

Travaux

n° 773

TRAMWAYS

LILLE

- Le VAL de Lille

- Les travaux des lots 2A et 2B de la ligne 2

NANTES

- Nantes aborde le siècle avec une ligne d'avance

- La ligne 3 nord

ORLÉANS

- Le tramway de l'agglomération orléanaise

- Le chantier de la section 6

ROUEN

- Le TEOR de Rouen

TRAMWAYS

- Les innovations de la Semaly pour la pose de voies ferrées tramways

TRAVAUX URBAINS

METZ

- Le parc urbain de la seille à Metz

PARIS

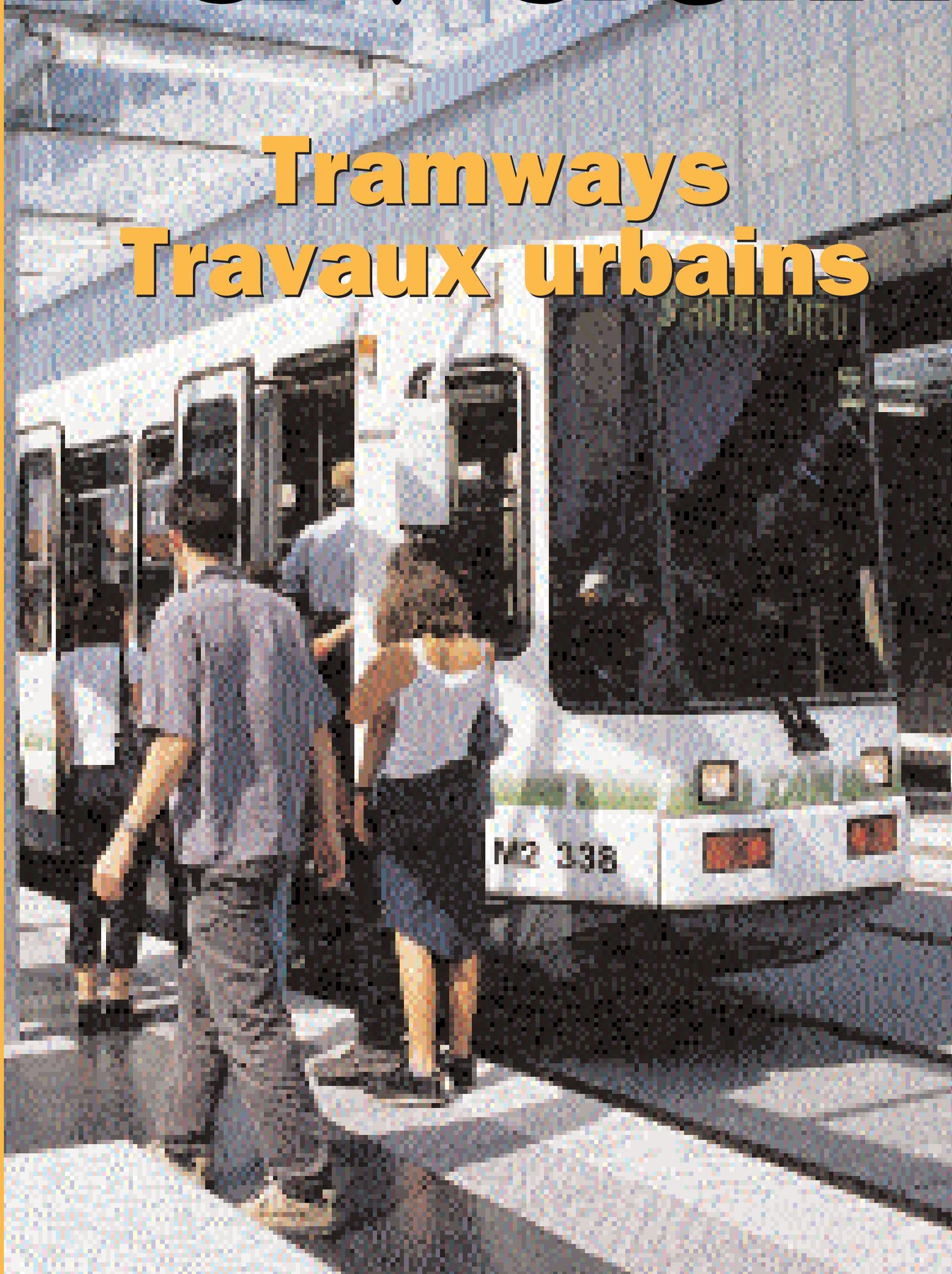
- Mise en site protégé des couloirs autobus de la ligne Petite Ceinture sur les boulevards des Maréchaux

- Les aménagements du stade Roland-Garros

RENNES

- La place de Bretagne à Rennes

Tramways Travaux urbains

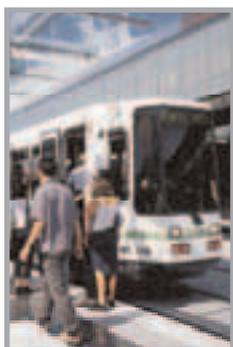


Travaux

numéro 773

mars 2001

Tramways - Travaux urbains



Notre couverture

Le tramway
de Nantes. Station
Beauséjour

© SEMITAN. J. Pacor

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Roland Girardot

RÉDACTION

Roland Girardot et Henry Thonier
3, rue de Berri - 75008 Paris
Tél. : (33) 0144133144

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION

Françoise Godart
Tél. : (33) 024118 11 41
Fax : (33) 024118 11 51
E mail : Francoise.Godart@wanadoo.fr

MAQUETTE

T2B & H
8/10, rue Saint-Bernard - 75011 Paris
Tél. : (33) 0144648420

VENTES ET ABONNEMENTS

Colette Robert
RGRA
9, rue Magellan - 75008 Paris
Tél. : (33) 0140738005
E mail : revue travaux@wanadoo.fr

France : 950 FF TTC
Etranger : 1150 FF
Prix du numéro : 115 FF (+ frais de port)

PUBLICITÉ

Régie Publicité Industrielle
61, bd de Picpus - 75012 Paris
Tél. : (33) 0144748636

Imprimerie Chirat
Saint-Just la Pendue (Loire)

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

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

Editions Science et Industrie S.A.

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



éditorial

Daniel Tardy

1

actualités

6

matériels

9

PRÉFACE

Jacques Auxiette

11

TRAMWAYS - LILLE

◆ Le VAL de Lille

- The Lille VAL

J. Riquart

12

◆ Le VAL de Lille : les travaux des lots 2A et 2B de la ligne 2

- The Lille VAL : Works Lots 2A and 2B for Line 2

R. Vandernotte

17

TRAMWAYS - NANTES

◆ Tramway : Nantes aborde le siècle avec une ligne d'avance

- Tramway : Nantes greets the millennium with a new line

A. Weber

24

◆ La ligne 3 nord du tramway nantais

- Line 3 North of Nantes tramway

D. Masson, J. Camedescasse

27

TRAMWAYS - ORLÉANS

◆ Le tramway de l'agglomération orléanaise

- The tramway of the Orleans conurbation

◆ Le chantier de la section 6 du tramway d'Orléans

- Works on section 6 of the Orleans tramway

G. Chateau

29

35

TRAMWAYS - ROUEN

◆ Le TEOR de Rouen

- The Rouen TEOR

Divers auteurs

40

Sommaire

mars 2001

Tramways - Travaux urbains

Dans les prochains numéros
Travaux souterrains - Ponts Sols et fondations Routes Terrassements Environnement Tunnel de Toulon Réhabilitation - Réparation d'ouvrages International



TRAMWAYS

◆ Les innovations de la Semaly pour la pose de voies ferrées tramway
- *Semaly tramway-tracklaying innovations*
B. Poinseaux, G. Chanel, Ph. Soleil

48



TRAVAUX URBAINS - METZ

◆ Le parc urbain de la Seille à Metz. L'histoire d'une construction avec la nature en centre-ville
- *The Seille urban park in Metz. History of a construction operation with nature in the town centre*
M.-A. Carles

52



TRAVAUX URBAINS - PARIS

◆ Mise en site protégé des couloirs autobus de la ligne Petite Ceinture sur les boulevards des Maréchaux
- *Protecting the bus lanes of the Petite Ceinture line along the Boulevards des Maréchaux*
Fr. Wouts, Th. Marsick

58



◆ Les aménagements du stade Roland-Garros à l'aube du troisième millénaire
- *Improvements to the Roland-Garros stadium as the third millennium dawns*
R. Rimbod

62



TRAVAUX URBAINS - RENNES

◆ La place de Bretagne à Rennes. Un espace public retrouvé malgré de fortes contraintes fonctionnelles
- *Place de Bretagne in Rennes. A public space regained despite significant functional constraints*
S. Briou, M. Carrel

66

recherche

73

table des matières 2000

75

ABONNEMENT TRAVAUX

répertoire des fournisseurs

79

Encart après p. 48

INDEX DES ANNONCEURS

COGIFER	2	ICE	4
ENTE FIERA DI VERONA ...2È DE COUVERTURE		IHC	4
HAURATON	7	SEMALY METRAM	4È DE COUVERTURE

La vague de transports en site propre se poursuit

2000 fut une année exceptionnelle pour les Transports en commun en site propre (TCSP). Treize opérations ont été inaugurées, correspondant à 100 km, pour un montant d'environ 13 milliards de francs (près de 2 milliards €) : nouvelle tranche du VAL à Lille, extension du métro à Lyon, tramway à Lyon (2 lignes), Montpellier, Nantes (2 lignes), Orléans, Saint-Étienne et Strasbourg, tramway sur pneus à Nancy, et site propre bus à Rennes et à Saint-Denis de la Réunion.

Et ce n'est qu'un début ! Pour l'année 2001, ce sont sept projets qui devraient être mis en service : Brest (bus), Clermont-Ferrand (Civis, projet LEO 2000), Grenoble (tramway), La Rochelle (bus), Rouen (Civis, projet TEOR, LISOR) et Tours (bus).

L'effort devrait se maintenir en 2002-2003 avec une nouvelle vague de TCSP : Annecy (bus), Bordeaux (tramway), Caen (tramway sur pneu), Maubeuge (bus), Nantes (tramway), Rennes (VAL), La Rochelle (bus), Saint-Étienne, Toulon (bus), Toulouse (VAL), Valenciennes (tramway).

Des perspectives de chantiers dans de nombreuses villes

Le Groupement des autorités responsables de transport (GART), association qui réunit les élus responsables de transport de 209 agglomérations, départements et régions, a en effet répertorié les projets de transports en commun en site propre existants, en cours de réalisation ou à l'état de projet. Il en ressort que la vague de TCSP se poursuivra au cours des dix prochaines années. Depuis le VAL de Lille, les tramways de Nantes, Grenoble, Saint-Denis/Bobigny, Strasbourg et Rouen, les grands projets de transports urbains s'enchaînent désormais sans laisser de temps mort. Les prévisions du GART pour les années à venir dévoilent bien des perspectives pour le développement des transports publics en France et donc pour les entreprises qui y participent.

Au total, trente agglomérations de province ont aujourd'hui des projets de transport en commun en site propre (TCSP), représentant 556 km de lignes supplémentaires, pour un coût global de 56 milliards de francs (8 milliards €).

65 % de ces projets (45) sont des créations de lignes, tandis que les vingt-quatre autres projets sont des prolongements de lignes existantes.

20 % des projets répertoriés (14) sont des sites propres pour autobus.

Les projets sont classés en fonction de leur état d'avancement :

- ◆ vingt agglomérations ont des projets de TCSP en cours ou en attente de réalisation. Ils sont au nombre de trente-trois, pour un coût global de 28 milliards de francs (4,3 milliards €) et pour un total de 322 km. Treize d'entre eux sont actuellement en travaux ;

- ◆ à plus long terme, trente-sept projets sont en cours de définition dans vingt-deux agglomérations. Leur montant total est de 28 milliards de francs (4,3 milliards €), pour 234 km supplémentaires.

Par comparaison avec les quelque 320 km de TCSP existant actuellement en province, l'offre de TCSP sera presque multipliée par deux d'ici 10 ans.

Le développement des transports publics favorise l'emploi

Parmi ces nouvelles opérations, en cours de réalisation ou en projet, beaucoup concernent des modes routiers, bus ou tramway sur pneu, plus adaptés à des lignes secondaires ou des agglomérations de taille moindre. Les modes routiers rendent le transport en commun en site propre accessible aux villes moyennes, dont les projets fleurissent.



JACQUES AUXIETTE

Président du Groupement des autorités responsables de transport (GART)

Les collectivités locales bénéficient, de plus, d'une conjoncture favorable. En effet, l'État, confirmant sa volonté de donner la priorité aux transports publics, a renforcé ses aides au financement de projets. En 1999, pour la première fois depuis de nombreuses années, l'État a multiplié par 1,5 son poids dans le financement global (investissement et exploitation) des transports publics de province. À travers les subventions d'équipement, 984 millions de francs d'aides de l'État (150 millions €) ont été utilisés par les autorités organisatrices en 1999, dont environ 681 millions de francs (103,8 millions €) pour quatre réseaux ayant un projet de site propre (tramways de Lyon et Montpellier et VAL de Lille et Rennes). Cet effort se poursuit. En 2000, le montant des subventions de l'État aux transports urbains de province aura atteint 1 722 millions de francs (262,5 millions €), dont 974 millions de francs (148,5 millions €) inscrits dans la loi de finances rectificative, correspondant au versement de la totalité des subventions d'investissement aux réseaux à site propre. Pour l'année 2001, le montant des autorisations de programme est de 1 340 millions de francs (204,3 millions €), dont 785 millions pour les sites propres (119,7 millions €) et 555 millions (84,6 millions €) pour les plans de déplacements urbains et autres améliorations des transports collectifs de province.

Des projets dans toute la France

Quant à l'Ile-de-France, le contrat de plan État - Région 2000-2006 prévoit un montant d'investissement pour les transports publics de 19,8 milliards de francs (soit 3 milliards €), hors volet interrégional.

Sur la totalité des investissements des projets de TCSP, une forte part est consacrée aux travaux d'infrastructures. Ils représentent de 40 à 100 % de l'investissement pour les créations de ligne, les pourcentages les plus élevés concernant des projets de bus en site propre. Pour les entreprises de travaux publics, les TCSP, souterrains ou de surface, représentent d'importants marchés et une véritable opportunité.

Ce n'est pas tout. La réalisation, obligatoire pour 58 agglomérations de plus de 100 000 habitants et facultative pour une trentaine d'autres qui l'ont entamée, de Plans de déplacements urbains (PDU), ouvre également de nouvelles perspectives en matière d'aménagements urbains. En plus des projets de TCSP, les PDU prévoient de favoriser le transfert modal vers le transport public et les modes doux (marche, vélo...). Des projets qui devraient se traduire par de nouveaux chantiers : itinéraires piétons, pistes cyclables, pôles d'échanges... Grâce aux PDU, une nouvelle façon d'envisager la ville a vu le jour. Orienter leur politique vers les déplacements durables est devenu, pour les collectivités locales, l'alternative à la saturation automobile. Les clefs de leur réussite ? Réorganiser les déplacements et pour cela concevoir et mettre en œuvre un nouveau partage de la voirie. De ce point de vue, les investissements générés par les PDU représentent une alternative aux traditionnels chantiers routiers. Cette nouvelle approche de la ville favorise la recherche de technologies innovantes en matière de travaux publics (nouveaux revêtements, nouvelles conceptions des aménagements...).

Grâce aux TCSP, grâce au PDU, d'ici 2010, les villes françaises vont changer de visage. À terme, cette approche devrait s'étendre au périurbain. Au-delà de la ville, le défi des collectivités locales sera l'aménagement des banlieues et le développement d'une nouvelle mobilité, laissant parfois moins de place à la voiture et se souciant plus du cadre de vie.

Le VAL de Lille



Figure 1
Plan du réseau
Metro system map

HISTOIRE DU VAL

Depuis 32 ans, la Communauté urbaine de Lille, autorité organisatrice des transports en commun, construit, exploite et organise les transports en commun de la métropole lilloise (territoire de 620 km² regroupant environ 1,1 million d'habitants groupés dans 87 communes de 200 à près de 200 000 habitants).

- **1968** : La Communauté urbaine reçoit la compétence de l'organisation des transports urbains.
- **1970** : L'Établissement Public d'Aménagement de Lille Est (EPALE) demande au laboratoire du professeur Gabillard de l'université des Sciences de Lille de réfléchir sur un moyen de transport rapide et entièrement automatique pour relier la ville nouvelle de Villeneuve d'Ascq et en particulier la Cité scientifique au centre de Lille.
- **1971** : Un procédé original quant aux automatismes (cœur du futur système et siège de l'innovation technologique) fut trouvé par le Laboratoire du professeur Gabillard qui déposa le brevet le 2 juillet.

Le même année, lancement du concours international par l'EPALE, avec l'appui du ministère des Transports pour définir un nouveau système de transport collectif, en automatisme intégral, permettant de faire circuler de façon économique des rames à très fortes fréquences, aussi bien aux heures de pointes qu'aux heures creuses, de Lille à Villeneuve d'Ascq.

La même année, lancement du concours international par l'EPALE, avec l'appui du ministère des Transports pour définir un nouveau système de transport collectif, en automatisme intégral, permettant de faire circuler de façon économique des rames à très fortes fréquences, aussi bien aux heures de pointes qu'aux heures creuses, de Lille à Villeneuve d'Ascq.

- **1972** : Un groupement d'industriels piloté par Matra est déclaré lauréat du concours avec son projet de métro automatique. Matra reprendra à son compte la solution du professeur Gabillard quant aux automatismes (pas d'ordinateur dans la sécurité anti-collision, deux dispositifs anti-collision indépendants, dont un au moins en sécurité positive, faible débit d'information entre voie et véhicule), jugée plus satisfaisante que celles proposées par les industriels. Le système retenu est baptisé "VAL" pour Villeneuve d'Ascq - Lille.

- **1973** : La Communauté délègue une partie de ses compétences au Syndicat mixte des transports. Le partage des compétences se fait comme suit : 60 % à la CUDL et 40 % au Département.

La même année, un prototype du VAL roule en automatique sur une piste d'essai.

- **1974** : Le 29 mars, la Communauté urbaine dessine son schéma à long terme de transports collectifs multimodal et unifié, structuré autour du réseau en site propre du métro constitué de quatre lignes VAL dont les essais effectués pendant deux années ont été concluants. La première ligne relierait Villeneuve d'Ascq à Lille, après obtention de la subvention de l'Etat. L'élargissement des champs d'application du système VAL est tel que la signification du sigle VAL devient alors : Véhicule automatique léger. Ces décisions fondatrices guideront l'action de la Communauté urbaine de Lille au-delà de l'an 2000.

- **1978** : Les chantiers de la ligne 1 sont lancés.
- **1982** : Le système VAL transporte ses premiers visiteurs.
- **1983** : Le 25 avril, le métro est inauguré en présence du président de la République, François Mitterrand. Le 16 mai, un tronçon de 9 km et 13 stations est mis en service commercial entre "4 Cantons" et "République".
- **1984** : L'intégralité de la ligne 1, 13,5 km et 18 stations, est ouverte au public jusqu'au centre hospitalier régional (Lille). Suite au succès immédiat de la ligne 1, le tracé de la première partie de la

ligne 2 est adopté en Conseil de communauté. Cette première partie reliera Lille à l'ouest de l'agglomération, sur 12 km et 18 stations.

- **1989** : La première partie de la ligne 2 est mise en service en avril de "Saint-Philibert" (Lomme) à "Gare Lille Flandres" (ouverture de 16 stations). 1989-1990 : En trois délibérations, la Communauté Urbaine de Lille décide de poursuivre le développement progressif de la ligne 2 entre Lille, Roubaix et Tourcoing (20 km et 26 stations supplémentaires).
- **1994** : En mai, un tronçon de 500 m prolonge la ligne 2 entre "Gare Lille Flandres" et "Gare Lille Europe".
- **1995** : La ligne entre en service en mars sur 3 km supplémentaires entre "Gare Lille Europe" et "Fort de Mons" (Mons-en-Barœul) (ouverture de quatre stations supplémentaires).
- **1999** : Le 18 août, la ligne 2 devient plus longue de 12,5 km (ouverture de 16 stations supplémentaires) reliant "Fort de Mons" à "Tourcoing Centre" en passant par les villes de Villeneuve d'Ascq, Wasquehal, Croix et Roubaix.
- **2000** : Le 27 octobre, l'intégralité de la ligne 2 est inaugurée en présence du Premier ministre Lionel Jospin.

Le prolongement de la ligne 2 jusqu'à C.H. Dron (Tourcoing), à la frontière belge, porte sa longueur totale à 31,5 km desservant 44 stations. Le 28 octobre, la ligne 2 est ouverte au public.

Le réseau actuel est ainsi constitué de deux lignes de métro, soit 45 km de réseau, 60 stations.

La construction s'est étalée sur 22 ans pendant lesquels les travaux ne se sont quasiment jamais interrompus, 20 milliards de francs (valeur 2000) ont été dépensés, 20 millions d'heures travaillées, 1 millier de marchés passés avec des entreprises métropolitaines. En voyageurs transportés, le métro atteint le nombre de 55 millions de passagers par an.

Le réseau de la métropole lilloise est le premier et le plus long réseau au monde de métro entièrement automatique.

Le système automatique du VAL a fait école. En France, il équipe le métro de Toulouse (première ligne en service depuis 1993), la desserte d'Orly depuis 1991 à partir de la station Antony du RER et le métro de Rennes (entrée en service en 2002). A l'étranger, le système VAL fonctionne depuis 1993 et 1996 respectivement sur les métros de Chicago (USA) et Taïpeh (Taïwan). Il équipera le métro de Turin (Italie) dont les travaux commencent en



VAL 208 à la station "Les Près", lot E

VAL 208
at the "Les Près" station,
Lot E

© Max Lerouge



Réalisation
des piles du viaduc
du lot E

Construction
of Lot E viaduct piers

© François Duvermay

2001 pour une mise en service fin 2005 pour les Jeux Olympiques d'hiver.

■ LES ACTEURS : QUI FAIT QUOI ?

Nous ne traiterons ici que des travaux du tronçon Fort de Mons - Dron (figure 1).

La Communauté urbaine de Lille est le maître d'ouvrage de la construction du métro. Elle a confié à la société Matra Transports International le rôle d'ensemblier des différents groupes d'ouvrage suivants : matériel roulant, automatismes, équipements de voie, courants forts, courants faibles.

Les parties "hors Matra" ont été réparties entre deux maîtres d'œuvre : le bureau d'études Systra - Sofretu, filiale de la RATP, et les services techniques de la Communauté urbaine.

Pour la partie voirie et déviation des réseaux/réaménagement de surface après travaux de gros œuvre et de second œuvre, la maîtrise d'œuvre des "VRD" fut entièrement communautaire, sur l'ensemble de la ligne.

Réalisation du tablier
du viaduc du lot E

*Construction
of Lot E viaduct deck*



© François Duvernay

Descente du tunnelier
Gilles de Croix au puits
du Gaz à Wasquehal
(lot 3)

*Lowering
of Gilles de Croix TBM
into the Gaz-Wasquehal
tunnel (Lot 3)*



© François Duvernay



© Max Lerouge

Arrivée du tunnelier Gilles de Croix
à la station Croix Centre (lot 3)

*Arrival of Gilles de Croix TBM
at Croix Centre station (Lot 3)*



De Fort de Mons jusqu'au puits du Gaz à Croix, la maîtrise d'œuvre fut totalement assurée par la Communauté urbaine, que ce soit pour le gros œuvre (tunnel, stations et ouvrages en ligne), ainsi que le second œuvre d'aménagement et les équipements des stations (escaliers mécaniques, ascenseurs, ventilation – désenfumage, épuisement – assainissement, détection incendie, signalisation, mobiliers).

Du puits du Gaz jusqu'à la station Tourcoing Centre, la maîtrise d'œuvre fut totalement assurée par Systra-Sofretu (gros œuvre, second œuvre d'aménagement, équipements des stations).

De Tourcoing Centre à Dron, la maîtrise d'œuvre

du gros œuvre fut confiée à Systra-Sofretu, le second œuvre d'aménagement et les équipements à la Communauté urbaine.

Garage - Atelier Dron : la communauté urbaine fut maître d'œuvre des VRD, du gros œuvre et du second œuvre, Matra se chargea des équipements.

LE PLANNING DE L'OPÉRATION

Les montants des marchés indiqués sont en valeur mars 1989 (date de l'APS).

En raison de leur importance, les travaux de gros œuvre ont été divisés en lots.

Lot E : les travaux depuis l'arrière gare de Fort de Mons jusqu'à la station Jean Jaurès exclue

Objet des deux marchés :

- ◆ Marché 1 : viaduc sur 1282 m environ longeant le boulevard de l'Ouest sur les communes de Mons-en-Barœul et Villeneuve d'Ascq puis franchissant l'autoroute A22 Lille-Gand pour rejoindre l'ouvrage d'accès Constant - Ouvrage d'accès Fort de Mons - Ouvrage spécial rond-point Pilaterie - Ouvrage d'accès Constant entre le viaduc et l'ouvrage Constant;
- ◆ Marché 2 : ouvrage cadre Constant de longueur 269 m - Trémie de longueur 74 m.

Les entreprises titulaires du marché sont les suivantes :

- ◆ marché 1 : SNC Quillery - SRTP - SGTN - Norpac;
- ◆ marché 2 : SGTN - Caroni Construction.

Montant des marchés :

- ◆ marché 1 : environ 74 millions de francs hors TVA (base mars 1989);
- ◆ marché 2 : environ 37 millions de francs hors TVA (base mars 1989).

Délai d'exécution :

- ◆ marché 1 : 42 mois dont 21 mois pour la réalisation totale du gros œuvre (hors pose des coques);
- ◆ marché 2 : 16 mois.

Lot F : Travaux de la station Jean Jaurès jusqu'à la rue du Gaz (puits du Gaz)

Compte tenu des caractéristiques défavorables des horizons traversés sur ce tronçon (alluvions de la rivière de la Marque et passage dans les terrains silteux superficiels), le tunnel fut réalisé par un tunnelier à pression de boue.

Objet du marché : tunnel circulaire enterré de 2240 m de longueur et de 6,80 m de diamètre intérieur. Réalisation de trois stations Jean Jaurès à Villeneuve d'Ascq, Wasquehal - Pavé de Lille à Wasquehal, Wasquehal Centre.

Entreprises titulaires du marché : Bouygues (mandataire) - Norpac - Solétanche - Intrafor - Quillery - SGTN.

Montant du marché : environ 394 millions de francs hors TVA (base mars 89).

Mode d'exécution du tunnel : tunnel exécuté au tunnelier à pression de boue (nom : Jérôme le Courtilleux) construit chez Fives-Cail-Babcock à Lille. Tunnel réalisé en voussoirs de 1,40 m et 1 m de large préfabriqués sur le site de la station Jean Jaurès.

Délai d'exécution : 35 mois à compter de octobre 1993. Foration du tunnel de novembre 1994 à juin 1996.

Lot 3 : Travaux de la rue du Gaz à Croix, jusqu'à l'ouvrage Winston Churchill situé au carrefour des rues de la Tuilerie et Churchill à Roubaix

Le tracé rencontre un substratum d'argile des Flandres (yprésien) sous une couverture quaternaire d'épaisseur réduite (2 à 5 m). Cette dernière est formée essentiellement de limons lœssiques. Le tunnelier à pression de terre a été retenu pour le creusement de ce tronçon.

Objet du marché : tunnel circulaire enterré de 3420 m de longueur et de 6,80 m de diamètre intérieur. Réalisation de quatre stations Croix-Centre et Croix- Mairie, Epeule-Montesquieu et Roubaix-Charles de Gaulle.

Entreprises titulaires du marché : DG Construction (mandataire) - Lodigiani S.p.A - Razel Frères - Pico.

Montant du marché : environ 418 millions de francs hors TVA (base mars 89).

Mode d'exécution du tunnel : tunnel exécuté au tunnelier à pression de terre (nom : Gilles de Croix) construit chez Fives-Cail-Babcock à Lille. Tunnel réalisé en voussoirs de 1,40 m et 0,80 m de large préfabriqués sur les sites de Partek à Boran-sur-Oise et de Capremib près de Reims.

Délai d'exécution : 42 mois à compter de novembre 1993. Foration du tunnel de mars 1995 à juin 1996 (15 mois).

Lot 1 : Travaux depuis l'ouvrage Winston Churchill situé au carrefour des rues de la Tuilerie et Churchill à Roubaix jusqu'au puits Guéthem, situé entre la rue des Carliers et la rue de Roubaix

Le tracé rencontre des formations tertiaires différentes qui se composent principalement d'argile plastique dite argile des Flandres surmontée d'une couverture quaternaire d'épaisseur réduite. Seule la nappe phréatique retenue dans les formations quaternaires par la couche d'argile des Flandres imperméable intéressait le projet. Compte tenu de la nature géologique des terrains et du passage en zone urbaine dense, la méthode du tunnelier à pression de terre a été retenue.



Réalisation de la station Grand-Place à Roubaix

Construction of Grand-Place station in Roubaix



Réalisation des murs intérieurs de la station Gare Jean Lebas à Roubaix

Work on interior walls of Gare Jean Lebas station in Roubaix

© Max Lerouge

© François Duvernay

Objet du marché : tunnel circulaire enterré de 3750 m de longueur et de 6,80 m de diamètre intérieur. Réalisation de six stations Carliers et Mercure à Tourcoing, Alsace, gare Jean-Lebas, Roubaix - Grand Place et Eurotéléport à Roubaix.

Entreprises titulaires du marché : Fougerolle - Campenon Bernard SGE - Sogéa - Fourré et Rhodes - Sogéa Nord.

Montant du marché : environ 752 millions de francs hors TVA (base mars 89).

Mode d'exécution du tunnel : tunnel exécuté au tunnelier à pression de terre (nom : Pierre de Roubaix) construit chez Fives-Cail-Babcock à Lille. Tunnel réalisé en voussoirs préfabriqués de 1,25 m et 0,80 m de large.

Délai d'exécution : 43 mois. Foration du tunnel d'octobre 1992 à juillet 1994.

A noter que le lot 1 de la ligne 2 correspond à l'une des premières réalisations en France d'un tunnel avec un tunnelier à pression de terre et injections de mousse dans la chambre d'abatage.

Lot 2 : Travaux du puits Guéthem (situé entre la rue des Carliers et la rue de Roubaix), à l'entrée du garage atelier Dron

Compte tenu des caractéristiques du sous-sol traversé – pour l'essentiel de l'argile des Flandres de l'Yprésien – ce tronçon fut réalisé par un tunnelier à pression de terre.

Objet du marché : tunnel circulaire enterré de 4300 m de longueur et de 6,80 m de diamètre intérieur. Réalisation de sept stations sur Tourcoing :



© François Duvernay

Station Bourgogne lot 2, vue des quais, travaux de gros œuvre et de voie terminés avant travaux de second œuvre et d'équipements de la station

Bourgogne station Lot 2, view of platforms, structural works and track completed, before finishing works and outfitting of station



Tourcoing-Sébastopol, Tourcoing Centre, Colbert, Phalempins, Pont de Neuville, Bourgogne et CH Dron. Réalisation d'ouvrages cadres d'arrière-gare sur 450 m entre la station CH Dron et le garage atelier Dron.

Entreprises titulaires du marché : Spie Batignolles (mandataire) - Rabot Dutilleul - Lamblin.

Montant du marché : environ 646 millions de francs hors TVA (base mars 89).

Mode d'exécution du tunnel : tunnel exécuté au tunnelier à pression de terre (nom : Pierre de Guethem) construit chez Fives-Cail-Babcock à Lille. Tunnel réalisé en voussoirs de 1,25 m et 0,80 m de large préfabriqués sur les sites de Bonna à Houplin Ancoisne et de Stradal à Comines.

Délai d'exécution : 63 mois à compter de décembre 1993. Foration du tunnel d'avril 1995 à mars 1997 (23 mois).

ABSTRACT

The Lille VAL

J. Riquart

Lille's VAL transit system, whose construction was spread over 22 years, today includes two metro lines, representing 45 km of network and 60 stations. It is the world's first and longest fully automatic metro system.

After having reviewed the history of the VAL, the author describes the main structural works on the Fort de Mons - Dron section of Line 2. Considering their scope, these works were divided into lots with contracts covering mostly the underground works, including tunnel boring and station construction. The Urban Community of Lille is the client for the metro's construction and is also handling part of the prime contracting.

All of Line 2 was inaugurated on 27 October 2000 in the presence of the Prime Minister.

RESUMEN ESPAÑOL

El VAL de Lille

J. Riquart

El VAL de Lille (metro de la ciudad de Lille), cuya construcción ha precisado 22 años, está formado actualmente por dos líneas de metro, o sea 45 km de red y 60 estaciones. Se trata de la primera y más larga red del mundo totalmente automática. Tras haber descrito el historial del VAL, el autor presenta las obras estructurales del tramo Fort de Mons-Dron, de la línea 2. Habida cuenta de su importancia, estas obras se han segmentado en lotes cuyas contratos corresponden, en su mayor parte, a obras subterráneas, ejecución de túneles y construcción de estaciones. La Comunidad urbana de Lille ha actuado como entidad contratante de las obras de construcción del metro, así como de una parte de la dirección de las obras, propiamente dichas.

La totalidad de la línea 2 fue inaugurada el 27 de octubre del año 2000, en presencia del Primer ministro.



Le VAL de Lille : les travaux des lots 2A et 2B de la ligne 2

Le dernier lot des 45 kilomètres de métro entièrement automatique de la Communauté urbaine de Lille regroupe les ouvrages suivants creusés dans l'argile des Flandres : sept stations enterrées, cinq ouvrages en ligne et un ouvrage cadre de 433 m construit à l'abri de parois moulées et de palplanches vérinées, ainsi qu'un tunnel de 3962 m de 6,80 m de diamètre foré par un tunnelier à pression de terre et revêtu de voussoirs béton et les VRD préliminaires et de remise en état.

La compétence reconnue de Spie Batignolles TP en travaux souterrains et en fondations spéciales, l'alliance avec des entreprises locales performantes et une coordination, avec les Services municipaux, les riverains, les maîtrises d'œuvre et le maître d'ouvrage ont permis d'exécuter en sécurité, en qualité et dans les délais, ces travaux en zone urbanisée très difficile.

De façon à amener les habitants, sinon à l'acceptation totale des contraintes du chantier, du moins à leur compréhension, le groupement a établi : une concertation avec les riverains et les élus ce qui a permis de choisir les circuits d'approvisionnement et d'évacuation les plus adaptés, il a choisi également de donner une formation et une priorité d'embauche aux ressources locales, et il s'est impliqué dans le tissu local : en participant avec une entreprise d'insertion à la décoration des enceintes de chantier, aux fêtes de quartier et en organisant deux concerts de jazz dans des stations.

Au début des années 1970, la Communauté urbaine de Lille décidait de doter la métropole lilloise d'un système de transport collectif. Un groupement d'industriels remporte le concours en 1972 et développe le système VAL (Véhicule automatique léger).

La réalisation du lot 2 de la ligne 2, développée sur la commune de Tourcoing, correspond à la plus importante et à la dernière phase des travaux qui a relié en novembre 2000, l'ensemble de la métropole lilloise à la frontière belge en passant par Mons, Wasquehal, Croix, Roubaix et Tourcoing (figure 1).

Cette réalisation regroupe les ouvrages suivants :

- ◆ 7 stations enterrées ;
- ◆ 5 ouvrages en ligne (époussetage des eaux, ventilation, accès pompiers) ;
- ◆ 1 ouvrage cadre de sortie vers le garage atelier ;
- ◆ 1 tunnel de 3962 m excavé au tunnelier ;
- ◆ les travaux de V.R.D. préliminaires et de remise en état.

■ LA GÉOLOGIE DU TRACÉ

La coupe géologique du tracé du lot 2 se présente de la manière suivante (figure 2) :

- ◆ des remblais de surface, très hétérogènes, d'épaisseur variable (1 à 5 m) ;
- ◆ les terrains quaternaires constitués de limons

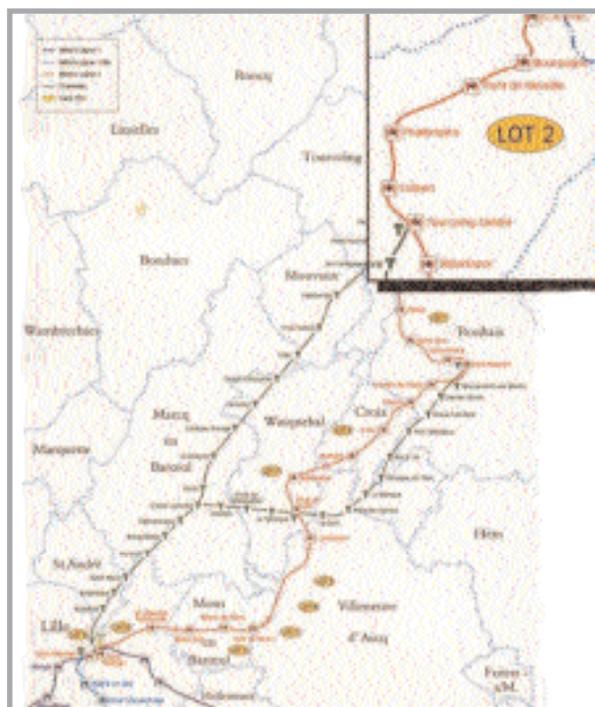


Figure 1
Plan général
du tracé

General route plan

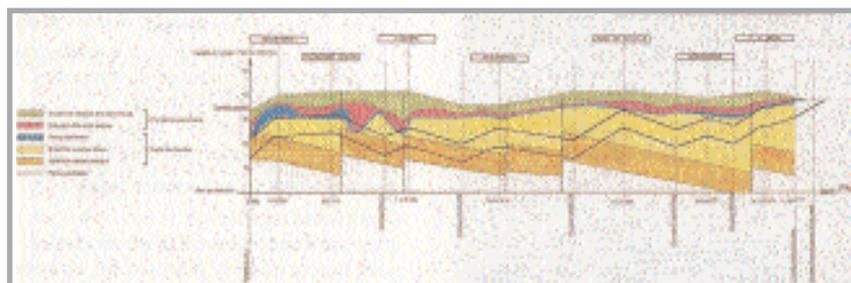


Figure 2
Profil en long,
coupe géologique
Longitudinal profile,
geological section

Photo 1
Terrassement
et butonnage

*Earthworks
and strutting*



Photo 2
Vue générale
côté entrée

*General view
on entrance side*



Photo 3
Coffrage dalle
supérieure voûtée

*Shuttering
for vaulted
upper slab*



en partie supérieure et de colluvions en partie inférieure ; ces niveaux varient de 7 à 10 m d'épaisseur ;

L'argile des Flandres est caractérisée par :

- ◆ un niveau altéré ;
- ◆ un ensemble supérieur avec des caractéristiques silteuses ;
- ◆ un ensemble médian avec un comportement plastique ;
- ◆ un ensemble basal qui n'est pas concerné par le projet ;
- ◆ une nappe aquifère continue entre 2 et 6 m de profondeur baigne les terrains quaternaires.

■ LES TRAVAUX V.R.D.

Les travaux de V.R.D. concernent l'ensemble des activités accompagnant la réalisation des stations, à savoir :

- ◆ déviation de tous les réseaux avant les travaux ;
- ◆ déviation des voies de circulation ;
- ◆ déviation des réseaux et voiries en cours de chantier en fonction du phasage d'exécution ;
- ◆ remise en place des réseaux et des voiries à la fin de la réalisation des stations.

Certaines stations ont présenté des particularités telles que la station Pont de Neuville, avec la déviation d'un câble EDF 45 000 V et la déviation d'un feeder GDF Ø 300, ou encore l'ouvrage cadre pour lequel il a fallu maintenir le réseau informatique du centre hospitalier en service.

■ LES STATIONS

Toutes les stations et leurs accès ont été réalisés à l'air libre, à l'exception de la station Colbert, exécutée en partie sous dalle.

Les phasages de construction ont été les suivants :

- ◆ travaux V.R.D. ;
- ◆ réalisation des parois moulées ;
- ◆ terrassement, butonnage (photo 1) ;
- ◆ exécution de la structure à la remontée, en phase avec le passage du tunnelier ;
- ◆ préparation des parois moulées, pose de l'étanchéité et du ferrailage ;
- ◆ coffrage et bétonnage par des banches "type barrage" ; hauteur maxi 4,50 m en trois ou quatre levées ;
- ◆ pose de l'étalement vertical, des coffrages horizontaux du ferrailage et bétonnage de toutes les dalles (mezzanine, intermédiaire et de couverture) enlèvement et remise en place de butons si nécessaire ;
- ◆ pose de l'étanchéité horizontale et protection ;
- ◆ remblaiement de l'ouvrage ;
- ◆ remise en place des réseaux, de la voirie et aménagements de surface (photos 2 et 3).

