TECHNIQUE
DÉLÉGUÉ
Eurovia Management

Erwan Lemarchand



MAÎTRE D'ŒUVRE
Lille Métropole Communauté
Urbaine

Aurélie Avril



RESPONSABLE
RELATIONS PUBLIQUES
EAU
ET ASSAINISSEMENT
Lille Métropole Communauté
Urbaine

► Développé et mis au point par la société Leduc, le Recycan est un produit auto-compactant appartenant à la famille des produits non essorables. Le principe du Recycan est de fabriquer un produit auto-compactant à partir des déblais de la tranchée (matériaux limoneux/sableux) en y ajoutant un ciment haute performance (CPA 52.5 R), de l'eau et des fibres. La fabrication se fait sur chantier grâce à une machine de faible encombrement et hyper mobile (montée sur une benne ampliroll de 6,5 m x 2,5 m) développée avec le concours des sociétés Inter Con et Prozesstechnik. La machine Recycan est équipée d'une trémie émotteuse permettant de réduire la taille des déblais de tranchée en 0/40 mm, d'un malaxeur type béton monté sur peson, d'une trémie de ciment de volume 1,50 m³ alimentée par des petits contai-

Photo 5
Machine Recycan
Recycan machine



ners, d'une réserve d'eau et d'une pompe à béton permettant à partir du malaxeur d'envoyer le Recycan à plus de 60 m dans la tranchée (photo 5). La formule et les caractéristiques du Recycan fabriqué pour le collecteur "du centre" sont les suivantes :

Formules :

- ◆ 92 % de matériaux de déblais de type A1 ou C1A1 selon la classification GTR (Guide technique réalisation des remblais et des couches de formes par le Setra et le LCPC en 1992) ;
- ◆ 8 % de ciment CPA 52.5R ;
- ◆ 0,15 % de fibres acryliques ;
- ◆ 44 à 46 % de teneur en eau finale du produit.

Caractéristiques :

- ◆ slump (affaissement au cône d'Abraham) : > 12 ;
- ◆ IP (indice portant) à 24 h00 : > 14 ;
- ◆ Rc (résistance à la compression à 28 jours) : 0,62 MPa ;
- ◆ Rc (résistance à la compression à 90 jours) : 0,98 MPa ;
- ◆ Rci/Rc à 60 jours : > 0,62.

Le Recycan est un produit non essorable rentrant dans la catégorie des matériaux "moyennement réexcavable" selon les critères édités par le Certu

(Guide de remblayage des tranchées : utilisation de matériaux auto-compactants, édition 1998).

La production journalière de Recycan est de 40 à 50 m³, capacité de production suffisante pour une cadence de pose de 3 m/jour moyen, soit un total de 3000 m³ de Recycan pour le chantier (photo 6). Le Recycan a été utilisé pour le remblayage de la tranchée du collecteur de diamètre 2400 mm, le collecteur de diamètre 2000 mm étant posé à l'intérieur d'un assainissement existant (canal voûté), l'absence de matières premières pour la réalisation du coulis auto-compactant n'a pas permis d'employer le même type de coulis.

Le remblayage se réalisera donc avec un autre produit développé par la société Eurovia depuis 1997, l'Autocan (produit auto-compactant à base de cendres volantes et de ciment faisant partie de la famille des matériaux non essorables), soit environ 3300 m³.

■ DÉROULEMENT DU CHANTIER

L'équipe type du chantier durant la pose du 2400 mm était la suivante :

- ◆ 2 pelles hydrauliques ;
- ◆ 1 machine Recycan ;
- ◆ 3 camions de charge utile 15 t.

Une pelle assure le terrassement de la chaussée, la pose des blindages type SBH par havage et la mise en place du tuyau PRV sur un lit de granulats 20/40 mm.

Une équipe réalise les attentes de branchement (par carottages).

Le remblayage de la tranchée est ensuite assuré par le Recycan ; dès le début de la prise du coulis auto-compactant la pelle hydraulique située à l'arrière du chantier procède à l'enlèvement des panneaux SBH.

La largeur de la rue ne permettant pas le passage d'une pelle le long de la tranchée, les éléments de blindage sont chargés dans un camion et amenés à l'avant du chantier pour être mis en place par la pelle dédiée au terrassement.

La couche de forme est réalisée 4 h00 après avoir fini de couler le Recycan en matériaux 0/120 recyclés (D31 selon le GTR).

Les branchements sont ensuite repris quelques jours plus tard en terrassant dans le Recycan qui reste piochable et les cunettes en béton de synthèse sont posées sur le radier du tuyau en PRV. Pour la pose du collecteur PRV de diamètre 2000 mm dans l'assainissement existant (canal voûté), le chantier utilisera une pelle qui procédera au terrassement de la structure de chaussée existante et de la voûte du collecteur.

Afin d'éviter les risques d'éboulement des piédroits, suite à la destruction de la voûte, des étais seront mis en place avant la pose des tuyaux PRV de diamètre 2000 mm.

Pour éviter la mise en flottaison des tuyaux en PRV

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- 3000 m³ de Recycan
- 3300 m³ d'Autocan
- 262 m de tuyaux PRV diamètre 2400 mm
- 115 m de tuyaux diamètre 2000 mm

Coût des travaux
2,7 millions d'euros



Photo 6
Remblaiement de la tranchée
Trench backfilling

(engendrée par la poussée d'Archimède) ceux-ci seront calés avant le remblaiement de la "tranchée" en Autocan.

A la fin des travaux, l'ancien collecteur épargné et devenu inutile devrait être nettoyé et mis en valeur pour des visites afin de devenir un témoignage de la vie de Lille durant les siècles précédents.

Ce chantier innovant par les produits et les techniques utilisés (tuyaux de nouvelle génération, produit auto-compactant type Recycan alliant développement durable et réduction des coûts) a permis de rénover une partie du collecteur "du centre" en le rendant à nouveau accessible, en facilitant désormais son entretien et en supprimant son tracé sous les habitations existantes, tout en réduisant les nuisances aux riverains et aux ha-

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Lille Métropole Communauté Urbaine

Maître d'œuvre

Lille Métropole Communauté Urbaine

Entreprise

Leduc (filiale Eurovia)

Fournisseur des canalisations

Hobas

ABSTRACT

Historic centre of Lille.
Innovation for a main sewer

*G. Zygomalas, St. Bakowski,
E. Lemarchand, A. Avril*

The city of Lille has three main combined network sewers, one in the city centre and the others in the west and east. For the first sewer, silted up and hard to access, an invitation to tender was put out by Lille Métropole Communauté Urbaine (LMCU) in 2002, with a view to renovation over a length of about 370 metres.

The works involve laying a new sewer of diameter 2,400 mm, correcting the path of the existing sewer which in some places passes under houses, and replacing part of the existing sewer in situ with a sewer of diameter 2,000 mm.

In order to reduce nuisances for the riparians insofar as possible, Lille Métropole Communauté Urbaine decided to judge the tenders adopting as primary criterion for contract award: "The ability of the successful tenderer to integrate its works into a very dense urban fabric"; the contractor Leduc therefore opted for an innovative backfilling technique: Recycan. Designed and developed by the contractor, this self-compacting backfill, produced in situ from trench earth cuts, made it possible to reduce truck transport, dumping and the use of expensive materials. These three characteristics perfectly meet the main criterion of selection for this invitation to tender.

RESUMEN ESPAÑOL

Centro histórico de Lille.
Innovación para un colector de saneamiento

*G. Zygomalas, St. Bakowski,
E. Lemarchand y A. Avril*

La villa de Lille dispone de tres colectores principales de saneamiento unitario, uno de ellos en el centro y los otros dos hacia el oeste y el este. El primero, enfangado y de acceso difícil ha sido objeto de una licitación lanzada por Lille Métropole Communauté Urbaine (LMCU), en 2002, con objeto de su reacondicionamiento sobre un trazado de 370 m.

Las obras consisten en la implementación de un nuevo colector de 2 400 mm de diámetro, rectificando el trazado

existente que pasa, en ciertos puntos, bajo las viviendas y, asimismo, la sustitución de una parte del colector existente por un nuevo colector de 2000 mm de diámetro.

Con objeto de reducir en todo lo posible las molestias causadas al vecindario, Lille Métropole Communauté Urbaine ha decidido enjuiciar las ofertas teniendo como primer criterio de atribución: "La facultad para la empresa seleccionada de integrar sus obras en un emplazamiento urbano sumamente denso". La empresa Leduc ha adoptado así un procedimiento innovador de terraplenado: el Recycan, procedimiento desarrollado y perfeccionado por su parte, este terraplenado auto-compactante fabricado in situ tomando como punto de partida el empleo de los escombros procedentes de las zanjas, ha permitido una reducción de los transportes por camiones pesados y un empleo adecuado de vertederos y la utilización de materiales nobles. O sea, tres características que corresponden perfectamente al criterio principal de esta licitación.

Lutte contre les inondations

Les dispositifs d'évacuation dans la région caennaise

Traversée à la fois par l'Orne et un canal maritime se jetant tous deux dans l'estuaire de la Manche situé à quelques kilomètres en aval, l'agglomération caennaise est régulièrement soumise à des crues. En 2001, un programme de travaux a démarré afin d'en réduire considérablement la fréquence et l'importance.

Il n'a pas fallu moins de 2 années d'étude et 13 propositions pour définir les travaux à mener comprenant trois parties :

- utilisation du canal maritime pour évacuer une partie du débit de crue de l'Orne par l'aménagement d'un canal de jonction à travers la presqu'île à Caen et d'un chenal de restitution à l'aval du Maresquier à Ouistreham ;
- amélioration des écoulements par recalibrage de la section de l'Orne dans la traversée de Caen ;
- création d'un chenal sec et protections complémentaires à Louvigny.

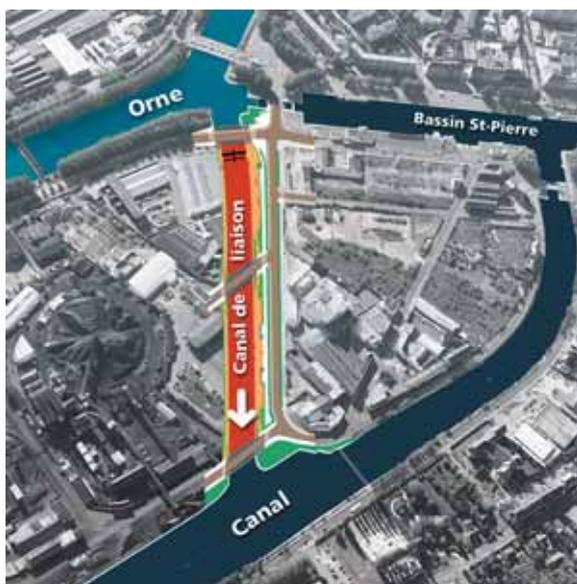


Photo 1
Vue sur plan du canal de jonction
Plan view of the linking canal



Photo 2
Battage du rideau mixte
Pile driving of the combined curtain

■ OBJECTIF

Abaisser les niveaux des crues dans l'agglomération caennaise et la basse vallée de l'Orne, tout en respectant l'environnement et en ne modifiant pas l'équilibre écologique de l'Orne.

■ PRINCIPE

Le parti pris est de faire passer l'eau le plus vite possible et non d'essayer de la stocker ce qui serait une fausse solution compte tenu de la configuration des lieux.

■ SOLUTION

L'Orne, après le barrage de Montalivet, ne peut évacuer la totalité de son débit en crue. Le recalibrage de l'Orne, selon les études, n'apporterait que de très faibles améliorations pour un coût extrêmement élevé. Le canal de Caen à la mer permet d'évacuer une partie des débits de crue de l'Orne. C'est pourquoi les aménagements seront construits pour répartir l'eau entre deux voies d'eau : un canal de liaison à Caen et le déversoir du Maresquier à Ouistreham (photo 1).

■ LE CANAL DE LIAISON DANS LA PRESQU'ÎLE

Introduction

Cet aménagement consiste à créer un canal de jonction entre l'Orne et le canal maritime, dans la presqu'île portuaire de Caen.

Ce canal rectangulaire, long de 450 m sera équipé d'un ouvrage de régulation hydraulique muni de deux vannes secteur de 10 m, de forme identique à la vanne secteur du bassin Saint-Pierre.

Cet ouvrage hydraulique permettra de décharger une partie du débit de l'Orne en crue (jusqu'à 250 m³/s) dans le canal maritime. Ce débit, auquel il faut ajouter celui transitant par la vanne du bassin Saint-Pierre (jusqu'à 125 m³/s environ) est restitué à l'Orne par le déversoir du Maresquier à Ouistreham. Cet ouvrage nécessite la mise en œuvre de 1 100 m³ de béton, soit le tiers de la quantité prévue pour l'ensemble de l'aménagement de la presqu'île.

Trois ponts de franchissement du canal, en cours de réalisation, assureront l'accès à la presqu'île. Les trottoirs sont dissociés de la circulation routière et viennent en console au-dessus de l'eau.

Soutènement du canal : une première en France

Le canal se dessine comme suit. Un alignement droit de 105 m de long à partir de l'Orne suivi d'un arc de cercle de 300 m de rayon et de 76 m de longueur puis d'un nouvel alignement droit sur 80 m jusqu'à la jonction avec le canal maritime. Sur toute la longueur, les parois de ce canal sont constituées de rideaux combinés alliant profil HZ et palplanches AZ. Ces murs sont surmontés par une poutre de couronnement en béton armé. Cette com-



des crues vers la mer

binasion en rideau mixte (éléments porteurs HZ et paires de palplanches intercalaires AZ) est une variante proposée par l'entreprise Quille en lieu et place des parois moulées et barrettes prévues au dossier de consultation des entreprises.

C'est une des premières réalisations de ce type sur un chantier en France.

Le matériel de fonçage à été déterminé en fonction des différents types de rideaux mis en œuvre (HZ 775 A-12/AZ 13/HZ 975B-24/AZ 26/HZ 975D-24/AZ 26) : un vibreur ICE 815 pour les éléments HZ doubles, un marteau hydraulique S 35 équipé d'un casque à palplanche simple pour les HZ 775A-12 et d'un casque diamètre 1 200 mm (venu spécialement d'Allemagne) pour les éléments doubles. L'ensemble (marteau + casque) a été levé au moyen d'une grue treillis sur chenilles de 90 t. Un guide de battage modulable en fonction de l'avancement du chantier et adaptable aux différents types de profilés a permis de mettre en œuvre aussi bien les parties droites que les parties courbes du canal. Des adaptations particulières ont été également réalisées en cours de chantier : réalisation de faux pieux pour éviter de terrasser trop bas et adaptation du casque pour le rendre compatible à l'ensemble des éléments à foncer afin de limiter les démontages normalement induits par les différents types de profil à mettre en place (photo 2).

Contrainte : les réseaux

Les déviations des réseaux présents dans l'emprise du futur canal sont entreprises en coordination avec les travaux propres à la réalisation de ce canal. Les réseaux téléphoniques, de gaz et d'électricité, ainsi que l'eau potable, sont déviés par les ponts.

Les canalisations d'eaux usées et d'eau pluviale passeront en siphon sous le canal (photo 3).

Terrassement

Le terrassement du canal a été réalisé sous eau. En effet compte tenu des faibles déplacements autorisés du rideau de palplanches, le remplissage du canal s'est fait à l'avancement du terrassement (les engins de terrassement ont été équipés de système laser sophistiqué).

L'excavation du canal représente un volume de près de 65 000 m³ de déblais. Vingt mille tonnes d'enrochements ont été mises en place au fond du canal et sur toute sa longueur en dehors de l'ouvrage de régulation (photo 4)



Photo 3
Passage
des nouveaux réseaux
dans les ponts

*Laying new networks
in the bridges*



Photo 4
Vue générale
du canal de jonction

*General view
of the linking canal*

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

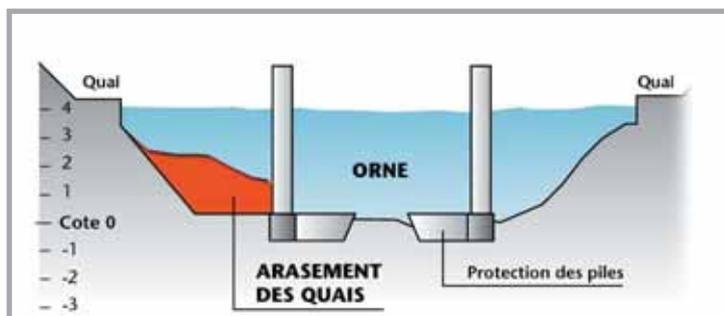
Canal de jonction

- Béton : 3 200 m³
- Acier : 250 t
- Enrochement : 20 000 t
- Déblais : 65 000 m³
- Palplanches AZ26 et AZ13 : 1 100 t
- Palplanches AZ775 et AZ975 : 2 100 t
- Tubes : 40 t

Déversoir du Maresquier

- Béton : 6 000 m³
- Acier : 460 t
- Enrochement : 30 000 t
- Déblais : 110 000 m³
- Remblais : 20 000 m³
- Palplanches : 770 t

Figure 1
Principe de l'aménagement.
Démolition des quais
pour augmenter la section
hydraulique de la rivière
*Development scheme.
Demolition of the quays
to increase the river's
hydraulic cross section*



En démolissant ces vieux quais, il s'agissait d'augmenter la section hydraulique de la rivière (photo 5).

LE DÉVERSOIR DU MARESQUIER

Le canal de jonction va pouvoir compléter la capacité d'écoulement de la vanne secteur, aménagée au bassin Saint-Pierre situé à la pointe haute de la presqu'île de Caen.

Le surplus de l'Orne reviendra dans son lit naturel grâce à un autre aménagement, réalisé près de Ouistreham : le déversoir du Maresquier et son chenal de restitution. Situés à proximité de la pointe basse de la presqu'île, ils permettront grâce à quatre vannes secteur de 14,25 m de large chacune, de restituer à l'Orne une grande partie du débit ayant été délestée par les dispositions prises en amont (jusqu'à 380 m³/s) (photo 6).

Les écluses actuelles de Ouistreham pourront, quant à elles, évacuer un complément de 80 m³/s. Un pont permet à la route qui longe le site de franchir l'ouvrage.

Le déversoir du Maresquier comprend :

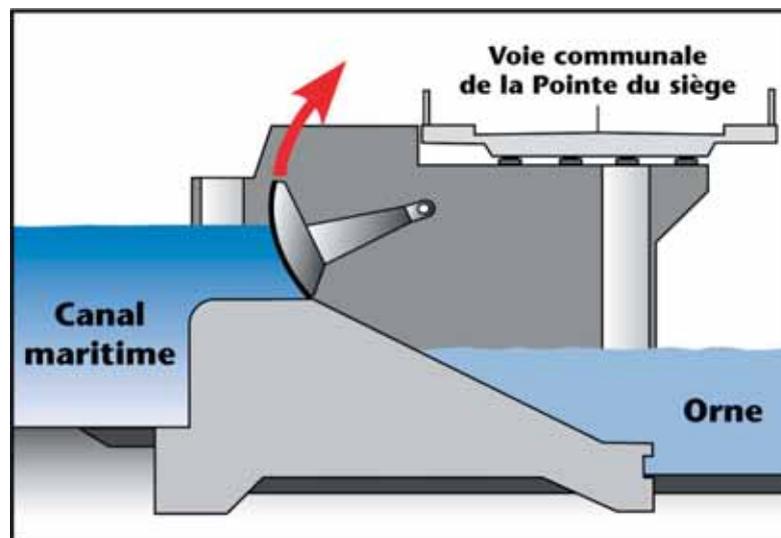
- ◆ un barrage-poids de 67 m de long et 25 m de large doté de quatre vannes secteur permettant en cas de crue un débit de plus de 380 m³, surmonté d'un tablier en béton précontraint pour le rétablissement de la route de la pointe du siège ;
- ◆ un chenal d'amenée en amont de l'ouvrage, protégé par 50 m de rideaux de palplanches et des

Photo 5
Entre les ponts Bir Hakeim
et Churchill, la pelleuse
a commencé la destruction
des anciens quais

*Between the Bir Hakeim
and Churchill bridges,
the power shovel has begun
destroying the old quays*



Figure 2
Coupe type
de l'ouvrage
*Typical cross section
of the works*



► L'ARASEMENT DES QAIS SOUS FLUVIAUX (figure 1)

Les travaux de reprofilage sont terminés, les anciens quais sont détruits pour un meilleur écoulement de l'Orne.

L'Orne, dans sa traversée de Caen, contenait encore d'anciens quais, désormais sous le niveau de l'eau. Leur arasement a débuté en octobre 2002. Une pelleuse, montée sur une barge, a enlevé des tonnes de gravats qui perturbaient depuis longtemps l'écoulement de la rivière. Là encore, priorité fut donnée à l'écoulement le plus rapide des crues.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Syndicat mixte de lutte contre les inondations de l'agglomération caennaise

Maître d'œuvre

Setec TPI - Hydratec - Terrasol - BIEF

Architecte

Denicourt et Dubois

Entreprise

Goupement Quille (mandataire) / Mastellotto / Torres et Vilault

Sous-traitants

- Cogeci : bureau d'études
- Welbond Armatures : aciers
- Bibaud : arasement
- Leclerc : démolition
- Sade : assainissement

Fournisseurs principaux

- Béton de France : béton
- Arcelor : palplanches



Photo 6
 Vue des quatre vannes secteur du Maresquier
 View of the four Le Maresquier sector valves

berges en enrochements reliant le canal maritime au déversoir ;

◆ un chenal de jonction en aval de l'ouvrage, protégé par 80 m de rideaux en palplanches, des berges et un fond en enrochements reliant le déversoir à l'Orne et son embouchure (figure 2).