Soutènement

Le soutènement a été assuré par :

- ◆ les parois moulées de 0,82 à 1,22 m d'épaisseur, de 25 à 30 m de profondeur, encaissent totalement avec les butons l'ensemble des charges et surcharges pendant les phases provisoires ;
- ◆ des palplanches vérinées ou au coulis en particulier dans les accès ;
- ◆ des butons métalliques actifs et passifs de 600 mm à 900 mm (suivant les terrains et la proximité d'immeubles sensibles) sont mis en place dans des positions bien déterminées et au fur et à mesure du terrassement ou des phases de coulage.

Structure

La structure principale des stations est composée :

- ◆ d'un radier inférieur drainant et voûté pour mieux résister à la pression des argiles gonflantes, il est composé d'un Bidim®, de drains, de 40 cm de gravier de 10/60, d'un polyane renforcé, d'un béton de propreté et de forme de 10 cm d'épaisseur et d'un béton armé de structure de 1,10 m d'épaisseur (photo 4 et figure 3);

- ◆ de voiles périphériques reprenant les poussées hydrostatiques en béton armé de 0,8 à 1,00 m d'épaisseur;

- ◆ de planchers ou mezzanines intermédiaires en béton armé de 0,9 à 1,20 m d'épaisseur;

- ◆ d'une dalle supérieure en béton armé de 0,9 à 1,2 m d'épaisseur;

- ◆ ratio moyen acier/béton = 110 kg/m³.

Les structures secondaires intérieures (couvertures des voies...) sont construites après le passage du tunnelier.

L'ensemble est étanché par un complexe PVC.

Fouilles archéologiques

Deux des stations ont été concernées par des travaux de fouilles archéologiques effectuées respectivement pendant 4 et 3 mois par des spécialistes de l'Histoire locale. Il s'agissait pour Tourcoing Centre, de retrouver des vestiges du château de Tourcoing et pour la station Colbert de retrouver des traces de l'activité textile du quartier.

LES OUVRAGES EN LIGNE

Ces ouvrages sont utilisés pour l'épuisement des eaux, la ventilation et les accès pompiers; ils sont situés dans chaque interstation au point bas du tunnel (photo 5).

Leur structure est la suivante :

- ◆ puits de 6 m de diamètre creusé à l'abri de la paroi moulée de 0,82 d'épaisseur et d'une profondeur de 21 à 30 m permettant le débouché à l'air libre;

- ◆ plusieurs dalles et escaliers en béton dans ce puits;

- ◆ rameau de longueur variable, de 5 à 11 m creusé de façon traditionnelle;

- ◆ démontage d'anneaux pour une liaison avec le tunnel;

- ◆ ouvrage de surface permettant l'accès et le débouché des ventilations.

L'OUVRAGE CADRE

Cet ouvrage placé en fin de lot, d'une longueur de 433 m est composé :

- ◆ d'un tunnel cadre à triple voie d'une largeur de

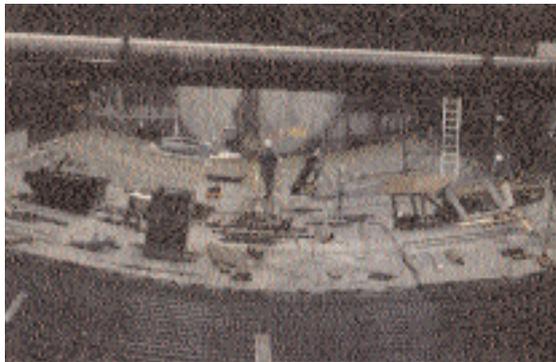


Photo 4
Ferrailage
d'un plot de radier

Floor section
reinforcement



Photo 5
Creusement
d'un rameau
Digging
for a branch

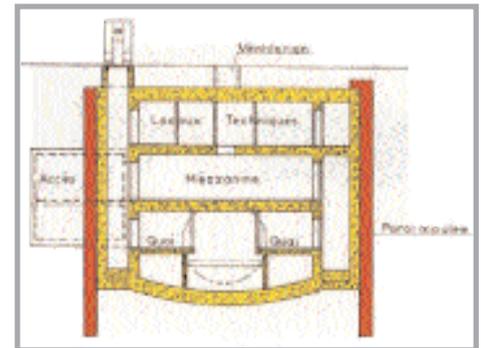


Figure 3
Coupe transversale
d'une station
Cross section
of a station



Photo 6
Tunnel cadre
Framework tunnel

15 m, de 240 m de longueur, construit dans une enceinte de parois moulées étanches (des joints *waterstop* sont incorporés aux panneaux). Ces parois moulées sont butonnées provisoirement en parties hautes et basses, les butons sont remplacés par un radier en béton armé et par une dalle de couverture dont les armatures sont couplées aux aciers de la paroi moulée;

- ◆ d'une voie d'injection d'une largeur de 3,5 m et de 100 m de longueur construite dans une enceinte de palplanches vérinées et de palplanches coulées. La pose de l'étanchéité et du béton armé en périphérie a été exécutée après le remplissage des ondes de palplanches;

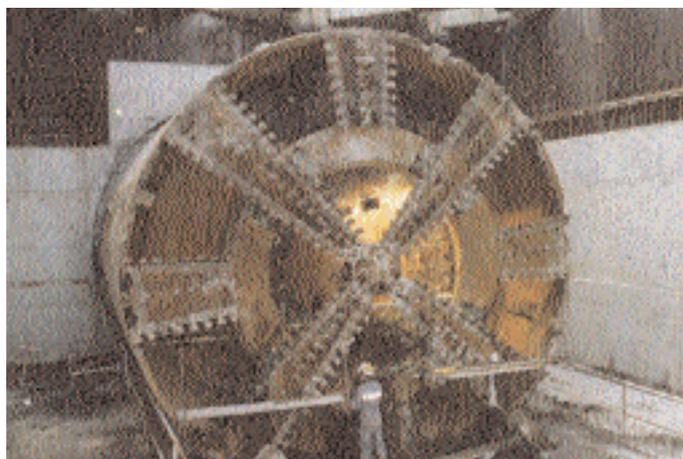
- ◆ d'une voie de retrait d'une largeur de 3,5 m et de 45 m de longueur (idem voie d'injection);

- ◆ d'une trémie ouverte de 100 m de longueur accédant au garage atelier construction (idem voie d'injection à l'exception de la couverture) (photos 6 et 7).



Photo 7
Vérinage palplanches
(tunnel cadre)
Sheetpile jacking
(framework tunnel)

Photo 8
Entretien du tunnelier pendant le franchissement d'une station
Maintenance of tunnel boring machine during the crossing of a station



CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DU TUNNELIER

- Diamètre de creusement : 7,68 m
- Longueur totale bouclier : 8,63 m
- Poids du tunnelier (hors train suiveur) : 420 t
- Couple maxi : 1 300 t/m à 0,6 tr/mn
- Vitesse maxi d'avancement : 60 mm/mn
- Puissance hydraulique installée : 1 280 KW
- Puissance électrique installée : 1 760 KVA
- Poussée totale : 5 156 t
- Articulation de la jupe 15 vérins
- Débattement : +/- 2 degrés
- Vis d'extraction : Ø 900 m débit maxi 389 m³/h.
- Erecteur de type annulaire à préhension mécanique
- Navigation, guidage : système CAP



■ L'OUVRAGE SOUTERRAIN

Réalisation du tunnel

Le tunnelier à pression de terre a été assemblé dans l'ouvrage de départ (puits des Carliers) commun avec le lot 1 (tronçon Roubaix-Tourcoing) par une grue de 600 t/m. Il a creusé 3962 m de tunnel en 798 postes de 8 heures, soit 14,90 m moyen de creusement et de pose de revêtement par jour. Il a traversé six stations en cours de construction et a débouché dans la station C.H. Dron où il été démonté. Du fait du manque de circulation autour de cette station, un portique de 300 t, dont le système de roulage était en appui sur les parois moulées, a été utilisé.

Le démontage des voies, des conduites de ventilation, le déséquipement total de la galerie et le béton de rechargement ont été effectués en 300 postes de 8 heures.

Revêtement du tunnel

Le revêtement du tunnel est constitué par des anneaux universels de 34 cm d'épaisseur et de longueur 1,25 m ou 0,80 m. Un anneau comprend trois voussoirs courants, une clé, deux contre-clés, ainsi qu'un radier préfabriqué mis en place à l'avancement. Ils ont été fabriqués par deux usines régionales Bonna et Stradal.

Déblais

L'évacuation des déblais par la route a nécessité une organisation parfaite et une étroite collaboration de l'entreprise, de la maîtrise d'œuvre, des Services municipaux et de la Communauté urbaine pour la circulation des camions sur le chantier, dans les rues adjacentes et sur les voies de dégagements.

Une grande partie de ces déblais a été utilisée pour

étancher des décharges et pour fabriquer des produits en terre cuite (briques, tuiles...).

Dispositifs particuliers

Plusieurs dispositifs particuliers sont prévus :

- ◆ les tympans d'entrée du tunnelier sont constitués d'un contre-voile en coulis bentonite ciment faiblement dosé, accolé à la paroi moulée. Ce contre-voile a assuré provisoirement les fonctions de soutènement en voûte du tunnelier et l'étanchéité ;
- ◆ les tympans de sortie du tunnelier sont constitués d'un massif de barrettes en coulis à 3 MPa, avant le démarrage du tunnelier la paroi moulée est démolie sur le diamètre utile, les barrettes assurent dans ce temps relativement court la fonction de soutènement ;
- ◆ les franchissements des stations en 10 jours ouvrables ont été facilités par la réalisation des massifs d'entrée et de sortie, par la prédémolition des tympans d'entrée et de sortie, par la préparation des longrines de glissement permettant la traversée, par la mise en place par les équipes stations de toute la logistique préparatoire et par la programmation et le suivi strict des phases de travaux nécessaires ;
- ◆ l'auscultation topographique des bâtiments et des réseaux sensibles le long du tracé avant, pendant et après le creusement et l'instrumentation de profils dans les terrains autour des excavations a permis de réagir rapidement et de n'avoir pratiquement aucun sinistre sur le bâti.

Tunnelier (photo 8)

Le tunnelier est du type articulé à pression de terre avec injection de mousse. Il a été fabriqué à Lille par la société Fives-Cail-Babcock sous licence Kawasaki, livré sur chantier en éléments par convois routiers, il est actuellement sous cocon et stocké dans un hangar du port fluvial de Lille en attendant sa future utilisation (cf. encadré "Caractéristiques du tunnelier").

Pour l'ensemble du projet, des valeurs de cohésion inférieures aux valeurs moyennes ont été retenues introduisant, ainsi un coefficient de sécurité sur le paramètre du comportement *in situ* de l'argile des Flandres (fracturation potentielle ou existante dans les phases de décompression de terrain).

Notre conseiller géotechnique nous a recommandé – pour tenir compte du phénomène de blocs – d'exercer sur le terrain une pression supérieure à celle théoriquement nécessaire afin d'assurer la stabilité globale et par conséquent réduire l'ouverture du réseau de fissures.

Ces recommandations ont été suivies puisqu'elles ont été corrélées par les résultats de différents profils tassométriques.

Les enregistrements des pressions de confinement ont été souvent proches de 130 kPa et le maintien d'une tête pleine de matériaux a été assuré (comp-

te tenu des adaptations nécessaires qu'imposaient la géologie locale et les hauteurs de couverture de tunnel).

Le débit en blocs de l'argile étant un élément défavorable à l'homogénéisation du terrain à excaver et de la mousse, différentes études et essais sur la première centaine de mètres de creusement ont été effectués.

L'entreprise a pu stabiliser la pression de confinement à son niveau nécessaire, diminuer le couple de brassage et maximaliser le couple disponible pour l'abattage en :

- ◆ ajoutant une certaine quantité d'eau, ce qui a permis de réduire les frottements ;
- ◆ étudiant spécifiquement la mousse : les expansions, les débits à différents points, divers agents moussants et les quantités strictement nécessaires et qui, au-delà, n'apportaient plus de gain notable (photo 9).

■ LA QUALITÉ

Sur ce chantier, dès le démarrage, a été mis en place un système d'assurance qualité s'appliquant à tous les intervenants. Cette démarche est définie dans la politique Qualité du groupement d'entreprises : **"Maîtriser de hauts niveaux de qualité de réalisation et en donner l'assurance à nos clients"**. Un ingénieur Qualité, affecté à plein temps au projet, a assisté, validé et contrôlé l'ensemble des activités couvertes par des procédures d'exécution et d'auto-contrôle de toutes les phases de travaux.

■ LA SÉCURITÉ

Le groupement d'entreprises a mis en œuvre de nombreuses actions, afin de mener une politique de prévention :

- ◆ un cadre de Sécurité, de l'Hygiène et des Conditions de travail a été affecté à plein temps sur le chantier ;
- ◆ un livret d'accueil a été distribué et rédigé de façon à concerner chaque intervenant du chantier ;
- ◆ 3,11 % des heures travaillées ont été consacrées à la formation interne, externe et à l'accueil (104 secouristes du travail ont été formés avec 100 % de réussite) ;
- ◆ plus de 110 PSPS et additifs ont été diffusés et commentés ;
- ◆ les méthodes et les matériels ont été pensés, dès leur phase de conception, de façon à minimiser les risques ;
- ◆ un journal mural a été élaboré pour informer le personnel du chantier de la vie globale du projet ;
- ◆ une réunion de tout le personnel, toutes les trois semaines maximum, animée par l'encadrement direct a sensibilisé l'ensemble du personnel aux problèmes de qualité et de sécurité ;

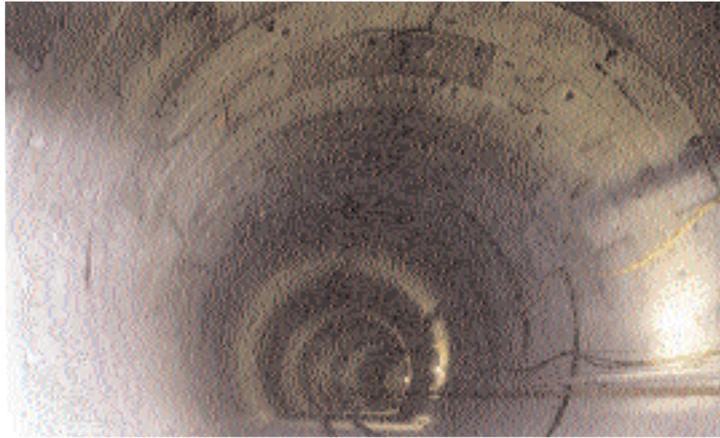


Photo 9
Tunnel avec radier
Tunnel with floor

- ◆ une réunion bi-annuelle à l'occasion de manifestations festives (Sainte-Barbe ou de fin de travaux de station, etc.), appelée revue de chantier et animée par le directeur de projet, a permis d'évoquer les bilans des semestres écoulés et les perspectives des prochains ;
- ◆ le projet a été récompensé par le Casque d'or Sécurité de la Communauté urbaine de Lille remis au groupement d'entreprises en 1996.

■ ENVIRONNEMENT

Une coordination, avec les services municipaux, les riverains et les maîtrises d'œuvre a permis de choisir des circuits d'approvisionnement et d'évacuation les plus sécuritaires et les moins gênants pour les riverains.

Les méthodes retenues, le matériel choisi, et les protections adaptées ont limité les nuisances phoniques (pose de murs antibruit, portique de marirage, entretien parfait des grues et adaptation de silencieux...).

Insertion

Le groupement d'entreprises a développé une volonté d'insertion du chantier dans son environnement.

Des travaux de cette envergure sur une durée de 5 ans, dans un tissu urbain dense, avec des passages dans des quartiers très difficiles ou le taux de chômage était très important n'allaient pas sans entraîner quelques perturbations.

Aussi, afin de favoriser l'intégration des différents chantiers dans le paysage urbain et d'amener les habitants, sinon à l'acceptation totale des travaux, au moins à la compréhension, la société d'insertion Arcane a imaginé avec l'aide du groupement, de la ville de Tourcoing, de la Communauté urbaine de Lille et de la maîtrise d'œuvre de créer des activités périphériques pour améliorer l'environnement.

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- Parois moulées : 53 300 m²
- Palplanches vérinées : 540 ml
- Déblais : 430 000 m³
- Butons et cintres : 4 900 t
- Béton : 149 000 m³
- Coffrage : 70 000 m²
- Armatures : 13 725 t
- Etanchéité : 41 200 m²
- Nombre d'heures de travail total : 1 365 000 h

Montant global du marché

639 millions de francs HT (valeur mai 1992) dont :

- stations : 345 millions de francs HT
- tunnels : 263 millions de francs HT
- V.R.D. : 31 millions de francs HT

- Délai contractuel global : 60 mois
- Délai effectué : 51 mois

Photo 10
Elément de décoration
de la station
Phalempins
Decorative element
of Phalempins station



Photo 11
Elément de décoration
de la station
Pont de Neuville
Decorative element
of Pont de Neuville station



ment des chantiers. Par exemple en décorant les sites des stations, en animant les fêtes de quartier et en informant la population afin que celle-ci prenne conscience des avantages apportés par le métro.

Dans cet esprit plusieurs actions ont été menées :

- ◆ décoration de la station Tourcoing Centre pour Noël ;

- ◆ décoration de la station Phalempins pour la fête du cinéma avec différents jeux et film en plein air ;

- ◆ décoration de la station pont de Neuville ;

- ◆ participation aux fêtes de quartiers Bourgogne Phalempins.

En outre, pendant la durée du chantier avec les organisateurs du festival de jazz de Tourcoing, avec le peintre Madjoub Ben Bella, qui a prêté ses plus beaux tableaux, avec Arcane qui a décoré et mis en place le matériel prêté par les services municipaux et avec l'accord bienveillant du député-maire J.-P. Balduick, le groupement a organisé en 1996 et 1997 deux concerts de jazz dans les stations Tourcoing Centre et CH Dron dont le gros œuvre était en cours de finition.

Organisées par la Communauté urbaine de Lille avec l'aide du groupement et de la maîtrise d'œuvre, deux journées portes ouvertes ont permis à chaque manifestation, à plus de 700 personnes de se ren-

seigner sur les travaux en cours et de descendre dans la station Sébastopol et de rejoindre la station Tourcoing Centre par le tunnel (photos 10 et 11).

Emploi

Le groupement d'entreprises, dont deux sociétés implantées sur la métropole Lilloise, a embauché 169 personnes, cadres, Etam et techniciens pour la durée du chantier en liaison et en partenariat avec la Direction du Travail, les ANPE, le Centre de ressources communautaires pour l'insertion par l'économique, le Plan tourquenois d'insertion et les représentants de la maîtrise d'œuvre.

Les priorités d'embauches suivant les besoins, après une remise à niveau, étaient dans l'ordre : les ressources locales de la ville de Tourcoing, du versant nord-est, de la Communauté urbaine de Lille, du département du Nord et de la région du Nord Pas de Calais.

Pendant la période de préparation du chantier, le service du personnel de Spie Batignolles a effectué une présélection avec le Greta de Roubaix et le cabinet Ominor de 30 jeunes de 18 à 25 ans. Pour moitié pour une formation de maçon coffreur au CPO de Courcelles-les-Lens et pour l'autre moitié pour une formation de mécaniciens tunnelier au centre ACM Hellemmes.

Après une remise à niveau en français, mathématiques, géométrie la formation a eu lieu en alternance – école chantier – avec contrôle par les centres de formation ; chaque jeune a eu à sa disposition pendant toute la durée de sa formation un ouvrier qualifié ou un Etam comme tuteur.

Les résultats et le contrôle continu ont été suivis par le directeur du personnel de Spie Batignolles, par le directeur de projet ainsi que par les directeurs de travaux tunnel et stations.

Au mois de juin 1996, après 1 an et demi d'alternance et 34 000 heures de formation, huit ont obtenu le brevet professionnel de maçon coffreur et dix le brevet professionnel de maintenance des systèmes automatisés, ils ont été immédiatement embauchés comme ouvrier qualifié.

CONCLUSION

A chaque étape de la réalisation des études, des méthodes et des travaux, l'étroite collaboration et l'excellente entente entre les maîtres d'œuvre et d'ouvrage avec les différents secteurs du groupement VRD, station, tunnel, et les différents intervenants (service des eaux, EDF, Telecom, Ecologie urbaine, service technique de la ville de Tourcoing, fondation spéciale, terrassiers, ferrailleurs, étancheurs, fournisseurs de béton, etc.) ont permis de réaliser un chantier parfaitement cordonné, dans un délai inférieur à celui prévu au marché.

La réussite d'un grand projet urbain dépend essentiellement des critères suivants :

- ◆ identification des objectifs ;
- ◆ préparation en amont (méthodes, choix du matériel, connaissance du contexte environnemental particulier) ;
- ◆ formations ;
- ◆ technicité ;
- ◆ programmations précises (suivi et contrôle) ;
- ◆ réunions de coordination élargies (personnes ou associations concernées par la présence des travaux) ;
- ◆ information générale en liaison avec les maîtrises d'œuvre, d'ouvrage, les médias ainsi que les riverains, commerçants, associations, élus ;
- ◆ satisfaction du client dans la qualité et les délais ;
- ◆ motivation et fierté des hommes (ambiance générale forcément positive) ;
- ◆ implication dans le tissu local et l'environnement

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maitre d'ouvrage

Communauté urbaine de Lille

Maitre d'œuvre lot gros œuvre

Sofretu, Systra

Maitre d'œuvre lot VRD

CUDL maîtrise d'œuvre Métro

Groupement d'entreprises

- Spie Batignolles TP (mandataire)
- Rabot Dutilleul TP
- Lamblin Travaux Publics

Sous-traitants

- Spie Fondations (parois moulées et massif coulis)
- Spie Citra Nord (palplanches vérinées)
- Nouharet/Belfer/Arba (armatures)
- Semen TP/Vitse SA/Lamblintp (terrassement)
- E.I.G.C.C (étanchéité)
- Bonna/Stradal (voussoirs préfabriqués)

ABSTRACT

The Lille VAL : Works Lots 2A and 2B for Line 2

R. Vandernotte

The last contract section (work lot) for the 45 km of fully automatic metro lines of the Urban Community of Lille includes the following structures dug in Flanders clay : underground stations, five line structures an a framework structure of 433 m built under shelter of diaphragm walls and jacked sheetpiles, as well as a tunnel 3,962 m long and 6,80 m in diameter dug by an earth-pressure TBM and lined with concrete segments, and the works on preliminary roadways and utility networks and restoral operations.

The acknowledged capabilities of Spie Batignolles TP in underground works and special foundations, its alliance with efficient local companies, and coordination with municipal services, local residents, prime contractors and contracting authorities have made it possible to complete these works, in a very difficult urbanised zone, in full safety and in compliance with quality specifications and deadlines.

In order to gain, if not the total acceptance of jobsite constraints by local residence, at least their understanding, the group established consultations with local residents and authorities, enabling the choice of the most suitable supply and evacuation circuits. It also chose to provide training and priority employment for local resources, and became involved in the local fabric : participant with a rehiring firm in the decoration of worksite enclosures, in neighbourhood festivals and in organising two jazz concerts in stations.

RESUMEN ESPAÑOL

El VAL de Lille : obras de los lotes 2A y 2B de la línea 2

R. Vandernotte

El último lote de los 45 kilómetros del metro totalmente automático de la Comunidad urbana de Lille está formado por las estructuras siguientes, excavadas en la arcilla de Flandes : siete estaciones subterráneas, cinco estructuras en línea y una estructura marco de 433 m, construida al resguardo de pantallas continuas y de tableta-

cas ajustadas por cilindros hidráulicos, como también un túnel de 3,962 m, de un diámetro de 6,80 m excavado por un tunelero a presión de tierra y revestido mediante dovelas de hormigón, así como las vías y redes diversas preliminares y restauración para reposición según el estado inicial.

La competencia reconocida de la empresa Spie Batignolles TP en el sector de las obras subterráneas y cimentaciones especiales, la coparticipación con las empresas locales perfectamente conocidas y apreciadas y la coordinación con los servicios municipales, el vecindario, las direcciones del proyecto y la entidad contratante, han permitido ejecutar con toda seguridad, y tanto en calidad como en el respeto de los plazos impartidos, todas estas obras en una zona urbanizada sumamente difícil.

Con objeto de convencer a los habitantes, no ya de la aceptación total de los imperativos derivados de la ejecución de las obras, pero sí, por lo menos, de su comprensión, el Grupo ha establecido una concertación con el vecindario adyacente y sus representantes políticos que ha permitido seleccionar los circuitos de aprovisionamiento y de evacuación mejor adaptados, así como impartir una formación y una prioridad de contratación a los recursos locales, implicándose en el entramado local y participando, conjuntamente con una empresa de inserción al trabajo en la decoración de los recintos de las obras, en los festejos del barrio y, asimismo, la organización de dos conciertos de jazz en las estaciones.

Tramway : Nantes aborde le siècle d'avance

Parce que Nantes ne voulait finalement pas devenir une ville à l'américaine et sacrifier ses quartiers historiques au profit de pénétrantes autoroutières, elle s'est engagée dès la fin des années 1970 dans l'aventure du tramway moderne. Une première ligne aux allures de pionnière, une seconde délibérément audacieuse en terme d'insertion, la troisième qui fait ses classes et déjà des prolongements qui formeront, dans les cinq ans à venir, un réseau de 46 kilomètres : Nantes a changé de siècle avec un tramway d'avance sur les autres métropoles françaises. Cette incontestable réussite repose sur quelques solides piliers : la persévérance d'une politique rationnelle et souvent courageuse en matière de déplacements, l'aptitude des automobilistes à répondre avec réalisme à ces sollicitations et surtout, l'indéfectible enthousiasme des Nantais pour monter dans le tramway. Depuis l'automne 2000 et la mise en service commercial de la branche nord de la ligne 3 et du prolongement vers l'ouest de la ligne 1, ils sont ainsi plus de 200 000 à assurer chaque jour le succès du tram.

Complètement ouverte vers l'estuaire et l'Atlantique en même temps qu'aux larges vallées qui l'irriguent, Nantes n'a jamais manqué de territoires pour assurer son développement. C'est pourquoi elle a régulièrement, pacifiquement, colonisé son espace. L'effet conjugué de la géographie et de l'histoire a ainsi créé la plus californienne des villes de l'Ouest français.

■ UNE ALTERNATIVE AU TOUT-VOITURE

La densité urbaine est deux fois moindre, par exemple, que celle de Grenoble, avec des "gratte-ciel" pratiquement limités à l'hypercentre d'une agglomération qui s'est construite à l'image d'un immense lotissement. Le centre-ville de Nantes offre des espaces vastes à rendre jaloux tous les "Hausmann" du monde, concédés à la circulation automobile lors du comblement des fleuves de la Venise de l'Ouest ou livrés aux démolisseurs par les bombardements de la Seconde Guerre mondiale.

Ajoutons-y un climat atlantique dont les vents protègent avec constance la ville contre les principaux risques de pollution atmosphérique et on saisira mieux comment, il y a 30 ans, celle-ci semblait destinée aux délices du tout-déplacement-automobile.

Il fallut alors quelque clairvoyance pour deviner le danger caché derrière cette accumulation de facteurs favorables. D'ailleurs une première autoroute urbaine vint sans coup férir perforer les faubourgs pour s'ouvrir la voie jusqu'au château des Ducs de Bretagne et à la cathédrale gothique. Pénétrante sud, elle devait inexorablement se muer en péné-

trante nord après avoir escamoté un autre morceau de centre historique. La suite de cette logique aurait pu favoriser un scénario-catastrophe au terme duquel un enchevêtrement autoroutier serait venu par touches successives remplacer le cœur historique. Attachée à sa culture tout comme à son histoire, la cité a réagi et inversé la vapeur en adoptant deux projets complémentaires : la construction d'un réseau de tramway représentant, pour accéder au cœur de ville, une alternative vraiment crédible au déplacement automobile et la réalisation d'un contournement routier. La logique du plan de déplacement urbain de l'agglomération nantaise était en place. Restait à la décliner.

■ TRANSPORTS PUBLICS ET AUTOMOBILE : PLUS COMPLÉMENTAIRES QUE CONCURRENTS

Le schéma directeur des transports collectifs et le plan de déplacements urbains, adoptés entre 1990 et 2000, sont une réponse à l'explosion des déplacements motorisés, et particulièrement automobiles, mesurée entre 1980 et 1997 dans l'aire de l'agglomération nantaise. Les voies d'accès au cœur de la ville-centre étaient alors menacées d'asphyxie et il convenait d'entreprendre une série d'actions d'envergure pour palier les excès du développement automobile, et choisir en quelque sorte un "mode de ville" assurant la complémentarité entre les divers supports du déplacement. Près de dix ans après l'adoption unanime de cette stratégie d'équilibre, ses effets peuvent aisément se mesurer. Ainsi une enquête lourde de l'agence d'études urbaines a-t-elle démontré que Nantes est la seule agglomération française où, au cours des dix dernières années, la part de la voiture dans le marché des déplacements a baissé... au profit des transports publics et des deux roues non motorisés. Ce fléchissement reste modeste (2 %) et surtout relatif car en chiffre absolu les déplacements en voiture particulière ont largement augmenté, mais il s'agit malgré tout d'une inversion significative de tendance. Le comportement des Nantais, dans leurs choix de mode de déplacement, change et continue de changer. Cette mutation est sensible. Elle se traduit notamment par la pratique du déplacement "malin", et en particulier par le recours de plus en plus fréquent à la "multimodalité". Qu'est-ce qui a donc fait, à Nantes peut-être plus qu'ailleurs, bouger les curseurs ?

Prolongement de la ligne 1. Station Lauriers
Extension of Line 1. Lavriers station



© SEMITAN. Jacques Pacor

avec une ligne

Il y a sans doute plusieurs réponses à cette question, dont certaines sont indéniablement liées à la prise de conscience de la nécessaire protection de l'environnement urbain et à la recherche d'une certaine qualité de la ville. Les axes retenus pour guider la stratégie du plan de déplacement sont toutefois incontestablement déterminants dans cette mutation. Ces objectifs se résument en quelques idées-forces.

■ LE TRAMWAY AU CŒUR DU DISPOSITIF

La première de ces idées-forces est que le périphérique doit non seulement être un lieu de transition pour les liaisons interrégionales mais aussi une infrastructure urbaine de distribution de l'agglomération. Sept ans après le bouclage de cette rocade, on peut dire que ce double objectif est atteint : la circulation de transit emprunte certes le périphérique mais il est aussi utilisé pour nombre de liaisons interquartiers ou intercommunales. Parallèlement, les pénétrantes, devenues obsolètes à l'intérieur du périmètre de la rocade, ont désormais vocation à être retraitées en boulevards urbains. Les transferts de domanialité entre l'Etat et les collectivités locales se réalisent progressivement et deux Nationales ont déjà pour tout ou partie été reprises de cette manière.

Les continuités piétonnes et cyclistes ont été développées de manière prioritaire, et particulièrement en accompagnement des réalisations des nouvelles lignes de tramway : la réactivité, des piétons comme des cyclistes, a été quasi immédiate. Deux nouveaux franchissements du fleuve sont venus compléter les ponts existants sur la Loire, créant de nouveaux et bien nécessaires itinéraires nord-sud.

L'agglomération a par ailleurs investi dans la réactivation de l'étoile ferroviaire de la SNCF dont certaines branches constitueront dès 2003 les premiers maillons d'un RER à la nantaise.

On le sent bien : la logique de ce plan de déplacement repose sur la cohérence de l'ensemble de ces mesures. L'épine dorsale de ces dispositions n'en est pas moins le développement spectaculaire de l'offre de transport public, à partir d'un réseau-armature de tramway irrigué par une soixantaine de lignes d'autobus très maillées. Le résultat est là : à l'heure de pointe du matin, la plus chargée de la journée, près de 40 % des accès à l'hypercentre de l'agglomération sont réalisés grâ-

ce au réseau de transport public. Ce succès, parmi les plus retentissants dans l'hexagone, repose pour une part sur la recherche du meilleur confort dans les transferts modaux : des parcs d'échange permettent ainsi à l'automobiliste de garer sans difficulté son véhicule et de poursuivre en tramway son chemin vers le centre-ville.



Prolongement de la ligne 1. Boulevard Allende

Extension of Line 1. Boulevard Allende

© SEMITAN - Jacques Pacor

■ REPENSER L'ESPACE URBAIN

Fidèle à cette logique dans l'organisation de ses déplacements, l'agglomération nantaise est ainsi, d'une certaine manière contrainte de prolonger cette stratégie jusqu'à son parachèvement. Une pause durable dans le développement du réseau, et les résultats si chèrement engrangés se trouvent déjà en partie grignotés. Garantir, avec le transport collectif, une alternative séduisante au déplacement individuel, demeure donc une tâche de longue haleine. C'est l'objectif premier du schéma de développement du réseau à l'horizon 2005. Ce dernier est essentiellement axé sur la réalisation de nouvelles lignes de tramway et la réactivation de l'étoile ferroviaire, dans le cadre d'un plan de déplacements urbains en cours de toilettage pour répondre aux impératifs de la loi sur l'air.

Dans ce cadre, deux chantiers se sont ouverts en juillet 1998 (au lendemain même de l'extinction des feux de la Coupe du monde à Nantes). Le premier d'entre eux a amorcé la ligne 3 en réalisant la première phase de sa branche nord. Quatre kilomètres de tramway se sont ainsi construits sur l'axe routier historique de Nantes à Saint-Nazaire et Vannes. Depuis le cœur de l'agglomération et



© SEMITAN. Jacques Pacor

Ligne 3.
Station
Beauséjour

Line 3.
Beauséjour
station

► l'embranchement avec la ligne 2 sur le cours des 50 Otages jusqu'à la porte de Nantes, aux confins d'Orvault et de Saint-Herblain, cette réalisation représente l'un des défis d'insertion urbaine les plus complexes qu'ait rencontré jusqu'ici le tramway moderne. Mise en service à l'automne 2000, cette première phase sera prolongée, dans trois ans, par une seconde, de deux kilomètres, rejoignant le Sillon de Bretagne, à Saint-Herblain, après avoir traversé l'extrême ouest de la commune d'Orvault. L'enveloppe budgétaire affectée par l'agglomération nantaise à cette opération se situe à 866 millions de francs, dont 275 millions pour les seuls travaux d'infrastructures et d'aménagements urbains.

L'investissement districale s'est aussi traduit par la réalisation de 5 km prolongeant à l'ouest la ligne 1 dans le quartier nantais de Bellevue et traversant d'est en ouest la commune de Saint-Herblain. Ce prolongement, qui portera la longueur totale de la ligne 12 à 17 km, est exploité commercialement depuis septembre 2000. Il aura coûté 387 millions de francs dont 167 millions affectés aux travaux d'infrastructures routières et d'aménagements connexes.

Car on sait d'expérience à Nantes que la réalisation d'une ligne de tramway est une occasion rare de repenser la ville et de redessiner des artères, des places, des lieux divers sur son passage. L'espace public est entièrement recomposé, de façade à façade, et c'est l'occasion pour les entreprises routières de démontrer leur savoir-faire en milieu urbain dense et contraint, en refaisant notamment des kilomètres de rues et des hectares de places de part et d'autre des rails et des stations du tramway. Pas étonnant que dans ces conditions on retrouve parmi les attributaires des marchés publics du tramway les plus grosses entreprises locales ou les agences régionales des poids lourds nationaux. Individuellement ou en groupement. C'est le cas, pour le prolongement de la ligne 1, de Razel ou du groupement Eurovia-Sacer. Et, pour la ligne 3, de SCREG, Jean Lefèvre - Colas - Brethomé ou encore SCREG - Jean Lefèvre - Lépine. Un panel représentatif, en somme, d'une profession qui devrait pendant longtemps encore s'intéresser au tramway. A Nantes et ailleurs.

ABSTRACT

Tramway : Nantes greets the millennium with a new line

A. Weber

Because Nantes did not want to become an American style town and sacrifice its historical districts to the benefit of penetrating radial motorways, it became involved in the tramway adventure at the end of the 1970s. A first line with a pioneering look, a second deliberately bold in terms of insertion, the third which is exemplary, and extensions that will already form a network of 46 km in the coming 5 years. Nantes has changed centuries with a new tramway eclipsing the other French metropolitan centres. This indisputable success is based on a few solid pillars : the determination of a rational and often daring policy with regard to travel, the ability of motorists to respond realistically to these new constraints and, especially, the unfailing enthusiasm of Nante's citizenry over the setup of the tramway. Since the autumn of 2000 and the commercial commissioning of the northern branch of Line 3 and the westward extension of Line 1, there are now more than 200 000 users, ensuring the success of the tramway every day.

RESUMEN ESPAÑOL

Tranvía : Nantes inicia el siglo con una línea de anticipación

A. Weber

Debido a que, finalmente, Nantes no deseaba transformarse en una ciudad de estilo norteamericano y sacrificar sus barriadas históricas en provecho de autopistas de penetración, se ha lanzado, hacia finales de los años 1970 en la aventura del tranvía moderno. Una primera línea, con aires de precursora, otra segunda decididamente audaz en términos de inserción, y la tercera que se clasifica favorablemente. Ya se anuncian prolongaciones que constituirán, de aquí a cinco años, una red de 46 kilómetros : Nantes ha cambiado de siglo llevando la delantera con un tranvía de ventaja con respecto a las demás metrópolis francesas. Este logro indiscutible se funda en sólidos pilares : la perseverancia de una política racional y frecuentemente deci-

dida en el aspecto de desplazamientos, la aptitud de los automovilistas para responder con realismo a estas solicitudes y, sobre todo, el indefectible entusiasmo de los nanteses para subirse al tranvía. Desde el otoño de 2000 y la entrada en servicio comercial del ramal norte de la línea 3 y de la prolongación hacia el oeste de la línea 1, más de 200 000 personas garantizan a diario el éxito del tranvía.

Damien Masson
DIRECTEUR DE TRAVAUX
Entreprise Jean Lefebvre Ouest

Jean Camedescasse
DIRECTEUR DE TRAVAUX
Screg-Ouest

La ligne 3 nord du tramway nantais

■ PRÉSENTATION GÉNÉRALE - ATTRIBUTION DES MARCHÉS

L'opération du tramway nantais lancée en 1995 pour ce qui concerne les études d'impact et de tracés, entre dans le cadre de l'extension du réseau de la Semitan, réseau redéveloppé dans sa "configuration moderne" à partir du début des années 1980.

Cette nouvelle extension concernait la création de la ligne 3 nord (4,2 km) et le prolongement de la ligne 1 ouest (5,3 km).

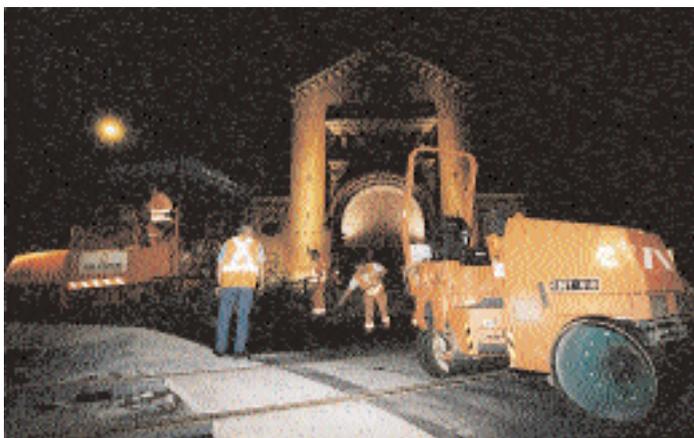
Les appels d'offres aux entreprises ont été lancés à partir du mois de juillet 1998 jusqu'au mois d'avril 1999 (pour le dernier tronçon : liaison ligne 2 - ligne 3).

Cependant, 90 % du tracé était décerné au début du mois de novembre 1998. La maîtrise d'œuvre "Infrastructure" a été attribuée sur la ligne 3 nord à un groupement d'ingénierie, GIS, regroupant Ingerop et SMM, qui fut associé à un groupement d'architecture Architrax 3 ; la maîtrise d'œuvre "Voie" étant confiée à Ingerop et la maîtrise d'œuvre "Energie" à Semaly. Sur le prolongement de la ligne 1 ouest, la maîtrise d'œuvre "Infrastructure" a été confiée à SCE (bureau d'études nantais), la maîtrise d'œuvre "Voie" à Ingerop et la maîtrise d'œuvre "Energie" à Semaly.