ABSTRACT

Flood control. Systems for flood discharge into the sea in the Caen region

N. Firmino

The Caen urban area, through which pass the Orne River and a maritime canal both discharging into the Channel estuary situated a few kilometres downstream, is regularly subjected to flooding. In 2001, a work programme got under way to reduce considerably the frequency and extent of such flooding.

Two years' research and 13 proposals were needed to define the work to be carried out, consisting of three parts :

- Use of the maritime canal to discharge part of the flood water flow from the Orne by developing a linking canal through the Caen peninsula and a retrieval channel downstream of Le Maresquier in Ouistreham ;
- Improvement of flow by recalibrating the cross section of the Orne in the passage through Caen ;
- Creation of a dry channel and additional protective systems in Louvigny.

RESUMEN ESPAÑOL

Lucha contra las inundaciones. Dispositivos de evacuación de avenidas hacia el mar en la región de Caen

N. Firmino

La aglomeración urbana de Caen se ve sometida con cierta regularidad a los efectos de las crecidas provocadas simultáneamente por el río Orne y un canal marítimo que vierten sus aguas en el estuario del mar de la Mancha, situado a pocos kilómetros aguas abajo.

En 2001 se inició un programa de obras con objeto de reducir considerablemente tanto la frecuencia como su importancia.

Ha sido preciso poco menos de dos años de estudios y 13 propuestas para definir las obras que se trataba de emprender, que incluyen tres partes, a saber :

- utilización del canal marítimo para evacuar una parte de las aguas procedentes de las avenidas del río Orne, por medio de un canal de empalme que atraviesa la península en Caen y un

canal de restitución aguas abajo del Maresquier, en Ouistreham ;

- mejora del desagüe por recalibrado de la sección del Orne en su travesía de Caen ;

- creación de un canal seco y protecciones complementarias en Louvigny.

Le métro de Copenhague Zéro tassement, zéro

Bachy Soletanche Ltd, filiale britannique du groupe Solétanche Bachy, est partenaire du groupement COMET (Copenhagen Metro Construction Project) qui a réalisé entre 1997 et 2002 les infrastructures du métro de Copenhague dans le cadre d'un contrat de conception et réalisation.

Les travaux, pour une valeur de 1 milliard d'euros, comprennent 15 km de tunnel en diamètre 4,90 m au tunnelier, 12 stations dont six profondes, 9 puits et 3 km de viaducs.

Les soutènements sont réalisés en pieux sécants. L'excavation des grandes fouilles pour les stations est effectuée sous une dalle de tête.

Les contraintes d'environnement sont particulièrement sévères, obligeant notamment à maintenir la nappe phréatique dans son état initial malgré les pompes dans les fouilles.

Le métro de Copenhague est, en Europe, le dernier né des grands réseaux souterrains de transport rapide. Le coût du projet est d'environ 1 milliard d'euros. Les constructeurs sont confrontés à des problèmes de respect de l'environnement, aussi bien sous terre qu'en surface, imposant des précautions sévères.

Nombreuses sont à Copenhague les élégantes maisons en bois du XVIII^e siècle. Mais on rencontre aussi, en plein milieu des rues du centre-ville, des fouilles blindées de 60 m de long et des puits profonds destinés à la construction des stations et des équipements de ventilation du nouveau métro. Il n'y a souvent pas plus d'un mètre de distance entre les maisons existantes et les grandes excavations. Ces dernières sont protégées par des soutènements périphériques formés de pieux sécants de 30 m de profondeur, qui sont ainsi exécutés au plus près des délicats chefs-d'œuvre de l'architecture danoise.

COMET est le groupement d'entreprises mené par les Anglais auquel a été confié ce projet de métro, le plus grand du Danemark.

"Zéro". C'est le chiffre qui apparaît de manière obsessionnelle aux yeux de Peter Jefferies, le directeur de projet de COMET, chaque fois qu'il ouvre au chapitre "environnement" le cahier des charges que lui a préparé son client, un client qui réunit les autorités gouvernementales à la fois centrales et locales. "Zéro est tout simplement la valeur du tassement qui nous est autorisée, et aucun dommage aux existants n'est envisageable" explique M. Jefferies. "Maîtriser la situation dans des conditions aussi draconiennes est un défi, mais c'est ce que veut le client et c'est donc ce qu'il aura."

Ce sont là des conditions de respect de l'environnement parmi les plus sévères jamais imposées sur un chantier. Pour les satisfaire, l'équipe de COMET a recours à plusieurs procédés : des techniques d'exécution de pieux engendrant de faibles vibrations, l'insonorisation des engins à un niveau dont les opérateurs ne savaient même pas qu'il existait, et enfin le contrôle des eaux souterraines le plus complexe qui ait jamais été conçu.

Et dans les profondeurs de la terre, en dessous des rues, les tunneliers excavent des tunnels d'un diamètre de 4,9 m qui relieront une demi-douzaine de stations, et les équipes sont confrontées à leur propre pléthore de contraintes d'environnement. Les coulis polluants sont prohibés. D'un côté arrivent les voussoirs, de l'autre sortent les déblais, et tout cela circule par les canaux navigables du centre-ville. Les gaz d'échappement des locotracteurs sont les moins polluants jamais produits sur un chantier.

Le groupement COMET est composé de six partenaires de forte carrure conduits par Tarmac Construction. Le deuxième entrepreneur britannique dans le groupement est le spécialiste en fondations Bachy Soletanche qui exécute des travaux spéciaux pour environ 75 millions d'euros par mois. Les autres partenaires de COMET sont l'entreprise française SAE, l'autrichienne Ilbau, l'italienne Astaldi et la danoise NCC Rasmussen & Schiotz.

La tâche du groupement est de construire une ligne de 13 km à deux voies reliant douze stations. Sur une moitié du parcours il s'agit de tunnel foré. Ce tunnel court entre six stations de centre-ville exécutées en "cut and cover" c'est-à-dire sous dalle de couverture. S'y ajoutent neuf grands puits. Le reste de la ligne, dans les faubourgs sud, est à l'air libre et dessert six autres stations construites en surface.

Vue du tunnel depuis la chambre de croisement (cross over) excavée selon la nouvelle méthode autrichienne (NATM)

View of tunnel from NATM (New Austrian Tunneling Method) constructed cross over chamber



Foreuse pour injection équipée d'un boîtier antibruit

Grouting boring rig equipped with an antinoise box



nuisance

Le plus déroutant ici c'est que, pour le moment, Copenhague n'a pas du tout besoin d'un métro. Dans les larges rues de cette ville c'est la bicyclette qui est reine. Des essais de cyclistes occupent le terrain et paraissent avoir priorité sur tout. Les voitures sont loin d'être dominantes et on ne serait pas étonné que leurs conducteurs n'aient jamais connu un vrai embouteillage à la mode occidentale.

"Nous ne constatons pas vraiment de congestion de trafic aujourd'hui" admet Torben Johansen, directeur technique du client Ørestad Development Corporation. "Mais si nous ne faisons rien maintenant nous aurons un vrai problème d'ici dix ans."

Il est rare que les métropoles se montrent proactives dans leurs plans de transport. La règle générale est plutôt celle de l'absolue nécessité avant de construire un métro et l'exploiter ensuite à pleine capacité dès sa mise en service. Copenhague se distingue en faisant d'une pierre deux coups. En construisant son métro dès maintenant elle se protège d'abord contre le risque d'une congestion prochaine. Et, par surcroît, elle profite comme on va le voir de l'opportunité d'une source de financement très intéressante.

En effet, des années de surplace politique avaient privé la ville de tout développement significatif. Monsieur Johansen relève avec esprit que depuis longtemps la seule grue visible dans le ciel de Copenhague n'avait d'autre utilisation que le saut à l'élastique. Et il précise que ce n'est pas une plaisanterie mais, hélas, seulement l'exacte vérité.

Amager Island est une agglomération construite pour l'extension des faubourgs Sud sur un terrain gagné sur la mer. On attendait en vain un moyen de transport pour relier ses 20 000 habitants au centre-ville.

La solution consiste à relier l'île à la ville par le métro, et ce projet qui résout le problème de transport en souffrance crée une bande de 700 m de large et de 5 km de long qui s'ajoutera à la zone de développement urbain. Les terrains sont propriété de l'Etat. Cela donne lieu à une opération immobilière dont le produit financera le métro à hauteur de 1 000 millions d'euros. Et voilà !

C'est la contrainte "zéro impact" en surface qui a dicté la conception du projet sur le plan géotechnique, domaine dans lequel Bachy Soletanche Ltd a pris la direction des opérations. C'est ainsi que l'on a choisi la technique de la tranchée préalablement couverte pour réaliser les stations à 25 m de profondeur, le procédé consistant à couler une grosse dalle de béton armé au niveau du sol sitôt



Foreuse de pieux pour mur en pieux sécants

Piling rig used for secant bored piles



Construction de la boîte de la station Christianshavn, dont le soutènement est formé de pieux sécants butonnés

Interior construction works, Christianshavn station, retained by hard/soft pile walls



Foreuse en cours d'exécution de pieux sécants sur le chantier de la station Amagerbro

Piling rig installing secant bored piles, Amagerbro station

les pieux sécants périphériques terminés et à terrasser ensuite au-dessous.

La technique des pieux sécants est le mode de réalisation des soutènements qui produit le plus faible niveau de bruit et de vibration. Aussi, la société Bachy Soletanche Ltd, partenaire du groupement COMET, a-t-elle mis en œuvre une armada de foreuses Casagrande HY55 à couple élevé capables de forer les tubages de revêtement destinés à minimiser les désordres dans le terrain environnant. Ces pieux sécants ont été réalisés selon la méthode "hard and soft", littéralement "dur et mou".



Tunnelier débouchant dans la station Kongens Nytorv

TBM arriving at Kongens Nytorv station



Vue de la station Christianshavn, la seule qui soit butonnée et à ciel ouvert

View of Christianshavn Station, the only one that is stayed and open-air

Station Norreport, radier en construction au point de transfert de tunnelier

Base slab construction work ahead of TBM transfer at Norreport station



LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maitre d'ouvrage

Ørestad Development Corporation

Ingénieur

Cowi Consulting Engineers

Entreprises

Groupement COMET (Astaldi S.p.A., Bachy Soletanche Ltd, Ilbau Gesellschaft, NCC Rasmussen & Schiotz Anlaeg, SAE International, Tarmac Construction Ltd)

Un pieu sur deux est constitué de bentonite-ciment et ne comporte pas d'armature. Ces pieux, d'un diamètre de 880 mm, sont exécutés en premier. On vient ensuite forer dans les intervalles les pieux secondaires d'un diamètre de 1 050 mm jusqu'à la profondeur totale du rideau, en mordant sur les pieux primaires "mous". Les pieux secondaires sont dits "durs" parce qu'ils sont en béton armé.

On aura compris que les pieux "tendres" ont plus un rôle d'étanchéité que de structure résistante. A cette fin ils sont réalisés seulement sur la hauteur au-dessus du bedrock calcaire, traversant les moraines gorgées d'eau. La barrière étanche est complétée par des injections au tube à manchettes sous les pieux tendres entre les fiches des pieux durs. Cette méthode optimise globalement le coût de l'enceinte.

Les puits, dont la profondeur est de 30 m, ont leur partie supérieure réalisée en palplanches fichées sur le calcaire. Les palplanches sont mises en place dans une paroi au coulis, ce qui évite totalement les nuisances de bruit et de vibration dues au battage.

La partie inférieure des mêmes puits est réalisée par la nouvelle méthode autrichienne pour les tunnels, avec creusement à la fraise et revêtement par treillis, boulons et béton projeté. Une barrière étanche secondaire est constituée par un voile injecté tout autour des stations et des puits.

C'est ainsi que les puits et les stations peuvent être maintenus hors d'eau tandis qu'à quelques mètres de là les pieux en chêne qui supportent les bâtiments restent complètement immergés dans la nappe. Ce résultat est obtenu grâce à la combinaison des effets des voiles injectés, des pieux sécants exécutés avec une grande précision, et d'un système de gestion informatisée des nappes souterraines d'un coût de 15 millions d'euros qui est un exemple au niveau mondial.

Tout abaissement du niveau phréatique pendant le creusement des stations provoquerait la dessiccation et le pourrissement des pieux en bois et de ce fait induirait des tassements différentiels sous les bâtiments que supportent ces pieux. Le but du système de gestion informatisé des nappes est de compenser les niveaux autour de chaque fouille sous rabattement.

Ainsi, chaque fouille possède son propre modèle tridimensionnel d'écoulement souterrain. Et de nombreuses cartes de prédiction des fluctuations de niveau de nappe ont été établies, pour un total de 5 000 bâtiments. La maîtrise des nappes souterraines est parfaitement assurée. On n'a enregistré aucun tassement différentiel sous aucun bâtiment dans la ville.

Environ 30 m sous les maisons, Betty et Liva, les deux tunneliers à pression de terre chargés du creusement des 15 km de tunnel, ont eu des débuts difficiles, dans un environnement hostile.

Les terrains traversés par le tunnel sont très variables, allant des moraines glaciaires peu compactes mais abrasives au calcaire dur qui règne sur la majorité du tracé. On trouve aussi des gros galets au sein des formations glaciaires et des couches de silex dans le calcaire.

Ces deux tunneliers d'une valeur de 8 millions d'euros et qui portent les noms de divas danoises ont dû subir de lourdes modifications, notamment au niveau de leur tête d'attaque, afin de s'accommoder d'une telle variabilité.

Les premiers 400 m de tunnel forés dans les formations glaciaires, ont pris deux fois plus de temps que les trois mois initialement prévus. Ceci est essentiellement dû à la dimension des lumières de la tête de forage et à l'action abrasive des sables et graviers qui a totalement usé cette tête. Les 40 disques de coupe ont été remplacés sur chaque machine, les barres de calibrage ont été enlevées, une protection améliorée a été mise en place autour des paliers de la tête qui a été elle-même renforcée avec des plaques d'acier et des boutons en tungstène.

Avec des avancements courants atteignant 105 m



Puits elliptique à Sjælleboderne pour accès du tunnelier, soutenu par des pieux sécants

Shaft construction headworks, Sjælleboderne, for plant access; elliptical shaft retained by secant piles

par semaine, ce qui est bien au-dessus des estimations, les ingénieurs ont surmonté les difficultés de mise au point au démarrage.

"Certes nous sommes confrontés à des défis" déclarait Peter Jefferies, "mais nous bénéficions de l'appui d'une équipe d'ingénieurs de classe internationale pour les surmonter."

PRINCIPALES QUANTITÉS DE TRAVAUX GÉOTECHNIQUES

- Tunnel foré Ø 4,90 m : 14 459 m
- Pieux sécants *hard/soft* : 1 750 unités totalisant 31 500 m
- Paroi moulée e = 1 m : 5 900 m²
- Injections : 30 400 m de forage et 1 500 m³ d'injection
- Jet grouting : 2 500 t
- Pompages : 217 puits et 119 piézomètres
- Congélation : 1 200 m de forage équipé
- Paroi coulis palplanches : 4 600 m²

ABSTRACT

The Copenhagen underground railway. No subsidence, no nuisance

D. Hayward

Bachy Soletanche Ltd, the UK subsidiary of Solétanche Bachy Group, is partner of the COMET consortium (Copenhagen Metro Construction Project) which between 1997 and 2002 constructed the infrastructure of the Copenhagen underground railway under a Design and Build contract.

The works, worth 1 billion euros, involve 15 km of tunnelling of diameter 4.90 m by tunnel boring machine, 12 stations including six deep stations, 9 shafts and 3 km of viaducts.

The supports are constructed of secant piles. Major excavation work for the stations is performed under a head slab. The environmental constraints are extremely severe, with in particular the obligation of maintaining the aquifer in its original condition despite pumping in the excavations.

RESUMEN ESPAÑOL

El metro de Copenhague : ningún asentamiento y ninguna molestia

D. Hayward

Bachy Soletanche Ltd, filial británica del grupo Soletanche Bachy, actúa en asociación con el grupo COMET (Copenhagen Metro Construction Project) que ha ejecutado, entre 1997 y 2002, las infraestructuras del metro de Copenhague con motivo de un contrato de diseño y ejecución.

Estas obras, que representan un importe de 1.000 millones de euros, incluyen 15 km de túnel de 4,90 m de diámetro, ejecutado mediante una tunelera, 12 estaciones, seis de las cuales profundas, 9 pozos y 3 km de viaductos.

Las entibaciones se han ejecutado mediante pilotes secantes. La excavación de las grandes trincheras y zanjas para las estaciones se ha efectuado bajo una losa de cabeza.

Las sujeciones de medio ambiente presentan particular severidad, que obligan, fundamentalmente, a mantener la capa freática en su estado inicial, pese a los bombeos efectuados en las excavaciones.

Strasbourg : le nouveau

Arte, chaîne de télévision franco-allemande construit son siège à Strasbourg.

Situé à proximité du Parlement européen, le bâtiment, conçu en septembre 1999 par l'architecte allemand Hans Struhk, est composé de deux "boîtes" superposées et décalées l'une par rapport à l'autre, avec une vaste ouverture sur les berges de la rivière l'Ill.

Deux étages de bureaux totalement vitrés en façade surplombent les deux premiers niveaux. Le porte-à-faux, repris par des poteaux de grande hauteur, s'apparente à un péristyle, et accentue le contraste très prononcé de lumière entre la base foncée et le haut très réfléchissant.

Le bâtiment repose sur un radier de 5 000 m² (100 m x 50 m) d'épaisseur 40 cm. Il développe 23 000 m² de plancher dont 11 000 m² de dalle sur prédalles précontraintes (pour les deux premiers niveaux) et 6 000 m² de dalle champignon (pour les deux derniers).

HISTORIQUE DE LA CONSTRUCTION DU SIÈGE D'ARTE GEIE

Arte (Association relative à la télévision européenne) s'est installée à Strasbourg, rue de la Fonderie, en février 1992.

Arte, née d'un partenariat entre la France et l'Allemagne, a développé depuis cette date des partenariats avec d'autres télévisions publiques en Europe : RTBF en Belgique, SRG SSR Idée en Suisse, TVE en Espagne, TVP en Pologne, ORF en Autriche, YLE en Finlande et NPS aux Pays-Bas.

Arte, télévision sans frontières, est diffusée simultanément en français et en allemand, dans toute l'Europe, depuis Strasbourg.

Très rapidement à l'étroit, la chaîne envisage dès 1995 de construire un nouveau siège (elle occupe actuellement sept sites différents, dont une partie des studios et locaux de France 3, place de Bordeaux).

Arte GEIE, (Groupement européen d'intérêt économique), maître d'ouvrage de l'opération, appartient à égalité de capital à Arte France (France 3 pour 45 %, l'Etat pour 25 %, Radio France pour 15 % et l'INA pour 15 %) et à Arte Deutschland, (ARD et ZDF pour 50 % chacun).

Pour l'année 2001 son budget global s'est élevé à 311 M euros avec la répartition suivante (figure 1).

Les approches en matière d'architecture ont fait l'objet de débats passionnés entre les membres du jury (Arte France et Arte Deutschland), sans qu'une majorité puisse se dégager clairement.

Le jury a finalement arrêté son choix sur l'architecte

britannique Ian Ritchie avec lequel aucun accord n'a pu être trouvé. Ce projet fut abandonné au bout d'une année d'études.

En septembre 1999, c'est l'équipe de l'architecte allemand Hans Struhk + Partner de Braunschweig qui fut retenue. Hans Struhk, connu outre-Rhin pour ses réalisations et son expérience dans la construction des sièges de chaînes allemandes, s'associa au réputé cabinet d'architecture strasbourgeois Maechel-Delaunay.

"Politiquement correcte", cette alliance franco-allemande se retrouvait dans bon nombre d'intervenants : les bureaux techniques Assmann de Braunschweig et HL Technik de Berlin, OTE de Strasbourg - Illkirch.

Ces associations ont permis également d'adapter et d'harmoniser les normalisations et règles de calcul des deux pays (par exemple les ratios d'armatures qui peuvent atteindre 10 % d'une section de béton en Allemagne, contre 5 % en France).

COMPOSANTES DU PROJET

Le programme définit deux composantes principales :

- ◆ la composante "bâtiment";
- ◆ la composante "systèmes techniques audiovisuels" point central de la chaîne Arte.