Carrefour Beauséjour.
Réalisation d'un giratoire. Pose de bordures préfabriquées pour réalisation de l'anneau central. Au centre passage d'un tramway en essai de ligne

Beauséjour intersection. Building a roundabout. Placing precast kerbs for the central ring. In centre, a tramway passing during a line test



Place Alexandre Vincent.
Réalisation des enrobés du giratoire. Travaux réalisés de nuit pour ne pas perturber la circulation

Place Alexandre Vincent. Application of asphalt on the roundabout. Works carried out at night to avoid disturbance to traffic

Les principales quantités *The main quantities*

		LIGNE 3 NORD			
		INFRA 1 - SCREG Ouest	INFRA 2 - Groupement Jean Lefebvre Ouest / Colas Centre Ouest / Brethomé et Cie	INFRA 3 - Groupement Screg / Jean Lefebvre ouest / Lépine TP	Quantité totale réalisée
Terrassement	m3	39300	54000	9700	103000
Rabotage de chaussée	m2	11000	17200		28200
Fourniture et mise en oeuvre de 0/31,5 GNT A	m3	9400	21500	1100	32000
Fourniture et mise oeuvre de BB /10 classique	t		1300		1300
Fourniture et pose de bordures granit	m1	6600	7200	860	14660
Fourniture et pose de bordures béton	m1	3500	4800		8300
Fourniture et pose de pavés granit	m2	7000	3200	2150	12350
Fourniture et pose de pavés béton	m2		2300	350	2650
Fourniture et pose de dalles pododactyles	m1	420	480	250	1150
Fourniture et mise en oeuvre d'enrobés 0/6 sur trottoir	m2		10000		10000
Réalisation de trottoir en asphalte	m2	10000			
Multitubulaire pour réseaux du lot énergie	m1	2650	4200	460	7310
Réseaux d'assainissement divers	m1	3500	5200	650	9350
Béton bitumineux mince	m2	11800	19100		30900

Carrefour de la Barraudière.
Pose de bordures préfabriquées
pour réalisation
de l'anneau central

Barraudière intersection.
Placing precast kerbs
for the central ring



Attribution des lots

Le chantier Infra 1 a été attribué à l'entreprise Screg-Ouest pour un montant initial d'environ 39 millions de francs HT.

Le chantier Infra 2 a été attribué à un groupement d'entreprises Entreprise Jean Lefebvre Ouest (mandataire), Colas Centre Ouest, Brethome & Cie, pour un montant d'environ 40 millions HT.

Le chantier Infra 3 a été attribué à un groupement d'entreprises Screg-Ouest (mandataire), Entreprise Jean Lefebvre Ouest, Lépine TP (génie civil, ouvrages d'art) pour un montant d'environ 18 millions HT.

Les chantiers d'infrastructure de la ligne 1 étant attribués pour une part à un groupement Razel-Star et d'autre part à Eurovia-Sacer.

Les difficultés du chantier

Le chantier de la ligne 3 extra-urbain a présenté les principales difficultés.

Nonobstant les problèmes techniques et de coordination afférents au chantier d'infrastructure, venaient s'ajouter les différentes opérations de dévoiement et d'enfouissement de réseaux sous maîtrises d'œuvre EDF, France Télécom et autres. Tout ceci était dirigé par la cellule Grands Travaux de la Semitan à la tête de laquelle se trouve Xavier Bonneau.

Malgré les nombreuses difficultés, dues à la multiplicité des entreprises, des maîtres d'œuvre présents et des demandes particulières des riverains, l'équipe de Xavier Bonneau, en collaboration avec les entreprises présentes sur la ligne 3 nord, est parvenue à respecter les engagements pris auprès du District de l'Agglomération nantaise, à savoir : inaugurer et mettre en service la ligne 3 nord à la date du 2 septembre 2000.

Ce pari, engagé dès la programmation de l'extension du réseau, a pu être tenu grâce la collaboration, l'anticipation et la rapidité d'exécution dont ont fait preuve les différents acteurs du chantier.

CONCLUSION

Malgré quelques imperfections, toutes "naturelles" dans ce type de réalisation, on peut se féliciter du bon déroulement global de cette opération qui – même si elle génère une énorme pression auprès des différents intervenants –, restera à jamais gravée dans l'esprit de chacun.

Le paysage nantais a été transformé pour de longues années, chacun à son niveau a mis sa touche personnelle à cette réalisation.

Fortes de l'expérience acquise qui sans nul doute, amoindrira à l'avenir les carences de fonctionnements constatées, les entreprises sont prêtes à relever les nouveaux défis que constitueront les futures extensions.

Carrefour Beauséjour.
Réalisation
d'un giratoire.
Terrassement
de la partie centrale
pour mise en œuvre
de l'espace vert

Beauséjour intersection.
Building a roundabout.
Earthworks
for the central part
designed with plantings



Les coûts

Le coût total prévisionnel, hors matériel roulant, s'élevait à :

- ◆ ligne 1 ouest : 342 millions de francs ;
- ◆ ligne 3 nord : 408 millions.

Soit un total pour l'ensemble de 750 millions.

Le montant des travaux d'infrastructure (préparation des plates-formes pour la voie ferrée, génie civil du lot énergie, aménagement urbain des abords) représentait un coût global après adjudication d'environ : 200 millions.

LA LIGNE 3 NORD

La ligne 3 nord s'insère dans un cadre très urbain. Les travaux d'infrastructures de cette ligne ont été fractionnés en trois tronçons :

- ◆ chantier Infra 1 : de la place Bretagne à la place Alexandre Vincent (2 200 m) ;
- ◆ chantier Infra 2 : de la place Alexandre Vincent au terminus Ferrière (1 700 m) ;
- ◆ chantier Infra 3 : du cours des 50 Otages à la place Bretagne (300 m), le chantier de la place de Bretagne étant sorti de l'opération tramway.

Le tramway de l'agglomération orléanaise

Un peu plus de deux ans après la déclaration d'utilité publique du projet, le 28 juillet 1998, aussitôt suivie des premiers travaux de déviation des réseaux, la première ligne du tram de l'agglomération orléanaise longue de 18 km était inaugurée le 20 novembre 2000.

LE TRAM ÉLÉMENT ESSENTIEL DU PLAN DE DÉPLACEMENTS URBAINS (PDU)

Obligatoire pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants depuis le 30 décembre 1996, le plan de déplacements urbains (PDU) doit être élaboré par l'autorité organisatrice des transports en commun urbains.

Le 27 avril 2000, la Communauté de communes de l'agglomération orléanaise a été la troisième agglomération française à adopter un PDU.

Le PDU de l'agglomération d'Orléans prévoit l'organisation des déplacements sur les 20 communes qui la composent à moyen terme (10 ans) et engage une première phase d'action pour une période de 5 ans.

Il propose de mettre en complémentarité, et non en concurrence, les différents modes de transports pour atteindre une meilleure performance globale. Il se caractérise par un objectif – protéger la qualité du cadre de vie et l'environnement –, et quatre orientations :

- ◆ adapter les voies à leurs fonctions ;
- ◆ affirmer la priorité des transports en commun ;
- ◆ mettre en œuvre un schéma directeur des itinéraires cyclables ;
- ◆ requalifier les centres-villes.

En fait, il s'agit de répondre à la question : "Quelle ville voulons-nous pour demain ?" et de proposer un projet de société, un projet de ville, et pas seulement un projet de transports.

Face aux anciennes politiques qui voulaient que "la ville s'adapte à la voiture", l'objectif est aujourd'hui d'adapter la voiture à la ville pour que les piétons, les cyclistes et les transports en commun reconquière l'espace public.

Ce document doit servir de référence pour les chantiers à réaliser dans les 4 à 5 années à venir.

L'une des premières actions de mise en œuvre du

PDU est la construction de la première ligne de tram.

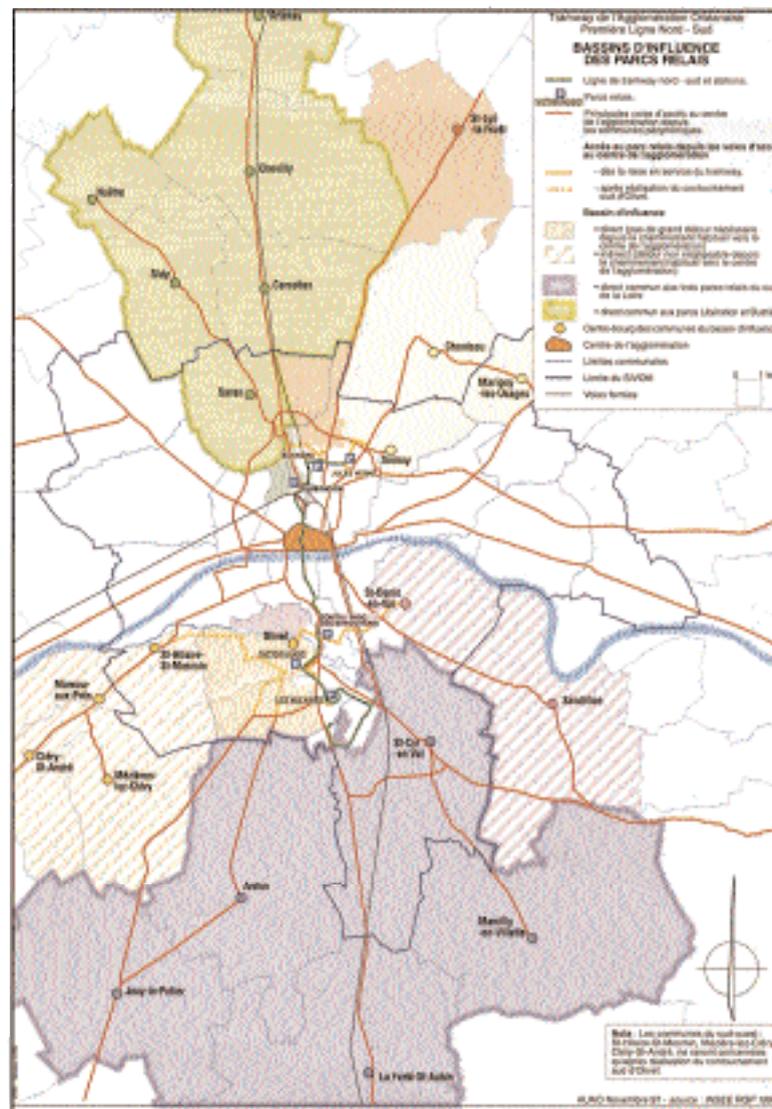
La mise en service de cette première ligne répond à l'un des principaux objectifs du PDU : donner la priorité aux transports en commun. Mais le tram répond aux autres orientations du PDU en favorisant la complémentarité avec tous les autres moyens de déplacements :

- ◆ complémentarité tram-train : la ligne dessert les deux gares de Fleury-les-Aubrais et d'Orléans ;
- ◆ complémentarité tram-vélo : avec la réalisation de plusieurs kilomètres de pistes cyclables dans

Extrait de la plaquette "Le Tram de l'agglomération orléanaise" présentée par la Semtao¹ - Transamo² - Communauté de communes de l'agglomération orléanaise

- ¹ SEMTAO (Société d'économie mixte des transports de l'agglomération orléanaise)
- Principaux actionnaires : Communauté de communes de l'agglomération orléanaise (51 %), TRANSDEV (34 %), autres actionnaires privés (15 %)
 - Communes desservies : 20
 - Population desservie : 265 000 habitants
 - Effectif : 619 personnes (dont 434 conducteurs)
 - Nombre de voyageurs transportés par an : 16 000 000
 - Kilomètres parcourus par an : 9,5 millions
 - Parc de véhicules : 22 rames de tramway, 166 bus

- ² TRANSAMO (filiale Transports du groupe Caisse des dépôts et consignations)
- Principales références récentes et mises en service en 2000 : le tramway de Montpellier mis en service le 30 juin, le site propre bus de Saint-Denis de la Réunion mis en service le 26 août.
 - Transamo intervient aujourd'hui dans sept grands projets de transport en commun en site propre (TCSP) en cours de réalisation en France et à l'étranger : le tram-train de Mulhouse, le bus en site propre de Maubeuge, le tramway de Valenciennes et les deuxièmes lignes de Montpellier et d'Orléans, ainsi que le tramway de Melbourne et le métro de Porto



Première ligne de tramway de l'agglomération orléanaise. Bassins d'influence des parcs relais

First tramway line of the Orléans conurbation. Park-and-ride influence basins

Le plan de la première ligne de tramway à Orléans

The plan of the first tramway line in Orléans

AGGLOMÉRATION D'ORLÉANS

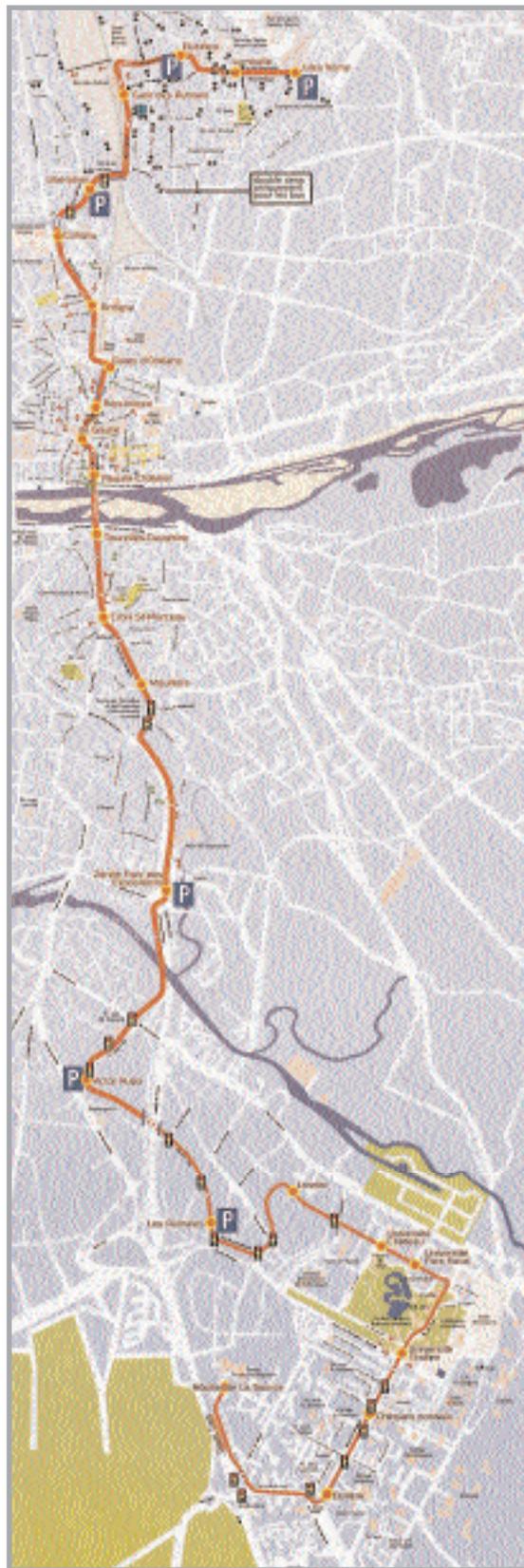
- 20 communes seront desservies par le nouveau réseau "bus-tram-parcs relais" de la SEMTAO

- 3 communes sont traversées par la première ligne nord-sud du tram : Fleury-les-Aubrais, Orléans et Olivet

- 20 communes composent la Communauté de communes de l'agglomération orléanaise pour 265 000 habitants :

- Boigny sur Bionne (1895 h)
- La Chapelle Saint Mesmir (8574 h)
- Chécy (7 226 h)
- Combleux (424 h)
- Fleury-les-Aubrais (20 663 h)
- Ingré (7 452 h)
- Mardié (2 370 h)
- Marigny les Usages (1 172 h)
- Olivet (19 183 h)
- Orléans (11 2576 h)
- Ormes (3 052 h)
- Saint Cyr en Val (3 250 h)
- Saint Denis en Val (7 203 h)
- Saint Hilaire Saint Mesmin (2 353 h)
- Saint Jean de Braye (17 699 h)
- Saint Jean de la Ruelle (16 856 h)
- Saint Jean Le Blanc (8 419 h)
- Saint Pryvé Saint Mesmin (5 576 h)
- Saran (14 829 h)
- Semoy (2 881 h).

Deux autres communes ont adhéré à la communauté le 1^{er} janvier 2001 : Bou (705 h) et Chanteau (383 h)



le cadre des travaux de la ligne ; avec la construction de parcs-relais vélos surveillés et la possibilité qui est offerte de monter avec son vélo dans les rames ;

- ◆ complémentarité tram-voiture : six parcs relais, dont quatre surveillés, sont situés le long de la ligne dans des endroits facilement accessibles ; ils offrent une capacité globale de 900 places de stationnement ainsi qu'un tarif combiné et attractif pour tous les occupants de la voiture, facilitant ainsi l'accès au centre-ville.

UN RÉSEAU COHÉRENT DE TRANSPORTS EN COMMUN

Le réseau de tramway sera composé de deux lignes à l'horizon 2004-2005. Néanmoins, la desserte des 20 communes de l'agglomération a été améliorée dans le cadre de l'arrivée de cette première ligne.

Le réseau de bus existant a été développé et réorganisé afin :

- ◆ d'améliorer l'offre en terme de temps de parcours et de destination ;
- ◆ de simplifier le réseau ;
- ◆ d'optimiser la qualité des échanges ;
- ◆ de créer un "effet réseau".

Cet ensemble de mesures permet d'offrir aux habitants de l'agglomération "une nouvelle façon de se déplacer" grâce à un nouveau réseau bus-tram-parcs relais performant et propose aux habitants extérieurs à l'agglomération des facilités d'échanges avec les autres modes de transports que sont le train, le car et le vélo.

LES GRANDES ÉTAPES DU PROJET

- Février 1990 : le SIVOM (devenu Communauté de communes au 1^{er} janvier 1999) mandate la SEMTAO pour lancer une étude de faisabilité d'un transport en commun en site propre (TCSP).

- Novembre 1995 : le SIVOM décide de la réalisation de la première ligne nord-sud d'un réseau de tramway de deux lignes, confiée en mandat à la SEMTAO.

- Janvier-Février 1996 : la concertation préalable est lancée portant notamment sur le choix du tracé.

- Décembre 1996 : enquête publique préalable à la DUP.

- Juillet 1997 : choix du matériel roulant (Citadis 301 d'Alstom), suite à un appel d'offres sur performances.

- 28 juillet 1998 : décret déclarant d'utilité publique les travaux de la ligne nord-sud.

- Octobre 1998 : premiers travaux de voirie et plate-forme du tramway à La Source.

- Novembre et décembre 1998 : présentation au public de la maquette du tram en vraie grandeur.

- 16 mars 2000 : arrivée de la première rame au dépôt atelier.

- 31 août 2000 : le tram fait ses premiers tours de roues dans le centre-ville d'Orléans.

- 24, 25 et 26 novembre 2000 : "Portes ouvertes" du tram.

- 27 novembre 2000 : ouverture au public du tram avec maintien du réseau de bus géré par la SEMTAO.

- 26 décembre 2000 : mise en service du nouveau réseau bus-tram-parc relais.



© Alain Ruter



© Jean-Yves Gudin

Le mobilier urbain. Priorité aux lignes épurées

Urban furniture. Priority clean lines

■ LA RECONQUÊTE DE L'ESPACE URBAIN

L'agglomération orléanaise connaît une croissance deux fois supérieure à la moyenne nationale.

C'est sur ce constat que les élus ont imaginé d'inscrire le tracé du tram au cœur de grandes opérations d'urbanisme et d'aménagement de l'agglomération, pour assurer les dessertes des nouveaux quartiers de demain et mettre en œuvre une nouvelle urbanité.

L'agglomération orléanaise est très étendue du nord au sud, et comporte deux pôles : le centre d'Orléans et le quartier d'Orléans-La Source, créé il y a 40 ans à 12 km au sud, sur l'idée de Roger Secretain, maire d'Orléans dans les années 1960, de construire au nord de la Sologne, un campus universitaire et une ville nouvelle. L'arrivée des Chèques Postaux, la délocalisation de grands laboratoires de recherche (BRGM, CNRS, INRA) ont contribué au rapide développement de ce quartier excentré.

Aujourd'hui Orléans-La Source compte 25 000 habitants et 17 000 étudiants. De nombreuses entreprises se sont installées autour du site universitaire, créant un véritable pôle scientifique et technologique.

Les promoteurs de La Source avaient dès l'origine prévu un lien, un "cordon ombilical" entre le centre d'Orléans et La Source mais il n'avaient pas pu le réaliser. Pour la ville du XXI^e siècle, ce lien sera le tram.

La singularité de l'agglomération orléanaise sur l'axe nord-sud tient aussi au fait qu'elle est dotée depuis le XIX^e siècle de deux gares, la gare de Fleury-les-Aubrais et celle d'Orléans. Un pôle urbain s'est donc développé à Fleury-les-Aubrais, autour et au-delà de la gare. Avec le tram, le centre-ville

LES CHIFFRES CLÉS

La ligne

- 18 kilomètres
- 24 stations
- 6 parcs-relais
- 900 places de stationnement
- Plus de 8 km engazonnées
- 1 300 nouveaux arbres plantés

Le coût

Le coût d'objectif arrêté en 1997 était de 1,873 million de francs. Le coût réel établi après travaux sera entre 1,972 et 1,992 MF (valeur 1997).

Le coût est financé sans aucun appel à la fiscalité directe, par la Communauté de communes de l'agglomération orléanaise (CCAO), en souscrivant des lignes d'emprunt à hauteur de 920 millions de francs, elles-mêmes financées par l'augmentation du versement transport sur les entreprises de plus de 9 salariés de 1 à 1,75 %. La CCAO a en outre bénéficié d'une subvention de l'État de 375 millions de francs.

Le matériel

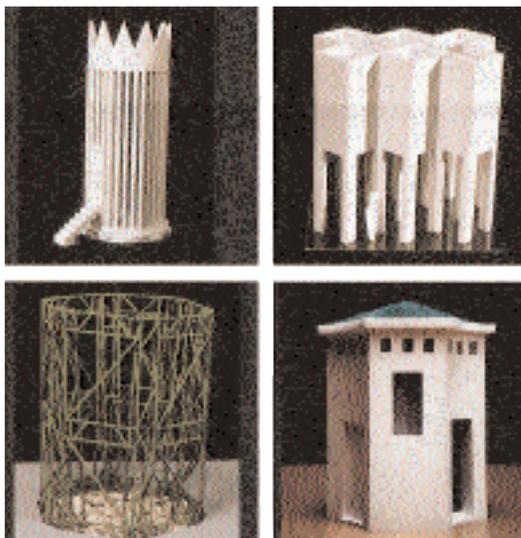
- 22 rames
- 176 places dont 40 assises dans chaque rame
- Une rame toutes les 6 minutes en heure de pointe et toutes les 8 minutes en heure creuse

L'emploi

- 6 millions d'heures de travail
- Embauche de 85 personnes supplémentaires à la SEMTAO

Les œuvres doivent être conçues dans l'esprit "fabriques" comme celles qui ont égayé parcs et jardins au XVIII^e

Works must be designed in the spirit of the factories that adorned the parks and gardens of the 18th century



de Fleury-les-Aubrais, la gare des Aubrais, le centre-ville d'Orléans, le quartier Saint-Marceau, la ville d'Olivet et le quartier de La Source sont reliés par une première ligne nord-sud de 18 km, rétablissant ainsi une continuité urbaine.

Sa construction a été l'occasion d'une part d'aménager de nouveaux quartiers et d'autre part de redessiner l'espace urbain.

Si le tram dessert l'agglomération d'aujourd'hui et ses points forts, il anticipe sur l'avenir. Le tracé retenu a suscité ou renforcé plusieurs opérations d'urbanisme qui viendront à terme augmenter sa fréquentation.

Au nord, l'îlot de la Râpe à Orléans a permis de repenser entièrement ce quartier qui sera traversé de part en part par le tram. Le réaménagement complet de ce site va requalifier l'entrée nord de la vil-

LES ACTEURS DU TRAM

Maitre d'ouvrage

La Communauté de communes de l'agglomération orléanaise (CCAO) est l'autorité organisatrice des transports urbains de l'agglomération. C'est à ce titre qu'elle assure la maîtrise d'ouvrage du tram

Co-mandataires

La CCAO a confié un mandat de maîtrise d'ouvrage publique à la SEMTAO et à la société Transamo, toutes deux co-mandataires solidaires de la CCAO, pour la réalisation du projet

- La SEMTAO (Société d'économie mixte des transports de l'agglomération orléanaise) assure depuis 1977 la gestion des transports publics de voyageurs. Elle assurera l'exploitation commerciale du tram
- La société Transamo, filiale du groupe TRANSDEV³, a été créée en 1994 pour assurer le management de grands projets de transports (tramway, métro, bus en site propre) et l'assistance à la maîtrise d'ouvrage
- TRANDEV est la filiale Transports de la Caisse des dépôts et consignations. Le groupe est présent dans plus de 40 villes françaises (Bayonne, Grenoble, Limoges, Metz, Montpellier, Nantes, Orléans, Strasbourg, Toulouse, Valenciennes...), et dans plusieurs villes étrangères (Melbourne, Porto, Londres, Nottingham)

Maîtrise d'œuvre

A l'issue d'un concours de maîtrise d'œuvre, Systra a été désigné comme mandataire d'un groupement comprenant également Setec, l'architecte Jean-Michel Wilmotte, le cabinet d'architecture Tudelle, Brigitte Barbier paysagiste et le GEC

Matériel roulant

Dessiné par Philippe Neerman, le matériel roulant a été construit par la société Alstom à La Rochelle

Architectes

Cinq sites ont fait l'objet de concours d'architectures particuliers :

- les architectes Euvé-Blisson-Saint-Gealme ont été retenus pour le traitement architectural du pont sur le Loiret
- les aménagements de la Croix Saint-Marceau ont été confiés à Alain Poivet, architecte
- l'équipe "Tracés Urbains" a eu la responsabilité des nouvelles implantations de la place de Gaulle à Orléans
- le nouvel aménagement de la gare des Aubrais a été réalisé par un groupement d'architectes composé de Lydie Chauvac, Jacques Boulnois et Jean-Michel Hacault
- pour la construction de l'atelier dépôt, la maîtrise d'œuvre du bâtiment et de la VRD est assurée par le cabinet Michel L'Heudé et Daniel L'Heudé (mandataire), du cabinet Alain Vaconsin - Jean-Sylvain Gailledrat et de BEG

Partenaires : fournisseurs et entreprises

Plus de 150 entreprises, grandes et moins grandes, ont participé, dans les spécialités les plus diverses, à l'aboutissement du projet

³ TRANSDEV en quelques chiffres

- Volume d'affaires géré : 5300 millions de francs
- Chiffre d'affaires : 2600 MF dont 30 % à l'international
- Effectif géré : 13300 personnes
- Parc géré : 5800 véhicules routiers, 400 tramways

le avec la création d'une place publique et la construction de logements et de bureaux.

Au sud, le site du Larry à Olivet était constitué de vergers d'une cinquantaine d'hectares. La ville d'Olivet voulait l'aménager pour assurer une continuité entre le centre-ville ancien et les parcs d'activités. Son objectif était de créer un quartier à dominante d'habitat où la qualité environnementale du site a été préservée. Le tram a été intégré à ce projet.

La construction du tram a permis de donner une autre physionomie à la ville. Trois concours d'architectes ont été organisés pour transformer trois des principales places traversées par le tramway. Deux autres ont été organisés pour le bâtiment du dépôt-atelier et pour le pont franchissant le Loiret.

■ LE TRAM : UNE LIGNE CULTURELLE

Les stations personnalisées et les œuvres d'art décorent la ligne.

Réalisation unique à l'échelle de l'agglomération, la première ligne de tramway traverse des lieux très variés, allant du centre-ville chargé d'histoire, aux lignes ordonnancées et plus contemporaines des sites plus récents. Lien privilégié entre ces quartiers très différents, la ligne du tram devait avoir une unicité de style et d'approche esthétique.

Deux axes ont été ainsi explorés et mis en application :

- ◆ tout d'abord, un travail très poussé sur le style architectural des stations et du mobilier urbain ;
- ◆ ensuite la création tout au long de la ligne d'œuvres d'art contemporain.

Le mobilier urbain

Confié à J.-M. Wilmotte et à son atelier, le mobilier des stations frappe par son style très épuré. La discrète couleur bronze foncé de ce mobilier fait écho au "sable de Loire" des rames du tramway.

Toutes différentes, en fonction de la fréquentation de la clientèle et de la position des quais par rapport aux voies et aux échanges avec les bus, les 24 stations offrent ainsi une unité de style qui marque fortement la ligne.

Dans ces stations, la Communauté de communes a voulu mettre en valeur la diversité des paysages traversés, mais aussi l'histoire d'Orléans, l'art, la littérature, ainsi que ses aspects des techniques les plus contemporaines.

Cette histoire des lieux est évoquée sur les vitres arrières des abris, où de vastes panneaux sérigraphiés, enserrés entre deux feuilles de verre, illustrent le thème choisi pour chaque station.

C'est ainsi que sont interprétés, en des graphismes très libres mais toujours fidèles, la marine de Loire, le trésor de Neuvy-en-Sullias, Gauguin, les che-



Une restructuration du réseau de bus a accompagné la création de la première ligne de tram

The restructuring of the bus network was accompanied by the creation of the first tram

© Alain Ruter

mins de fer, Maurice Genevoix, le cosmos, Orléans technopole...

La recherche iconographique a été effectuée au musée des Beaux Arts d'Orléans, dirigé par Eric Moinet.

La "mise en scène" des images a été confiée à Jean Grisoni, en partenariat constant avec les élus de la Communauté de communes. Ces graphismes jouent sur la transparence, la déclinaison des motifs, l'écriture.

Répondant aux stations, les candélabres et les mâts supportant la ligne aérienne, également dessinés par J.-M. Wilmotte, scandent régulièrement tout le tracé.

Les fûts en fonte d'acier, aux lignes élancées, de même teinte bronze que celle des abris des stations, supportant un éclairage blanc très urbain, apportent leur note d'élégance à l'ensemble du tracé.

Les œuvres d'art contemporain

En partenariat avec le ministère de la Culture et de la Communication, au titre d'une convention dite de "commande publique", la Communauté de communes a confié à huit artistes contemporains la conception d'autant d'œuvres d'art situées à proximité de la ligne de tramway.

La définition du programme et la recherche des artistes ont été confiées à Serge Lemoine, conservateur en chef du musée de Grenoble. Le choix des lieux a été fait en concertation entre les élus et Serge Lemoine.

Le programme a porté sur la présence dans l'espace.

Les œuvres doivent être conçues dans l'esprit des "fabriques", petites constructions "gratuites" qui ont notamment égayé les parcs et jardins d'un certain nombre de propriétés françaises au XVIII^e siècle.

Le langage est celui de l'architecture : emploi du béton, du bois, de l'acier, de la brique... pour des œuvres de 4 à 5 m de long pour 5 à 8 m de hauteur, situées à proximité de la plate-forme du



Espace voyageur spacieux, largement ouvert sur l'extérieur
Spacious passenger volumes, with a broad view

© Alain Ruter

**Une ligne verte.
L'arrivée du tram
recompose
l'espace végétal**
*A green line. The arrival
of the tram recomposes
the greenery areas*



© Alain Ruter



© Alain Ruter

► tramway, tantôt sur des places très urbaines, tantôt en paysage très verdoyant. Leur construction a été confiée à des entreprises de bâtiment. C'est ainsi que :

- ◆ un long portique en briques (Per Kirkeby),
- ◆ trois "tempiettos" en béton et en marbre (Elisabeth Ballet, Laurent Pariente et Jan Vercruysse),
- ◆ "Les deux maisons", sculpture en aluminium de Joël Shapiro,
- ◆ "La chambre d'amour" (Jean-Marc Bustamante),
- ◆ "Le réservoir d'air", structure métallique de Vincent Prud'homme,
- ◆ et "Le pavillon aux poissons" d'Helmut Federle,

marquent de leur présence un certain nombre de points caractéristiques de la ligne.

■ LE TRAM : UNE LIGNE VERTE

Le constat

L'arrivée du tram recompose l'espace végétal.

Sur ses 18 km de ligne, le tramway occupe des espaces différents.

En traversant la Loire dans le centre d'Orléans, la ligne relie la Beauce à la Sologne tout en s'implantant dans des tissus urbains complexes et variés à l'échelle de l'agglomération.

Un regard nouveau s'est porté sur ces lieux bien

connus, celui de Brigitte Barbier, architecte paysagiste.

L'étude

Portant sa réflexion sur la continuité de la ligne tout en lui apportant des visages différents en fonction des sites traversés, Brigitte Barbier a considéré la ligne de tramway comme fil conducteur : «... il fallait un "fil rouge" comme essence principale à cette continuité... ». Le tilleul a eu la préférence. En effet, poussant aussi bien des deux côtés du fleuve, il a de multiples variétés offrant des formes différentes. Selon les quartiers, les essences seront différentes «... si la ligne passe dans un quartier pavillonnaire ou dans un ensemble d'immeubles... » précise Brigitte Barbier.

Au fil de la ligne

Du sud au nord, la ligne du tramway s'adapte aux décors rencontrés. Sur le quartier de La Source, le gazon prédomine. Il amène un contraste fort avec les constructions existantes. Les plantations de chênes et de bruyères sur la place Anatole France rappellent la Sologne toute proche.

Toujours sur un tapis de gazon orné d'un ginkgo biloba, le tram traverse discrètement le campus universitaire. Les circulations piétonnes aménagées parallèlement à la ligne transforment aussi cet espace en lieu de promenade. Aux Aulnaies, un modeste jardin public permettra aux usagers de s'asseoir dans un coin de verdure. La traversée du Larry à Olivet respecte les anciens vergers.

Des tilleuls de grande taille replantés de part et d'autre de l'avenue de la Mouillère recréent l'ancien environnement. Les contrastes de couleur sont obtenus par des revêtements de plates-formes en pavés de béton teinté. L'avenue Dauphine est dans la continuité de l'axe principal d'Orléans. Les platanes n'ont pas été touchés par la construction. L'entrée nord d'Orléans par l'avenue de Paris a été complètement agrémentée par une double rangée de tilleuls plantés sur un espace engazonné.

Au nord sur Fleury-les-Aubrais, au centre de la place Abbé Pasty, un magnolia fleurira chaque printemps. Il redonnera un cœur à la ville.

1 300 arbres de 20 espèces

Sur l'ensemble de la ligne, près de 1 300 arbres ont été plantés. Vingt essences ont été choisies : les tilleuls sont les plus nombreux (près de 600). Parmi les autres espèces les plus fréquemment rencontrées on trouve des platanes, des érables et des frênes. Les chênes, les marronniers, un ginkgo, un magnolia, des bouleaux, pins, prunus... complètent les plantations. Trente mille arbustes composent haies et massifs. Enfin, plus de 8 km de gazon sont semés sur la plate-forme.

Le chantier de la section 6 du tramway d'Orléans

Guillaume Chateau

DIRECTEUR
DES TRAVAUX
Jean Lefèbvre



Le chantier du tramway représente dix-huit kilomètres de lignes découpées en six sections géographiques.

Chaque section fait l'objet de quatre marchés de travaux :

- ◆ travaux de voirie et de plate-forme ;
- ◆ travaux de pose de voie ;
- ◆ travaux d'éclairage public et signalisation lumineuse ;
- ◆ travaux de mise en place des plantations et espaces verts.

Le marché, dont l'entreprise Jean Lefèbvre est titulaire, en groupement d'entreprises avec Gercif (groupe Vinci) et Sogea (groupe Vinci) a pour objet les travaux de voiries et de plate-forme de la section 6 qui couvre l'ensemble des travaux correspondant à réaliser du boulevard de Québec au terminus Jules Verne (support panneau de présentation du Tram).

■ LA SECTION 6 DU TRAMWAY

Situation

Cette section de 3,5 km de lignes comprend tous les travaux sur les zones limitrophes du domaine SNCF, ainsi que sur la commune de Fleury-les-Aubrais pour 2,6 km, le reste étant sur la commune d'Orléans.

Situation de la section 6 en détail

L'îlot de la Rape (photo 1)

L'îlot de la Rape fut composé d'anciens bâtiments (usines, garages...) et de jardins.

Cette zone en phase préparatoire a nécessité d'importants travaux de :

- ◆ démolition de bâtiments existants ;
- ◆ nettoyage général.

Le secteur îlot de la Rape est doté dans sa phase définitive d'une station, débouchant directement par une venelle sur la cité administrative Coligny.

Le pont SNCF de la Rape

Le pont SNCF de la Rape a été réalisé par l'agence génie civil Jean Lefèbvre (photo 2).



Photo 1
L'îlot de la Rape et la traversée de la RN20. Période commerciale du tram

The Ilot de la Rape and the crossing of highway RN20. Commercial period of the tram

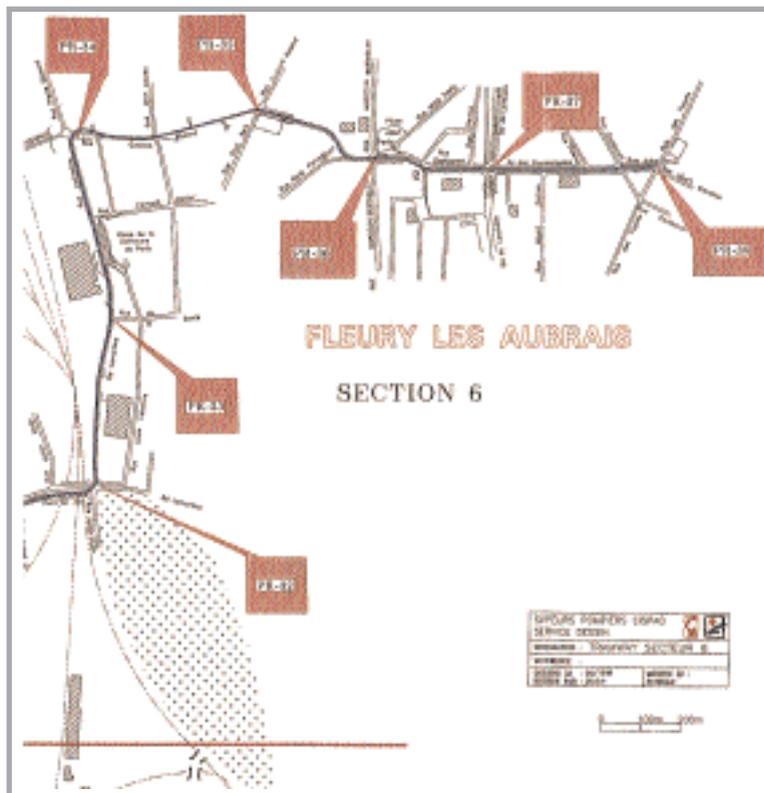


Photo 2
Construction du pont de la Rape
Construction work on Pont de la Rape

© Alain Rüter

Description de la section 6 du chantier

Description of works on section 6



Le tram d'Orléans
The Orléans tram



© Semtao-Transamo. Création F. Herbreteau

Photo 3
L'îlot Libération en décembre 2000
The Ilot Libération in December 2000



La traversée de la RN20 ou avenue de la Libération

Cette zone de travaux, prévoyant l'aménagement d'un giratoire à quatre entrées, a représenté un des points délicats du chantier, compte tenu du trafic important de l'axe principal et de la faible emprise de chantier pour la réalisation des travaux.

L'îlot Libération (photo 3)

L'îlot Libération est un ancien parking à vocation commerciale ne présentant pas de réelles difficultés d'exécution. Ce secteur est doté d'une station tramway mais également d'un parking relais de 150 places.

Le pont de Joie

Le pont de Joie est un ouvrage d'art enjambant la ligne SNCF, réalisé par l'entreprise Sogea, du groupe Vinci.

La rue Lamartine sud

La rue Lamartine sud est une rue limitrophe du domaine SNCF et de petites maisons d'habitations. Cette zone, appelée "Cour urbaine", est entièrement revêtue en pavés béton aspect granité (plate-forme tramway, voirie VL et trottoir).

Le niveau altimétrique de la plate-forme tramway a nécessité la mise en place d'un mur de soutènement préfabriqué type en L en limite de propriété côté talus SNCF.