Dans le programme bâtiment on trouve trois parties distinctes :

- ◆ le plateau technique : studio, régie, production et réception d'images ;
- ◆ l'unité fonctionnelle : administration de la chaîne ;

Figure 1
Schéma de répartition
Layout diagram

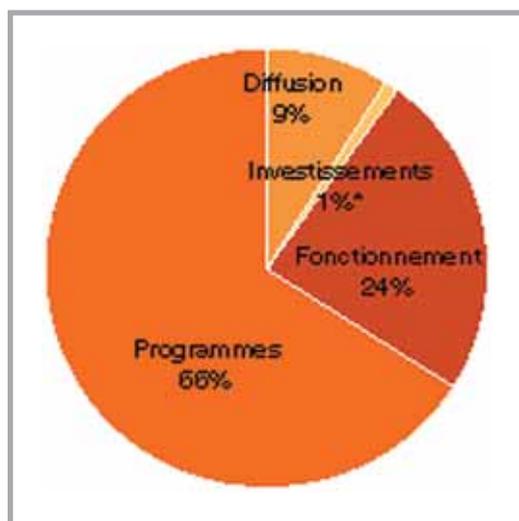


Photo 1
Façade est avec les immeubles du Parlement européen en arrière-plan

East facade with the European Parliament buildings in the background



siège d'Arte

◆ des locaux partagés : restaurant, salles de réunions, stationnement en sous-sol.

■ PRÉSENTATION ARCHITECTURALE

Site du chantier

Le chantier se situe entre deux cours d'eau : l'Ill le long de la façade est et l'Aar à l'ouest. L'emplacement d'une superficie de 0,8 hectare doit beaucoup à la proximité du Parlement européen (à 200 m) et aussi au souhait de la ville de Strasbourg de regrouper sur un même pôle l'ensemble des activités de l'audiovisuel (France 3 se trouve à 300 m). Le terrain a été cédé par la ville de Strasbourg au prix de 20000 euros l'are.

Le chantier est bordé par la rue Lauth, la rue du Jasmin et le quai du Chanoine Winterer donnant sur l'Ill. L'objectif architectural du projet est d'avoir une vaste ouverture sur les berges de l'Ill. On y trouve l'entrée principale. Pour des questions de sécurité il n'y a pas d'autre entrée hormis celle des livraisons et l'accès pour les cuisines, sur la façade nord.

Le bâtiment est décalé par rapport à la berge pour dégager un parvis mettant en valeur cet espace fort agréable surtout à la belle saison (photos 1 et 2).

Architecture du bâtiment

La conception architecturale du bâtiment est simple (100 m de long, 50 m de large) et composée de deux parties :

◆ un soubassement constitué par les deux premiers niveaux, de hauteur relativement importante (10 m au-dessus du sol naturel) de couleur grise avec des parties rouges (reprenant le rouge orangé du logo d'Arte) en position centrale pour marquer le cœur du bâtiment ;

◆ deux étages de bureaux totalement vitrés en façade.

On y devine un contraste très prononcé de lumière entre une base foncée et le haut très réfléchissant.

Les deux étages de bureaux vitrés sont décalés par rapport au soubassement pour rompre la monotonie des façades. Ainsi existe-t-il, du côté de l'entrée principale, un porte-à-faux relativement important, repris par des poteaux de grande hauteur (11 m) et élancés s'apparentant à un péristyle, qui accentue l'ouverture de cette façade sur l'eau.

Le décalage de ces niveaux en façade ouest libère un espace pour l'aménagement d'une terrasse non accessible (photos 3 et 4).

Les proportions inhabituelles de ce parallélépipède posent le problème de l'éclairage naturel à l'intérieur de la construction. Il a été traité de la façon suivante :

◆ un atrium sur toute la hauteur du bâtiment éclairé



Photo 2
Façade sud du bâtiment
South facade of the building



Photo 3
Façade ouest
West facade



Photo 4
Façade nord
North facade

Benoît Anstett



PROFESSEUR DE GÉNIE CIVIL
Lycée Le Corbusier - Illkirch-Graffenstaden

Gilles Dugard



PROFESSEUR DE GÉNIE CIVIL, DÉLÉGUÉ AUX ENTREPRISES
Lycée Le Corbusier - Illkirch-Graffenstaden

Eric Hartweg



CHEF DE PROJET ARTE
Société d'aménagement et d'équipement de la région de Strasbourg (SERS)

Carmen Lebold



CHEF DE PROJET
Arte GEIE

Hans Struhk



ARCHITECTE
Cabinet Hans Struhk + Partner

Paul Maechel



ARCHITECTE ASSOCIÉ
Cabinet Maechel-Delaunay

Photo 5
L'atrium
The atrium



Photo 6
L'atrium
depuis le portique
d'entrée
The atrium
from the entry
portico



Photo 7
Le futur jardin
intérieur
The future
indoor garden



re le hall d'entrée et les bureaux attenants (photos 5 et 6) ;

◆ un jardin central de 22 m de large sur 36 m de long (au-dessus des studios et de la régie) diffuse une lumière naturelle à l'ensemble des bureaux intérieurs des deux derniers étages (photo 7).

De part et d'autre de la circulation centrale, les bureaux (d'environ 12 m de profondeur) sont largement ouverts sur l'extérieur et profitent ainsi de la lumière naturelle. Celle-ci peut être dosée par des brise-soleil à l'extérieur, et par des stores textiles coulissants intérieurs qui permettent une occultation graduée.

Le système est modulable par bureau mais aussi par façade (gestion complètement automatisée par GTB).

Présentation du bâtiment par niveaux

Niveau N04

En fonction des fluctuations de la nappe phréatique le sous-sol peut être inondé (donnée statistique d'une chance sur 100 par an). Ainsi, pour ne prendre aucun risque, les locaux techniques ont été installés au niveau de la toiture du bâtiment.

En forme de fer à cheval et derrière un bardage métallique, se trouvent les installations de chauffage, de climatisation, de machineries d'ascenseurs... et en pignon, les antennes paraboliques.

Le niveau N-1 ne sert donc que de parking.

Niveaux N03 et N02

Les deux derniers niveaux sont limités à l'extérieur par un rectangle et à l'intérieur par deux puits de lumières : l'atrium et le jardin intérieur. Tous les bureaux des étages, desservis par une circulation horizontale, reçoivent ainsi la lumière naturelle.

Les six circulations verticales (une dans chaque angle du bâtiment pour les escaliers et deux en partie centrale pour les ascenseurs) permettent d'accéder aux différents niveaux, sauf au sous-sol.

A noter qu'à proximité de l'entrée principale, l'ascenseur est panoramique (deux faces vitrées).

La destination et l'attribution des différents locaux et bureaux est déjà arrêtée dans la mesure où les contraintes de câblage sont très importantes selon les services.

Au **niveau N02**, on trouve :

- ◆ le service informatique ;
- ◆ le service logistique ;
- ◆ le service financier ;
- ◆ le service de production ;
- ◆ les services de l'antenne ;
- ◆ le service technique.

Au **niveau N03** :

- ◆ les bureaux de direction (comité de gérance) en partie centrale ;
- ◆ les unités de programme (documentaire, spectacles, fictions, soirées thématiques, débats) ;



Photo 8
Le studio principal avec les cabines d'interprétariat à mi-hauteur

The main studio with the interpreters' booths half-way

- ◆ le service relations extérieures.

Au **niveau 01** :

- ◆ des cabines d'interprètes (donnant sur les studios) ;
- ◆ des locaux techniques ;
- ◆ un espace stockage de cassettes ;
- ◆ une zone de conférence en partie centrale de la façade donnant sur l'III, avec salles de réunion (une de 100 m², et une de 60 m²) équipées de cabines d'interprètes ;
- ◆ l'atrium avec une passerelle aérienne de communication et un escalier central métallique.

Au **niveau 00** (RdC) :

- ◆ l'entrée principale avec sas de protection (contrôle d'accès très strict) ;
- ◆ un guichet d'accueil (24 heures sur 24) ;
- ◆ une zone de bureaux en pignon et en façade arrière ;
- ◆ le studio principal de 14 m sur 18 m (photo 8).
- ◆ le studio secondaire de 9 m sur 13 m ;
- ◆ des espaces réservés pour la régie ;
- ◆ un ensemble de services d'information ;
- ◆ des locaux de stockage de matériel nécessaire au fonctionnement des studios (onduleurs...);
- ◆ l'espace restaurant avec une ouverture vitrée sur les berges de l'III ;
- ◆ l'espace cuisine avec accès en pignon pour les livraisons.

Et enfin au **niveau N-1** (sous-sol) :

- ◆ la rampe extérieure d'accès ;
- ◆ 120 places de stationnement de voitures avec couloirs de circulation ;
- ◆ des garages à bicyclettes.

Points singuliers

Pour des raisons de sécurité, les ascenseurs ne descendent pas au sous-sol. Il n'y a aucune liaison entre les niveaux N-1 et N00.

Les usagers du parking sont obligés de ressortir



Photo 9
Mise en place du faux plancher
Laying the raised flooring

du parking pour rejoindre le bâtiment par l'entrée principale. Tous les bureaux sont modulables.

Les niveaux 00 et 01 sont équipées de faux plafonds et de faux planchers pour l'éclairage, l'électricité, les courants faibles, avec comme principe retenu : tous les courants forts passent par les faux plafonds et tous les courants faibles par les faux planchers.

Les niveaux N02 et N03 ne disposent que de faux planchers (photos 9 et 10).

■ PRÉSENTATION TECHNIQUE

Le bâtiment en chiffres

L'emprise au sol du bâtiment est de 5 000 m² (100 m x 50 m). Quelques surfaces :

- ◆ 5 000 m² de radier (épaisseur 40 cm) ;
- ◆ 23 000 m² de plancher dont :
 - 11 000 m² de dalle sur prédalles précontraintes pour les deux premiers niveaux,
 - 6 000 m² de dalle champignon pour les deux derniers niveaux.

Ces 23 000 m² de surface hors œuvre brute représentent une surface hors œuvre nette de 14 000 m² et une surface utile réelle pour les locaux de 8 550 m² qui se décomposent de la façon suivante :

- ◆ les bureaux représentent 3 500 m² soit 40 % ;
- ◆ le plateau technique (ensemble du concept audiovisuel) 2 850 m² soit 35 % ;
- ◆ les locaux partagés 2 200 m² soit 25 % (dont 600 m² pour le restaurant).

Points techniques

L'étude de l'installation de chantier a prévu l'implantation de deux grues :

- ◆ une première en proximité du pignon nord ;



Photo 10
Le faux plancher
The raised flooring

► ◆ une deuxième (dans l'emplacement de l'espace atrium) fondée sur le radier.

Le bâtiment est fondé sur des puits de diamètre 1,20 m à 3 m, profondeur environ 1,50 m, sur lesquels repose le radier étanche d'épaisseur 40 cm. La nappe phréatique affleure et dépasse souvent la base du sous-sol. Pour reprendre la poussée d'Archimède, la mise en place de tirants d'ancrage est nécessaire. Ceux-ci sont composés de profilés métalliques HEA100 vibrofoncés dans le sol puis injectés par un coulis de ciment. En partie supérieure des profilés, est soudée une platine pour l'ancrage dans le radier (d'où l'appellation de clous).

Ces fondations spéciales ont été réalisées par l'entreprise allemande Max Fruh.

La hauteur sous dalle des deux premiers niveaux est de 4,50 à 5,00 m. Elle a nécessité la mise en place de tours d'étalement pour le coffrage de l'ensemble des dalles.

Les voiles de grande hauteur (environ 10 m) des studios ont été coulés en deux levées avec utilisation de consoles pignons pour assurer la sécurité.

Les poteaux du péristyle (30 x 44 cm) sur la façade de l'entrée principale ont une hauteur de 9,50 m à 11 m. Ils sont moulés avec un coffrage ailes de moulin, et coulés avec un béton B40.

Pour les quatre poteaux de 11 m (dont les trois poteaux circulaires de diamètre 40 cm) un béton B80 est nécessaire. Ils se distinguent facilement des autres par leur couleur foncée due à l'adjonction de fumées de silice.

Une résistance aussi élevée du béton se justifie par l'élancement important des poteaux et aussi par l'application des règlements parasismiques français plus contraignants. L'Alsace est en effet située sur la faille vosgienne et donc en zone sismique.

Le plancher haut du studio principal (d'une portée de 17 m) est un plancher mixte constitué par des profilés métalliques HEB450 avec dalle béton d'épaisseur 20 cm (prédalle précontrainte + dalle de compression). Pour reprendre les contraintes tangentielles horizontales, des connecteurs métalliques sont soudés sur le haut de la semelle des profilés.

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- 11 000 m³ de béton
- 800 tonnes d'acier
- 50 000 heures de main d'œuvre pour le gros oeuvre

■ COÛT DE LA CONSTRUCTION DU SIÈGE D'ARTE

Coût global prévisionnel de la construction

Pour la partie bâtiment tous corps d'état : 23 millions d'euros (soit 150 millions de francs) dont 22 % seulement pour la partie gros œuvre... ce qui montre l'importance des lots techniques.

Pour l'équipement technique (informatique, production...) : 15 millions d'euros (soit 100 millions de francs).

■ L'ÉVOLUTION D'ARTE

Arte, contrairement aux autres chaînes généralistes, n'a pas vocation à produire d'images. Elle achète ses émissions sur le marché mondial, qui actuellement arrivent au siège sous forme de cassettes par voie classique (La poste ou services de courrage).

Une grande rigueur s'impose donc dans la gestion des délais mais aussi et surtout dans la gestion des stockages grands consommateurs d'espace. Le futur sera la transmission par fibres optiques sous forme numérisée des données. Ainsi, les studios d'Arte n'auront pratiquement pas d'autres fonctions que la diffusion du journal télévisé quotidien et la production des soirées thématiques.

Comme pour l'Université Internationale de l'Espace à Illkirch-Graffenstaden, inaugurée très récemment, les options définitives dans le domaine des nouvelles technologies n'ont été retenues qu'au dernier moment, soit 6 mois avant l'achèvement du bâtiment.

■ ARTE DANS LE CADRE DU CHANTIER ÉCOLE AVEC LE LYCÉE LE CORBUSIER

Préambule

Le chantier-école est une association ponctuelle entre d'une part, différents acteurs d'une opération de construction (chantier) et d'autre part, tout ou partie des élèves, étudiants et apprentis d'un établissement de formation (école).

Au-delà de l'appellation *stricto sensu*, les partenaires du monde industriel ne se limitent pas aux seules entreprises de production.

En effet, les décideurs (maîtrise d'ouvrage), les concepteurs (maîtrise d'œuvre) sont tout autant concernés par le caractère très particulier de ces échanges qui s'instaurent entre les milieux économique et scolaire.

Une convention, signée entre les divers partenaires et le chef d'établissement, définit très précisément

le cadre (en moyens matériels, en personnels, en durée...) de l'opération de chantier-école.

Les retombées des opérations de chantier-école sont, outre l'aspect pédagogique indiscutable, très fructueuses.

En reprenant le commentaire de Marc Dupuis (*Le Monde de l'Education*, n° 02172 de mars 2002) : "Le va-et-vient des connaissances entre le chantier et l'école est constant et fonctionne dans les deux sens", il va sans dire que si l'intérêt de tous est bien compris par tous les acteurs, alors les relations école/entreprises, comme les relations école/collectivités locales, par le biais de leurs services techniques (principaux donneurs d'ordre), ne peuvent être que très largement améliorées au point que... chacun puisse se trouver bien partout.

Bilan

Cette présentation de la construction du nouveau siège d'Arte correspond à une synthèse des différentes informations recueillies auprès des différents intervenants (architectes, maîtrise d'œuvre et entreprise gros œuvre). Elle a servi aux étudiants de la section techniciens supérieurs option bâtiment dans leur préparation aux épreuves de BTS. Elle a pu servir également de présentation du chantier aux élèves des classes du lycée, associées au chantier école, ainsi qu'aux collégiens de certaines classes des environs, avec en arrière pensée, le souhait d'attirer ces jeunes – via les formations – vers les métiers de la construction.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Arte GEIE

Maître d'ouvrage délégué

Société d'aménagement et d'équipement de la région de Strasbourg (SERS)

Architecte

Hans Struhk (cabinet Hans Struhk + Partner)

Architecte associé

Paul Maechel (cabinet Maechel-Delaunay)

ABSTRACT

Strasbourg : the new Arte head office

Various authors

French-German television channel Arte builds its head office in Strasbourg.

The building, located near the European Parliament, was designed in September 1999 by German architect Hans Struhk. It consists of two "boxes" superimposed and offset relative to one another, with a vast opening onto the banks of the Ill river.

Two storeys of offices completely glazed on the facade overhang the first two levels. The cantilever, supported by very high columns, resembles a peristyle, and accentuates the very marked contrast of light between the dark base and the highly reflective top section.

The building rests on a 5,000 sq. m (100 x 50 m) foundation raft 40 cm thick. There are 23,000 sq. m of floor space including 11,000 sq. m of slabbing on prestressed shuttering floor slabs (the first two levels) and 6,000 sq. m of flat slab (for the last two).

RESUMEN ESPAÑOL

Estrasburgo : nueva sede de Arte

Autores diversos

Arte, canal de televisión franco-alemán construye su sede en Estrasburgo.

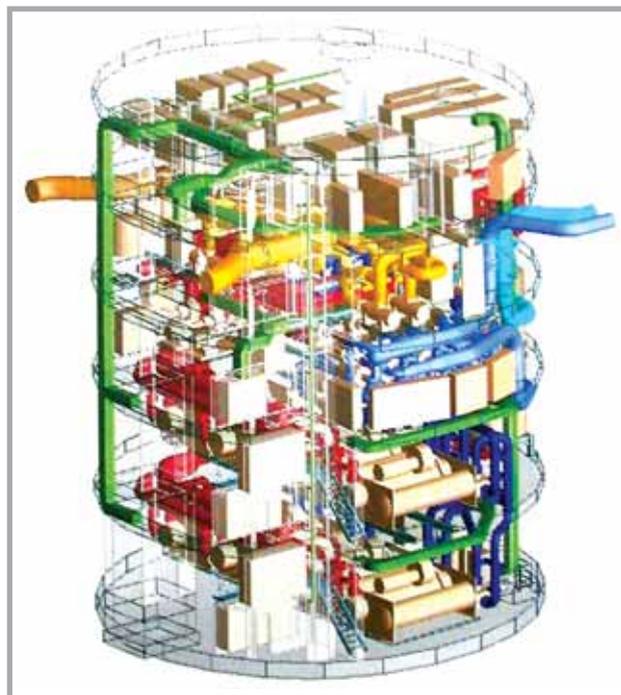
Ubicado en las cercanías del Parlamento europeo, el edificio, diseñado en septiembre de 1999 por el arquitecto alemán Hans Struhk, está formado por dos "cajas" superpuestas y desplazadas una en relación con la otra, con una amplia apertura hacia las riberas del río Ill.

Dos niveles para oficinas, totalmente acristalados se sitúan en desplome de los dos primeros niveles. Este desplome, que se apoya en columnas de gran altura, se aparenta a un peristilo y acentúa así el contraste debidamente acusado de luz entre la base oscura y la parte superior reflectante.

El edificio toma apoyo sobre una solera de 5,000 m² (100 m x 50 m) de un espesor de 40 cm. Consta de 23,000 m² de forjado de los cuales 11,000 m² de losa sobre prelosas pretensadas (los dos primeros niveles) y 6,000 m² de losa hongo (para los dos últimos).

Le réfrigérateur du Cours

Pour l'installation en plein cœur de Paris et en bord de Seine d'une centrale de réfrigération de la société Climespace, Solétanche Bachy France a réalisé un puits circulaire en paroi moulée de 21 m de diamètre et de 38 m de profondeur pour une excavation à 25 m. La très sévère et inhabituelle tolérance de verticalité qui était imposée a pu être parfaitement respectée grâce à l'utilisation d'une benne KS2 comportant une électronique embarquée pour mesurer en continu son positionnement et des joues mobiles qui permettent de rectifier sa trajectoire.



La centrale de réfrigération qui nécessite tant de précision

The refrigeration unit requiring such great precision

C'est à quelques pas de la Seine, à l'angle du pont des Invalides dans le VIII^e arrondissement, que Solétanche Bachy France a réalisé un puits destiné à recevoir une centrale de réfrigération exploitée par Climespace. Les contraintes du chantier imposées par Climespace étaient nombreuses : emprise exiguë, trafic intense, délai très court, tolérance de verticalité de 0,3 % et étanchéité parfaite, les deux dernières étant exceptionnellement sévères.

D'un diamètre intérieur de 21 m, la paroi moulée du puits se compose de dix panneaux de 6,80 m de long. L'épaisseur est de 0,82 m. Chacun d'eux est réalisé en trois passes : 2 x 2,70 m plus le merlon central de 1,40 m. La paroi descend à 38 m de profondeur, où elle est ancrée dans les argiles plastiques. Le fond de l'excavation du puits est à 25 m de profondeur.