La gare des Aubrais

La gare de Fleury-les-Aubrais, dont la réputation n'est plus à faire, est dotée d'un important trafic journalier. Le problème principal dans cette zone de travaux fut de canaliser correctement les flux piétonniers importants le matin et le soir à la sortie de la gare.

Pour ce faire, il a été mis en place des passerelles piétonnes de 7 m de large permettant d'enjamber la zone de travaux. L'aménagement de la place de la gare, plus communément connue sous le nom de "Place de la Commune de Paris", a fait l'objet d'un concours architectural.

L'agence de travaux Jean Lefebvre d'Orléans-Montargis a été déclarée adjudicataire de la réalisation de ces travaux de voiries en novembre 2000.

Ce secteur est doté d'une station tramway.

Rue Lamartine nord

La rue Lamartine nord est une rue limitrophe du domaine SNCF et de petites maisons d'habitations. L'emprise de la plate-forme tramway a nécessité la mise en place d'un mur de soutènement préfabriqué type en L en limite de propriété côté talus SNCF.

La difficulté technique de cette zone a été le maintien quel que soit le phasage, d'une file de circulation de 3 m de large pour désenclaver l'important flux automobile venant de la gare.



Photo 5
La station
Burtière
The Burtière
station

Photo 4
Rue Gustave Roland. Période d'essai du tram
en septembre 2000

Rue Gustave Roland. Tram test period
in September 2000

Rue Gustave Roland

La rue Gustave Roland, qui a fait couler beaucoup d'encre dans la presse locale, est une petite rue desservant une zone pavillonnaire. L'étroitesse de cette rue a nécessité la mise en place de deux parkings gardés 24 heures sur 24 aux extrémités de l'aménagement (photo 4).

Station Bustière

La station Bustière est aménagée dans un ancien terrain de football. Cette station est dotée d'un parking relais de 54 places (photo 5).

Place Abbé Pasty

La place Abbé Pasty définit le centre-bourg de Fleury-les-Aubrais.

Outre la réalisation de la plate-forme tramway, l'entreprise a procédé à la restructuration complète de la voirie avec modification du sens de circulation des véhicules et des cheminements piétons (photo 6).

Quartier Lamballe

Le quartier Lamballe est un vaste parking à usage commercial.



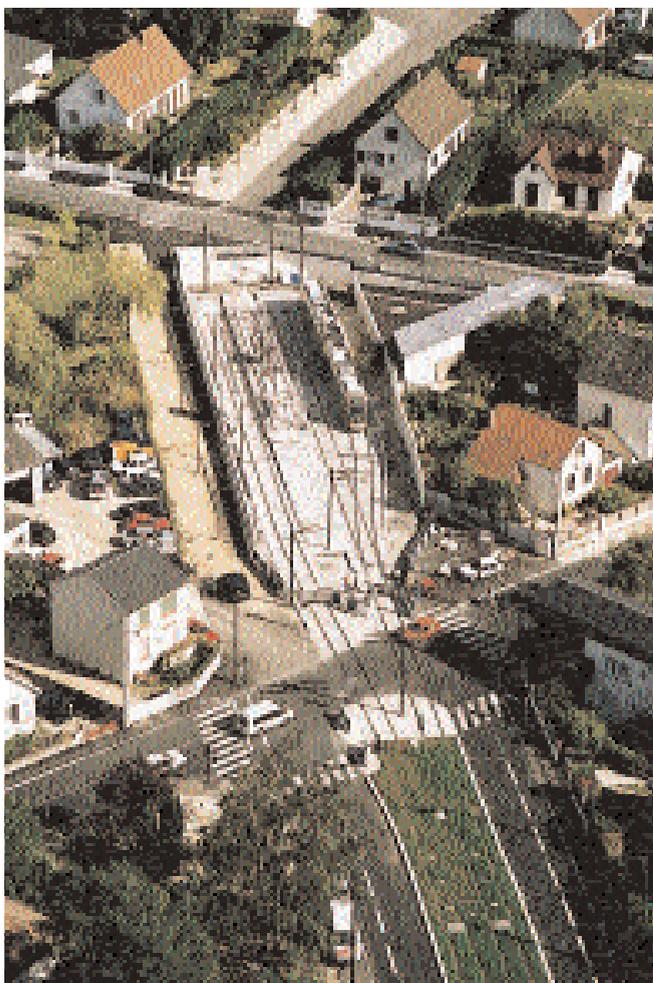
Photo 6
La place Abbé Pasty
et le quartier Lamballe

Place Abbé Pasty
and the Lamballe
district

LES PRINCIPALES **QUANTITÉS**

- 3,5 km de ligne
- 6 stations
- 22 200 m³ de démolition de chaussée
- 12 000 m³ de G.R.H.
- 6 000 m³ de grave traité au liant hydraulique routier
- 8 200 t de grave bitume et enrobés
- 10 500 m² de pavage
- 6 500 ml de pose de séparateur de voie en granit
- 13 000 ml de pose de bordures de trottoir
- 52 millions de francs de travaux de voirie plate-forme dont 7 millions d'assainissement et 4 millions de génie civil
- Délai contractuel : 17 mois

Photo 7
Fin de réalisation
de la station
Jules Verne
Completion
of Jules Verne station



Quartier Cosmonautes

Le quartier Cosmonautes est une large avenue desservant des lotissements et des immeubles.

Station Jules Verne (photo 7)

La station Jules Verne est le terminus nord de la ligne qui est doté d'un parking relais de 44 places.

■ ORGANISATION

Compte tenu de l'importance des travaux en volume, de leur délai d'exécution et des moyens à mettre en œuvre, il a été constitué un groupement d'entreprises pour l'exécution en commun des travaux de voiries et de plate-forme de la section 6 du tramway. Les associés recherchent ainsi, sur l'ensemble du marché, l'optimisation des coûts d'exécution, le développement en commun de la qualité et le respect des délais prévus.

L'organigramme de cette société se révèle tout à fait classique pour ce type de chantier.

Actuellement, l'entreprise dispose de :

- ◆ un directeur de travaux ;
- ◆ un ingénieur de travaux coordinateur des entreprises ;

- ◆ deux conducteurs de travaux dont un spécialiste VRD et un spécialiste génie civil et canalisations ;
- ◆ un dessinateur-projeteur qui effectue l'intégralité des plans d'exécution et de récolement du chantier sur un logiciel de DAO. Il travaille en étroite collaboration avec une équipe de géomètre ;
- ◆ une collaboratrice assure le secrétariat et la gestion du chantier.

Sur le terrain travaillent actuellement :

- ◆ quatre équipes VRD dont une sous-traitante ;
- ◆ une équipe génie civil ;
- ◆ une équipe de paveurs sous-traitante ;
- ◆ une équipe de réalisation de massifs LAC et EP sous-traitante.

Ce qui représente, en moyenne par semaine, environ 60 salariés comprenant le personnel sur le terrain, le personnel dans les bureaux de la base vie et l'encadrement.

Il est à souligner l'intégration :

- ◆ d'une PME locale "TPL" en charge des travaux de démolition de bâtiments ;
 - ◆ d'un artisan local "Paveurs du Centre" qui réalise la pose des matériaux en pierre naturelle et béton (bordures, boutisses, pavés séparateurs...).
- Une particularité, également, qui mérite d'être soulignée et développée "le poste de coordinateur des entreprises".

Cette mission de coordination consiste à :

- ◆ établir une interface entre les entreprises, intervenant simultanément sur un même site géographique ;
- ◆ prendre en compte les contraintes techniques ou administratives de tous les services extérieurs à la maîtrise d'œuvre (les concessionnaires, les Services techniques de la ville...) et des entreprises titulaires des différents lots ;
- ◆ analyser les tâches élémentaires de chacun et en concertation avec eux choisir l'ordre des interventions les plus favorables et définir les méthodes opératoires.

■ LA TECHNIQUE DU TRAM

La mise en place de la plate-forme tramway nécessite préalablement un déplacement des réseaux existants se trouvant dans son emprise.

Ces travaux sont effectués par les concessionnaires concernés (EDF, GDF, France Télécom, Service des Eaux, assainissement, chauffage urbain, TV câble...). Une fois ces travaux terminés, démarre la construction des voies du tramway. Les différentes étapes de réalisation comprennent :

- ◆ le passage des réseaux secs qui serviront à alimenter l'éclairage public, la signalisation tricolore routière et tramway ;
- ◆ la mise en place de réseaux d'assainissement superficiel permettant de récupérer les eaux de ruissellement de la plate-forme ;
- ◆ le terrassement général de la plate-forme sera

exécuté à 61 cm de profondeur. Cela permettra de mettre en œuvre une couche de fondation de 25 cm en grave ciment sur un géotextile de classe 5. Cette opération est mise à profit pour réaliser le faisceau multitubulaire qui n'est autre que le chemin de câble de la totalité de la ligne. Cet ensemble de 17 fourreaux de Ø 60 et Ø 80 mm est principalement destiné à l'informatique et à la signalétique du tramway ;

◆ les séparateurs en granit rose de chine seront alors posés sur une fondation en béton suivant les limites du Gabarit Limite Obstacle (G.L.O.).

La plate-forme tramway sera alors réalisée et prête à être livrée au lot pose de voie.

Les étapes suivantes de travaux se rapportent directement à l'activité VRD classique : réaliser, reprendre, raccorder les voiries existantes environnantes avec la séparation en granit de la plate-forme.

■ LES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Liées à l'environnement

Outre la difficulté liée à la réalisation des travaux en milieu urbain :

- ◆ évolution dans des secteurs exigus et encombrés,
- ◆ travail à proximité de nombreux réseaux en fonctionnement,

il est essentiel pour ce type de chantier d'accorder la plus grande importance à l'environnement de l'ouvrage.

De nombreux habitants de l'agglomération sont amenés quotidiennement à passer à proximité des différents travaux. La propreté, la qualité du stockage du matériel et des matériaux sont primordiales pour donner une image positive du projet et de l'entreprise. De même, aux abords des zones de travaux, il est aussi essentiel de maintenir des cheminements piétons sûrs, bien balisés et sans obstacles et de prendre en compte les préoccupations des riverains et des élus.

Liées aux marchés de fournitures

Les marchés de fournitures sont une des particularités liées au chantier du tramway d'Orléans. En effet, la fabrication et la fourniture des dalles, pavés, bordures, séparateurs en pierre, mobilier urbain ont fait l'objet de marchés séparés.

La difficulté pour l'entreprise de pose réside alors dans la maîtrise de la commande des matériaux (bon modèle, bonne nature) et de la livraison (respect des dates de mise à disposition).

Actuellement l'inquiétude est grande dans l'attente de la livraison de 5000 m² de revêtement granit pour la place Abbé Pasty...

Ces problèmes de livraisons de matériaux et de

mise à disposition de secteur de travaux imposent de repenser fréquemment la planification de l'organisation du matériel et du personnel.

■ CONCLUSION

Les travaux propres à l'activité tramway ont demandé à l'équipe de la réflexion, de la recherche et de la préparation.

Malgré toute la complexité que représente l'organisation et la gestion d'un tel chantier, les difficultés particulières précédemment énoncées, toute l'équipe de la section 6 est enthousiaste de travailler sur ce "gros chantier de petit VRD" et attend déjà impatiemment l'arrivée des travaux de la seconde ligne.



Travaux en cours
Works in progress

© Alain Ruter

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'œuvre

Systra - Setec

Maître d'ouvrage

Communauté de communes de l'agglomération orléanaise

Maître d'ouvrage délégué

Semtao - Transamo (cf. article précédent)

Entreprises

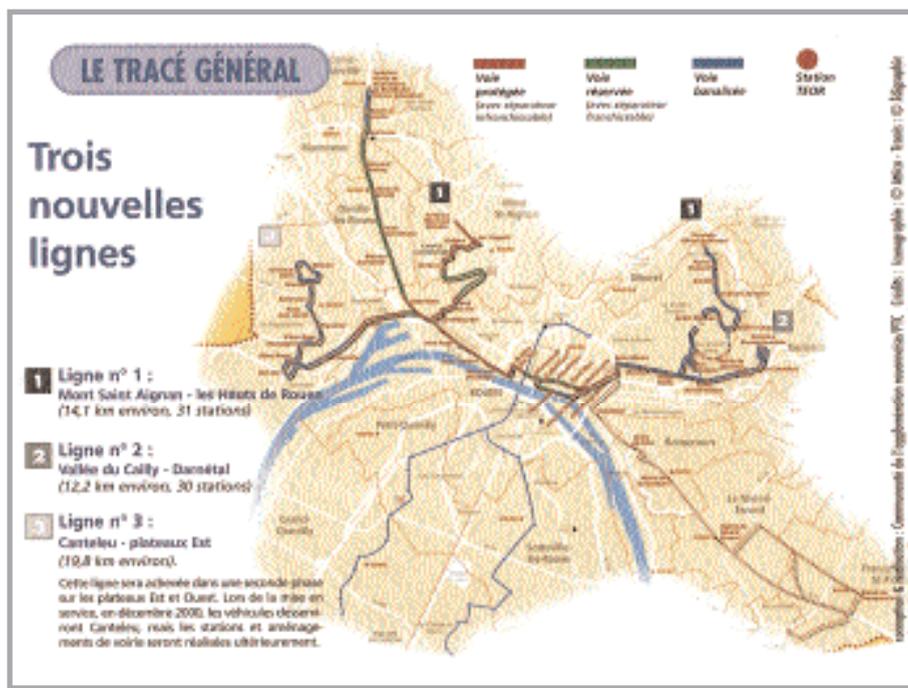
Groupement d'entreprises :

- Gercif
- Jean Lefèbvre
- Sogea

Sous-traitants

- TPL : démolitions
- Paveurs du Centre : pose de pavés dalles
- ETDE : massifs lignes aériennes

Le TEOR de Rouen



Le tracé général : trois nouvelles lignes

The general route : three new lines



Vue du site réservé à TEOR, voie avec séparateur franchissable

View of site reserved for the TEOR, lane with crossable separator

Située à 120 km au nord-ouest de Paris, l'agglomération rouennaise regroupe aujourd'hui 33 communes et près de 400 000 habitants.

En 1994, une première ligne de tramway longue de 16 km, comprenant 31 stations et reliant le nord au sud de l'agglomération a été mise en service. Elle transporte aujourd'hui 60 000 voyageurs par jour.

Dès cette époque, les élus de l'agglomération réfléchissaient à la construction d'une deuxième ligne sur un axe est-ouest.

Suite à un appel d'offres sur performances en 1997, destiné à comparer les capacités d'un tramway sur rails, d'un tramway sur pneus et d'un télébus – sorte de téléphérique urbain –, et après le classement sans suite de cet appel d'offres pour raisons financières, le conseil du district de l'époque, décide le 1^{er} décembre 1997 de construire le système TEOR, Transport Est Ouest Rouennais, en maîtrise d'ouvrage publique.

Dès le 30 mars 1998, l'équipe de maîtrise d'œuvre comprenant les sociétés Systra, Thales (Sodeteg), Attica Artefact architecte urbaniste, Bet Bailly bureau d'études techniques, et Outside paysagiste, a pu se mettre au travail pour les études préliminaires. Les dossiers d'enquête publique, d'enquête parcellaire ainsi que le dossier de prise en considération du projet par l'Etat ont été présentés dès la fin de l'année 1998.

L'assistant maître d'ouvrage, à l'époque la société

SGN pour les études, a dû être remplacé en fin d'année 1998 pour cause de fin de contrat, par un groupement composé de Sogeti, Coplan, Ecer, STC et Catram.

LE SYSTÈME DE TCSP

TEOR est un système de transport en commun intermédiaire entre bus et tramway, qui intègre les principaux facteurs de succès du tramway : confort, accessibilité, vitesse commerciale élevée, régularité, fréquence ainsi qu'une requalification importante sur les voiries qu'il traverse.

TEOR sera constitué de trois lignes distinctes empruntant le même tronçon commun dans la traversée du centre-ville de Rouen :

- ◆ la ligne 1 reliera Mont-Saint-Aignan aux Hauts de Rouen sur une longueur de 14, 1 km ;
- ◆ la ligne 2 reliera la vallée du Cailly à Darnétal sur un tracé de 12,2 km ;
- ◆ la ligne 3 reliera Canteleu aux plateaux est (Franqueville-Saint-Pierre) sur 20 km dont 8,7 km aménagés dans le cadre du projet TEOR.

Le tronçon commun s'étendra sur 3, 8 km, du pôle d'échange multimodal au centre hospitalier universitaire de Rouen et comprendra 13 stations.

Au total, TEOR desservira 44 stations sur un itinéraire total de 26 km. Les aménagements permettront à TEOR de circuler en site protégé sur environ un tiers du parcours, en site réservé sur un autre tiers, le reste étant parcouru en site banalisé.

150 000 habitants sont concernés dont 90 000 résident à moins de 400 m d'une station.

Ces lignes seront exploitées avec un matériel roulant spécifique : moderne, accessible, confortable, peu polluant... Les véhicules CIVIS à moteurs roues électriques et guidage optique sont développés par Irisbus et Matra Transport International.

TEOR bénéficiera d'un système d'aide à l'exploitation et à l'information des voyageurs de même niveau que la ligne de tramway ainsi que la priorité aux feux à tous les carrefours.

Les stations et leurs abords bénéficieront d'aménagements homogènes avec des quais hauts pour l'accessibilité totale ainsi que de systèmes de billettique et information des voyageurs.

TEOR est innovant sur plusieurs aspects

Il autorise une grande souplesse dans le choix des modes d'insertion, en fonction par exemple, du ni-

veau de congestion de la voirie ou de la largeur de celle-ci, grâce au matériel roulant sur pneumatique qui permet l'alternance site protégé/site réservé/site banalisé.

Ce système facilite par ailleurs un meilleur partage de la voirie grâce à un strict respect des besoins en matière de priorité aux feux, permettant d'envisager des sites protégés à voie unique parcourus alternativement dans un sens ou dans l'autre ou des sites banalisés avec de simples aménagements de carrefours.

Enfin, les performances du système et les aménagements prévus permettront d'atteindre une qualité de service proche de celle du tramway.

Le coût total du projet s'élève à 941 millions de francs (141,5 millions d'euros) hors taxes aux conditions économiques du 1^{er} janvier 1998, soit un coût au kilomètre de 36 millions (5,4 M euros) HT.

■ UNE INTÉGRATION INNOVANTE POUR RESPECTER UNE VOIE MULTIFONCTIONNELLE

Une portion du tracé des 26 km de TEOR a nécessité une étude particulière quant à l'insertion du tracé dans le site pour tenir compte de sa spécificité. Nous avons alors maximisé le concept de transport en commun intermédiaire.

Cet axe, la Nationale 15, relie Rouen aux communes de Notre-Dame-de-Bondeville et Maromme en traversant Déville-lès-Rouen.

De nombreux commerces et services (mairie, piscine, établissements scolaires, centre culturel...) ainsi que des habitations jalonnent cette voie.

Il s'agit donc bien d'une traversée d'un vrai centre urbain, allongé sur 3 km.

La voirie présente une faible largeur de façade à façade de 18 m, peu importante pour l'insertion d'un TCSP compte tenu de sa vocation multifonctionnelle : transit, centre urbain, accès riverains, piétons, stationnement.

Aussi, pour préserver sa fonction et ne pas la transformer en un site réservé exclusif pour les transports en commun, le parti de conserver les trottoirs, le stationnement, le double sens de la voie a été retenu. Cela s'est alors traduit par l'obligation de n'avoir qu'une seule file TEOR envisageable en site propre.

Quel sens favoriser? L'entrée dans l'agglomération de TEOR, préférable en terme d'usage des transports en commun mais risquant de désorganiser l'arrivée en bout de lignes des rames et donc la fré-

quence des départs? La sortie de l'agglomération tout aussi pénalisante en terme de fréquence et présentant l'inconvénient d'être un peu moins attractive pour l'utilisateur?

La réflexion s'est alors portée sur la finalité d'un site réservé qui est d'assurer au transport en commun une vitesse commerciale élevée et surtout constante là où le risque de ralentissement est présent à cause de la densité de la circulation automobile.

La solution retenue consiste à n'affecter qu'une seule voie du site propre à TEOR, la voie axiale, en fonction de son intérêt par rapport au transport. Ainsi, en amont des carrefours, là où la circulation est dense et est retenue par le feu rouge, TEOR bénéficie du site propre et d'une priorité au carrefour. Dès la ligne de feu franchie, TEOR emprunte la voie banalisée en aval du carrefour. A mi-chemin entre les carrefours franchi et suivant, TEOR réintègre le site propre pour en bénéficier jusqu'au prochain carrefour.

Dans l'autre sens, le système est le même et TEOR emprunte le site réservé en amont des carrefours. Ainsi, particularisme du projet, au droit d'un carrefour, les deux TEOR se font face et dès qu'ils ont franchi leur ligne de feux, tous deux rejoignent la voie banalisée à droite du site réservé.

Pour les stations, le fonctionnement est identique : TEOR bénéficie du site réservé à l'approche et en station. Il le quitte ensuite dès la station franchie. Les quais sont ainsi décalés.

La solution retenue sur cet itinéraire, grâce à la technique de guidage débrayable permet d'obtenir une régularité et une vitesse commerciale similaire de celle d'un site réservé bidirectionnel tout en respectant la vocation et l'usage multifonctionnel de cet espace urbain. En effet, TEOR n'est en site réservé que lorsque cela est bénéfique pour son exploitation.

■ LES TRAVAUX

Plusieurs ouvrages importants ont été réalisés en 2000, à savoir : un pont-rail de 100 m de long, une trémie routière, une bretelle autoroutière, un pôle d'échanges multimodal.

Un pont-rail de 100 m de long poussé par AUTORIPAGE®

Afin de permettre le passage de TEOR sur la ligne ferroviaire Paris - Le Havre, un pont-rail a été mis

Didier Maurin



**DIRECTEUR DU PROJET
TEOR**
Communauté d'agglomération
rouennaise

Magalie Ragot



**RESPONSABLE
DES ÉTUDES**
Communauté d'agglomération
rouennaise

Bertrand Masson



**RESPONSABLE
DES TRAVAUX**
Communauté d'agglomération
rouennaise

Vincent Vesier

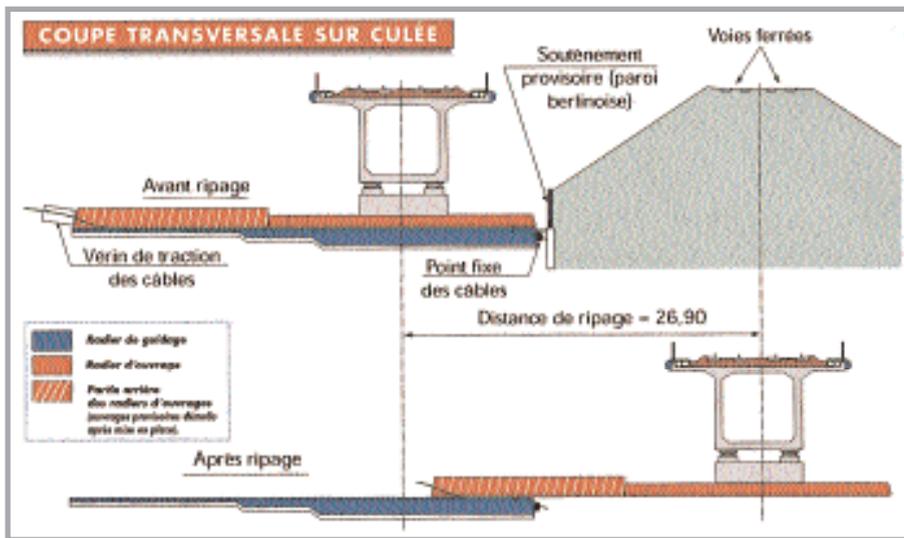
CONDUCTEUR D'OPÉRATION
Quillery

Jean-Marc Viole

RESPONSABLE OUVRAGES D'ART
Thales (Sodeteg)

Xavier Mondher

CONDUCTEUR D'OPÉRATION
Sogea



Construction du pont-rail. Coupe transversale sur culée (avant et après ripage)

Construction or rail bridge. Cross section on abutment (before and after shifting)



en place fin août 2000 selon la technique de l'AUTORIPAGE®. La volonté des partenaires était de minimiser au maximum les interruptions du trafic ferroviaire.

En préalable aux travaux du pont-rail, une canalisation Ø 800 d'assainissement a été déviée sous le remblai SNCF à l'aide d'un microtunnelier.

L'ouvrage de 6500 t construit à proximité des voies est constitué de deux culées indépendantes du tablier isostatique dont la portée est de 61 m.

Pour la phase d'AUTORIPAGE®, la future rampe TEOR qui passe sous l'ouvrage a été montée afin de servir de piste pour le terrassement. Cette piste de 2500 m³ de remblais est tenue par un mur en terre armée et s'appuie sur le talus ferroviaire.

Les opérations d'AUTORIPAGE® se sont déroulées selon un planning très serré puisque comprises entre le vendredi 23 h 30 et le lundi 15 h 30, horaire de passage du premier train, soit 64 heures. Pendant ce temps, les 15 000 voyageurs concernés ont été transportés par cars.

Après dépose des voies et caténaires sur le talus, le terrassement au droit du tablier et des culées a été effectué, soit environ 15 000 m³.

L'ouvrage, pré-équipé de ses voies, des porte-caténaires, a ensuite été ripé par la technique de l'AUTORIPAGE® sur les deux radiers de guidage préalablement graissés et injectés de bentonite et microbilles.

La principale difficulté résidait dans la nécessité de pousser avec la même intensité les deux culées indépendantes afin que l'ouvrage ne parte pas "en crabe".

La fin de l'opération était consacrée au raccordement des voies et du talus et à la pose des caténaires et équipements ferroviaires.

Le décalage final des deux culées de quelques centimètres est resté dans les tolérances admissibles et le premier train a pu circuler comme prévu.

Les travaux suivants ont concerné la réalisation

des fondations sous les culées qui avaient été posées sur le sol et le déblaiement des 15 000 m³ de matériaux restant sous l'ouvrage au droit de la plate-forme TEOR.

La trémie Pasteur : une trémie routière de 340 m de long

Description de l'ouvrage

L'ouvrage présenté se situe sur la commune de Rouen. C'est un ouvrage linéaire et droit, de type passage souterrain à gabarit normal (PSGN) d'environ 340 m, comprenant 160 m de tranchée couverte et deux trémies ouvertes, entrée et sortie, d'environ 90 m de longueur chacune.

Le profil en travers intérieur à la trémie comprend une chaussée de 9,50 m de largeur ayant une voie lente de 3,50 m et deux voies de 3 m et de part et d'autres deux trottoirs de service. La chaussée présente un dévers unique de 2 % du sud vers le nord. Les voiles de la trémie sont en parois moulées et supportent un complexe composé de 18 cm de béton drainant, 3 cm d'étanchéité, 9 cm de structure de chaussée.

La dalle de couverture est en béton armé et a une épaisseur de 65 cm. Au niveau des piédroits, des goussets sont réalisés portant ainsi l'épaisseur de la dalle à 95 cm.

Contexte

Délais

Les délais étaient de 10,5 mois avec une demande de mise à disposition de la dalle supérieure de la trémie 8 mois après le début des travaux.

Circulation

Les travaux sont réalisés en site urbain, sur la RN15 en direction du Havre. Le marché comprenait en travaux préalables la construction d'une déviation provisoire de circulation pouvant absorber 56 000 véhicules par jour. Ces opérations préliminaires ont consisté à construire une quatre voies comprenant les terrassements et la réalisation de la chaussée, la mise en place d'une signalisation horizontale, des éclairages publics et des signalisations lumineuses (feux tricolores).

La protection du chantier vis-à-vis de la circulation a été réalisé par des GBA servant par ailleurs de support de clôture.

Deux voies de desserte locale coupaient la trémie et leur accès depuis la quatre voies était obligatoire. Deux dalles, l'une de 12 m et l'autre de 20 m ont ainsi été coulées sur terre-plein pour permettre la continuité de circulation. Un terrassement en taupage a ensuite été exécuté sous ces dalles.

Environnement

L'exécution des travaux s'est faite près d'immeubles d'habitation et des contrôles de tassement étaient

PONT-RAIL : LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maitrise d'ouvrage
Réseau Ferré de France

Maitrise d'ouvrage déléguée
SNCF, Délégation régionale infrastructure

Maitrise d'œuvre
SNCF, Even Porte Océane Le Havre

Titulaire
Groupement Quille - GTM Construction

Sous-traitants

- Terrassement : Guintoli
- Fondations spéciales : Solétanche Bachy
- Brevet d'AUTORIPAGE® : JMB Méthodes
- Mise en place par AUTORIPAGE® : VSL
- Précontrainte du tablier : GTM Construction
- Ferrailage : SAMT
- Etanchéité : SOPAE - Jean Lefèbvre

Ces travaux ont été réalisés dans un délai de 15 mois pour un coût de 48 millions de francs HT (études et travaux) financés par la Communauté de l'agglomération rouennaise

régulièrement effectués. Le marché exigeait une récupération des eaux chargées de la plate-forme du chantier et décantation avant rejet dans les égouts. Pour ce faire, un réseau d'assainissement propre au chantier récoltait l'ensemble des eaux de ruissellements pour les diriger vers un déboureur-déshuileur.

Géologie

La coupe géologique présentée au marché était :

- ◆ remblais divers sur 2 à 3,20 m de profondeur;
 - ◆ argile tourbeuse à passage limoneux sur 12 à 13 m de profondeur;
 - ◆ marno-calcaire compact à 15 m de profondeur.
- Trois nappes ont été identifiées :
- ◆ la nappe dans les alluvions fluctuant de 2,75 NGF à 5 NGF en période de crue;
 - ◆ la nappe des alluvions argileuses située à 3,75 NGF;
 - ◆ la nappe profonde intéressant les marno-calcaires dont le fond varie de 4,25 NGF à 3,75 NGF.

Le fond de fouille possédait son point le plus bas à la côte - 1,14 NGF. Compte tenu de la qualité médiocre des terrains rencontrés, le marché interdisait la descente d'engins de terrassement en fond de fouille.

Phasage des travaux

Les voiles de la trémie sont réalisés en parois moulées d'épaisseur 80 cm et longueur 15 m permettant un ancrage dans les marno-calcaires. En extrémités de rampe, l'épaisseur des parois passe de 80 cm à 60 cm.

Perpendiculairement aux parois et à mi-distance des rampes, des parois au coulis sont réalisées afin de créer une "boîte" étanche préalablement aux terrassements. Par ailleurs, des puits de décharge sont forés tous les 15 m qui sont ensuite équipés de pompes de rabattement.

Les deux dalles sur terre-plein sont exécutées en premier et la circulation étant ensuite rétablie sur ces dalles, le phasage de réalisation de la partie couverte est le suivant :

- ◆ terrassement primaire;
- ◆ recepage des parois moulées;
- ◆ mise en œuvre des butons;
- ◆ terrassement jusqu'au fond de fouille : l'impossibilité de descendre un engin lourd en fond de fouille a nécessité l'emploi d'une pelle capable de terrasser à 12 m en avant et à 8 m de profondeur. Ce type de pelle est habituellement employée au curage d'étangs ou de rivières;
- ◆ mise en place d'un béton de propreté;
- ◆ forage et scellement des armatures de radier;
- ◆ ferrailage du radier;
- ◆ mise en place de l'étalement et du coffrage de dalle;
- ◆ ferrailage et bétonnage de la dalle.

Dans les rampes, une poutre de couronnement de type BN2, a été coulée en place avant les terras-



Vue aérienne de la trémie Pasteur

Aerial view of Pasteur hopper

© Bruno Maurey

TRÉMIE PASTEUR : LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

MOA

Communauté de l'agglomération rouennaise

MOE

Systra, Thales (Sodeteg), Attica Artefact, BET Bailly, Outside

Entreprise titulaire

Groupement Quillery - Quille - Solétanche Bachy

Sous-traitants

- Terrassement : VTP
- Parois moulées : Solétanche Bachy
- Etanchéité : Smac Acieroid



Trémie Pasteur : atelier de parois moulées avec en fond la déviation à 4 voies

Pasteur hopper : diaphragm wall plant with the 4-lane bypass in the background

© Quillery - P. Lefebvre

sements permettant ainsi une amélioration de la sécurité du poste de travail.

Pour l'exécution du radier, la méthode est identique à celle employée en partie couverte.

L'ouvrage était ainsi virtuellement découpé en 14 plots permettant d'avoir une continuité dans l'exécution des tâches ci-dessus nommées.

Afin de récupérer les eaux de la trémie, une station de pompage accolée à la trémie a été construite. Son enceinte est en paroi moulée. Cette station possède plusieurs cellules séparées par des voiles en béton armé. A leur arrivée, les eaux passent ainsi par un décanteur, un déshuileur avant de se rejeter dans une fosse à pompes qui refoulent vers le réseau d'assainissement.

A la fin du génie civil, les travaux d'équipement ont pris le relais comprenant :

TRÉMIE PASTEUR : LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- Parois moulées épaisseur 0,80 m : 7 487 m²
- Parois moulées épaisseur 0,60 m : 2 290 m²
- Béton de parois moulées : 7 364 m³
- Armatures de parois moulées : 520 t
- Terrassements : 19 777 m³
- Butons : 125 tonnes
- Bétons dalle et radier : 4 500 m³
- Armatures dalle et radier : 438 t
- Etanchéité : 5 600 m²
- Enrobés : 800 t

Ces travaux ont été réalisés par le groupement d'entreprises dans un délai de 10,5 mois et pour un coût de 54 millions de francs HT

BRETELLE NANSEN : LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

MOA

Communauté de l'agglomération rouennaise

MOE

Systra, Thales (Sodeteg), Attica Artefact, BET Bailly, Outside

Entreprise titulaire

Quillery

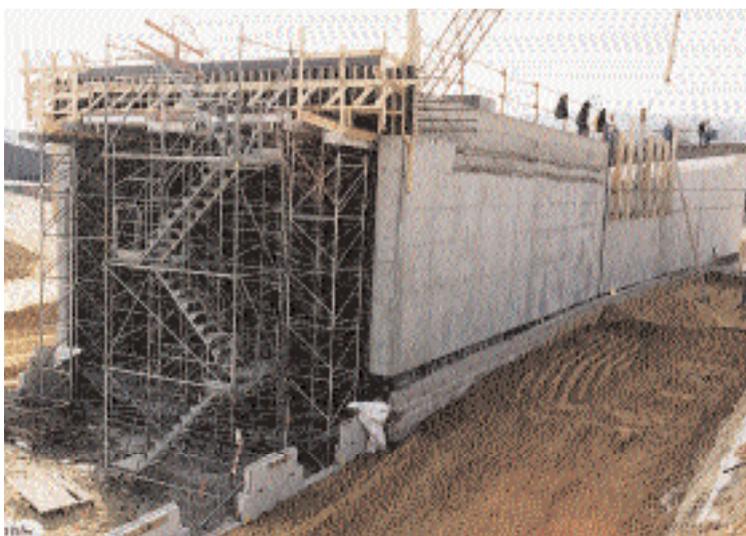
Sous-traitants

- Terrassements : Tinel
- Inclusions : Soletanche Bachy
- Drains : Balineau

Cet ouvrage a été réalisé dans un délai de 4,5 mois (y compris la voirie) pour un coût total de 25 millions de francs HT (y compris la voirie)

Bretelle Nansen :
étaielement du pont-cadre
et début du remblaiement

Nansen feeder : *staying
of frame bridge
and start of backfilling*



© Quillery

- ◆ mise en place des équipements dans la station de pompage (pompes, déshuileurs, régulateurs, tuyauterie);
- ◆ mise en place de l'assainissement comprenant un tuyau D300 placé entre sept avaloirs et récoltant les eaux de pluie et d'un drain D150 canalisant les eaux d'infiltration;
- ◆ mise en œuvre d'un béton drainant sur 18 cm d'épaisseur enrobant les canalisations;
- ◆ mise en œuvre d'une étanchéité sur le béton drainant et sur la dalle supérieure;
- ◆ réalisation des trottoirs;
- ◆ réalisation des enrobés en deux couches;
- ◆ mise en place de quatre descentes de colonne sèche. Des réservations en PVC avaient été laissées dans la paroi moulée afin de ne pas avoir les colonnes en saillie;
- ◆ mise en place d'anneaux de désincarcération scellés dans la paroi moulée;
- ◆ mise en place d'un garde-corps sur la poutre de couronnement;
- ◆ mise en place de l'éclairage dans la trémie;
- ◆ mise en œuvre de panneaux acoustiques sur les parois des rampes et de pierres collées sur les poutres de couronnement.

Une bretelle autoroutière sur pieux

A l'arrivée de l'A150 dans Rouen, des aménagements préparatoires étaient à réaliser préalablement aux travaux de TEOR. Ils concernent l'exécution d'une bretelle autoroutière, dite bretelle Nansen, destinée à dévier la circulation pour permettre les travaux du pôle d'échange multimodal.

L'ouvrage consiste en la réalisation de grands ter-

rassements et d'un pont cadre en béton armé (PICF, 38 m de longueur, 8 m d'ouverture, épaisseurs du radier, piédroits et traverse supérieure de 50 cm) qui franchit une voie de liaison à l'arrivée sur Rouen. L'ouvrage est d'un coût de 25 millions de francs HT, dont 20 millions pour le renforcement de sol, les terrassements et le génie civil. L'attributaire du marché de renforcement de sol, terrassements et génie civil est Quillery TP - GC, avec comme sous-traitants principaux Balineau (drains), Solétanche Bachy (inclusions), Tinel (terrassements).

Afin de répondre à une mise en service rapide de l'ouvrage situé sur un ensemble de couches tourbeuses et d'alluvions fines compressibles avec des tassements prévisibles de l'ordre de 80 cm, la solution retenue consiste à réaliser, au préalable des travaux de remblaiements (d'une hauteur maximale de 6 m) et du pont cadre, un confortement du sol par inclusions rigides et drains.

La maille des inclusions (Ø 400) est de 2 x 2 m sous les zones de remblai de fortes épaisseurs et sous le pont cadre, et de 2,5 x 2,5 m vers le sud de l'ouvrage avec des pieux de Ø 500 puis Ø 400 pour les remblais de moindre épaisseur. Ces inclusions sont descendues sur le substratum des sables verts du fait de la descente de charge qu'ils reçoivent et des tassements induits estimés dans la zone de l'ouvrage d'art.

Les inclusions reçoivent chacune en tête un chapiteau de diamètre 800 mm et d'épaisseur 400 mm, ferrailé au pourcentage minimal. Ces chapiteaux placés au niveau de la plate-forme sont alors surmontés d'une couche de grave propre 0/60, d'un géotextile renforcé et des remblais.

Les drains ont été exécutés dans les zones de remblais de forte hauteur, du fait des contraintes d'exé-

Photo 2
Bretelle Nansen :
pieux exécutés à la tarière
*Nansen feeder : piles dug
with the auger*



© Quillery

cution ne permettant pas de réaliser d'inclusions, et dans l'extrémité de l'ouvrage où le remblai a une faible hauteur, inférieure à 6 m. La maille est de 1,2 x 1,2 m pour un diamètre de 50 mm afin de respecter l'objectif d'obtenir une consolidation primaire de 90 % en deux mois.

Enfin, au niveau du pont cadre, le complexe des fondations entre les inclusions et le radier de l'ouvrage est constitué de couches de grave ciment dosée à 5 %, l'ensemble bien compacté régulé avec formes de pente pour assurer l'assainissement naturel de la structure. Aux extrémités du pont, entrée et sortie, les remblais sont tenus par des murs de type terre armée.

Au cours de l'exécution des travaux, dans la partie sud de l'ouvrage, zone prévue en drains, un ensemble de longrines en béton armé ont été découvertes. Les relevés effectués ont indiqué que ces longrines étaient fondées sur pieux de 13 m de longueur environ, qui descendaient jusqu'au substratum de graves argileuses.

Afin de ne pas retarder les travaux et la mise en service de l'ouvrage qui conditionnait le démarrage des travaux du pôle d'échanges TEOR, la solution retenue a consisté en un changement du type de renforcement mis en œuvre. En effet, les relevés et les études réalisés, ont montré que l'on pouvait se servir des pieux existants, complétés par des inclusions supplémentaires entre les longrines existantes après décapage général de la zone.