Les différents terrains traversés sont les suivants :

- ◆ remblais, h = 2 m ;
- ◆ alluvions modernes, h = 3 m ;
- ◆ alluvions anciennes, h = 7 m ;
- ◆ sables supérieurs, h = 4 m ;

Le mouchoir de poche
The pocket handkerchief



La benne KS2 au travail
The KS2 bin at work



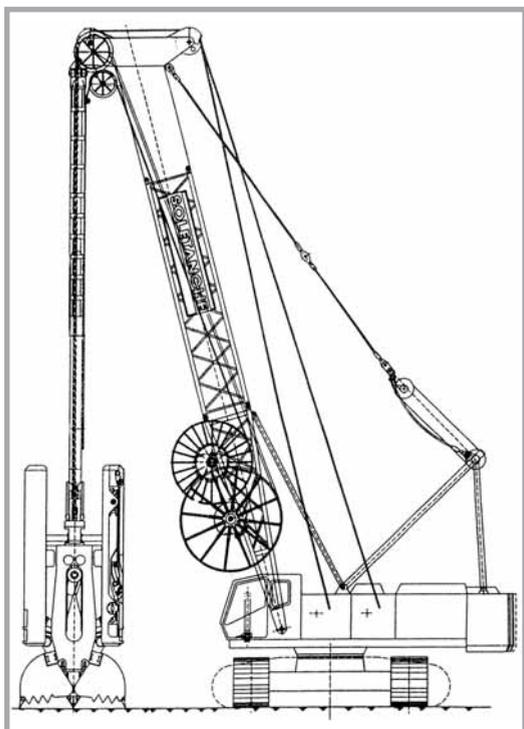
Le contrôle de positionnement de la benne par le machiniste

Control of bin positioning by the machine operator





Albert I^{er} à Paris VIII^e



Epure de l'atelier KS2
Sketch of the KS2 plant

- ◆ fausses glaises, h = 7 m ;
- ◆ sables d'Auteuil, h = 3,5 m ;
- ◆ argiles plastiques, h = 7 m.

Le niveau de la nappe se situe à 28 NGF environ. La paroi fichée dans les argiles plastiques constitue une boîte semi-étanche pendant la phase de terrassement avec un faible débit résiduel inférieur à 2,5 m³/h.

Pour pallier les gonflements possibles de l'argile plastique en fond de puits, le projet prévoit un vide sanitaire de 0,50 m de hauteur sous le radier, lequel a une épaisseur de 2 m.

Il faut bien se rendre compte que la tolérance de verticalité de 0,3 % seulement correspond à une déviation maximale de 8 cm au niveau du fond de fouille à 25 m. Cette exigence, justifiée par les équipements à installer à l'intérieur du puits, impose l'utilisation de la benne hydraulique KS2 avec électronique embarquée de dernière génération. Cette benne permet de suivre en permanence et en temps réel les angles avant/arrière, droite/gauche ainsi que l'angle de vrillage grâce à la présence d'un gyromètre. Celui-ci, installé au centre de la benne KS2, effectue une mesure de la rotation absolue de son boîtier vis-à-vis de l'espace absolu à l'aide de deux chemins optiques dont on mesure les longueurs lors des rotations de benne pendant les phases d'excavation.

La benne KS2 est également pourvue de joues mo-



Mise en place d'une cage d'armature
Installation of a concrete reinforcing cage

biles dont le rôle est de rattraper, en temps réel, les déviations constatées.

Le système de joints plats CWS, d'une longueur de 35 m en l'occurrence, avec rabotage rapide et renvoi d'angle en polystyrène (prix de l'Innovation Solétanche Bachy 2000), a été retenu pour réaliser les joints angulaires entre les panneaux de cette paroi circulaire.

L'exiguïté du site limite la plate-forme de travail à la surface inscrite dans le périmètre du puits. Cette contrainte oblige à réaliser de véritables acrobaties. Au moment des bétonnages de 250 m³ par panneau, d'une durée de 4 heures, effectués sans interrompre le creusement, la cohabitation de la grue d'excavation, de la grue de manutention, des toupies à béton et des camions d'évacuation des déblais donne lieu à un étonnant ballet de mastodontes dans un mouchoir de poche.

La situation du chantier dans les beaux quartiers en plein cœur de Paris, Cours Albert I^{er}, ne permet absolument pas de dépasser les horaires de travail limités à 14 heures par jour en deux postes. Cette sujétion oblige à régler avec précision le programme des livraisons des armatures (neuf cages par panneau) et du béton (50 camions par phase de bétonnage), ainsi que la noria pour l'évacuation des déblais.

La paroi est finalement terminée le 7 mai 2001 avec près de 3 semaines d'avance sur le planning

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Climespace

Maître d'œuvre

Ingevalor

Contrôle

Socotec

Coordinateur SPS

Centre Service d'Ingénierie

Entreprises lot 1

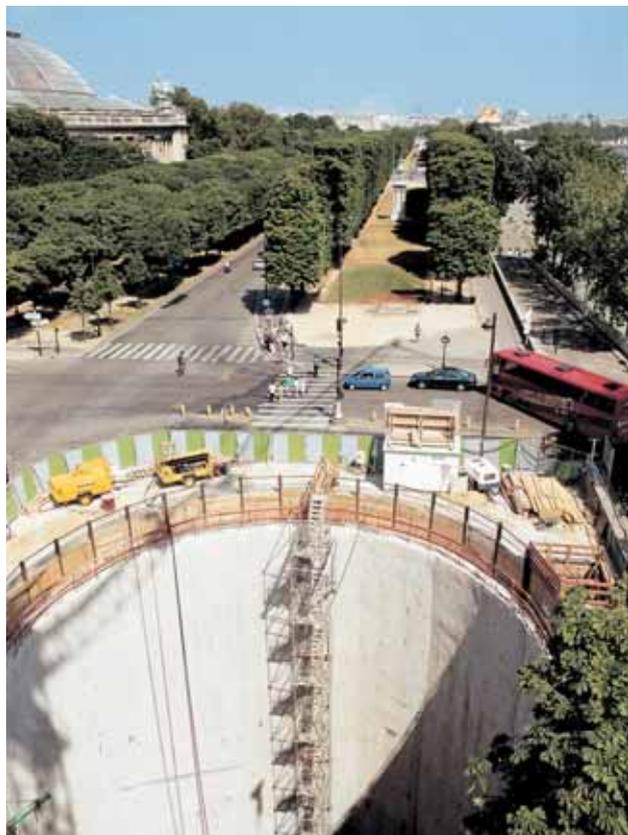
EGI - Chantiers Modernes - DLE - Solétanche Bachy

Entreprise lot 2

Elyo

Entreprise lot 3

GTMH



Le puits terminé
The completed shaft

► et ce malgré quelques vicissitudes relatives à l'approvisionnement en béton, les crues de la Seine ayant à deux reprises noyé les centrales de Bercy et de Mirabeau et obligé à se fournir hors de Paris. Quant au critère draconien de tolérance de verticalité de 0,3 %, il s'est révélé parfaitement respecté, en conformité avec les mesures de positionnement en continu effectuées pendant le creusement grâce à la benne KS2 à électronique embarquée.

Climespace a donc pu y installer sans problème la centrale de réfrigération, ouvrage fort complexe et délicat réparti sur cinq niveaux.

Ces exploits technologiques sont évidemment insoupçonnables pour le passant qui déambule aujourd'hui Cours Albert I^{er}. Ingratitude des travaux souterrains!

ABSTRACT

The refrigerator on Cours Albert I^{er} in Paris VIII^e

Th. Dallais

To install in the very heart of Paris, on the edge of the Seine, a refrigeration unit for the company Climespace, Soletanche Bachy France constructed by the diaphragm wall technique a circular shaft 21 m in diameter and 38 m deep for a 25-metre excavation. The very stringent and unusual verticality tolerance that was required was able to be complied with perfectly by using a KS2 bin containing an on-board electronic system to measure its positioning continuously, and moving cheeks which can correct its path.

RESUMEN ESPAÑOL

El refrigerador del Cours Albert I, en el octavo distrito de París

Th. Dallais

Para la instalación en pleno centro de París y a orillas del río Sena de una instalación de refrigeración de la empresa Climespace, Soletanche Bachy France ha ejecutado un pozo circular en pantalla continua de 21 m de diámetro y 38 m de profundidad para una excavación a 25 m. La sumamente severidad e inhabitual tolerancia de verticalidad impuesta previamente, ha podido ser respetada perfectamente debido a la utilización de una cuchara K52 dotada de una electrónica integrada para poder medir de forma continua su posicionamiento y de costeros móviles que permiten rectificar su trayectoria.

Aéroport Charles De Gaulle - Terrassements et parois pour le nouveau centre

Les travaux de développement de l'aéroport Charles De Gaulle à l'est du module 2 E ont amené Aéroports de Paris à lancer un appel d'offres pour la réalisation en lot séparé d'une boîte en infrastructure qui contiendra le nœud central de tri des bagages. Les travaux consistent à réaliser à l'abri d'une paroi moulée une fouille de 400 m de long par 80 m de large et d'environ 15 m de profondeur.

Ce volume d'environ 500 000 m³ en infrastructure sous la partie sud du satellite S3 doit abriter le système de gestion automatique des bagages à destination ou en provenance des satellites 2E et 2F. Les bagages circulent entre les satellites par des galeries enterrées. Solétanche Bachy France a été adjudicataire de ce lot TP01 et a réalisé les travaux de parois, terrassements et travaux annexes de janvier 2001 à mai 2002 avec Muller TP comme sous-traitant principal pour les terrassements. Un câble électrique en service qui traversait le chantier a dû être dévié dans un multitubulaire avec chambres de tirage. Mais il a fallu préalablement le suspendre pour exécuter la paroi moulée à son aplomb. La résolution de cette difficulté a constitué un chantier à part dans le chantier principal.

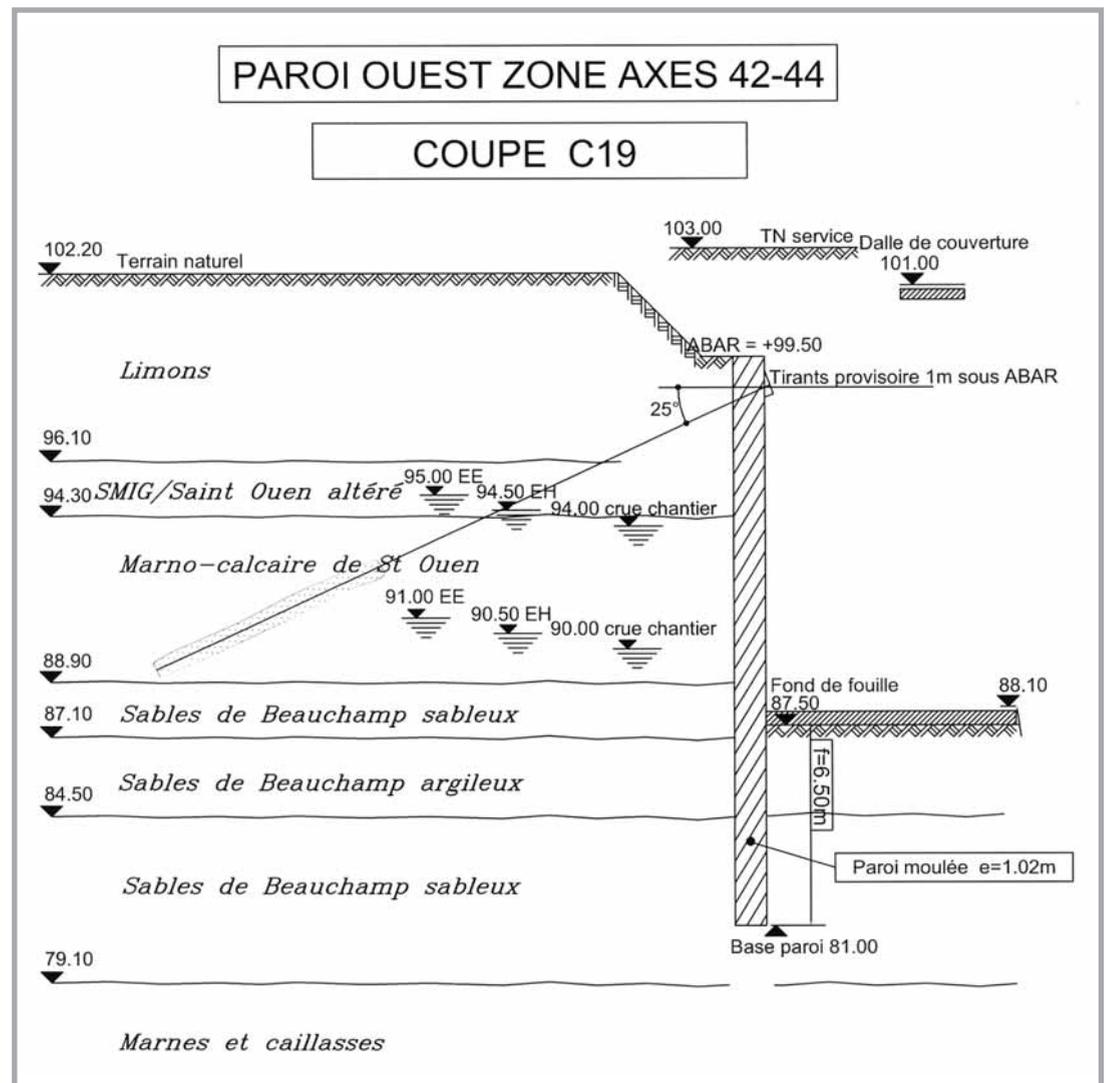
De la même façon un émissaire existait au niveau du fond de fouille. Son enjambement par la paroi a nécessité des injections de collage. Il a été recouvert par une dalle de transition pour permettre la circulation des engins.

La nappe phréatique pendant les travaux se situait à environ + 89.00 NGR, c'est-à-dire en dessous du fond de fouille.

Les parois moulées sont ancrées par des tirants provisoires. Ce lit de tirants est implanté à seulement 1 m sous la poutre de couronnement car, en phase définitive, la paroi n'est butée que par la dalle supérieure. Dans ces conditions, la stabilité du soutènement a conduit à prévoir une fiche de la paroi à 7,5 m sous le fond de fouille.

Pour une exécution rapide des tirants, adaptée à l'avancement du terrassement, le parti a été pris

Coupe type de la paroi dans la zone ouest
Typical cross section of the wall in the western area



LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

- Maître d'ouvrage*
Aéroports de Paris DE.A.C1
- Maître d'œuvre*
Aéroports de Paris DE.A.TX
- Contrôle technique*
Bureau Veritas
- Entreprises*
- Solétanche Bachy
 - Muller TP (sous-traitant terrassements)

Aérogare 2 moulées de tri des bagages

Daniel Marchand



INGÉNIEUR CHARGÉ
D'AFFAIRE
Solétanche Bachy France

Jean-Bernard Wittner



INGÉNIEUR DIRECTEUR
DE TRAVAUX
Solétanche Bachy France



Vue d'avion. La fouille en cours de terrassement
Aerial view. The excavation site during the earthworks

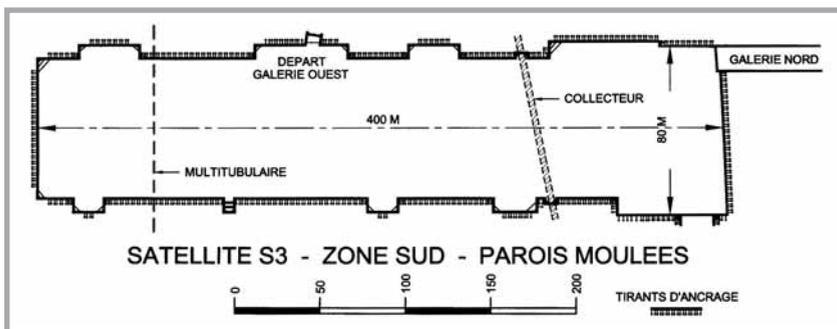
de réaliser des unités de capacité modérée mais nombreuses : deux tirants de 50 t par élément de cage d'armature, espacés de 1,65 m.

La paroi en épaisseur courante de 1,02 m a été forée avec deux types d'outillage : une benne KS3000 et une benne hydraulique. Du trépanage a été nécessaire dans les horizons grésifiés du sable de Beauchamp sur les côtés nord et ouest de la paroi. Certaines portions de paroi arasées à une altitude plus basse, notamment sur les départs de galerie, ont été réalisées en épaisseur 0,62 m. La centrale de boue était équipée d'un système de



Concorde s'apprête-t-il à emprunter la rampe d'accès au fond de fouille ?

Is Concorde preparing to take the access ramp to the bottom of the excavation ?



Plan de la fouille
Excavation map



Les ateliers d'excavation et de bétonnage

Excavation and concreting plants

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- Murettes guides : 1 260 m
- Perforation parois : 24 000 m²
- Béton : 22 415 m³
- Armatures : 2 220 t
- Tirants : 570 unités
- Butons : 42 unités



Transport des chambres de tirage du multitubulaire

Transporting the multitube draw pits



Les tirants provisoires
Temporary tension members

► stockage par bassins lagunaires avec agitateur circulaire. Les cages d'armatures ont été fabriquées à l'extérieur et convoyées sur le site par camions semi-remorque.

Les événements de New York du 11 septembre 2001 ayant provoqué des retards dans le programme de l'aménagement, c'est sur une période prolongée que les voyageurs dont les avions empruntaient la piste n° 2 contiguë ont pu admirer cette gigantesque fouille.

ABSTRACT

Charles De Gaulle Airport - Terminal 2
Earthworks and diaphragm walls for the new luggage sorting centre

D. Marchand, J-B. Wittner

An exceptionally large excavation under a diaphragm wall enclosure was performed by Solétanche Bachy France for the new automated luggage sorting centre at Roissy Charles De Gaulle airport. The excavation is located under satellite S3.

RESUMEN ESPAÑOL

Aeropuerto Charles de Gaulle - Terminal 2
Movimientos de tierras y pantallas continuas para el nuevo centro de clasificación de equipajes

D. Marchand y J.-B. Wittner

La empresa constructora Soletanche Bachy France ha ejecutado una excavación de dimensiones excepcionales bajo recinto de pantalla continua con destino al nuevo centro de clasificación automatizada de equipajes del aeropuerto Roissy Charles de Gaulle que se encuentra implantado bajo el satélite S3.

Cap Découverte : construction de la Maison de la Musique

La banche Sateco SC9010 et le béton auto-plaçant donnent le "tempo" à Carmaux (Tarn)

Dans le cadre somptueux d'une ancienne mine à ciel ouvert, la "Découverte" vient d'être ré-aménagée en parc consacré aux sports, loisirs, à la musique et à l'histoire minière (cf. *Travaux* n° 798, pages 48 à 50).

La Maison de la Musique, qui comprend une salle de concert, dix studios de répétition et des espaces multimédias, est un des bâtiments les plus imposants du site.

Des voiles de grande hauteur (16,80 m) caractérisent sa construction. Pour leur réalisation, l'entreprise Socotrap met en œuvre du béton auto-plaçant et des banches SC 9010 utilisées en superposition.

■ DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

La particularité de cet ouvrage est la présence de nombreux voiles grande hauteur (14,00 à 16,80 m) dont 80 % doivent rester brut de décoffrage ou tout au plus recevoir une peinture. Face à ce critère, l'entreprise Socotrap s'est imposée un cahier des charges très rigoureux concernant la qualité des parements réalisés.

■ SOLUTION TECHNIQUE RETENUE

Pour la réalisation des voiles grande hauteur bruts de décoffrage, l'entreprise Socotrap a choisi d'utiliser du béton auto-plaçant et des banches SC9010.

■ LES MOYENS MIS EN ŒUVRE

- ◆ Effectif du chantier : 14 personnes dont une équipe de quatre ouvriers affectée aux voiles de grande hauteur en béton auto-plaçant.
- ◆ Moyen de manutention : 1 grue à tour Potain Topkit MD285 levant 3,700 t à 55,00 m avec une hauteur sous crochet de 46,50 m.
- ◆ Equipement de coffrage : 1 équipement de banches Sateco SC9010 de 360 m².
- ◆ Nacelle élévatrice : 1 nacelle Pinguely Haulotte H15 SDX.

■ LE CHOIX DE LA BANCHE SC9010 SATECO

M. Pasa (chef de chantier) confirme que la SC9010 s'est imposée notamment pour :

- ◆ sa robustesse : "*Nous avons coulé des voiles jusqu'à 16,80 m de haut sans souci avec du matériel standard*";



80% des voiles de grande hauteur sont destinés à rester bruts de décoffrage ou à recevoir au plus une couche de peinture

80 % of the very high shear walls are designed to be left as removed from the shuttering, or to receive at most a coat of paint

- ◆ ses assemblages en juxtaposition et superposition : "*Ils garantissent un parfait affleurement et ils sont très rapides à mettre en œuvre avec une étanchéité impeccable*";

- ◆ ses accessoires : "*La SC9010 intègre toute la sécurité avec notamment les stabilisateurs conçus pour des coffrages grande hauteur*".

Le cycle de réalisation des voiles grande hauteur

L'équipe de quatre ouvriers réalise un voile tous les 5 jours. Le ferrailage est préfabriqué au sol par l'équipe elle-même. Des tubes plongeurs en PVC pour le bétonnage sont incorporés dans celui-ci. Toutes les opérations de ferrailage, de nettoyage du coffrage, de mise en place des mannequins sont réalisées à l'aide d'une nacelle élévatrice.