Cette adaptation de méthode d'inclusions en cours de travaux en prenant parti de l'existant a permis de maintenir l'objectif de délai très tendu (2,5 mois de travaux avant ceux de voirie) tout en assurant la même qualité technique de l'ouvrage. En effet, l'ouvrage a pu être mis en service dans les délais prévus et le suivi ultérieur de l'ouvrage a montré des tassements nettement inférieurs à ceux initialement prévus dans le marché : 1 à 2 cm constatés contre 20 cm prévus dans le marché.

Le pôle d'échange multimodal

Dans le cadre du projet TEOR, le groupement Sogéa Nord Ouest - Quillery s'est vu confié par la Communauté d'agglomération rouennaise la réalisation du pôle d'échanges multimodal.

Ce projet, conçu par le cabinet Antoine Garcia Diaz de Montpellier associé à Ingérop, permet aux usagers de la route de laisser leur véhicule à l'entrée ouest de la ville de Rouen et de se déplacer vers le centre-ville en profitant de TEOR.

A cet effet, deux bâtiments ont été réalisés :

- ◆ un parking silo comportant cinq niveaux permettant de garer 800 véhicules environ ;
- ◆ le pôle d'échanges proprement dit, composé d'un parking souterrain de 170 places sur lequel ont été aménagés les quais pour TEOR et les bus.

Les travaux ont nécessité un phasage particulier entre les équipes de gros œuvre et les équipes de

voirie afin de pouvoir maintenir la circulation autour du pôle d'échanges. Dans ces conditions, les travaux de gros œuvre du pôle d'échanges ont été organisés suivant un planning de travaux rigoureux et minutieux.

La quantité de travail à réaliser a nécessité l'organisation de travail par postes. En effet, après les dévoiements de réseaux, la durée du gros œuvre de 3,5 mois a permis d'exécuter les travaux suivants :

- ◆ pieux : 300 ml de Ø 800, 3 200 ml de Ø 600, 4200 ml de Ø 500, 1100 ml de Ø 400 sous le parking relais et le parking enterré ;
- ◆ terrassements en pleine masse 35 000 m³ ;
- ◆ rabattement de la nappe phréatique par aiguilles filtrantes : les 700 unités hauteur rabattue 2 m ;
- ◆ exécution d'une paroi berlinoise pour maintenir la voirie circulée longue de 30 ml (pieux en béton



Photo 5
Vue aérienne du pôle d'échanges
Aerial view of exchange pole

© Bruno Maurey

PÔLE D'ÉCHANGES MULTIMODAL : LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

MOA

Communauté de l'agglomération rouennaise

MOE

Cabinet Garcia-Diaz, Ingerop, ISTC, AZ Architecture

Entreprise titulaire

Groupement Sogéa - Quillery

Sous-traitants

- Fondations profondeurs : Botte Sade Fondations
- Terrassement : Boutté
- Rabattement de nappe : RDN Martor
- Charpente : Julien

Cet ouvrage a été réalisé dans un délai de 10,5 mois pour un coût de 60 millions de francs HT

Pôle d'échanges :
voiles de la rampe hélicoïdale
du parc-silo

Exchange pole :
walls of the helical ramp
of the silo park



© Agence Garcia-Diaz



espacés de 60 cm dans lesquels un fer I a été scellé);

- ◆ voiles en béton armé 360 ml;
- ◆ dallage 3 600 m² exécuté en 6 jours;
- ◆ planches 3 600 m² exécutées en 9 jours;

Par la suite les différents corps d'état sont intervenus, à savoir :

- ◆ charpente;
- ◆ couverture;
- ◆ étanchéité.

Puis les travaux d'aménagements de la plate-forme du pôle d'échanges ont démarré :

- ◆ forme sous voirie en béton léger de polystyrène : 1 200 m³;
- ◆ bordures, séparateurs et quais en granit : 2 000 ml environ représentant 485 tonnes;
- ◆ terre végétale : 2 000 m²;
- ◆ béton désactivé : 1 000 m²;
- ◆ murs végétalisés antibruit : 270 m².

Le pôle d'échange a été réceptionné le 18 janvier, et inauguré le 10 février 2001 pour permettre la mise en service TEOR.

6 800 tonnes de terres polluées

Lors des terrassements de la trémie Pasteur et du pôle d'échanges, les entreprises ont découverts des terres polluées. Après analyse, il apparaît que 3 800 t de terres étaient polluées par du plomb, du

cuivre et du zinc sur la trémie Pasteur et 3 000 t par des hydrocarbures polyaromatiques, du cuivre, du plomb et du zinc sur le pôle d'échanges.

Pour évacuer, traiter et stocker ces terres, la Communauté de l'agglomération rouennaise a lancé en urgence deux marchés de traitement et stockage. Les traitements ont été soit thermique, soit biologique, en fonction de la nature de la pollution.

De plus, avec l'aide du coordonnateur Sécurité protection de la santé, des dispositifs particuliers ont été mis en place pour assurer la protection des ouvriers. Ce fut le cas pour le terrassement en taube d'une partie de la trémie Pasteur où la présence de poches de gaz issues des traces d'hydrocarbures était à craindre. Le dispositif de protection s'est traduit par l'utilisation de cartouche de détecteur de gaz, d'une surveillance des travaux hors du fond de fouille pour pouvoir donner l'alerte et de la présence sur le site d'un système autonome respiratoire en cas d'intoxication.

Suite à ces découvertes de terres polluées, les phasages des entreprises ont été modifiées afin de permettre la poursuite du chantier; les plannings ont pu ainsi être respectés. La Communauté de l'agglomération rouennaise a engagé deux expertises judiciaires pour déterminer les responsables de la pollution.

Calendrier de l'opération TEOR

Lancé le 1^{er} décembre 1997, le projet TEOR devait être en service fin 2000.

L'année 1998 a permis la réalisation des études préliminaires et avant-projet ainsi que la présentation des dossiers d'enquêtes publiques, enquêtes parcellaires et dossier de prise en considération par les partenaires financiers de l'opération.

La déclaration d'utilité publique, l'accord sur l'instruction mixte à l'échelon local et l'accord financier des partenaires intervenus en juillet 1999 ont permis le démarrage des travaux préliminaires.

Le premier gros chantier a débuté à l'automne 1999,

TERRES POLLUÉES : LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

MOA

Communauté de l'agglomération rouennaise

MOE

Communauté de l'agglomération rouennaise

Traitement et stockage

Biogénie, Ikos, Deep Green

Analyses

SGS Crépin

C.S.P.S.

Véritas

les consultations européennes (environ 60) ayant été lancées entre l'été 1999 et le premier trimestre 2000.

Toutefois la reprise de l'activité économique ainsi que la concomitance d'autres chantiers de T.C.S.P. n'ont pas permis aux entreprises de remettre des offres compatibles avec les objectifs financiers de la Communauté d'agglomération rouennaise.

En mai 2000, les élus ont donc pris la décision de mettre en service progressivement TEOR sur les parties d'infrastructures déjà réalisées fin 2000 avec les matériels roulants et systèmes mis en place. Le reste des travaux se réalisera durant l'année 2001.

■ CONCLUSION

La partie ouest du projet a été inaugurée le 10 février et mise en service le 12 février 2001, les premiers essais se réalisant de manière satisfaisante.

Les principales difficultés de mise en œuvre de ce projet résultent à la fois de l'importance de ce dossier, de son caractère innovant notamment pour la partie infrastructure, du linéaire du projet, du nombre de stations, le tout dans un délai très court.

Malgré le retard des travaux de VRD sur la partie est du projet, à ce jour la réalisation est toutefois très satisfaisante sur les chantiers de génie civil achevés dans les délais et sans dépassement de coûts.

ABSTRACT

The Rouen TEOR

Various authors

As a complement to the north-south tramway line, the Rouen conurbation community decided in 1997 to build the TEOR, TCSP East-West, interconnected with the tramway.

This TCSP groups infrastructures in protected, reserved or shared sites with urban rehabilitation works over 26 km, rolling stock consisting of optically guided CIVIS, and operating support and passenger information systems.

Its operating flexibility has enabled its insertion in urban centres while preserving their initial functionalities. It completion called for the construction of massive structures, such as a road hopper 340 m long, a pile-supported motorway feeder road, a rail bridge 100 m and an exchange area. Almost 7 000 of polluted earth were discovered during the works.

The commissioning of the west branches of the TEOR took place on 12 February 2001, and the works in the centre and east are also scheduled for 2001.

RESUMEN ESPAÑOL

El TEOR de Ruán

Autores diversos

Como complemento de la línea de tranvía norte-sur, la Comunidad de la aglomeración urbana de Ruán ha decidido, hacia finales de 1997, emprender el proyecto TEOR, TCSP Este-Oeste, interconectado con el tranvía.

El TSCP reúne las infraestructuras en emplazamientos propios, reservados o comunes con un acondicionamiento urbanístico sobre 26 km, un material rodante formado por CIVIS de guiado óptico, sistemas de ayuda para la operación y para la información de los viajeros.

Su adaptabilidad de funcionamiento ha permitido su inserción en los centros urbanos, y, al mismo tiempo, preservando sus funcionalidades iniciales. Su ejecución ha precisado la construcción de estructuras importantes, como, por ejemplo, una embocadura viaria de 340 m de longitud, una bifurcación de autopista sobre pilotes, un puente ferroviario de 100 m de longitud y una plataforma de intercambios. Con motivo de estas obras, se han extraído cerca

de 7 000 toneladas de tierras contaminadas.

La entrada en servicio del TEOR, en los ramales del Oeste, ha tenido lugar el 12 de febrero de 2001 y las obras del centro y del Este se llevarán a cabo en 2001.

Les innovations de la Semaly pour la tramway

Depuis le lancement de la nouvelle génération du tramway, Semaly a conçu et développé plusieurs types de pose de voie. Elle a su faire progresser ses systèmes pour les adapter à la réalisation des différents projets. Les trois exemples ci-après illustrent le savoir-faire de Semaly dans les opérations de tramway nouvelle génération et sa capacité d'innovation dans le domaine de la voie ferrée.

A Strasbourg, une section de voie ferrée a été optimisée afin d'obtenir un gain financier de 10 %, de réduire la hauteur de pose de voie de 10 cm et de gagner en rapidité de mise en œuvre en substituant le béton de fondation par une couche d'enrobé.

A Montpellier, c'est le franchissement du boulevard de l'Europe par un ouvrage en courbe de rayon 50 m qui est à l'origine d'une pose de voie particulière sans joint de dilatation.

A Lyon, le chantier tramway a été réalisé dans un délai très court : 20 km de plate-forme en 16 mois avec mise en œuvre d'une pose de voie par panneaux préfabriqués de 18 m de long.

■ STRASBOURG : LA VOIE TRAMWAY ÉCONOMIQUE

A l'initiative de C.T.S. (Compagnie des Transports Strasbourgeois), Semaly maître d'œuvre de la voie ferrée du tramway de Strasbourg a conduit un programme de recherche et développement ayant pour objectif de concevoir et tester un système de pose de voie économique.

Les mesures

Une campagne de mesures, effectuée par les CETE de Strasbourg et Nancy, a permis d'affiner la connaissance des charges dynamiques par pesage, des mesures de déflexion et des mesures de déformation, tant au niveau du rail que des bétons de la structure. Ainsi les mesures ont permis un étalonnage du maillage aux éléments finis déjà classique dans le domaine routier, et abouti à une diminution notable du coefficient de majoration dynamique.

Le programme d'expérimentation a été défini conjointement entre la Semaly et le Laboratoire central des Ponts et Chaussées de Nantes.

La modélisation

La modélisation sur un système de calculs aux éléments finis en trois dimensions CESAR a été effectuée par le LCPC de Nantes. Les données acquises par les mesures *in situ* ont permis de préciser les hypothèses prises en compte dans le modèle et d'en vérifier les résultats. Cette modélisation a reproduit fidèlement la géométrie réelle de la structure en 3D, ses discontinuités et a permis de si-

muler les configurations de chargements représentatifs du tramway et de son fonctionnement. Cette démarche est une rationalisation du dimensionnement des plates-formes de voie ferrée faite au niveau :

- ◆ des hypothèses de dimensionnement des structures et matériaux (trafic, données climatiques, etc.);
- ◆ du modèle mécanique utilisé par la simulation théorique de la plate-forme et pour le calcul des sollicitations qu'elle supporte;
- ◆ de la prise en compte précise des phénomènes dynamiques dans le dimensionnement.

Les réalisations

L'aboutissement de la démarche a été la mise au point d'une modélisation dédiée aux plates-formes tramway identiques à celles des chaussées routières ou urbaines, fournissant des abaques spécifiques cohérentes avec les catalogues de chaussées.

Les deux applications les plus significatives qui ont été réalisées sont :

- ◆ d'une part la pose de voie économique béton sur un tapis d'enrobé par les entreprises Cogifer, pour la pose de voie, et Trabet pour les terrassements et les enrobés;
- ◆ et d'autre part la pose antivibratile par les entreprises Ortec, pour la fabrication et la pose du "rail silencieux", et Trabet pour les terrassements et les dalles en béton armé.

La pose de voie économique

La pose de voie béton sur enrobé s'est révélée plus économique du fait de la diminution de la profon-

Photo 1
Tramway de Strasbourg :
pose de voie sur enrobé
*Strasbourg tramway :
laying track on asphalt*



STRASBOURG : LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Compagnie des Transports Strasbourgeois (C.T.S.)

Maître d'œuvre

GETAS - Groupement Semaly/Serue

Entreprises

- Cogifer
- Ortec
- Trabet

pose de voies ferrées

Benoît Poinseaux
RESPONSABLE DU MARCHÉ VOIE
TRAMWAY DE STRASBOURG
Semaly

Gabriel Chanel
RESPONSABLE DU MARCHÉ VOIE
TRAMWAY DE MONTPELLIER
Semaly

Philippe Soleil
RESPONSABLE DU MARCHÉ VOIE
TRAMWAY DE LYON
Semaly

deur de terrassement, de la rapidité d'exécution de la couche de fondation en enrobé, et de la facilité de dressage de la pose de voie sur celle-ci. Grâce à la mise en œuvre de l'enrobé au finisseur sur une plate-forme de portance moyenne le nivellement de la surface a été d'une grande précision. La rapidité d'exécution a été remarquable, en moins d'une semaine la plate-forme était livrée circulaire immédiatement.

L'économie réalisée pour cette pose de voie est de l'ordre de 10 % par rapport au coût moyen d'une pose de voie classique sur les 800 m de voies doubles exécutées. Le dressage de la voie a été facilité par l'aisance du ripage sur l'enrobé et l'ancrage temporaire rapide et suffisamment solide (photo 1).

La pose antivibratile performante peu profonde

Le "rail silencieux" est une solution de traitement "antivibratile" par déflexion du rail encastré dans un complexe en caoutchouc sur un support continu métallique. Ce procédé a été mis en œuvre sur des réseaux allemands, en particulier celui de Cologne avec des mesures d'affaiblissement vibratoire comparables à celles obtenues sur dalle flottante.

La fondation du support en béton maigre a été dimensionnée suivant la même modélisation afin d'apporter des garanties équivalentes en terme de tenue dans le temps de la plate-forme.

Ce procédé a été expérimenté avec succès sur 160 m comportant une courbe de rayon 50 m.

On peut ainsi conclure que la voie tramway développée et mise en œuvre par Semaly à Strasbourg a conduit à une réelle économie ($\approx 10\%$).

■ MONTPELLIER : LA POSE DE VOIE SUR OUVRAGE D'ART EN COURBE SANS JOINT DE DILATATION

La configuration de tracé constituée par deux voies principales et par deux voies secondaires a amené Semaly à étudier une pose de voie intégrant à la fois les contraintes liées à l'ouvrage en courbe et celles liées à l'exploitation du tramway (confort recherché et manœuvres des véhicules).

La difficulté principale est due à la présence des joints de dilatation de l'ouvrage d'art situés en courbe ($R = 50\text{ m}$). Généralement, pour franchir un ou-

vrage, les joints de dilatation de l'ouvrage d'art et de la voie ferrée sont superposés; ceux de la voie ferrée ne pouvant fonctionner que dans une implantation en alignement droit. Ces dispositions habituelles n'ont pas pu être mises en œuvre dans cette configuration de lignes (photo 2).

La seconde difficulté est amenée par la gestion des itinéraires assurée par les trois appareils de voie implantés à chaque pointe du triangle dans les zones de dilatation.

Autres difficultés :

- ◆ ne pas trop surcharger l'ouvrage, le concept voie ferrée devant être le plus léger possible pour limiter les coûts, et limiter l'épaisseur du tablier;
- ◆ garantir la géométrie de la voie et le confort de roulement en éliminant la possibilité d'éclisser le rail.

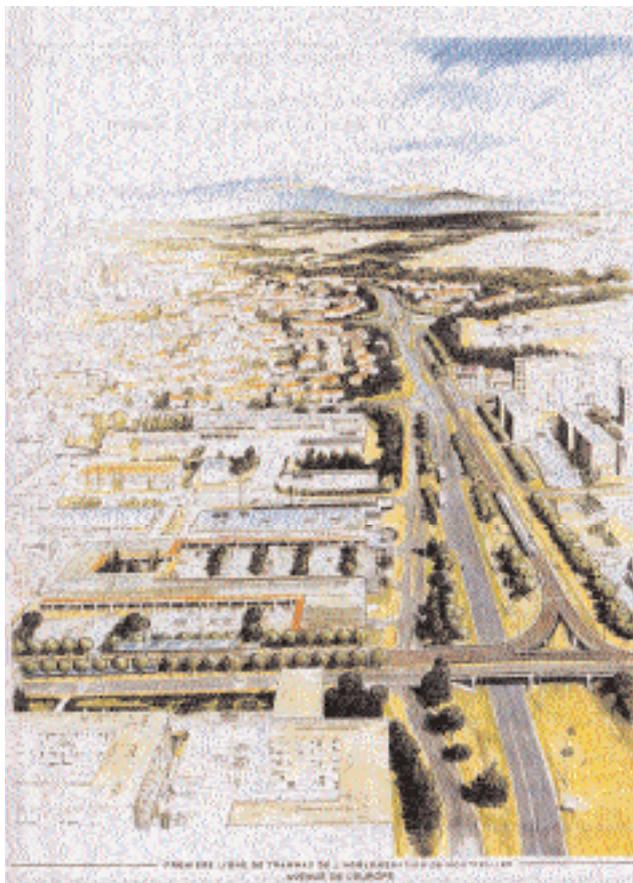


Photo 2
Tracé d'insertion
du triangle
Triangle
insertion line

La solution retenue

Elle a consisté à rendre la voie indépendante de l'ouvrage en réalisant une dalle flottante réduite. L'interface tablier/matériau résilient est assurée par deux films polyane de 20/10 mm :

Photo 3
Montage
d'une pointe
du triangle

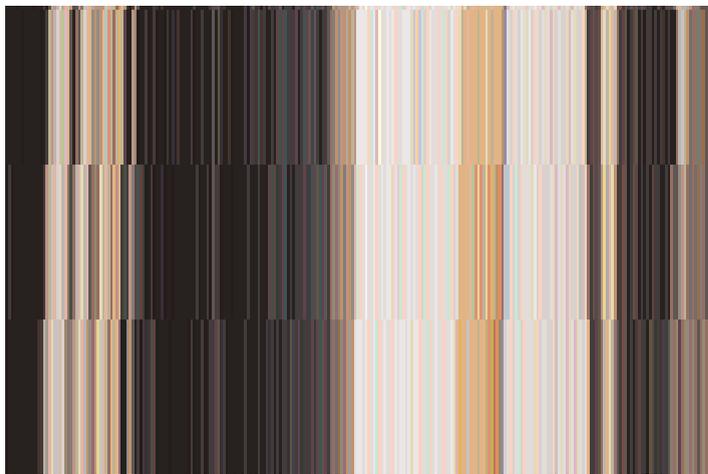


Photo 4
Montage
d'une pointe
du triangle
*Mounting a point
of the triangle*

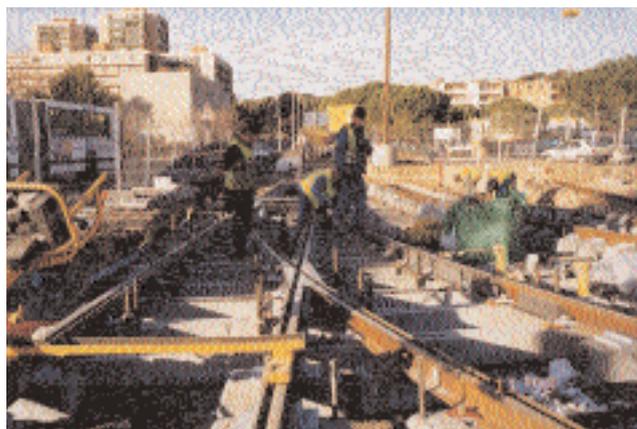


Photo 5
Portique replié sur semi-remorque
Folded crane semi-trailer



- ◆ la réduction de la hauteur de la dalle flottante diminue les charges permanentes ;
- ◆ le Sylomer et les deux films de polyane encaissent les mouvements relatifs de l'ouvrage par rapport à la voie ;
- ◆ les voies du triangle sont entièrement soudées appareils de voie compris donc le confort du roulement est maintenu ;
- ◆ la géométrie des voies est garantie par le bétonnage des traverses voies et appareils de voie. Malgré la réduction en hauteur de la dalle flottante, celle-ci reste néanmoins performante L'amortissement dans les tiers d'octave 31.5/63 Hz est de 15 dBv protégeant ainsi la structure de l'ouvrage des vibrations générées par le passage du tramway (photos 3 et 4).

■ LYON : LA RAPIDITÉ DE POSE DE VOIE TRAMWAY

La pose de voie tramway s'appuie traditionnellement sur une chronologie de tâches élémentaires qui se répètent au fil de l'avancement du chantier. Pour chaque front de travaux, l'organisation est la suivante. Après implantation des axes voies par

une équipe de géomètres, le matériel lourd est amené à pied d'œuvre à l'aide de semi-remorques ou de camions 10 t. Le déchargement des traverses est exécuté à l'aide d'une pelle équipée d'un palonnier. Les traverses sont sot stockées provisoirement sur site, en attente de leur distribution, soit directement distribuées 4 par 4 avec mises au travelage approximatif.

Les rails sont ensuite déchargés au moyen d'une pelle hydraulique équipée d'un palonnier à rail. Les rails sont posés d'équerre en tenant compte des joints, ce qui évite aux soudeurs d'aboutir les extrémités.

Après ces opérations de manutention, une équipe de poseurs de voie procède au prémontage des attaches de rails ainsi qu'au travelage définitif.

Viennent ensuite les opérations de réalisation des soudures de rails, de coffrage pour le béton de calage, de réglage altimétrique et planimétrique de la voie, de coulage du béton de calage, de décoffrage et finition.

En empilant les différentes tâches énoncées ci-dessus, on obtient une cadence moyenne de pose de 70 ml de voie double par semaine.

L'opération de déchargement et de mise en place des rails sur les traverses a un impact non négligeable sur la cadence de pose des voies tramway. Pour s'affranchir de ce problème et surtout répondre aux délais de réalisation qui lui était demandé, le groupement d'entreprises voies ferrées Cogifer - Drouard - Cegelec a développé et mis au point un engin de manutention permettant de décharger et mettre en place des panneaux préfabriqués de rails de 18 m de long.

Les panneaux sont assemblés sur une aire de préfabrication. Les rails de 18 m sont posés à l'écartement sur les traverses; les attaches sont serrées au couple et autocontrôlées. Les capots de protection sont mis en place à l'exception des deux traverses d'extrémité. Les mousses de chambre d'éclissage sont également collées, à l'exception d'une longueur de un mètre à chaque extrémité, pour permettre la réalisation des soudures. Les panneaux ainsi formés sont ensuite chargés à la grue sur des semi-remorques, à raison de quatre panneaux par camion et acheminés sur le chantier de voie. C'est là qu'intervient le portique de manutention des rails. Entièrement commandé par un opérateur, il déplie ses quatre jambes en prenant appui sur le plateau du semi-remorque qui l'a transporté (photos 5 et 6).

Une fois déplié, le portique est opérationnel. Monté sur des roues à bandage polyuréthane motorisées, il peut se déplacer vers les camions en attente de déchargement. Ses jambes sont suffisamment espacées pour chevaucher les semi-remorques et prendre les panneaux de rails. Le portique peut décharger et distribuer de façon précise environ 200 m de voie double par jour. Facilement transportable, il est ensuite basculer sur un autre front de travaux.

LYON : LA VOIE EN QUELQUES CHIFFRES

- Longueur des deux lignes : 20 km
- Rails 35GP : 4600 tonnes
- Traverses (tous types confondus) : 45 000 U
- Béton de calage de voie 35000 m³
- Soudures de rails : 5 900 U



Photo 6
Distribution des rails par le portique
Rail distribution by crane

Cette technique a été appliquée sur Lyon pour toutes les voies en alignement droit, ce qui n'est pas négligeable car le linéaire concerné représente environ 80 % du tracé des deux lignes. La cadence moyenne de pose a été de 100 m de voie double, soit un gain de productivité d'un peu plus de 40 %. Il a fallu un peu moins de 16 mois pour réaliser les 20 km de voie double ainsi que le faisceau de voie du dépôt. Et c'est en partie grâce au portique que le défi a pu être remporté.

LYON : LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maitrise d'ouvrage

Sytral

Maitrise d'œuvre

Semaly

Titulaire du marché "Voie ferrée"

Cogifer-Drouard-Cegelec

Fabricant du portique

Technimetal

ABSTRACT

Semaly tramway-tracklaying innovations

B. Poinseaux, G. Chanel, Ph. Soleil

Since the launching of the new generation tramway, Semaly has designed and developed several types of tracklaying systems. It has upgraded its systems to adapt them to requirements of different projects. The three examples below illustrate Semaly's know-how in new-generation tramway operations and its capacity to innovate in the railway area.

In Strasbourg, a railway section was optimised to obtain a 10 % financial gain, reduce the tracklaying height by 10 cm and gain in construction speed by using an asphalt layer as a substitute for the foundation concrete.

In Montpellier, it was for the crossing of Boulevard de l'Europe by a bridge with a curve radius of 50 m that led to the special laying of track without expansion joints.

In Lyon, the tramway works were completed in a very short time : 20 km of platform in 16 months with tracklaying using prefabricated panels 18 m long.

RESUMEN ESPAÑOL

Innovaciones de la Semaly para el tendido de la vía férrea del tranvía

B. Poinseaux, G. Chanel y Ph. Soleil

Desde el lanzamiento de la nueva generación del tranvía, Semaly ha diseñado y desarrollado varios métodos de tendido de las vías. Esta empresa ha sabido introducir progresos en sus sistemas para adaptarlos a la ejecución de los diversos proyectos. Los tres ejemplos mencionados a continuación vienen a ilustrar la pericia y experiencia práctica de Semaly en las operaciones de tranvías de nueva generación y su capacidad de innovación en el aspecto de la vía férrea.

En Estrasburgo (Alsacia), se ha optimizado una sección de vía férrea con objeto de conseguir un ahorro financiero de un 10 %, al reducir de 10 cm la altura de tendido de la vía y conseguir una mayor rapidez por la sustitución del hormigón de los cimientos por una capa de aglomerados asfálticos.

En Montpellier (Hérault), el franqueo

del bulevar de la Europa mediante una estructura en esviaje de 50 m de radio, ha dado origen a un tendido de la vía particular, sin juntas de dilatación. En Lyon (Rhône), las obras del tranvía se han llevado a cabo dentro de un plazo sumamente corto : 20 km de plataforma en 16 meses con implementación de un tendido de la vía por tramos prefabricados de 18 m de longitud.

Le parc urbain de la L'histoire d'une construction en centre-ville

Pour le développement de son nouveau quartier au sud immédiat de la gare centrale, la Ville de Metz a choisi de construire un parc urbain de 20 ha. Sur la base d'un programme où l'accent était mis sur les principes de mise en valeur du patrimoine naturel, en particulier de la rivière Seille, le maître d'œuvre, le paysagiste Jacques Coulon, a proposé un parti topographique fort qui doit inscrire le site dans le grand paysage de l'agglomération messine. Dans la continuité immédiate des études, les travaux de terrassement qui mobiliseront au total plus de 160 000 m³ de déblais-remblais ont commencé à la fin de l'année 2000, laissant déjà percevoir aux messins l'amplitude redonnée à la nature qu'ils pourront découvrir à travers de multiples points de vue dès l'été prochain.

■ METZ ET LE QUARTIER DE L'AMPHITHÉÂTRE, VERS LA MODERNITÉ ÉCOLOGIQUE

(figure 1)

Au cœur d'un archipel transfrontalier de villes, capitale régionale, mais aussi chef-lieu du département de la Moselle, la ville de Metz est la ville centre d'une agglomération de 200 000 habitants et le principal pôle du bassin de vie nord-lorrain qui en compte plus de 600 000.

Depuis longtemps, les préoccupations d'environnement et de qualité de vie sont globalement très prégnantes à Metz. La ville a mis en œuvre les concepts de l'écologie urbaine inspirés par les animateurs de l'Institut européen d'écologie. Dans les années 1970, les actions principales visaient à la sauvegarde et à l'aménagement du centre historique, démarche qui s'est étendue à l'ensemble des quartiers dont l'embellissement, la réhabilitation et l'animation mettent en scène une image

qualitative et attractive de la ville. Aujourd'hui, les préoccupations environnementales concernent aussi la qualité de l'air et de l'eau, sans oublier les déchets et le bruit. Elle vise à offrir aux citoyens des espaces de vie sains, agréables et émouvants mais aussi à participer à la création de nouveaux secteurs économiques.

Dans ce contexte de renouvellement urbain, un espace de vie de plus de 50 ha, dénommé "Quartier de l'Amphithéâtre" prend forme au centre de la ville après l'acquisition en 1996 des terrains désaffectés et anciennement occupés par la gare de marchandise et la foire exposition. Lieu de convergence des pénétrantes du sud de l'agglomération dans le contexte très urbain de l'articulation du centre ancien avec les quartiers de Queuleu et du Sablon, le quartier de l'Amphithéâtre bénéficie en outre de la proximité de la gare centrale de Metz qui a été ouverte sur lui à l'occasion du projet.

En janvier 1998, le conseil municipal de Metz a lancé un appel d'offres restreint pour le recrutement d'une équipe d'urbanistes chargée de concevoir le schéma directeur d'aménagement du quartier de l'Amphithéâtre. L'équipe KSP Planung (Francfort), BGM (Paris) et Latitude Nord (Paris) a été retenue par la Ville pour définir ce projet. Un an de confrontations et de travail, élargi à toutes les expertises thématiques nécessaires ont permis d'aboutir au dessin du projet dont la validité est aujourd'hui vérifiable à chaque étape d'avancement de sa réalisation.

Dès janvier 1999, le conseil municipal a décidé d'approuver les principes de ce schéma directeur. Ils intègrent les points forts du programme de l'opération :

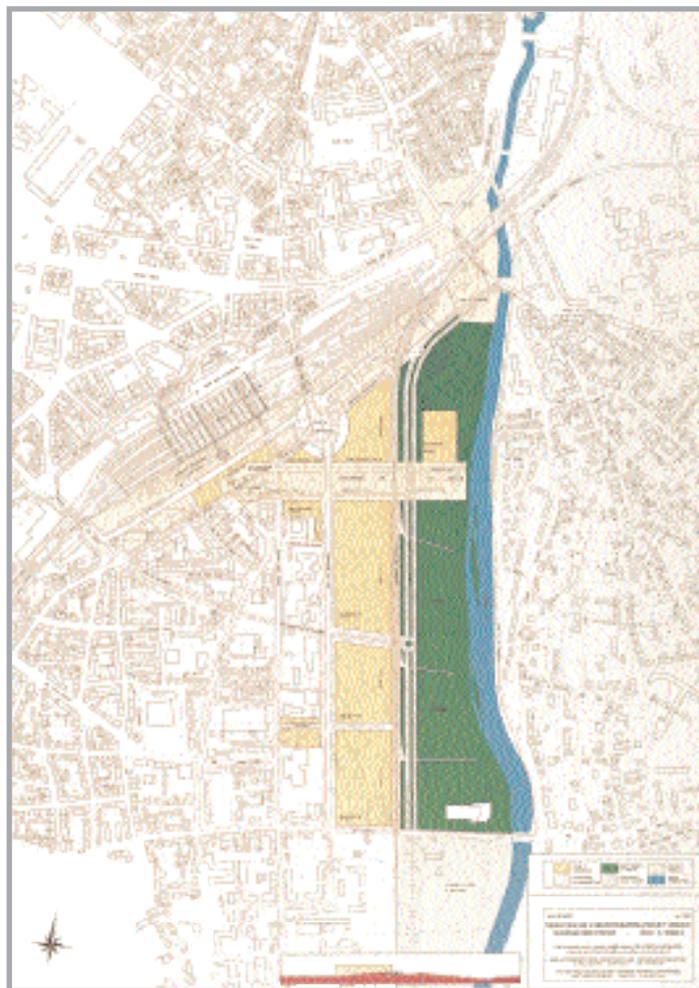
- ◆ mettre en œuvre un grand parc urbain de 20 ha prenant appui sur la vallée de la Seille ;
- ◆ construire un ensemble immobilier moderne qui comportera des commerces, des équipements culturels, des bureaux et des logements ;
- ◆ constituer des espaces publics de grande qualité qui donnent leur juste place à tous les modes de déplacements et qui constituent des lieux d'animation urbaine ;
- ◆ mettre dans l'ensemble des projets tous les ingrédients qui feront de ces réalisations des exemples à l'aube du troisième millénaire.

En mars 1999, le conseil municipal approuvait l'objectif d'urbaniser ces terrains dans le cadre d'une ZAC et ouvrait la concertation préalable à l'urbanisation.

Le projet urbain du quartier de l'Amphithéâtre tient comme facteur de développement, l'excel-

Figure 1
Schéma directeur du quartier de l'Amphithéâtre - Avril 1999 - KSP Planung - BGM - Latitude Nord

Master plan of the Amphithéâtre district - April 1999 - KSP Planung - BGM - Latitude Nord



seille à Metz

avec la nature

Marie-Alberte Carles

ADJOINTE
À L'ENVIRONNEMENT
ET AUX ESPACES VERTS
Ville de Metz

lence de la qualité environnementale qui devra se décliner dans chaque élément et chaque détail du projet, dont le parc urbain sera la plus belle et la première vitrine, pour faire entrer Metz harmonieusement dans le XXI^e siècle.

■ UN PARC DE 20 HECTARES EN CENTRE-VILLE POUR UNE NOUVELLE ÉCHELLE DE DÉVELOPPEMENT (figure 2)

Devenu friche urbaine, l'ensemble du site du futur quartier de l'Amphithéâtre, était occupé par des activités peu valorisantes pour le public : entrepôts et bâtiments désaffectés. C'était un *no man's land* à l'intérieur de la ville. La partie sud du futur parc était occupée par des terrains de sport à usage privé.

La topographie du site, presque tabulaire, résultait principalement des remblais du début du siècle visant à caler en altimétrie l'infrastructure ferroviaire et à écarter les risques d'inondation de la Seille dont le cours avait été rectifié. Cette platitude est interrompue brutalement par un talus ferroviaire qui surplombe le site d'une hauteur de 5 m.

Compte tenu de l'état des terrains, des occupations limitrophes et des infrastructures qui le traversent, le partage en deux du site selon l'axe nord-sud a été proposé comme la réponse urbaine la plus adaptée à la fois par rapport à la configuration du site, et pour le fonctionnement et l'agrément du futur quartier. En effet, la présence de la voie ferrée qui passe en remblais, est incontournable, sa suppression n'étant pas envisageable dans l'état actuel des infrastructures. Celle-ci joue donc le rôle de la ligne de rupture du site, qu'il faut inclure dans le schéma d'un quartier qui doit être le plus homogène possible. Il est donc envisagé de couvrir la voie pour éliminer ses nuisances sonores. La configuration schématique en deux rectangles très allongés permet une relation sur la longueur qui peut se multiplier. La partie urbanisée du nouveau quartier se situera à l'ouest des voies ferrées de contournement de la gare en "appui" sur la terrasse de la voie ferrée. La future façade citadine constituée par la couverture des voies tient l'espace créé par le parc. Afin d'ouvrir le nouveau quartier physiquement sur le parc et affirmer sa liaison avec les quartiers sud, une esplanade constitue un seuil urbain à l'échelle de Metz et une liaison est-ouest majeure.

Suite à un incendie en avril 1999 qui a détruit le

Palais des Sports, le conseil municipal a décidé la construction d'un nouveau complexe multisports dans le parc urbain au droit du croisement Esplanade - Avenue de la Seille. Le bâtiment, d'une surface totale de 17 200 m², comprendra une salle principale de 4 300 places ainsi que plusieurs autres

Figure 2
Plan de paysage - Avril 1999 -
KSP Planung - BGM - Latitude Nord
Landscaping plan - April 1999 - KSP
Planung - BGM - Latitude Nord

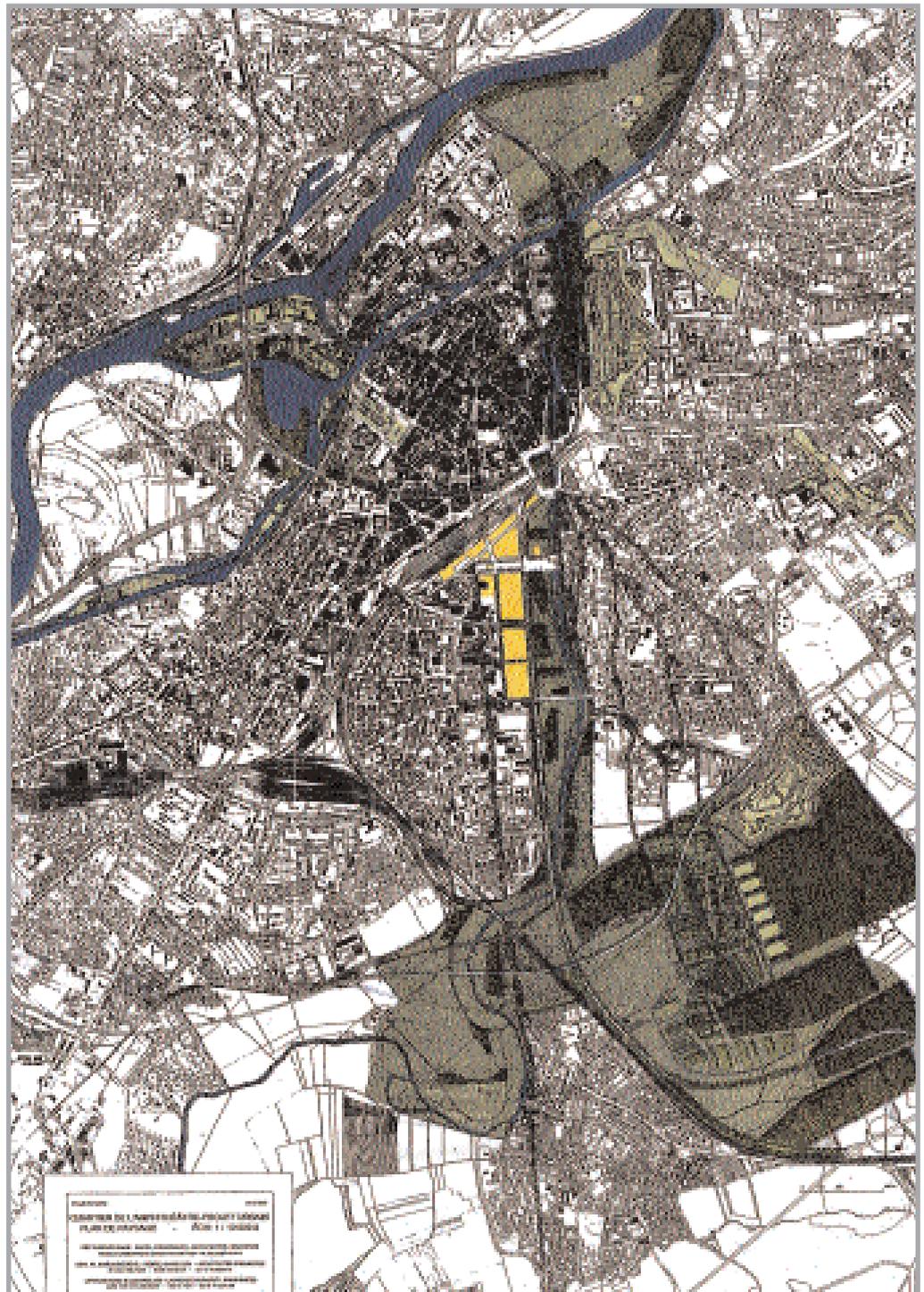
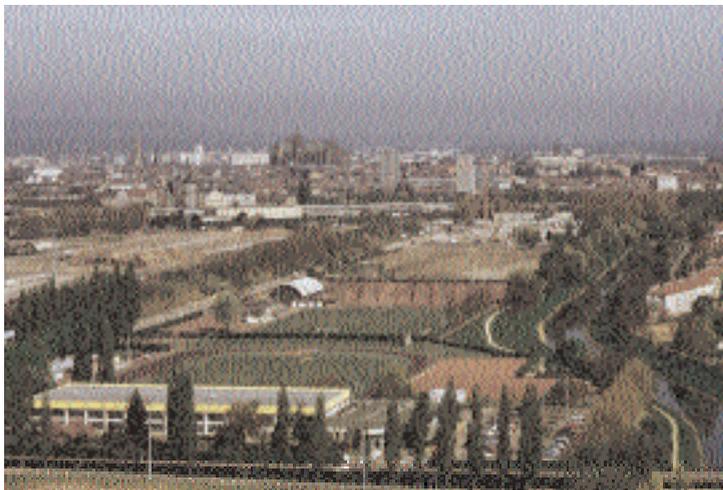


Photo 1
L'emplacement
du futur parc urbain
avant les travaux
en juin 2000

*Location of the future
urban park before works -
June 2000*



LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maitre d'ouvrage

Ville de Metz

Maitre d'œuvre

- Jacques Coulon, paysagiste, mandataire
- Laure Planchais, paysagiste associée
- Sinbio, BET Génie Écologique
- Agence Coup d'Éclat, concepteur lumière
- Ingerop Grand Est, BET géotechnique

Entreprises

- Lot terrassement : Muller TP
- Lot génie végétal : DHR
- Lot ouvrages bois : VPA - Francial
- Lot plantations : DHR - VPA
- Lot éclairage : Forclum

Bureau de contrôle

Afitest

Pilotage OPC

Cabinet Thill

Coordonnateur SPS

ASCET

salles de sport, leurs annexes et des locaux administratifs. L'équipement accueillera donc quotidiennement des activités d'entraînement et périodiquement, des manifestations sportives ou culturelles. L'accès du public pour les manifestations se fera par le parvis donnant sur l'esplanade. Le bâtiment a été conçu par l'atelier d'architecture Chemetov et Huidobro et la réalisation a été confiée à l'entreprise générale Demathieu et Bard. Les travaux de construction ont démarré en décembre 1999, pour une livraison en avril 2001.

Au sud du parc, la piscine olympique Lothaire, réaménagée en 1997 offre aux messins trois bassins. Elle est ouverte 7 jours sur 7 et accueille environ 300 000 personnes par an.

Encadré par deux équipements sportifs majeurs aux portes du centre historique, le parc urbain doit être compris non seulement comme l'introduction de la nature au centre-ville mais aussi comme la première partie d'un grand ensemble à dominante non urbanisée du sud de l'agglomération. En effet, avec des éléments comme le fort militaire de Queuleu, les espaces non constructibles de Magny et les prairies inondables de la Seille, ce futur grand espace pourrait devenir le pôle sud des espaces naturels et de loisirs majeurs de l'agglomération répondant aux deux pôles existants : celui de l'ouest constitué par le Mont Saint-Quentin et celui du nord composé par la zone des anciennes gravières du lit majeur de la Moselle. Les intentions du schéma directeur du quartier de l'Amphithéâtre ancrent ainsi spatialement la ville dans une dimension à l'échelle de la grande agglomération messine et l'inscription d'un parc aux portes du centre historique marque la place de l'ensemble du quartier de l'Amphithéâtre dans le grand paysage. Restait à proposer les objectifs et les usages urbains d'un parc contemporain de 20 ha.

■ DE L'EAU, DES VÉGÉTAUX, DES MINÉRAUX POUR FABRIQUER DE L'URBANITÉ

"Connaître sa rivière et ses crues, c'est renouer avec une lignée, un savoir antérieur et oublié à la fois [...]. Les mettre en valeur, c'est-à-dire que l'on

peut être moderne, vivant dans un village planétaire et être d'ici, en contact avec les forces de la nature." (Roger Klaine).

La plus grande chance de ce parc urbain est d'inclure la Seille, rivière à laquelle est attachée non seulement l'histoire de Metz mais aussi celle de la région, grâce à l'exploitation ancestrale du sel. Cette rivière constitue donc non seulement une continuité dans la ville et un trait d'union avec la nature mais aussi un trait d'union avec le temps. Pour que cette eau puisse redevenir source de vie, il est nécessaire de la renaturer aussi bien dans la définition de son tracé en reconstituant un réseau hydrologique que dans sa ripisylve. La mise en vue et en valeur de la Seille doit donner le nouveau modèle de la vallée sans omettre que l'heure n'est plus à la maîtrise complète de la rivière, à la soumission totale de la nature mais à une régulation douce et efficace, contre les crues et l'étiage sévère, qui la laissera redynamiser l'écosystème fluvial.

Par ailleurs, la maîtrise de l'assainissement pluvial est, en milieu urbain, un point crucial tant pour remédier aux conséquences hydrauliques de l'imperméabilisation que pour reconquérir la qualité des eaux des exutoires naturels, dont fait évidemment partie la Seille. L'eau pluviale est par ailleurs souvent ignorée comme source d'équilibre climatique et comme élément ludique. Aussi, un des rôles du parc devait être la récupération, la régulation et le traitement des eaux pluviales de la future zone bâtie du quartier de l'Amphithéâtre.

De plus, bien au-delà d'un simple traitement de surface de la friche urbaine plate, le parc doit devenir un lieu chargé de sens pour la collectivité, il convient donc de lui donner son rôle de point de repère qui s'exprimera grâce à une nouvelle topographie mais aussi grâce au travail sur la lumière. Une respiration dans la ville et une impression de liberté et de sécurité devaient se dégager de ces horizons. Ainsi il n'était pas question de proposer une ségrégation trop prononcée des usages, bien au contraire. Pour exemple, des surfaces devaient permettre de ménager de vastes étendues sur lesquelles pourront se discipliner librement des activités contemporaines pour une population variée.

De manière générale, une des principales qualités du parc doit être son accessibilité, efficace mais discrète pour les automobilistes en stationnement et surtout sûre et conviviale pour les cyclistes et les piétons. Le parc doit également démontrer son caractère très urbain en intégrant l'usage de ces espaces pour les personnes à mobilité réduite. La lisibilité spatiale devait être simple avec des liaisons nord-sud et est-ouest pertinentes pour permettre la traversée de cet espace public, non gardé, toujours ouvert. L'ensemble des limites devaient donc être globalement à la fois perméables et parfaitement accrochées aux infrastructures environnantes. L'éclairage est aussi prédominant tant pour

sa participation à l'amplitude du parc que pour signifier les cheminements, animer le parc et contribuer au sentiment de bien-être diurne et nocturne. De même qu'il n'est pas souhaité de ségrégation des usages dans l'espace, le parc doit conserver une disponibilité, sans perdre son image, pour les évolutions programmatiques dans le temps. Il est en effet responsable, et donc durable, d'imaginer que les messins et leurs futurs édiles auront d'autres désirs que nos contemporains.

Enfin, les propositions d'aménagement devaient aussi anticiper une gestion simple, robuste et contemporaine pour une qualité pérenne et un fonctionnement économe.

■ UNE LOGIQUE DE PROJET POUR DES DÉLAIS OPTIMISÉS

(photo 1)

Sur la base d'un programme rassemblant les objectifs précédents, la Ville de Metz lance le concours de maîtrise d'œuvre du parc, sur esquisse, en juillet 1999.

Parallèlement, une série d'études thématiques ont été engagées sur le quartier de l'Amphithéâtre. Pour le parc, une étude des objectifs environnementaux (CED) et un diagnostic complet du site (Frisa-Pingat-Antéa) ont été établis dès 1997. Les premières campagnes de sondages archéologiques sont lancées par la DRAC et réalisées par l'AFAN en juin 1999. Pour la préparation du travail sur les milieux aquatiques, "un diagnostic environnemental et une modélisation de la Seille et du ruisseau de Saint Pierre" ont été engagés (Atelier des Territoires - Sogreah). Encadrée par un groupe de pilotage élargi aux services de l'État, à l'Agence de l'eau Rhin-Meuse et aux associations de pêche, cette étude permet de déterminer les conditions de l'aménagement de la rivière et de quantifier les objectifs de maintien à l'étiage et de lutte contre les crues. En juin 1999, sont lancées avec l'appui de l'EPML (Établissement public de la métropole lorraine), les déconstructions sélectives des anciens bâtiments de la gare de marchandises (Ingerop Grand Est - Cardem) et de la foire exposition désaffectées (Ingerop Grand Est - Melchior). Cette méthode innovante consistait à déposer la première pierre du projet en annonçant concrètement la démarche écologique de l'ensemble de la démarche. Après démontage et tri des matériaux du second œuvre et traitement dans les filières appropriées, les matériaux inertes de construction ont pu être concassés sur place. Ce sont au total plus de 30 000 m³ de matériaux réutilisables en remblais et plus de 600 m³ de pavés qui sont ainsi préparés pour être utilisés dans l'aménagement du parc. La mémoire des lieux prend ainsi une autre forme. La méthode de déconstruction sélective a également permis de limiter considérablement les nuisances pour les ri-

verains (les transports en particulier) pour une économie générale des chantiers équivalente à ceux de la démolition classique. Sur la même méthode de déconstruction sélective, les quelques équipements sportifs sont enlevés à l'automne 2000. Pour préparer le chantier du parc, la ville de Metz stocke aussi plusieurs centaines de mètres cubes de compost préparé sur sa plate-forme qui traite l'ensemble des déchets verts de la ville.

Pendant ces interventions sur le terrain, la concertation sur l'ensemble du projet du quartier de l'Amphithéâtre se poursuit avec une grande exposition à l'hôtel de ville où les messins peuvent faire part de leurs appréciations grâce à une urne dans laquelle ils déposent leur avis. Outre les articles de presse locale, le projet est aussi consultable et peut donner lieu à des commentaires sur le site internet de la Ville de Metz (<http://www.mairie-metz.fr>). Les travaux peuvent y être suivis en direct grâce à des web-caméras. Une seule opposition majeure a été exprimée concernant le projet de parc urbain. Regroupés en association, les riverains du bas du quartier de Queuleu ont refusé l'inscription dans le programme du parc de passerelles piétons-vélos pour franchir la Seille. La municipalité a accédé à cette demande.

■ LE PAYSAGE OFFRE DE MULTIPLES USAGES (figure 3)

En décembre 1999, le conseil municipal désigne le paysagiste parisien, Jacques Coulon comme lauréat du concours de maîtrise d'œuvre du parc. Il est associé à Laure Planchais, autre paysagiste de Paris, l'agence Coup d'Éclat pour la conception lumière, le bureau d'études écologiques Sinbio de Mutterholz et le bureau d'études géotechniques Ingerop Grand Est de Metz.

Le parti général d'aménagement répond aux exigences de la Ville en faisant le choix d'un espace largement ouvert pour mettre en évidence une forte topographie pour des espaces clairs et sécurisants et une mise en vue et en valeur de la Seille. Le parc annonce la nature à partir de la ville et inversement. La topographie proposée crée une richesse de paysage favorable à la multiplicité des usages en réglant et en mettant en scène de manière valorisante : la vie hydraulique et biologique de la Seille et la gestion des eaux pluviales, l'organisation des points de vue, la relation aux quartiers voisins dont le nouveau quartier de l'Amphithéâtre et la création d'une vaste plaine d'activités.

Un plateau d'équilibre topographique est protégé des crues par une promenade en digue et par un merlon continu qui l'isole des nuisances sonores de la future avenue de la Seille. Cette disposition lui donne une intimité confortable, sans briser les sensations d'ouverture sur le site dans sa di-

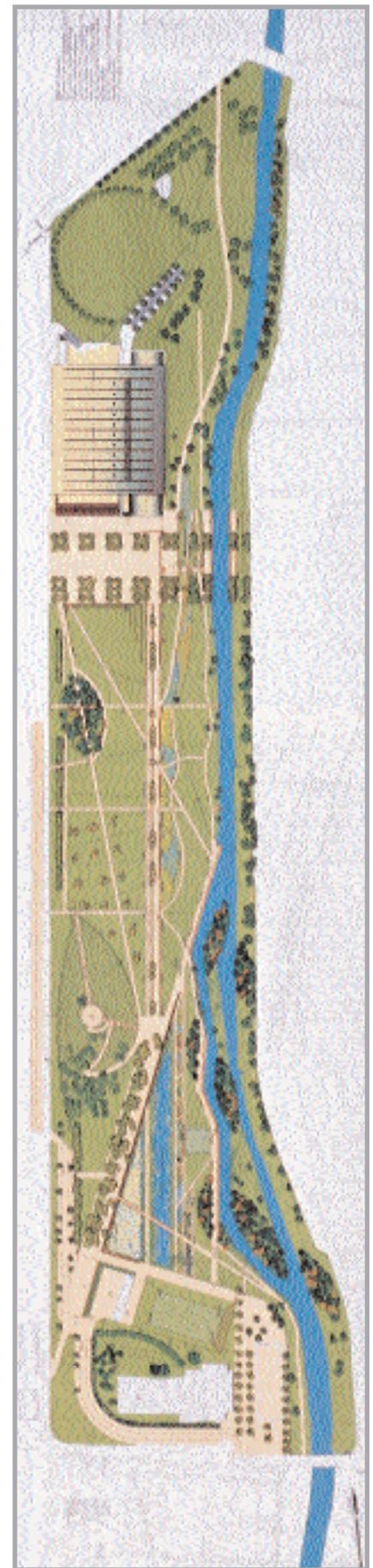


Figure 3
Schéma du parc urbain de la Seille -
Avril 2000 - Jacques Coulon (paysagiste);
Laure Planchais (paysagiste);
Coup d'Éclat; Sinbio; Ingerop Grand Est
*Layout of the Seille urban park -
April 2000 - Jacques Coulon, landscaper;
Laure Planchais, landscaper;
Coup d'Éclat; Sinbio; Ingerop Grand Est*

Photo 2

Premiers travaux de terrassement en bord de Seille. S'élèvent en arrière-plan la cathédrale de Metz et le Palais Omnisports du quartier de l'Amphithéâtre
Architecte : Agence C + H +

Initial earthworks along the Seille river. In the background, the Metz cathedral and the Sports Centre of the Amphithéâtre district. Architect : Agence C + H +



Photo 3
Premiers travaux de terrassement en face du quartier résidentiel de la colline de Queuleu

Initial earthworks opposite the Colline de Queuleu residential district

mension géographique. La suite des prairies qui compose le plateau met en scène deux collines jardinées. Ces deux promontoires qui dominent le site de 10 m mettent en relation la future terrasse du quartier de l'Amphithéâtre et établissent une relation à la géographie messine dans un rapport évident de similitude avec d'autres repères comme la cathédrale ou les forts. Ce sont les portes hautes du parc.

Du côté de la rivière, l'ouverture des berges de la Seille s'accompagne de la création d'un nouveau bras. C'est une intervention fondamentale qui augmente considérablement les berges, lieux de richesse du projet de rivière. L'île inaccessible qui apparaît, crée l'épaisseur du paysage et offre un spectacle faune-flore enrichi. La Seille sera vue de l'ensemble du site ou suggérée par la démultiplication des espaces rivulaires. De nouvelles zones inondables sont créées qui deviennent des jardins humides. Des terrasses successives et de larges berges en pente multiplient les modes de relation à la rivière. Au sud du parc, la collecte et le traitement des eaux pluviales du quartier de l'Amphithéâtre animent le parc. Roselière, lagunage, prairie humide, bassin sec constituent l'une des attractions les plus vivantes, marquées aussi par les changements de saisons. Ils procurent des formes et surtout des couleurs significatives et diversifiées. Ces rétentions et ces lagunages dépolluent l'eau qui alimente le nouveau bras de la Seille. Le parc est avant tout un lieu de promenades, un site qui remet le citoyen en situation de contact avec la géographie messine. L'organisation des promenades permet donc d'une part la continuité indispensable pour que le parc soit un lieu d'accès mais elle offre aussi la diversité des milieux et des ambiances traversées vers la vallée ou vers la ville.

La lumière quant à elle accompagne les usages du parc le soir venu sur le plan fonctionnel et qualitatif mais elle organise aussi une nouvelle lecture du parc qui met en valeur la topographie, la présence de l'eau sous toutes ses formes et la diversité végétale.

■ DES TRAVAUX EN COURS

(photos 2 et 3)

Pour vérifier et affiner l'esquisse jusqu'au projet et aux dossiers de consultation des entreprises, six mois sont consacrés. Des réunions de travail maîtrise d'ouvrage - maîtrise d'œuvre sont organisées par thématiques, ouvertes autant que de besoins aux services de l'État, aux gestionnaires et concessionnaires des réseaux, aux associations...

Ainsi, sont élaborés un dossier "loi sur l'eau" et une étude d'impact au titre de la loi Bouchardeau. Une enquête publique conjointe se déroule pendant tout le mois de juillet 2000. Le rapport du commissaire enquêteur remis le 25 août 2000 est favorable sans condition ni réserve. L'autorisation au titre des Installations et Travaux divers peut être délivrée et l'arrêté préfectoral correspondant est signé le 12 octobre 2000.

En septembre 2000, la commission d'appel d'offres désigne les entreprises lauréates des marchés de travaux :

◆ **lot terrassement** : entreprise Muller pour 24,737 millions de francs TTC.

Un important travail en déblais-remblais va nécessiter le mouvement de plus de 160000 m³. Le choix des déblais-remblais est un principe d'économie du projet qui s'accompagne de l'utilisation des matériaux disponibles de la déconstruction. Seule la terre végétale de récupération d'opérations proches sera livrée sur le site. Pour des raisons d'économie globale du projet et pour des raisons techniques, des amendements organiques seront opérés, mieux contrôlables sur la qualité et évitant les apports volumineux.

Les sols seront constitués dans une gamme simple allant du plus urbain au plus naturel, du plus rugueux au plus roulant, du modulaire au coulé en place, soit : du stabilisé, des pavés, des enrobés et des bétons ;

◆ **lot génie végétal** : entreprise DHR pour 1,241 millions de francs TTC.

La création du bras secondaire et de l'île nécessite la mise en œuvre de protections de berge pour stabiliser ces nouveaux matériaux. Les protections en techniques végétales et mixtes répondent aux contraintes locales d'érosion, de submersions et d'étiages sévères et aux contraintes paysagères d'un parc en site urbain. Ces types de protection font essentiellement appel à des héliophytes ou végétaux semi-aquatiques, combinés ou non à des techniques plus lourdes de protection de berge (enrochements en pieds ou tunage). Ces végétaux, outre la tolérance à l'immersion, remplissent de manière performante la fonction de fixation du sol à l'aide des réseaux racinaires et des rhizomes. L'ensemencement de l'ensemble avec un mélange grainier composé en partie de graminées ripicoles participe activement à leur stabilisation et empêche les problèmes de ravinement ;

◆ **lot ouvrages bois** : entreprise VPA - Francial pour 7,921 millions de francs TTC.

Le choix d'une ambiance bois est une manière d'importer dans le parc l'esprit des berges. C'est aussi une manière de minimiser l'usage du béton (peu de scellement, beaucoup de pieux). Les bois servent au soutènement, aux mobiliers, aux sols en platelage et aux ouvrages tels que ponceaux, pontons et estacades. L'azobé, bois hydrofuge, sert pour tous les ouvrages touchant le sol et l'eau. L'ipé, le benkirai ou le massarandouba qui ressuient plus vite sont préférés pour l'utilisation des bancs par exemple. Pour unifier le projet, les candélabres sont aussi en bois ;

◆ **lot plantations** : entreprises DHR - VPA pour 4,690 millions de francs TTC.

Le parc développe principalement deux gammes végétales, de la prairie humide à la forêt urbaine. Dans le milieu naturel des berges de la Seille et des coteaux ensoleillés, des plantes vivaces affirment chaque biotope et permettent la démonstration pédagogique. Dans la partie plus urbaine, des plots de tulipiers de Virginie sur l'esplanade aux platanes en plateau d'ombrage sur la grande promenade jusqu'aux baliveaux des merlons, ce seront plus de 2 200 arbres qui seront plantés.

◆ **lot éclairage** : entreprise Forclum pour 4,303 millions de francs TTC. La mise en lumière concourt à l'image du site et développe trois objectifs :

- la valorisation de la Seille allant jusqu'à des éclairages immergés,
- la mise en scène des collines comme sentinelles du parc,
- la régulation technique simple d'une grande promenade pour un fonctionnement sécurisant et confortable.

La qualité nocturne du projet se construit sur la base d'un indice de rendu de couleur optimale des sources de lumière artificielles utilisées, d'un niveau d'éclairage assurant la mise en sécurité du parcours et d'une attention sensible aux émotions visuelles à découvrir le soir venu. La tonalité de lumière accompagne l'indice de rendu de couleur des sources de lumière. Celle choisie pour le parc est la iodure métallique à brûleur céramique, IRC > 80, rendement lumineux > 85, température de couleur voisine de 3 000° K, sa tonalité est le blanc brillant, clair et convivial. Largement fonction des usages, les niveaux d'éclairage sont variables selon les secteurs concernés.

■ CONCLUSION

Les travaux de construction du parc urbain de la Seille ont commencé à l'hiver 2000. Fort contraints par les conditions climatiques et en particulier l'hydraulicité de la rivière à laquelle un bras est recréé, ils se poursuivront jusqu'à l'ouverture aux messins prévue pour l'été 2001.

ABSTRACT

The Seille urban park in Metz. History of a construction operation with nature in the town centre

M.-A. Carles

For the development of its new district immediately south of the central train station, the tow of Metz decided to build an urban park of 20 ha. Based on a programme focusing on the enhancement of the natural heritage, and in particular the Seille river, prime contractor, landscaper Jacques proposed a strong topographical design which must place the site within the overall picture of the Metz conurbation. In the immediate continuity of the studies, the earthworks, which will involved more than 160 000 m³ of cut and fill, began as the year 2000 ended, offering the local citizenry a preview of the amplitude restored to nature and of what they will be discovering from many viewing points as of next summer.

RESUMEN ESPAÑOL

El parque urbano del río Seille, en Metz (Moselle). Historia de una construcción respetando la naturaleza del casco urbano

M.-A. Carles

Para el desarrollo de su nuevo barrio ubicado inmediatamente hacia el Sur de la estación central, la ciudad de Metz ha decidido construir un parque urbano de 20 hectáreas. En base a un programa en que se insistía respecto a los principios de valorización del patrimonio natural, y fundamentalmente del río Seille, el responsable del proyecto, -el paisajista Jacques Coulon- ha propuesto una solución topográfica de gran alcance, que debe situar el emplazamiento en el gran paisaje de la aglomeración urbana de esta ciudad. Siguiendo la línea de continuidad inmediata de los estudios, las obras de movimiento de tierras que representan más de 160 000 m³ de desmontes y rellenos han comenzado a finales del año 2000, y ya permiten a los habitantes de la ciudad darse cuenta de la amplitud que se vuelve a dar a la naturaleza que podrán descubrir en múltiples puntos de vista desde el próximo verano.

Mise en site protégé de la ligne PC (Petite sur les boulevards des

Pour améliorer la vitesse commerciale et la régularité des bus circulant sur la Petite Ceinture des boulevards des Maréchaux à Paris, la Direction de la Voirie de la Mairie de Paris a réalisé d'importants travaux entre 1999 et 2000 pour protéger le couloir réservé, des véhicules non autorisés.

Un séparateur en béton de 12 cm de hauteur a été coulé et mis en œuvre sur les tronçons les plus fréquentés de la ligne, notamment au sud et à l'est de la ligne.

Cette réalisation induit de nombreuses opérations telles que l'adaptation des trottoirs accueillant le cas échéant une piste de livraison, vélo ou de stationnement, les modifications de signalisation tricolore (sorties de pistes), la réalisation de la chaussée en percolé et la mise en place du séparateur en béton.

Ce chantier de plus de 70 millions de francs a permis d'augmenter de 18 % la vitesse commerciale de la ligne PC dans sa partie sud.

Les tronçons nord et ouest, entre la porte d'Aubervilliers et le pont du Garigliano, devraient être aménagés de manière similaire en 2001.

■ OBJECTIFS DES TRAVAUX

Dans le cadre du projet BUS 2001 engagé en partenariat entre la Ville de Paris et la RATP, un des objectifs affichés est d'augmenter la vitesse commerciale des autobus et d'améliorer la régularité. Les lignes de bus de la RATP rencontrent d'importantes difficultés de circulation, principalement dues au non respect de la réglementation existante.

Les couloirs réservés aux autobus constituent un des outils traditionnellement mis en œuvre pour limiter la diminution de la vitesse commerciale. Cependant, l'érosion de leur efficacité a conduit la Ville de Paris et la RATP à rechercher des aménagements plus efficaces comme l'expérimentation, réalisée en 1998, d'une protection de 12 cm de hauteur le long du couloir autobus sur une portion de l'itinéraire de la ligne Petite Ceinture en amont de la Porte de Gentilly. En effet, le flux de véhicules non autorisés, circulant dans ce couloir pendant les périodes critiques diminue, du seul fait de la protection de près de 80 %.

La protection des couloirs présente l'intérêt de fiabiliser la ligne en garantissant le temps de parcours sur un itinéraire et ainsi augmenter de manière significative la vitesse commerciale.

Cependant, la mise en œuvre de cette protection doit répondre à plusieurs conditions :

- ◆ aucun arrêt, en particulier pour les livraisons, ne doit se faire dans les couloirs concernés ;
- ◆ la pose du séparateur ne doit en aucune manière causer une gêne à la circulation des cyclistes.

En conséquence, les livraisons doivent être assurées sur des pistes ou des contre-allées. Ces pistes peuvent assurer également la continuité de la circulation des vélos. Pour ces derniers, en l'absence de piste, il peut être réalisé soit une continuité sur le trottoir, soit un élargissement suffisant des couloirs pour y faire cohabiter autobus et vélos.

La Ville de Paris a souhaité généraliser ce dispositif sur l'ensemble de l'itinéraire de la ligne Petite Ceinture qui circule sur la rocade de Paris constituée par les boulevards des Maréchaux.

Cette ligne est la première ligne parisienne tant en voyageurs transportés qu'en nombre d'autobus en service, sa longueur (70 km) et la densité de la circulation sur les boulevards en font une ligne dont la régularité de la fréquence est rarement respectée. Cette irrégularité est ressentie durement par les voyageurs.

La première phase de ces travaux a été réalisée en 1999 sur les boulevards du sud de Paris dans

les XIII^e, XIV^e et XV^e arrondissement du Pont National au Pont du Garigliano. La part des voyageurs au sud de Paris représente 34 % de l'ensemble de la ligne pour un parcours de 17 km (soit 25 % de la longueur totale de la ligne). C'est le tronçon de la ligne PC le plus fréquenté.

■ CONSISTANCE DES TRAVAUX

La réalisation des protections de couloirs autobus doit intégrer, lorsque cela s'avère nécessaire, les livraisons sur des pistes spécifiques ou des contre-allées et la continuité de la circulation des vélos. Par ailleurs, les chaussées de ces couloirs bus doivent résister aux contraintes induites par la canalisation de la circulation de ces autobus articulés et la fréquence de leur passage. Il est donc nécessaire de les traiter par un revêtement spécifique résistant à l'orniérage. Enfin, afin de distinguer visuellement sans ambiguïté le couloir bus du reste de la chaussée et inciter ainsi les usagers à respecter la réglementation, le revêtement sera de couleur claire.

Ainsi, au titre de cette opération sont réalisés une chaussée percolée pour les autobus, un séparateur coulé en place en béton, l'adaptation des trottoirs pour accueillir le cas échéant la piste de livraison, la piste de stationnement ou la piste vélo et les modifications de signalisation tricolore prenant en compte la gestion des sorties de ces pistes au niveau des carrefours (photo 1).

Le contenu des travaux était le suivant :

- ◆ travaux de trottoirs préparatoires à la réalisation de la chaussée pour les autobus. Il s'agit des travaux de bordures liés à la réalisation de pistes (stationnements, livraisons, vélos) et aux modifications des points d'arrêts autobus ;
- ◆ modification de signalisation lumineuse : travaux nécessaires à la création ou aux déplacements de lignes de feux ;
- ◆ réalisation de la chaussée en revêtement percolé ;
- ◆ mise en place du séparateur en béton : il s'agit de réaliser sur la chaussée un séparateur physique d'une douzaine de centimètres de haut entre la voie autobus et les voies de circulation. Pour ce faire, il est nécessaire de raboter la couche de roulement afin de permettre l'encastrement du séparateur réalisé en béton extrudé ;
- ◆ travaux de signalisation horizontale et verticale : nécessaires à la matérialisation indicative et réglementaire des files de circulation, des passages

des couloirs autobus (ceinture) Maréchaux à Paris

François Wouts
DIRECTION DE LA VOIRIE
ET DES DÉPLACEMENTS
Mairie de Paris

Thierry Marsick
DIRECTION DE LA VOIRIE
ET DES DÉPLACEMENTS
Mairie de Paris

pour piétons, du stationnement, des itinéraires vélos ;

- ◆ travaux induits par les mesures d'exploitation des différentes phases de chantiers ;
- ◆ travaux d'aménagement définitif des trottoirs et équipements de chaussée.

■ RÉALISATION DE LA CHAUSSÉE EN PERCOLÉ

Pour réaliser les travaux de chaussée percolée, les solutions techniques à mettre en œuvre étaient dépendantes de la composition et de l'état de la structure de la chaussée.

Les structures des chaussées existantes sur les boulevards des Maréchaux peuvent être classées en trois familles :

- ◆ pavage mosaïque revêtu d'un tapis mince en béton bitumineux assis sur sable et fondation de béton ;
- ◆ pavage échantillon revêtu d'un tapis mince en béton bitumineux posé sur sable et fond de forme consolidé ;
- ◆ structure de fondation et de base en béton bitumineux ou en béton, revêtu d'un tapis mince en béton bitumineux.

Dans ce dernier cas, les travaux consisteront à raboter la couche superficielle de roulement sur la largeur du couloir bus, à réaliser une couche d'accrochage et ensuite une nouvelle couche de roulement en béton bitumineux ouvert percolé mince de trois à quatre centimètres d'épaisseur. Ce béton bitumineux sera constitué de gravillons clairs. La percolation consiste à faire pénétrer dans les vides du béton bitumineux un coulis de ciment, rigidifiant ainsi la couche de surface en lui donnant un aspect clair au revêtement.

Dans le cas d'une structure avec pavés, les travaux consisteront à raboter la couche superficielle de roulement sur la largeur du couloir bus, arracher les pavés existants et retirer le lit de sable. En présence de pavé mosaïque, il peut être nécessaire de démolir la fondation en béton si celle-ci présente des fissurations. Une auscultation de la chaussée a été effectuée par des mesures de deflectométrie permettant de connaître les qualités actuelles de la chaussée. La mise en œuvre d'un remblai en grave est prévue en cas de démolition de la fondation existante. Une nouvelle fondation constituée de grave bitume et d'enrobé à module élevé sera réalisé pour assurer le fond de forme dans le cas des chaussées en pavage échantillon. Puis une

couche de roulement en béton bitumineux ouvert percolé sera mise en œuvre.

■ CAS PARTICULIER DES SITES PROPRES

Sur l'itinéraire emprunté par la ligne PC, deux tronçons ont bénéficié d'aménagement en site propre, séparés de la circulation générale.

Sur le boulevard Jourdan, entre la Porte d'Orléans et la rue de la Cité Universitaire sur l'itinéraire extérieur de la ligne PC, la présence d'une canalisation d'adduction d'eau en fonte de la SAGEP à moins d'un mètre du sol a nécessité la mise en œuvre d'une solution technique garantissant la pérennité de l'ouvrage de la SAGEP. La solution a consisté à couler une dalle en béton armé permettant de répartir la charge lors des passages des bus.



Photo 1
Couloir bus protégé par séparateur haut (boulevard Brune)

Bus lane protected by a high separator (Boulevard Brune)

■ LES MODALITÉS DE RÉALISATION

Sur les parties traitées en enrobé percolé

Lors des travaux de mise en œuvre du percolé, deux voies dans chaque sens pour la circulation générale ont été conservées. Pour ce faire, tous les îlots ont été supprimés durant la durée du chantier. Par ailleurs, l'emprise de chantier a été restreinte à la largeur du couloir bus à traiter.

La mise en œuvre du percolé a par ailleurs induit des contraintes sur l'exploitation du chantier. En effet, les étapes de mise en œuvre du percolé se déroulent en deux temps. La première phase consiste à appliquer un béton bitumineux ouvert. La deuxiè-

Photo 2
Vue du couloir protégé
sur le côté intérieur
du boulevard Brune

View of protected lane
one side
of Boulevard Brune

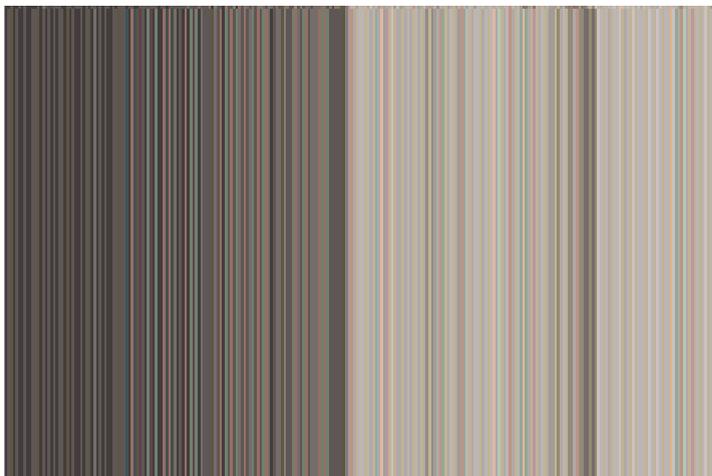


Photo 3
Couloir bus protégé
à la porte d'Orléans
sur le boulevard
Brune

Protected bus lane
at Porte d'Orléans
on Boulevard Brune



me phase du chantier consiste ensuite à "percoler" ce revêtement avec un coulis de ciment. Le chantier ne peut être rendu à la circulation qu'après un temps de séchage minimum de cinq jours, permettant au complexe percolé d'atteindre pleinement ses performances. En conséquence, il a fallu préserver l'ensemble des accès aux passages de portes cochères. De même, le chantier étant "barriéré" pour interdire la circulation aux véhicules, l'accès aux points d'arrêts de la ligne PC a été fortement perturbé durant tout le chantier.

Au cours du mois de juillet la chaussée extérieure a été réalisée, et au mois d'août intervenait la réalisation de la chaussée intérieure selon le même principe.

Durant le mois de septembre, le séparateur matérialisant le couloir bus a été coulé. Les îlots ainsi que des boucles de régulation de trafic ont été reconstitués. Enfin, ont été terminés les travaux de trottoir, notamment pour la circulation des vélos (photo 2).

Sur le site propre du boulevard Jourdan

Sur le site propre Jourdan, il était prévu de réaliser par coffrage glissant la dalle en béton armé au dessus de la canalisation d'eau de la SAGEP. Ce procédé a été impossible à mettre en œuvre sur la majeure partie du site propre du fait de la présence de racines d'arbres. Une première solution consistant à couler cette dalle avec un engin d'un gabarit plus restreint a été rejetée. En effet, avec ce procédé, la dalle aurait été coulée par moitié, ce qui ne permettait pas d'obtenir les mêmes garanties au niveau de la résistance de l'ouvrage réalisé. Au final, cette dalle a donc été mise en œuvre à la main.

LES DÉLAIS ET LES COÛTS

Ce chantier, d'un montant de plus de 70 millions de francs, a été subventionné à parts égales par le STIF (Syndicat des Transports d'Ile-de-France) et la Région Ile-de-France sur la totalité du montant hors taxes, la Ville de Paris faisant pour sa part l'avance de la TVA, et assurant la maîtrise d'œuvre de l'opération ainsi que l'entretien ultérieur.

Les travaux préparatoires de trottoir ont débuté en juin 1999, les travaux les plus perturbants en juillet et août.

Le 1^{er} octobre 1999, les bus de la ligne PC ont pu emprunter cet axe en bénéficiant d'aménagement conséquents.

LA ROCADE EST EN CONTINUITÉ

A la suite de cette première phase en 1999, le traitement à l'identique des boulevards de l'est de Paris a été réalisé en 2000. Le parcours de 21,6 km concerne les XII^e, XIX^e et XX^e arrondissement du pont National à la Porte d'Aubervilliers.

Le chantier, d'un montant de plus de 70 millions de francs, a été subventionné dans les mêmes conditions que la rocade sud.

Les travaux préparatoires de trottoir ont débuté en avril 2000, les travaux les plus perturbants en juillet et août.

Le 1^{er} octobre 2000, cette nouvelle portion des boulevards des Maréchaux était disponible pour les bus de la ligne PC.

CONCLUSION

Ces réalisations ont été menées dans des délais courts compte tenu des contraintes locales d'exploitation.

Un premier bilan de cette réalisation a été effectué en mars 2000. Il montre que la ligne PC sur sa par-

tie sud a augmenté sa vitesse commerciale de 18 % et amélioré sa régularité. Corrélativement, la clientèle a augmenté de plus de 9 %.

Sur un aspect plus technique, le béton bitumineux percolé donne également de bon résultat sur le plan esthétique. Ces réalisations sont très bénéfiques pour le fonctionnement des lignes de transports en commun. L'année 2001 devrait voir le bouclage des aménagements par la réalisation de manière similaire du dernier tronçon dans les secteurs nord et ouest entre la Porte d'Aubervilliers et le Pont du Garigliano (photo 3).

ABSTRACT

Protecting the bus lanes of the Petite Ceinture line along the Boulevards des Maréchaux

Fr. Wouts, Th. Marsick

To improve the commercial speed and regularity of buses moving on the Petite Ceinture or PC (small ring) line along the Boulevards des Maréchaux (ring boulevards around Paris), the Paris township's roadway directorate completed extensive works between 1999 and 2000 to protect the right-of-way corridor from unauthorised vehicles.

A concrete separator 12 cm high was placed along the busiest sections of the line, in particular the south and east sections.

These works involved many induced operations such as the adaptation of footpaths to provide a parallel path for deliveries, bicycles or parking, the modification of three-colour traffic signals (at path exits), the provision of pavements in grouted asphalt and the installation of a concrete separator.

These works, valued at more than FF70 million, allowed an 18 % increase in commercial speed on the south part of the PC lines.

The north and west sections, between Porte d'Aubervilliers and Pont du Garigliano are to be designed the same way in 2001.

RESUMEN ESPAÑOL

Circulación en emplazamiento reservado de los carriles de autobuses de la pequeña circunvalación de París (Rondas de los Mariscales)

Fr. Wouts y Th. Marsick

Para mejorar la velocidad comercial y la regularidad de los autobuses que circulan por las líneas de la pequeña circunvalación (PC) de París, también denominada "bulevares de los Mariscales o bulevares Militares", la Dirección de la vialidad del Municipio de París ha emprendido importantes obras entre 1999 y 2000 para proteger el carril de tránsito reservado a los autobuses, bomberos, etc., e impedir la circulación de vehículos no autorizados. Se ha ejecutado un separador de hor-

migón de 12 cm de altura en los tramos más cargados de la línea, y fundamentalmente, al Sur y al Este de la línea.

Este proyecto ha dado lugar a numerosas operaciones, como, por ejemplo, la adaptación de las aceras que constan, llegado el caso, de una pista de reparto, bicicletas o de estacionamiento, las modificaciones de semáforos tricolores (salidas de carriles), la ejecución del pavimento en material percolado y la implantación del separador de hormigón.

Estas obras, que han supuesto más de 70 millones de francos franceses han permitido aumentar de un 18 % la velocidad comercial de la línea PC en su sección Sur.

Los tramos Norte y Oeste, entre la Puerta de Aubervilliers y el puente de Garigliano, se habrán de acondicionar de forma semejante en 2001.