Le bétonnage, près de 50 m³ de béton, est effectué le cinquième jour ; il est réalisé en trois étapes d'environ 5,00 m de hauteur avec un temps d'attente de 1 heure 20 minutes entre chaque étape, ceci afin de limiter les pressions. Il s'effectue à la benne avec du béton livré par société SGM depuis sa centrale voisine.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage
Syndicat mixte de l'aménagement de La Découverte

Mandataire
S.C.I.C. Développement

Architecte mandataire
Atelier d'architecture Chaix & Morel

Architecte
J.-P. Duval

Entreprise principale
• Eiffage Giraud Midi-Pyrénées
• Socotrap : gros œuvre

Principaux fournisseurs
• SGM : béton auto-plaçant
• Sateco : coffrage



Les banches Sateco SC 9010 sont utilisées en superposition pour réaliser des voiles pouvant atteindre 16,80 m

The Sateco SC 9010 shuttering panels are placed one upon the other to construct shear walls up to 16.80 metres high

► Le décoffrage s'effectue dès le lendemain du bétonnage, les voiles sont alors contreventés.

M. Pasa de conclure :

"L'utilisation du béton auto-plaçant, c'était pour moi la première expérience, mais aujourd'hui je suis convaincu. Si on pouvait en généraliser l'emploi, ce serait merveilleux, plus de vibration et un gain de temps intéressant, mais attention à l'étanchéité."

"La réalisation de voiles grande hauteur était une première, nous avons montré qu'avec de bons outils et de la rigueur on pouvait très bien réussir."

C'est la conclusion de M. Plasa sur cette construction de Cap Découverte. Une expérience à retenir pour les chantiers de demain !

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- Surface couverte : 2 700 m²
- Volume de béton : 2 200 m³
- Durée de réalisation du gros œuvre : 7 mois

ABSTRACT

Cap Découverte : construction of the "Maison de la Musique". The Sateco SC9010 shuttering panel and self-placing concrete set the "tempo" in Carmaux (Tarn)

A. Meunier

In the majestic setting of a former open-cast mine, the "Découverte" was recently redeveloped as a park devoted to sport, leisure, music and the history of mining (cf. *Travaux* No. 798, pages 48 to 50). The "Maison de la Musique" centre, comprising a concert hall, ten rehearsal studios and multimedia spaces, is one of the most imposing buildings on the site.

Very high shear walls (16.80 m) are features of its construction. To build them, the contractor, Socotrap, applies self-placing concrete and SC 9010 shuttering panels placed one upon the other.

RESUMEN ESPAÑOL

Cap Découverte : construcción de la Casa de la Música. El encofrado Sateco SC9010 y el hormigón autoenchapado dan el "tempo" en Carmaux (Tarn)

A. Meunier

En el marco suntuoso de una antigua mina a cielo abierto, la "Decouverte" acaba de ser acondicionada en forma de parque dedicado a los deportes, ocio, a la música y a la historia de la minería (véase *Travaux* n° 798, páginas 48 a 50).

La Casa de la Música, que consta de una sala de conciertos, diez estudios de repetición y diversos espacios multimedia, constituye uno de los edificios más destacados del emplazamiento. Su construcción se destaca por sus pantallas continuas de gran altura (16,80 m).

Para su ejecución, la empresa Socotrap ha utilizado un hormigón autoenchapado y encofrados especiales SC 9010, empleados en superposición.

3^e Challenge national canoës en béton inter IUT Génie civil

Le 3^e Challenge national canoës en béton s'est déroulé le 22 mai 2003 sur le plan d'eau du parc nature de Miribel-Jaunage près de Lyon.

Au travers d'une manifestation originale qui allie sport et technique, cette troisième édition a mobilisé vingt et une équipes d'étudiants provenant de onze établissements universitaires : des IUT Génie civil et l'ENS Cachan. De la conception à la réalisation d'un projet complet, ce challenge stimule la créativité et l'efficacité d'équipes de jeunes et permet de favoriser le développement de relations entre l'enseignement et les professions du BTP. Le succès est à la hauteur de l'événement devenu incontournable pour les IUT. Un public, de plus de 300 personnes : les étudiants, les professeurs, les organismes parrains et les sponsors.

J eudi 22 mai 2003, quelque 300 personnes sont venues assister à la troisième édition du Challenge canoës en béton qui s'est déroulé sur la base nautique de Miribel-Jonage à Lyon. Cette compétition était organisée par le département Génie civil de l'IUT de Lyon, avec l'appui des organismes parrains et des sponsors (figure 1). Le public est venu en nombre pour encourager les vingt et une équipes d'étudiants, la plupart en 2^e année d'IUT Génie civil. Cette année, l'Ecole nationale supérieure de Cachan était invitée. Au programme, deux épreuves, l'une technique et l'autre sportive, ont permis de classer les concurrents dans les différentes compétitions : le prix du meilleur classement à l'épreuve technique, le prix du meilleur classement à la compétition sportive, le prix de l'originalité et enfin le prix des trois premières places au classement général.

■ UN PEU D'HISTOIRE

La première embarcation en béton est née en France : brevet déposé par Joseph Lambot en 1855, lors de l'Exposition universelle, d'une

barque imputrescible en ferrociment¹ qui est toujours exposée au musée de Brignoles dans le Var. Toutefois, c'est aux USA en 1970 que la 1^{re} course de canoës en béton a été organisée par l'Université de l'Illinois. Depuis, tous les deux ans, près de 200 écoles de BTP s'affrontent lors de sélections régionales puis nationales de ce concours qui implique créativité, innovation, esprit d'équipe, et bien sûr mise en œuvre des enseignements.

C'est à D. Tardy, président de la Commission pédagogique nationale (CPN) Génie civil des IUT et par ailleurs président de la FNTF que l'on doit l'introduction de cette compétition en France. Un concours similaire est également organisé en Allemagne depuis peu.

■ LE RÈGLEMENT DU CHALLENGE

Établi à l'origine par le CERIB² sous l'égide de la CPN³ Génie civil, il distingue sous sa version actuelle, comme les versions américaine et allemande, trois épreuves :

- ◆ l'épreuve de conception (65 points) qui récompense les solutions techniques utilisées pour la conception de la coque, le procédé de fabrication, le comportement sur l'eau...
- ◆ l'épreuve de réalisation (55 points) dont les critères sont d'une part, le rapport oral et le poster de présentation des canoës et d'autre part, la réalisation technique proprement dite : aspect de surface, résolution des détails...
- ◆ l'épreuve sportive (60 points) : un slalom aller-retour, une course de vitesse et un relais pour tester l'aptitude du canoë et les biceps des pagayeurs.

Le premier prix est décerné à l'équipage qui a le

Figure 1
Les organismes parrains et les sponsors de la 3^e édition du Challenge canoës en béton



1 - Le ferrociment est à mi-chemin entre le béton armé et le béton fibré. C'est un microbéton renforcé par un empilage de treillis métalliques de faibles dimensions. Ce matériau ductile, ancêtre des composites ciment verre (CCV) et plus récemment de bétons ultra hautes performances (BUHP), se prête principalement aux applications utilisant des voiles minces de 8 à 25 mm : construction navales, réservoirs.

2 - Centre d'études et de recherches de l'industrie du béton.

3 - Commission pédagogique nationale.



Figure 2
Poster réalisé par les étudiants de l'IUT de Saint-Nazaire



Figure 3
Poster réalisé par les étudiants de l'IUT de Reims

Tableau I
Caractéristiques des canoës

Nom du Canoë	Masse (kg)	Longueur (m)	Largeur (m)	Remarque
Bofra-flagaca	>200	4,22	0,86	
Min l'chio Baigueur	174	4,79	0,86	
Hitman	65	4,69	0,71	
Speed	55	4,68	0,74	
Tibato	36	4,15	0,75	
DDB	255	4,29	0,8	
Willy	155	4,29	0,8	Canoë cassé, prêt d'un canoë lyonnais pour les épreuves sportives
L'Océane	175	4,01	0,79	
Gé Ma Lau	185	4,6	0,8	
Absolut Vicat	195	4,59	0,8	
Les Copains D'abord	215	4,58	0,8	
Kronoë	180	4,44	0,86	Béton poreux (masse du canoë avant mise à l'eau: 185 kg)
La Scène	>200	4,44	0,86	
IUT Nimes II	96	4,3	0,98	Béton poreux
La Galère Nimoise	70	4,61	0,93	
Puerto Maldonado	80	4,57	0,96	
Le Conquérant	113	4	0,74	
Nabuchodonosor	175	4,11	0,81	
Canard GC	81	4,11	0,64	
La Carene	84	4,24	0,72	

meilleur classement à l'ensemble des épreuves. Chaque établissement participant au challenge est autorisé à présenter au maximum trois canoës.

La construction d'un canoë s'inscrit dans le cadre des travaux tutorés menés par les étudiants volontaires avec l'appui bénévole du corps enseignant et des professionnels de la branche, le but étant de favoriser leur autonomie et de stimuler leur capacité d'analyse. En chiffres, un canoë, c'est plus de 3 mois de travail ou 1 500 heures (en dehors des heures de cours) répartis en plusieurs phases : études et conception du moule, formulation du béton, fabrication par projection, coulage ou étalement à la truelle puis mise à l'eau et entraînement au pagayage et aux manœuvres.

Le tableau I présente la liste des participants et les principales caractéristiques des canoës.

LES ÉPREUVES DE CONCEPTION/RÉALISATION

Les canoës doivent respecter les règles de conception et de réalisation dont les participants ont eu connaissance auparavant.

Pour la partie technique, un jury composé d'enseignants et du CERIB a évalué les projets indi-

viduels, de la conception à la réalisation des canoës. Cette épreuve a consisté d'abord en une présentation orale autour d'un poster résumant les différentes étapes de la construction des canoës (figures 2 et 3). Ensuite, le jury a évalué chaque rapport remis par les étudiants des IUT participants. Les principaux critères examinés lors de cette épreuve sont présentés au tableau II. Parmi les principaux points examinés dans l'épreuve de conception (étude préalable à la réalisation), ont été récompensées les idées originales de construction, le poids (le plus léger possible), le comportement sur l'eau, ainsi que la qualité du rapport déposé. Dans l'épreuve de réalisation (fabrication, finition du canoë) ont été particulièrement récompensées la conformité de la forme au plan de conception et la fonctionnalité du canoë, la résolution des détails, la qualité de la réalisation et l'apparence extérieure.

La figure 4 montre, à titre d'exemple, une étape dans la fabrication d'un canoë. La réalisation d'un canoë est une suite d'opérations qui passent par la conception du plan du canoë, la fabrication du moule et la mise en place du béton dans celui-ci. Le plan du canoë est souvent réalisé à l'aide d'un logiciel de dessin prenant en compte les sollicitations mécaniques s'exerçant sur la coque de ce dernier. Le matériau du moule est souvent du bois ou du polystyrène. Le moule peut être de forme concave, convexe ou bien

Tableau II
Les critères de l'épreuve technique et leur cotation

Epreuve de conception (65 points)		
Rapport de la construction (15 points)	Rapport complet et structuré	5 points
	Originalité	5 points
	Conformité rapport/canoë	5 points
Procédé de fabrication, étude (50 points)	Poids (< 200kg)	15 points
	Procédé de fabrication	10 points
	Profil de la coque	10 points
	Comportement sur l'eau	10 points
	Endurance à l'emploi en compétition	5 points
Epreuve de réalisation (55 points)		
Présentation orale et poster (15 points)	Idée de présentation / Illustrations / panneaux	5 points
	Explication argumentée	10 points
Forme et réalisation de la coque (10 points)	Symétrie transversale de la coque	5 points
	Conformité du moule aux plans de construction	5 points
Décoration et accessoires (10 points)	Richesse des couleurs du béton	5 points
	Peinture (motif, exécution manuelle)	3 points
	Structure, reliefs et autres éléments de décoration	2 points
Qualité de la réalisation (10 points)	Etat de surface extérieur et intérieur (brut de fabrication, surface ragrée, traces de reprises)	5 points
	Respect des épaisseurs	5 points
Résolution des détails (10 points)	Bouée, caissons de flottabilité incorporés et adaptés de façon originale	5 points
	Sièges	2 points
	Protection des arêtes et sécurité	3 points

constitué de deux parties : dans ce cas le béton est injecté entre les deux formes du moule. Pour pallier le phénomène de retrait du béton, l'IUT de Nîmes a même imaginé un système de glissières permettant au moule de se déplacer lors du séchage.

Le tableau III résume les principales caractéristiques des bétons constitutifs des canoës utilisés par les différentes équipes, ainsi que le logiciel utilisé pour la conception du canoë et le prix de revient matière. Les tableaux II et III font ressortir les éléments suivants :

- ◆ la masse des canoës se situe entre 36 kg et 255 kg. A noter que quatre canoës ont été déclassés en raison de leur masse excessive au regard des exigences du règlement (> 200 kg). Ils ont cependant été autorisés à concourir à l'épreuve sportive : "Bofra-flagaca" (Amiens), "DDB" (Grenoble), "Les Copains D'abord" (Lyon) et "La Scène" (Marne-la-Vallée);
- ◆ des dimensions comprises entre 4,00 et 4,79 m pour la longueur, entre 0,71 et 0,98 m pour la



Figure 4
Démoulage du canoë Hitman (IUT de Bourges)

largeur (longueur maximale imposée par le règlement : 6 m);

- ◆ l'utilisation d'une matrice en béton ou en microbéton, elle-même constituée de granulats naturels ou artificiels conformes aux normes en vigueur; l'utilisation d'un prémix (produit commercialisé par certaines firmes) n'était pas autorisée;
- ◆ l'utilisation d'un liant hydraulique pour la ma-

trice constitué dans la plupart des cas d'un ciment blanc ou gris CEM I 52,5;

◆ l'emploi d'additions de type 1 (inertes telles que filler siliceux par exemple) ou de type 2 (actives telles que fumée de silice par exemple), dans des proportions limitées à 25 % du poids du ciment;

◆ dans la majorité des cas, le renfort est constitué de fibres de verre ou de polypropylène. Quelques canoës étaient constitués de béton armé par des armatures en acier (canoë l'Océane de l'IUT du Havre) ou de fibres de chanvre (canoë "Nabuchodonosor" de l'IUT de Reims). La majorité des canoës était renforcée par des fibres, soit discontinues, soit sous forme de bandes découpées dans des tissus (treillis);

◆ l'ajout de matériaux synthétiques dans la limite autorisée de 2 kg (peinture, produits de ragréage, etc.). En ce qui concerne les revêtements tels que peintures, laques, ceux-ci devaient obligatoirement être appliqués au-dessus de la ligne de flottaison du canoë. Il n'y avait pas d'inter-

Tableau III
Caractéristiques des bétons de canoë

Etablissement	Nom du canoë	Logiciel de conception	Moule	Ciment	Granulats	Renfort	Présence de fumée de silice	Masse volumique du béton (kg/m ³)	Résistance en compression du béton (MPa)	Résistance en traction du béton (MPa)	Prix de revient (euros)
IUT Amiens	Bofra-flagaca			CEM I 52,5	Sable 0/2,5	Fibres en polypropylène discontinues	Oui	2100			
IUT Béthune	Min t'chio Baigneur	Autocad	Résine	CEM I 52,5	Sable 0/4 concassé	Fibres en polypropylène discontinues	Oui			-3	
IUT Bourges	Hitman	Catia	Bois+polystyrène	CEM I 52,5	Sable 0/2	Fibres en polyvinyl-alcool discontinues	Oui	2240	113	15	55
	Speed	Catia	Bois+polystyrène	CEM I 52,5	Sable 0/0,5	Treillis de fibres de verre intercalées entre trois couches de béton	Oui	1460/940/2170 multi-couches	41/7,2/103 multi-couches	5,5/1,1/13 multi-couches	136
ENS Cachan	Tibato	Catia	Verre/epoxy	CEM I 52,5	Microbilles de verre	Treillis de fibres de verre	Non	multi-couches	124/205 multi-couches	20	
IUT Grenoble	DDB	Autocad	Résine Styrodur	CEM I 52,5	Sable 0/5	Fibres de verre discontinues	Oui		84		25
IUT Le Havre	L'Océane	Autocad	Bois	CEM I 52,5	Sable silico-calcaire 0/3	Treillis de fibres de verre + armatures acier	Oui		103		636
IUT Lyon	Gé Ma Lau		Plâtre+ contre-moule en béton		Sable naturel		Oui		65 (7 jours)	-3	
	Absolut Vicat		Plâtre+ contre-moule en béton		Sable naturel + filler siliceux	Fibres en polypropylène discontinues	Oui				
	Les Copains D'abord		Plâtre+ contre-moule en béton		Sable naturel + billes d'argile expansée	Fibres en polypropylène discontinues	Oui		74 (70 jours)	-6	
IUT Marne la Vallée	Kronoë	Autocad	Bois	CEM I 52,5	Sable naturel 0/4	Fibres en polypropylène discontinues	Non	2539			
	La Scène	Autocad	Bois	CEM I 52,5	Sable naturel 0/4	Fibres en polypropylène discontinues	Non	2539			
IUT Nîmes	IUT Nîmes II			CEM I 32,5	Sable 0/1	Treillis de fibres de verre	Non				70
	La Galère Nimoise				Sable 0/1	Treillis de fibres de verre	Non				
	Puerto Maldonado		Verre/résine + réhausse en bois	CEM II 42,5 R blanc	Sable 0/1	Treillis de fibres de verre	Non				
IUT Reims	Le Conquérant	Autocad	Bois/plâtre	CEM I 52,5 blanc	Sable siliceux	Fibres de verre discontinues	Non				
	Nabuchodonosor	Autocad	Bois/plâtre	CEM I 52,5 blanc	Sable siliceux	Fibres de chanvre	Non	2216			
IUT St Nazaire	Canard GC	Solid Edge	Polystyrène + polyane		Sable naturel	Fibres de verre discontinues	Oui				
	La Carene	Solid Edge	Polystyrène + polyane		Sable naturel	Fibres de verre discontinues	Oui				



Figure 5
Départ de la course des relais



Figure 6
L'équipage havrais de "l'Océane"



Figure 7
Le canoë "Speed" de l'IUT de Bourges,
1^{er} au classement général

diction concernant les produits de ragréage et les enduits à base de liant hydraulique utilisés pour lisser la coque ;

◆ en outre, le règlement imposait d'intégrer un caisson de flottabilité pour des raisons de sécurité ainsi qu'une bouée reliée au canoë afin de servir de repère pour le repêchage ultérieur éventuel. De même, il imposait la réalisation de sièges dans le même matériau que la coque du canoë (tous ces éléments devant être démontables).

■ L'ÉPREUVE DE COMPÉTITION SPORTIVE

A l'issue de l'épreuve technique, les différents concurrents et leurs embarcations ont dû se "mesurer" lors de l'épreuve sportive. Celle-ci présente une combinaison de circuits en ligne droite et de slaloms. Les équipages se sont ainsi confrontés les uns contre les autres lors des épreuves de vitesse en simple équipage ou en relais (2 x 2 équipages), ainsi que lors des épreuves de navigabilité (slaloms).

Chaque équipage était constitué de deux participants pour les sprints et de deux remplaçants (figure 5). Les deux équipes se sont d'ailleurs relayées dans les courses de relais. Il va sans dire que les canoës n'ont pas été ménagés et que les équipages n'ont fait aucune différence entre un canoë de compétition classique et un canoë en béton! (figure 6).

■ LES LAURÉATS DU CHALLENGE 2003

Le tableau IV présente les lauréats du 3^e Challenge canoës en béton.

Le grand vainqueur cette année est l'IUT de Bourges, qui remporte le trophée du meilleur classement pour ses deux canoës "Hitman" et "Speed", ce dernier ayant par ailleurs remporté

le trophée de la meilleure réalisation/conception (figure 7). Il s'agit du second canoë le plus léger du challenge après "Tibato" (55 kg contre 36 kg). Dans la compétition sportive, la récompense est revenue au canoë "Puerto Maldonado" de l'IUT de Nîmes qui organisera le challenge 2004 (figure 8).



Figure 8
Le canoë "Puerto Maldonado" de l'IUT de Nîmes
et son équipage, vainqueur de l'épreuve sportive

Le prix de l'originalité a été décerné au canoë "Nabuchodonosor" de l'IUT de Reims, en forme de bouteille de champagne rappelant ses origines! (figure 9).



Figure 9
Au premier plan le canoë "Nabuchodonosor"
de l'IUT de Reims

Prix décerné		Lauréat
Classement général (moyenne sur les épreuves théoriques et sportives)	1 ^{re} place	IUT de Bourges (canoës Speed et Hitman)
	2 ^e place	IUT de St Nazaire (canoë la Carene)
	3 ^e place	IUT de Nîmes (canoë Puerto Maldonado)
1 ^{er} du classement aux épreuves théoriques		IUT de Bourges (canoë Speed)
1 ^{er} du classement aux épreuves sportives		IUT de Nîmes (canoë Puerto Maldonado)
1 ^{er} du classement du prix de l'originalité		IUT de Reims (canoë Nabuchodonosor)

Tableau IV
Les lauréats
du 3^e Challenge
canoës en béton

Figure 10
L'équipage du canoë "Speed" (IUT de Bourges) reçoit le trophée en béton en forme de canoë des mains de P. Acker (Lafarge)



Les trophées remis aux vainqueurs n'ont pas manqué d'originalité. Ils représentent des canoës et sont réalisés en béton à ultra hautes performances (figure 10).