Les aménagements du à l'aube du troisième

L'entreprise Petit n'en est pas à son premier essai : voilà plus de 20 ans qu'elle contribue à moderniser le stade Roland-Garros, acquérant au fil des ans une parfaite maîtrise du site et des contraintes de planning. Les équipes commerciales et opérationnelles de l'entreprise ont développé une véritable relation de confiance avec la Fédération française de tennis. Aussi, lorsque cette dernière a décidé d'engager un nouveau programme de transformation du stade, elle y a associé l'entreprise. Entre juin 1999 et avril 2002, il s'agit de mettre les installations en conformité avec les nouvelles réglementations, d'améliorer le confort des joueurs et des spectateurs, de proposer aux médias des espaces de travail plus fonctionnels et plus spacieux, et enfin de créer un musée du Tennis, sans perturber le déroulement des tournois. Les travaux sont donc réalisés en trois phases de 10 mois chacune.

■ PRÉSENTATION

Les championnats internationaux de France, disputés chaque année depuis 1928 au stade Roland-Garros, font partie des grands événements sportifs mondiaux.

Deuxième levée de ce que l'on nomme "Le Grand Chelem" du tennis, cette épreuve bénéficie d'une exposition médiatique sans comparaison dans notre pays pour des événements qui se reproduisent chaque année : ainsi plus de 170 pays reprennent les images télévisuelles de Roland-Garros et près de 1 500 journalistes et photographes couvrent le tournoi, faisant ainsi de Paris la capitale du tennis pendant 15 jours.

Il faut dire que Roland-Garros jouit d'un privilège unique étant situé dans Paris intra-muros à la différence des autres grands stades de tennis, Wimbledon et Flushing Meadow qui se trouvent à la périphérie de Londres et de New York.

Les championnats sont donc mondialement identifiés comme faisant partie intégrante du patrimoine parisien et véhiculent auprès de 2 milliards de téléspectateurs l'image sportive de la ville de Paris.

Ce statut envié d'épreuve majeure du calendrier sportif international impose d'avoir des équipements de premier plan.

La Fédération française de tennis a réalisé depuis 20 ans un vaste programme de travaux à partir d'extensions concédées par la Ville de Paris, ces investissements justifiés ont permis aux Internationaux de France de consolider la place qui est la leur.

Le programme qui est présenté ici concerne les nécessaires travaux de rénovation et d'amélioration de la partie la plus ancienne du stade visant à :

- ◆ mettre les installations les plus vétustes, telle que la tribune A du court central, en harmonie avec les nouvelles réglementations en vigueur, nécessaires à l'homologation du stade ;
- ◆ assurer le confort et la sécurité des joueurs et des spectateurs ;
- ◆ fournir aux médias et particulièrement aux chaînes de télévision des installations adaptées aux besoins nouveaux créés par la technologie numérique, véritable révolution en la matière ;
- ◆ préserver l'héritage du passé, notamment en matière d'images au sein de la fondation.

Ce programme comprend donc :

- ◆ la reconstitution de la tribune A qui abritera de nouvelles installations pour les joueurs (accueil, vestiaires, centre médical, salons, restaurants, organisation sportive, etc.) et pour la presse écrite (salles d'interview et salles de presse) ;
- ◆ le réaménagement de la tribune D avec l'ouverture d'un restaurant pour le public ainsi que la réalisation de studios pour les télévisions et de locaux pour les principaux partenaires du tournoi ;
- ◆ le réaménagement de la zone de production des télévisions avec la construction souterraine d'un parking pour les véhicules légers et d'un restaurant pour les équipes techniques (environ 100 personnes).
- ◆ le réaménagement de la porte des Mousquetaires et du court n° 03 avec la création en sous-sol de la Fondation Roland-Garros et du musée du Tennis.

Ces travaux d'aménagements qui ont pour conséquence la diminution de la capacité du court central d'environ 1 200 places, n'altèrent en rien la physionomie générale du stade qui conservera son style particulier et verra de surcroît les zones paysagées notablement renforcées.

Ce projet doit permettre au stade Roland-Garros et aux championnats internationaux de France d'aborder le troisième millénaire avec des équipements similaires à ceux de ses homologues du "Grand Chelem"

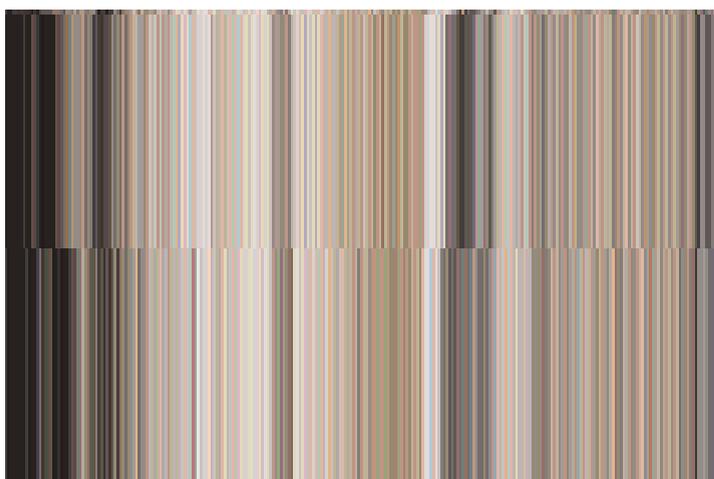
■ LE DÉFI DE ROLAND-GARROS

Contraintes

Articulées en trois étapes, celles-ci doivent répondre à quatre objectifs prioritaires : mettre les installations du stade et plus particulièrement celles du court central en conformité avec les nouvelles réglementations en vigueur, assurer le confort des

Zone de production télévision. La construction de la zone de production des télévisions avec la réalisation d'un parking et d'un restaurant pour les équipes techniques

TV production zone.
The construction of the TV production zone along with a parking lot and a restaurant for technical crews



stade Roland-Garros millénaire

joueurs et des spectateurs, fournir aux médias des espaces de travail plus vastes et de nouvelles infrastructures d'accueil et, enfin, préserver la mémoire de Roland Garros et du tennis français grâce à l'ouverture d'un musée du Tennis. Ces travaux d'aménagements, sont programmés sur trois ans (2000, 2001, 2002) et menés par tranches successives avec, pour chacune d'elles, un délai de dix mois. Ainsi, le public des Internationaux de France et des représentants des médias ne seront jamais confrontés ou mis en contact avec des zones en cours de réalisation. De même, l'organisation sportive du tournoi n'aura pas à souffrir, durant ces trois ans, de la mise en œuvre des différents projets. Cette contrainte majeure, liée au calendrier des manifestations sportives, n'est malheureusement pas isolée. En effet, circonscrit dans un triangle inextensible de 8,6 ha, soumis à une hauteur constructible maximale de 15 m, le site de Roland-Garros ne laisse pas d'autre choix que d'aménager les nouveaux espaces en sous-sol.

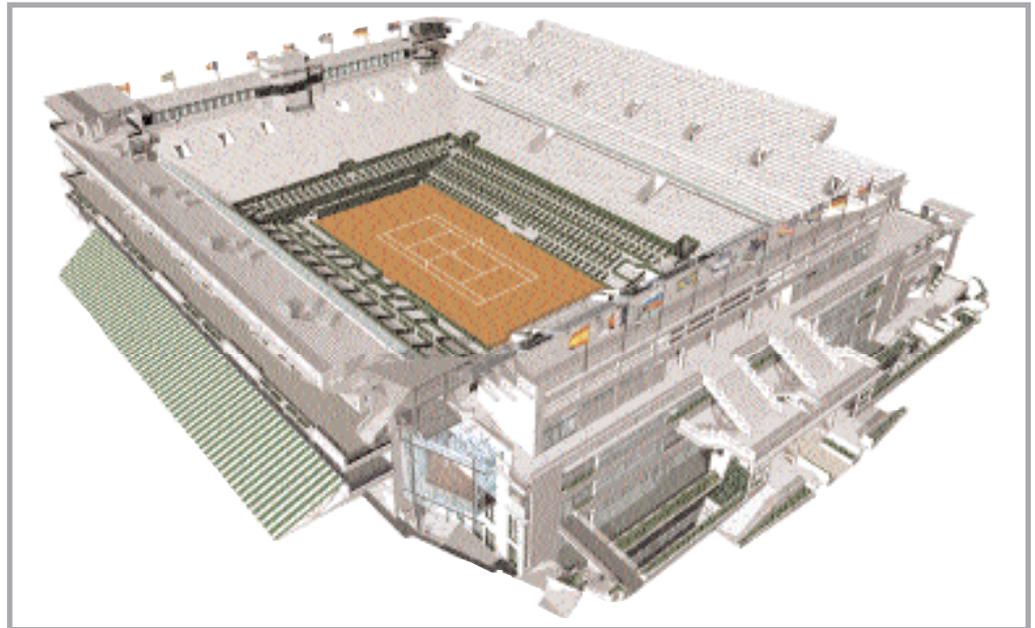
PROGRAMME DES TRAVAUX

2000 - Le court central

La rénovation du court central représente le projet phare des aménagements du stade. La vétusté des gradins, en particulier, posait des problèmes de sécurité et de confort. Une mise aux normes s'imposait. Première des trois étapes, les travaux de réaménagement du court central, débutés au lendemain du tournoi 1999, ont été réalisés en moins d'un an afin de ne pas gêner l'organisation du tournoi 2000. Tous les travaux devaient se dérouler entre le mois de juillet et le mois d'avril. Pari tenu puisque dès le mois de mai 2000, les plus grands joueurs du tennis mondial ont inauguré, le tout nouveau central.

2001 - La zone médias et le musée du Tennis

Réalisée pour l'édition 2001, la nouvelle zone médias, située dans la partie sud-est du stade, est appelée à devenir plus fonctionnelle et plus spacieuse. Ces travaux d'aménagement seront essentiellement menés en sous-sol et nécessiteront la suppression de deux courts annexes. Seule une faible partie du projet sera visible en surface, sous forme d'une superstructure installée à proximité de l'actuelle salle du village de relations publiques



afin d'assurer ainsi une certaine harmonie à l'ensemble.

Les locaux du musée du Tennis sont implantés en sous-sol sous le court n° 03 réalisés en structure et aménagements extérieurs toujours pour l'édition 2001.

2002 - Les aménagements intérieurs du musée du Tennis

Les aménagements intérieurs en sous-sol du musée du Tennis seront principalement destinés à des expositions permanentes et temporaires. Ils abriteront également une bibliothèque et une vidéothèque.

Le musée du Tennis aura pour objectif de perpétuer la mémoire du tennis français et sera inauguré pour l'édition 2002 du tournoi des internationaux de France.

ORGANISATION DES TRAVAUX

Le rideau à peine tombé sur les Internationaux de France 1999, c'est une véritable course contre la montre qui s'est engagée. La démolition des tribunes A et D s'est effectuée en moins de deux semaines, puis, les murs en berlinoise (2 000 m²) et les terrassements en pleine masse (40 000 m²) ont été réalisés en juillet et août 2000.

Pour gagner un temps précieux, les crémaillères et les gradins ont été préfabriqués en usine. Et grâce à la mise au point d'un système très perfec-

Le court central de Roland-Garros et sa nouvelle tribune D qui offre des espaces relations publiques pour les partenaires de la FFT et un restaurant pour le public. La tribune A comprend de nouveaux aménagements pour accueillir plus confortablement les joueurs, la presse et le public

Central court at Roland-Garros and its new D grandstand offering spaces for public relations partners of the French Tennis Federation (FFT) and a public restaurant



Résolument contemporaine, la conception de l'angle TV a été guidée par un souci de fluidité et de transparence. Le plateau de télévision créé pour France Télévision profite d'une plus grande superficie

Resolutely contemporary, the design of the TV corner was guided by a desire to achieve fluidity and transparency. The television studio created for France Télécom benefits from a larger surface area

Les aménagements en sous-sol du musée du Tennis destiné à des expositions permanentes et temporaires

Facilities in the basement of the Tennis museum intended for permanent and temporary exhibitions



tionné de calage et de réglage des pièces sur le chantier, à fin décembre 1999, les crémaillères et gradins étaient intégralement posés. Restait alors un mois pour effectuer les travaux de raccordement aux angles des tribunes et réaliser l'escalier d'honneur. Un programme de travaux intensifs qui a permis aux corps d'état secondaires et de finitions d'intervenir et de livrer l'ouvrage à la date prévue. La métamorphose du stade Roland-Garros n'est pas pour autant terminée. Depuis juin 2000, l'entreprise est de nouveau à pied d'œuvre. Ainsi 4 000 m² de paroi berlinoise ont été réalisés en juillet et août 2000, 48 000 m³ de terrassement, extraits et évacués en décharge. Les ouvrages de

structure, essentiellement en sous-sol, ont fait l'objet d'une méthodologie et d'un phasage extrêmement précis pour répondre aux exigences qualitatives du projet et aux impératifs de délais imposés par la prochaine édition des Internationaux de France. Enfin, la troisième et ultime étape se déroulera entre juin 2001 et avril 2002.

■ UN PLANNING TRÈS SERRÉ

Tribunes A et D du court central

- 21 juin - 2 juillet 1999 : démolition des anciennes tribunes A et D.
- 5 juillet - 30 août : réalisation des murs en berlinoises (2 000 m²) et des terrassements en pleine masse (40 000 m³).
- 15 août - 15 novembre : préfabrication des crémaillères, gradins, jardinières et allèges dans deux usines extérieures.
- 30 août - 15 octobre : réalisation des infrastructures pour mise à disposition des niveaux de sous-sol aux corps d'état.
- 18 octobre - 31 décembre : fin des structures des tribunes A et D, y compris la pose des crémaillères et des gradins.
- 1^{er} janvier - 31 janvier 2000 : travaux de raccordement aux angles BA et DC et escalier d'honneur. Jusqu'au 30 avril 2000 : intervention des corps d'état secondaires et livraison pour les Internationaux de 2000.

Zone médias et musée du Tennis

- 26 juin - 7 juillet 2000 : démolition des ouvrages existants.
- 7 juillet - 31 août 2000 : réalisation murs périmétriques en berlinoise (2 300 m² télévision et 1 700 m² musée) et des terrassements en pleine masse (30 000 m³ "télévision" et 18 000 m³ musée).
- 31 août - 30 octobre : réalisation des infrastruc-

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

- Terrassements : 88 000 m³
 - Paroi berlinoise : 6 000 m³
 - Béton : 9 000 m³
 - Aciers : 650 t
 - Garde-corps préfabriqués : 450 ml
 - Gradins préfabriqués : 3 000 ml
 - Surface plancher : 26 000 m²
 - Coût global HT : 280 000 000 F
- Soit :
- phase 1 tribunes A et D : 150 000 000 F
 - phase 2 zone télévision + musée du Tennis : 100 000 000 F
 - phase 3 aménagements intérieurs du musée : 30 000 000 F

Vue aérienne du stade Roland-Garros

Aerial view of Roland-Garros stadium





Tribune D. Pose des crémaillères et gradins

Tribune D. Setup of tiers and grandstands

© FFT

tures en béton armé et intervention des CES dans les locaux techniques.

- 30 octobre - 31 décembre 2000 : réalisation des crémaillères et gradins.
- 31 décembre 2000 - 31 mars 2001 : réalisation des aménagements extérieurs et achèvement TCE.
- Avril 2001 : livraison pour les Internationaux de 2001.

Aménagements intérieurs du musée du Tennis

Fin juin 2001 à avril 2002 : aménagements et décorations intérieurs TCE.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maitre d'ouvrage

Fédération française de tennis

Architecte

ACD Girardet & Associés

Assistant maître d'ouvrage

Coteba Management

Contrôle technique

Qualiconsult

Gros œuvre

Entreprise Petit, filiale de GTM Construction (Vinci)

Bureau d'études BA

BET Grabli

ABSTRACT

Improvements to the Roland-Garros stadium as the third millennium dawns

R. Rimbod

The company Petit is not a newcomer : for over 20 years it has been contributing to the modernising of the Roland Garros stadium, acquiring perfect mastery of the site and planning requirements with the years. The company's commercial and operational teams have developed relations of trust with the French Tennis Federation (FFT), so that when the federation decided to undertake a new stadium transformation programme, it called on Petit. Between June 1999 and April 2002, the stadium's installations had to be transformed to comply with new regulations, to improve player and spectator comfort, to offer the media more functional and more spacious working space and, finally, to create a Tennis Museum, without disturbing the scheduling of tournaments. The works were thus to be carried out in three phases of 10 months each.

RESUMEN ESPAÑOL

Los acondicionamientos del estadio Roland-Garros en los albores del tercer milenario

R. Rimbod

La empresa Petit no se encuentra a título de principiante, ya que, hace cerca de 20 años contribuye a modernizar el estadio Roland-Garros, habiendo adquirido, con el paso de los años, un perfecto dominio del emplazamiento y de los imperativos de planificación. Los equipos comerciales y operativos de la empresa han desarrollado una verdadera relación de confianza con la Federación francesa de tenis. Por ello, una vez que ésta ha decidido emprender un nuevo programa de transformación del estadio, ha recurrido sin vacilación a la empresa mencionada. Entre junio de 1999 y abril de 2002, se trata de adecuar las instalaciones a los imperativos de las nuevas normativas, mejorar el confort de los jugadores y de los espectadores, proponer a los medios de comunicación espacios de trabajo más funcionales y más amplios, y, final-

mente, crear un Museo del tenis, sin por ello perturbar el desarrollo de los torneos. Por consiguiente, las obras se llevan a cabo en tres etapas de 10 meses cada una.

La place de Bretagne

Un espace public retrouvé

contraintes fonctionnelles

Grande place du XIX^e siècle, inscrite dans les façades de qualité qui la borde, elle avait totalement perdu son caractère : espace déstructuré par des voies de circulation au tracé routier, infranchissable pour le piéton, arbres plantés dans des espaces résiduels...

Son nouveau dessin s'appuie sur un ordonnancement simple, orthogonal, souligné par le mobilier urbain, les arbres et les pavages en granit de Lanhélin et de Louvigné-du-Désert.

L'aménagement intègre pourtant de lourdes contraintes fonctionnelles : la circulation importante dans sa partie ouest (flux de contournement et de desserte du centre historique), le stationnement nécessaire aux activités commerciales dans sa partie est, une station d'assainissement souterraine (protection contre les crues, et limitation des rejets d'eaux usées dans la Vilaine).

Quatre alignements de platanes marque sa monumentalité et lui redonnent une unité en volume et perspective. Les piétons retrouvent leur place pour cheminer ou traverser, notamment sur une large allée centrale pourvue de bancs et agrémentée de quatre fontaines granit sculpté surmontées de baigneuses pas très académiques (photos 1, 2, 3 et 4).

Christian Le Petit
DIRECTEUR DES INFRASTRUCTURES

Photo 2
La place
dans les années
1950
*Square
in the 1950s*



© Musée de Bretagne

LE PARTI D'AMÉNAGEMENT DE LA PLACE DE BRETAGNE

Le parti fonctionnel

La place de Bretagne a été restructurée en accompagnement de l'axe de transport en commun est-ouest.

La réservation des quais sud et du pont de Bretagne aux autobus, taxis et deux roues, conduit à réorganiser les circulations du nord au sud en extrémité ouest des quais. Cela nécessitait le doublement du pont de la Mission pour assurer les mouvements nord-sud et sud-nord. Ce dispositif obligeait également au réaménagement des places Foch et Bretagne.

Des véhicules en circulation, (en double sens sur la partie ouest de la place, avec des mouvements de retournement au centre), du stationnement dans la zone est, les bus (en site propre sur le pont de Bretagne et au nord de la place), les vélos (autorisés sur le site propre et pris en compte dans des couloirs réservés), les piétons (cheminements et traversées aménagés, mail central), il fallait organiser le partage de l'espace entre les différents modes de transport sur la place de Bretagne.

- Les principaux objectifs qui ont conduit à cela sont :
- ◆ l'amélioration des conditions de circulation tout en redonnant de l'espace et de la sécurité aux piétons et aux deux roues ;
 - ◆ la prise en compte du doublement du pont ;
 - ◆ l'intégration de l'axe bus au nord de la place.

Le parti architectural

Par ailleurs, une étude d'urbanisme a été menée pour associer au parti fonctionnel la revalorisation des espaces sur les plans esthétique et paysager. Le parti d'aménagement proposé pour la place de Bretagne consiste à retrouver l'ordonnancement simple et monumental, malgré les contraintes fonctionnelles. Celui-ci a été étudié avec les architectes conseil de la ville, D. Brard et D. Duché, ainsi que l'architecte des Bâtiments de France, M. Germaine.

Un tracé orthogonal dégagant des espaces libres, implantés en adéquation avec le périmètre défini par les façades, permet de retrouver sa dimension et son unité.

Elle est clairement délimitée par les quais au nord, et l'articulation de deux boulevards au sud, qui seront traités en tant que tels, en dehors de la place définie par les limites du bâti.



Photo 1
La place
au début du siècle
*Square
at beginning of century*

© Musée de Bretagne

Photo 3
La place
juste avant les travaux
Square just before the works



à Rennes malgré de fortes

Sylvie Briou
CONDUCTEUR D'OPÉRATION
Ville de Rennes

Marc Carrel
CHEF DU SERVICE AMÉNAGEMENT
DE L'ESPACE PUBLIC
Ville de Rennes

■ DESCRIPTION DES AMÉNAGEMENTS

Cette place rectangulaire, d'orientation nord-sud, s'étend sur 155 m de long et sur 75 m de large en moyenne.

Axe bus nord

L'axe bus traverse la place juste au sud du pont de la Mission, avec une voie par sens, pour une emprise globale de 7 m (y compris les deux roues), permettant ainsi la liaison entre le pont de Bretagne et le quai Lamennais. Les voies sont traitées en matériaux enrobés. Les trottoirs sont en granit et en asphalté. Certaines traversées piétons sont bordées de bandes structurantes granit.

Au total, sept passages piétons de 4 à 5 m de large permettent les échanges nord-sud et est-ouest de cette zone.

L'accès à la partie ouest du parking de la Vilaine est aménagé en trottoir mixte (piétons-véhicules). Afin de gérer le passage des bus, des feux de signalisation sont positionnés à l'entrée du pont de Bretagne et à l'extrémité du quai Lamennais.

La partie centrale

Les voies de circulation sur la partie ouest sont importantes mais rectilignes et elles se fondent dans l'aménagement d'ensemble de la place. Une zone de stationnement de 68 places est conservée à l'est. Un mail piéton nord-sud de 10 m de large, agrémenté d'arbres et de bancs, sert de séparateur entre la zone circulée et le parking et crée un nouveau cheminement nord-sud clairement identifié.

L'ensemble de la place est traité en matériaux granit breton gris (soit environ 8000 m² dont 5000 m² de pavés pleine masse et 3000 m² de dalle composite béton/granit) à l'exception des emplacements voitures du parking est qui restent en matériau enrobé. La distinction entre les espaces est gérée par des différences de calpinage, des bordures noyées ou des clous en fonte.

Les trottoirs, élargis à 6 m devant les immeubles, permettent aussi l'accès des pompiers, le cas échéant.

Quatre alignements de platanes marquent la partie centrale : à l'ouest en alternance avec le stationnement, au centre sur le terre-plein central et dans le mail piéton, à l'est sur le trottoir, représentant un total de 55 arbres.

Le carrefour Liberté - Tour d'Auvergne

Cette zone est traitée sous forme d'un carrefour à feux complexe permettant l'accès à toutes les voies au sud de la place, notamment débouché de la rue Poullain Duparc, croisement avec le boulevard de la Liberté, le boulevard de la Tour d'Auvergne et ac-



Photo 4
La place à l'issue
de l'aménagement
*Square
after the works*



Schéma général
de fonctionnement
des voies du quartier
Bretagne-Mission

*General operating
diagram of ways
in the Bretagne-Mission
district*

**MISE EN VALEUR
DU PATRIMOINE**

A l'occasion du réaménagement des places de Bretagne et Foch, il était prévu de réhabiliter un petit square au nord, intégrant des éléments du patrimoine existant, une Croix, un rempart du XVII^e avec une tour. Ce réaménagement consiste en une placette carrée autour de la croix intégrant un tapis de buis horizontal, et une douve élargie au pied du rempart. A cette occasion, des fouilles archéologiques ont permis de découvrir une portion de rempart Gallo-romain, dans le prolongement du rempart existant. Le projet a été modifié pour permettre la mise en valeur de ce nouveau patrimoine, sous forme d'un petit belvédère à l'est et du prolongement de la douve à l'ouest qui est devenue accessible au public. Le rempart, très dégradé, a été reconstitué dans les techniques et avec les matériaux les plus proches possibles de l'époque Gallo-romaine. Cela indique que les grands aménagements sont souvent des opportunités à saisir pour valoriser la ville (photo 5).



Photo 5
Découverte des remparts gallo-romains
Discovery of Gallo-Roman ramparts

► cès aux rues de la Santé et de la Motte Picquet. Le matériau employé est l'enrobé avec des bordures de granit. Les traversées piétons sont bordées de deux bandes de granit de 1 m. Des barrières renforcent la perception quand cela est nécessaire.

Le pont de la Mission

Les travaux consistaient en la construction d'un nouvel ouvrage routier venant doubler le pont existant, à l'est. Il assure les déplacements du sud vers le nord. L'ancien pont rénové assure les déplacements opposés.

Ce nouveau pont est constitué d'une structure en dalles nervurées, en béton armé et précontraint. Il comprend deux tabliers d'une portée de 23 m, l'un en aval de 13 m et l'autre en amont de 16 m de largeur. Ils reposent sur des culées réalisées dans le lit de la Vilaine, le long des murs de quais. Celles-

**PRÉSENTATION
DE L'AXE EST-OUEST**

Le long de la Vilaine, au cœur de la ville de Rennes, un site propre bus appelé axe est-ouest vient d'être ouvert le 1^{er} décembre 2000. Le quai sud est réservé aux bus, aux taxis et aux deux-roues, circulant dans les deux sens, mais les riverains peuvent l'emprunter pour accéder à leur garage, et les livraisons y sont toujours possibles. Le quai nord est maintenu en sens unique est-ouest pour la circulation générale en desserte du centre historique mais en zone 30. Les circulations de transit doivent se reporter sur les barreaux de contournement, notamment les rocares. Le principal avantage du projet est bien sûr l'impact direct sur la performance des lignes de bus. Les aménagements et notamment la suppression des feux sur le parcours permettent une meilleure régularité et une augmentation de la vitesse commerciale.

C'est une formidable opportunité pour améliorer l'esthétique de la ville en mettant notamment en valeur le patrimoine bâti. Il permet de relier davantage le nord et le sud de la ville en atténuant la coupure des quais. Une meilleure place est faite aux piétons et au deux-roues, sur l'ensemble de l'axe (élargissement de trottoirs, création de placettes, de cheminements spécifiques...). C'est dans ce contexte que l'aménagement de la place de Bretagne s'est inscrite.

VAL ET BUS, UN DUO COMPLÉMENTAIRE

Les bus rennais ne seront bientôt plus les seuls pour assumer les transports en commun de la ville. Avec le VAL, ils joueront la carte de la complémentarité et assureront le relais entre le centre-ville, les quartiers et le reste de l'agglomération. L'objectif est de créer un système de transport collectif protégé le plus possible de la circulation, en mettant en place des axes en site propre et des couloirs bus, dans le but d'éviter l'asphyxie du centre. Le VAL est le premier maillon et le plus performant du dispositif.

Dans ce même objectif, l'axe est-ouest est réalisé : une chaussée uniquement réservée aux bus qui reliera l'extrémité ouest de Rennes à Cesson Sévigné, avec une antenne desservant le campus universitaire de Beaulieu.

Deux autres axes en sites très protégés viendront, par la suite, compléter le dispositif (nord-sud et centre-sud).

Plus rapides, plus réguliers, plus accessibles et connectés avec le VAL mais aussi avec les parkings relais, les bus – qui continueront à assurer 70 % des déplacements en transports en commun – seront plus attractifs. Ils séduiront bientôt de nouveaux automobilistes.

Jean-Pierre Cadieu
CHEF DU SERVICE DÉPLACEMENTS URBAINS
Ville de Rennes

**L'AXE EST-OUEST
EN QUELQUES CHIFFRES**

- Longueur : 7 km sur les deux communes (1,17 km dans le campus universitaire)
- Nombre de stations : 12, distance moyenne entre deux stations : 400 m, vitesse commerciale : 21 km/h
- Capacité d'un bus articulé : 36 places assises et 114 places debout
- Nombre de lignes : 3 lignes urbaines et 5 lignes suburbaines l'emprunteront. Neuf autres lignes bénéficieront de correspondances améliorées avec les bus et le VAL, place de la République (soit 12 communes desservies)
- Tarification : un billet unique donnera accès au réseau VAL/bus et même SNCF dans certains cas. Il sera valable une heure, quel que soit le trajet
- Fréquentation attendue : 20 000 voyages par jour

ci sont elles-mêmes fondées sur 18 pieux en béton armé de 80 cm de diamètre. Les deux tabliers ont été réalisés sur cintre nécessitant leur construction à environ 2 m au-dessus du niveau définitif de la chaussée, pour permettre l'évacuation de la Vilaine en cas de crue, pendant la phase chantier. Chaque tablier a été bétonné en une seule fois, et après séchage, a été descendu sur ses appuis en élastomère frotté à l'aide de vérins. La couche de roulement est en béton bitumineux de 7 cm d'épaisseur.

En amont de l'ouvrage, une ouverture sur la Vilaine a été pratiquée, dans la dalle de couverture du parking. A l'est de celle-ci, des caniveaux et regards techniques ont été construits afin de recevoir les réseaux divers, et servent également de passerelles piétons.

Pour agrémenter ce lieu, une fontaine bassin a été installée entre les deux mouvements de circulation (cf. encadré "Ouvrages d'agréments" et photo 7).

Le mobilier urbain (photo 8)

Immédiatement visibles, les matériaux et le mobilier urbain marquent fortement le paysage d'une ville qui doit garder son identité et son unité. Il a donc été important de définir un certain nombre de règles, prenant en compte les besoins, la maintenance, les coûts.

La première décision a été de définir une couleur unique pour tous les mobiliers, sur l'ensemble de la ville : le vert granit RAL 7026 a été choisi pour



Photo 7
Le pont de la Mission et sa fontaine, vue nord-est

Pont de la Mission and its fountain, northeast view



Photo 8
Allée piétons centrale avec bancs "Ville de Rennes"

Central pedestrian way with "City of Rennes" benches



COMMUNICATION, SUIVEZ L'HERMINE...

Un chantier d'une telle importance, tant en espace qu'en durée, nécessite une communication en conséquence auprès des riverains et des usagers.

Elle a été mise en place dans le cadre de l'opération générale de l'axe est-ouest, et comprend plusieurs axes :

- ◆ une bonne couverture par les médias (journaux, TV, radios) et le journal municipal,
- ◆ une série de plaquettes d'informations à chaque étape clé,
- ◆ une exposition permanente pendant la première année du chantier, avec des permanences hebdomadaires,
- ◆ la mise d'une médiatrice de chantier, disponible et à l'écoute des usagers,
- ◆ des panneaux d'informations et de déviations sur place.

L'ensemble de ces points avaient en commun l'apparition d'une petite mascotte – une hermine verte – présente à chaque occasion comme point de reconnaissance pour les usagers.

OUVRAGES D'AGRÈMENTS

- Quatre petites fontaines rectangulaires avec jets d'eau de 50 cm marquent les traversées piétons du parking à l'est de la place. Les jets sont éclairés par des fibres optiques colorées, la nuit. Elles sont agrémentées de statues colorées, œuvre de l'artiste Collin-Thiébaud sur le thème de "baigneuses pas très académiques", ayant pour base des copies d'une Diane et d'une Vénus du XVIII^e du sculpteur Allégrain, dont les originaux sont au Louvre.
 - Une fontaine avec bassin constitué d'un couronnement en granit poli et d'une margelle de 2 m large en granit bouchardé, de 11 m de diamètre et 30 cm de profondeur. Elle est composée en son centre d'un bulbe de jets moussants pouvant atteindre 5 m de haut et de 24 jets pouvant atteindre 2 m de hauteur autour. L'ensemble des jets est éclairé la nuit par des projecteurs halogènes. Cette fontaine sépare les mouvements de circulation au centre du pont de la Mission.
 - Deux kiosques complémentaires à celui de la station de relèvement, également en structure métallique peinte, sont réalisés ; ils intègrent :
 - ◆ des armoires techniques (signalisation lumineuse, EDF, Telecom) et des téléphones en façade pour le kiosque nord,
 - ◆ des toilettes publiques accessibles aux handicapés dans le kiosque sud.
- Le pourtour des kiosques est agrémenté de dessins de monuments rennais gravés dans des plaques métalliques. Au nord, des monuments historiques, au sud des architectures du XX^e siècle (photo 6).



Photo 6
Vue d'une fontaine et d'un kiosque

A fountain and a kiosk



sa discrétion et son élégance. Le grand nombre d'objets, inévitable pour des besoins divers (l'inventaire distingue quarante types de mobiliers pour dix fonctions principales), incite à les rendre moins visibles.

Des règles de mise en place ont été élaborées, visant à regrouper les supports, dégager les espaces, et ordonnancer le mobilier.

Un catalogue des choix possibles a ensuite été élaboré rassemblant des éléments du commerce et des créations faites avec les urbanistes conseils (avec des variations possibles pour s'adapter au contexte). Orientés vers la simplicité, ils ont également été guidés par la tradition rennaise et le souci d'éviter l'effet de mode.

Photo 9
 Vue du chantier clôturé avec maintien de la circulation
View of fenced worksite with traffic maintained



■ LE DÉROULEMENT DES TRAVAUX

Le phasage

Une phase de préparation a été réalisée par les concessionnaires (EDF - GDF, France Telecom, CGE) d'avril à juin 1998.

Les travaux du pont de la Mission et de sa fontaine se sont déroulés de juillet 1998 à mars 2000. Les travaux de la place se sont déroulés de janvier 1999 à novembre 2000 en cinq phases principales :

- ◆ création de la voirie au centre de la place de janvier à juin 1999;
- ◆ construction de la voirie à l'ouest de la place de juillet 1999 à octobre 1999;

LA STATION DE RELÈVEMENT

Le dispositif général d'assainissement

L'évolution du réseau d'assainissement à Rennes a été rendue nécessaire dès 1980 pour tenir compte du développement urbain. Pour répondre à cette nécessité, un programme pluriannuel a été élaboré et a donné lieu à de vastes travaux visant à protéger la ville des crues et à reconquérir la qualité de l'eau de la Vilaine. Ainsi, de nouveaux déversoirs ont vu le jour le long des quais, des bassins tampons à Cleunay et au Colombier, les stations de relèvement Malakoff et A. Briand, l'usine d'épuration de Beaurade. Par ailleurs, le réseau séparatif entre les eaux usées et les eaux pluviales a été étendu. La place de Bretagne est le dernier maillon indispensable de ce dispositif. L'équipement d'assainissement rennais sera alors l'un des plus performants de France.

Description de la station Bretagne

Dans ce cadre, une station d'assainissement, similaire à celle d'Aristide Briand, d'une capacité de 6 m³/s, est réalisée, dans la partie sud-est de la place. Elle est entièrement enterrée et accessible par un kiosque au sud de la rue de la Chalotais. Elle permet d'atteindre les deux objectifs principaux suivants :

- ◆ faire transiter les effluents venant du nord en priorité par rapport à ceux venant du sud, tout en sollicitant au minimum les déversoirs des quais, (c'est-à-dire maîtriser les rejets vers la Vilaine au strict nécessaire : 12 par an au lieu de 52 préalablement);
- ◆ empêcher, lors des crues, la remontée des eaux par les collecteurs (ceci afin d'éviter les inondations des caves et des rues de ce secteur).

La réalisation de la station a nécessité une restructuration importante de réseaux (collecteurs de Ø 2000 mm), sur l'ensemble de la place.

Déroulement des travaux

Les travaux se sont déroulés de novembre 1998 à juin 2000 en deux phases principales :

- ◆ mise en place des collecteurs de novembre 1998 à mars 1999,
- ◆ construction de la station de janvier 1999 à mars 2000,
- ◆ réalisation des finitions et essais depuis avril 2000.

Coût de l'opération : 24 millions de francs.

- ◆ réalisation du carrefour sud et de ses abords de novembre à décembre 1999;
- ◆ mise en place des stationnements à l'est de la place et des deux rangées d'arbres ouest, de janvier à août 2000;
- ◆ finitions, réalisation des kiosques et fontaines, plantations des deux rangées est d'arbres, de septembre à novembre 2000.

Les contraintes de chantier

(photos 9, 10 et 11)

La principale contrainte du chantier fut sans nul doute le maintien de la circulation générale et des accès piétons à tous les commerces, durant la totalité des phases.

Cet état de fait implique une organisation de chantier au plus juste, dans des zones de travail réduites au maximum et avec un stockage très limité.

De plus, cela a conduit à employer des bétons à prise rapide lors de la pose des pavés, tant pour la dalle de fondation que pour les joints, afin de diminuer le temps de séchage nécessaire à la réouverture à la circulation générale.

Pour améliorer la sécurité, chaque zone de chan-

tier était fermée à l'aide de clôtures rigides de 1,20 m de haut. Les cheminements piétons étaient organisés jour par jour autour des ces emprises chantiers, eux-mêmes protégés par des clôtures rigides ou des *balliroads* lestés, et renforcés de panneaux de police spécifiques.

Ces dispositions devaient être contrôlées de manière hebdomadaire, et un homme "trafic" a été mis en place à cette occasion en raison du nombre de piétons importants traversant le site.

Pour chercher à éviter le déchaussement des pavés sous circulation, constaté sur d'autres aménagements de la ville, un brais époxy a été utilisé en rive, afin de caler les premiers rangs de pavés et les dallages, créant un calpinage distinct au niveau des traversées piétons. Par ailleurs des joints



Photo 10
Réalisation des pavages granit à l'aide de mortier à prise rapide

Paving with granite blocks using fast-setting mortar



Photo 11
Réalisation des joints entre les dalles béton

Work on joints between concrete paving slabs

LES PRINCIPALES QUANTITÉS

La place est rectangulaire de 155 m de long par 75 m de large

Les principaux matériaux

- 4 600 m² de pavés granit dont 2 500 m² sur mortier à prise rapide
- 3 500 m² de dalles composite béton/granit
- 2 000 m² en asphalte sur dalle béton
- 900 m³ de béton
- près de 2 000 t d'enrobés de diverses natures (*binder* 0/14, 0/10, 0/6)
- 4 000 ml de bordures granit

Le mobilier

- 28 feux de signalisation
- 18 candélabres simples
- 7 candélabres double crosse
- 120 ml de barrières
- 135 potelets dont 35 amovibles
- 15 bancs
- 45 supports deux-roues
- 12 corbeilles à papiers
- 1 300 clous en bronze

Les arbres

62 platanes agrémentent la place

Coût de la place : 32,5 millions de francs

Coût du pont de la Mission : 11,5 millions

Le financement est apporté par l'État, la Communauté d'agglomération Rennes Métropole et la Ville de Rennes.

de dilatation ont été régulièrement réalisés sur la dalle béton.

Afin d'améliorer la qualité des aménagements, il a été décidé de limiter les marquages au sol en centre-ville, et notamment sur le granit. Celui-ci a donc été au maximum remplacé par une délimitation avec des clous de chaussée en bronze entre les différents couloirs de circulation.

LES PARTENAIRES DE L'OPÉRATION

Maitre d'ouvrage

Ville de Rennes, avec une conduite d'opération assurée par la Direction des infrastructures (Service aménagement de l'espace public)

Maitrise d'œuvre

La place a été réalisée par le Service infra-aménagement de l'espace public de la ville. Le pont et sa fontaine par la DDE, les kiosques par M. Urien, architecte. Une mission de coordination générale a été mise en place et assurée par le Service infra-ordonnancement

Missions de coordination sécurité-santé

Cabinet ARIA

Contrôle technique

- Socotec
- CEBTP

Entreprises intervenantes

Pour la place :

- Barthélémy, Eurovia, ASPO, Marc, Morellec, Alstom, ERS et Signature SA

Pour le pont

- Lépine, Schmitt TP, Ouest pose, Drouard, Forbeton, Crépeau, Colas, Rousseau, Freyssinet, Bergeret, Soriba, Morellec, Mills, 2CB et Scaphocéan

Pour la fontaine - Bassin du pont de la Mission :

- Lépine et FHE Eurofontaines

Pour les kiosques :

- OMS, Chanson, MPS, et EGR

Pour les fontaines de la place :

- Marc et Feljas et Masson

ABSTRACT

Place de Bretagne in Rennes. A public space regained despite significant functional constraints

S. Briou, M. Carrel

A major square of the town of Rennes, the Place de Bretagne is undergoing improvement works on the occasion of the setup of an east-west public transport route.

The square had completely lost its character throughout the years, and the project seeks first of all to restore the square's real image as a tidily ordered rectangle surrounded by quality architectural structures.

The space is distributed with a traffic zone on the west, a parking zone on the east, divided by a large central pedestrian way provided with benches and adorned with four fountains. Unity and quality were sought in equipment (single colour, cabinets grouped in kiosks, application of specifications) and materials (granite).

This operation also provided the opportunity to enhance the existing heritage (Gallo-Roman and 17th century ramparts).

The works, lasting almost 30 months, were organised in reduced zones in order to limit disturbance to users (traffic and access maintained at all times). Safety was one of the major obligations of the contractors involved.

RESUMEN ESPAÑOL

La plaza de Bretagne, en Rennes (Ille et Vilaine). Un espacio público recuperado, pese a importantes imperativos funcionales

S. Briou y M. Carrel

La plaza de Bretagne - importante punto de la ciudad - ha sido objeto de un acondicionamiento general con motivo de la implantación de un eje Este-Oeste de los transportes colectivos.

Con el paso de los años, esta plaza había perdido su carácter y por consiguiente, el proyecto tenía por meta recuperar su verdadero aspecto de plaza rectangular, ateniéndose al respeto del ordenamiento y circundada por edificios de alta calidad.

El espacio disponible se ha distribuido

en una zona con destino al tráfico rodado, en el Oeste, y una zona de aparcamiento en el Este, separadas por una vía central peatonal provista de bancos y cuatro fuentes ornamentales. Desde un principio se ha tratado de obtener una unidad y una calidad en el mobiliario público (color único, armarios reunidos en quioscos, aplicación de un pliego de condiciones), así como de los materiales (granito). Esta operación ha dado también lugar a una revalorización del patrimonio histórico de la ciudad (murallas galorromanas y del siglo XVII).

Las obras, de una duración de cerca de 30 meses, se han organizado en áreas de reducida amplitud, con objeto de limitar las molestias causadas a los usuarios (mantenimiento permanente de la circulación y de los accesos).

La seguridad ha constituido uno de los imperativos más destacados que han intervenido en el proyecto.

recherche

■ FLORE ET FABAC, JOURNÉE DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS ACQUIS AU COURS DE CES DEUX PROJETS NATIONAUX

Les projets nationaux FLORE (Fissuration des chaussées en béton) et FABAC (Fissuration des chaussées en béton armé continu), opérations du Plan génie civil, ont fait l'objet d'une journée de présentation des résultats obtenus le 7 novembre 2000, salle du Centenaire de la FNTP, organisée par l'IREX et le SPECBEA. Elle a réuni quatre-vingt participants.

Après une introduction de Bernard Halphen (DRAST), les résultats du projet national FLORE, sous la présidence de Serge Feneuille (président du Comité d'orientation du RGC & U) ont été présentés par Paul Acker : *problématique, objectifs, partenaires, programme de recherche et résultats*, et suivis d'une discussion générale animée par François de Larrard avec Paul Acker, Joseph Abdo, Bertrand Brusle, et Christian Tabailon.

Les résultats du projet national FABAC ont ensuite été présentés, sous la présidence de Bernard Halphen qui a bien voulu remplacer Jean Berthier, souffrant, par :

- Jacques Aunis : *présentation générale*,
- Georges Guerin : *présentation des machines d'essais*,
- Michel Paillard : *instrumentation et résultats du projet*.

Les conclusions pratiques ont ensuite fait l'objet d'exposés de :

- Luc-Amaury George : *point de vue des maîtres d'ouvrage*,
- Jean-François Duchaillet : *point de vue des entreprises*,
- Yves Guidoux : *point de vue du SETRA*.

Une discussion générale animée par Bernard Halphen et Frédéric Velter a enfin permis aux participants d'avoir de fructueux échanges de réflexions avec les intervenants.

Les conclusions générales ont été tirées par :

- Jean-Carlos Angulo : président du Syndicat de l'industrie cimentière,
- Daniel Grob : président du SPECBEA,
- Patrick Gandil : directeur de la Direction des Routes au METL.

Les résultats de ces deux projets ont fait l'objet de documents de synthèse remis aux participants accompagnés de la circulaire du Directeur des Routes diffusant une fiche de structures de chaussée expérimentale à base de béton armé continu.

Les deux machines d'essais conçues et réalisées pour ce projet vont être remises et exploitées maintenant par le LCPC pour divers essais de fatigue des chaussées, mais aussi pour des essais d'orniérage et de joints de chaussées dont les premiers ont été réalisés sur le site de FABAC à Gevrey Chambertin.

■ COLLOQUE "RISQUE ET GÉNIE CIVIL"

Le colloque* sur le risque dans le génie civil, organisé par G2C (groupement français des associations du génie civil qui, de fait, rassemble la quasi totalité de celles réellement concernées), domicilié à l'IREX et, rappelons-le, présidé par Michel Martin s'est déroulé les 8 et 9 novembre à l'Unesco à Paris réunissant quelque 300 participants et plus de 30 intervenants.

Son objectif

Il avait pour objectif de tenter de brosser un tableau général aboutissant à une sorte de taxinomies des risques susceptibles de peser sur les divers types d'ouvrages au niveau de leur conception, leur construction et leur exploitation. Ce but a pu être atteint grâce à un important travail d'ingénieurs et universitaires rassemblés en ateliers consacrés aux multiples aspects du génie civil.

Préambule

En manière de préambule Michel Martin et Lucien Pliskin ont présenté le colloque et ses intervenants précédant l'exposé de Georges-Yves Kervern (de l'Institut Européen des Cindyniques) sur "Le mauvais génie face à la science du risque : les cindyniques".

Une première session a ensuite proposé "Définition et gestion du risque" sous la présidence d'Henri Mathieu et avec la coordination de Robert Chaussin abordant méthodologie d'évaluation, risques et réglementation, coefficient de sécurité, simulation expérimentale, modélisation, chaîne de prévention et de gestion des risques.

Une seconde session présidée par Philippe Vesperon et coordonnée par Jean-Louis Durville, a été consacrée aux "Sources et facteurs de risque" à travers les incertitudes géologiques et géotechniques, les aléas extrêmes de crues et inondations, l'évolution probabiliste de l'aléa sismique (en France métropolitaine), le risque d'incendie, les chocs violents, les valeurs extrêmes des actions sur les ouvrages, le génie civil agresseur et protecteur de l'environnement.

* Les actes du colloque sont disponibles aux Presses de l'Ecole nationale des Ponts & Chaussées sous forme d'un important ouvrage broché de plus de 700 pages.

Une troisième session présidée par Bernard Tardieu et coordonnée par François Buyle-Bodin a abordé "La prise en compte actuelle du risque" à travers matériaux et mise en œuvre (le matériau acier et sa mise en œuvre, le matériau béton), structures (ponts, centrales nucléaires, tunnels, barrages, structures *offshore*, silos de céréales), suivi et diagnostic (suivi préventif, renforcement et réparation des ouvrages, diagnostic et modélisation du vieillissement des structures en béton armé).

La session suivante coordonnée par Paul Lemoine, a présenté "Risque et responsabilité" abordant la responsabilité civile et pénale des constructeurs, l'aspect qualité-sécurité-éthique, risque et maîtrise d'œuvre : un nouveau concept.

La dernière session enfin, présidée par Michel Quatre, a abordé les aspects prospectifs suivants : risque et innovation, l'entreprise face au risque, l'Etat face au risque.

Conclusions

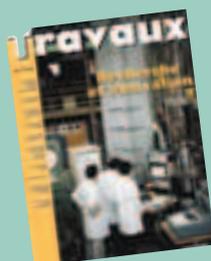
Après une discussion entre participants et intervenants abordant notamment les notions de responsabilité civile et pénale des constructeurs, de risque acceptable (et du niveau d'acceptabilité par la société, le risque zéro étant un leurre), d'incertitude (deux crues "millénaires"... en moins de cinq ans), Michel Martin a conclu ce colloque en insistant sur le fait "qu'à l'heure où le progrès technique repose fondamentalement sur l'innovation technologique il est bon, et peut être utile, de savoir comment marier risque et innovation" comme l'a évoqué la dernière session. Il a rappelé, enfin, que les organisateurs de ce colloque s'étaient délibérément limités aux problèmes techniques, laissant de côté la question des risques financiers, sujet qui – pour fondamental qu'il soit – concerne un autre public que celui présent à ces journées et qu'il revient à d'autres de le traiter.

Travaux

Le numéro spécial :

Recherche
et innovation

vient de paraître



Une information complète

sur la recherche en génie civil :

- recherche professionnelle,
- recherche partagée,
- recherche publique,
- recherche privée,
- recherche et innovation dans les entreprises,
- recherche et développement européens

sur les politiques publiques et l'innovation...

Contactez :

Colette Robert - Revue TRAVAUX

9, rue Magellan - 75008 Paris

Tél. : 01 40 73 80 05

Fax : 01 49 52 01 80

Travaux 2000

Table des matières / Table of contents

Ponts

- ◆ Le pont du Vecchio en Corse
- *The Vecchio bridge in Corsica*
L. Paulik Janvier 16
- ◆ Franchissement du Rhône. Le pont haubané de Beaucaire Tarascon
- *Crossing the Rhone. The Beaucaire Tarascon cable-stayed bridge*
Cl. Letey, A. Chauvin, Ph. Bonneval, P. Mouchel, P. Sandrini, C. Nola, Fr. Pellier, J.-L. Bringer Janvier 28
- ◆ Le pont sur le Boulès à Millas (Pyrénées-Orientales)
- *The bridge over the Boulès in Millas*
G. Fontaine, M. Panabière Janvier 35
- ◆ Le viaduc de Monistrol d'Allier sur la RD 589
- *The Monistrol d'Allier viaduct on highway RD 589*
Fr. Charmasson Janvier 37
- ◆ Le pont de Rivas sur la Loire
- *The Rivas bridge over the Loire*
S. Arguimbau Janvier 42
- ◆ Le viaduc de Digoïn. Un viaduc en encorbellement par voussoirs à inertie variable coulés en place tous les deux jours
- *The Digoïn viaduct. A cantilevered viaduct with variable inertia segments cast in place every two days*
P. Dieuaide Janvier 46
- ◆ Le projet du second pont sur le Rhin au sud de Strasbourg
- *The second bridge over the Rhine in Strasbourg*
A. Demare, G. Treffot, Fr. Bouchard Janvier 51
- ◆ Le viaduc de Roquemaure sur la ligne TGV Méditerranée
- *The Roquemaure viaduct on the TGV Mediterranean high-speed train line*
D. Mary Janvier 62
- ◆ A10 - Le viaduc de la Dordogne
- *A10 - The Dordogne viaduct*
J.-M. Jaeger, S. Nunez, J.-J. Bianchi, D. Primault Janvier 66
- ◆ Le pont-avion C15 pour la piste 3 de l'aéroport Charles de Gaulle à Roissy sur l'A1
- *The C15 aeroplane bridge for runway 3 at Charles de Gaulle airport in Roissy over the A1 motorway*
J.-M. Combeau, Fl. Gautron, B. Jallat Janvier 72
- ◆ La passerelle Solférino à Paris. 36e pont de Paris
- *The Solférino footbridge : The 36 th bridge of Paris*
P. Dziuba Janvier 77

Routes

- ◆ A6. Entretien des chaussées béton
- *Motorway A6. Concrete pavement maintenance*
E. Sapin, Ch. Alvarez Février 14
- ◆ A77 - L'autoroute de l'arbre
- *A77 - Motorway of the tree*
Y. Meunier, Y. Schaller, P. Amiot Février 18
- ◆ L'A87, une autoroute en genèse
- *The A87, a motorway in the making*
J.-P. Boulet Février 24
- ◆ Les travaux de chaussées de la déviation de Darnieulles et Uxegney sur la RD 166 dans les Vosges
- *Pavement works on the Darnieulles and Uxegney bypass on highway RD166 in the Vosges region*
D. Cavalli, D. Martin, P.-M. Spillemaecker, Fr. Verhee Février 27
- ◆ La déviation de Saint-Junien en Haute-Vienne. Des travaux respectueux de l'environnement
- *Saint-Junien bypass in Haute-Vienne region. Environment-compliant works*
G. Payet, D. Debord Février 33

- ◆ Chaussées composites : chaussées idéales
- *Composites pavements : ideal pavements*
J. Abdo, J. Gonnet Février 38
- ◆ Bioflux et Bioflex : les liants de répançage à chaud "écologiques".
Un chantier expérimental sur la RD4 (Jura)
- *Bioflux and Bioflex : "ecological" hot-laid binders. An experimental site on highway RD 4 in the Jura region*
J. Marcilloux, J.-P. Antoine Février 42
- ◆ Mâchefers valorisés : première application en couche de fondation sur la RN2
- *Gainful use of clinker : first application in subbase layer on highway RN2*
F. Marchal, G. Thomin, I. Drouadaine Février 45
- ◆ Europort Vatry. Une plate-forme multimodale dédiée au fret au cœur de la Marne
- *Europort Vatry. A multimodal platform dedicated to freight in the heart of the Marne region*
J.-P. Guerin, B. Bolot Février 49

Travaux urbains

- ◆ Construction d'un bassin d'orages à Blackpool
- *Stormwater tank construction at Blackpool*
P. Openshaw, M. Guillaud Mars 16
- ◆ La halle des Chartrons à Bordeaux
- *The Bordeaux Halle des Chartrons marketplace*
Ch. Mathieu Mars 22
- ◆ Le pont-rails Léon Blum. Le remplacement d'un ouvrage du RER C au cœur d'Issy-les-Moulineaux
- *The Léon Blum rail bridge. Replacement of an RER C (regional express railway) structure in the heart of Issy-les-Moulineaux*
P. Boixière, F. Borget Mars 25
- ◆ Aménagement des abords du musée André Malraux de la Ville du Havre
- *Works around the André Malraux Museum in Le Havre*
E. Lemmel Mars 29
- ◆ Le tramway. Un air nouveau pour l'agglomération lyonnaise
- *The tramway. A new era for the Lyon urban centre*
Ch. Philip Mars 30
- ◆ Les ouvrages d'art du tramway de l'agglomération de Montpellier
- *The structures of the tramway in the town of Montpellier*
G. Deambrogio Mars 36
- ◆ La reconstruction du "Stari Most" à Mostar en Bosnie et Herzégovine
- *Reconstruction of the "Stari Most" at Mostar in Bosnia-Herzegovina*
G. Pequeux, J.-Cl. Bessac, C. Blasi Mars 46
- ◆ L'extension du Parc d'exposition de Paris Nord Villepinte
- *The extension of the Paris Nord Villepinte exhibition grounds*
Divers auteurs Mars 52
- ◆ L'extension du Palais des Congrès de Paris
- *Extension of Palais des Congrès (convention hall) in Paris*
Ch. de Portzamparc, Cl. Maisonnier, A. Dumas, J. Hueber, F. Texier-Atger Mars 59
- ◆ Paris s'illumine. Mise en lumière des ponts de la Seine
- *Paris lights. The lighting of the Seine bridges*
Ch. Frete Mars 64
- ◆ Rodal, une technique Colas performante adaptée aux chaussées de transports en commun en site propre. Exemple de la réfection des voies bus de la Ville de Paris
- *Rodal, a technique suited to right-of-way public transport facilities. Example of the rehabilitation of bus lanes in Paris*
P. de Loz, E. Godard, M. Ballie Mars 69
- ◆ Le VAL de Rennes - Ligne A - Lot 1
- *The Rennes VAL - Line A - Lot 1*
G. Piquereau, J.-Cl. Landry, Fr. Renault Mars 73
- ◆ La lutte contre les inondations à Quimper
- *Flood control in Quimper*
P. Féat, J.-L. Rault Mars 78

Terrassements

- ◆ Le CTRL. Liaison ferroviaire à grande vitesse entre Londres et le tunnel sous la Manche. Lot 350/410 : Des terrassements sur le chemin critique
- *The high-speed railway link between London and the Channel Tunnel (CTRL). Contract section 350/410 : Earthworks on the critical path*
Th. Portafaix, R. Chamoun **Avril** **22**
- ◆ RN 32. Déviation de Compiègne, Thourotte et Ribecourt
- *Highway RN 32. Compiègne, Thourotte and Ribecourt bypass*
P. Chardard **Avril** **28**
- ◆ La déviation de Toulon-sur-Allier. Un chantier de terrassements sur la RN7
- *The Toulon-sur-Allier bypass. Earthworks on highway RN7*
J. Pasquier **Avril** **33**
- ◆ Terrassements A89 - Tulle/Egletons. Une stratégie de réemploi des matériaux du site
- *A89 - Tulle/Egletons motorway earthworks. Site material re-use strategy*
Cl. Kermarrec **Avril** **38**
- ◆ Le polder d'Erstein. Protection contre les crues du Rhin et restauration écologique
- *The Erstein polder. Flood protection on the Rhine and ecological restoration*
Fr. Bourgault **Avril** **42**

Sols et fondations

- ◆ La traversée de l'éperon des Sorderettes. Un grand chantier de soutènement dans un site difficile
- *Crossing the Sorderettes spur. A major retaining works project in a difficult site*
D. Quivy, J.-M. Demorieux, R. Boria, J. Bremond, M. Narcy, G. de Vivies .. **Mai** **24**
- ◆ Le nouveau Club Méditerranée à Paris Bercy.
Soutènement et fondation par solutions pluri-techniques pour un ouvrage complexe en site urbain
- *The new Club Méditerranée in Paris Bercy. Support and foundations using several techniques for a complex structure in an urban site*
D. Thiriart, D. Nibel **Mai** **34**
- ◆ Forages profonds dans Paris
- *Deep drilling in Paris*
G. Pellery, J.-P. Benoit, P. Desbruères **Mai** **39**
- ◆ Le parking du Val Claret à Tignes : un chantier d'injection solide
- *The Val Claret carpark in Tignes : a solid grouting site*
J.-B. Datry, J. Pereira **Mai** **46**
- ◆ Paroi multiancrage pour l'extension de l'hôpital Princesse Grâce à Monaco
- *Multi-anchor wall for extension of Princess Grace Hospital in Monaco*
Ch. Besson, R. Stenne **Mai** **50**
- ◆ Séismes, sols et fondations
- *Earthquakes, soils and foundations*
P. Mouroux, O. Monge **Mai** **55**
- ◆ Pieux Starsol® : Etat de l'art après 15 années d'expérience
- *Starsol® piles : State of the art after 15 years' experience*
M. Wojnarowicz, Ch. Lac, A. Frossard **Mai** **64**
- ◆ Les travaux spéciaux du chantier d'El Azhar
- *Special works on the El Azhar project*
A. Abinader, P. Schmitt **Mai** **70**
- ◆ Poste 9 à Djibouti : Application de la procédure Calypso
- *Berth 9 in Djibouti : Application of Calypso procedure*
R. Boutin, L. Barbot, A. Emaille **Mai** **76**

Grands barrages

- ◆ Solution originale de traitement des fondations du barrage de Xiaolangdi en Chine
- *Xiaolangdi dam project in China. Unusual solutions for foundations treatment*
J.-L. Richard, D. Mazzieri **Juin** **8**
- ◆ L'aménagement du fleuve Mendoza à Potrerillos (Argentine)
- *Potrerillos project on the Mendoza river (Argentina)*
A. Carrère, Ph. Cazalis, A. Lara, J.-F. Toso, Ch. Vibert, E. Guillemot **Juin** **15**
- ◆ Le projet hydroélectrique de Nam Leuk au Laos. Episodes de la réalisation et idées fortes sur la mise en œuvre de mesures d'accompagnement
- *Nam Leuk Hydropower Project. Episodes in implementation and main ideas concerning accompanying measures*
P. Cochet, B. Yon **Juin** **21**
- ◆ L'aménagement hydroélectrique de Garafiri (République de Guinée)
- *Garafiri hydro power Project (Republic of Guinea)*
J.-L. Cervetti, J. Teyssieux, J.-D. Mechali **Juin** **29**
- ◆ Les barrages en BCR de hauteur moyennes. Point de vue d'un entrepreneur

- *Medium height dams using RCC. A building contractor's point of view*
M. Guérinet **Juin** **40**
- ◆ Construction du barrage en BCR de Tannur en Jordanie
- *Construction of Tannur RCC dam in Jordan*
B. Bouyge **Juin** **48**
- ◆ L'aménagement hydroélectrique de Birecik en Turquie
- *Birecik dam and hydropower plant in Turkey*
J. Binquet, E. Tekirdagloglu **Juin** **57**
- ◆ La réhabilitation du vieux Rhône de Pierre Bénite
- *The rehabilitation of the Old Rhône of Pierre-Bénite*
J. Levenq, A. Comtet **Juin** **68**
- ◆ Quatre solutions économiques nouvelles pour le contrôle des crues
- *Four new low-cost solutions for flood control*
Fr. Lempérière **Juin** **73**
- ◆ Le procédé Hydroplus : un champ d'application varié
- *The Hydroplus System : a flexible approach to spillway design*
P. Lantheaume **Juin** **79**
- ◆ La surélévation du barrage de Kamuzu II. Mise en œuvre de hausses fusibles en béton de grandes dimensions
- *Raising of Kamuzu II dam. Implementation of giant concrete fusegates*
A. Yziquel, J.-M. Monclar **Mai** **86**
- ◆ Xiaolangdi : prises d'eau et ouvrages de dérivation
- *Xiaolangdi : Intake and diversion Structures*
N. Bour, Fr. Guillard, S. Fan **Juin** **94**

Tunnels - Travaux souterrains

- ◆ CTRL - Liaison ferroviaire à grande vitesse entre Londres et le tunnel sous la Manche. Lot 350/410 : le tunnel des North Downs
- *CTRL - High-speed railway link between London and the Channel Tunnel. Lot 350/410 : The North Downs tunnel*
P.-C. Watson, Th. Portafaix, C. Eddie, L. Falkner **Juillet-Août** **16**
- ◆ KCR 320 - 3,6 km de tunnels urbains à Hong Kong. Première utilisation d'un tunnelier à confinement à Hong Kong
- *KCR 320 - 3.6 km of urban tunnels in Hong Kong. First use of a confinement shield TBM in Hong Kong*
O. Martin **Juillet-Août** **21**
- ◆ Marinage innovant dans tunnel à l'explosif à Hong Kong. Evacuation des matériaux rocheux abattus à l'explosif avec un système continu de convoyeur et concasseurs mobiles dans un tunnel ferroviaire pour deux et trois voies à Hong Kong
- *Innovative mucking in the tunnel with blasting in Hong Kong. Removal of rocky blast materials with a continuous conveyor system and mobile crushers in a railway tunnel for two and three tracks in Hong Kong*
J.-J. Leugé, J.-M. Clor **Juillet-Août** **30**
- ◆ Galerie de Baillet. Le franchissement de fontis reconnu ou non
- *Baillet gallery (Val d'Oise region). Crossing of recognised or unrecognised subsidence*
P. Bony, Ph. Graille **Juillet-Août** **35**
- ◆ Puits André Citroën à Paris. Une paroi très profonde réalisée à la rotoforeuse
- *André Citroën shaft in Paris. A very deep diaphragm wall made with the rotary drilling machine*
B. Walbron, B. Deschamps **Juillet-Août** **42**

Réhabilitation d'ouvrages

- ◆ Le pont du Théâtre à Strasbourg. Renforcement d'un pont en maçonnerie pour le passage du tramway
- *The Pont du Théâtre in Strasbourg. Strengthening of a masonry bridge to support a tramway*
L. Lebert, A. Giesi, P. Giraud **Septembre** **16**
- ◆ La reconstruction de la passerelle du Faux-Rempart à Strasbourg
- *Reconstruction of the Faux-Rempart footbridge in Strasbourg*
L. Lebert, Fr. Schnarr, D. Jolival **Septembre** **20**
- ◆ Restructuration du pont Saint-Jean à Nancy. Ponts métalliques à dalle orthotrope et levage assisté par ordinateur
- *Restructuring of Saint-Jean Bridge in Nancy. Steel bridges with orthotropic slab and computer-assisted hoisting*
L. Bavière, Gr. Bignier, A. Fauvelle, Ph. Janny **Septembre** **23**
- ◆ La ligne de 400 kV Méry-Vesle. Reconstruction et renforcement après la tempête
- *The 400-kV Méry-Vesle line. Reconstruction and strengthening after windstorm*
G. Objoie, S. Scotto di Vettimo **Septembre** **27**

- ◆ Chantier de confortement de falaise à Grandville. Travaux d'accès difficile
- *Cliff reinforcement site in Granville. Difficult worksite access*
L. Boissard **Septembre** ... **33**
- ◆ Confortement de cinq tunnels SNCF par chemisage en béton projeté RIG.
Lignes de Brive à Toulouse via Capdenac et de Castelnaudary à Rodez
- *Strengthening of five SNCF (French Railways) tunnels by RIG (Guaranteed Initial Strength) shotcrete lining. Brive to Toulouse line via Capdenac and Castelnaudary to Rodez line*
J.-L. Bonnet, J.-L. Rouquette, A. Coudret **Septembre** ... **37**
- ◆ Réparation d'un pont suspendu sur le Tarn. Le pont de Mirepoix-sur-Tarn en Haute-Garonne
- *Repair of a suspension bridge over the Tarn. Mirepoix-sur-Tarn bridge in the Haute-Garonne region*
A. Coudret **Septembre** ... **42**
- ◆ L'élargissement du pont des Eyzies en Dordogne
- *Widening of Eyzies Bridge in Dordogne*
A. Spielmann, Fr. Malbouriane, G. Perez **Septembre** ... **48**
- ◆ Renforcement et élargissement de deux ouvrages de franchissement sur l'A7
- *Strengthening and widening of two structures across the A7 motorway*
H. Rossignol, B. Nicolas, Fr. Tatat **Septembre** ... **60**

Autoroute A89

- ◆ L'A89, première transversale ouest/est
- *The A89, the first west/east transverse motorway*
J. Tavernier **Octobre** ... **16**
- ◆ La protection des milieux naturels sur l'autoroute A89
- *The protection of the natural environment on the A89 motorway*
F. Beauvu **Octobre** ... **20**
- ◆ L'autoroute A89 d'ouest en est
- *The A89 motorway from west to east*
Direction opérationnelle de la Construction de Bordeaux **Octobre** ... **24**
- ◆ Le pont du Mascaret sur l'A89
- *The Mascaret bridge on the A89*
B. Cardouat **Octobre** ... **35**
- ◆ A89 - Le viaduc des Barrails. Trois kilomètres de tablier dans le lit majeur de la Dordogne
- *The A89 - The Barrails viaduct. Three kilometres of deck in the flood basin of the Dordogne*
J.-J. Bianchi, D. Primault **Octobre** ... **40**
- ◆ L'A89 entre Brive et Clermont-Ferrand : une forte identité bois
- *The A89 between Brive and Clermont-Ferrand : enhanced wooden design*
G. de Paysac **Octobre** ... **47**
- ◆ La Sarsonne. En dévers sur trois piles
- *La Sarsonne. Banked on three piers*
Direction opérationnelle de la Construction de Tulle **Octobre** ... **51**
- ◆ Les Bergères. Le seul viaduc poussé
- *Les Bergères. The only pushed viaduct*
Direction opérationnelle de la Construction de Tulle **Octobre** ... **52**
- ◆ La Barricade, une travée centrale de 150 m
- *The Barricade viaduct, a central span of 150 m*
Direction opérationnelle de la Construction de Tulle **Octobre** ... **53**
- ◆ Le viaduc du Chavanon. 10 000 tonnes de légèreté
- *The Chavanon viaduct. 10,000 tonnes light*
G. Boyadjian, J.-P. Roth, E. Pascal-Gemen, E. Bouchoit, G. de Paysac **Octobre** ... **54**
- ◆ Le viaduc de la Clidane
- *The Clidane viaduct*
J.-M. Jaeger, N. El-Khoury, J.-P. Ragaru, Ch. Lavigne, A. Montois, E. de Bélizal, J.-J. Lagane, Ch. Bienbeau **Septembre** ... **59**
- ◆ ASF innove avec la première gare de péage entièrement automatique
- *Motorway operator ASF innovates with first fully automatic toll plaza*
J.-P. Roth, J.-M. Phéby **Octobre** ... **68**

Environnement

- ◆ L'effet fédérateur de l'environnement. La mise en place d'un système de management environnemental est une démarche adaptée aux activités du BTP
- *The unifying effect of the environment. The setup of an environmental management system is an approach suited to building and public works activities*
B. Barthe, Ch. Gobin **Novembre** ... **14**
- ◆ Les entrepreneurs de travaux publics aménagent l'environnement et savent le préserver
- *Public works contractors work on the environment and know how to preserve it*
Ch. Gonnet **Novembre** ... **19**

- ◆ Technicité et organisation pour réussir les travaux liés à l'environnement
- *Technical capability and organisation for the success of environment related works*
P. Marquis, Ch. Buhot **Novembre** ... **23**
- ◆ Les études d'impact stratégiques : une démarche novatrice d'évaluation environnementale. Le cas des corridors d'infrastructures de transport multimodales
- *Strategic impact studies : an innovative approach to environmental evaluation. Application to multimodal transport infrastructure corridors*
A. Hersan-Guerrero, J.-M. Braun **Novembre** ... **27**
- ◆ Le traitement des friches industrielles. Illustration par quelques exemples
- *The treatment of industrial wasteland. Illustration by some examples*
J. Cercelet **Novembre** ... **33**
- ◆ Utilisation de mâchefers d'incinération d'ordures ménagères en génie civil : confortement de carrières souterraines
- *Use of household refuse incineration clinker in civil engineering : strengthening of underground quarries*
J.-Y. Cojan, M.-Cl. Magnie, E. Gastine **Novembre** ... **40**
- ◆ Dépollution pyrotechnique des sols. Un chantier : Tarnos, ancien champ de tir dans les Landes
- *Pyrotechnical decontamination of soils. A worksite : Tarnos, former firing range in the Landes region*
R.-O. Navarra **Novembre** ... **46**
- ◆ Le 1^{er} juillet 2002 c'est demain...
- *1 July 2002 is near...*
J.-P. Lemesle **Novembre** ... **51**
- ◆ La requalification de la place Jean Jaurès à Saint-Etienne
- *Requalification of Place Jean Jaurès in Saint-Etienne*
Cl. Marder **Novembre** ... **54**
- ◆ Rennes. Fier de son jardin !
- *Rennes. Proud of one's garden!*
P. Lhoumeau **Novembre** ... **59**

International

- ◆ Berlin : le plus grand chantier d'Europe.
Au cœur de la nouvelle capitale allemande, le chantier de Spreebogen est réceptionné
- *Berlin : Europe's biggest worksite. In the heart of the new German capital, the Spreebogen worksite undergoes acceptance procedures*
P. Mutaftschiev **Décembre** ... **16**
- ◆ Construction d'un centre commercial à Szczecin en Pologne
- *Construction of a shopping centre in Szczecin, Poland*
J.-L. Roy **Décembre** ... **20**
- ◆ Le chantier de délestage du collecteur ouest de Casablanca
- *Relief works for Casablanca's west sewer*
P. Musquere, M. Belkasseh, J.-P. Becue, H. Gemayel **Décembre** ... **22**
- ◆ Aménagement de la route Bertoua/Garoua/Boulaï (République du Cameroun)
- *Works on the Bertoua/Garoua/Boulaï road (Republic of Cameroon)*
O. Cuisset **Décembre** ... **26**
- ◆ Un pont-station haubané. Le pont de Santo Amaro sur la rivière Pinheirosa São Paulo - Brésil
- *A cable-stayed station bridge. The Santo Amaro bridge over the Pinheirosa São Paulo River in Brazil*
G. Frémont, M. Carvalhal, C.-F. Ribeiro **Décembre** ... **32**
- ◆ Constructions routières au Chili. Le chantier Chillan-Collipulli
- *Road constructions in Chile. The Chillan-Collipulli project*
M. Pisano, L. Galis **Décembre** ... **37**
- ◆ Le lot 603 "Black Hill Tunnels" à Hong Kong
- *The Black Hill Tunnels Project 603 in Hong Kong*
F. Belhomme, Fr. Pogu, P. Preumont **Décembre** ... **43**
- ◆ Réhabilitation du barrage de Dau Tieng (Vietnam). Une solution simple pour un problème difficile
- *Rehabilitation Dau Tieng dam in Vietnam. A simple solution for a difficult problem*
D. Mazzeri, M. Q. Le Nguyen **Décembre** ... **48**
- ◆ Autoroute de Bang Na (Thaïlande). Voussoirs préfabriqués pour ouvrage d'art
- *Bang Na Expressway (Thailand). Precast Elements for Segmental Bridge Construction*
Ch. Brockmann **Décembre** ... **53**

Table par nom d'auteurs/Authors

J. Abdo	Février	38	G. de Paysac	Octobre 47, 54	Cl. Maisonnier	Mars	59	Fr. Schnarr	Septembre . 20
A. Abinader	Mai	70	G. de Vivies	Mai	Fr. Malbouriane	Septembre . 48	A. Spielmann	Septembre . 48	
P. Amiot	Février	18	P. de Loz	Mars	F. Marchal	Février	P.-M. Spillemaecker	Février	27
J.-P. Antoine	Février	42	G. Deambrogio	Mars	J. Marcilloux	Février	Fr. Tatat	Septembre . 60	
S. Arguimbau	Janvier	42	D. Debord	Février	Cl. Marder	Novembre . 54	J. Tavernier	Octobre	16
B. Jallat	Janvier	72	G. Delacroix	Mars	P. Marquis	Novembre . 23	E. Tekirdaglioglu	Juin	57
M. Ballie	Mars	69	A. Demare	Janvier	D. Martin	Février	F. Texier-Atger	Mars	59
L. Barbot	Mai	76	J.-M. Demorieux	Mai	O. Martin	Juillet-Août . 21	J. Teyssieux	Juin	29
B. Barthe	Novembre . 14		P. Desbrueres	Mai	D. Mary	Janvier	D. Thiriat	Mai	34
L. Bavière	Septembre . 23		B. Deschamps	Juillet-Août . 42	Ch. Mathieu	Mars	J.-F. Toso	Juin	15
F. Beaudu	Octobre	20	P. Dieuaide	Janvier	A. Mazzieri	Décembre . 48	G. Treffot	Janvier	51
J.-P. Becue	Décembre . 22		I. Drouadaine	Février	D. Mazzieri	Juin	Fr. Verhee	Février	27
F. Belhomme	Décembre . 43		B. Dumas	Mars	J.-D. Mechali	Juin	Ch. Vibert	Juin	15
M. Belkasseh	Décembre . 22		P. Dziuba	Janvier	Y. Meunier	Février	A. Walbron	Juillet-Août . 42	
J.-P. Benoit	Mai	39	C. Eddie	Juillet-Août . 16	P. Moet	Mars	P.-C. Watson	Juillet-Août . 16	
J.-Cl. Bessac	Mars	46	N. El-Khoury	Septembre . 59	J.-M. Monclar	Mai	M. Wojnarowicz	Mai	64
Ch. Besson	Mai	50	A. Emaile	Mai	O. Monge	Mai	B. Yon	Juin	21
J.-J. Bianchi	Janvier	66	A. L. Falkner	Juillet-Août . 16	A. Montois	Septembre . 59	D. Yziquel	Mai	86
J.-J. Bianchi	Octobre	40	S. Fan	Juin	P. Mouchel	Janvier			
Ch. Bienbeau	Septembre . 59		B. Fauvelle	Septembre . 23	P. Mouroux	Mai			
Gr. Bignier	Septembre . 23		P. Féat	Mars	P. Musquere	Décembre . 22			
J. Binquet	Juin	57	Fl. Gautron	Janvier	P. Mutaftschiev	Décembre . 16			
C. Blasi	Mars	46	G. Fontaine	Janvier	M. Narcy	Mai			
L. Boisnard	Septembre . 33		B. Fraignac	Mars	R.-O. Navarra	Novembre . 46			
P. Boixière	Mars	25	A. Frémont	Décembre . 32	D. Nibel	Mai			
B. Bolot	Février	49	Ch. Frete	Mars	C. Nicolas	Septembre . 60			
J.-Fr. Bonne	Mars	52	A. Frossard	Mai	C. Nola	Janvier			
J.-L. Bonnet	Septembre . 37		G. Thomin	Février	S. Nunez	Janvier			
Ph. Bonneval	Janvier	28	L. Galls	Décembre . 37	G. Objoie	Septembre . 27			
P. Bony	Juillet-Août . 35		E. Gastine	Novembre . 40	P. Openshaw	Mars			
F. Borget	Mars	25	H. Gemayel	Décembre . 22	P. Preumont	Décembre . 43			
R. Boria	Mai	24	Th. Genest	Mars	M. Panabière	Janvier			
Fr. Bouchard	Janvier	51	A. Giesi	Septembre . 16	B. Pascal-Gemen	Octobre			
A. Bouchot	Octobre	54	P. Giraud	Septembre . 16	J. Pasquier	Avril			
J.-P. Boulet	Février	24	Ch. Gobin	Novembre . 14	Ph. Pathiaux	Mars			
N. Bour	Juin	94	E. Godard	Mars	L. Paulik	Janvier			
Fr. Bourgault	Avril	42	Ch. Gonnet	Novembre . 19	G. Payet	Février			
R. Boutin	Mai	76	J. Gonnet	Février	G. Pellery	Mai			
B. Bouyge	Juin	48	Ph. Graille	Juillet-Août . 35	Fr. Pellier	Janvier			
G. Boyadjian	Octobre	54	J.-P. Guerin	Février	G. Pequeux	Mars			
J.-M. Braun	Novembre . 27		M. Guerin	Juin	J. Pereira	Mai			
J. Bremond	Mai	24	E. Guillemot	Juin	G. Perez	Septembre . 48			
J.-L. Bringer	Janvier	28	Fr. Guitard	Juin	J.-M. Phéby	Octobre			
Ch. Brockmann	Décembre . 53		A. Hersan-Guerrero	Novembre . 27	Ch. Philip	Mars			
Ch. Buhot	Novembre . 23		J. Hueber	Mars	G. Piquereau	Mars			
B. Cardouat	Octobre	35	J.-M. Jaeger	Janvier	M. Pisano	Décembre . 37			
A. Carrère	Juin	15	J.-M. Jaeger	Septembre . 59	Fr. Pogu	Décembre . 43			
M. Carvalho	Décembre . 32		Ph. Janny	Septembre . 23	Th. Portafaix	Avril			
D. Cavalli	Février	27	D. Jollival	Septembre . 20	Th. Portafaix	Juillet-Août . 16			
Ph. Cazalis	Juin	15	Cl. Kermarrec	Avril	D. Primault	Janvier			
J. Cercelet	Novembre . 33		J.-J. Lagane	Septembre . 59	D. Primault	Octobre			
J.-L. Cervetti	Juin	29	J.-Cl. Landry	Mars	M. Q. Le Nguyen	Décembre . 48			
Ch. Alvarez	Février	14	P. Lantheaume	Juin	D. Quivy	Mai			
Ch. Lac	Mai	64	B. Lara	Juin	R. Stenne	Mai			
R. Chamoun	Avril	22	Ch. Lavigne	Septembre . 59	J.-P. Ragaru	Septembre . 59			
P. Chardard	Avril	28	L. Lebert	Septembre	J.-L. Rault	Mars			
Fr. Charmasson	Janvier	37		16, 20	Fr. Renault	Mars			
J.-M. Clor	Juillet-Août . 30		J.-P. Lemesle	Novembre . 51	C.-F. Ribeiro	Décembre . 32			
P. Cochet	Juin	21	E. Lemmel	Mars	J.-L. Richard	Juin			
J.-Y. Cojan	Novembre . 40		Fr. Lempérière	Juin	H. Rossignol	Septembre . 60			
J.-M. Combeau	Janvier	72	Cl. Letey	Janvier	J.-P. Roth	Octobre 54, 68			
A. Comtet	Juin	68	J.-J. Leugé	Juillet-Août . 30	J.-L. Rouquette	Septembre . 37			
A. Coudret	Septembre . 37		J. Levenq	Juin	J.-L. Roy	Décembre . 20			
A. Coudret	Septembre . 42		P. Lhoumeau	Novembre . 59	S. Scotto di Vettimo	Septembre . 27			
O. Cuisset	Décembre . 26		M. Guillaud	Mars	P. Sandrini	Janvier			
J.-B. Datry	Mai	46	J.-Cl. Madron	Février	E. Sapin	Février			
Ch. de Portzamparc	Mars	59	M.-Cl. Magnie	Novembre . 40	Y. Schaller	Février			
E. de Bézizal	Septembre . 59		Cl. Maisonnier	Mars	P. Schmitt	Mai			