Même si le canoë "Tibato" de l'ENS Cachan n'a pas remporté de prix (cet établissement ayant été invité cette année à concourir avec les IUT Génie civil), il doit être complimenté pour la forme de sa coque "très avant-gardiste" (figure 11).



Figure 11
Le canoë "Tibato" de l'ENS Cachan

La conception du bateau a été réalisée à l'aide d'un logiciel CAO. Pour une meilleure stabilité sur l'eau, la coque a été profilée en forme de "U" au niveau des pagayeurs, et pour pouvoir aller plus vite, la forme de la carène a été conçue en "V" (figure 12).



Figure 12
La coque du canoë "Tibato" possède une courbe particulièrement conçue pour mieux glisser sur l'eau

Un bateau effilé assure une bonne pénétration dans l'eau et donc un bon comportement dans l'épreuve de vitesse. La difficulté du projet a résidé dans la transition de la forme en "U" à la forme en "V". Un défi a donc été relevé entre la forme particulière de la coque, les dimensions (4,15 m de longueur et 0,75 m de largeur) et le poids (28 kg sans les sièges et les éléments de flottaison!).

Le challenge 2004 prévu à Nîmes s'annonce déjà comme un événement plus que jamais incontournable. Il préparera une confrontation dans quelques années avec les étudiants allemands dans la perspective d'une rencontre. En effet, ce pays organise un challenge similaire. Il est même envisagé ensuite une compétition Europe-USA. Les Américains organisent depuis 30 ans une compétition à l'échelle du pays tout entier avec des éliminations préliminaires régionales. La Commission pédagogique nationale des IUT Génie civil et la FNTP, au travers de son président M. Tardy, soutiennent ce projet d'élargissement du challenge à l'échelle internationale (figure 13).



Figure 13
Les gagnants laissent éclater leur joie à la fin de la course

CONTACTS

Raphaël Bodet Philippe Faucon

CERIB

BP 23059

28231 Epernon

Laurence Curtil et Jean-Marie Pallier

IUT A GÉNIE CIVIL - UNIVERSITÉ DE LYON I

Domaine Scientifique de la Doua

43, boulevard du 11 novembre

69622 Villeurbanne

économie

Maître d'ouvrage

Etat d'avancement des contrats de plan

Quatre ans après leur signature, les contrats de plan Etat-Région accusent un retard important que les restrictions budgétaires de l'Etat en 2002 et 2003 ont accentué. D'après les consommations de crédits de paiement, le volet routier a déjà perdu 12 mois et seulement 5 % du volet ferroviaire ont été réalisés.

(Source FNTF)

■ 2002 : DES RÉALISATIONS TRÈS INFÉRIEURES AUX PRÉVISIONS

Au second semestre 2002, il a été décidé de geler une partie des crédits d'Etat. Ceci a eu un impact sur l'exécution des Contrats de Plan. Aussi la comparaison entre les prévisions et les réalisations de l'année est très instructive.

Le volet routier

Ainsi, concernant le volet routier, les autorisations de programme et les crédits de paiement ont été respectivement révisés à la baisse de 23 % et 18 % en 2002. A titre de comparaison, en 2001 les autorisations de programme avaient été révisées à la hausse de 3 % et les crédits de paiement à la baisse de 10 %. En considérant que les évolutions constatées en 2001 traduisent des aléas liés à l'avancement des chantiers, l'impact négatif du gel budgétaire en 2002 est compris entre 15 % et 20 %.

Le volet ferroviaire

Concernant le volet ferroviaire, l'impact du gel budgétaire de 2002 est moins facile à mettre en

évidence à cause du retard pris pour la mise en œuvre des opérations contractualisées. Ceci est particulièrement manifeste pour les crédits de paiement qui ne sont pratiquement pas consommés.

Les autorisations de programme de 2002 sont inférieures de 47 % par rapport aux prévisions et les crédits de paiement de 73 %. En 2001, ces révisions à la baisse étaient respectivement de 15 % et 92 %.

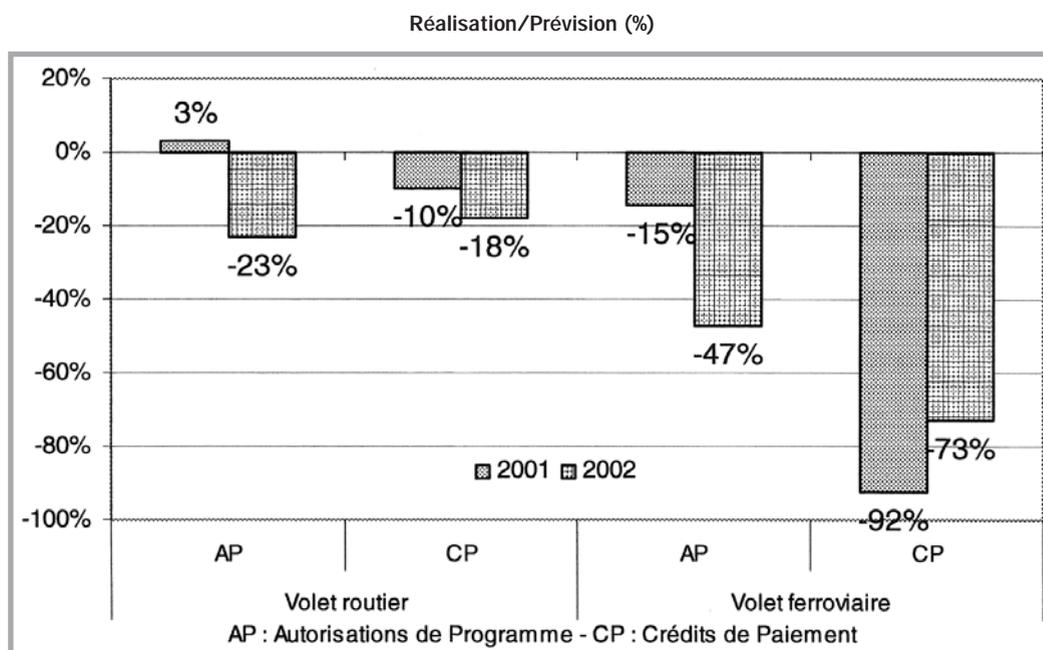
■ 2003 : DES DEMANDES INSATISFAITES

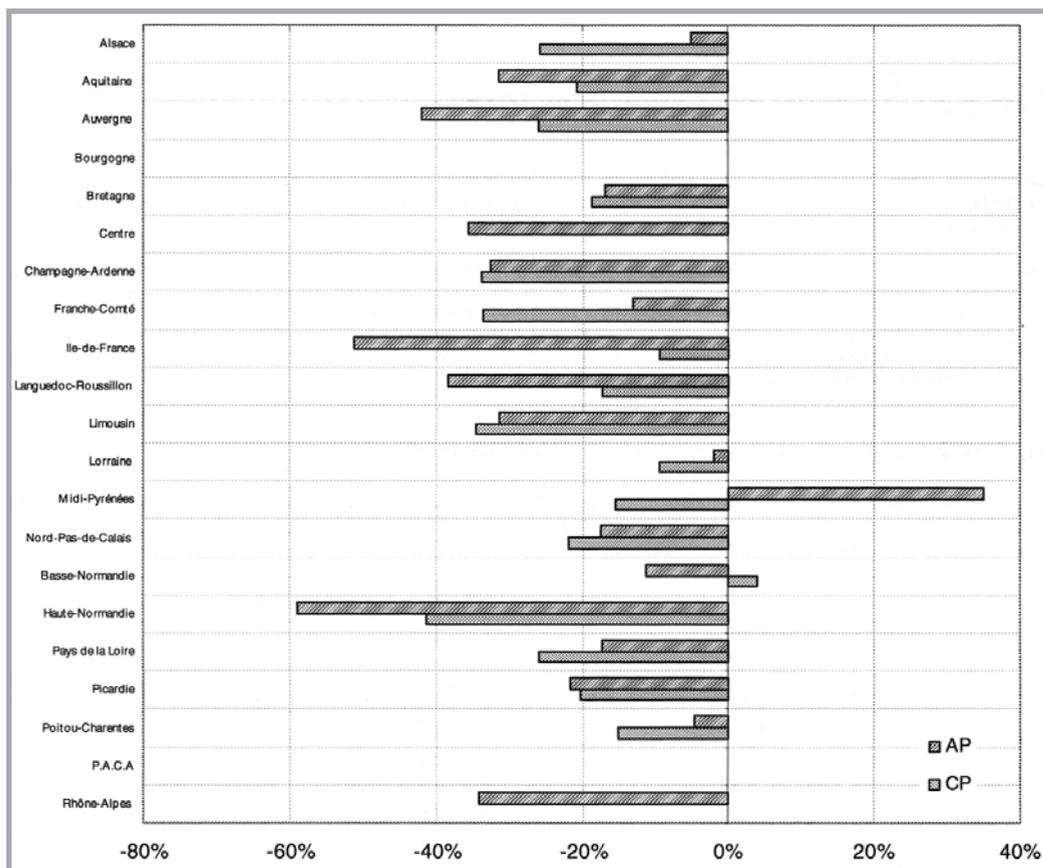
De façon à cerner l'impact du gel budgétaire décidé début 2003, une analyse similaire à celle effectuée sur 2002 a été réalisée.

Pour le volet routier, il a été possible de comparer pour les autorisations de programme et les crédits de paiement l'enveloppe budgétaire demandée par la région à celle qui lui a été accordée. Pour cette dernière, les informations ont été communiquées à titre indicatif compte tenu des incertitudes qui demeurent concernant l'étendue des annulations de crédits.

Parmi les 19 régions ayant transmis des informations sur l'avancement du volet routier, seu-

Avertissement : Les informations présentées dans cet article sont issues d'une enquête réalisée par la FNTF avec les FRTP auprès des directions régionales de l'Equipement. Les mises en réserve et annulations de crédits d'Etat en 2003 ont eu un impact très négatif sur les affectations de crédits dans les régions. Ainsi, les réponses de deux régions n'ont pas été reçues tandis que les autres sont parfois incomplètes. Les réponses étant trop peu nombreuses pour le volet fluvial et portuaire, l'analyse s'est concentrée sur l'avancement des volets routier et ferroviaire. Les informations relatives aux crédits de paiement du volet ferroviaire ont parfois été imprécises.

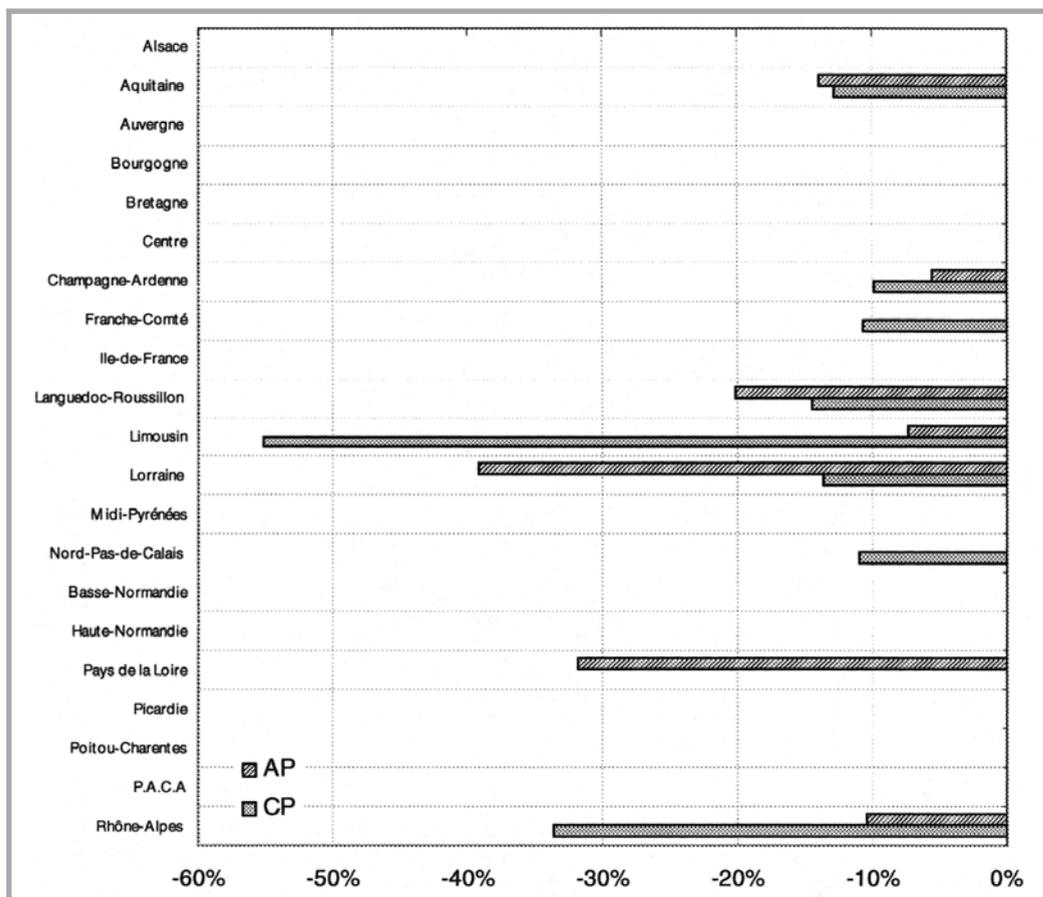




Réalisation/Prévision (%). Volet routier par région en 2002

AP : Autorisations de programme - CP : Crédits de paiement

Des AP ou CP demandés aux AP ou CP accordés en 2003 pour le volet routier



lement 9 ont pu distinguer ce qui avait été demandé de ce qui avait été accordé pour les autorisations de programme et les crédits de paiement. Pour ces deux agrégats, l'écart, qui peut être assimilé à l'impact du gel budgétaire de 2003, est voisin de 16 % avec de très fortes disparités d'une région à l'autre.

2000-2003 : ÉTAT D'AVANCEMENT

Quatre ans après leur signature, les Contrats de Plan ont pris beaucoup de retard et ils continuent d'en prendre. Le **volet routier** est bien moins avancé que pour le Contrat de Plan précédent au bout du même nombre d'année. Quant à l'avancement du **volet ferroviaire**, il n'est qu'à peine perceptible sur le terrain.

Le taux d'exécution théorique du Contrat de Plan est de 57 % (4/7), puisqu'il est entré en 2003 dans sa quatrième année pour une durée totale de sept.

Le volet routier

Mesuré à partir des autorisations de programme, le taux d'exécution du volet routier est de 49 %, soit 8 points de retard sur l'évolution théorique linéaire. Ce retard s'accroît d'année en année et représente désormais l'équivalent de 6 mois de travaux. De plus on assiste à une accumulation d'autorisations de programme à en juger par la consommation des crédits de paiement. Pour ces derniers, le taux d'exécution n'est que de 42 %, soit l'équivalent d'un retard de 12 mois de travaux.

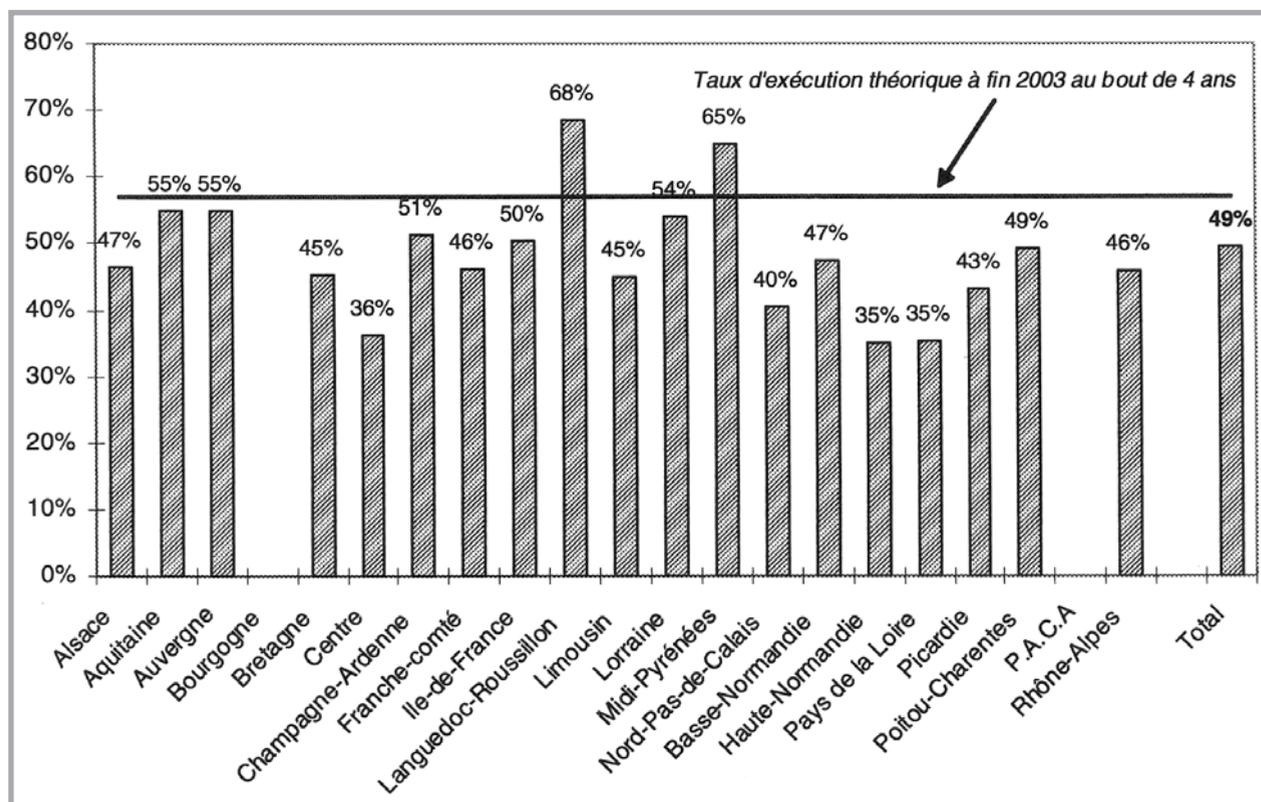
En prolongeant les tendances actuelles, le volet routier du Contrat de Plan serait réalisé à 87 % en 2006 pour les autorisations de programme ; un pourcentage qui chute à 74 % pour les crédits de paiement. C'est ce dernier indicateur qui est réellement représentatif de l'exécution des travaux. Le Contrat de Plan accuserait alors en 2006 un retard équivalent à 22 mois de travaux. En prolongeant cette tendance au-delà de 2006, le Contrat de Plan serait terminé en 2009.

D'une région à l'autre, les écarts sont très importants. Midi-Pyrénées a sur quatre ans le taux d'exécution le plus élevé avec 60 % pour les crédits de paiement.

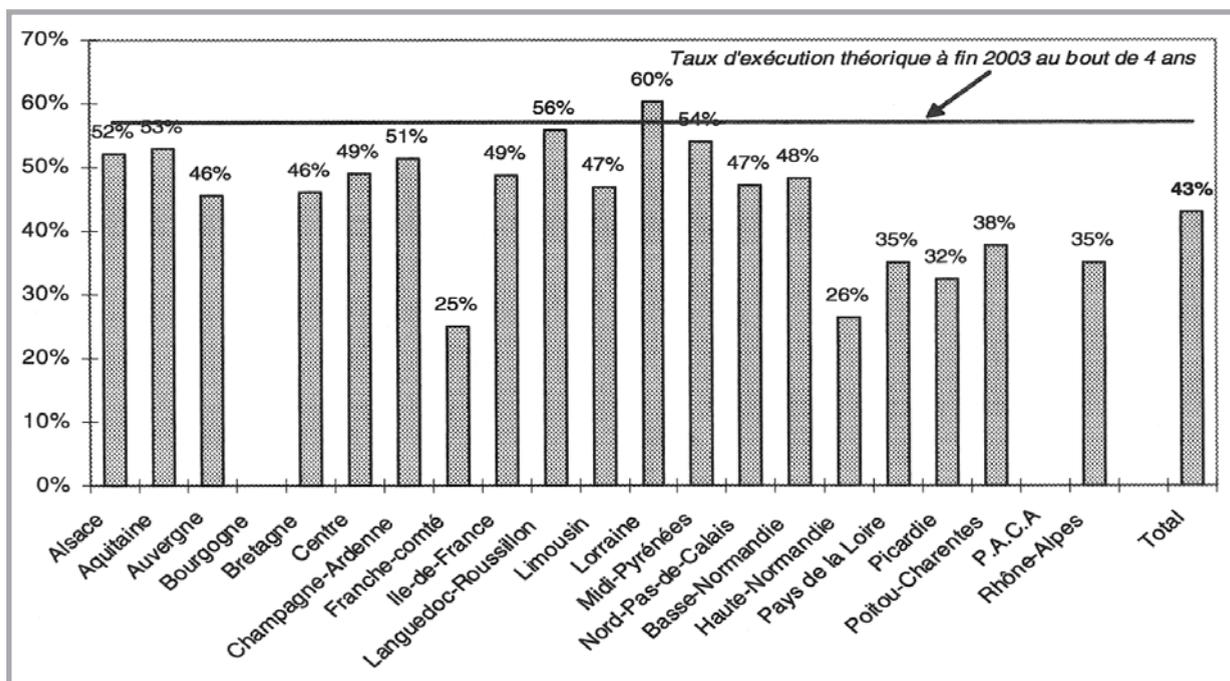
Cette région est même en avance légère de 3 % sur l'avancement théorique. Toutes les autres régions ont un taux d'exécution inférieur à 57 %. Languedoc-Roussillon atteint presque ce niveau d'avancement avec 56 %. Les deux régions pour lesquelles le Contrat de Plan est le moins avancé sont la Haute-Normandie (26 %) et la Franche-Comté (25 %).

économie

Taux d'exécution du volet routier sur 2000-2003 à partir des autorisations de programme



Taux d'exécution du volet routier sur 2000-2003 à partir des crédits de paiement



Volet ferroviaire

Le volet ferroviaire est quant à lui toujours très peu avancé. Une partie du retard en 2000 et 2001 pouvait être imputé aux compléments d'études qui ont été réalisés après la signature des Contrats de Plan.

Il y a eu depuis une montée en puissance du Contrat de Plan à en juger par les affectations d'autorisations de programme.

Ainsi, le taux d'exécution mesuré à partir de ces dernières atteint 31 % au bout de 4 ans. Le retard sur l'avancement théorique de ce volet est

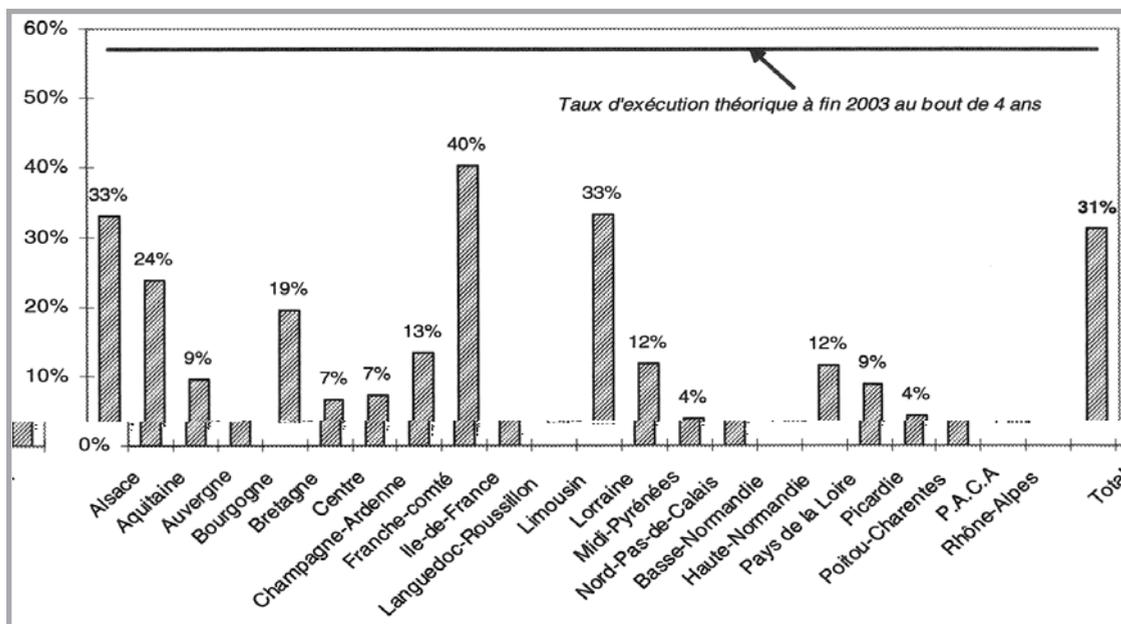
donc de 24 points, soit l'équivalent de 20 mois de travaux.

C'est en comptabilisant les consommations de crédits de paiement du volet ferroviaire que l'on réalise que son avancement apprécié à partir des seules autorisations de programme est virtuel. En effet, le taux d'exécution est de 5 % en prenant en compte les consommations de crédits de paiement sur quatre ans. Depuis 4 ans, le volet ferroviaire a plus de 3,5 ans de retard. Ce taux varie entre 2 % dans le Nord-Pas-de-Calais et 14 % en Alsace.

CONCLUSION : VERS LE FINANCEMENT "EN FLUX TENDUS"

Des dernières informations transmises par les FRTP, un nouveau mode d'attribution des financements se met en place dans le contexte de rigueur budgétaire actuel. Les directions régionales de l'Équipement disposaient d'une certaine marge de manœuvre en transférant des autorisations de programme ou des crédits de paiement d'une opération sur une autre pour qu'un financement ne soit pas bloqué par un projet stoppé pour des

économie



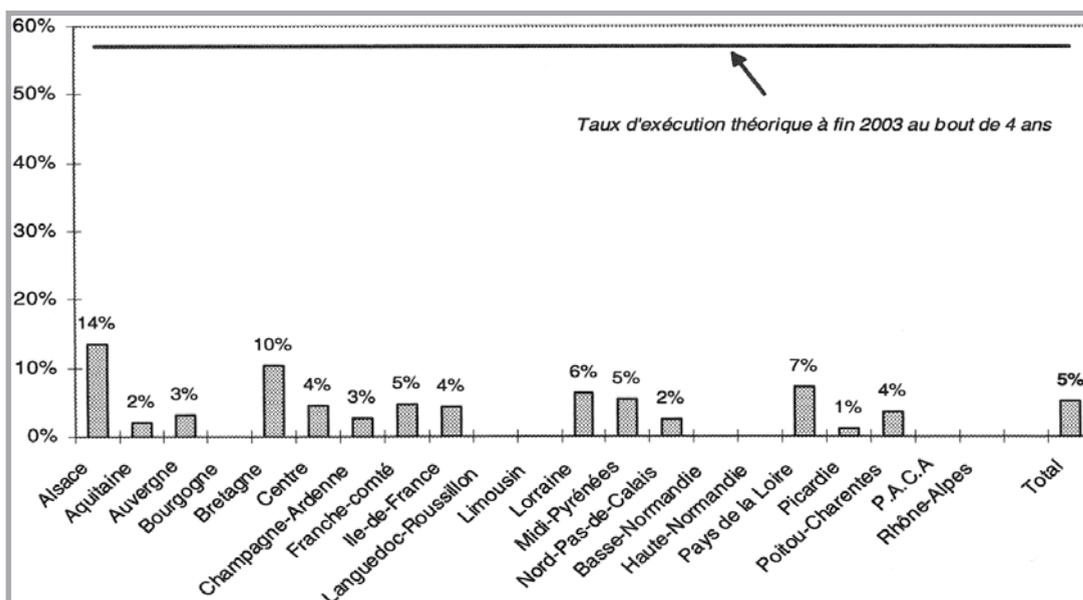
Taux d'exécution du volet ferroviaire sur 2000-2003 à partir des autorisations de programme

considérations administratives ou techniques. Le ministère de l'Équipement fait en sorte qu'il n'y ait plus d'autorisations de programme "dormantes" qui risqueraient d'être simplement annulées à la demande du ministère du Budget. Si cette pratique relève d'une volonté de bonne gestion, elle ne supporte par contre aucun aléa dans le déroulement d'une opération. Les financements sont en quelque sorte attribués "en flux tendus" réduisant de ce fait fortement la visibilité des entreprises sur leur activité. Ce manque de visibilité a des conséquences très négatives sur les prix pratiqués tandis que le volume de travail se maintient.

Avancement du contrat de plan sur 2000-2003

Volet	routier	ferroviaire
Taux d'exécution en 2003		
AP	49%	31%
CP	42%	5%
Retard en mois en 2003		
AP	6	22
CP	12	44
Taux d'exécution tendanciel en 2006		
AP	87%	55%
CP	74%	10%
Retard tendanciel en mois en 2006		
AP	11	38
CP	22	76

Taux d'exécution théorique à fin 2003 au bout de 4 ans : 57% (4/7)



Taux d'exécution du volet ferroviaire sur 2000-2003 à partir des crédits de paiement

économie

Chantiers TP export 2^e semestre 2002

Cette note présente les chantiers en cours sur les marchés extérieurs des entreprises françaises de travaux publics dans la deuxième moitié de l'année 2002.

Elle complète l'étude de l'activité au second semestre 2002, à travers des "chantiers-phare" illustrant le savoir-faire des entreprises françaises, la "vie des chantiers" avec des opérations mises en service ou lancées, présentées par zone géographique, et les "opérations à venir".

■ CHANTIERS-PHARE

Europe

Royaume-Uni

La Roue de Falkirk du "Millennium Link" en Ecosse est une prouesse technologique ; elle fait la liaison entre le canal Forth & Clyde et le canal Union.

Description :

- transfert de 8 péniches (600 tonnes) ;
- soit un dénivelé de 25 m ;
- dernier maillon qui permet de relier Glasgow à Edimbourg par voie navigable ;
- investissement : 136 millions d'euros.

Portugal

Le "Scut Interior Norte", l'autoroute orientée nord-sud, reliera la frontière espagnole (Galice) à la ville de Viseu (sud-est de Porto).

C'est une nouvelle liaison rapide entre le pays et le reste de l'Europe. Elle s'inscrit dans le plan d'aménagement du territoire. La vocation principale de cet ouvrage routier est de désenclaver, en les traversant, des régions à la fois faiblement peuplées et économiquement peu développées. Ce projet s'inscrit dans un vaste programme d'aménagement englobant notamment la réalisation de près de 1000 km d'autoroutes à concession à péage virtuel, dénommée concession SCUT (Sem Cobrança Utilizadores : sans péage pour les utilisateurs).

Description :

- 120 km à construire sur les 155 km de l'auto-route ; 7 sections ; partie centrale de 10 km, près de Porto : 33 ouvrages, 18 échangeurs, 16 millions de m³ de déblais ;
 - mises en service échelonnées jusqu'en 2005 ;
 - sections 6 et 7 déjà construites, section 2 mise en service été 2003 ; section 3, été 2004, sections 1, 4 et 5, été 2005.
- Montant des travaux : 488 millions d'euros.

■ VIE DES CHANTIERS

Europe

Albanie

Reconstruction de la **voie ferrée entre Shkoder et Bajze**, dans le nord du pays.

Description :

- 12 km de longueur ;
- mise en œuvre du ballast ;
- fourniture des traverses ;
- mise en place des rails ;
- montant : 1,2 million d'euros ;
- mise en service : novembre 2002.

Allemagne

L'ouverture du **parc à thème Legoland à Günzburg** en Bavière à la mi-2002. Sur l'investissement total de 150 millions d'euros, le lot électrique a représenté un volume de 10,5 millions d'euros.

Le contrat a compris toute la gamme des systèmes électrotechniques à installer. Ces systèmes assurent l'alimentation électrique, les installations générales, l'éclairage complet y compris les systèmes de spectacle.

Chantier de consolidation de sols alluvionnaires à Hambourg. Le sol à consolider est destiné à supporter les futurs hangars de finition des Airbus A380.

Description :

- 170 ha dans un ancien bras de l'Elbe ;
- digues de 6 m de haut ;
- investissement total : 305 millions d'euros ;
- 30 mois de travaux (2001 et 2002) ;
- mise en service : fin 2002.

Dans le cadre de la **construction de l'usine Toyota-PSA-Citroën** de Kolin (Bohême de l'Est), les travaux de terrassement et de réaménagement des routes proches du chantier d'un montant de 13,3 millions d'euros ont été livrés fin août 2002.

Belgique

La réalisation de deux galeries reliant le site de traitement des matériaux et les nouvelles carrières de Gaurain Barry et Gaurain Milieu est en cours.

Les travaux comprennent :

- une galerie de 25 m² de section sur 200 m de long ;
- une galerie de 30 m² de section sur 640 m de long ;
- excavation sur 760 m à l'explosif moyen traditionnel ;
- 120 m en présoutènement constitué de voûtes parapluies en tube de 160 m ;
- 14 mois de travaux ;

- mise en service : début 2003 ;
- investissement : 7,9 millions d'euros TTC.

Danemark

Réalisation d'une section de l'**autoroute E45** dans le nord du Jutland, près du port de pêche de Hirtshals qui permettra d'achever cette autoroute nord-sud après 35 ans de travaux.

- 5,6 km d'autoroute à 4 voies ;
- 2 ponts ;
- 5 corridors pour animaux ;
- montant : 10,8 millions d'euros ;
- mise en service : courant automne 2004 sans arrêt de la circulation.

Ouverture officielle le 19 octobre 2002 du **métro de Copenhague**, le dernier-né d'Europe, ultra-moderne et entièrement automatisé.

Première tranche :

- 11 stations dont 6 souterraines ;
- 11 km de long ;
- relie Noerreport (centre) à Lergrevparken sur l'île d'Amager (sud-est de Copenhague).

Deuxième et troisième tranches :

- ouverture par étapes en mai et fin 2003 ;
- troisième tranche menant à l'aéroport en 2007 ;
- coût total du projet : 1,54 milliard d'euros, un montant supérieur au budget initial d'un milliard prévu au démarrage des travaux en 1996.

Hongrie

Réfection et élargissement de la route N° 6 à Budapest au sud-ouest sur 1,5 km pour un montant de 7,6 millions d'euros. Le chantier situé dans la partie sud-ouest de Budapest a débuté en juin et s'est fini en novembre 2002.

Roumanie

Trois nouveaux chantiers d'entretien routier des routes nationales ont démarré en août 2002 :

- Bucarest – Calarasi - RN3 - 108 km ;
- Timisoara - Cenad - RN6 - 84 km :
 - 220 000 tonnes d'enrobés,
 - montant : 12,5 millions d'euros,
 - mise en service : juin 2003 ;
- Alexandria – Caracal - RN6 – 82 km :
 - 45 000 tonnes d'enrobés,
 - 300 000 m² d'enduits,
 - 200 000 m² de revêtement recyclé à chaud,
 - montant : 4,1 millions d'euros,
 - mise en service : mai 2003.

République Tchèque

Lancement des travaux de la section Trmice – Knicice de l'autoroute D8 qui relie Prague à Dresde en Allemagne.

Caractéristiques techniques :

- 12,24 km de 2 x 2 voies ;
- 4 échangeurs ;

- 168 000 tonnes d'enrobés ;
- un mur de soutènement de 300 m ;
- un mur antibruit de 652 m ;
- montant de l'investissement : 117 M euros.

Trois marchés liés aux inondations d'août 2002 :

la remise en état de la station de métro Vltavska à Prague, y compris l'abri antinucléaire contigu (5 millions d'euros) ; la réparation d'un pont sur l'autoroute D8 à Dusniky (1,3 million d'euros) ; la réparation de la route d'accès à Orlik incluant les murs de soutènement (2,3 millions d'euros).

Amérique

Canada

Lancement des travaux de construction d'une section de la route 157 à 4 voies à Mont-Carmel (Québec).

Caractéristiques techniques :

- 4,9 km à 2 x 2 voies ;
- 296 000 m³ de terrassements ;
- 360 000 m³ tonnes de graves concassées ;
- 34 000 tonnes d'enrobés ;
- début des travaux novembre 2002 – mise en service juin 2004 ;
- 5,4 millions d'euros.

Lancement des travaux d'assainissement et de **canalisations d'eau à Saint-Patrice-de-Beaurivage** (Québec).

Caractéristiques techniques :

- 17 300 mètres linéaires de canalisations ;
- 180 000 t de graves et pierres concassées ;
- 13 00 tonnes d'enrobés ;
- début des travaux octobre 2002 – mise en service novembre 2003 ;
- 4,3 millions d'euros.

Lancement de travaux de la **centrale de Toul-nustouc** qui fait partie d'un nouvel aménagement hydroélectrique de 480 MW situé au nord-est du Québec.

Description :

- travaux d'excavation du canal de fuite ;
- bétonnage de la centrale ;
- installation des équipements électriques ;
- montant : 37,5 millions d'euros ;
- 3 ans de travaux.

Chili

Réception des travaux du contournement de Los Angeles dernier secteur de l'autoroute Chillan – Collipulli sur 164 km.

Etats-Unis

Interstate I-4 (Floride) – Construction d'un nouvel échangeur, de nouvelles rampes d'accès et

des voies additionnelles à 25 km à l'ouest d'Orlando.

Description :

- 1,65 million de m³ de terrassement ;
- 240 000 tonnes de graves non traitées ;
- 190 000 tonnes d'enrobés ;
- 42 000 m de réseaux d'assainissement ;
- 2 nouveaux ponts ;
- montant : 63,3 millions d'euros.

Guyane

Le pont sur l'Approuague est arrivé en phase d'être "lancé" pour franchir les deux premières travées.

Caractéristiques techniques :

- pont mixte acier-béton ;
- 350 m de long ;
- 1 000 tonnes poids final dont 750 tonnes de poutres métalliques ;
- investissement : 10 millions d'euros.

Afrique

Algérie

Construction de six stations de pompage et du terminal d'Arzew pour un montant de 364 millions d'euros.

La Réunion

Le pont routier qui franchit la ravine baptisée "le Bras de la Plaine" a été mis en service en décembre 2002.

Caractéristiques techniques :

- 280 m de portée ;
- un arc surbaissé de 11,90 m de large ;
- un treillis mixte acier-béton précontraint ;
- une membrure inférieure en "béton à hautes performances" (BHP) de section variable et deux plans de triangulation en tubes d'acier ;
- une membrure supérieure, également en BHP, de section constante assurant la continuité du tablier.

Proche et Moyen-Orient

Egypte

Fin des chantiers des centrales thermiques de Suez et Port Saïd. La centrale d'Ain Soukhna dans le nord-est de l'Egypte est entrée en fonction avec 50 jours d'avance.

La deuxième, à Port-Saïd, sur la côte méditerranéenne entrera en exploitation à six mois d'intervalle.

Elles représentent :

- 680 mégawatts chacune ;
- 10 % de la production d'électricité égyptienne ;
- montant des travaux : 600 M euros environ.

Asie

Hong Kong

Démarrage des travaux du tunnel de Lok Ma Chau en novembre 2002.

Description de l'opération :

- réaliser 2 tunnels parallèles ;
- 5 km entre Sheung Shui et Chau Tau dont 3,5 km excavation au tunnelier et le reste par creusement en tranchée couverte ;
- 365 millions d'euros.

Malaisie

Fin des travaux des haubans, de la précontrainte des appareils d'appui du pont de Putrajaya (168,5 m de long) situé au sud de Kuala Lumpur.

Océanie

Australie

Le contrat signé en juin 2002 pour l'installation d'un gazoduc de 680 km de 14" (350 mm) entre Victoria et Adélaïde a connu une évolution significative. Il transportera le gaz des champs de Iona et Minerva (Etat de Victoria jusque dans la région d'Adélaïde pour alimenter trois centrales électriques).

Caractéristiques techniques :

- 340 km un double pipeline de 14" (350 mm)
- + 340 km un pipeline de 18" (450 mm) ;
- montant : 192 M euros (au lieu de 130 millions) ;
- démarrage des travaux octobre 2002.

La construction de murs de soutènement pour la **voie rapide de Brisbane** a été finie en juillet 2002.

Description :

- 21 structures construites à l'aide de panneaux carrés ;
- 13000 m² de murs ;
- 2 années de travaux.

■ OPÉRATIONS À VENIR

Europe

Allemagne

Signature d'un contrat pour les trolleybus d'Eberswalde de 76 000 €.

Belgique

Signature d'un contrat pour l'installation du premier parc à éoliennes offshore d'une capacité de 100 MW à 12 km au large de Knokke-Le Zoute en mer du Nord. Le projet prévoit 50 éoliennes érigées en deux phases pendant la saison d'été en 2003 et 2004.

Pologne

Un contrat pour réaliser un **ouvrage poussé à Wrocław** ainsi que la mise en œuvre de la précontrainte : ouvrage de 600 m de long qui franchira 12 voies ferrées et une rue à forte circulation.

Un contrat de 220 000 € pour les **nouveaux trolleybus**.

Roumanie

Signature du contrat de la première phase de réhabilitation de la caténaire du corridor 4 – Berlin/Constanta dans sa partie comprise entre Câmpina – Bucarest sur 100 km de double voie. Le montant du contrat est de 25 millions d'euros et doit être réalisé en 2 ans.

Slovaquie

Deuxième étape de la déviation de Kosice : réalisation d'un échangeur entre les routes internationales I50 et I68 de Presov à Kosice.

Suède

Le contrat de construction du tunnel ferroviaire d'Hallandsås sur la ligne nouvelle à grande vitesse Gothenburg – Malmö a été signé en novembre 2002.

Caractéristiques techniques :

- 2 tunnels de 5,6 km chacun, 9,04 m de diamètre intérieur ; inter-tubes tous les 500 m ;
- creusement par tunnelier ;
- investissement : 400 millions d'euros ;
- début des travaux : 2003 ;
- durée des travaux : 7 ans.

Les premiers travaux démarrés en 1992 ont été gelés en 1997, après avoir utilisé 2 000 tonnes d'un produit de calfatage jugé polluant pour la nappe phréatique. Jusqu'ici un tiers des 8,6 km du tunnel a été creusé et les travaux ont déjà coûté 220 millions d'euros.

Les travaux devraient reprendre au printemps 2003 pour une mise en service prévue en 2011.

Suisse

Le contrat d'électrification et des voies du métro automatique de Lausanne a été signé en décembre 2002.

Ce métro sur pneus reliera Ouchy, au sud de Lausanne, à Apalingues, au nord, sur une ligne de 6 km.

La mise en service est prévue pour 2007.

République Tchèque

Contrat conclu pour 756 000 € (travaux électriques) pour le métro de Prague suite aux intempéries catastrophiques de l'été précédent.

Un deuxième contrat de 550 000 € pour les **installations électriques** à Prague.

Ukraine

Le contrat d'électrification dans le cadre du marché de reconstruction des tramways à Odessa pour un montant de 1,1 million d'euros.

Amérique

Chili

Contrat pour une station de traitement des eaux résiduaires de La Farfana (Santiago). Capacité : 3 300 000 équivalents/habitant.

Etats-Unis

Dans le cadre du contrat portant sur la gestion des boues d'épuration de la ville d'Atlanta, le montant des travaux de construction et de rénovation des usines de traitement est estimé à 55 millions d'euros.

Venezuela

Contrat pour l'extension de la ligne 3 du métro de Caracas pour un montant de 110 M€.

Proche et Moyen-Orient

Egypte

En octobre 2002 a été signé un contrat de construction de deux réservoirs de gaz liquéfié d'une capacité de 140 000 m³ chacun situé à Idku à 50 km d'Alexandrie sur les bords de la Méditerranée.

Le montant total du contrat est de 70,3 millions d'euros, dont 28 millions pour le génie civil. Les travaux commencent immédiatement pour se finir en juin 2005. Ces réservoirs permettent d'optimiser le stockage du gaz naturel liquéfié, énergie non polluante dont les réserves sont plus importantes que celles de pétrole.

Emirats Arabes Unis

Signature d'un contrat de 6,8 millions d'euros dans le cadre du projet d'alimentation en eau de Doubaï. Le contrat doit être achevé en 2004.

Liban

Contrat pour la construction du barrage de Chabrouth dans le Kesrouan au nord de Beyrouth d'un montant avoisinant les 4 millions d'euros.

Asie

Azerbaïdjan – Géorgie - Turquie

En octobre 2002 ont été signés deux contrats d'une valeur de 320 millions d'euros portant sur la réalisation de deux sections du projet d'oléoduc Bakou – Tbilissi – Ceyan.

Description :

- 248 km de diamètre 1,15 m en Géorgie ;
- deux stations de pompage en Géorgie ;
- une station de pompage en Azerbaïdjan ;
- démarrage des travaux début 2003 pour des mises en service échelonnées : mi-2004 pour l'ouvrage, mi-2005 pour les stations de pompage.

Chine

Contrat pour l'alimentation en eau depuis la rivière Dong Shen jusqu'à Shenzhen situé dans la province de Guangdong au sud de la Chine. Le contrat prévoit aussi 5 stations de pompage. Le montant s'élève à 3 millions d'euros.

Corée du Sud

Contrat pour la construction d'installations de traitement des eaux usées en banlieue de Séoul pour un montant de 200 millions d'euros.

Hong Kong

Shanghai : contrat de construction de deux usines de traitement signé en mai 2002 à hauteur de 26,7 M€. Plusieurs contrats de remplacement et de réhabilitation de canalisation d'eau potable. 250 km de canalisations en 3 lots pour un montant des travaux de 100 millions d'euros.

Inde

Signature d'un contrat pour la construction d'une usine de traitement de l'eau de très grande capacité, soit 530 000 m³/jour à Madras, au sud de l'Inde.

Malaisie

Pont à haubans de Sungai : ouvrage faisant partie du nouveau réseau routier de la ville de Butterworth, au nord-ouest de la péninsule malaise, face à l'île de Penang.
Le marché conclu porte sur la construction du tablier du viaduc, la fourniture et l'installation des haubans, des appareils d'appui et des joints de chaussée.

Singapour

Deux contrats dans le cadre du traitement des

eaux usées de Ulu Pandan à hauteur de 3,4 millions d'euros.

Date prévue pour l'achèvement des travaux, septembre 2003.

Afrique

Algérie

Contrat pour la réfection et la rénovation du réseau défectueux de l'AEP à Oran où les déperditions atteignent 30 % de son quota global d'eau potable.

Guinée Equatoriale

Contrat de réfections de voirie à Acurenam et Mbini pour un montant de 12 millions d'euros.

Malaisie

Signature du contrat global (40 millions d'euros d'investissement) pour l'interconnexion de la côte est et de la côte ouest (programme de construction à Sabah) pour la construction de deux nouveaux postes (275 kV/132 kV) et postes extérieurs à Kasigui et Segaliud et l'extension de deux autres à Penampang et Dam road (132 kV).

Maroc

Contrats importants d'installation de postes et de lignes aériennes de contact pour un montant de 80 millions d'euros.

Maurice

Signature d'un contrat de 9,3 millions d'euros pour la construction de la liaison Ebène – Trianon Link Road destinée à desservir la future "Cybercité" à 10 km au sud de Port Louis, capitale de l'île Maurice.

Description :

- 1,5 km de chaussée neuve à 2 x 2 voies ;
- mise à 2 x 2 voies de 1,3 km de chaussée existante ;
- 2 giratoires ;
- 2 échangeurs ;
- 300 000 m³ de terrassements ;
- 100 000 tonnes de graves non traitées ;
- 50 000 tonnes d'enrobés ;
- 15 mois de travaux.

Nigeria

Le projet de réhabilitation de vingt-sept plates-formes de regroupement de têtes de puits (un à douze) ainsi que la construction de six nouvelles plates-formes de têtes de puits et d'une plate-forme de prétraitement à deux niveaux est situé dans la région de Warri, dans le delta du Niger.

Le contrat a été signé en 2002 pour un montant de 6,3 millions d'euros.

Océanie

Nouvelle Calédonie

Contrat de construction d'une centrale électrique de 100 MW de 1,4 milliard d'euros.

(Source FNTP)



économie

International

L'activité hors métropole : 2^e semestre 2002

Au deuxième semestre 2002, l'activité du BTP s'est réduite de 4,6 % (monnaie constante). Après un très bon premier semestre, une baisse d'activité sur les marchés extérieurs a touché tant le bâtiment que les travaux publics ; l'année s'est finie à + 1,3 % dans les TP et à - 2 % dans le bâtiment.

Le médiocre renouvellement des carnets de commandes s'est ressenti lui aussi, avec une baisse pour la première fois dans les TP après quatre années de hausse ininterrompue tandis que, pour le bâtiment, les marchés avaient déjà connu des baisses ces dernières années.

■ 2^E SEMESTRE DANS LES TP

D'après les enquêtes trimestrielles, au second semestre, l'activité hors métropole s'est ralentie. En dépit du montant des travaux réalisés par les entreprises françaises et leurs filiales étrangères, 8,4 milliards d'euros, le 2^e semestre 2002 comparé au 2^e semestre 2001 est en recul de 4,6 % (données monnaie constante).

Ainsi, un premier bilan provisoire de l'année 2002 fait ressortir une évolution légèrement positive : + 1,3 % de l'activité en volume.

Pour la première fois depuis 1999, les marchés conclus ont subi en fin d'année des baisses deux trimestres de suite.

De ce fait, l'année 2002 s'est finie sur un recul de 1,1 % du carnet de commandes par rapport au volume enregistré en 2001 (données euros constants).

■ L'ANNÉE 2002 DANS LES TP

Cf. tableau I.

■ LES SPÉCIALITÉS

Le renouvellement des carnets de commandes au 2^e semestre s'est fait avec un transfert important entre les spécialités habituelles qui constituent le fond de commerce des entreprises françaises :

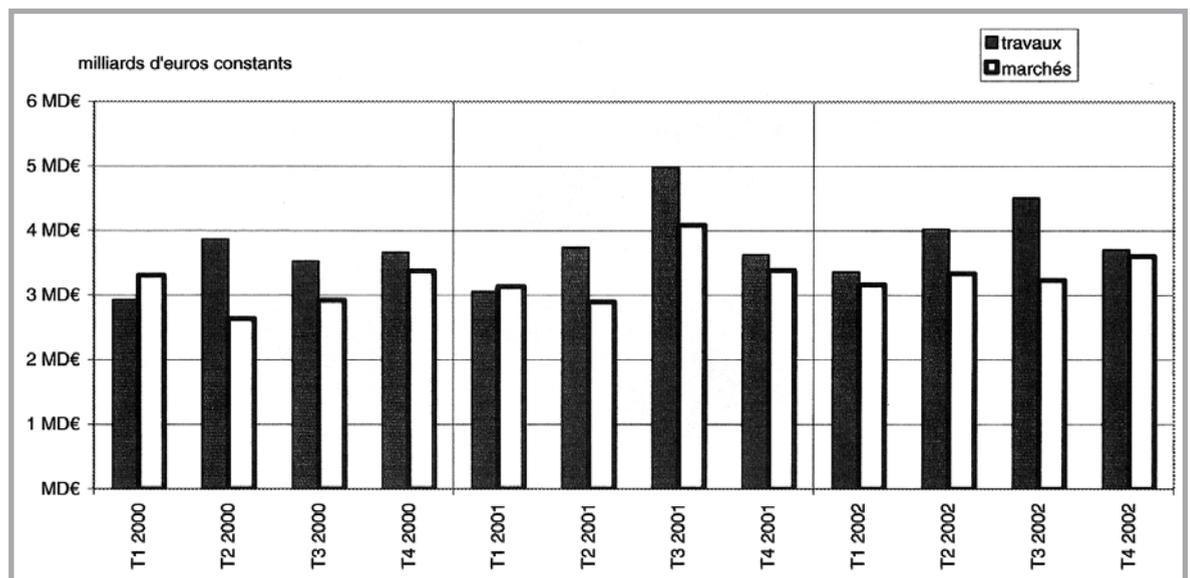
- le génie civil (36 %) arrive en première position, prenant la place des travaux routiers (16 %) du semestre précédent ; ainsi, les travaux routiers se positionnent au troisième rang ;
- les travaux dans le domaine de l'eau et de l'environnement gardent leur deuxième place avec 21 %.

Tableau I

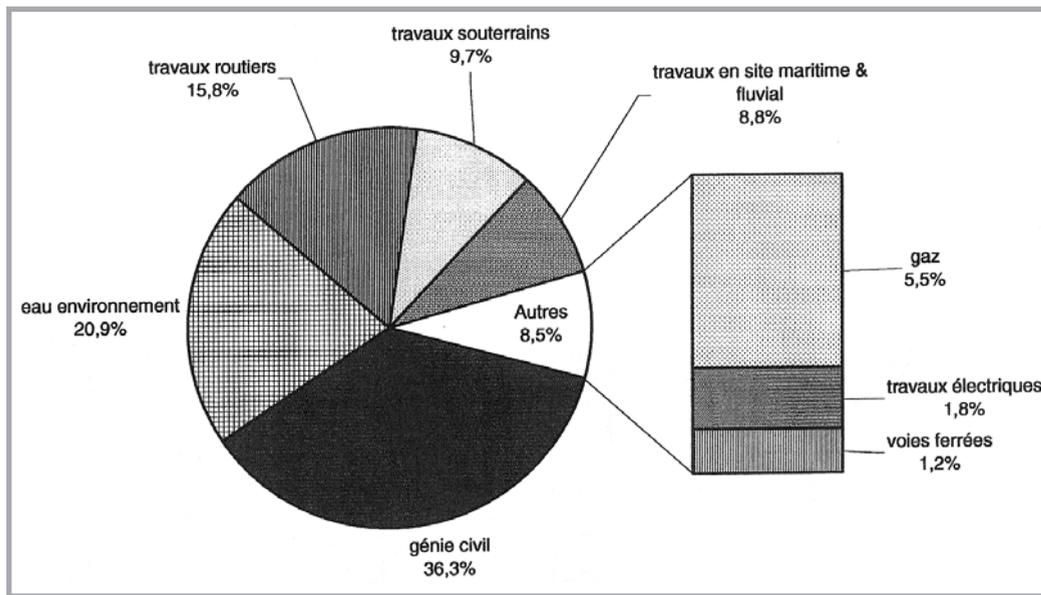
TP en millions d'euros		1 ^{er} trim	2 ^e trim	3 ^e trim	4 ^e trim	Total	Evolution en euros constants
Travaux réalisés	2001 brut	3 018,20	3 746,60	4 995,40	3 642,50	15 402,70	10,10%
	2002 brut	3 400,00	4 100,00	4 600,00	3 800,00	15 900,00	1,30%
Marchés conclus	2001 brut	3 100,00	2 900,00	4 100,00	3 400,00	13 500,00	10,30%
	2002 brut	3 200,00	3 400,00	3 300,00	3 700,00	13 600,00	-1,10%

Volume des travaux et des marchés conclus de travaux publics

Source FNTP : enquête trimestrielle hors métropole 2002



économie



Ventilation des contrats conclus de travaux publics au 2° semestre 2002

Source FNTP : enquête trimestrielle hors métropole 2002

D'importants contrats ont été signés dans le domaine des travaux souterrains – presque 10 % – et devançant de peu les travaux en site maritime ou fluvial.

Les autres spécialités se partagent les 8,5 % restants, soit les travaux de canalisations, de transport et de distribution de gaz et fluides divers, les travaux électriques et les voies ferrées.

LES ZONES GÉOGRAPHIQUES

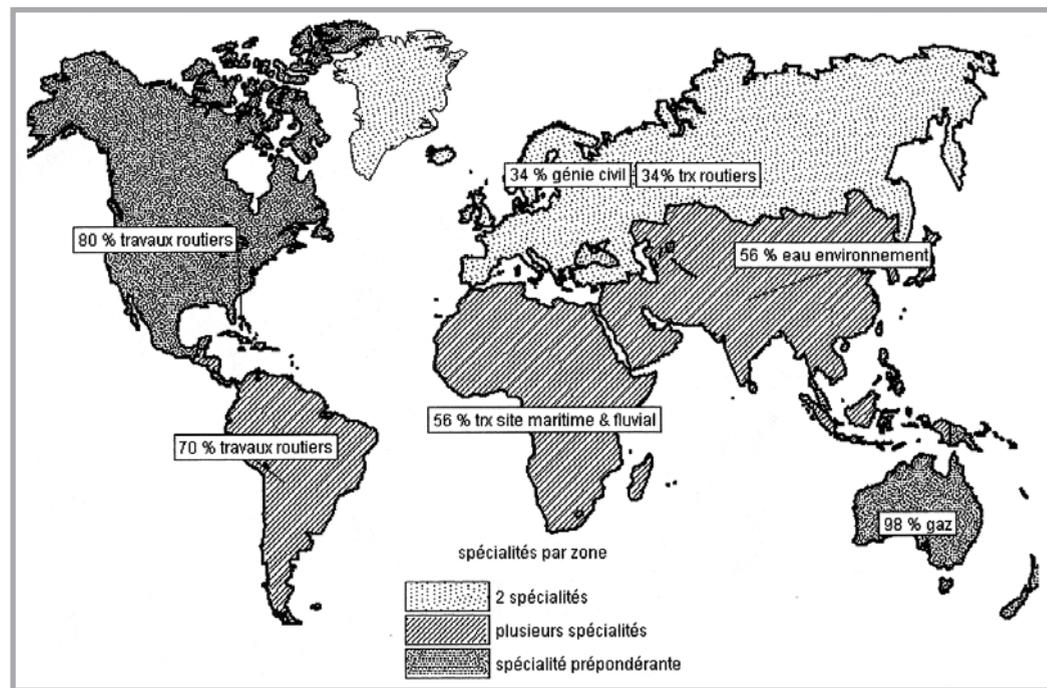
Les zones géographiques ont subi quelques transferts aussi.

Si les travaux routiers restent en tête en Amérique comme au premier semestre, pour 80 % des contrats en Amérique du Nord et 70 % en Amérique Latine, quelques autres spécialités (génie civil, eau ou voies ferrées) gagnent du terrain. Pour l'Afrique et l'Asie, la première spécialité n'atteint que 56 %, les travaux en site maritime ou fluvial pour la première et l'eau, respectivement, pour la deuxième.

En Océanie, le gaz continue à occuper la première place.

En Europe, deux spécialités se retrouvent à égalité : le génie civil et les travaux routiers pour 34 % chacune.

Par ailleurs, des contrats importants de génie civil viennent d'être signés dans les DOM TOM, d'où sa première place dans la ventilation par



spécialité des contrats conclus en deuxième partie de l'année 2002.

Répartition des contrats de travaux publics par zone et spécialité

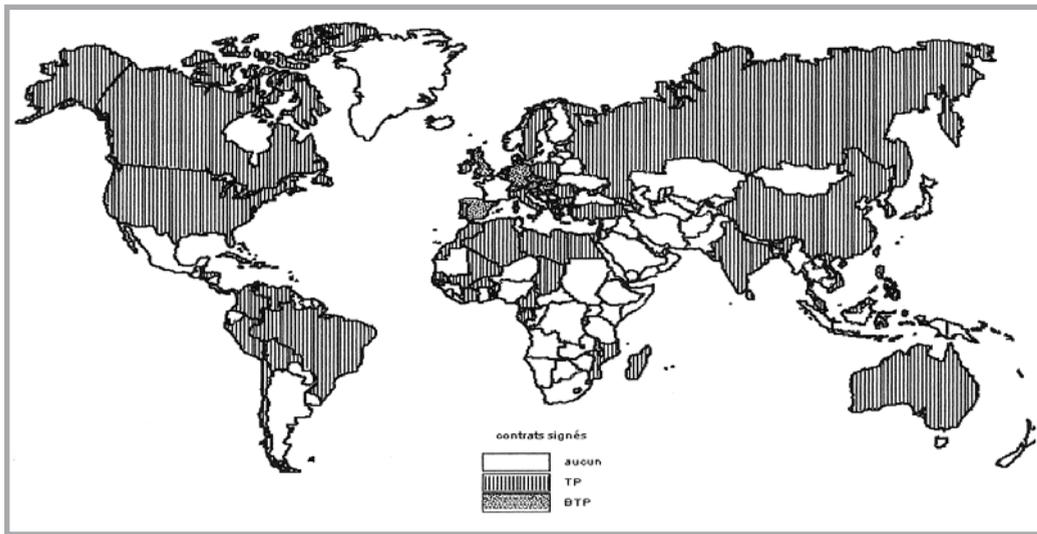
Source FNTP : enquête trimestrielle hors métropole 2002

L'ANNÉE 2002 DANS LE BÂTIMENT

Cf. tableau II.

Bâtiment en millions d'euros			1 ^{er} trim	2 ^e trim	3 ^e trim	4 ^e trim	Total	Evolution en euros constants
Travaux réalisés	2001	brut	734,30	786,10	777,50	820,70	3 118,60	-14,50%
	2002	brut	730,00	760,00	750,00	800,00	3 040,00	-4,30%
Marchés conclus	2001	brut	830,00	700,00	850,00	830,00	3 210,00	0,10%
	2002	brut	600,00	750,00	820,00	900,00	3 070,00	-6,20%

Tableau II



L'année 2002 des contrats BTP - Source FNTF : enquête trimestrielle hors métropole 2002

LE BÂTIMENT AU 2^e SEMESTRE

Dans le secteur du bâtiment, le deuxième semestre 2002 a été en dessous du deuxième semestre 2001 malgré le volume important du 4^e trimestre.

Le rattrapage de la fin de l'année n'a pas suffi, ainsi le premier bilan de l'année 2002 fait ressortir un recul de 4,3 % en volume par rapport à 2001 et qui vient se rajouter à la baisse de l'année précédente, - 14,5 %.

Le montant provisoire atteint 3 milliards d'euros seulement.

Les marchés conclus au 2^e semestre, 1,7 milliard d'euros n'ont pas suffi pour ramener le carnet à un bon niveau ; il reste en recul de 6,2 % en glissement sur quatre trimestres.

L'OPINION DES ENTREPRENEURS

Selon l'opinion exprimée par les chefs d'entreprise sur le niveau de leur carnet de commandes :

- dans les TP, après un très bon premier semestre 2002, le second semestre malgré des prises de commandes importantes, le carnet s'est légèrement réduit. En outre, pour les premiers mois de 2003 les entrepreneurs anticipent une meilleure situation des prises de commandes ;
- dans le bâtiment, ils sont plus prudents en espérant un volume équivalent au moins au trimestre précédent pour un maintien de l'activité.

(Source FNTF)